

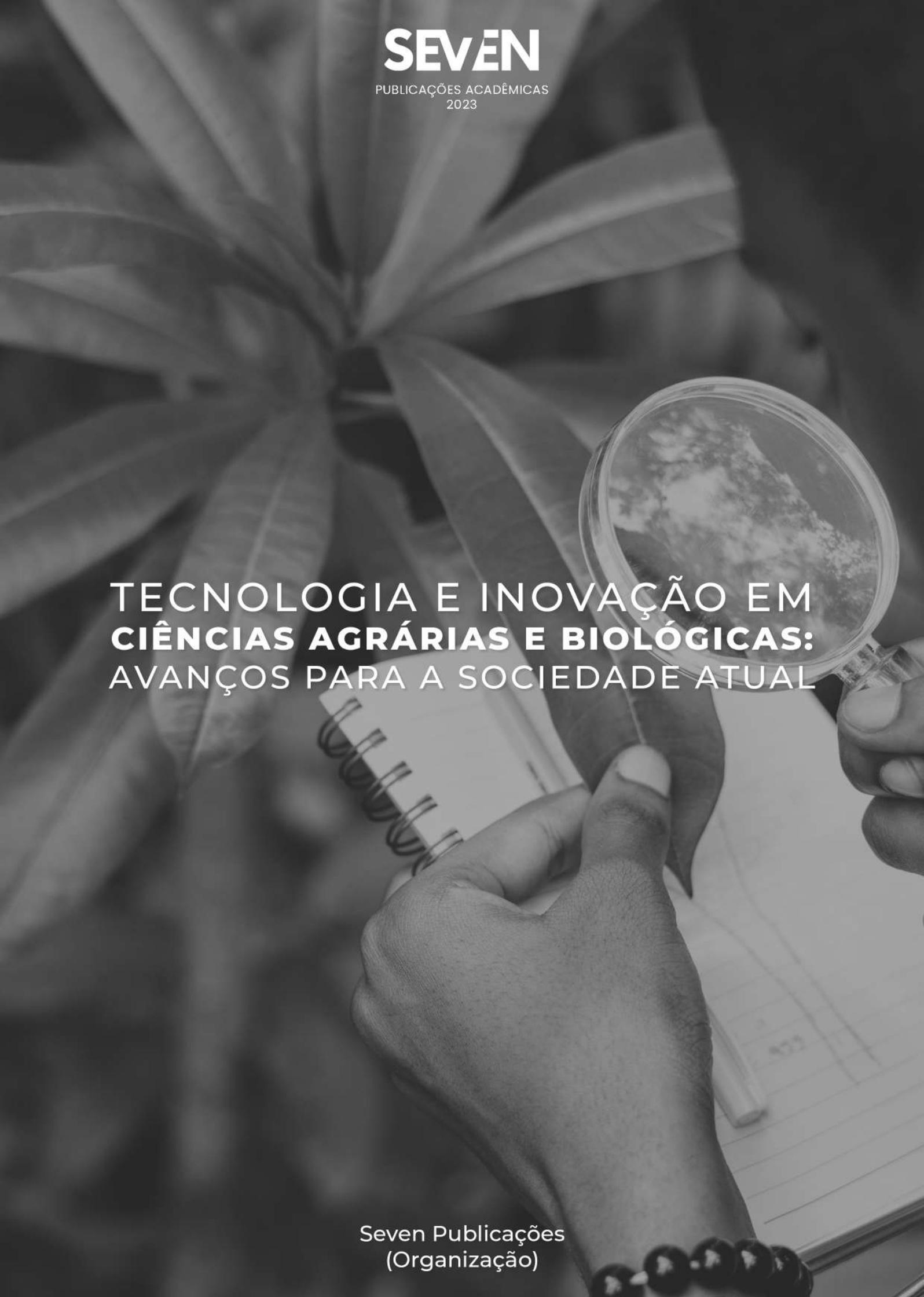
The background of the cover is a photograph of a person's hands examining a green plant. One hand holds a magnifying glass over a leaf, while the other holds a spiral notebook with a blue pen. The notebook has a line graph drawn on it. The overall scene is set outdoors with lush green foliage.

**SEVEN**

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS  
2023

**TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS:  
AVANÇOS PARA A SOCIEDADE ATUAL**

Seven Publicações  
(Organização)



**SEVEN**

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS  
2023

**TECNOLOGIA E INOVAÇÃO EM  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS:  
AVANÇOS PARA A SOCIEDADE ATUAL**

Seven Publicações  
(Organização)

**EDITORA-CHEFE**

Profº Me. Isabele de Souza Carvalho

**EDITOR EXECUTIVO**

Nathan Albano Valente

**ORGANIZADOR DO LIVRO**

Seven Publicações LTDA

**PRODUÇÃO EDITORIAL**

Seven Publicações Ltda

**EDIÇÃO DE ARTE**

Alan Ferreira de Moraes

**IMAGENS DA CAPA**

AdobeStok

**ÁREA DE CONHECIMENTO**

Ciências agrárias e biológicas

2023 by Seven Editora

Copyright © Seven Editora

Texto Copyright © 2023 Os autores

Edição Copyright © 2023 Seven Editora

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do autor e não necessariamente representam a posição oficial da Seven Eventos Acadêmicos e Editora. O trabalho pode ser baixado e compartilhado desde que seja dado crédito ao autor, porém sem a possibilidade de alterá-lo de qualquer forma ou utilizá-lo para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega por pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Seven Publicações está comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas com o mais alto rigor acadêmico e ético.



O conteúdo deste livro foi submetido pelo autor para publicação de acesso aberto, de acordo com os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional.

## **CORPO EDITORIAL**

### **EDITORA-CHEFE**

Prof<sup>o</sup> Me. Isabele de Souza Carvalho

### **CORPO EDITORIAL**

Pedro Henrique Ferreira Marçal. Vale do Rio Doce University

Adriana Barni Truccolo- State University of Rio Grande do Sul

Marcos Garcia Costa Morais- State University of Paraíba

Mônica Maria de Almeida Brainer - Federal Institute of Goiás Campus Ceres

Caio Vinicius Efigenio Formiga - Pontifical Catholic University of Goiás

Egas José Armando - Eduardo Mondlane University of Mozambique.

Ariane Fernandes da Conceição- Federal University of Triângulo Mineiro

Wanderson Santos de Farias - Universidad de Desarrollo Sustentable

Maria Gorete Valus -University of Campinas

Tecnologia e inovação em ciências agrárias e biológicas [livro eletrônico] : avanços para a sociedade atual / organização Seven Editora. -- São José dos Pinhais, PR : Seven Events, 2023. PDF

Vários autores.  
Bibliografia.  
ISBN 978-65-84976-44-3

1. Agricultura 2. Agroecologia 3. Artigos - Coletâneas 4. Biodiversidade 5. Inovações tecnológicas 6. Meio ambiente

23-174399

CDD-304.2

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Agricultura e meio ambiente : Ecologia 304.2

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

## **DECLARAÇÃO DO AUTOR**

O autor deste trabalho DECLARA, para os seguintes fins, que:

Não possui nenhum interesse comercial que gere conflito de interesse em relação ao conteúdo publicado;

Declara ter participado ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente nas seguintes condições: "a) Desenho do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação dos dados; b) Elaboração do artigo ou revisão para tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão";

Certifica que o texto publicado está completamente livre de dados e/ou resultados fraudulentos e defeitos de autoria;

Confirma a citação correta e referência de todos os dados e interpretações de dados de outras pesquisas;

Reconhece ter informado todas as fontes de financiamento recebidas para realizar a pesquisa; Autoriza a edição do trabalho, incluindo registros de catálogo, ISBN, DOI e outros indexadores, design visual e criação de capa, layout interno, bem como seu lançamento e divulgação de acordo com os critérios da Seven Eventos Acadêmicos e Editora.

## **DECLARAÇÃO DA EDITORA**

A Seven Publicações DECLARA, para fins de direitos, deveres e quaisquer significados metodológicos ou legais, que:

Esta publicação constitui apenas uma transferência temporária de direitos autorais, constituindo um direito à publicação e reprodução dos materiais. A Editora não é co-responsável pela criação dos manuscritos publicados, nos termos estabelecidos na Lei de Direitos Autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; O(s) autor(es) é(são) exclusivamente responsável(eis) por verificar tais questões de direitos autorais e outros, isentando a Editora de quaisquer danos civis, administrativos e criminais que possam surgir.

Autoriza a **DIVULGAÇÃO DO TRABALHO** pelo(s) autor(es) em palestras, cursos, eventos, shows, mídia e televisão, desde que haja o devido reconhecimento da autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial, com a apresentação dos devidos **CRÉDITOS** à **SEVEN PUBLICAÇÕES**, sendo o(s) autor(es) e editora(es) responsáveis pela omissão/exclusão dessas informações;

Todos os e-books são de acesso aberto, portanto, não os venda em seu site, sites parceiros, plataformas de comércio eletrônico ou qualquer outro meio virtual ou físico. Portanto, está isento de transferências de direitos autorais para autores, uma vez que o formato não gera outros direitos além dos fins didáticos e publicitários da obra, que pode ser consultada a qualquer momento.

Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições públicas de ensino superior, conforme recomendado pela CAPES para obtenção do Qualis livro;

A Seven Eventos Acadêmicos não atribui, vende ou autoriza o uso dos nomes e e-mails dos autores, bem como de quaisquer outros dados deles, para qualquer finalidade que não seja a divulgação desta obra, de acordo com o Marco Civil da Internet, a Lei Geral de Proteção de Dados e a Constituição da República Federativa.

## AUTORES

Acrísio José do Nascimento Jr  
Adriana Esteves Gama Novaes  
Adriana Rodrigues Monteiro  
Aguinaldo Lenine Alves  
Airton Pereira da Silva Leão  
Alan Gomes Mendonça  
Alessandra Regina Vital  
Alex Fernando de Almeida  
Alexandre de Oliveira Dias  
Alexandre Pozzatti Guarienti  
Aline Gouveia Fiori  
Alphonse Kelecom  
Aluisio Bernardo da Silva Junior  
Álvaro Renato Guerra Dias  
Ana Luiza Furtado Almeida  
Ana Maria Silva  
Ana Paula Lima Marques Fernandes  
Ana Paula Presley Oliveira Sampaio  
André Luiz de Souza Lacerda  
André Ricardo Peron dos Santos  
Andréa Krystina Vinente Guimarães  
Angela Machado Rocha  
Antônio C. Marangoni  
Ariane Pereira de Souza  
Aron Carlos de Melo Cotrim  
Arthur Baeta Coutinho  
Artur Maciel  
Beatriz Faustino Lima Mendonça  
Benjamim de Almeida Mendes  
Bibiana Costa Machado  
Camila de Cuffa Matusaiki  
Carlos Eduardo Soares  
Carmen Aparecida Herrera  
Carolina Silva da Silva  
Cassiano Jivago Lemos da Silva  
Cassio Toledo Messias  
Catarina Francisca Morais Lima

Cícero Gomes dos Santos  
Cintia Cristina de Oliveira  
Cristiane Inácio de Campos  
Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves  
Dalton Pedroso de Queiroz  
Daniela Lacerda Alves da Silveira  
Daniella Pereira dos Santos  
Davi Guimarães Soares  
Dayana Ferraz Silva  
Deborah de Oliveira Silva  
Deise Sampaio Felipe da Silva  
Denise Renata Pedrinho  
Elen Vanessa Costa da Silva  
Elisa Norberto Ferreira Santos  
Ellen Fernanda Brito da Costa  
Emerson Ferreira Abreu  
Emerson Luís Tonetti  
Emilio Mateus Schüller  
Emily Alves Silva  
Eneida Mara Gonçalves  
Érico Kunde Corrêa  
Érika Barbosa Melo  
Erika Carolina Vieira Almeida  
Erlon Alves Chaves  
Euselia Pavaglio Vieira  
Ezilda Jacomassi  
Fabiana Fernandes dos Santos  
Felipe Cesar Nascimento de Castro  
Felipe Oliveira Lima  
Fernanda Barbosa Borges Jardim  
Fernanda Vasconcelos Nogueira Dal'Maso  
Fernanda Vital Ramos de Almeida  
Fernando Campos Barbosa  
Fernando Cesar Ferreira  
Francisco de Queiroz Mantovani  
Gabriel Barbosa dos Santos  
Gabriel César Dias Lopes

Gabriel Marcos Rodrigues Barbosa  
Gabriel Nascimento Ciribelli  
Gabriela Birk  
Gabriela Feres de Marchi  
Gabriela Rocha Santos  
Geovana Damasceno de Macedo  
Gerciane Correa Duarte  
Gervásio Pegoraro  
Gil Emerson Silva Corrêa  
Giovanni Cesar Teles  
Gislaine Garcia de Faria  
Grasiele Scaramal Madrona  
Graziela Oste Graziano  
Cremonezi  
Guilherme Bueno Borges  
Gustavo Augusto Moreira Guimarães  
Gustavo Kruger Gonçalves  
Gustavo Pereira da Costa  
Henrique Gualberto Vilela Penha  
Higor Rogério Favarim  
Hyorran Cristian Paes Ferreira  
Igor Souza Pereira  
Ilisandra Zanandrea  
Ilmar Polary Pereira  
Ingrid Martins Leite Lucio  
Itubiara Maciel da Silva  
Ivalene Brandão Corrêa  
Ivonete Terezinha Tremea Plein  
Izabel Karolayne Cesário da Silva  
Izabela Camilotti Dorneles  
Janaina Drawanz Pereira Rezende  
Jandson de Oliveira Soares  
Jefferson Juliano Cardoso  
João Donizete Lima  
João Manuel Vasconcelos Silva  
João Vitor Messias  
Joel Eloi Belo Junior  
Joel Rocha Pinto  
Joelson Sousa Lima  
Jorge Oneide Sausen  
José Francisco dos Reis Neto

Josyane Brasil da Silva  
Juliana Harumi Miyoshi  
Juliano dos Santos  
Júlio César Neves dos Santos  
Julio Cesar Stringhini  
Júlio Miguel Alvarenga  
Kaique Soares Santos  
Kaliny Gabrielly Cruz Vieira  
Karina de Cassia Faria  
Karina Dias Espartosa  
Karine Sousa da Silva  
Karla Luzia Alvares dos Prazeres  
Karollayne de Sousa Dib  
Karyne Oliveira Coelho  
Kecilly Nogueira Martins  
Keila Camila da Silva  
Kenedy Daniel Calegari Furtado  
Kênia Maria Rezende Silva  
Kivia Caroline da Costa  
Kymbely Kaylany Ribeiro de Medeiros  
Laís Araújo Fernandes da Costa  
Laís de Souza Braga  
Lania Kimberly Costa Lima  
Larissa Vasconcelos Santos  
Leandro Madeira de Oliveira  
Lenize Dornelles Gomes  
Leonardo Bernardi  
Rohenkohl  
Leticia Oliveira Santana  
Liciane Oliveira da Rosa  
Loren Cristina Vasconcelos  
Luan Alves Barbosa de Oliveira  
Luana Cristal Lirya Silva  
Lucas Dilan Martins Corrêa  
Lucas Fernando Faria Lobato  
Lucas Silva de Amorim  
Luciana Kazue Otutumi  
Luciana Pereira Araujo  
Luciana Santos Rodrigues  
Costa Pinto  
Luciara Bilhalva Corrêa  
Luciene Lacerda Costa  
Luís Davi Santos Fernandes  
Luiz Eduardo de Melo Lima  
Luiz Fernando Almeida  
Costa Melo

Luiz Henrique Batista  
Margarida  
Luiz Paulo de Oliveira  
Luiza Alves Mendes  
Luzimary de Jesus Ferreira  
Godinho Rocha  
Marcelo Araújo da Nóbrega  
Marcelo Santana Silva  
Marcia Flores da Silva  
Ferreira  
Márcio Aurélio Lins dos Santos  
Marco Aurélio Torres  
Rodrigues  
Marcus Vinicius Bentancur  
Fernandes  
Margarete Soares da Silva  
Maria Aparecida Farias de Souza Nogueira  
Maria Augusta Dorigan  
Bondezan  
Maria Damiana Rodrigues  
Araujo  
Maria Deyse Silva dos Santos  
Maria Eduarda da Silva  
Melo  
Maria José Ribeiro  
Sampaio Silva  
Marília Gomes da Silva  
Santos  
Marina Pereira da Silva  
Bocchio Barbosa  
Maristela Aparecida Dias  
Guimarães  
Marly Carolina Macena da Silva  
Mauro Guilherme Ferreira  
Bezerra  
Mauro Jose Andrade  
Tereso  
Mauro Sergio Mendes  
Milene Cristine de Vasconcelos Silva  
Milene Miranda Praça  
Fontes  
Moises Felipe Ribeiro dos Santos  
Mylla Christy da Silva  
Dufossé  
Naiá Carla Marchi de Rezende-Lago  
Natália Santos Pretes  
Nicolle Lima Bandeira

Norberto Gomes Vieira  
Olívia Thalia Medeiros de Souza  
Omar J. de Lima  
Osvaldo José da Silveira Neto  
Pablo Ricardo Sanches de Oliveira  
Patrícia Gelli Feres de Marchi  
Paulo Elias Borges  
Rodrigues  
Paulo Joviniano Alvares dos Prazeres  
Paulo Sidnei Stringhini Junior  
Pedro Shiozawa  
Peterson Maximilla Pereira  
Peterson Cardoso de Souza  
Priscilla Cássia de Oliveira  
Rafael J. Marangoni  
Rafaela Galves Ferreira  
Raiane Maria Lima da Cruz  
Raphael Silva Lins  
Raquel Nascimento da Cunha  
Reginaldo Tacinare Barini  
Renata Costa da Silveira Santos  
Renata Pereira Lopes  
Moreira  
Ricardo Firmino de Sousa  
Roberto Funes Abrahão  
Róbson Ricardo Teixeira  
Rodrigo Caetano Campos  
Rodrigo de Moraes  
Galarza  
Rodrigo Martins Tadine  
Rodrigo Zaiden Taveira  
Rolzele Robson Marques  
Ronaldo Francisco de Lima  
Ronaldo Ribeiro Fernandes  
Rony Gonçalves de Oliveira  
Roseane Borba dos Santos  
Cruz  
Roze Anne Ferreira Lima  
Ruben Fernando de Lara  
Rubiani de Cassia Pagotto  
Sebastião da Cruz Silva  
Sérvulo Murivaldo Rangel  
Brandão  
Sidnei Cerqueira dos Santos

Simone Rodrigues Slusarski  
Simone Yasue Simote Silva  
Sonia de Oliveira Duque  
Paciulli  
Taner Douglas Alves  
Bitencourt  
Taniara Suelen Mezalira  
Thais Aparecida Santos  
Lopes

Thallita Nayanna Bezerra  
Alves  
Thamires Marques Moura  
Thiago Ferreira Cirilo  
Valdir Silva da Conceição  
Vanderson Vasconcelos  
Dantas  
Vania Sardinha dos Santos  
Diniz

Vera Luci de Almeida  
Victor Esmite Barroso de  
Carvalho  
Vinicius Ribeiro Nunes  
Vinicius Roveri  
William Peduce Possebon  
Yeferson Ely Cavaleiro de  
Oliveira  
Yrlânia de Lira Guerra

# SUMÁRIO

## **Cobertura vegetal e espaços de uso público e livres de edificações nos bairros Centro Histórico e Santa Helena no município de Paranaguá – Paraná**

*Geovana Damasceno de Macedo, Mauro Sergio Mendes, Emerson Luís Tonetti e Gislane Garcia de Faria*

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-001>

.....15-28

## **Contribuições das inovações tecnológicas para a logística: Um estudo em uma indústria de celulose**

*Gabriel Barbosa dos Santos, Emily Alves Silva e Adriana Esteves Gama Novaes*

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-002>

.....29-41

## **Complexos de inclusão de óleos essenciais de Psidium para aplicação larvicida, herbicida e citogenotóxica**

*Luiza Alves Mendes, Loren Cristina Vasconcelos, Milene Miranda Praça Fontes, Marcia Flores da Silva Ferreira, Róbson Ricardo Teixeira e Renata Pereira Lopes Moreira*

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-003>

.....42-78

## **Avaliação do desenvolvimento inicial do cafeeiro sob condições de cultivo em sistema convencional e agroecológico**

*Lucas Dilan Martins Corrêa, Luciana Santos Rodrigues Costa Pinto, Igor Souza Pereira, Fernanda Vital Ramos de Almeida, Fernando Cesar Ferreira, Lucas Fernando Faria Lobato, Marly Carolina Macena da Silva, Júlio César Neves dos Santos e Henrique Gualberto Vilela Penha*

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-004>

.....79-94

## **Tijolo ecológico fabricado com resíduos de pet**

*Antônio C. Marangoni, Rafael J. Marangoni e Omar J. de Lima*

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-005>

.....95-117

## **Arborização urbana interativa: Implementação de placas com QR Code para descrição de indivíduos vegetais**

*Kaliny Gabrielly Cruz Vieira, Karina Dias Espartosa e Simone Rodrigues Slusarski*

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-006>

.....118-134

## **Resposta da soja a ausência e a presença de cobertura morta**

*Ruben Fernando de Lara, Gustavo Kruger Gonçalves, Marco Aurélio Torres Rodrigues, Rodrigo de Moraes Galarza, Cassiano Jivago Lemos da Silva, Emilio Mateus Schüller, Yeferson Ely Cavaleiro de Oliveira, Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves, Marcus Vinicius Bentancur Fernandes e Itubiara Maciel da Silva*

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-007>

.....135-145

## **Morcegos (Chiroptera - Mammalia) em áreas de cerrado, na região leste do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina – Brasil**

Ricardo Firmino de Sousa, Júlio Miguel Alvarenga e Karina de Cassia Faria

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-008> .....146-171

## **Comportamento espectral da soja e predição de produtividade com uso do NDVI**

William Peduce Possebon, Gustavo Kruger Gonçalves, Lenize Dornelles Gomes, Guilherme Bueno Borges, Gerciane Correa Duarte, Bibiana Costa Machado, Emilio Mateus Schüller, Ruben Fernando de Lara, Paulo Elias Borges Rodrigues e Cassiano Jivago Lemos da Silva

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-009> .....172-188

## **Identificação das fitofisionomias e características topográficas do município de Mucugê através do uso de sensoriamento remoto e SIG**

Deborah de Oliveira Silva e Marcelo Araújo da Nóbrega

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-010> .....189-212

## **Análise comparativa da adição de nanopartículas em painéis MDP**

Felipe Oliveira Lima, Luana Cristal Lirya Silva, Cristiane Inácio de Campos e Higor Rogério Favarim

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-011> .....213-218

## **Produção de mudas de *Annona squamosa* L. através de estaquia em sistema hidropônico**

Juliano dos Santos, Luís Davi Santos Fernandes, Arthur Baeta Coutinho, Karine Sousa da Silva, Emerson Ferreira Abreu, Rolzele Robson Marques e Ilisandra Zanandrea

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-012> .....219-232

## **O papel dos drones na agricultura 4.0 e 5.0: Auxílio tecnológico para uma agricultura eficiente, produtiva e sustentável**

Kenedy Daniel Calegari Furtado, Victor Esmite Barroso de Carvalho, Gabriel Marcos Rodrigues Barbosa, Hyorran Cristian Paes Ferreira e Mauro Guilherme Ferreira Bezerra

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-013> .....233-238

## **Políticas ambientais como fundamento da gestão ambiental nos municípios brasileiros**

Norberto Gomes Vieira e Vinicius Roveri

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-014> .....239-272

## **Quantidade e qualidade de água e adubo na produção de cebolinha verde**

Thallita Nayanna Bezerra Alves, Érika Barbosa Melo, Aluisio Bernardo da Silva Junior, Kivia Caroline da Costa, Maria Deyse Silva dos Santos, Maria Damiana Rodrigues Araujo, Larissa Vasconcelos Santos, Daniella Pereira dos Santos, Cícero Gomes dos Santos e Márcio Aurélio Lins dos Santos

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-015> .....273-287

## **Desempenho produtivo do amendoim em função de diferentes lâminas de água e intervalos de fertirrigação**

*Kivia Caroline da Costa, Raiane Maria Lima da Cruz, Thallita Nayanna Bezerra Alves, Larissa Vasconcelos Santos, Maria Deyse Silva dos Santos, Luiz Eduardo de Melo Lima, Daniella Pereira dos Santos, Thiago Ferreira Cirilo, Olívia Thalia Medeiros de Souza e Márcio Aurélio Lins dos Santos*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-016>

.....288-315

## **A utilização de drones na agricultura atual**

*Joel Eloí Belo Junior*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-017>

.....316-319

## **Logística industrial: Uma integração dos modais na região tocantina do Maranhão industrial**

*João Manuel Vasconcelos Silva, Airtton Pereira da Silva Leão e Milene Cristine de Vasconcelos Silva*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-018>

.....320-341

## **Desafios para o desenvolvimento sustentável na agropecuária: Uma análise dos fatores que influenciam as práticas agrícolas**

*José Francisco dos Reis Neto, Denise Renata Pedrinho, Davi Guimarães Soares, Taner Douglas Alves Bitencourt, Alexandre Pozzatti Guarienti e Renata Costa da Silveira Santos*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-019>

.....342-360

## **Estudo das práticas do endomarketing por meio do marketing de relacionamento na indústria de produtos orgânicos**

*Graziela Oste Graziano Cremonesi*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-021>

.....361-378

## **A importância da gestão dos custos ambientais**

*Gabriela Birk, Laís Araújo Fernandes da Costa, Karla Luzia Alvares dos Prazeres, Felipe Cesar Nascimento de Castro e Paulo Joviniano Alvares dos Prazeres*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-022>

.....379-389

## **Adoção de tecnologia de informação como aliadas para o desenvolvimento na gestão rural**

*Luiz Fernando Almeida Costa Melo, Ana Paula Lima Marques Fernandes, Lucas Silva de Amorim e Ronaldo Ribeiro Fernandes*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-023>

.....390-406

## **Detecção de organismos geneticamente modificados em soja: Uma análise de diferentes técnicas de detecção**

*Ariane Pereira de Souza, André Ricardo Peron dos Santos e Laís de Souza Braga*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-024>

.....407-419

**Automatização processo de soldagem MIG/MAG na produção de implementos agrícolas**  
Raphael Silva Lins, Francisco de Queiroz Mantovani, Gervásio Pegoraro e Alexandre de Oliveira Dias

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-025> .....420-441

**Qualidade da silagem do resíduo agroindustrial de acerola com três tipos de farelos: Farelo de milho, de trigo e de arroz**

Raquel Nascimento da Cunha, Karollayne de Sousa Dib, Ronaldo Francisco de Lima e Andréa Krystina Vinente Guimarães

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-026> .....442-451

**Criação de material educativo como guia para promover saúde aos usuários do programa Hiperdia**

Izabel Karolayne Cesário da Silva, Lania Kimberly Costa Lima, Maria José Ribeiro Sampaio Silva, Jandson de Oliveira Soares e Ingrid Martins Leite Lucio

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-027> .....452-469

**Avaliação da atividade reológica e imunomodulatória das células mononucleares do sangue de bovinos estimuladas pelo óleo de soja**

Patrícia Gelli Feres de Marchi, Ellen Fernanda Brito da Costa, Aron Carlos de Melo Cotrim, Gabriela Feres de Marchi, Kênia Maria Rezende Silva, Daniela Lacerda Alves da Silveira, Cassio Toledo Messias e Naiá Carla Marchi de Rezende-Lago

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-028> .....470-483

**Aplicação de biomassa de banana verde em sorvete vegano sabor Piña Colada**

Giovanni Cesar Teles, Aline Gouveia Fiori, Pablo Ricardo Sanches de Oliveira, Juliana Harumi Miyoshi, Natália Santos Pretes e Grasielle Scaramal Madrona

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-029> .....484-492

**Análise do processo de internacionalização da cachaça com registro de Indicação Geográfica**

Valdir Silva da Conceição, Dayana Ferraz Silva, Marcelo Santana Silva, Benjamim de Almeida Mendes e Angela Machado Rocha

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-030> .....493-512

**Implementação e análise de micro gerador hidrelétrico no campus da Facens**

Jefferson Juliano Cardoso, João Vitor Messias, Luan Alves Barbosa de Oliveira, Kaique Soares Santos e Joel Rocha Pinto

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-031> .....513-522

**Avaliação zootécnica e sanitária de bovinos utilizados na romaria de carros de boi em Trindade – Goiás**

Luiz Henrique Batista Margarida, Rodrigo Zaiden Taveira, Karyne Oliveira Coelho, Priscilla Cássia de Oliveira, Vinicius Ribeiro Nunes, Rodrigo Caetano Campos e Osvaldo José da Silveira Neto

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-032> .....523-540

## **A precificação no mercado de máquinas agrícolas: O valor percebido pelo cliente**

*Euselia Paveglia Vieira, Leonardo Bernardi Rohenkohl e Jorge Oneide Sausen*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-033> .....541-561

## **Políticas públicas aplicadas ao meio rural: Uma análise do desenvolvimento local e social de pequenos e médios produtores rurais em Catalão (GO), Brasil**

*Acrísio José do Nascimento Jr e João Donizete Lima*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-034> .....562-581

## **Caracterização sensorial de sorvete a base de polpa de jambolão (*Syzygium cumini*)**

*Alessandra Regina Vital, Elisa Norberto Ferreira Santos, Sonia de Oliveira Duque Paciulli, Cintia Cristina de Oliveira, Luciene Lacerda Costa e Fernanda Barbosa Borges Jardim*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-035> .....582-590

## **Identificação dos pontos críticos de controle em um abatedouro de aves inspecionado pelo serviço de inspeção sanitária no estado do Pará, Brasil**

*Mylla Christy da Silva Dufossé, Joelson Sousa Lima, Sérvulo Murivaldo Rangel Brandão, Ana Paula Presley Oliveira Sampaio, Vanderson Vasconcelos Dantas, Elen Vanessa Costa da Silva e Josyane Brasil da Silva*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-036> .....591-602

## **A problemática da resistência aos antimicrobianos na avicultura e a busca por produtos alternativos como o extrato de *Pereskia aculeata* Mill**

*Taniara Suelen Mezalira, Gabriela Rocha Santos, Luiz Paulo de Oliveira, Ezilda Jacomassi, Rafaela Galves Ferreira, Maria Augusta Dorigan Bondezan, Camila de Cuffa Matusaiki, Izabela Camilotti Dorneles, Kecilly Nogueira Martins, Marina Pereira da Silva Bocchio Barbosa, Maria Eduarda da Silva Melo e Luciana Kazue Otutumi*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-037> .....603-615

## **Hidrolisados enzimáticos como suplementos alimentares**

*Ana Luiza Furtado Almeida, Gabriel Nascimento Ciribelli, Kymbely Kaylany Ribeiro de Medeiros, Leticia Oliveira Santana, Luciana Pereira Araujo, Erika Carolina Vieira Almeida, Roze Anne Ferreira Lima, Catarina Francisca Moraes Lima e Alex Fernando de Almeida*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-038> .....616-634

## **As ilhas de clusia na restinga de Jurubatiba e a fitoquímica de Guttiferae: Uma retrospectiva**

*Alphonse Kelecom e Artur Maciel*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-039> .....635-656

## **A importância da gestão ambiental no processo da logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil**

Roseane Borba dos Santos Cruz, Peterson Maximilla Pereira, Liciane Oliveira da Rosa, Nicolle Lima Bandeira, Carolina Silva da Silva, Fabiana Fernandes dos Santos, Keila Camila da Silva, Luciara Bilhalva Corrêa, Álvaro Renato Guerra Dias e Érico Kunde Corrêa

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-040>

.....657-666

## **Tecnologia da Informação Verde: Um estudo sobre sua adoção na UFGD**

Fernanda Vasconcelos Nogueira Dal'Maso, Maria Aparecida Farias de Souza Nogueira e Vera Luci de Almeida

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-041>

.....667-683

## **Experiências e perspectivas no uso de frutíferas em sistemas integrados**

Maristela Aparecida Dias Guimarães, Adriana Rodrigues Monteiro, Thamires Marques Moura, Vania Sardinha dos Santos Diniz e Gustavo Augusto Moreira Guimarães

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-042>

.....684-704

## **Gestão pública empreendedora e suas perspectivas para organizações sustentáveis**

Ilmar Polary Pereira e Gustavo Pereira da Costa

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-043>

.....705-725

## **Sistema de posicionamento global GPS (Global Positioning System) de baixo custo reutilizando lixo eletrônico de ecopontos e ações de conscientização de descartes de resíduo sólidos em escolas públicas e UEMS com hardwares e softwares livres**

Paulo Sidnei Stringhini Junior, Thais Aparecida Santos Lopes, Leandro Madeira de Oliveira, Moises Felipe Ribeiro dos Santos, Petersson Cardoso de Souza, Julio Cesar Stringhini, Dalton Pedroso de Queiroz, Rony Gonçalves de Oliveira, Margarete Soares da Silva e Aguinaldo Lenine Alves

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-044>

.....726-739

## **Banco de Germoplasma (BGs) - Uma biotecnologia essencial para preservação de informações genéticas**

Yrlânia de Lira Guerra e Marília Gomes da Silva Santos

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-045>

.....740-749

## **Ligas camponesas, musicalidade e movimentos sociais no Brasil**

Ivonete Terezinha Tremea Plein

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-046>

.....750-764

## **Aplicação de marcadores moleculares ISSRs em estudos de conservação e ecologia**

Beatriz Faustino Lima Mendonça, Alan Gomes Mendonça e Rubiani de Cassia Pagotto

  <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-047>

.....765-779

**Elaboração de um blend liofilizado do fruto dos gêneros Euterpe e Musa: Açaí (Euterpe oleracea mart.) e banana nanica (Musa cavendishi l.)**

*Ivalene Brandão Corrêa, Gil Emerson Silva Corrêa e Luzimary de Jesus Ferreira Godinho Rocha*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-048>

.....780-787

**Pesquisa de mercado: Uma abordagem da capacitação e inovações tecnológicas no Agronegócios**

*André Luiz de Souza Lacerda*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-049>

.....788-799

**Uma síntese narrativa sobre modelos inter e transdisciplinares para a educação na área da saúde**

*Fernando Campos Barbosa, Rodrigo Martins Tadine, Janaina Drawanz Pereira Rezende, Ana Maria Silva, Reginaldo Tacinare Barini, Gabriel César Dias Lopes, Eneida Mara Gonçalves, Deise Sampaio Felipe da Silva, Erlon Alves Chaves e Pedro Shiozawa*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-050>

.....800-807

**Avaliação da degradação de picloram por bactérias produtoras de biosurfactante**

*Carlos Eduardo Soares, Sebastião da Cruz Silva, Simone Yasue Simote Silva e Sidnei Cerqueira dos Santos*

 <https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-051>

.....808-821

## Cobertura vegetal e espaços de uso público e livres de edificações nos bairros Centro Histórico e Santa Helena no município de Paranaguá - Paraná



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-001>

### Geovana Damasceno de Macedo

Graduada em Gestão Ambiental  
Instituto Federal do Paraná Av. Antônio Carlos Rodrigues, 453 Porto Seguro, Paranaguá - PR  
E-mail: geovana.damacedo1999@gmail.com

### Mauro Sergio Mendes

Graduado em Gestão Ambiental  
Instituto Federal do Paraná Av. Antônio Carlos Rodrigues, 453 Porto Seguro, Paranaguá - PR  
E-mail: 984014265ms@gmail.com

### Emerson Luís Tonetti

Doutor em Geografia  
Instituto Federal do Paraná Av. Antônio Carlos Rodrigues, 453 Porto Seguro, Paranaguá - PR  
E-mail: emerson.tonetti@ifpr.edu.br

### Gislaine Garcia de Faria

Doutora em Geografia  
Instituto Federal do Paraná Av. Antônio Carlos Rodrigues, 453 Porto Seguro, Paranaguá - PR  
E-mail: gisa.faria@ifpr.edu.br

### RESUMO

O Brasil vive um processo acelerado de urbanização que muitas vezes está associado com a falta de projetos de planejamento. Esta transformação da paisagem tende a reduzir a qualidade ambiental urbana com a diminuição de áreas com vegetação e espaços para o lazer, por exemplo. Sendo assim, para minimizar esses problemas, o conhecimento da quantidade e distribuição da Cobertura Vegetal (CV) e dos Espaços de Uso Público e Livres de Edificação (EUPLE) é fundamental para o

(re)planejamento nos bairros nos municípios, para auxiliar na manutenção e promoção do bem estar humano. Assim, o presente trabalho de pesquisa analisa a Cobertura Vegetal e os EUPLES nos bairros Centro Histórico e Santa Helena do município de Paranaguá, no litoral do estado do Paraná. O primeiro é o bairro mais antigo da cidade, sendo o ponto de referência tanto para turistas como para habitantes da cidade. O segundo, expandiu espontaneamente a partir da década de 1990. Utilizando recursos de Software do Google Earth Pro e QGIS, foi possível levantar os dados e após análise visual comparativa, verificar que existem diferenças na quantidade e distribuição da CV e dos EUPLES entre esses bairros. No bairro Centro Histórico foi encontrado 14,81% de CV, distribuídos principalmente em pequenos fragmentos isolados no interior das quadras e também associados aos 17 EUPLES encontrados. Estes existem em quantidade e distribuídos para atender a população residente, trabalhadores e turistas. No bairro Santa Helena a CV foi de 30,57%, destaca-se na sua distribuição, grandes fragmentos de manguezais, nas margens do Rio Emboguaçu, nos limites do bairro. Há somente um EUPLE no bairro Santa Helena, indicando que não é suficiente para atender a população. Os resultados reforçam a necessidade de planejamento da CV e dos espaços de uso coletivo para o lazer, que são de extrema importância para a qualidade ambiental, pelas funções socioecológicas nesses bairros, promovendo maior sustentabilidade, resiliência e contribuindo para o bem estar humano nessas paisagens.

**Palavras-chave:** Planejamento urbano, Paisagem, Qualidade Ambiental.

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, no Brasil a maioria da população habita áreas urbanas. O censo demográfico de 2000 realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mostrou que 78% da população nacional residiam em núcleos urbanos (IBGE, 2000). Em 2010, essa taxa subiu para 84%



da população nacional (IBGE, 2010). Isto indica a ocorrência de acelerado processo de transformação das paisagens, que podem ser positivas ou negativas para o bem estar humano (ESTÊVEZ; NUCCI, 2010). Para tentar manter a qualidade dos ambientes urbanos para os residentes, o planejamento urbano tem considerado a presença da vegetação e os espaços destinados ao lazer entre outros elementos importantes na paisagem urbana (NUCCI, 2008, WU, 2014, YAO et al. 2015).

De acordo com Nucci (1999), as propostas de planejamento urbano, em geral, colocam o adensamento populacional e das edificações como demandas sociais, negligenciando outras necessidades, acarretando em perdas da qualidade do ambiente para os cidadãos. Estudos sistêmicos dessa complexa rede de interações dos elementos da sociedade e da natureza, no urbano, são fundamentais para que se forneçam subsídios para decisões de planejamento e gestão que busquem diminuir ou mesmo evitar os impactos causados por ações antrópicas (ESTÊVEZ; NUCCI, 2015).

Uma forma de analisar a qualidade ambiental urbana é pelo viés sistêmico da paisagem. Este conceito se destaca na geografia como uma ferramenta chave para os processos de entendimento das interações entre o ambiente e a sociedade (CAVALCANTI, 2014).

O conceito propõe a existência de uma relação mútua entre os elementos componentes do meio físico, biológico e antrópico (MONTEIRO, 2000), o que não significa ter que explicar o funcionamento de todos os elementos que a compõem, mas entender as inter-relações entre estes elementos, ou seja, entender a dinâmica da paisagem e sem se descuidar da visão espacial. Assim, a elaboração de mapas, análises de fotografias aéreas e de imagens de satélites, funcionam como facilitadores do entendimento da estrutura e dinâmica da paisagem, pois permitem uma visão de conjunto (VALASKI, 2013). Sendo assim, o planejamento do meio físico é uma ferramenta que pode auxiliar na produção de uma cidade melhor estruturada, com harmonia entre seus elementos constituintes (espaços construídos, espaços livres de construção e espaços de circulação), entre outros benefícios (ESTÊVEZ; NUCCI; VALASKI, 2014).

Tais procedimentos, permitem ajustes operacionais do sistema considerado e podem responder às problemáticas da necessidade da sustentabilidade (PASSOS, 2017), resiliência urbana (AHERN, 2013, ADLER; TANNER, 2015) na atualidade, e ainda, diante do agravamento de eventos extremos frente à mudança do clima (FGB; ICLEI, 2015; McDONNELL, 2015).

Dentre os elementos da paisagem urbana, destacam-se aqueles que apresentam vegetação. Os quais podem ser analisadas sob o conceito de Cobertura Vegetal (CV) (CAVALHEIRO et al., 1999), significando a projeção da vegetação em imagens aéreas ou de satélite, em determinada escala, na área de estudo. Nas proposições de Sukopp e Werner (1991) e Attwell (2000), é possível considerar que nos ambientes urbanizados, onde predomina o uso residencial, o percentual de cobertura vegetal não poderia ser menor do que 30%. Nucci (2008) destaca as perdas da qualidade do ambiente em locais com baixos índices de cobertura vegetal.



Outro destaque na paisagem urbana são aqueles elementos relacionados com o lazer que podem estar sob o conceito de Espaços de Uso Público e Livres de Edificações (EUPLE) com ou sem Vegetação (BUCCHERI FILHO, 2010), entendidos como locais ao ar livre, públicos ou privados, com vegetação ou não, sem restrições de uso nos momentos de ócio e destituídos de qualquer tipo de estrutura com pelo menos um pavimento e com a presença de equipamentos para a contemplação, descanso, prática de esportes, dentre outros, para o lazer.

No planejamento urbano, a oferta de tais espaços deve considerar a quantidade, qualidade, diversidade (NUCCI, 2008) e a distância máxima de uma residência para que sua potencialidade possa ser aproveitada ao máximo (BARTON; TSOUROU, 2000). Nesse sentido, Jenks, Burton e Williams (1996) e Nucci (2008), comentam que a distância exerce um papel na frequência do uso destes espaços, de tal forma que, quanto maior a distância, menor é a frequência. Di Fidio (1985), Lorusso (1992) e Barton e Tsourou (2000), sugerem que todos os residentes deveriam alcançar um espaço de lazer em até 15 minutos de caminhada. Isso equivaleria a uma distância de aproximadamente 300m, o que corresponde a aproximadamente 4 quadras que separariam a residência do espaço livre, como adotado por Misael (2019). Esta acessibilidade, de acordo com Estêvez (2014) e Tonetti et al. (2018), seria mais adequada com estilos de vida saudável, podendo fornecer aos seus habitantes espaços com distâncias que incentivem a caminhada ou o uso da bicicleta, promovendo a qualidade dos ambientes urbanos e o bem estar humano.

Nesse sentido, a cobertura vegetal e os espaços de uso público e livres de edificações se destacam como elementos da paisagem urbana, pelas inúmeras conexões e interações na teia de relações da paisagem. Contudo, com a expansão urbana e o adensamento das edificações tende a ocorrer a redução desses elementos nas paisagens urbanizadas (ESTÊVEZ; NUCCI; VALASKI, 2014). Desta forma, a oferta de tais elementos pode atingir níveis menores do que o recomendado pela literatura para manter os benefícios humanos e ecológicos (BARTON; TSOUROU, 2000, NUCCI, 2008).

No planejamento de tais elementos na paisagem urbana, deve-se considerar a multifuncionalidade destas estruturas na escala da cidade (HERZOG, 2013), ou seja, um EUPLE, por exemplo, pode exercer funções sociais e ecológicas ao mesmo tempo.

Entendendo esta relevância, o presente trabalho de pesquisa tem como objetivo, analisar a quantidade e a distribuição da Cobertura Vegetal e dos Espaços de Uso Público Livres de Edificações nos bairros Centro Histórico e Santa Helena na área urbana do município de Paranaguá na região costeira do Paraná.

## 2 METODOLOGIA

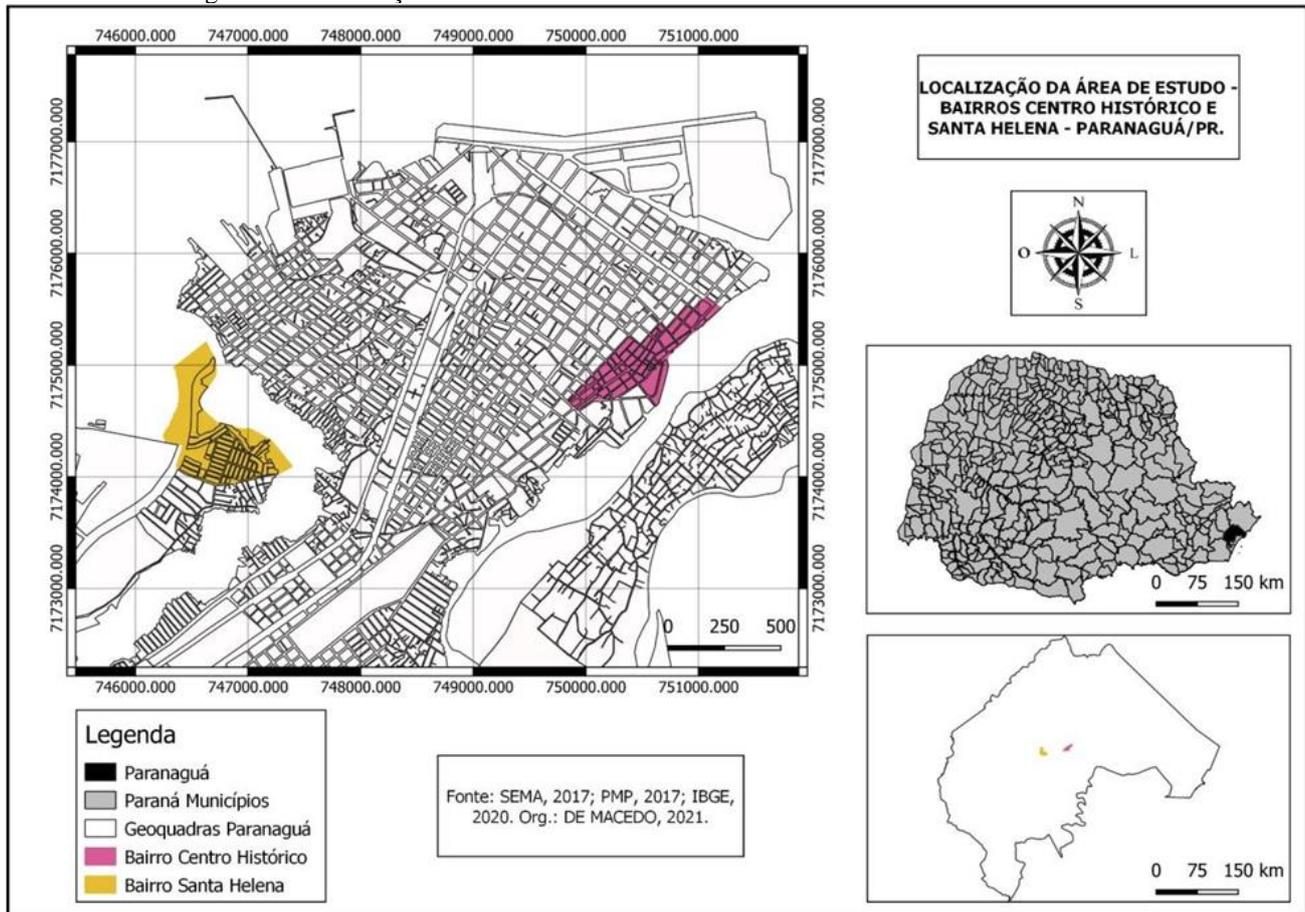
### 2.1 ÁREAS DE ESTUDO

Paranaguá, município do litoral do Paraná, conta com 808,959 m<sup>2</sup> de área territorial, são estimados 156.174 habitantes, com uma taxa de urbanização de 96,38% (IBGE, 2020). Essa população ocupa principalmente os sedimentos marinhos da planície quaternária (CUNICO, 2016) e encontra-se rodeada por remanescentes da floresta ombrófila densa das terras baixas, manguezais e demais formações vegetais associadas (IBGE, 2012). A cidade possui grande importância regional, nacional e internacional, pois realiza a exportação e importação de produtos, sendo o maior exportador de grãos do país, pela presença do Porto Dom Pedro II.

A área urbanizada do município se desenvolveu entre a Baía de Paranaguá e as margens dos rios Itiberê e Emboguaçu. Atualmente, se expande ao longo da BR 277 e PR 407, apesar das orientações para o aumento da verticalização das edificações em setores especiais de adensamento populacional (PARANAGUÁ, 2007).

O município possui 54 bairros, dos quais dois foram definidos como os locais para estudo, sendo eles o bairro Centro Histórico e o bairro Santa Helena (Figura 1).

Figura 1 – Localização das áreas de estudo - bairros Centro Histórico e do Santa Helena.



Fonte: SEMA, 2017, PMP, 2007, IBGE, 2020. Org.: os autores.



O primeiro é o bairro mais antigo e consolidado da cidade, sua arquitetura remonta ao período colonial português com a presença de inúmeros casarões tombados pelo Patrimônio Histórico Nacional. Ocupa a Zona de Interesse Patrimonial e Turístico (ZIPT) do Município (PARANAGUÁ, 2007). O segundo, o bairro Santa Helena, estruturou-se na década de 1990 a partir da ocupação irregular, seguida da implementação da infraestrutura urbana de processo de regularização fundiária. Segundo o Zoneamento Urbano inserem-se na Zona de Consolidação e Qualificação Urbana Três (ZCQU 3), (SILVA; TONETTI; KRELLING, 2015). De acordo com a Lei complementar nº. 062 de 27 de agosto de 2007, dispõe os objetivos da ZCQU, que se dão em promover a consolidação e qualificação da malha urbana; promover a ocupação ordenada do território; implantar novos usos e atividades, principalmente o habitacional; ampliar a disponibilidade de equipamentos e serviços públicos; ampliar a oferta de infraestrutura, de forma a possibilitar a ocupação do território; conservar e recuperar o meio ambiente (PARANAGUÁ, 2007).

Apesar da aparente diferença de usos percebida entre os bairros Centro Histórico e o Santa Helena, ou seja, o primeiro possui inúmeros estabelecimentos comerciais e o segundo não, ambos possuem até 100 habitantes por hectare, de acordo com o Mapa Municipal de Densidade Urbana disponibilizado no plano diretor municipal (PARANAGUÁ, 2007). Constituindo, desta forma, um ponto importante para a comparação dos critérios CV e EUPLEs, entre eles.

O processo de escolha de ambos os bairros originou-se a partir da proximidade às residências dos autores do trabalho de pesquisa, que poderiam facilitar as necessidades de visitas in loco. Outro ponto considerado, foi a verificação visual prévia diante da aparente diferença na quantidade, distribuição e qualidade dos espaços de lazer no bairro Centro Histórico em relação ao bairro Santa Helena, que representa os demais bairros periféricos e recentes do município.

## 2.2 PROCEDIMENTOS ADOTADOS

Na coleta dos dados da pesquisa, utilizou-se recursos do Softwares Google Earth Pro 2019, em seguida fazendo a exportação para o Qgis 2.18 Las Palmas. Ambos são denominados como Sistemas de Informações Geográficas (SIG), uma vez que são ferramentas tecnológicas a fim de analisar e estudar o espaço geográfico.

Com as imagens de 2019, obtidas através do Google Earth Pro, no limite dos bairros Centro Histórico e Santa Helena, cedidos pela prefeitura municipal de Paranaguá em 2018, foram traçados os polígonos vetoriais dos fragmentos de CV e dos EUPLEs presentes. A CV foi categorizada como arbórea/arbustiva e arbustiva/herbácea, seguindo orientações disponibilizadas por Covizzi, Camargo e Gobbi (2017). Foram interpretados como EUPLEs os espaços de lazer que se enquadravam no conceito desenvolvido por Cavalheiro et al. (1999) e Buccheri-Filho (2010).



Foram categorizados os polígonos na cor verde escura para a CV arbórea/ arbustiva, pois apresentam espaços verdes densos, com a presença de árvores, já para a CV arbustiva/herbácea, os polígonos se deram pela cor verde clara, pois sua vegetação é predominantemente formada por plantas, gramíneas e arbustos. Para os EUPLEs, a cor escolhida foi o alaranjado. Posto isto, os mapas apresentados foram identificados de acordo com as características e especificidades do Centro Histórico e Santa Helena, sendo possível formar uma planilha composta por dados quantitativos e qualitativos de cada área por porcentagem e metragens, que serviu como ferramenta de comunicação e instrumento de análise visual para correlacionar os bairros.

Para confirmar pontos de dúvida relacionados com as imagens e para fotografias, visitas in loco foram realizadas pelos autores no local de estudo.

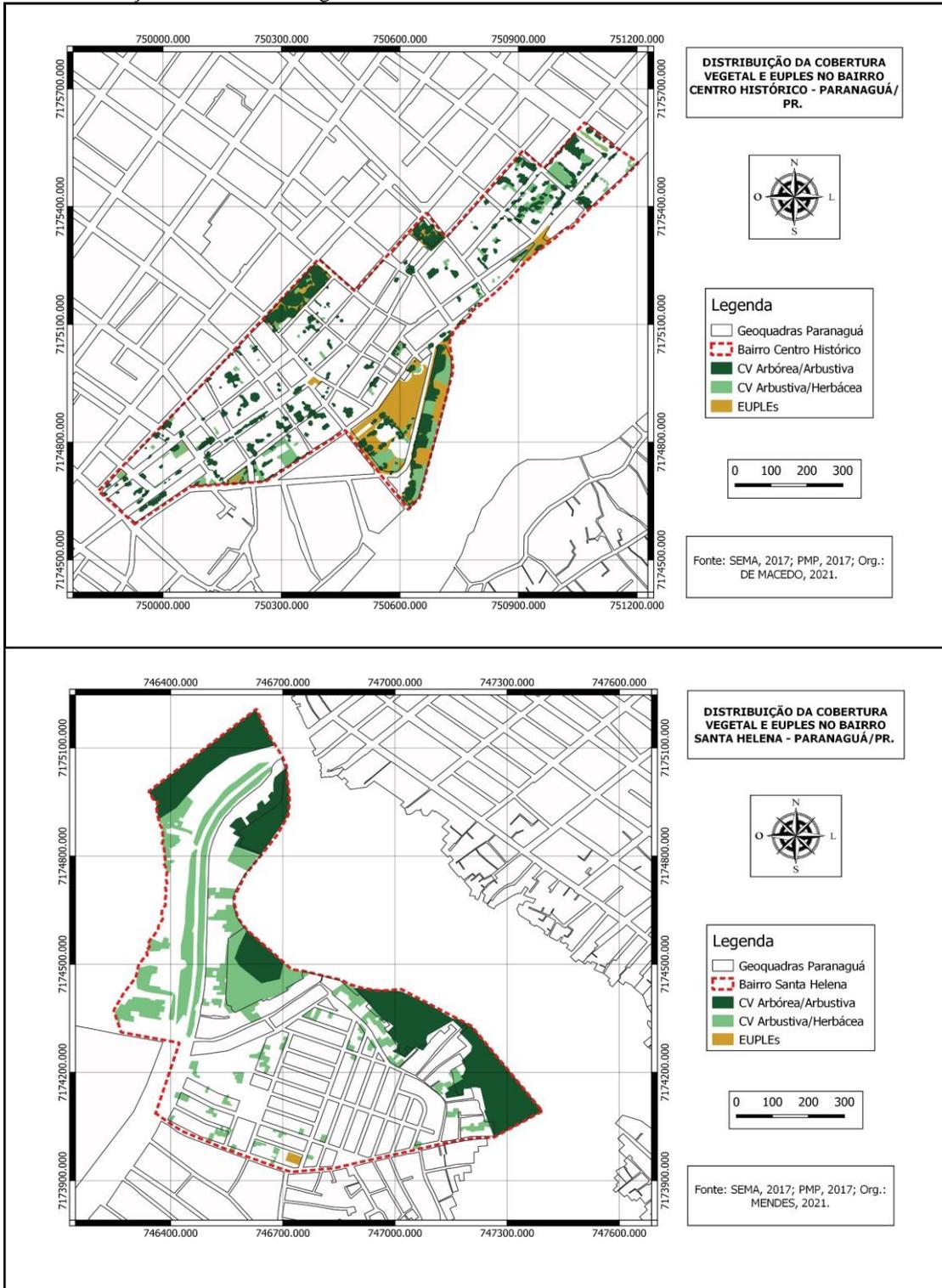
### **3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

No bairro Centro Histórico, observado na figura 2, percebe-se que a cobertura vegetal está distribuída em pequenos fragmentos pelo interior das quadras e em associação com os EUPLEs, sendo visualmente predominante a classe arbórea/arbustiva. Nas quadras da área central do bairro não há CV. Por sua vez, no Bairro Santa Helena, a distribuição da CV apresenta-se mais concentrada em grandes fragmentos ao longo da margem do Rio Emboguaçu. Tais fragmentos foram enquadrados na classe arbórea/arbustiva e correspondem a remanescentes de manguezais. Na parte noroeste do bairro e nas margens da BR 277, há predomínio de fragmentos de CV da classe herbácea/arbustiva e na porção sul temos apenas alguns fragmentos desta classe no interior das quadras residenciais. Isto destaca a desigualdade da distribuição da CV no bairro Santa Helena e a provável necessidade da implementação da vegetação nas proximidades das residências, para a obtenção de benefícios como a melhoria no conforto térmico e infiltração de água no solo.

Cabe ressaltar que os manguezais e a vegetação da faixa de proteção dos rios, neste caso, o Emboguaçu, são Áreas de Preservação Permanente (APP), inclusive em ambiente urbano, de acordo com o novo código florestal brasileiro (BRASIL, 2012).



Figura 2 – Distribuição da Cobertura Vegetal e EUPLEs dos bairros Centro Histórico e Santa Helena - Paranaguá/PR.



Fonte: SEMMA, 2017, PMP, 2007. Org: os autores.

Os Espaços de Uso Público e Livres de Edificações se destacam no bairro Centro Histórico (Figura 2), pela quantidade e distribuição. Constatou-se a presença de 17 EUPLEs, sendo, em sua grande maioria, praças. As quais, possuem bancos, playgrounds, espaços para descanso, contemplação, manifestações artísticas, comerciais e religiosas (Figura 3). Entretanto, no Bairro Santa Helena, foi

constatada a existência de apenas um EUPLE, onde se encontrava um campo de futebol, que no início da pesquisa, era composto de areia e apresentava ao lado, alguns aparelhos de ginástica ao ar livre. No entanto, atualmente o local foi contemplado com o “Projeto Meu Campinho” da Prefeitura Municipal de Paranaguá, o qual mudou sua infraestrutura, com a implementação de grades de proteção, concreto e grama sintética no campo (Figura 4). Os aparelhos de ginástica ao ar livre foram substituídos por um container de monitoramento da Guarda Civil Metropolitana. Nesse sentido, pode-se dizer que houve perda de funções ecológicas e sociais.

Figuras 3 - Espaços de Uso Público e Livres de Edificações no bairro Centro Histórico- Paranaguá/PR. Praça Eufrásio Correia (Praça dos Leões) e Praça Rosa Andrade (Praça do Guincho), respectivamente.



Fonte: Secultur (2018) e Geovana Damasceno de Macedo (2017), respectivamente.

Figuras 4 - Espaço de Uso Público e Livre de Edificações no bairro Santa Helena - Paranaguá/PR em 2019 e 2021, respectivamente.



Fonte: Mauro Sergio Mendes (2019 e 2021, respectivamente).

Observando a tabela 1, podemos averiguar que no bairro Centro Histórico, a classe de cobertura vegetal arbórea/arbustiva chegou a 10,45%, da área total do bairro, constituindo pequenos fragmentos aleatórios ao longo do bairro, já na classe arbustiva/herbácea o percentual de cobertura vegetal é de 4,35%. Essas classes de vegetação estão presentes no interior das quadras do bairro e nos EUPLES totalizando 14,81% de CV neste bairro.



No bairro Santa Helena, no total, a soma da sua cobertura vegetal é 30,57%. Este é o valor mínimo para considerar que este indicador confere boa qualidade ao bairro (SUKOPP; WERNER, 1991, ATTWELL, 2000). Contudo, deste valor, 15,41% é da classe arbórea/arbustiva que está presente principalmente na margem do rio e a maior parte da CV da classe arbustiva/herbácea não está presente nas quadras residenciais (Figura 2). Assim, ressalta-se que entre as edificações há, visualmente, déficit de cobertura vegetal para proporcionar os benefícios físicos para melhorar a qualidade do ambiente para os moradores. Assim, pode-se destacar a necessidade de estudos mais detalhados para verificar se os benefícios da presença da vegetação estão ocorrendo nas residências.

No Centro Histórico, os EUPLEs, representam 13,81% do território total do bairro (Tabela 1), enquanto no bairro Santa Helena apenas 0,14%. Sendo esta diferença muito significativa. Considerando que a distância máxima ideal, da residência ao EUPLE, seja de 300m (MISAEL, 2019) e que isso equivalha a aproximadamente quatro quadras, tem-se o bairro Centro Histórico sendo bem atendido em relação a quantidade e distribuição desses espaços de lazer, enquanto que no bairro Santa Helena, ocorre o oposto.

TABELA 1 – Valores da CV e EUPLEs dos bairros Centro Histórico e Santa Helena– Paranaguá/PR.

Indicadores	Área (m <sup>2</sup> ) Centro Histórico	Percentual da área - Centro Histórico	Área (m <sup>2</sup> ) Santa Helena	Percentual da área - Santa Helena
CV arbórea/arbustiva	45.670	10,45%	95.901	15,41%
CV arbustiva/herbácea	19.017	4,35%	94.302	15,16%
CV total	64.688	14,81%	190.203	30,57%
EUPLEs	60.340	13,81%	850	0,14%
Área total do bairro	436.888	100%	622.224	100%

Fonte: Os autores, 2019.

Diante disto, podemos afirmar que ambos os bairros carecem de serviços ambientais como, a prevenção de alagamentos, preservação da qualidade do ar, do solo e da água, redução de ruídos e a continuidade do ciclo hidrológico, os quais exigem um planejamento que integre as possíveis soluções no nível do lote, da localidade, da cidade e da região como um todo (NUCCI, 2008). Este déficit também foi apontado em quase todos os bairros do município (TONETTI; NUCCI; CRUZ- JUNIOR, 2011), no mesmo artigo os autores consideram que a cobertura vegetal da área urbana de Paranaguá parece ser mais um estado transitório de um crescimento urbano que não considera a vegetação e os seus benefícios no planejamento da paisagem urbanizada.



Os EUPLEs são importantes nas áreas urbanas, tanto nos aspectos sociais quanto ambientais, porém, “[...] é necessário que esses espaços sejam planejados, aproveitando ao máximo o potencial ecológico, estético, recreativo e econômico.” (BUCCHERI-FILHO, 2010, p. 2).

No centro Histórico, é notório a presença de espaços de lazer para os munícipes, (Figura 3), oferecendo possibilidades de escolha, corroborando assim para a boa qualidade ambiental da paisagem urbana. Segundo De Souza, Tonetti e Valaski (2021) apesar do bom potencial social e ecológico apresentado, mudanças podem ser implementadas para a melhorar a qualidade e diversidade de funções sociais e serviços ecossistêmicos.

O bairro Santa Helena em relação ao indicador EUPLEs, apresenta grande déficit, pois o bairro possui apenas uma área de lazer em toda a extensão do bairro (Figura 4), ou seja, parte significativa das residências do bairro encontram-se fora da abrangência do EUPLE presente no local. Acrescenta-se a esta situação, observações de que os bairros vizinhos (Jardim Iguaçu e Jardim Figueira) não possuem EUPLEs. Desta forma, os residentes do bairro Santa Helena não possuem opções de espaços de lazer, nas proximidades de suas habitações.

Situação essa que parece recorrente nos bairros de Paranaguá (TONETTI; NUCCI; VALASKI, 2012). A exceção do bairro Vila do Povo, também em Paranaguá, que em função da distribuição e diversidade dos equipamentos encontrados em três EUPLEs, praticamente todas as residências do bairro encontram-se na área de 300m de influência desses espaços de lazer, de acordo com Marques (2020).

Mesmo o bairro Santa Helena tendo se consolidado na década de 1990, isso remete à falta de planejamento urbano necessários e adequados. Segundo Esteves, Nucci e Valaski (2014, p. 732) “o planejamento urbano inadequado é uma das causas dos problemas ambientais, pois não organiza a ocupação do solo.” Diante desse cenário se torna essencial o planejamento dessas paisagens.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar ambos os bairros, denominados como Centro Histórico e Santa Helena no município de Paranaguá, localizados na região costeira do Paraná, foi possível identificar distinções entre eles. O primeiro, apresenta pequenos fragmentos de cobertura vegetal, sendo insuficiente para trazer a boa qualidade do ambiente para a população, porém, possui quantidade e distribuição de Espaços de Uso Público Livres de Edificações adequadas para atender todo o bairro. Enquanto que, no bairro Santa Helena, há percentual adequado, porém distribuição inadequada de cobertura vegetal e, pela existência de apenas um EUPLE, não cumpre com a função da oferta em quantidade e distribuição adequadas para as necessidades de lazer da população do bairro.

Apesar da presença de alguns aspectos positivos encontrados no bairro Centro Histórico em relação aos EUPLEs e no bairro Santa Helena, em relação a CV, medidas para melhorar o desempenho



desses indicadores da qualidade ambiental local, devem ser implementados, na perspectiva do fortalecimento do potencial social e ecológico dos espaços de uso público.

A gestão ambiental juntamente com os órgãos públicos de planejamento urbano, são capazes de reverter este cenário, com as políticas públicas, pautando estratégias que tragam benefícios para a qualidade ambiental e saúde humana, resgatando princípios ecológicos, reforçando a resiliência e com o apoio de ações de educação ambiental. Vale ressaltar que o Plano Diretor deve orientar e prever a necessidade de tais estratégias para a melhoria da gestão ambiental e territorial destes bairros.

Sugere-se que novas pesquisas aprofundem as variáveis aqui discutidas, CV e EUPLE, contemplem outras, tais como, o levantamento de vazios urbanos para a possível instalação de novos EUPLEs, o destaque dos dados por setor censitário do IBGE, para identificar o número de moradores em cada bairro, a densidade demográfica, a renda das famílias, bem como características físicas, socioambiental e socioeconômica, para a satisfação das necessidades da população, gerando espaços adequados tendo como base os parâmetros observados na literatura relacionada e que favoreçam o bem estar do cidadão.



## REFERÊNCIAS

- ADLER, F. R.; TANNER, C.J. Ecossistemas urbanos: princípios ecológicos para o ambiente construído. São Paulo: Oficina de Textos, 2015.
- AHERN, J. Urban landscape sustainability and resilience: the promise and challenges of integrating ecology with urban planning and design. *Landscape Ecology*, v. 28, p. 1203-1212, 2013.
- ATTWELL, K. Urban land resources and urban planting – case studies from Denmark. *Landscape and Urban Planning*, v.52, p.145-163, 2000.
- BARTON, H.; TSOUROU, C. Health urban planning: A WHO guide to planning for people. London: Spon Press, 2000, 184p.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo código florestal brasileiro. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 04 de nov. de 2021.
- BUCCHERI FILHO, A. T. O planejamento dos espaços de uso público, livres de edificação e com vegetação (EUPLEVs) no município de Curitiba, PR: planejamento sistemático ou planejamento baseado em um modelo oportunista? 226p. Tese (Doutorado) – Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2010. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/1884/24093/1/TESE%20Alexandre%20Theobaldo%20Buccheri%20Filho.pdf>>. Acesso em: 20 out. 2020.
- CAVALCANTI, L. C. de S. Cartografia das paisagens: fundamentos. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- CAVALHEIRO, F.; NUCCI, J. C.; GUZZO, P.; ROCHA, Y. T. Proposição de terminologia para o verde urbano. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana*, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, p. 7-7, 1999.
- CUNICO, C. (Org.) Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Paraná. Curitiba: ITCG, 2016.
- DE SOUZA, L. Y. S.; TONETTI, E. L.; VALASKI, S. Potencial Social e Ecológico dos Espaços de Uso Público e Livres de Edificações no Município de Paranaguá-Paraná. *Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes*, v. 9, n. 25, 2021.
- DI FIDIO, M. *Architettura del paesaggio-criteri di pianificazione e costruzione con numerosi schemi e illustrazioni*. Milano: Pirola editore, 1985, 302p.
- ESTÊVEZ, L. F. Relatórios Ambientais Prévios (RAPs) realizados em Curitiba (PR): uma análise com base nos princípios do Planejamento da Paisagem. 2014. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Geografia.
- ESTÊVEZ, L. F.; NUCCI, J. C. Delimitação das unidades de paisagem e hemerobia do bairro Cabral, Curitiba/PR - métodos para o planejamento urbano. *Revista Geografar*, v. 5, n. 2, 2010.
- ESTÊVEZ, L. F.; NUCCI, J. C. A questão ecológica urbana e a qualidade ambiental urbana. *Revista Geografar*, v. 10, n. 1, p. 26-49, 2015.



ESTÊVEZ, L. F.; NUCCI, J. C.; VALASKI, S. Mapeamento da Cobertura do Solo com base nos Princípios do Planejamento da Paisagem aplicado ao Bairro Cabral, Curitiba/PR. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 7, n. 4, p. 731 – 745, 2014.

FGB – Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza; ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade Adaptação baseada em ecossistemas: oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas. 2. ed. Curitiba: FGB, 2015. Disponível em:

<[http://www.fundacaogrupoboticario.org.br/pt/Biblioteca/AbE\\_2015.pdf](http://www.fundacaogrupoboticario.org.br/pt/Biblioteca/AbE_2015.pdf)> Acesso em: 28 abr. 2020.

HERZOG, C. *Cidades para Todos: (re)aprendendo a conviver com a Natureza*. Rio de Janeiro: Mauad X: Inverde, 2013.

IBGE. Manual técnico da vegetação brasileira: sistema fitogeográfico, inventário das formações florestais e campestres, técnicas e manejo de coleções botânicas, procedimentos para mapeamentos. 2 ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2012.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico de 2000. Dados dos Setores Censitários. Disponível em <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#TOPO](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#TOPO)>. Acesso em: 12 jul. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico de 2010. Dados dos Setores Censitários. Disponível em <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#TOPO](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#TOPO)>. Acesso em: 12 jul. 2020.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico de 2020. Dados dos Setores Censitários. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default\\_prod.shtm#TOPO](http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/default_prod.shtm#TOPO)>. Acesso em: 12 jul. 2020.

JENKS, M.; BURTON, E.; WILLIAMS, K. *The Compact City: A Sustainable Urban Form?* London: E & FN SPON, 1996. 350p.

LORUSSO, D.C.S. Gestão de áreas verdes urbanas. 1º CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. 4º ENCONTRO NACIONAL SOBRE ARBORIZAÇÃO URBANA. Anais ... Vitória, SBAU (Sociedade Brasileira de Arborização Urbana), 1992.

MARQUES, L. A. Espaços de Uso Público e Livre de Edificação e Cobertura Vegetal do Bairro Vila do Povo e Pátio de Manobra Dom Pedro II, Paranaguá-PR, Trabalho de Conclusão de Curso - Tecnologia em Gestão Ambiental - Instituto Federal do Paraná, 21f. Paranaguá, 2020. Disponível em: <<https://drive.google.com/drive/u/2/folders/18FMbwHEGg3B6Dytp0jlpvdaZpIWaeFp>> . Acesso em: 26 de set. de 2021.

McDONNELL, M. J. *Journal of Urban Ecology: Linking and promoting research and practice in the evolving discipline of urban ecology*. *Journal of Urban Ecology*, v. 1, n. 1, 2015, p. 1 – 6.

MISAEL, G. Y. M. Espaços de uso público, livres de edificação e com vegetação (EUPLEVs) no município de Cornélio Procópio-PR. 2019. 112f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Setor de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

MONTEIRO, C. A. F. *Geossistemas: a História de uma Procura*. São Paulo: Contexto, 2000. 127p.



NUCCI, J. C. *Qualidade Ambiental e Adensamento Urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)*. Curitiba: Ed. do autor, 2008 (2ª ed.). 142p. Disponível em:

<[www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/?pg=publicacoes-php](http://www.geografia.ufpr.br/laboratorios/labs/?pg=publicacoes-php)>. Acesso em: 15 dez. 2019.

NUCCI, J. C.; CAVALHEIRO, F. Cobertura vegetal em áreas urbanas - conceito e método. *Geosp*, São Paulo, v. 6, n. 6, p. 29-36, 1999.

PARANAGUÁ. Lei Complementar nº 068, de 23 de agosto de 2007. Institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Integrado no Município de Paranaguá. Disponível em:

<[http://www.helts.com.br/paranagua/plano\\_diretor.php](http://www.helts.com.br/paranagua/plano_diretor.php)>. Acesso em 10 de dezembro de 2019.

PASSOS, M. M. A paisagem, uma ferramenta de análise de territórios emergentes na interface entre natureza e sociedade: o vale do Guaporé – Jauru/MT-Brasil. *Cadernos de Geografia*, nº 36, p. 27-45, 2017.

SILVA, C. E.; TONETTI, E. L.; KRELLING, A. P. A expansão urbana sobre manguezais no município de Paranaguá: o caso dos bairros Jardim Iguazu e Vila Marinho. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 3, n. 14, p. 92 - 111, 2015.

SUKOPP, H.; WERNER, P. *Naturaleza en las ciudades*. Madrid: Ministerio de Obras Públicas y Transportes (MOPT), 1991.

TONETTI, E. L.; GOUVÊA, P. M.; PEREIRA, L. Â. Potencialidade para a autonomia em Unidades de Paisagem na área urbana de Paranaguá no litoral do Paraná. *Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades*, v. 6, n. 43, 2018.

TONETTI, E. L.; NUCCI, J. C. CRUZ JUNIOR, H. E. Cobertura vegetal na área urbana de Paranaguá-PR. In: XIV Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2011, Dourados. *Dinâmicas Socioambientais, das inter-relações às interdependências*. Dourados: UFGD, 2011. v. 1. p. 1-12.

TONETTI, E. L.; NUCCI, J. C.; VALASKI, S. Espaços livres na área urbana de Paranaguá (Paraná, Brasil). *REVSBAU*. Piracicaba-SP. v. 7, n. 2, p. 37-50, 2012.

VALASKI, S. *Estrutura e dinâmica da paisagem: subsídios para a participação popular no desenvolvimento urbano do município de Curitiba-PR*. 2013. 144 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

YAO, L.; CHEN, L.; WEI, W.; SUN, R. Potential reduction in urban runoff by green spaces in Beijing: a scenario analysis. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 14, p. 300 – 308, 2015.

WU, J. Urban ecology and sustainability: the state-of-the-science and future directions. *Landscape and Urban Planning*, v. 125, p. 209 – 221, 2014.

## Contribuições das inovações tecnológicas para a logística: Um estudo em uma indústria de celulose



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-002>

### Gabriel Barbosa dos Santos

Graduado em Administração  
Faculdade do Sul da Bahia  
E-mail: gabrielbarbosa.adm@gmail.com

### Emily Alves Silva

Graduado em Administração  
Faculdade do Sul da Bahia  
E-mail: emilyalves222@gmail.com

### Adriana Esteves Gama Novaes

Mestra em Ciência, Tecnologia e Educação  
Universidade do Estado da Bahia  
E-mail: profanovaes@hotmail.com

### RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo geral evidenciar quais os possíveis benefícios da

utilização das novas tecnologias nas operações logísticas de uma empresa de celulose em seus processos de gestão e produtividade. Para tal abordagem, foram explanadas a história da logística no mundo e da indústria de papel e celulose no Brasil. Foram realizadas pesquisas bibliográficas, visitas técnicas e entrevistas com aplicação de questionário fechado. Além disso, este trabalho científico apresenta um estudo de campo aplicado nas áreas de logística e de transportes de uma indústria do Sul da Bahia, demonstrando como a revolução industrial 4.0 facilitou os processos logísticos nestas áreas. A pesquisa expôs ainda que a partir do ano de 2015 a inovação tecnológica se tornou mais evidente, contribuindo para reduções de custos, trazendo além disso clareza e dinamicidade no trato das informações.

**Palavras-chave:** Logística, Indústria 4.0, Celulose.

## 1 INTRODUÇÃO

O contato com novas tecnologias já é realidade para uma grande parte das empresas no mundo. Nos dias atuais, é possível se comunicar, trabalhar, vender ou comprar mesmo a milhas de distância através de ligações telefônicas, vídeo conferências, sites, e-mails dentre outras ferramentas. Tais evoluções também foram positivas e cruciais para mudar os meios de trabalho e conseqüentemente os processos de gestão, operações e demais atividades no mundo empresarial, como é o caso do conceito de Indústria 4.0 ou Nova Revolução Industrial.

Dentro da cadeia logística, as inovações tecnológicas são grandes aliadas no processo como um todo, desde funcionalidades simples até a tomada de decisões através de máquinas e equipamentos com inteligência artificial, sistemas integrados, plataformas de análise de dados, armazenamentos em nuvem e outras ferramentas.

O conceito de Indústria 4.0 e as novas tecnologias já estão inseridas no cotidiano da população mundial e posteriormente no âmbito empresarial. Partindo desse ponto, o problema de pesquisa deste



trabalho acadêmico é: como as novas tecnologias se fazem presentes nas operações logísticas em uma empresa de celulose do extremo sul baiano e quais os seus possíveis benefícios?

O objetivo geral é evidenciar quais os possíveis benefícios da utilização das novas tecnologias nas operações logísticas em uma empresa de celulose nos processos de gestão e produtividade. E os específicos são: Levantar através de bibliografias o funcionamento do processo da logística dentro das indústrias de Papel e Celulose; Entender o funcionamento de operações com base em relatos dos gestores de logística; Verificar como as ferramentas tecnológicas na cadeia logística contribuem para resultados positivos no negócio.

Para embasar o referencial teórico, foram desenvolvidos levantamentos bibliográficos em livros, artigos científicos e sites eletrônicos disponíveis em links eletrônicos que abordam os assuntos relacionados com a temática. Segundo Gil (2017) a pesquisa bibliográfica, como qualquer outra modalidade de pesquisa, desenvolve-se ao longo de uma série de etapas.

Para o estudo de campo, foram aplicados os instrumentos de questionário fechado e entrevistas aos profissionais das áreas de armazenagens e distribuição da logística da empresa objeto deste estudo, situada no extremo sul baiano, buscando constatar e vencer os objetivos propostos.

Os principais autores pesquisados foram Correa (2019), Bowersox (2014), Ferreira (2019), De Nadai (2015), Revista o Papel (2016-2019), que trouxeram a explanação necessária e fundamentaram esta pesquisa e suas referências bibliográficas. Tais autores, tratam sobre a contextualização da Logística, processos de produção, armazenagem e distribuição nas empresas de papel e celulose, bem como os conceitos da Indústria 4.0.

O tema possui forte relevância para as organizações, pois lida diretamente com uma atividade crucial do processo de produção, que cuida desde o armazenamento de produtos até o transporte para o cliente final. No âmbito acadêmico, o conhecimento deste projeto poderá ser de ajuda para as futuras pesquisas que abordem o mesmo tema. Portanto, o projeto se justifica pela sua relevância econômica e social, sendo a logística um dos principais setores de uma empresa e atividade que gera renda e empregos para milhares de pessoas em escala nacional.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A HISTÓRIA DA LOGÍSTICA

De acordo com o dicionário Aurélio, o termo logística vem do francês “logistique” e tem como uma de suas definições “a parte da arte da guerra que trata do planejamento e da realização de: projeto e desenvolvimento, obtenção, armazenamento, transporte, distribuição, reparação, manutenção e evacuação de material para fins operativos ou administrativos” (TAVARES, 2009).

À medida que o homem foi deixando de ser nômade e passou a fixar-se em territórios, dependendo do solo e da agricultura, a logística ainda não era um estudo e nem percebida, mas já fazia



parte da vida das pessoas. A preocupação com o armazenamento dos grãos, seu transporte e também a localização de outras culturas foi ganhando importância. Portanto, a arte da logística não teve um início datado ao certo, mas com a evolução da sociedade o tema foi ganhando força e se tornando a ciência estudada e também uma atividade empresarial como se conhece hoje.

Mesmo com toda a sua evolução, desde o homem primitivo até o século XIX, foi então na Segunda Guerra, durante o século XX, que a logística obteve outra dimensão e se aprimorou. Ela foi a responsável pela movimentação das tropas, no abastecimento de comida, nas estratégias de bombardeamento e até na comunicação entre o exército.

Conhecido como o Dia D, Operação Overlord ou Batalha da Normandia, o 6 de junho de 1944 entrou para a História da humanidade e foi decisivo para o curso da Guerra. Neste dia, os Aliados invadiram a França pelas praias da Normandia para dar início a uma grande reintegração de posse territorial contra o exército nazista. Segundo De Nadai (2015) o maior desafio foi a organização para o desembarque de mais de 150.000 mil homens e milhares de armas, munições, diversos veículos e outros equipamentos de guerra, que só foi possível com a aplicação da logística.

O autor ainda ressalta que o desenvolvimento da operação foi complexo,

Enfatizando a importância do desembarque e distribuição de suprimentos, somente os americanos atribuíram à operação logística sete brigadas com um montante de vinte mil 7 homens cada, estes desembarcados em diferentes fases da operação, sendo responsáveis pelo transporte de 3.300 toneladas de suprimentos por dia, e designados a desembarcar estes itens na praia, carrega-los para os caminhões ou tanques principais e levá-los para a tropa na linha de frente. O sucesso ou fracasso desta invasão dependia do desempenho de suprir as tropas à frente, visando o acúmulo de suprimentos para executar uma futura ofensiva (DE NADAI, 2015, p. 7).

Apesar dos erros de operação, sua concepção e execução, a operação obteve êxito, apesar das dificuldades. A Operação Overlord foi um acontecimento muito importante da Segunda Guerra Mundial na região da Europa Ocidental. A logística foi essencial, uma tarefa que impactou positivamente a História, e serviu como um modelo para o planejamento de movimentação e armazenamento, desembarque, suprimentos e demais funcionalidades logísticas utilizadas atualmente.

Para Bowersox (2014, p. 32), as definições atuais de logística podem ser entendidas como à responsabilidade de projetar e administrar sistemas para controlar o transporte e a localização geográfica dos estoques de matérias-primas, de produtos em processo e acabados pelo menor custo total, até a chegada no cliente final.

## 2.2 HISTÓRIA DO MERCADO DE PAPEL E CELULOSE NO BRASIL

Fatores externos, como a Revolução Industrial e a Segunda Grande Guerra levaram à escassez da madeira nos países centrais. Este fator culminou na valorização da madeira como matéria-prima para muitos produtos e que também era utilizada como combustível para navios e trens a vapor. Nos



principais países produtores de papel e celulose (Canadá, EUA e Escandinávia), ainda em meados do século XX, além da escassez, houve o início de pressões sociais voltadas ao cunho ambiental que foram decisivos para que a produção de eucalipto deixasse de ser atrativa nesses países.

Na década de 1950, países como Japão, China e África do Sul entraram no mercado mundial de papel como novos fornecedores de polpa de celulose fibra longa, produzida a partir de coníferas. Com a revolução tecnológica verificada no setor de celulose nos anos 1960, a técnica de produzi-la a partir da fibra do eucalipto fez baixar consideravelmente os custos de produção, uma vez que a idade de corte da madeira caiu de uma média de 30 anos (no caso das coníferas) para 6 a 7 anos. A partir daí a definição geográfica da produção de celulose passou a basear-se em fatores edafoclimáticos, isto é, nas variáveis de solo e clima propícias à cultura da essência australiana, favorecendo, assim, a emergência de Brasil, Portugal, Espanha, França, Índia e Áustria nesse mercado. (GONÇALVES, 2019, p. 382)

No Brasil, em 1934, o grupo Klabin iniciou a implantação de uma fábrica de papel impresso que também produzia pasta mecânica e a celulose semi branqueada, dando origem ao processo de integração vertical na indústria. Foi inaugurada em 1946, e ela era a maior fábrica de papel e celulose do país.

Ainda segundo a Revista O Papel (2019, p. 18) “no início da década de 1950, o Brasil era praticamente autossuficiente em produção de papel, exceto em papel imprensa.” No entanto, importava mais de 70% da celulose de que necessitava. Em 1955, a Cia. Suzano iniciou, em fase experimental, a produção de celulose de fibra curta de eucalipto e em 1961 foi produzido no Brasil, pela primeira vez no mundo, o primeiro papel feito integralmente com celulose de fibra curta.

A indústria de produção de papel e celulose atua no Brasil há mais de 50 anos e é um importante setor que se consolidou através de ações de financiamentos e de planejamentos promovidos pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Social (BNDES), especialmente nas décadas de 60 e 70.

Segundo Hora (BNDES, 2017) o Brasil é um país altamente eficiente na produção de celulose. Sua alta competitividade é oriunda de condições edafoclimáticas bastante favoráveis e de um longo histórico de investimento em pesquisa e desenvolvimento florestal, realizado tanto pelas principais empresas do setor, quanto por órgãos de pesquisas. Como resultado dessa competitividade, a produção nacional de celulose tem apresentado alto crescimento desde o início dos anos 1990.

### 2.3 INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E A INDÚSTRIA 4.0

A primeira Revolução Industrial pode ser considerada um grande marco para a humanidade e foi crucial para o desenvolvimento da vida atual. Para Ferreira (2019, p. 11) “a revolução industrial marcou a transição radical de uma economia agrária para processos de produção mecanizados, revolucionando não somente a economia, mas a estrutura em que se organiza a sociedade.” No entanto, o segundo período de transformação permitiu o nascimento de uma era de consumo em massa e a terceira permitiu a automação e otimização da produção por meio do uso de eletrônicos e de tecnologia da informação (TI) a nível industrial (GTAI, 2014; SANTOS et. al., 2018).



No atual mundo, vivencia-se a grande revolução tecnológica proporcionada pelos avanços da internet e que fez o mundo aprender e mudar suas formas de comunicação, trabalho, interações e maneiras de viver, forçando a sociedade a ser mais dependente da tecnologia e suas funcionalidades na vida cotidiana. Para as indústrias, a automatização de seus processos e a aplicação da tecnologia é uma das mais novas realidades e que promete evoluir ainda mais, trazendo ganhos financeiros e otimizando a rotina e processos com o objetivo de evitar perdas e prejuízos (CORRÊA, 2019).

Neste contexto, nasce a Nova Revolução Industrial ou o conceito de Indústria 4.0 e descreve um cenário futuro de produção industrial. Conforme definido pelo Plattform Industrie 4.0 (2018), esse cenário é caracterizado por três aspectos principais: Um novo nível de organização e controle de toda a cadeia de valor (cadeia de suprimentos) ao longo de todo o ciclo de vida dos produtos; A disponibilidade de todas as informações relevantes em tempo real, que é conseguida por meio da interligação de todas as instâncias, processos e atores que participam da criação de valor; e a criação de cadeias de suprimentos que sejam dinâmicas, otimizadas, controladas em tempo real e organizadas por meio de interconexão digital.

O termo Indústria 4.0 se refere à revolução tecnológica de sistemas conectados para a introdução de sistemas ciberfísicos. Além disso, representa uma mudança do paradigma de produção “centralizada” para uma produção “descentralizada”, que é possível graças aos avanços tecnológicos que possibilitaram a criação de uma rede inteligente e independente capaz de interagir com processos reais e virtuais. Os sistemas de produção tornam-se mais flexíveis e colaborativos graças à introdução de tecnologia de ponta ligadas à internet. As máquinas usam auto-otimização e autoconfiguração a fim de proporcionar eficiências de custos muito superiores e bens ou serviços de maior qualidade (FERREIRA, 2019).

Ferreira (2019) ainda cita as principais funcionalidades que estão inseridas dentro da nova revolução industrial:

A Indústria 4.0 possui três características fundamentais: a) a digitalização e integração das cadeias de valor, desde o desenvolvimento do produto até a manufatura, logística e serviços, de forma que toda a informação sobre o processo se torna disponível em tempo real para todos os membros da cadeia de valor; b) a digitalização de produtos e serviços a partir da adição de sensores inteligentes ou da criação de novos produtos, permitindo que as empresas possam gerar dados para o aprimoramento dos produtos com o foco na necessidade dos clientes; c) a criação de modelos de negócios digitais, de forma que as firmas possam ampliar o acesso ao cliente, otimizando a interação da cadeia produtiva por meio de soluções digitais e personalizadas (FERREIRA, 2019, p 16).

Segundo Corrêa (2019), dentro da Cadeia Logística e de Suprimentos, será possível obter os principais ganhos moldando-se a Indústria 4.0:

Esta área do negócio está pronta para mudanças radicais possibilitadas pela robótica, especialmente nos processos de atendimento de pedidos no armazém. Esses processos normalmente requerem intensiva mão de obra, bem como muita movimentação, em toda a



instalação. As organizações que introduziram robôs em suas operações de armazenamento, picking, embalagem e atendimento perceberam valor agregado, incluindo melhorias de produtividade, ganhos de eficiência, capacidade de, economicamente, aumentar ou diminuir a escala nos picos e vales de demanda e a capacidade de melhorar os níveis de atendimento ao cliente, principalmente em tempo e precisão (CORRÊA, 2019, p. 367).

A Indústria 4.0 tem a capacidade de inovar as empresas, produtos e processos produtivos, como resposta à crescente necessidade de flexibilidade e eficiência. A introdução de tecnologias inteligentes na produção afeta a tomada de decisão gerando maior autonomia e a integração de informações na tomada de decisão. Portanto, para o setor de papel e celulose e a logística, a evolução tecnológica vem participando ativamente das mudanças de fases da transformação industrial e acompanha inovações próprias à Indústria 4.0 (FERREIRA, 2019 apud MARTIN, 2017).

## 2.4 O PROCESSO LOGÍSTICO NAS INDÚSTRIAS DE PAPEL E CELULOSE

Uma logística eficaz é fundamental para o sucesso do negócio e para que uma empresa possa se destacar no mercado e estar à frente das suas concorrentes. As estratégias nesse segmento objetivam driblar as dificuldades de armazenagem, distribuição e entrega dos produtos. Isso vale também para o setor de papel e celulose, onde o foco deve ser redobrado (TISSUE ON-LINE, 2021).

Ainda segundo o Tissue On-line (2021), no mercado de papel e celulose, a extensa cadeia produtiva, que começa na floresta e se encerra no escoamento de uma grande gama de produtos essenciais para o dia a dia de empresas e consumidores finais, requer um planejamento logístico detalhado e estratégico. No Brasil, as empresas desse segmento têm um desafio muito maior nesse quesito, visto que, nos últimos 20 anos, o aporte em infraestrutura representou apenas 2,18% do Produto Interno Bruto (PIB), segundo dados da Confederação Nacional das Indústrias (CNI).

Destaca Martin (2016) que, as características do processo de logística estão diretamente relacionadas à localização da base industrial e das fontes de suprimento. Para escoar os produtos de forma mais eficiente, as empresas do segmento frequentemente adotam a integração dos modais marítimo, rodoviário e ferroviário.

Hoje, o modal mais utilizado para *inbound*<sup>1</sup> é o rodoviário, seguido pelo marítimo/fluvial e pelo ferroviário. Para Martin (2016) “o rodoviário, em regra geral, tem maior atratividade para níveis de transporte de menores distâncias (até 200 km), quando não é necessário mitigar outras restrições”. Portanto, no processo de *inbound*, a matéria prima nas unidades fabris ocorre via transporte da madeira através de carretas e são as responsáveis pelo abastecimento inicial da produção.

Com a matéria-prima dentro dos parques, a movimentação interna de cada planta industrial varia de acordo com o estado da arte da tecnologia, mas os sistemas integrados, de modo geral, têm início no recebimento dos insumos até a fase de expedição. Para o escoamento dos

---

<sup>1</sup> Traduzido do inglês: de entrada.



produtos (*outbound*<sup>2</sup>), as empresas do setor comumente adotam a integração dos modais rodoviário, ferroviário e marítimo (MARTIN, 2016, p. 45)

Tanto para o processo de *inbound* quanto para o de *outbound*, a logística e a tecnologia são grandes aliadas para o cumprimento dos processos e dão seguridade na produção até a chegada dos produtos no cliente final. Seja através de máquinas com inteligência artificial, torres de controle, códigos de classificação eficientes para rastreamento, análise de dados para a decisão, a Indústria 4.0 tende a ajudar e melhorar ainda mais as operações logísticas dentro das fábricas de papel e celulose.

### 3 METODOLOGIA

Fôra desenvolvida uma pesquisa bibliográfica e o presente artigo ancorou-se em um embasamento teórico de informações coletadas em livros, artigos científicos e sites eletrônicos disponíveis em links eletrônicos que abordam os assuntos relacionados com a temática.

Segundo Gil (2017), a pesquisa bibliográfica, como qualquer outra modalidade de pesquisa, desenvolve-se ao longo de uma série de etapas. Seu número, assim como seu encadeamento, depende de muitos fatores, tais como a natureza do problema, o nível de conhecimentos que o pesquisador dispõe sobre o assunto, o grau de precisão que se pretende conferir à pesquisa etc. Assim, qualquer tentativa de apresentar um modelo para desenvolvimento de uma pesquisa bibliográfica deverá ser entendida como arbitrária. Tanto é que os modelos apresentados pelos autores que tratam desse assunto diferem significativamente entre si.

Para o estudo de campo, foram aplicados os instrumentos de questionário fechado e entrevistas aos profissionais das áreas de armazenagens e distribuição da logística da empresa objeto deste estudo, situada no extremo sul baiano, buscando constatar e vencer os objetivos propostos. Na coleta de dados foram entrevistadas 12 pessoas dentre funcionários e profissionais da logística e do transporte para constatar e vencer os objetivos propostos, através da aplicação de questionários digitais e entrevistas livres.

### 4 RESULTADOS E DISCURSÕES

A partir daqui, com os resultados da pesquisa foi descrito as informações coletadas pelas empresas participantes do estudo, comparando os parâmetros de suas atividades com as principais bases bibliográficas pesquisadas.

#### 4.1 APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIO FECHADO

Para realização da pesquisa de campo, foi aplicado um questionário fechado em uma empresa atuante no ramo de celulose, tendo com respondentes 12 profissionais da área de logística, onde 67%

---

<sup>2</sup> Traduzido do inglês: de saída.



trabalham na área de transporte e 33% nos armazéns e expedição, no período compreendido entre os dias 15/10/2022 a 28/10/2022.

Dos profissionais entrevistados, somente 3 participantes eram mulheres. As perguntas foram divulgadas e respondidas através de formulários on-line e transmitidos por links ao público alvo via WhatsApp e e-mail. As respostas foram analisadas através de uma escala de variáveis mensuradas de 0 a 5, onde 0 a 1 representa grau baixo, de 2 a 3 grau médio e 4 a 5 grau alto. Os critérios relativos aos aspectos temporais foram feitos de forma comparativa tendo como base os períodos: antes de 2015 e depois de 2015.

A escolha do referido ano de 2015 para a análise comparativa foi baseada no estudo do BNDES onde a pesquisa atesta que a difusão das tecnologias na indústria era bastante baixa até o ano de 2015 (VERMULUM, 2018). Do ano em questão até a atualidade, a indústria vivencia o constante crescimento das tecnologias em seus processos diários e suscetíveis a mudança emergente.

A tabela 1 a seguir, evidencia sobre o grau de dificuldades em girar o processo nas áreas logísticas da empresa até o ano de 2015 por falta de influência tecnológica:

TABELA 1: Dificuldades na cadeia logística por ausência de tecnologia:

<b>Respostas</b>	<b>Antes de 2015</b>
0 -1	0%
2-3	16,67%
4-5	83,33%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Dentro das dificuldades por ausência de tecnologia, a tabela 2 a seguir trata do grau de impacto operacional da cadeia logística antes de 2015:

TABELA 2: Impactos operacionais por ausência de tecnologia:

<b>Respostas</b>	<b>Antes de 2015</b>
0 -1	8,33%
2-3	25%
4-5	66,67%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

A logística empresarial tem como um de seus objetivos eliminar do processo tudo que esteja gerando custos e perda de tempo, uma redução contínua de custos é exigida pelo mercado altamente competitivo, e por outro lado à otimização dos processos e recursos, agregando o máximo de valor possível até o cliente final.

A vasta quantidade de dados disponíveis e o uso da Tecnologia da Informação podem ajudar a



melhorar o uso dos recursos existentes e trazer inúmeros benefícios que podem ser alcançados através do uso da tecnologia na logística com a inovação nas análises, comunicação, concepção e na capacidade de otimização dos processos como um todo (CARMONA, 2017).

Para fomentar e comprovar como as tecnologias puderam reduzir ocorrências e melhoraram o fluxo dentro das atividades com o passar dos anos, a tabela 3 demonstra o comparativo de níveis de tecnologia na empresa antes e depois de 2015:

TABELA 3: Nível de tecnologia em sua operação:

<b>Respostas</b>	<b>Antes de 2015</b>	<b>Depois de 2015</b>
0 -1	0%	0%
2-3	58,34%	16,67%
4-5	41,66%	83,33%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Os processos de melhorias devem ser constantes e a tecnologia deve ser usada como aliada em qualquer operação. A tabela 4 retrata sobre as facilidades de gerenciamento da logística com a aplicação das ferramentas tecnológicas atualmente:

TABELA 4: Facilidade de gerenciamento da cadeia logística com o uso das tecnologias:

<b>Respostas</b>	<b>Depois de 2015</b>
0 -1	0%
2-3	16,67%
4-5	83,33%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Utilizar-se das ferramentas proporcionadas pela indústria 4.0, a citar, a internet das coisas, inteligências artificiais, processamento e análise de dados, máquinas mais autônomas e atrelá-las a cadeia logística propiciam resultados positivos para funcionamento das operações dentro das empresas, agilizando processos e aumentando os controles.

Conforme Leite et. al., (2017) Os impactos gerados pela aplicação de tais ferramentas na logística podem trazer redução do tempo de produção, tarefas e também redução custos através de opções de modais mais baratos, de acordo com as necessidades dos clientes; entendimento das prioridades de recebimento, estocagem de e escoamento de materiais produtos acabados. Com isso, é possível melhorar o fluxo e obter vantagem competitiva para a organização.

Tão importante quanto implementar ferramentas tecnológicas dentro das empresas, é capacitar as equipes para o correto uso das mesmas e estarem de acordo com os direcionadores do negócio.

Dentro do contexto, a tabela 5 aborda sobre treinamento de pessoal e traz um comparativo sobre capacitação dos profissionais para se adequarem as ferramentas tecnológicas antes e depois de



2015:

TABELA 5: Treinamento de pessoal para uso de ferramentas:

Respostas	Antes de 2015	Depois de 2015
0 -1	16,67%	0%
2-3	83,33%	25%
4-5	0%	75%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Para Chiavenato (2014), o treinamento é a origem de lucratividade ao permitir que os colaboradores contribuam efetivamente para alcançar os objetivos do negócio, o treinamento faz com que as pessoas tenham atitudes inovadoras. Sendo assim o treinamento eficiente pois agrega as pessoas, a organização e os clientes.

Com os avanços tecnológicos, vêm a importância de controlar acessos, e garantir a seguridade e proteção de dados dentro e fora dos ERPs utilizados. Santi (2018) reforça que o foco nas pessoas deve ser altamente considerado, uma vez que as empresas devem treinar seus colaboradores desde a equipe da manutenção dos sistemas até a operação sobre a segurança cibernética e políticas de segurança da informação das empresas.

TABELA 6: Controle de nível de segurança e acessos:

Respostas	Antes de 2015	Depois de 2015
0 -1	8,33%	0%
2-3	75%	8,33%
4-5	16,67%	91,67
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fonte: Dados da pesquisa (2022)

Os resultados obtidos na tabela 6 sobre nível de segurança e acessos, apresenta o comparativo antes e depois de 2015 e evidenciam o crescimento da segurança de acessos atualmente com os avanços das políticas de Ciber Segurança e controle.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Desde o homem primitivo, a logística se faz presente na vida da sociedade e evoluiu com o tempo. Hoje o setor é de extrema importância para as organizações, pois lida diretamente com a armazenagem de estoques e produtos acabados, distribuição e satisfação do cliente final. Os processos logísticos estão acompanhando ciclicamente a evolução mercadológica proporcionada pela Indústria 4.0 e que contribuem para a correta gestão da cadeia, redução de custos e otimização de processos, fazendo com que as empresas tenham este setor como um alto potencial de valor agregado.

Este trabalho que teve por objetivo investigar quais os possíveis benefícios da utilização das



novas tecnologias nas operações logísticas em uma empresa de celulose nos processos de gestão e produtividade, teve sua hipótese confirmada com a pesquisa, com relação às contribuições proporcionadas pela inovação tecnológicas. Contudo, todos os objetivos propostos foram alcançados.

A pesquisa demonstrou que a partir de 2015, as mudanças que o uso das tecnologias na cadeia logística trouxe se intensificaram. Tais inovações, fizeram com que as áreas da empresa investigada reduzissem seus custos de insumos, tempo, número de pessoal dentro das operações e de falhas por falta de comunicações.

A aplicação das tecnologias e treinamento de pessoal trouxeram ganhos positivos, capazes de encaminhar e facilitar o gerenciamento da cadeia logística. Portanto, evidencia-se que o uso da tecnologia é benéfico quando utilizado corretamente e traz ganhos financeiros e de otimização do trabalho. Com as entrevistas, pôde-se observar a atual perspectiva dos gestores em relação a inovação e aplicação futura do conceito de indústria 4.0.

A importância da pesquisa para a administração se aplica em mostrar como o setor de logística nas indústrias de papel e celulose podem se adequar ao mercado cada vez mais competitivo, utilizando-se das ferramentas tecnológicas, agregando valor em sua cadeia e buscando constante crescimento através da inovação das tecnologias em seus processos. Sabemos que o trabalho não esgota aqui e esperamos que sirva como contribuição para futuras pesquisas que abordem o mesmo tema.



## REFERÊNCIAS

BOWERSOX, Donald J. *Gestão Logística da Cadeia de Suprimentos*. Porto Alegre: AMGH Editora, (2014).

CHIAVENATO, Idalberto. *Gestão de pessoas: e o novo papel dos recursos humanos nas organizações*. 4. ed. Rio de Janeiro: Monole, 2010.

CORRÊA, Henrique Luiz. *Administração de Cadeias de Suprimentos e Logística – Integração na Era da Indústria 4.0*. São Paulo: Editora Atlas, (2019).

CAPO, Patrícia. Os 80 Fatos Mais Marcantes Publicados Sobre A História de Muitas Histórias do Setor. *Revista O Papel*, São Paulo, Ano LXXX N° 04, p. 1 a 57, abril, 2019. Disponível em: [https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019\\_04\\_Revista+O+Papel+Encarte+80+Anos.pdf](https://www.eucalyptus.com.br/artigos/2019_04_Revista+O+Papel+Encarte+80+Anos.pdf). Acesso em: 14 mai. 2022.

CARMONA, André Loch Mesones. *Análise dos Impactos da Indústria 4.0 na Logística Empresarial*. UFSC, Santa Catarina, 2017. Disponível em: [https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/181717/TCC\\_Final.pdf?sequence=3](https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/181717/TCC_Final.pdf?sequence=3). Acesso em 01 nov. 2022.

DE NADAI, Vinícius Valgas. *A Logística no Desembarque na Normandia*. 2015. 13 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Logística) Faculdade de Tecnologia Centro Paula Souza. São Paulo. Disponível em: [https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/a\\_logistica\\_no\\_desembarque\\_na\\_normandia\\_-\\_vinicius\\_de\\_nadai\\_0.pdf](https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/a_logistica_no_desembarque_na_normandia_-_vinicius_de_nadai_0.pdf). Acesso em: 05 mai. 2022.

FERREIRA, Sarah Cristina Ribeiro. *Indústria 4.0 na Indústria de Papel e Celulose: Uma Análise das Experiências Brasileira e Estadunidense*. 2019. 53 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas) Instituto de Economia e Relações Internacionais – Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia. Disponível em: <http://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/28331/4/Ind%3%baustria4.0Ind%3%baustriaPapel.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2022.

GIL, Antônio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. São Paulo; Editora Atlas S.A. 2017. Acesso em 20 mai. de 2022.

GONÇALVES, Alyne dos Santos. A “Caixa-Preta” da Eucaliptocultura: Controvérsias Científicas, Disputas Políticas e Projetos de Sociedade. *Revista Projeto História*, São Paulo, Ano 2019, v. 65, p. 380 a 393, mai/ago. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/revph/article/view/42309/29355> Acesso em 20 nov. 2022.

GTAI – GERMANY TRADE & INVEST. *Industrie 4.0: Smart manufacturing for the future*. Berlin: GTAI, 2014.

HORA, André Barros. BNDES. *Panoramas Setoriais 2030: Papel e Celulose*. São Paulo, 2017. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14241/2/Panoramas%20Setoriais%202030%20-%20Papel%20e%20celulose\\_P.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/14241/2/Panoramas%20Setoriais%202030%20-%20Papel%20e%20celulose_P.pdf). Acesso em: 01 jun. 2022.

LEITE, Caio Cesar Lemes; SOUZA, Reginaldo da Silva, SILVA; Sheldon William, PORTUGAL JUNIOR, Pedro dos Santos; OLIVEIRA, Felipe Flausino de. *A Logística e a Gestão da Cadeia de*



Suprimentos: um estudo de caso em uma empresa da região do sul de Minas Gerais. Disponível em: <http://periodicos.unincor.br/index.php/revistaunincor/article/viewFile/4046/3014> Acesso em 03 nov. 2022

MARTIN, Caroline. Estratégias logísticas internas e de distribuição exercem forte impacto na competitividade das empresas de celulose e papel. Revista O Papel, São Paulo, Ano LXXVII N°10, p. 1 a 63, outubro, 2016. Disponível em: [http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1476895793\\_157660dd0fb44793dc77ef86a8a1ab49\\_1045824564.pdf](http://www.revistaopapel.org.br/noticia-anexos/1476895793_157660dd0fb44793dc77ef86a8a1ab49_1045824564.pdf). Acesso em: 04 jun. 2022.

SANTI, Thais. Segurança Cibernética na Indústria 4.0. Revista O Papel, São Paulo, Ano LXXIX N° 2, p. 68 a 69, fevereiro, 2018. Disponível em: [http://www.revistaopapel.org.br/edicoes\\_impresas/134.pdf](http://www.revistaopapel.org.br/edicoes_impresas/134.pdf) Acesso em: 01 nov. 2022.

VERMULUM, Roberto. Políticas para o desenvolvimento da Indústria 4.0 no Brasil. BNDES, Rio de Janeiro, 2018. Disponível em: [https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15486/1/POLÍTICAS%20PARA%20O%20DESENVOLVIMENTO%20DA%20INDÚSTRIA%204.0%20NO%20BRASIL\\_2018.pdf](https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/15486/1/POLÍTICAS%20PARA%20O%20DESENVOLVIMENTO%20DA%20INDÚSTRIA%204.0%20NO%20BRASIL_2018.pdf) Acesso em: 30 out. 2022.

TAVARES, Carmem Valeria Pereira.: As Origens da Logística e sua Evolução. 2009. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação em Logística) Instituto A Vez do Mestre – Universidade Candido Mendes. Rio de Janeiro. Disponível em: [http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias\\_publicadas/K212150.pdf](http://www.avm.edu.br/docpdf/monografias_publicadas/K212150.pdf). Acesso em: 03 mai. 2022.

TISSUE ONLINE. Indústria de Papel e Celulose Aposta cada vez mais em Logística. 2021. Disponível em: <https://tissueonline.com.br/industria-de-papel-e-celulose-aposta-cada-vez-mais-em-logistica/>. Acesso em: 03 jun. 2022.

VDI – The Association of German Engineers. Disponível em: [https://www.vdi.de/fileadmin/vdi\\_de/redakteur\\_dateien/gma\\_dateien/6092\\_PUB\\_•E\\_TWGMA\\_Status\\_Report\\_ZVEI\\_-\\_Industrie\\_4\\_0\\_-\\_Technical\\_Assets\\_Internet.pdf](https://www.vdi.de/fileadmin/vdi_de/redakteur_dateien/gma_dateien/6092_PUB_•E_TWGMA_Status_Report_ZVEI_-_Industrie_4_0_-_Technical_Assets_Internet.pdf). Acesso em: 03 jun. 2022.

## Complexos de inclusão de óleos essenciais de *Psidium* para aplicação larvicida, herbicida e citogenotóxica



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-003>

### Luiza Alves Mendes

Mestre  
Universidade Federal de Viçosa

### Loren Cristina Vasconcelos

Mestre  
Universidade Federal do Espírito Santo

### Milene Miranda Praça-Fontes

Doutora  
Universidade Federal do Espírito Santo

### Marcia Flores da Silva Ferreira

Doutora  
Universidade Federal do Espírito Santo

### Róbson Ricardo Teixeira

Doutor  
Universidade Federal de Viçosa

### Renata Pereira Lopes Moreira

Doutora  
Universidade Federal de Viçosa

### RESUMO

As plantas do gênero *Psidium* (Myrtaceae) apresentam, dentre seus usos relevantes, atividades biológicas relacionadas aos seus compostos ativos, com destaque ao óleo essencial (OE) presente na

folha. Os OEs extraídos das folhas de *Psidium* guajava, *Psidium cattleianum* e *Psidium gaudichaudianum* possuem aplicações em larvas de *Aedes aegypti*, herbicida e citogenotóxica. Para ampliar as aplicações do OE, que é insolúvel em água e facilmente degradado por fatores externos, métodos de proteção podem ser utilizados para formar cápsulas ou complexos de inclusão (CIs). Um oligossacarídeo que pode ser utilizado para complexar o OE é a 2-hidroxiopropil- $\beta$ -ciclodextrina (HP $\beta$ CD), que é derivada do amido. Para produzir os CIs, os métodos físicos como maceração (KN) e liofilização (FD) podem ser empregados. A fim de comprovar se os CIs foram preparados corretamente, técnicas analíticas podem ser utilizadas, como a espectroscopia na região do UV-Vis, FTIR, TGA, DLS e XRD. Os OEs e CIs de *Psidium* produzidos podem ser aplicados em larvas de *Aedes aegypti*, em plantas invasoras como *Lolium multiflorum* e *Bidens pilosa* e em células meristemáticas da raiz de *Lactuca sativa*, sendo verificado a influência na normalidade do ciclo celular. Considerando a importância dos óleos essenciais, dos complexos de inclusão e de suas potenciais aplicações, este capítulo aborda os assuntos mais relevantes numa revisão da literatura sobre esse assunto.

**Palavras-chave:** Goiabeira, Araçá, Produto natural, Encapsulamento, Complexo de inclusão, Dengue, Plantas daninhas.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 GOIABEIRA

As goiabeiras (*Psidium guajava* Linnaeus) pertencem à família Myrtaceae, que compreende cerca de 120 gêneros e 7000 espécies, que se distribuem predominantemente nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (“WCSP”, 2020). As goiabeiras são classificadas como árvores de tamanho médio, perenes e frutíferas (Fig. 1). Suas folhas apresentam até cerca de 20 cm de comprimento, com pecíolo curto e nervuras na parte inferior. Possuem flores hermafroditas e geralmente brancas

(GRESSLER; PIZO; MORELLATO, 2006). O fruto da goiabeira é constituído por casca, polpa e semente.

Figura 1. Cultivar Século XXI da espécie *Psidium guajava*.



Fonte: O autor.

O Brasil está entre os principais produtores mundiais de goiaba e a maior parte da produção do país é destinada à indústria de alimentos para produzir doces, sucos, geleias e polpa congelada (VITTI; LIMA; MARTINES FILHO, 2020). *Psidium* é originário da palavra “psídion”, que significa morder, em referência ao sabor agradável dos frutos (FRANZON *et al.*, 2009). Além de ser rica em antioxidantes e vitaminas, a goiabeira é considerada uma planta medicinal, contribuindo com o tratamento de diversas doenças: distúrbios respiratórios e gastrointestinais, anti-inflamatório, antidiarreico, anti-hipertensivo, entre outras (BARBALHO *et al.*, 2012; JOSEPH, 2011). A ação fitoterápica da planta pode ser atribuída à presença dos compostos biologicamente ativos.

No entanto, para utilizar as plantas de forma mais eficiente é imprescindível estudá-las de forma aprofundada dentro do reino vegetal. Deve-se considerar que, dentro de uma espécie de planta, existem grandes quantidades de variedades ou cultivares. Cada uma delas possui características únicas, pois em toda a estrutura da planta a composição química dos diferentes tecidos é variável para cada cultivar. Alguns fatores contribuem para essa diferenciação, podendo ser genéticos, ambientais, estágio de desenvolvimento, tipo de tecido e os tratamentos pré e pós-colheita da planta (KÜLHEIM *et al.*, 2015; MORAIS, 2009). Todavia, o controle genético parece ser de longe a fonte dominante de variação dentro de uma espécie (MANGANARIS *et al.*, 2018). Assim, a genética da planta deve ser estudada, visto que cada cultivar terá particularidades que a distingue das demais. Com isso, é possível direcionar



o uso das plantas de acordo com as maiores concentrações dos princípios ativos e com outras características de interesse dos produtores, como produtividade e resistência.

Ao estudar a espécie *Psidium guajava* verifica-se a existência de muitas cultivares registradas. Porém, as mais plantadas no Brasil, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), são: Paluma, Pedro Sato, Rica, Século XXI, variações da Cortibel (Estado do Espírito Santo), Tailandesa, Ogawa, Sassaoka e Kumagai (FLORI, 2016). Neste trabalho foi utilizada a variedade Século XXI.

## 2 ARAÇÁ

*Psidium cattleyanum* Sabine é uma planta que pertence à família Myrtaceae e é conhecida popularmente como araçazeiro, produzindo frutos denominados como goiaba morango ou araçá (Fig. 2) (CASTRO *et al.*, 2015). Essa espécie é nativa do Brasil, podendo ser encontrada tipicamente nos estados da Bahia ao Rio Grande do Sul (PEREIRA *et al.*, 2018). No entanto, *P. cattleyanum* se naturalizou em locais como o Havaí e muitas ilhas do Caribe, podendo assim ser encontrada pelo mundo em regiões de clima tropical, como América do Sul e América Central (PATEL, 2012).

*P. cattleyanum* é uma árvore ou arbusto frutífero de pequeno porte, cujos frutos são ricos em vitamina C, com casca de coloração geralmente amarela ou vermelha, possuem 2,2 a 5 cm de diâmetro com polpa branca e numerosas sementes (PEREIRA *et al.*, 2018). Suas folhas são perenes, brilhantes e resistentes (PATEL, 2012). Essa espécie possui importância comercial atribuída aos seus frutos utilizados na indústria alimentícia (SANTOS *et al.*, 2007). Além disso, *P. cattleyanum* possui importância na indústria farmacêutica, pois apresenta atividade antioxidante, antifúngica e antimicrobiana (CASTRO *et al.*, 2015; MEDINA *et al.*, 2011; SCUR *et al.*, 2016).

Figura 2. *Psidium cattleyanum*.



Fonte: O autor.



*Psidium gaudichaudianum* Proença & Faria é uma planta que pertence à família Myrtaceae e é conhecida como araçá, assim como a *P. cattleianum* (Fig. 3). *P. gaudichaudianum* é uma espécie nativa do Brasil pouco conhecida (SILVA et al., 2021). O estudo dessas plantas é imprescindível para o desenvolvimento da espécie e seu uso sustentável. Além disso, as espécies de araçá têm uma quantidade de óleo essencial foliar superior as goiabeiras, o que as torna mais viável economicamente para essa finalidade (MENDES et al., 2017, 2022, 2023).

Uma das grandes vantagens da utilização de espécies de *Psidium* é sua adaptabilidade a locais sob condições de estresse abiótico, incluindo escassez de água e temperaturas extremas (MEDINA et al., 2011). Apesar disso, existem muitas espécies de *Psidium* ainda pouco exploradas em escala comercial e, muitas das vezes, a produção é pequena e limitada a determinada região, como é o caso da *P. cattleianum* e *P. gaudichaudianum* (FRANZON et al., 2009). No entanto, os frutos de *P. cattleianum* são considerados os melhores entre as espécies de araçazeiro (VIEIRA et al., 2006). Dessa forma, seu desenvolvimento e exploração contribuem para a expansão da cultura e descoberta de novas aplicações.

Figura 3. *Psidium gaudichaudianum*.



Fonte: O autor.

### 3 ÓLEO ESSENCIAL

Ao longo da história da humanidade há vários registros da utilização de plantas aromáticas em atividades, como: cerimônias e adornos religiosos; formulação de remédios; insumos naturais para as indústrias de perfumaria e química (SANGWAN et al., 2001). A utilização de plantas e de seus derivados com ação repelente e inseticida é tão antiga quanto a civilização humana, com relatos milenares no mundo todo, como na China, Índia e no Tibete (BARROS; FEITOSA, 2019). A quantidade de plantas aromáticas sendo utilizadas vem aumentando ao longo dos anos, como



consequência do desenvolvimento agrícola e dos recursos genéticos para o cultivo comercial (CHRISTAKI *et al.*, 2020; GIANNENAS *et al.*, 2020).

As goiabeiras são árvores aromáticas e a partir de suas folhas é possível obter o OE. Os óleos essenciais são produzidos e armazenados nas plantas em estruturas secretoras, chamadas de tricomas glandulares (BISWAS *et al.*, 2009). Os OEs fazem parte do metabolismo secundário das plantas, contribuindo para a sua proteção, uma vez que atraem polinizadores e dispersam predadores devido à sua volatilidade e composição química (KNAAK; FIUZA, 2010). Os metabólitos primários são fundamentais à manutenção das funções vitais da planta, enquanto os metabólitos secundários são compostos de distribuição restrita, sem função evidente na manutenção do ciclo vital da planta (BARROS; FEITOSA, 2019). No entanto, o OE possui importância ambiental para a planta e essa propriedade desperta interesse no estudo dos seus compostos químicos. Além disso, os OEs e seus constituintes são considerados um dos bioativos naturais mais importantes das plantas (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2018).

Os OEs são misturas complexas de substâncias voláteis, lipofílicas, geralmente odoríferas e líquidas, constituídos na maioria das vezes por mono e sesquiterpenos. Por serem formados majoritariamente por hidrocarbonetos, possuindo natureza hidrofóbica e densidade geralmente menor que a da água, os OEs são separados da fase aquosa por decantação. Os OEs podem ser biossintetizados em diferentes órgãos vegetais, como: flor, erva, broto, folha, fruta, galho, casca, semente, rizoma e raiz (ASBAHANI *et al.*, 2015).

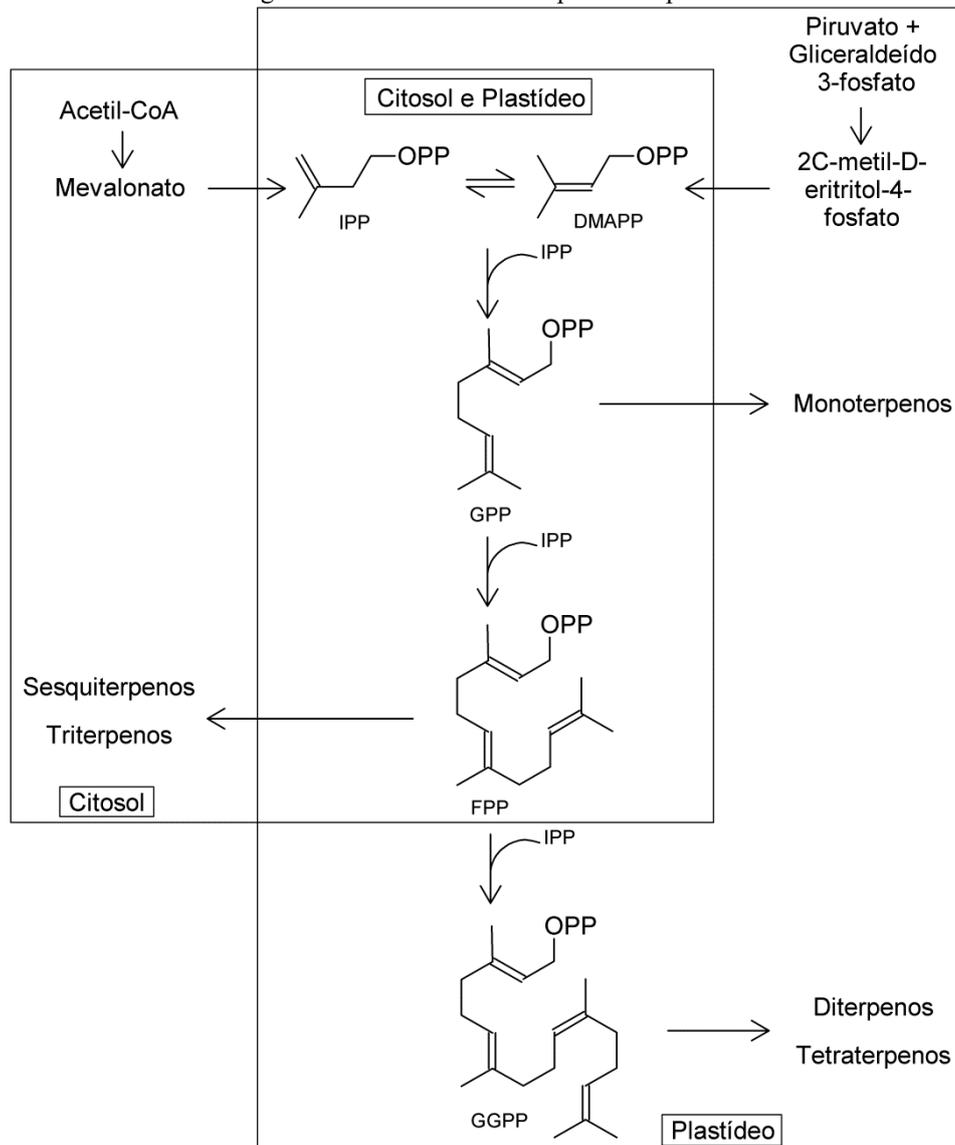
Os constituintes comumente encontrados nos extratos vegetais ou OEs são derivados, principalmente da via biossintética de ácidos graxos, fenilpropanoides ou isoprenoides (DAVIET; SCHALK, 2010). Este último da origem a maior classe de metabólitos secundários das plantas, os terpenos, que exibem uma ampla diversidade de estruturas e propriedades biológicas (DAVIET; SCHALK, 2010).

Os terpenos são derivados da condensação de duas unidades de isopreno, que possuem cinco carbonos: isopentenil difosfato (IPP) e seu isômero dimetilalil difosfato (DMAPP) (BANDEIRA *et al.*, 2011). Existem duas vias que levam a esses precursores: mevalonato (MVA) e 2-C-metil-D-eritritol-4-fosfato (MEP), ambos com esqueleto isoprênico (TRAPP; CROTEAU, 2001) (Fig. 4). A síntese do IPP ocorre a partir do acetil-CoA, que forma o intermediário MVA (LANGE *et al.*, 2000). A via do MVA é encontrada em fungos, animais e no citosol das plantas, enquanto a rota do MEP é usada por bactérias e em plastídeos vegetais (DAVIET; SCHALK, 2010; LANGE *et al.*, 2000). O IPP e DMAPP podem se condensar dando origem ao geranil difosfato (GPP), que possui 10 carbonos e é precursor da síntese dos monoterpenos (C<sub>10</sub>). Através do GPP, novas condensações com essas unidades isoprênicas podem ocorrer dando origem ao farnesil difosfato (FPP), que possui 15 carbonos e é um precursor dos sesquiterpenos (C<sub>15</sub>) (HARADA; MISAWA, 2009). A adição de outra molécula de IPP



forma o geranylgeranyl difosfato (GGPP), que contém 20 carbonos e é precursor dos diterpenos ( $C_{20}$ ). Por fim, FPP e GGPP podem dimerizar para formar triterpenos ( $C_{30}$ ) e tetraterpenos ( $C_{40}$ ), respectivamente. Os terpenos que possuem apenas carbono e hidrogênio podem ser classificados como hidrocarbonetos. Enquanto os que possuem o oxigênio, além do carbono e hidrogênio, podem ser chamados de hidrocarbonetos oxigenados.

Figura 4. Via de síntese de terpenos em plantas.



Fonte: Adaptado de Trapp e Croteau (2001).

Ao avaliar os OEs das cultivares dentro de uma espécie, é possível observar variação intraespecífica na composição química. Mendes *et al.* (2018) ao estudarem a composição química dos OEs das folhas de 21 genótipos de goiabeiras, verificaram variações quali e quantitativas. Variações qualitativas podem ocorrer como consequência de um redirecionamento da via metabólica para produção de diferentes compostos dependendo da necessidade da planta. Dessa forma, sempre que possível, é importante fazer a distinção do genótipo ou cultivar que está sendo utilizada, contribuindo



para uma melhor comparação de resultados com outros trabalho. Haja vista que a composição intraespecífica varia significativamente.

Diversos métodos podem ser realizados para extrair os OEs, mas geralmente é utilizada a hidrodestilação. Para o emprego dessa técnica é necessário apenas um aparelho Clevenger (ampola, trap e balão de fundo redondo) e uma manta aquecedora (Fig. 5). A hidrodestilação é um excelente método de extração, pois proporciona um bom rendimento, é mais simples e rápida, com menor custo do que outras técnicas para a obtenção de OEs (CHARLES; SIMON, 1990).

Figura 5. Aparelho Clevenger utilizando para hidrodestilação.



Fonte: O autor.

O estudo dos OEs bem como a sua aplicação tem despertado interesse de pesquisadores em várias áreas por ser produto natural e possuir inúmeros benefícios. Na literatura, são encontrados trabalhos que utilizam os OEs na medicina, farmácia, biologia, como cosméticos, alimentos, entre outros. Eles apresentam atividade citotóxica, antimicrobiana, antioxidante (KALLELI *et al.*, 2019; MOTHANA *et al.*, 2019; YAZGAN; OZOGUL; KULEY, 2019), anti-inflamatória (ALOLGA *et al.*, 2019), antibacteriana (JAMIL *et al.*, 2016; OKOH; OKOH; OKOH, 2019; OLUGU *et al.*, 2019), anticancerígena (TIAN *et al.*, 2019), inseticida (GALLI *et al.*, 2018; WANG *et al.*, 2019), larvicida (MENDES *et al.*, 2017), na conservação de alimentos (AMIRI *et al.*, 2019; FALOWO *et al.*, 2019; SILVA *et al.*, 2019; WU *et al.*, 2019), na fragrância de perfumes (CHEN *et al.*, 2019) e tecidos (STAN *et al.*, 2019). Essas aplicações estão relacionadas diretamente aos compostos bioativos dos OEs, sua concentração e ao sinergismo com os outros constituintes, dependendo da aplicação direcionada (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2018).

Mesmo com o aumento da utilização dos OEs, a comercialização desses produtos naturais poderia ser ainda maior (BARROS; FEITOSA, 2019). O principal motivo que impossibilita esse



crescimento no mercado é que muitos deles não apresentam padronização e controle de qualidade nas formulações, fatores estes que dificultam o registro fito-químico (BARROS; FEITOSA, 2019). Ainda, é necessário que o OE apresente constituição química estável. Sendo assim, para a inserção dos OEs de forma segura no mercado é imprescindível cada vez mais estudos das cultivares, dos compostos químicos presentes nos OEs, suas concentrações, mecanismos de ação, aplicabilidade e segurança aos seres vivos.

#### 4 ENCAPSULAMENTO

Os OEs são compostos voláteis e facilmente degradados, o que pode comprometer seus princípios ativos. Dessa forma, os OEs podem sofrer oxidação, volatilização e modificação na composição química quando expostos ao aquecimento e luz (ASBAHANI *et al.*, 2015). Para proteger os OEs de fatores externos, aumentar a estabilidade e solubilidade em meio aquoso, além de criar resistência física e gerar liberação controlada do material em determinado solvente, pode ser realizado o encapsulamento (GUPTA; VARIYAR, 2016; HONG; PARK, 1999).

Para o uso do OE como larvicida em *A. aegypti*, por exemplo, é importante que ele esteja solubilizado e estável em meio aquoso por tempo suficiente para que os ovos eclodam, as larvas se desenvolvam e sejam mortas (GUPTA; VARIYAR, 2016; P. FERREIRA *et al.*, 2019). Além disso, com o OE protegido, ocorre a integridade de sua composição química e, por consequência, de suas bioatividades e isso pode permitir sua comercialização com maior tempo de prateleira.

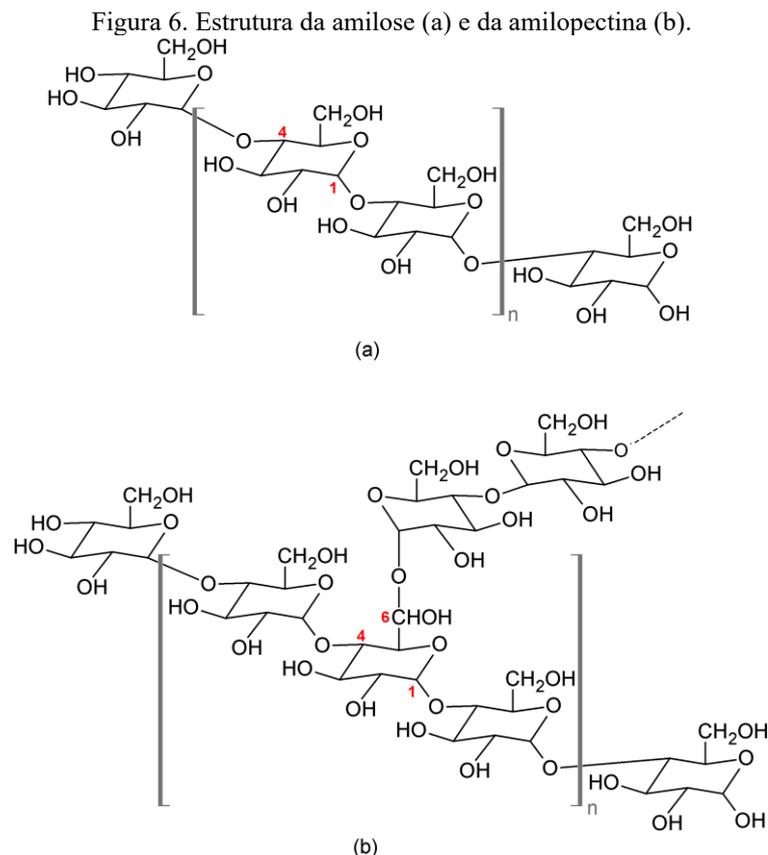
Sendo assim, o encapsulamento é um dos métodos mais eficientes para a formulação de OEs bioativos, isso porque, além das vantagens citadas anteriormente, pode mascarar odores desagradáveis e permitir sua utilização em medicamentos, alimentos, entre outros (ASSADPOUR; JAFARI, 2019; WADHWA *et al.*, 2017). Nesse processo, o material é envolvido por um revestimento ou é incorporado a uma matriz homogênea ou heterogênea, formando pequenas cápsulas ou complexos de inclusão (SAGALOWICZ; LESER, 2010; YAN *et al.*, 2018). As interações entre o material de revestimento e o OE podem formar emulsões, cápsulas e complexos de inclusão (KFOURY *et al.*, 2019). O sistema de encapsulamento a ser utilizado é selecionado de acordo com o uso pretendido, que pode variar dependendo do tamanho, forma ou natureza dos componentes que serão encapsulados (RODRÍGUEZ *et al.*, 2016).

O revestimento utilizado para encapsular um determinado composto é comumente constituído de lipídios ou polímeros, sendo chamado de carreador ou material de parede (CORRÊA-FILHO; MOLDÃO-MARTINS; ALVES, 2019). O encapsulamento à base de lipídios possui algumas desvantagens, como: menor capacidade de encapsulação e baixa solubilidade em água (DAS *et al.*, 2019; EKAMBARAM; SATHALI; PRIYANKA, 2012; SHETTA; KEGERE; MAMDOUH, 2019).



Diante disso, muitos polímeros de origem natural, chamados de biopolímeros, têm sido utilizados para encapsular materiais como os OEs (SHETTA; KEGERE; MAMDOUH, 2019).

Os biopolímeros são materiais oriundos de fontes renováveis, como: quitosana, quitina, albumina, globulina, maltodextrina e amido (PRAKASH *et al.*, 2018). O amido é um polissacarídeo que possui importância nutricional e industrial, pois é fonte de carbono e energia (VAN DER VEEN *et al.*, 2000). Ele se encontra amplamente distribuído em diversas espécies vegetais, como carboidrato de reserva, sendo abundante em grãos de cereais, raízes e tubérculos (WALTER; SILVA; EMANUELLI, 2005). O amido é uma mistura de dois polissacarídeos: amilose e amilopectina. A amilose é formada por unidades de glicose, D-glicopirranose, unidas por ligações  $\alpha$ -(1,4) glicosídicas, originando uma cadeia linear (Fig. 6). Enquanto a amilopectina é formada por D-glicopirranose unidas em  $\alpha$ -(1,4) e  $\alpha$ -(1,6), formando uma estrutura ramificada (DENARDIN; SILVA, 2009). As proporções em que estas estruturas aparecem podem variar dependendo da fonte de amido, da variedade de uma espécie e na mesma variedade, de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta (DENARDIN; SILVA, 2009).



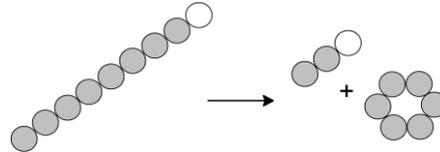
Fonte: Adaptado de Corradini *et al.* (2005).

É possível modificar enzimaticamente o amido em ciclodextrina (CD) através da enzima ciclodextrina glicosiltransferase (CGTase), que permite a formação de cavidades hidrofóbicas e superfície hidrofílica (CHAROENLAP *et al.*, 2004). Para isso, ocorre uma reação de ciclização, com



ataque às cadeias de glicose com extremidades não redutoras (Fig. 7) (SCHMID, 1989). De acordo com a clivagem, ciclos maiores podem ser formados a partir de quantidades superiores de unidades de glicose, formando oligossacarídeos. Assim, as CDs podem formar complexos de inclusão com os OEs e fazem parte das aplicações da química supramolecular, que possibilita a formação de nano ou microestruturas (OGOSHI; HARADA, 2008).

Figura 7. Representação esquemática da reação de ciclização do amido catalisada pela CGTase. A esfera cinza representa a molécula de glicose sem extremidade redutora; a esfera branca representa a molécula de glicose com extremidade redutora.



Fonte: Adaptado de Van der Veen *et al.* (2000).

## 5 QUÍMICA SUPRAMOLECULAR

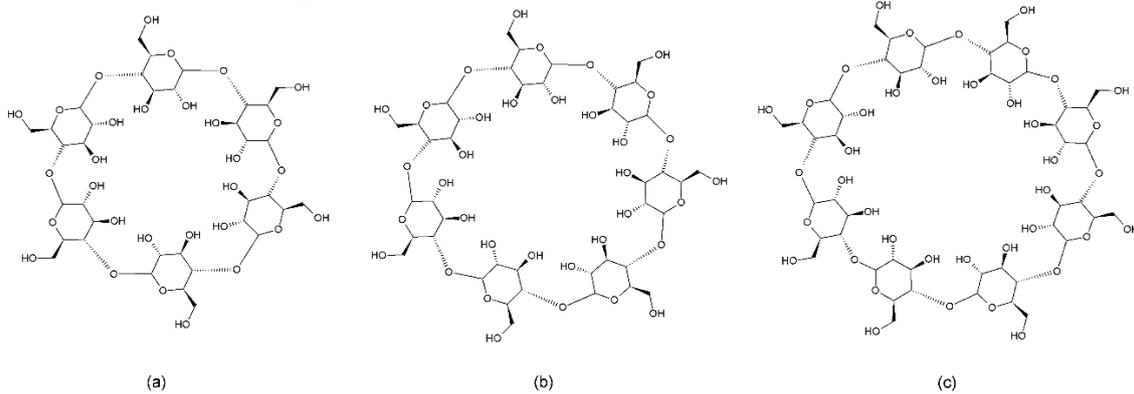
A química supramolecular é definida como a "química além da molécula" e se baseia na associação de moléculas, visando a obtenção de uma determinada propriedade ou funcionalidade (ARAKI; TOMA, 2002; GODOY NETTO; FREM; MAURO, 2008). Trata-se da formação de estruturas organizadas de alta complexidade, resultantes da associação de duas ou mais espécies químicas, que podem estar unidas por interações intermoleculares como: ligações de hidrogênio e forças de Van der Waals (GODOY NETTO; FREM; MAURO, 2008). As CDs estão entre as moléculas mais importantes estudadas pela química supramolecular, pois são capazes de formar complexos de inclusão com muitas substâncias, que passam a ter suas propriedades alteradas pela complexação (VENTURINI *et al.*, 2008; VILLALONGA; CAO; FRAGOSO, 2007). Assim, a capacidade que as CDs tem em interagir com os compostos presentes nos OEs, que se hospedam em suas cavidades, permite transformá-los para trazer benefícios e ampliar suas aplicações (VENTURINI *et al.*, 2008).

## 6 CICLODEXTRINA

As CDs foram isoladas pela primeira vez em 1891 como produtos de degradação do amido (VENTURINI *et al.*, 2008). A CD é um oligossacarídeo e um agente complexante formado, geralmente, por 6, 7 ou 8 unidades ( $\alpha$ ,  $\beta$  ou  $\gamma$ -CD, respectivamente) de D-glicopiranosose ligadas por ligações  $\alpha$ -(1,4) glicosídicas (Fig. 8) (VAN DER VEEN *et al.*, 2000).



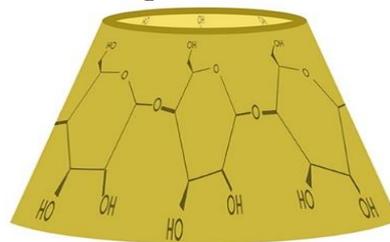
Figura 8. Estrutura da  $\alpha$  (a),  $\beta$  (b) ou  $\gamma$  (c) ciclodextrina.



Fonte: Adaptado de Varan *et al.* (2017).

As CDs têm uma estrutura de um cone truncado e oco (Fig. 9) (VARAN *et al.*, 2017). Nele, as hidroxilas primárias e secundárias estão orientadas preferencialmente para a parte externa, sendo capazes de formar ligações de hidrogênio em água (MARQUES, 2010). As hidroxilas primárias ficam na parte mais estreita do cone e as secundárias na borda mais larga (BREWSTER; LOFTSSON, 2007; HARADA; TAKASHIMA; YAMAGUCHI, 2009). Sendo assim, a superfície da CD é hidrofílica enquanto o interior do cone, com polaridade mais baixa, pode ser considerado uma cavidade hidrofóbica (VARAN *et al.*, 2017). A parte interna é revestida por anéis contendo hidrocarbonetos e éter, que estão interligados por ligações glicosídicas com o oxigênio. Quando o interior da cavidade da CD é preenchido por uma molécula de um composto hidrofóbico, forma-se o complexo de inclusão (CI) (SUGANYA; ANURADHA, 2017).

Figura 9. Forma geométrica da ciclodextrina.



Fonte: Adaptado de Varan *et al.* (2017).

Sendo assim, os CIs podem ser solúveis em água e contêm compostos mais apolares em seu interior. Os compostos aprisionados ou compostos ativos são chamados de hóspedes e os que aprisionam são chamados de hospedeiros. Geralmente, utilizando a CD, a estequiometria molar entre hospedeiro e hóspede é de 1:1 (CIOBANU; LANDY; FOURMENTIN, 2013; FLORENCE; ATTWOOD, 2003; GALVÃO *et al.*, 2019; HERRERA *et al.*, 2019; KFOURY *et al.*, 2019; MAGALHÃES *et al.*, 2020; MARRETO *et al.*, 2008; PANDIYAN; MATHEW; MUNUSAMY, 2019).

Para produzir a CD, os amidos de milho e batata são as fontes mais utilizadas (MARQUES, 2010). Como a maioria das CDs possuem baixa toxicidade ao meio ambiente e aos seres humanos,



além de serem biodegradáveis, são muito utilizadas pelas indústrias farmacêutica e alimentícia (SU *et al.*, 2019; VAHEDIKIA *et al.*, 2019). As CDs são capazes de solubilizar fármacos pouco solúveis em meio aquoso e entregá-los à membrana lipofílica, através da difusão passiva, em que os fármacos se difundem através da membrana celular de uma região de alta concentração, complexado na CD, para outra de baixa concentração (JANSOOK; OGAWA; LOFTSSON, 2018). Assim, é possível desenvolver uma formulação tópica que atue na liberação do composto ativo.

As diferenças físico-químicas entre as CDs estão apresentadas na Tabela 1 e demonstram que o aumento da quantidade de anéis é diretamente proporcional aos diâmetros interno e externo e a massa molar. As alturas do cone são as mesmas para as CDs. Em relação a solubilidade em água, a  $\beta$ -CD tem menor valor e a  $\gamma$ -CD é a mais solúvel. As constantes de estabilidade (K) dos CIs foram obtidas através da literatura publicada utilizando as 3 CDs com diferentes hóspedes na razão molar 1:1 (CONNORS, 1995). Os dados obtidos demonstraram que os CIs com a  $\beta$ -CD são mais estáveis do que a  $\alpha$  e  $\gamma$ -CD. Esses parâmetros auxiliam na escolha da CD a ser utilizada de acordo com a finalidade desejada.

Em solução aquosa, a cavidade da CD, que é mais apolar em relação a superfície, é ocupada por moléculas de água, estas podem ser facilmente substituídas por um hóspede que seja menos polar, considerando que a interação apolar-apolar é mais favorável (VENTURINI *et al.*, 2008). Além disso, as moléculas de água possuem elevada entalpia, e quando substituídas por moléculas hóspedes de menor entalpia, contribuem para a estabilização do complexo de inclusão, pois promovem alívio da tensão de conformação da CD (BREWSTER; LOFTSSON, 2007; VENTURINI *et al.*, 2008). Sendo assim, a complexação de compostos apolares se trata de um processo energeticamente viável por promover uma alteração favorável de entalpia, aumento da entropia e redução da energia total do sistema (BREWSTER; LOFTSSON, 2007; DE LIMA; ALVES; DE SANTANA, 2012). Devido a essas vantagens e a simplicidade para formar os CIs, as CDs vem sendo cada vez mais utilizadas. As forças de Van der Waals, envolvendo interações dipolo-induzido e dipolo-dipolo, e ligações de hidrogênio entre hóspede e hospedeiro, também contribuem para formação e estabilização dos CIs (DE LIMA; ALVES; DE SANTANA, 2012).

Tabela 1. Propriedades físico-químicas da  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ -ciclodextrina.

	Tipo de ciclodextrina		
	$\alpha$ -CD	$\beta$ -CD	$\gamma$ -CD
Diâmetro da cavidade / Å	4,7-5,3	6,0-6,5	7,5-8,3
Diâmetro externo / Å	14,6	15,4	17,5
Altura do cone truncado / Å	7,9	7,9	7,9
Massa molar / g mol <sup>-1</sup>	972	1134	1296
Solubilidade em água / mg mL <sup>-1</sup> ; 25 °C	145	18,5	232
K <sub>1:1</sub> / L mol <sup>-1a</sup>	130	490	350

<sup>a</sup>Valor médio da constante de estabilidade de complexos de inclusão na razão molar 1:1 (hóspede:CD) em soluções aquosas a 25 °C.

Fonte: Adaptado de Varan *et al.* (2017), Brewster; Loftsson (2007) e Connors (1995).

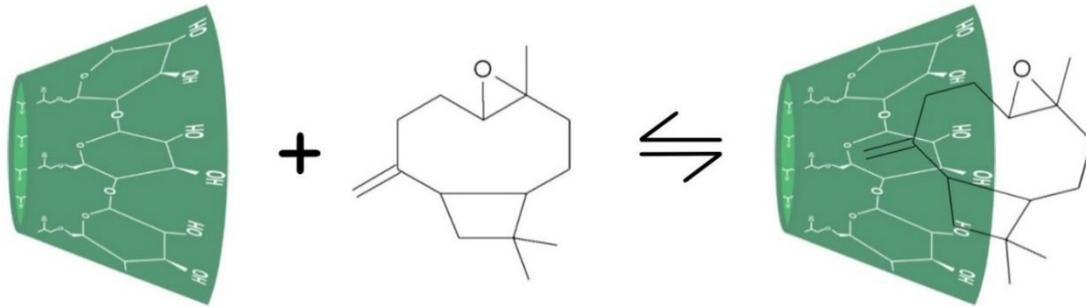
## 6.1 2-HIDROXIPROPIL- $\beta$ -CICLODEXTRINA

As CDs naturais ( $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ -CD) possuem solubilidade aquosa variável, o que significa que alguns CIs formados poderão precipitar em água ao invés de serem solubilizados (BREWSTER; LOFTSSON, 2007). Assim, ao longo dos anos, o uso das CD naturais vem dando espaço aos seus derivados semissintéticos. O tamanho da cavidade da  $\alpha$ -CD é insuficiente para muitos medicamentos e a  $\gamma$ -CD é de alto custo (VARAN *et al.*, 2017). A  $\beta$ -CD possui solubilidade relativamente baixa, porém forma CIs de alta estabilidade com tamanho da cavidade adequada para complexar compostos com massa molar entre 200 e 800 g mol<sup>-1</sup> (TAO *et al.*, 2014; TEIXEIRA *et al.*, 2013). Sendo assim, ela é muito utilizada e pode sofrer modificações em sua estrutura para aumentar a solubilidade. As CDs modificadas mais utilizadas são: 2-hidroxiopropil- $\beta$ -ciclodextrina (HP $\beta$ CD), sulfo-butil-éter- $\beta$ -CD (SB $\beta$ CD) e metil- $\beta$ -CD randomizada (RM $\beta$ CD), que apresentam solubilidade em água de aproximadamente 600, 500 e 500 mg mL<sup>-1</sup>, respectivamente (BREWSTER; LOFTSSON, 2007). Estes valores são maiores do que as das CDs naturais que foram apresentados na Tabela 1. Além disso, apresentam maior capacidade de inclusão e maior estabilidade, devido às alterações das suas propriedades físico-químicas originais (DE LIMA; ALVES; DE SANTANA, 2012).

Ciobanu, Landy e Fourmentin (2013) formaram CIs com 13 compostos voláteis utilizando  $\alpha$ ,  $\beta$  e  $\gamma$ -CD e HP $\beta$ CD. A capacidade de complexação utilizando esses hospedeiros foi comparada e a HP $\beta$ CD teve maior eficiência de complexar, além de possuir maior solubilidade em água quando comparada com as demais. Isso ocorre porque a presença de grupos hidroxiopropil estende a região hidrofóbica da cavidade da  $\beta$ -CD, podendo aumentar a estabilidade do complexo (JANSOOK; OGAWA; LOFTSSON, 2018). Além disso, é importante ressaltar que na formação do CI apenas a parte lipofílica da molécula pode se encaixar na cavidade da HP $\beta$ CD (Fig. 10) (JANSOOK; OGAWA; LOFTSSON, 2018; MARQUES, 2010).



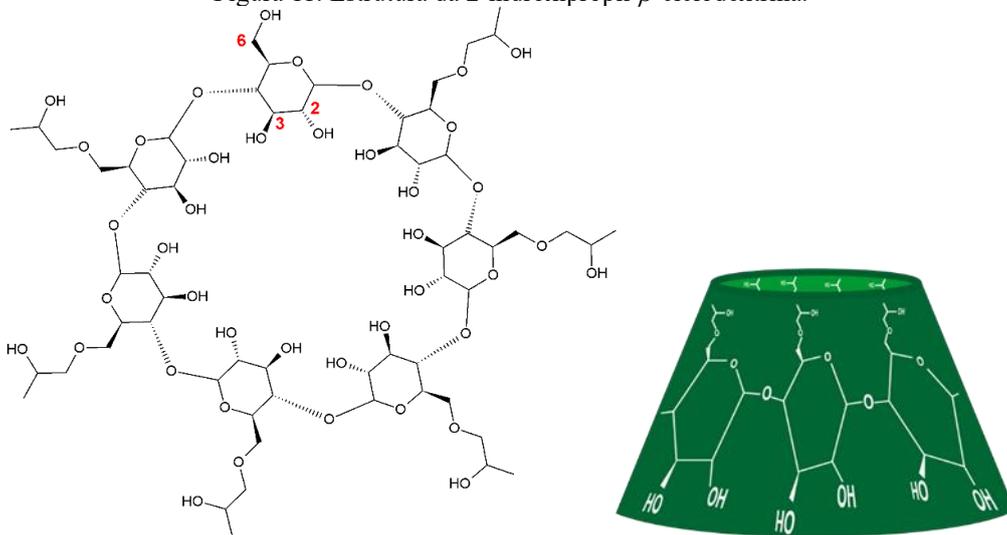
Figura 10. Complexação da HP $\beta$ CD com o  $\beta$ -cariofileno, principal composto majoritário encontrado nos óleos essenciais de, obtidos nesse trabalho.



Fonte: O autor.

Considerando a alta eficiência para complexar e a estabilidade do complexo formado, a HP $\beta$ CD vem sendo muito utilizada (Fig. 11). Os grupos OH dos carbonos 2, 3 e 6 da CD podem sofrer modificação estrutural sem o risco de eliminar a cavidade central (MARQUES, 2010). No entanto, os grupos OH no carbono 6 da CD são os mais reativos, interagindo mais com o hóspede (BREWSTER; LOFTSSON, 2007). Por esse motivo, para obter melhor complexação da HP $\beta$ CD com os compostos que serão incluídos, as modificações nas CDs geralmente ocorrem no carbono ligado as hidroxilas primárias. O número de radicais 2-hidroxipropil nos anéis da  $\beta$ -CD pode ser variável dependendo do fabricante do reagente, podendo ser uma ou mais substituições.

Figura 11. Estrutura da 2-hidroxipropil- $\beta$ -ciclodextrina.



Fonte: O autor.

## 7 TÉCNICAS DE PREPARAÇÃO DOS COMPLEXOS DE INCLUSÃO

A formação dos CIs pode ser considerada uma técnica simples. Quando ocorre a mistura de OE e HP $\beta$ CD, ao realizar algum método físico como macerar ou agitar, pode favorecer a complexação. Para produzir complexos de inclusão com óleos essenciais permitindo sua aplicação, diversos métodos são utilizados. Estes podem ser divididos em métodos químicos: polimerização em emulsão; métodos



físico-químicos: coacervação, encapsulação lipossômica; métodos físicos: gelificação iônica, liofilização (*freeze-drying*), secagem por pulverização (*spray-drying*), maceração (*kneading*) (BRASILEIRO, 2011; FAVARO-TRINDADE; DE PINHO; ROCHA, 2008; SHAH *et al.*, 2016).

Dessa forma, quando as moléculas de OE são incorporadas as cavidades das CDs podem sofrer alterações nas propriedades físico-químicas (SINGH *et al.*, 2010). Os métodos mais utilizados para preparar CIs são: maceração, co-precipitação, liofilização e secagem por pulverização (MARQUES, 2010). Dentre estes, a liofilização e a maceração foram utilizadas para a realização destes experimentos, conservando o OE aprisionado e produzindo um material sólido.

Em relação ao tamanho da escala micro ou nano para os CIs não há um consenso entre os autores. Alguns pesquisadores consideram que o tamanho nano varia entre 1 e 1000 nm e a escala micro começaria a partir de 1 até 1000  $\mu\text{m}$  de diâmetro (SUGANYA; ANURADHA, 2017; WHELEHAN; MARISON, 2011). No entanto, outros autores consideram que apenas os CIs com diâmetro entre 1 e 100 nm podem ser considerados nano (JOYE; MCCLEMENTS, 2014). Para a realização deste trabalho, como critério de classificação dos CIs obtidos, em relação ao tamanho, será adotada a escala nanométrica considerando de 1 a 1000 nm. É importante ressaltar que para ser considerado nano ou micro material, não basta a amostra ter apenas um tamanho reduzido, é necessário que esta apresente modificação em suas propriedades originais, gerando outras funcionalidades (ZARBIN, 2007).

As principais vantagens de utilizar materiais com tamanho relativamente pequeno está relacionada à elevada área superficial, resultando em maior interação dos compostos com o organismo alvo em que será aplicado. A literatura relata que nanomateriais, como nanocápsulas contendo óleo essencial, apresentam melhor atividade antibacteriana e antimicrobiana (ASSIS *et al.*, 2012; SHETTA; KEGERE; MAMDOUH, 2019).

## 7.1 COMPLEXO DE INCLUSÃO COM SECAGEM POR LIOFILIZAÇÃO (*FREEZE-DRYING*)

O CI pode ser preparado misturando o OE com a HP $\beta$ CD em água numa proporção definida previamente, e o sistema é deixado sob agitação por certo tempo (RAKMAI *et al.*, 2016). A dispersão formada é levada ao ultra freezer e posteriormente ao liofilizador (Fig. 12). A liofilização é reconhecida como um dos melhores métodos para produzir produtos secos de alta qualidade (CALVO *et al.*, 2011). Essa técnica tem sido aplicada principalmente para a formação de CIs com CD, especialmente a HP $\beta$ CD (RAKMAI *et al.*, 2016). Ao comparar metodologias de secagem de materiais encapsulados por liofilização e pulverização, concluiu-se que a liofilização é uma técnica mais eficiente, pois conserva melhor o material (ŠEREGELJ *et al.*, 2019). Isso ocorre porque essa técnica possibilita a passagem da água contida nos CIs do estado sólido (congelado) para o gasoso sem passar pelo estado líquido (sublimação). O processo de liofilização consiste na sublimação em três etapas: congelamento



e secagem primária e secundária sob alto vácuo. Assim, essa técnica possibilita condições de secagem mais suaves do que a secagem por pulverização, uma vez que utilizam menores temperaturas e vácuo, evitando a oxidação e a modificação da composição química do óleo essencial (RODRÍGUEZ *et al.*, 2016). Portanto, a liofilização é uma técnica adequada para ser utilizada em produtos sensíveis ao calor como os OEs (JOYE; MCCLEMENTS, 2014).

Figura 12. Liofilizador.

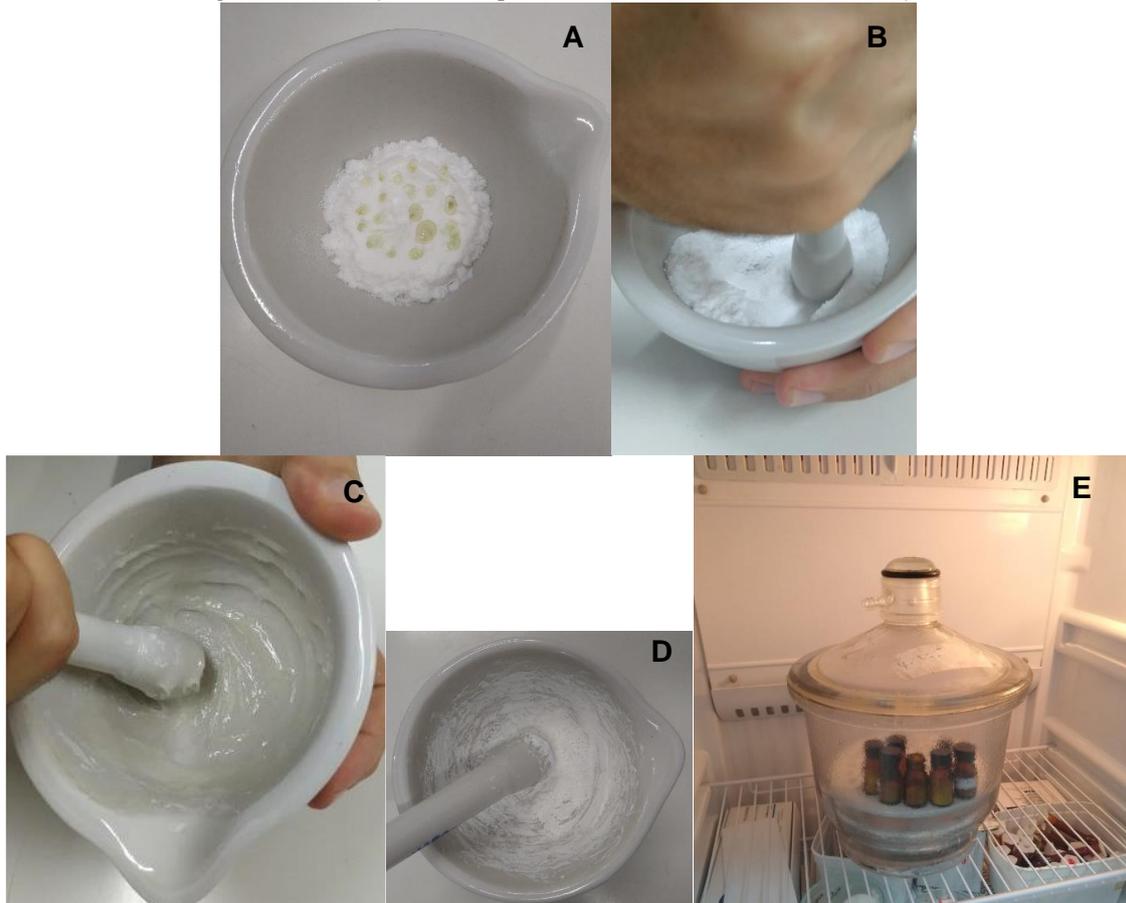


Fonte: O autor.

## 7.2 COMPLEXO DE INCLUSÃO COM MACERAÇÃO (*KNEADING*)

Este método pode ser considerado o mais comum, pois fornece um bom rendimento e possui baixo custo para preparar os CIs (PATIL *et al.*, 2010). Para a realização dessa técnica, inicialmente, o OE é adicionado à CD (Fig. 13A) e macerado por um tempo determinado (Fig. 13B). Em seguida, é acrescentada uma pequena quantidade de um solvente, como etanol ou água, formando-se uma pasta do OE com a CD (Fig. 13C) e ao continuar a maceração esta é então seca (Fig. 13D) (MARQUES, 2010). O sólido obtido é levado ao dessecador sob vácuo (Fig. 13E). Ao realizar essa técnica manualmente, a reprodutibilidade pode ser baixa, portanto, para uma preparação em larga escala seria adequado usar um equipamento automático (MARQUES, 2010).

Figura 13. Obtenção do complexo de inclusão utilizando a maceração.



Fonte: O autor.

## 8 TÉCNICAS ANALÍTICAS DE CARACTERIZAÇÃO DOS COMPLEXOS DE INCLUSÃO

A comprovação da formação dos CIs entre o OE e a HP $\beta$ CD, bem como sua caracterização, requer o uso de várias técnicas analíticas. As alterações físico-químicas das propriedades dos materiais podem ser observadas quando os compostos presentes no OE são incorporados na cavidade da HP $\beta$ CD (GOMES *et al.*, 2014). Os resultados obtidos devem ser avaliados em conjunto e, a partir das informações adquiridas, pode-se verificar, por exemplo, a eficiência de complexação, o melhor método físico para formar os CIs, a sua estabilidade térmica, tamanho, entre outros parâmetros.

As principais técnicas analíticas usadas para a caracterização de CIs de OEs em CDs são: espectroscopia na região do ultravioleta e visível (UV-Vis), espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), análise termogravimétrica (TGA), espalhamento dinâmico de luz com potencial Zeta (DLS), difratometria de raios-X (XRD) e microscopia eletrônica de transmissão (TEM). Todas essas análises não são destrutivas, com exceção da TGA.

A quantificação dos compostos presentes no OE, que foram aprisionados na HP $\beta$ CD após o processo de complexação, pode ser determinada através da espectroscopia na região do UV-Vis (WANG; JIANG; LI, 2009). Essa técnica tem sido amplamente utilizada para caracterizar e quantificar analitos em diversas áreas, como: agrícola, farmacêutica e biomédica (SÁNCHEZ ROJAS; BOSCH



OJEDA, 2009). Para uso dessa técnica, são preparadas soluções de concentrações crescentes do OE em um solvente adequado, posteriormente, é realizada a leitura da absorvância nos comprimentos de onda ( $\lambda$ ) desejados, normalmente de 190 à 800 nm. A partir da absorvância obtida no  $\lambda$  de máxima absorção ( $\lambda_{\text{máx}}$ ), a curva analítica pode ser construída, cujos pontos são submetidos a regressão linear pelo Método dos Mínimos Quadrados. Com o OE removido do CI, pode ser realizada a leitura utilizando o espectrofotômetro no  $\lambda_{\text{máx}}$  e, finalmente, o valor de absorvância obtido é utilizado na equação da regressão linear obtida para encontrar a concentração do OE. Desse modo, é possível quantificar os compostos ativos complexados.

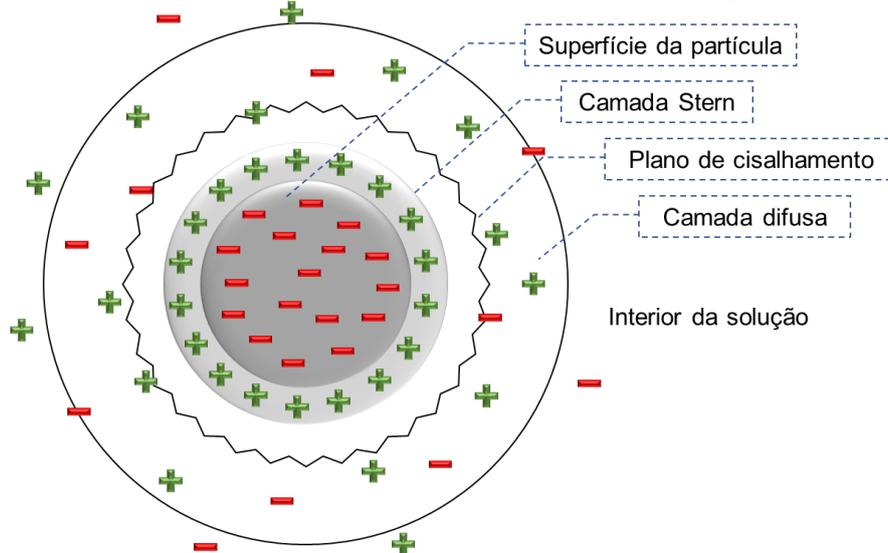
A FTIR utilizando a região do infravermelho médio pode ser empregada para detectar as vibrações das ligações químicas presentes nas moléculas e, portanto, fornece informações sobre grupos funcionais dos compostos presentes na amostra. Essa técnica permite a análise quali e quantitativa dos compostos orgânicos, pois cada ligação, com o momento dipolar diferente de zero, possui modos de vibração característicos e dão origem a bandas no espectro na região do infravermelho em números de onda específicos e com intensidade proporcional à concentração (BARBOSA, 2007). Alterações na forma, posição e intensidade das bandas de absorção ou ainda a observação de novas bandas no espectro podem indicar a formação dos CIs (WADHWA *et al.*, 2017).

Para verificar a estabilidade térmica das amostras de OE, da HP $\beta$ CD e dos CIs a TGA pode ser realizada. A complexação do OE na HP $\beta$ CD pode ser confirmada com a maior temperatura de degradação dos CIs em relação ao OE. Assim, a proteção térmica é verificada com o retardo da perda de massa dos CIs.

As medições do DLS são realizadas para determinar o diâmetro hidrodinâmico das partículas e a distribuição de tamanhos ou índice de polidispersão (PDI) utilizando as amostras de HP $\beta$ CD e dos CIs. Além disso, outra caracterização que pode ser realizada é a medida do potencial Zeta ( $\zeta$ ) (PZ). O PZ mede o potencial elétrico no plano de cisalhamento, que fica entre a camada Stern ou plano interno de Helmholtz e a camada difusa das partículas (Fig. 14) (ATTARD; ANTELM; LARSON, 2000; GUTERRES; ALVES; POHLMANN, 2007).



Figura 14. Esquema da distribuição de cargas na vizinhança de uma partícula carregada na interface sólido-líquido.



Fonte: Adaptado de Jafelicci Junior; Varanda (1999).

A análise de PZ é realizada quando as partículas (HP $\beta$ CD ou CIs) estão sob ação de um campo elétrico e alguns contra-íons são atraídos para a superfície da partícula, estes formam uma camada chamada de Stern (CODAY *et al.*, 2015). Os contra-íons têm uma alta concentração próxima à superfície da partícula, que gradualmente diminui com o distanciamento. O equilíbrio dinâmico desses contra-íons forma a camada difusa ou dupla camada, em que são repelidos pela camada Stern (GUTERRES; ALVES; POHLMANN, 2007). O PZ é medido na dupla camada ou plano de cisalhamento, sendo uma medida indireta do potencial elétrico da superfície da partícula (CODAY *et al.*, 2015).

O valor do PZ, em módulo, é uma grandeza diretamente proporcional a estabilidade física da suspensão contendo a amostra, pois altos valores indicam maior intensidade de forças repulsivas, proporcionando a diminuição de agregação do material em função das colisões que podem ocorrer com as partículas adjacentes (SCHAFFAZICK *et al.*, 2003). Logo, ao comparar o valor do PZ, em módulo, de duas partículas diferentes, geralmente, a que apresentar o maior valor terá menor tamanho das partículas devido à menor formação de aglomerados.

A medida do PDI indica a distribuição dos diâmetros das partículas em solução são muito variáveis ou não. Esse parâmetro vai de 0 a 1; um sistema com  $PDI \leq 0,1$  é considerado altamente monodisperso, valores entre 0,1 e 0,4 são moderadamente polidispersos e  $> 0,4$  são altamente polidispersos (BHATTACHARJEE, 2016).

Com o objetivo de caracterizar o perfil cristalográfico de amostras e comprovar a ocorrência de eventos associados a alguma reação ou interação química pode ser realizada a XRD (GAO *et al.*, 2019). Essa técnica permite avaliar possíveis alterações do difratograma da HP $\beta$ CD em relação ao perfil cristalino apresentado pelo CI formado pela HP $\beta$ CD com o OE. Considerando que o OE, que se apresenta no estado líquido, não possui padrão de difração, qualquer variação do difratograma pode



indicar a complexação. Isso porque a introdução de moléculas mais volumosas poderá organizar melhor a HP $\beta$ CD para complexar o OE (MAGALHÃES *et al.*, 2020). Dessa forma, a formação de complexos de inclusão pode ser comprovada pela alteração de certos picos, como: deslocamento, mudança na forma, desaparecimento ou aparecimento de alguns novos picos (CHAUDHARY; PATEL, 2013; WADHWA *et al.*, 2017).

A TEM é uma outra técnica que permite auxiliar na confirmação da formação de CIs de OE em CD. As imagens obtidas podem exibir o tamanho das partículas de uma amostra, seu formato, se há a tendência de formar aglomeração, e até permitir a identificação do OE dentro da HP $\beta$ CD, de acordo com as variações das tonalidades de cinza (OZDEMIR *et al.*, 2018). As regiões mais escuras podem representar o feixe de elétrons sendo barrado e regiões mais claras podem exibir onde há maior quantidade de elétrons transmitidos, assim, pode-se inferir que existem diferentes materiais nos CIs (PIRES *et al.*, 2019). Tons mais claros podem estar relacionados ao OE e cores mais escuras a HP $\beta$ CD, sendo um indicativo de que a complexação ocorreu.

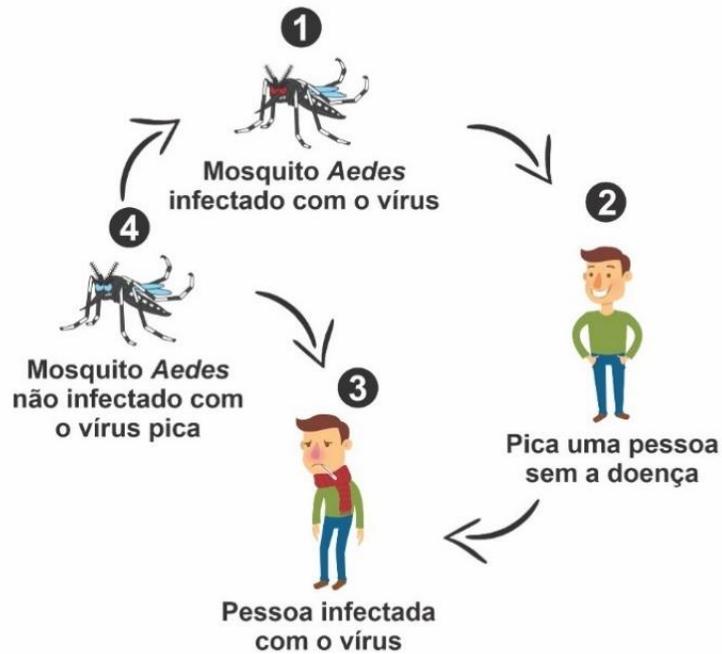
## 9 ATIVIDADE LARVICIDA EM *AEDES AEGYPTI*

### 9.1 *AEDES AEGYPTI*

O arbovírus é um vírus que usa artrópodes, a exemplo dos mosquitos, como seu principal vetor de transmissão (CLETON *et al.*, 2012). Dessa forma, o vírus é transmitido principalmente aos seres humanos através da picada de mosquitos fêmeas do gênero *Aedes* que estão infectados (Fig. 15). Quando um mosquito não infectado pica uma pessoa com a doença, após o período de incubação do vírus, passa a ser um vetor por toda a sua vida e essa transmissão é chamada de horizontal (FERREIRA-DE-LIMA; LIMA-CAMARA, 2018). Outra forma de transmissão do vírus é a vertical que se refere à transferência de alguns arbovírus do progenitor feminino infectado para alguma parte de sua prole no ovário ou durante a oviposição (FERREIRA-DE-LIMA; LIMA-CAMARA, 2018).



Figura 14. Esquema da distribuição de cargas na vizinhança de uma partícula carregada na interface sólido-líquido.



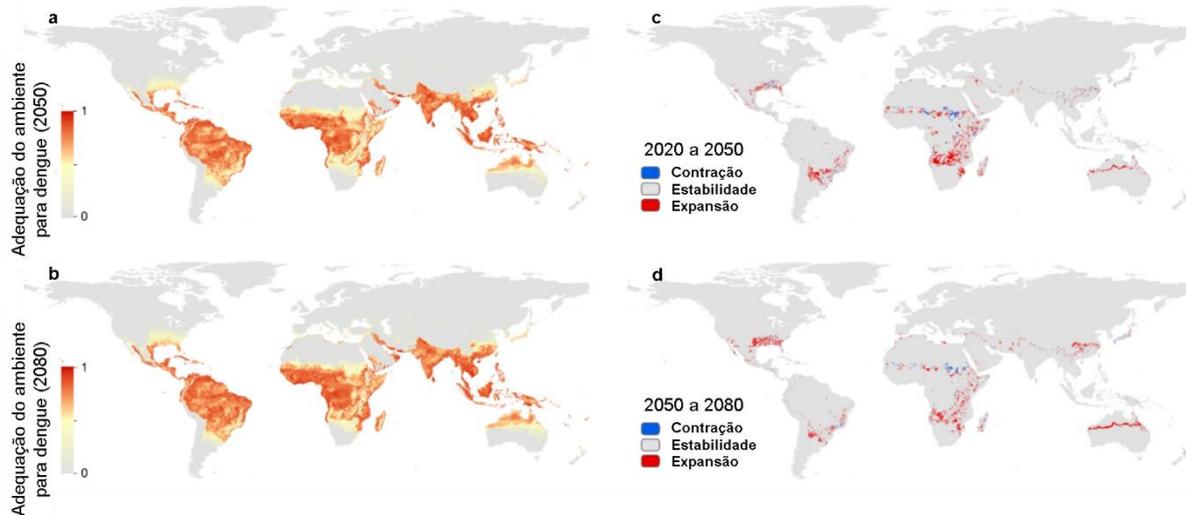
Fonte: O autor.

Os mosquitos do gênero *Aedes* pertencem à classe Insecta, ordem Diptera e a família Culicidae. O *Aedes aegypti* L. é nativo do continente africano, porém, atualmente, encontra-se disseminado predominantemente nas regiões tropicais e subtropicais do mundo, com destaque para: Américas, África, Ásia e Oceania (BARROS; FEITOSA, 2019; COSME *et al.*, 2020). O aumento de sua proliferação e, conseqüentemente, das doenças virais transmitidas pelo mosquito *Aedes* estão intimamente associadas à crescente urbanização e às mudanças climáticas (WHO, 2017).

A dengue, uma das doenças transmitidas pelo mosquito do gênero *Aedes*, causa cerca de 22.000 mortes por ano no mundo e já alcançou mais de 100 países (KABIR *et al.*, 2021). Aproximadamente metade da população mundial vive atualmente em áreas ambientalmente adequadas para a transmissão da dengue (MESSINA *et al.*, 2019). Foram feitas projeções da distribuição global da dengue em 2050 e 2080 (Fig. 16). As previsões realizadas se basearam na análise de um conjunto de variáveis para caracterizar com precisão a distribuição da dengue. Estas foram: (1) adequação da temperatura para a transmissão da dengue; (2) precipitação anual cumulativa; (3) umidade relativa mínima; (4) produto interno bruto (PIB) per capita; (5) densidade da população humana; (6) adequação ambiental para o *Aedes aegypti* (MESSINA *et al.*, 2019).



Figura 16. Dados de adequação do ambiente para a dengue projetados para 2050 (a) e 2080 (b). Áreas classificadas como possível contração, estabilidade e expansão da dengue de 2020 a 2050 (c) e de 2050 a 2080 (d).



Fonte: Adaptado de MESSINA *et al.* (2019).

A adequação ambiental é definida como a probabilidade condicional de observar dengue em uma média de longo prazo, dado o estado do meio ambiente no local (MESSINA *et al.*, 2019). Este parâmetro varia de 0 a 1, sendo 0 um ambiente totalmente desfavorável para o mosquito *Aedes* e 1 totalmente favorável à sua sobrevivência e proliferação.

Pode-se ver na Figura 16 o resultado que prevê altos níveis de adequação ambiental para a dengue em muitas áreas dentro das zonas tropicais e subtropicais em 2050 e 2080, que já são regiões endêmicas, com destaque para América do Sul, Sudeste Asiático e África Central. Esse crescimento será em grande parte impulsionado pelo aumento populacional e fatores climáticas favoráveis, como aquecimento e aumento das chuvas (MESSINA *et al.*, 2019). A dengue é causada por cinco sorotipos diferentes (NDII *et al.*, 2021). As pessoas que foram infectadas por um sorotipo ganham imunidade vitalícia àquele sorotipo, contudo, têm maior chance de contrair as formas mais perigosas da dengue na infecção secundária (NDII *et al.*, 2021).

As formas evolutivas do *A. aegypti* passam por quatro fases: ovo, quatro estágios larvais (L1, L2, L3 e L4), pupa e mosquito. O período de cada fase de desenvolvimento depende de características intrínsecas de cada espécie (fatores endógenos) e das condições ambientais (fatores exógenos, como temperatura e sombreamento adequados, chuva, predadores, entre outros) (BARROS; FEITOSA, 2019). Em condições favoráveis o ovo pode eclodir em até 48 h, porém, em condições desfavoráveis, como a falta de água, pode demorar até cerca de 450 dias (BARROS; FEITOSA, 2019; BRASIL, 2001).

Após a eclosão dos ovos, originam-se as larvas e depois as pupas, que não se alimentam e podem ser machos ou fêmeas (TIMERMAN; NUNES; LUZ, 2012). Para obter oxigênio atmosférico, as larvas posicionam-se na interface da água com o ar e adquirem posição corporal perpendicular em



relação à superfície da água. A fase larvária é um período de alimentação e crescimento, em que a larva se alimenta principalmente de material orgânico acumulado nas paredes e fundo dos recipientes onde estiver (BRASIL, 2001). Em condições ótimas, o período entre a eclosão do ovo, passagem pelos quatro estágios de desenvolvimento da larva e transformação em pupa é de cerca de 5 dias (BRASIL, 2001).

O estado pupal dura, geralmente, de dois a três dias até evoluir para o mosquito (BRASIL, 2001). A principal fonte de alimentação dos mosquitos é da seiva de plantas, no entanto, as fêmeas do *A. aegypti* são hematófagas, sendo uma ingestão de proteína necessária para a formação dos ovos (BRASIL, 2001). As fêmeas dos mosquitos alimentam-se do sangue de animais invertebrados, com maior predileção pelo homem, principalmente durante o dia. Os machos vivem poucos dias, mas as fêmeas podem chegar a 100 dias de vida e durante esse tempo, uma única fêmea pode colocar até 300 ovos (BARROS; FEITOSA, 2019).

## 9.2 ATIVIDADE LARVICIDA

A busca por larvicidas naturais, aplicados em *A. aegypti*, como os OEs, vem crescendo pela elevada disponibilidade de muitas plantas, que são biodegradáveis, com baixo custo e baixa toxicidade em organismos não alvo.

Quando as larvas entram em contato com o OE tóxico, os sintomas que a maioria delas apresentam são: excitação, convulsão e hiperatividade (DIAS; MORAES, 2014). Uma pesquisa utilizando o OE em atividade larvicida em *A. aegypti* constatou que a letalidade se deu por um modo de ação neuro tóxico, com ataque ao sistema neuromuscular (AZEVEDO *et al.*, 2018). Não se sabe ao certo se a toxicidade se deve ao contato ou a ingestão do produto ou aos dois.

Outro trabalho realizado utilizando o OE em larvas de *A. aegypti* em estágio L4 constatou toxicidade neurocomportamental incluindo: coordenação prejudicada, movimentos alterados, mordida agressiva ao sifão, incapacidade de subir à superfície da água, tremores e paralisia (KABIR *et al.*, 2013). Todos esses sintomas relatados foram observados nos experimentos realizados.

As larvas são usadas preferencialmente em relação aos adultos por diferentes razões. Em termos de controle populacional, as larvas são alvos fáceis para os inseticidas, pois não voam e vivem em grupos, podendo ser encontradas e exterminadas em grande número de uma só vez. As larvas de primeiro e segundo instar são muito pequenas em comparação com o terceiro e quarto instar. Logo, as larvas maiores são mais fáceis de manusear e de contar em ensaios toxicológicos. Além disso, L4 é o último estágio antes da pupação, que é um período de transição para a idade adulta. Durante a transição, as larvas estão sob a ação de diferentes reguladores de crescimento que podem interferir na passagem para o adulto, e vários inseticidas atuam na transição do adulto em estágio L4. Por essas razões, larvas em estágio mais avançado de desenvolvimento são utilizadas em bioensaios (Fig. 17).

Figura 17. Experimento larvicida com *A. aegypti* em estágio L4.



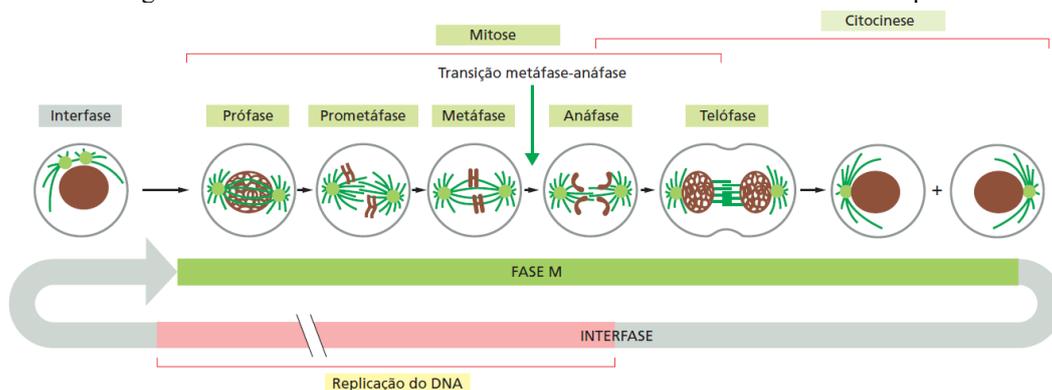
Fonte: O autor.

Para comparar a atividade larvicida do OE em solvente e do OE complexado com HP $\beta$ CD, alguns trabalhos foram selecionados. Em todos eles foram observados que o OE contido nos CIs apresentou valor de CL<sub>50</sub> (concentração letal para matar 50% da população) próximo ao OE não complexado nos experimentos larvicidas em *A. aegypti* (GALVÃO *et al.*, 2015, 2019; PANDIYAN; MATHEW; MUNUSAMY, 2019). As avaliações de mortalidade ocorreram após 24 h de exposição do OE ou do CI às larvas. Além disso, os CIs são formados de um oligossacarídeo derivado do amido, que pode ser uma fonte de alimentação para as larvas, podendo favorecer a mortalidade das mesmas através de um mecanismo de “cavalos de Troia” (P. FERREIRA *et al.*, 2019).

## 10 CICLO CELULAR E ALTERAÇÕES CROMOSSÔMICAS

A germinação de sementes e o crescimento das plantas ocorre através do desenvolvimento correto das células, a partir de sua reprodução e multiplicação. Os três processos fundamentais para o desenvolvimento do ciclo das células eucarióticas são: Mitose, citocinese e intérfase (Fig. 18). Cada um desempenha um papel importante na divisão e reprodução das células. O ciclo celular eucariótico ocorre com o crescimento das células e replicação cromossômica, através da segregação dos cromossomos e divisão celular (AMABIS; MARTHO, 2009).

Figura 18. Os eventos da divisão celular eucariótica vistos sob o microscópio.



Fonte: ALBERTS (2017).



Os cromossomos das células eucarióticas são longos fios constituídos por uma molécula de DNA associada a diversas proteínas, em um arranjo altamente complexo (AMABIS; MARTHO, 2009). Os processos de divisão nuclear (mitose) e divisão celular (citocinese), coletivamente chamados de fase M, normalmente ocupam somente uma pequena fração do ciclo celular (Fig. 18) (ALBERTS, 2017). A mitose ocorre com a segregação dos cromossomos e divisão celular da cópia dos cromossomos em duas células-filhas geneticamente idênticas. A mitose contém cinco etapas: prófase, prometáfase, metáfase, anáfase e telófase (Fig. 18). Uma mudança brusca no estado bioquímico da célula ocorre na transição da metáfase à anáfase (ALBERTS, 2017). A célula pode fazer uma pausa antes desse ponto de transição, mas, uma vez ultrapassado esse ponto, a célula continua até o fim da mitose e atravessa a citocinese, chegando à interfase (ALBERTS, 2017). A anáfase é uma etapa muito importante, pois é onde ocorre a segregação das cromátides. A outra parte do ciclo, muito mais longa, é conhecida como interfase, que é a fase de crescimento e duplicação do DNA (ALBERTS, 2017). Esses processos trabalham em conjunto para garantir a reprodução e o crescimento adequados das células.

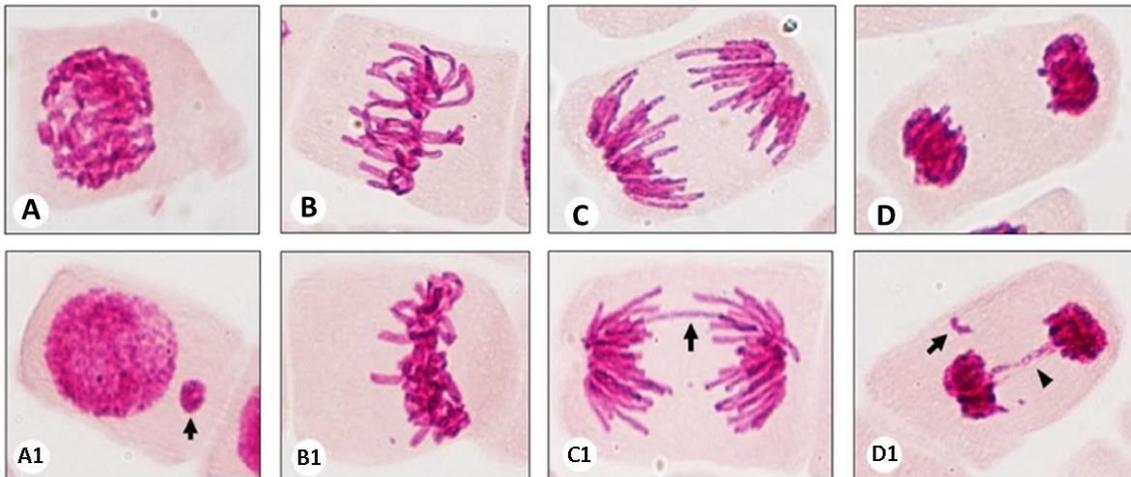
A citotoxicidade celular mede o efeito tóxico de uma substância, como o óleo essencial, sob as células. Para avaliar a citotoxicidade pode-se utilizar o índice mitótico. Esse parâmetro corresponde à razão entre o número de células em divisão e o número total de células observadas por lâmina, que são 1000 (ALBERTS, 2017). A redução do índice mitótico pode indicar alterações de ação química no crescimento, desenvolvimento e multiplicação celular, e como consequência, a germinação e o crescimento das plantas são afetados (ALBERTS, 2017). Assim, podem surgir anormalidades cromossômicas, que são mudanças na estrutura e/ou número de cromossomos.

A presença de alterações cromossômicas demonstra o efeito genotóxico de substâncias. O mecanismo de ação dessas substâncias na célula pode ser aneugênico (interfere no fuso mitótico causando erros durante a segregação) ou clastogênico (induz a quebra no DNA). As cinco anormalidades cromossômicas mais comuns podem ser por ação aneugênica (c-metáfase, cromossomo aderente e cromossomo não orientado) ou clastogênica (ponte e quebra cromossômica) (Fig. 19) (PARVAN et al., 2020).

A presença de alterações nucleares demonstra o efeito mutagênico, sendo as principais: núcleo condensado ou micronúcleo, que ocorrem por efeito aneugênico. Essas alterações celulares são manifestadas na germinação, crescimento radicular e aéreo da planta, assim é avaliado a atividade herbicida ou fitotóxica. Normalmente utilizam-se células de plantas modelo como alface (*Lactuca sativa* L.), que possuem alta sensibilidade, um baixo número de cromossomos e estes são relativamente longos, o que facilita a visualização microscópica (SANTIAGO et al., 2017; SILVEIRA et al., 2017).



Figura 19. Ciclo celular: prófase (A), metáfase (B), anáfase (C) e telófase (D). Anormalidades cromossômicas: prófase com micronúcleo (A1), metáfase com cromossomo aderente (B1), anáfase com ponte cromossômica (C1), telófase com quebra e ponte cromossômica (D1).



Fonte: Adaptado de SANTOS; SOMMAGGIO; MARIN-MORALES (2022).

## 11 PLANTAS INVASORAS

As plantas invasoras ou plantas daninhas são plantas que crescem espontaneamente, como por exemplo *Lolium multiflorum* e *Bidens pilosa* L. Essas espécies crescem, florescem, invadem e dominam os ecossistemas naturais e plantações agrícolas, por isso são indesejáveis (DIAS; NOZARI; SANTARÉM, 2017).

*Bidens pilosa* pertence à família Asteraceae e é popularmente conhecida como picão preto (Fig. 20) (DIAS; NOZARI; SANTARÉM, 2017). Essa espécie é nativa da América do Sul e atualmente é encontrada em muitos países tropicais e subtropicais do mundo (BORGES et al., 2013). *B. pilosa* é conhecida como uma planta invasora que afeta o crescimento agrícola de culturas de feijão, milho e sorgo (SOUZA; VELINI; MAIOMONI-RODELLA, 2003).

*Lolium multiflorum* é conhecida como azevém e pertence à família Poaceae (Fig. 21). Essa espécie é uma gramínea anual comum no oeste dos Estados Unidos e em regiões mais frias, como o sul do Brasil (FIRESTONE; JASIENIUK, 2012). Embora o azevém seja utilizado como espécie forrageira durante o inverno, ele pode se constituir em planta invasora em culturas como trigo e milho (ROMAN et al., 2004).

Figura 20. *Bidens pilosa*.



Fonte: Flora de Santa Catarina ([encurtador.com.br/aciCU](http://encurtador.com.br/aciCU)).

Figura 21. *Lolium multiflorum*.



Fonte: Flora campestre ([encurtador.com.br/mpuJ0](http://encurtador.com.br/mpuJ0)).



## REFERÊNCIAS

- ALBERTS, B. *Biologia Molecular da Célula*. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- ALOLGA, R. N. et al. GC-MS-based metabolomics, antibacterial and anti-inflammatory investigations to characterize the quality of essential oil obtained from dried *Xylopia aethiopica* fruits from Ghana and Nigeria. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, p. jphp.13150, 5 ago. 2019.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia das células*. 3. ed. São Paulo: Moderna plus, 2009.
- AMIRI, E. et al. Combined antioxidant and sensory effects of corn starch films with nanoemulsion of *Zataria multiflora* essential oil fortified with cinnamaldehyde on fresh ground beef patties. *Meat Science*, v. 153, p. 66–74, jul. 2019.
- ARAKI, K.; TOMA, H. E. Química de sistemas supramoleculares constituídos por porfirinas e complexos metálicos. *Química Nova*, v. 25, n. 6a, p. 962–975, nov. 2002.
- ASBAHANI, A. E. et al. Essential oils: From extraction to encapsulation. *International Journal of Pharmaceutics*, v. 483, n. 1–2, p. 220–243, abr. 2015.
- ASSADPOUR, E.; JAFARI, S. M. Advances in Spray-Drying Encapsulation of Food Bioactive Ingredients: From Microcapsules to Nanocapsules. *Annual Review of Food Science and Technology*, v. 10, n. 1, p. 103–131, 25 mar. 2019.
- ASSIS, L. M. DE et al. Revisão: características de nanopartículas e potenciais aplicações em alimentos. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 15, n. 2, p. 99–109, 24 abr. 2012.
- ATTARD, P.; ANTELMÍ, D.; LARSON, I. Comparison of the Zeta Potential with the Diffuse Layer Potential from Charge Titration. *Langmuir*, v. 16, n. 4, p. 1542–1552, fev. 2000.
- AZEVEDO, S. G. et al. Bioactivity of *Licaria puchury*-major Essential Oil Against *Aedes aegypti*, *Tetranychus urticae* and *Cerataphis lataniae*. *Records of Natural Products*, v. 12, n. 3, p. 229–238, 15 jan. 2018.
- BANDEIRA, J. M. et al. Composição do óleo essencial de quatro espécies do gênero *Plectranthus*. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 13, n. 2, p. 157–164, 2011.
- BARBALHO, S. M. et al. *Psidium Guajava* (Guava): A Plant of Multipurpose Medicinal Applications. *Medicinal & Aromatic Plants*, v. 01, n. 04, p. 1–6, 2012.
- BARBOSA, L. C. DE A. *Espectroscopia no Infravermelho*. 1. ed. Viçosa: UFV, 2007.
- BARROS, V. C.; FEITOSA, C. M. *Produtos naturais no combate ao mosquito Aedes aegypti*. 1. ed. [s.l.] Átomo, 2019.
- BISWAS, K. K. et al. Essential oil production: relationship with abundance of glandular trichomes in aerial surface of plants. *Acta Physiologiae Plantarum*, v. 31, n. 1, p. 13–19, jan. 2009.
- BORGES, C. C. et al. *Bidens pilosa* L. (Asteraceae): traditional use in a community of southern Brazil. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 15, n. 1, p. 34–40, 2013.
- BRASIL. *Dengue Instruções para Pessoal de Combate ao Vetor*. 3. ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2001.



BRASILEIRO, J. S. L. Microencapsulação de compostos bioativos: inovação em diferentes áreas. p. 71, 2011.

BREWSTER, M. E.; LOFTSSON, T. Cyclodextrins as pharmaceutical solubilizers. *Advanced Drug Delivery Reviews*, v. 59, n. 7, p. 645–666, jul. 2007.

CALVO, P. et al. Effects of microcapsule constitution on the quality of microencapsulated walnut oil. *European Journal of Lipid Science and Technology*, v. 113, n. 10, p. 1273–1280, out. 2011.

CHARLES, D. J.; SIMON, J. E. Comparison of Extraction Methods for the Rapid Determination of Essential Oil Content and Composition of Basil. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 115, n. 3, p. 458–462, maio 1990.

CHAROENLAP, N. et al. Optimization of cyclodextrin production from sago starch. *Bioresource Technology*, v. 92, n. 1, p. 49–54, mar. 2004.

CHAUDHARY, V. B.; PATEL, J. K. CYCLODEXTRIN INCLUSION COMPLEX TO ENHANCE SOLUBILITY OF POORLY WATER SOLUBLE DRUGS: A REVIEW. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 1. v. 4, p. 68–76, 2013.

CHEN, Q. et al. Orange Fragrance with Sustained-Release Properties Prepared by Nanoethosomal Encapsulation of Natural Orange Essential Oil. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*, v. 19, n. 11, p. 7464–7470, 1 nov. 2019.

CHRISTAKI, E. et al. Innovative uses of aromatic plants as natural supplements in nutrition. Em: *Feed Additives*. [s.l.] Elsevier, 2020. p. 19–34.

CIOBANU, A.; LANDY, D.; FOURMENTIN, S. Complexation efficiency of cyclodextrins for volatile flavor compounds. *Food Research International*, v. 53, n. 1, p. 110–114, ago. 2013.

CLETON, N. et al. Come fly with me: Review of clinically important arboviruses for global travelers. *Journal of Clinical Virology*, v. 55, n. 3, p. 191–203, nov. 2012.

CODAY, B. D. et al. Indirect determination of zeta potential at high ionic strength: Specific application to semipermeable polymeric membranes. *Journal of Membrane Science*, v. 478, p. 58–64, mar. 2015.

CONNORS, K. A. Population Characteristics of Cyclodextrin Complex Stabilities in Aqueous Solution. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, v. 84, n. 7, p. 843–848, jul. 1995.

CORRADINI, E. et al. Estudo Comparativo de Amidos Termoplásticos Derivados do Milho com Diferentes Teores de Amilose. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, v. 15, n. 4, p. 268–273, 2005.

CORRÊA-FILHO, L.; MOLDÃO-MARTINS, M.; ALVES, V. Advances in the Application of Microcapsules as Carriers of Functional Compounds for Food Products. *Applied Sciences*, v. 9, n. 3, p. 571, 9 fev. 2019.

COSME, L. V. et al. Evolution of kdr haplotypes in worldwide populations of *Aedes aegypti*: Independent origins of the F1534C kdr mutation. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 14, n. 4, p. e0008219, 16 abr. 2020.

DAS, S. et al. Encapsulation in chitosan-based nanomatrix as an efficient green technology to boost the antimicrobial, antioxidant and in situ efficacy of *Coriandrum sativum* essential oil. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 133, p. 294–305, jul. 2019.



DAVIET, L.; SCHALK, M. Biotechnology in plant essential oil production: progress and perspective in metabolic engineering of the terpene pathway. *Flavour and Fragrance Journal*, v. 25, n. 3, p. 123–127, maio 2010.

DE LIMA, J. R.; ALVES, L. D. S.; DE SANTANA, D. P. Complexos de inclusão como estratégia para veiculação de óleos essenciais. *Revista Brasileira de Farmácia*, v. 93, p. 397–402, 2012.

DENARDIN, C. C.; SILVA, L. P. DA. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. *Ciência Rural*, v. 39, n. 3, p. 945–954, 9 jan. 2009.

DIAS, C. N.; MORAES, D. F. C. Essential oils and their compounds as *Aedes aegypti* L. (Diptera: Culicidae) larvicides: review. *Parasitology Research*, v. 113, n. 2, p. 565–592, fev. 2014.

DIAS, M. P.; NOZARI, R. M.; SANTARÉM, E. R. Herbicide activity of natural compounds from *Baccharis* spp. Herbicidal activity of natural compounds from *Baccharis* spp. on the germination and seedlings growth of *Lactuca sativa* and *Bidens pilosa*. *Allelopathy Journal*, v. 42, n. 1, p. 21–36, set. 2017.

EKAMBARAM, P.; SATHALI, A. A. H.; PRIYANKA, K. SOLID LIPID NANOPARTICLES: A REVIEW. p. 23, 2012.

FALOWO, A. B. et al. Phytochemical Constituents and Antioxidant Activity of Sweet Basil (*Ocimum basilicum* L.) Essential Oil on Ground Beef from Boran and Nguni Cattle. *International Journal of Food Science*, v. 2019, p. 1–8, 1 jan. 2019.

FAVARO-TRINDADE, C. S.; DE PINHO, S. C.; ROCHA, G. A. Review: Microencapsulation of food ingredients. *Braz. J. Food Technol.*, v. 11, n. 2, p. 11, 2008.

FERREIRA-DE-LIMA, V. H.; LIMA-CAMARA, T. N. Natural vertical transmission of dengue virus in *Aedes aegypti* and *Aedes albopictus*: a systematic review. *Parasites & Vectors*, v. 11, n. 1, p. 77, dez. 2018.

FIRESTONE, J. L.; JASIENIUK, M. Seed production is reduced by small population size in natural populations of the invasive grass *Lolium multiflorum*. *Biological Invasions*, v. 14, n. 12, p. 2519–2529, dez. 2012.

FLORENCE, A. T.; ATTWOOD, D. Princípios físico-químicos em farmácia. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2003. v. 4

FLORI, J. E. Principais Variedades de Goiaba. *Revista Campo e Negócios HF*, v. 8, n. 129, p. 72–73, fev. 2016.

FRANZON, R. C. et al. Araçás do Gênero *Psidium*: principais espécies, ocorrência, descrição e usos. *Embrapa Cerrados*, v. 266, p. 48, 2009.

GALLI, G. M. et al. Low Dose of Nanocapsules Containing Eucalyptus Oil Has Beneficial Repellent Effect Against Horn Fly (Diptera: Muscidae). *Journal of Economic Entomology*, 20 set. 2018.

GALVÃO, J. G. et al.  $\beta$ -cyclodextrin inclusion complexes containing *Citrus sinensis* (L.) Osbeck essential oil: An alternative to control *Aedes aegypti* larvae. *Thermochimica Acta*, v. 608, p. 14–19, maio 2015.



GALVÃO, J. G. et al. Lippia gracilis essential oil in  $\beta$ -cyclodextrin inclusion complexes: an environmentally safe formulation to control Aedes aegypti larvae: Lippia gracilis essential oil in  $\beta$ -cyclodextrin inclusion complexes. *Pest Management Science*, v. 75, n. 2, p. 452–459, fev. 2019.

GAO, S. et al. Physicochemical properties and fungicidal activity of inclusion complexes of fungicide chlorothalonil with  $\beta$ -cyclodextrin and hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin. *Journal of Molecular Liquids*, v. 293, p. 111513, nov. 2019.

GIANNENAS, I. et al. The history of herbs, medicinal and aromatic plants, and their extracts. Em: *Feed Additives*. [s.l.] Elsevier, 2020. p. 1–18.

GODOY NETTO, A. V. DE; FREM, R. C. G.; MAURO, A. E. A química supramolecular de complexos pirazólicos. *Química Nova*, v. 31, n. 5, p. 1208–1217, 2008.

GOMES, L. M. M. et al. Inclusion complexes of red bell pepper pigments with  $\beta$ -cyclodextrin: Preparation, characterisation and application as natural colorant in yogurt. *Food Chemistry*, v. 148, p. 428–436, abr. 2014.

GRESSLER, E.; PIZO, M. A.; MORELLATO, L. P. C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. *Revista Brasileira de Botânica*, v. 29, n. 4, p. 509–530, dez. 2006.

GUPTA, S.; VARIYAR, P. S. Nanoencapsulation of essential oils for sustained release: application as therapeutics and antimicrobials. Em: *Encapsulations*. [s.l.] Elsevier, 2016. p. 641–672.

GUTERRES, S. S.; ALVES, M. P.; POHLMANN, A. R. Polymeric Nanoparticles, Nanospheres and Nanocapsules, for Cutaneous Applications. *Drug Target Insights*, v. 2, p. 117739280700200, jan. 2007.  
HARADA, A.; TAKASHIMA, Y.; YAMAGUCHI, H. Cyclodextrin-based supramolecular polymers. *Chemical Society Reviews*, v. 38, n. 4, p. 875, 2009.

HARADA, H.; MISAWA, N. Novel approaches and achievements in biosynthesis of functional isoprenoids in Escherichia coli. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 84, n. 6, p. 1021–1031, out. 2009.

HERRERA, A. et al. Antifungal and physicochemical properties of inclusion complexes based on  $\beta$ -cyclodextrin and essential oil derivatives. *Food Research International*, v. 121, p. 127–135, jul. 2019.  
HONG, K.; PARK, S. Melamine resin microcapsules containing fragrant oil: synthesis and characterization. *Materials Chemistry and Physics*, v. 58, n. 2, p. 128–131, mar. 1999.

JAFELICCI JUNIOR, M.; VARANDA, L. C. O mundo dos colóides. *Química Nova na Escola*, v. 9, p. 9–13, 1999.

JAMIL, B. et al. Encapsulation of Cardamom Essential Oil in Chitosan Nano-composites: In-vitro Efficacy on Antibiotic-Resistant Bacterial Pathogens and Cytotoxicity Studies. *Frontiers in Microbiology*, v. 7, 4 out. 2016.

JANSOOK, P.; OGAWA, N.; LOFTSSON, T. Cyclodextrins: structure, physicochemical properties and pharmaceutical applications. *International Journal of Pharmaceutics*, v. 535, n. 1–2, p. 272–284, jan. 2018.

JOSEPH, B. REVIEW ON NUTRITIONAL, MEDICINAL AND PHARMACOLOGICAL PROPERTIES OF GUAVA (PSIDIUM GUAJAVA LINN.). v. 2, n. 1, p. 17, 2011.



JOYE, I. J.; MCCLEMENTS, D. J. Biopolymer-based nanoparticles and microparticles: Fabrication, characterization, and application. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, v. 19, n. 5, p. 417–427, out. 2014.

KABIR, K. E. et al. Growth-disrupting, larvicidal and neurobehavioral toxicity effects of seed extract of *Seseli diffusum* against *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae). *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 90, p. 52–60, abr. 2013.

KABIR, M. A. et al. Dengue Detection: Advances in Diagnostic Tools from Conventional Technology to Point of Care. *Biosensors*, v. 11, n. 7, p. 206, 23 jun. 2021.

KALLELI, F. et al. Chemical composition and antioxidant potential of essential oil and methanol extract from Tunisian and French fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) seeds. *Journal of Food Biochemistry*, v. 43, n. 8, ago. 2019.

KFOURY, M. et al. Encapsulation in cyclodextrins to widen the applications of essential oils. *Environmental Chemistry Letters*, v. 17, n. 1, p. 129–143, mar. 2019.

KNAAK, N.; FIUZA, L. Potencial dos óleos essenciais de plantas no controle de insetos e microrganismos. *Neotropical Biology and Conservation*, v. 5, n. 2, p. 120–132, 10 set. 2010.

KÜLHEIM, C. et al. The Eucalyptus terpene synthase gene family. *BMC Genomics*, v. 16, n. 1, p. 450, dez. 2015.

LANGE, B. M. et al. Isoprenoid biosynthesis: The evolution of two ancient and distinct pathways across genomes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 97, n. 24, p. 13172–13177, 21 nov. 2000.

MAGALHÃES, T. S. S. DE A. et al. Development and Evaluation of Antimicrobial and Modulatory Activity of Inclusion Complex of *Euterpe oleracea* Mart Oil and  $\beta$ -Cyclodextrin or HP- $\beta$ -Cyclodextrin. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 21, n. 3, p. 942, 31 jan. 2020.

MANGANARIS, G. A. et al. Antioxidant Phytochemicals in Fresh Produce: Exploitation of Genotype Variation and Advancements in Analytical Protocols. *Frontiers in Chemistry*, v. 5, p. 95, 6 fev. 2018.  
MARQUES, H. M. C. A review on cyclodextrin encapsulation of essential oils and volatiles. *Flavour and Fragrance Journal*, v. 25, n. 5, p. 313–326, set. 2010.

MARRETO, R. N. et al. Thermal analysis and gas chromatography coupled mass spectrometry analyses of hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin inclusion complex containing *Lippia gracilis* essential oil. *Thermochimica Acta*, v. 475, n. 1–2, p. 53–58, set. 2008.

MEDINA, A. L. et al. Araçá (*Psidium cattleianum* Sabine) fruit extracts with antioxidant and antimicrobial activities and antiproliferative effect on human cancer cells. *Food Chemistry*, v. 128, n. 4, p. 916–922, out. 2011.

MENDES, L. A. et al. Larvicidal effect of essential oils from Brazilian cultivars of guava on *Aedes aegypti* L. *Industrial Crops and Products*, v. 108, p. 684–689, dez. 2017.

MENDES, L. A. et al. Spring alterations in the chromatographic profile of leaf essential oils of improved guava genotypes in Brazil. *Scientia Horticulturae*, v. 238, p. 295–302, ago. 2018.



- MENDES, L. A. et al. Development of inclusion complexes of 2-hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin with Psidium guajava L. essential oil by freeze-drying and kneading methods for application as Aedes aegypti L. larvicide. *Natural Product Research*, p. 1–5, 18 ago. 2022.
- MENDES, L. A. et al. Optimization of inclusion complex's preparation of Psidium cattleianum S. essential oil and 2-hydroxypropyl- $\beta$ -cyclodextrin by central composite design for application as larvicide in Aedes aegypti L. *Industrial Crops and Products*, v. 194, p. 116333, abr. 2023.
- MESSINA, J. P. et al. The current and future global distribution and population at risk of dengue. *Nature Microbiology*, v. 4, n. 9, p. 1508–1515, set. 2019.
- MORAIS, L. A. S. DE. INFLUÊNCIA DOS FATORES ABIÓTICOS NA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS. *Horticultura Brasileira*, v. 27, n. 2, p. 4050–4063, 2009.
- MOTHANA, R. A. et al. Analysis of Chemical Composition and Assessment of Cytotoxic, Antimicrobial, and Antioxidant Activities of the Essential Oil of Meriandra dianthera Growing in Saudi Arabia. *Molecules*, v. 24, n. 14, p. 2647, 22 jul. 2019.
- NDII, M. Z. et al. Estimating the reproduction number and designing the integrated strategies against dengue. *Results in Physics*, v. 27, n. 104473, p. 10, 2021.
- OGOSHI, T.; HARADA, A. Chemical Sensors Based on Cyclodextrin Derivatives. *Sensors*, v. 8, n. 8, p. 4961–4982, 25 ago. 2008.
- OKOH, S. O.; OKOH, O. O.; OKOH, A. I. Inhibitory effects of Azadirachta indica secondary metabolites formulated cosmetics on some infectious pathogens and oxidative stress radicals. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, v. 19, n. 1, p. 123, dez. 2019.
- OLIVEIRA-FILHO, R. D. DE et al. Biological Activities and Pharmacological Applications of Cyclodextrins Complexed with Essential Oils and Their Volatile Components: A Systematic Review. *Current Pharmaceutical Design*, v. 24, n. 33, p. 3951–3963, 12 nov. 2018.
- OLUGU, S. V. et al. Effect of Drypetes gossweileri essential oil and irradiation treatments on inhibition and sensitivity of bacterial spores. *Food Science and Technology International*, p. 108201321986565, 12 ago. 2019.
- OZDEMIR, N. et al. Preparation of black pepper oleoresin inclusion complexes based on beta-cyclodextrin for antioxidant and antimicrobial delivery applications using kneading and freeze drying methods: A comparative study. *LWT*, v. 91, p. 439–445, maio 2018.
- P. FERREIRA, T. et al. Prolonged mosquitocidal activity of Siparuna guianensis essential oil encapsulated in chitosan nanoparticles. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, v. 13, n. 8, p. e0007624, 9 ago. 2019.
- PANDIYAN, G. N.; MATHEW, N.; MUNUSAMY, S. Larvicidal activity of selected essential oil in synergized combinations against Aedes aegypti. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 174, p. 549–556, jun. 2019.
- PARVAN, L. G. et al. Bioensaio com Allium cepa revela genotoxicidade de herbicida com flumioxazina. *Revista Pan-Amazônica de Saúde*, v. 11, n. 0, set. 2020.
- PATEL, S. Exotic tropical plant Psidium cattleianum: a review on prospects and threats. *Reviews in Environmental Science and Bio/Technology*, v. 11, n. 3, p. 243–248, set. 2012.



PATIL, J. S. et al. INCLUSION COMPLEX SYSTEM; A NOVEL TECHNIQUE TO IMPROVE THE SOLUBILITY AND BIOAVAILABILITY OF POORLY SOLUBLE DRUGS: A REVIEW. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, v. 2, n. 2, p. 29–34, 2010.

PIRES, F. Q. et al. Lipid nanoparticles as carriers of cyclodextrin inclusion complexes: A promising approach for cutaneous delivery of a volatile essential oil. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v. 182, p. 110382, out. 2019.

PRAKASH, B. et al. Nanoencapsulation: An efficient technology to boost the antimicrobial potential of plant essential oils in food system. *Food Control*, v. 89, p. 1–11, jul. 2018.

RAKMAI, J. et al. Inclusion complex formation of cyclodextrin with its guest and their applications. *Biology, Engineering and Medicine*, v. 2, n. 1, 2016.

RODRÍGUEZ, J. et al. Current encapsulation strategies for bioactive oils: From alimentary to pharmaceutical perspectives. *Food Research International*, v. 83, p. 41–59, maio 2016.

ROHMER, M. et al. Glyceraldehyde 3-Phosphate and Pyruvate as Precursors of Isoprenic Units in an Alternative Non-mevalonate Pathway for Terpenoid Biosynthesis. *Journal of the American Chemical Society*, v. 118, n. 11, p. 2564–2566, jan. 1996.

ROMAN, E. S. et al. Resistência de azevém (*Lolium multiflorum*) ao herbicida glyphosate. *Planta Daninha*, v. 22, n. 2, p. 301–306, jun. 2004.

SAGALOWICZ, L.; LESER, M. E. Delivery systems for liquid food products. *Current Opinion in Colloid & Interface Science*, v. 15, n. 1–2, p. 61–72, abr. 2010.

SÁNCHEZ ROJAS, F.; BOSCH OJEDA, C. Recent development in derivative ultraviolet/visible absorption spectrophotometry: 2004–2008. *Analytica Chimica Acta*, v. 635, n. 1, p. 22–44, mar. 2009.

SANGWAN, N. S. et al. Regulation of essential oil production in plants. *Plant Growth Regulation*, v. 34, p. 3–21, 2001.

SANTIAGO, J. DE A. et al. Cytogenotoxic effect of essential oil from *Backhousia citriodora* L. (Myrtaceae) on meristematic cells of *Lactuca sativa* L. *South African Journal of Botany*, v. 112, p. 515–520, set. 2017.

SANTOS, T.; SOMMAGGIO, L. R. D.; MARIN-MORALES, M. A. Phyto-genotoxicity assessment of different associations between sludges from Water and Sewage Treatment Plants, before and after the bioremediation process. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 29, n. 26, p. 40029–40040, jun. 2022.

SCHAFFAZICK, S. R. et al. Caracterização e estabilidade físico-química de sistemas poliméricos nanoparticulados para administração de fármacos. *Química Nova*, v. 26, n. 5, p. 726–737, out. 2003.

SCHMID, G. Cyclodextrin glycosyltransferase production: yield enhancement by overexpression of cloned genes. *Tibtech*, v. 7, n. 9, p. 244–248, 1989.

ŠEREGELJ, V. et al. Application of encapsulated natural bioactive compounds from red pepper waste in yogurt. *Journal of Microencapsulation*, p. 1–31, 13 set. 2019.

SHAH, B. R. et al. Preparation and optimization of Pickering emulsion stabilized by chitosan-tripolyphosphate nanoparticles for curcumin encapsulation. *Food Hydrocolloids*, v. 52, p. 369–377, jan. 2016.



SHETTA, A.; KEGERE, J.; MAMDOUH, W. Comparative study of encapsulated peppermint and green tea essential oils in chitosan nanoparticles: Encapsulation, thermal stability, in-vitro release, antioxidant and antibacterial activities. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 126, p. 731–742, abr. 2019.

SILVA, C. DE S. et al. Inhibition of *Listeria monocytogenes* by *Melaleuca alternifolia* (tea tree) essential oil in ground beef. *International Journal of Food Microbiology*, v. 293, p. 79–86, mar. 2019.  
SILVA, R. C. E et al. Monoterpenes and Sesquiterpenes of Essential Oils from *Psidium* Species and Their Biological Properties. *Molecules*, v. 26, n. 4, p. 965, 12 fev. 2021.

SILVEIRA, G. L. et al. Toxic effects of environmental pollutants: Comparative investigation using *Allium cepa* L. and *Lactuca sativa* L. *Chemosphere*, v. 178, p. 359–367, jul. 2017.

SINGH, R. et al. Characterization of Cyclodextrin Inclusion Complexes – A Review. *Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, v. 2, n. 3, p. 171–183, 2010.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MAIOMONI-RODELLA, R. C. S. Efeito alelopático de plantas daninhas e concentrações de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) no desenvolvimento inicial de eucalipto (*Eucalyptus grandis*). *Planta Daninha*, v. 21, n. 3, p. 343–354, dez. 2003.

STAN, M. S. et al. Essential Oil Microcapsules Immobilized on Textiles and Certain Induced Effects. *Materials*, v. 12, n. 12, p. 2029, 25 jun. 2019.

SU, Z. et al. Inclusion Complex of *Exocarpium Citri Grandis* Essential Oil with  $\beta$ -Cyclodextrin: Characterization, Stability, and Antioxidant Activity. *Journal of Food Science*, v. 84, n. 6, p. 1592–1599, jun. 2019.

SUGANYA, V.; ANURADHA, V. Microencapsulation and Nanoencapsulation: A Review. *International Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, v. 9, n. 3, 25 mar. 2017.

TAO, F. et al. Synthesis and characterization of  $\beta$ -cyclodextrin inclusion complexes of thymol and thyme oil for antimicrobial delivery applications. *LWT - Food Science and Technology*, v. 59, n. 1, p. 247–255, nov. 2014.

TEIXEIRA, B. N. et al. Synthesis and Characterization of Nano-Encapsulated Black Pepper Oleoresin using Hydroxypropyl Beta-Cyclodextrin for Antioxidant and Antimicrobial Applications: Black pepper oleoresin nanoparticles.... *Journal of Food Science*, v. 78, n. 12, p. N1913–N1920, dez. 2013.  
TIAN, M. et al. Chemical composition, antioxidant, antimicrobial and anticancer activities of the essential oil from the rhizomes of *Zingiber striolatum* Diels. *Natural Product Research*, p. 1–5, 25 mar. 2019.

TIMERMAN, A.; NUNES, E.; LUZ, K. *Dengue no Brasil: doença urbana*. 1. ed. São Paulo: Limay, 2012.

TRAPP, S. C.; CROTEAU, R. B. Genomic Organization of Plant Terpene Synthases and Molecular Evolutionary Implications. *Genetics Society of America*, v. 158, p. 811–832, 2001.

TRAPP, S. C.; CROTEAU, R. B. Genomic Organization of Plant Terpene Synthases and Molecular Evolutionary Implications. p. 22, [s.d.].



VAHEDIKIA, N. et al. Biodegradable zein film composites reinforced with chitosan nanoparticles and cinnamon essential oil: Physical, mechanical, structural and antimicrobial attributes. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, v. 177, p. 25–32, maio 2019.

VAN DER VEEN, B. A. et al. Engineering of cyclodextrin glycosyltransferase reaction and product specificity. *Biochimica et Biophysica Acta*, v. 1543, p. 336–360, 2000.

VARAN, G. et al. Amphiphilic cyclodextrin nanoparticles. *International Journal of Pharmaceutics*, v. 531, n. 2, p. 457–469, out. 2017.

VENTURINI, C. DE G. et al. Propriedades e aplicações recentes das ciclodextrinas. *Química Nova*, v. 31, n. 2, p. 360–368, 2008.

VIEIRA, R. F. et al. *Frutas Nativas da Região Centro-Oeste do Brasil*. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2006.

VILLALONGA, R.; CAO, R.; FRAGOSO, A. Supramolecular Chemistry of Cyclodextrins in Enzyme Technology. *Chemical Reviews*, v. 107, n. 7, p. 3088–3116, jul. 2007.

VITTI, K. A.; LIMA, L. M. DE; MARTINES FILHO, J. G. Agricultural and economic characterization of guava production in Brazil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 42, n. 1, p. e-447, 2020.

WADHWA, G. et al. Essential oil–cyclodextrin complexes: an updated review. *Journal of Inclusion Phenomena and Macrocyclic Chemistry*, v. 89, n. 1–2, p. 39–58, out. 2017.

WALTER, M.; SILVA, L. P. DA; EMANUELLI, T. Amido resistente: características físico-químicas, propriedades fisiológicas e metodologias de quantificação. *Ciência Rural*, v. 35, n. 4, p. 974–980, ago. 2005.

WANG, Y. et al. Insecticidal and repellent efficacy against stored-product insects of oxygenated monoterpenes and 2-dodecanone of the essential oil from *Zanthoxylum planispinum* var. *dintanensis*. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 26, n. 24, p. 24988–24997, ago. 2019.

WANG, Y.; JIANG, Z.-T.; LI, R. Complexation and molecular microcapsules of *Litsea cubeba* essential oil with  $\beta$ -cyclodextrin and its derivatives. *European Food Research and Technology*, v. 228, n. 6, p. 865–873, abr. 2009.

WHELEHAN, M.; MARISON, I. W. Microencapsulation using vibrating technology. *Journal of Microencapsulation*, v. 28, n. 8, p. 669–688, dez. 2011.

WHO. *Global Vector Control Response 2017–2030*. Geneva: World Health Organization, 2017.  
World Checklist of Selected Plant Families: Royal Botanic Gardens, Kew. Disponível em: <<http://apps.kew.org/wcsp/>>. Acesso em: 7 abr. 2020.

WU, Z. et al. Multifunctional chitosan-based coating with liposomes containing laurel essential oils and nanosilver for pork preservation. *Food Chemistry*, v. 295, p. 16–25, out. 2019.

YAN, X. et al. Synthesis and Characterization of Melamine-Formaldehyde Microcapsules Containing Pyraclostrobin by In situ Polymerization. *Polymer Science, Series B*, v. 60, n. 6, p. 798–805, nov. 2018.



YAZGAN, H.; OZOGUL, Y.; KULEY, E. Antimicrobial influence of nanoemulsified lemon essential oil and pure lemon essential oil on food-borne pathogens and fish spoilage bacteria. *International Journal of Food Microbiology*, v. 306, p. 108266, out. 2019.

ZARBIN, A. J. G. Química de (nano)materiais. *Química Nova*, v. 30, n. 6, p. 1469–1479, dez. 2007.

## Avaliação do desenvolvimento inicial do cafeeiro sob condições de cultivo em sistema convencional e agroecológico



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-004>

### Lucas Dilan Martins Corrêa

Graduando em Engenharia Agrônoma IFTM - campus Uberlândia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7376-9876>

### Luciana Santos Rodrigues Costa Pinto

Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas - ESALQ/USP

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5822-2787>

### Igor Souza Pereira

Doutor em Fitopatologia – UFLA

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1158-119X>

### Fernanda Vital Ramos de Almeida

Mestre em Ciências Biológicas – UNESP

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9457-1792>

### Fernando Cesar Ferreira

Engenheiro Agrônomo IFTM - campus Uberlândia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-8923-1277>

### Lucas Fernando Faria Lobato

Engenheiro Agrônomo IFTM - campus Uberlândia,

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-0960-6541>

### Marly Carolina Macena da Silva

Graduanda em Engenharia Agrônoma IFTM – campus Uberlândia

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-7946-0015>

### Júlio César Neves dos Santos

Doutor em Engenharia Agrícola - UFC

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9466-5158>

### Henrique Gualberto Vilela Penha

Doutor em Ciência do Solo- UFLA

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1574-5649>

### RESUMO

Apesar da cafeicultura no Brasil se destacar, colocando-o como o maior produtor e exportador do mundo, verifica-se que muitos impactos socioambientais foram sendo desencadeados durante esse processo. Nesse sentido, várias alternativas estão surgindo para o desenvolvimento de uma agricultura que seja mais sustentável. Os sistemas agroflorestais ou agroecológicos (SAF's ou Agrofloresta), são sistemas produtivos que combinam culturas agrícolas com árvores florestais e frutíferas na mesma área, buscando uma utilização mais eficiente dos recursos naturais como solo, água e energia. Partindo dessa premissa, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento inicial de cafeeiros do cultivar “Catuaí Amarelo” em sistemas de cultivo convencional e agroecológico, visando verificar o seu efeito no desenvolvimento da espécie em campo, por meio da determinação de parâmetros morfológicos de altura e diâmetro de colo. O experimento foi instalado na área do Núcleo de Estudos em Agroecologia do IFTM campus Uberlândia e as práticas agrícolas na condução dos dois tratamentos (convencional e agroecológico) respeitaram os conceitos e o manejo envolvidos em cada sistema. As plantas foram cultivadas em espaçamento de 0,8m entre plantas e 2m entre linhas e o delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 3 repetições de 30 plantas. Para a coleta dos parâmetros morfológicos foram realizadas quatro avaliações com o intervalo de 45 dias entre elas. Os resultados mostraram que, durante o período avaliado, as plantas de café cultivadas em sistema agroecológico apresentam valores de altura e diâmetro do colo significativamente maiores que os obtidos para as plantas cultivadas em sistema convencional.

**Palavras-chave:** Café, Sistema Agroflorestal, Sustentabilidade.



## 1 INTRODUÇÃO

Sendo uma das principais *commodities* comercializadas no mundo, o café (*Coffea arabica* e *C. canephora*) é produzido em mais de 60 países em desenvolvimento e é consumido principalmente nos chamados países desenvolvidos, onde pelo menos 14 desses países têm no café 10% ou mais de suas receitas em exportações. Aliado a isso, a Organização Mundial do Consumidor (OMC) ressalta que cerca de 25 milhões de pessoas tem seu sustento dependente da cafeicultura, bem como 100 milhões de pessoas devem estar envolvidas nos processos da cadeia produtiva do café, o que endossa a importância do desenvolvimento sustentável desse mercado (TRAUER et al., 2017).

Em nosso país, a cafeicultura tem grande importância devido a sua ampla capacidade produtiva, posicionando o Brasil como o maior produtor e exportador de café do mundo (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB, 2019). De acordo com o a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA (2020), no Brasil há seis estados produtores de café sendo a liderança ocupada pelo estado de Minas Gerais.

A grande maioria das lavouras cafeeiras brasileiras são formadas por cultivares da espécie arábica (*Coffea arabica*), em torno de 70% das áreas cultivadas, resultando na obtenção de um produto de boa qualidade e maior aceitação no mercado consumidor. A área destinada à cafeicultura nacional em 2022 foi de 2.242,1 mil hectares, sendo 1.841,5 mil hectares para lavouras em produção, com crescimento de 1,8% sobre a safra 2021, e 400,6 mil hectares de área em formação, o que representa uma redução de 4,5% de área em comparação à safra passada. Das lavouras em produção, estima-se que 1.452,6 mil hectares foram dedicados ao café arábica, enquanto 389 mil hectares ao café conilon (CONAB, 2022).

Na safra 2022, Minas Gerais aparece como estado com a maior área em produção e formação de café, destinou 1.334,2 mil hectares, entre áreas em produção e áreas em formação, aumento de 2,8% em relação à safra 2021, e é responsável por 60% de toda a área cultivada no país. O Espírito Santo, com 446,3 mil hectares que equivalem a 20%, como segundo maior produtor (CONAB, 2022; EMBRAPA, 2020).

Dentre as regiões produtoras de café no Brasil, destaca-se a região do Cerrado Mineiro, que é caracterizado por apresentar alta qualidade devido, além de outros fatores, às condições climáticas favoráveis principalmente na época da colheita, quando o clima é mais seco, com baixa umidade do ar, evitando riscos de fermentação dos frutos nas plantas e/ou após a colheita, com os devidos cuidados dos cafeicultores. As variedades comerciais atualmente mais plantadas no Cerrado Mineiro são Catuaí e Mundo Novo. Essas variedades plantadas em diferentes linhagens são susceptíveis à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), ao bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) e fitonematoides (*Meloidogyne* spp.), no entanto, novas variedades estão sendo implantadas na região, com destaque para aquelas classificadas como resistentes e/ou tolerantes a esses problemas fitossanitários, com destaque para a variedade Icatu,



Catucaí, Oeiras, Paraíso, Tupi, etc. (FERNANDES et al., 2012; GIUNTI et al., 2017a).

A escolha da variedade a ser plantada é essencial para o bom desenvolvimento da cultura e aspectos como adaptação às condições edafoclimáticas locais, potencial e estabilidade de produção, tolerância/resistência às principais pragas e doenças incidentes na cultura, porte das plantas, características e época de maturação dos frutos devem ser considerados nessa decisão, pois refletirão no desempenho futuro das lavouras (SOUZA et al., 2004).

O café do Brasil tornou-se um dos principais produtos econômicos, gerando riquezas e impulsionando o desenvolvimento em todos os setores da atividade agrícola e industrial, mantendo-se, até hoje, como um dos principais produtos de nossa carteira de exportações. Para o Conselho dos Exportadores de Café do Brasil – CECAFE (2019), cerca de 70% do comércio global de café tem origem em lavouras brasileiras, suprimindo mais de 35% do total anualmente consumido.

Com relação ao consumo, a Organização Internacional do Café – OIC (2020) afirma que o Brasil é a nação que mais consome café no mundo, seguido pelos Estados Unidos. Em 2019, o Brasil consumiu 21,5 milhões de sacas de café de 60Kg, o que representa 33% de todo o consumo global. Segundo dados apresentados pelo relatório do Consórcio Pesquisa Café 2020 (CPC), o volume global de consumo, no período 2019-2020, atingiu 169,34 milhões de sacas de 60 kg (CONSELHO NACIONAL DO CAFÉ - CNC, 2019). Dois terços desse total são consumidos na União Europeia e nos Estados Unidos (OIC, 2020). Embora o Brasil exerça o papel de maior protagonista no consumo mundial desse produto agrícola, os brasileiros consomem anualmente apenas, 5,1 kg de café, ocupando a oitava posição, quando comparado ao consumo *per capita* de outras nações. Apesar de menos populosos que o Brasil, os países do Norte europeu lideram o ranking de consumo *per capita*. A Holanda, a Finlândia e a Suécia ocupam as três primeiras posições consumindo um volume superior a 7,5 kg de café/indivíduo/ano (RODA, 2022).

Motivado pela significativa participação do Brasil na teia global de comercialização, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) elaborou três cenários estratégicos sobre o comportamento da demanda global pelo produto, para o período de 2019 até 2030, atribuindo diferentes taxas de crescimento, variando entre 1,5% até 2,5% ao ano. Assumindo um dos cenários, ou seja, fixando a taxa de crescimento da demanda em 2,0% ao ano, as nações do planeta consumirão em 2030, aproximadamente, 208,80 milhões de sacas de 60 kg de café. Para que o Brasil continue na posição de maior, mais importante e mais confiável fornecedor global, obrigatoriamente deverá aumentar sua produção para 74 milhões de sacas de 60kg em 2030 (EMBRAPA, 2019). O histórico da produtividade média em lavouras de café no Brasil, no período de 2001 a 2020, apresentou crescimento e bialidade. Comparando safras de 2012 e 2020 observa-se um aumento da produtividade de 24,97 para 28,24 sacas de 60kg/ha (CONAB, 2021).

Apesar dessa demanda mundial ser crescente, picos de oferta e retração são observados uma



vez que o ciclo fenológico dos cafeeiros da espécie *Coffea arabica* L. em território nacional apresenta uma sucessão de fases vegetativas e reprodutivas, que ocorrem em aproximadamente 2 anos (bienalidade), atividade diferente daquela da maioria das plantas, que emitem as inflorescências na primavera e frutificam no mesmo ano fenológico (CAMARGO; CAMARGO, 2001). O ciclo bienal ocorre devido ramo de café apresentar funções vegetativas e reprodutivas, simultaneamente, fator fisiológico que explica o aumento da produtividade em um ciclo, chamado de positivo, e a redução da produtividade no ciclo seguinte, denominado ciclo negativo. Esse fenômeno fisiológico é decorrente do destino da energia e dos nutrientes absorvido e sintetizados pela planta, ou seja, em um ciclo as reservas nutricionais são dedicadas à emissão e enchimento do grão, no ciclo subsequente os nutrientes serão direcionados para o crescimento da planta (RODA, 2022). Esses aspectos tornam o manejo da cultura mais cuidadoso e resultam numa maior flutuação de produção e produtividade em nosso país, que certamente interfere sobremaneira no mercado mundial de café.

Embora a cafeicultura no Brasil se destaque no aspecto econômico e geração de empregos, verifica-se que muitos impactos socioambientais foram sendo desencadeados durante esse processo de cultivo em especial em Minas Gerais e na região do Triângulo Mineiro onde o bioma Cerrado está inserido. Nesse sentido, várias alternativas estão surgindo para a integração de uma agricultura que seja mais sustentável na prática de manejo (LOPES, 2006). Partindo dessa premissa, a pesquisa brasileira vem sendo impulsionada para a busca de soluções mais ecológicas e economicamente viáveis, principalmente para os pequenos e médios agricultores.

No Cerrado Mineiro, macrorregião sob ação de influência da Cooperativa Regional de Cafeicultores de Guaxupé (COOXUPÉ), há uma forte adoção de práticas conservacionistas do solo, como o plantio de lavouras em nível, utilização de bacias de contenção, terraceamento das lavouras, a roçada manual ou mecanizada da vegetação espontânea das entrelinhas do cafeeiro, mantendo-as com cobertura vegetal entre outras práticas (GIUNTI, et al., 2017 B). No entanto, há uma baixa adoção de sistemas alternativos ao sistema convencional de condução da lavoura cafeeira na região do Cerrado Mineiro, em que se estima que somente 0,15% da área de café arábica nessa área seja sob o sistema orgânico, não sendo relatada a adoção do sistema agroflorestal entre os cooperados da COOXUPÉ (GIUNTI et al., 2017 A)

Relatórios produzidos pelo “World Coffee Research” (WCR) confirmam que o aumento da temperatura do ar, associado às alterações nos padrões pluviométricos, interfere na produtividade e na qualidade da bebida do café. Adicionalmente, essas mudanças contribuem na intensidade da presença de insetos-pragas e na severidade das doenças, afetando a produção e a aplicabilidade dos modelos de previsão de estimativa de produção de safra. A consequência dessas ameaças combinadas poderá ser mensurada através da redução pela metade do total das áreas edafoclimáticas ideais e aptas para o cultivo de café em 2050 (WCR, 2021).



No meio rural, o desmatamento e as atividades agropecuárias praticadas de forma predatória vêm causando extinção de espécies de plantas e animais, redução da quantidade e qualidade de água disponível, aumento de temperatura, mudanças no regime de chuvas, diminuição da produtividade agrícola, erosão do solo e até mesmo a desertificação de extensas áreas. Tal degradação ameaça inclusive a própria permanência dos seres humanos nestas regiões, fazendo com que populações rurais se desloquem para as cidades à procura de emprego, o que agrava os problemas sociais, econômicos, ambientais e inclusive culturais com a perda da identidade camponesa, gerando um ciclo vicioso (MICCOLIS et al., 2016).

Nesse interim, a Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil - CNA (2023), alerta para a escalada de preços dos insumos agrícolas a qual foi o maior responsável pelo aumento dos custos de produção da agropecuária nos últimos anos. Na cafeicultura, o Custo Operacional Efetivo do tipo arábica teve aumento de 15% em relação ao levantamento realizado em 2020. No entanto é necessário ter-se cautela com relação a essa aquisição de insumos utilizados na agricultura convencional. Além de causar um aumento do custo de produção à cultura, o uso de agroquímicos minimiza os danos causados pelas pragas e doenças num curto espaço de tempo, sendo necessária a utilização contínua dos agrotóxicos. No processo de transição agroecológica sabe-se que o rompimento do uso de agroquímicos ocorre de maneira gradual ao longo do tempo (FEIDEN, 2002). Dessa forma, podem-se compreender dinâmicas de equalizar a produtividade no agroecossistema cafeeiro de maneira cada vez mais sustentável.

A agricultura sustentável é vista como uma possibilidade de se promover transformações sociais, econômicas e ambientais em todo sistema agroalimentar, passando pelas pesquisas na área agrícola e social, pelos hábitos de consumo alimentar ou pela revisão das relações entre os países desenvolvidos e não desenvolvidos. São transformações que levam em conta a democratização do uso da terra, a erradicação da fome e da miséria e a promoção de melhorias na qualidade de vida de centenas e milhões de habitantes e, nesse contexto destacam-se os sistemas agroecológicos (LOPES et al., 2012 e 2014).

Os sistemas agroflorestais são uma excelente alternativa com a intensão de aumentar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas. O processo representa a mudança das bases da produção, com adoção de práticas que visam à conservação dos recursos naturais e ao bem-estar da população. A transição agroecológica é uma adaptação gradativa do modo de produção agrícola convencional para um modelo de base ecológica (CAPORAL; COSTABEBER, 2004 p.12).

Desde 2015 a Organização Mundial do Café (OMC), constituída por representantes de 74 países e 26 associações produtores de café, coordena e monitora as ações de sustentabilidade social e ambiental voltadas ao setor cafeeiro (OIC, 2020). Nas diferentes fases fenológicas da planta, os reflexos dessas condições ambientais se expressam diretamente no desenvolvimento vegetativo e geram



impactos tanto na produtividade como, também, na qualidade da bebida (RODA, 2022).

Os sistemas agroflorestais, agroecológicos e biodiversos, também conhecidos como SAF's ou Agrofloresta, são sistemas produtivos que combinam culturas agrícolas com árvores florestais e frutíferas na mesma área, buscando uma utilização mais eficiente dos recursos naturais como solo, água e energia (LOPES et al., 2014).

Apesar do crescente reconhecimento quanto à importância do envolvimento do ser humano para a sustentabilidade dos processos de restauração ecológica, ou seja, conservação, muitas iniciativas de “restauração de áreas degradadas” ou de “recomposição da vegetação nativa” não levam em conta as necessidades e potencialidades das pessoas e comunidades que ocupam aquelas terras. Em vista dos altos custos e falta de retorno financeiro de projetos de restauração com métodos convencionais, é preciso encontrar formas de restauração mais eficientes e que considerem as pessoas que habitam e, portanto, atuam sobre a paisagem, de forma a envolvê-las permanentemente na conservação e manejo dos recursos naturais. Os sistemas agroflorestais (SAFs) trazem diversas oportunidades para incluir o ser humano nos processos de restauração das áreas alteradas e, ao mesmo tempo, incorporar árvores nas paisagens agrícolas (MACHADO et al., 2020).

Na avaliação da qualidade do desenvolvimento inicial de plantas de espécies de porte arbóreo, são levados em consideração aspectos morfológicos e/ou fisiológicos. Os parâmetros fisiológicos são de difícil mensuração e análise, entretanto os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade de mudas e plantas no seu desenvolvimento inicial e o seu uso e mensuração tem sido justificado pela facilidade de medição e/ou visualização tanto em condição de campo quanto de viveiro. A qualidade das mudas e o desenvolvimento inicial das espécies, em campo, refletem no crescimento futuro destas e, portanto, pode interferir na produtividade da área (INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIAIS; 1992).

Desse modo, partindo da premissa de avaliar o desenvolvimento inicial da cultura do cafeeiro, aliado às demandas atuais por modos alternativos na produção de alimentos de forma sustentável o presente trabalho objetivou avaliar e comparar parâmetros morfológicos no desenvolvimento inicial de café em dois sistemas de produção, sendo eles o convencional e o agroecológico, em área estabelecida no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM), *campus* Uberlândia-MG e com isso gerar conhecimentos científicos e tecnológicos visando encontrar um equilíbrio de transição entre o sistema convencional e agroflorestal e assim fortalecer o uso de práticas agrícolas mais sustentáveis.



## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 DESCRIÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL, IMPLANTAÇÃO DOS SISTEMAS E CONDUÇÃO.

Os experimentos foram instalados no ano de 2019 em sistema agroflorestal e convencional mantidos pelo Núcleo de Estudos em Agroecologia (NEA) do IFTM - Uberlândia, situado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) *campus* Uberlândia, localizado na Fazenda Sobradinho, em Uberlândia-MG, cujas coordenadas geográficas apresentam 18°45'57.1"S (latitude sul) e 48°17'36.8"W (longitude norte).

O campo experimental do NEA, utilizado nesse trabalho, ocupa uma área total de 600 m<sup>2</sup> sendo, 300m<sup>2</sup> destinados à área de cultivo convencional e 300m<sup>2</sup> à área de cultivo agroecológico que constituíram os tratamentos experimentais.

Mudas de café (*Coffea arabica* L.) da cultivar Catuaí Amarelo, cultivadas em sistema convencional, foram adquiridas em viveiro comercial do município de Araguari-MG. Para cada tratamento foram utilizadas noventa (90) mudas de Catuaí Amarelo, com 6 pares de folhas, perfazendo um total de 180 plantas de café cultivadas em espaçamento de 0,8m entre mudas e 2m entre linha. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado contendo 3 repetições de 30 plantas por tratamento.

A implantação dos dois tratamentos, convencional (CONV) e agroecológico (AGROEC) foi feita com cultivo mínimo, ou seja, sem revolvimento do solo. Para o plantio das mudas, foram abertas manualmente, com auxílio de enxada e cavadeira, covas com as dimensões de 0,4m de x 0,4m x 0,4m respeitando-se as recomendações indicadas para a cultura (MATIELLO et al, 2015). Na condução do experimento, as práticas agrícolas respeitaram os conceitos e o manejo próprios para o café em cada sistema de cultivo. O preparo da área experimental no NEA e o estabelecimento da cultura nos dois tratamentos são apresentados a seguir (Figura 1).

Figura 1: Plantas de café em estágio inicial de desenvolvimento, sendo A: na área convencional (CONV) e B: área agroflorestal/agroecológica (AGROEC).



O sistema agroflorestal, já havia sido instalado previamente, 3 anos da implantação desse experimento com o plantio de espécies olerícolas tais como, couve, cebolinha, coentro, rúcula, alface,



almeirão entre outras, consorciadas com espécies arbóreas pioneiras tais como o guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake), eucalipto (*Eucaliptus* spp.) e Baru (*Dipteryx alata* Vog) entre outras. Além de bananeiras (*Musa* sp.), mamoeiros (*Caricae papaya* L.) e açafrão-da-terra (*Curcuma longa* L.). Ao passo que o sistema convencional foi instalado em área adjacente ao sistema agroflorestal, em área coberta por pastagem degradada e sem uso nos últimos 3 anos previamente à implantação desse experimento.

O plantio ocorreu na primeira quinzena de dezembro de 2019 e a instalação do sistema de irrigação por aspersão convencional foi instalado no mês de janeiro do ano 2020. Ambos os tratamentos foram irrigados nos momentos críticos déficit hídrico, observados visualmente, e com os mesmos volumes de água aplicados devido à disposição do sistema de irrigação.

Previamente ao plantio, no sistema convencional (CONV), fez-se a correção do solo pela aplicação de calcário dolomítico PRNT 80 em cobertura e sem incorporação, considerando-se as necessidades da cultura, conforme recomendação calculada de acordo com a 5ª Aproximação (RIBEIRO et al., 1999) para a instalação de café em sistema convencional.

Ainda no sistema convencional, para o plantio, foi utilizado como adubação de base, 200 g de NPK 4-14-8, 100 g de calcário dolomítico PRNT 80 e 20 g de Yoorin Mg<sup>®</sup>, composto por 18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total, 18% de Ca, 7,0% de Mg e 10% de Si por cova, nas dimensões descritas previamente. No primeiro ano, ainda sob recomendação para implantação da cultura realizou-se a aplicação de 40g de uréia por planta dividida em duas aplicações, nos meses de janeiro e fevereiro. Foram realizadas cerca de 15 aplicações de inseticida para controle de formiga saúva (*Atta* sp.) na área de tratamento convencional (CONV) e para esse fim o monitoramento foi frequente.

Para o plantio em sistema agroecológico, a adubação de base na cova, foi utilizado 20g de Yoorin Mg<sup>®</sup>, da mesma composição descrita previamente e certificada pelas normas do IBD em acordo com as principais diretrizes/normas de produção orgânica e 100g de cama de frango curtida. Tais insumos foram misturados ao solo manualmente.

Ainda na área sob sistema agroflorestal, após o plantio das mudas, foi realizado em cobertura a deposição de resíduo de manejo das plantas espontâneas, poda de bananeiras (*Musa* sp.) e das espécies florestais presentes na área de sistema agroecológico em que se destaca o Guapuruvu (*Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake), Eucalipto (*Eucaliptus* spp.) e Baru (*Dipteryx alata* Vog). Ao mesmo tempo, foi plantado feijão de porco (*Canavalia ensiformis* Dc.) com o objetivo do fornecimento de nitrogênio assimilado pelo mesmo e de outros nutrientes resultantes da sua decomposição, ou seja, uma adubação verde. Os resíduos vegetais eram adicionados em cobertura mensalmente, exceto o material verde oriundo do corte do feijão de porco que foi incorporado pelo uso de enxada no momento de sua floração, evitando-se o semeio na área. No sistema agroecológico (AGROEC) a adoção das práticas de manejo observou o princípio da dinâmica de adubação orgânica, com o uso de esterco e



cama de frango e também de adubação verde. Foram realizadas as etapas de manejo de poda e roçagem das áreas mantendo os canteiros sempre cobertos.

Ambas as áreas o manejo das plantas espontâneas foi realizado de acordo com a necessidade em cada sistema, evitando-se a competição com as plantas de café. Em ambos os sistemas foram realizadas roçadas manuais na entrelinha, com o auxílio de uma roçadeira mecânica à gasolina e de facões quando necessário ou viável. O manejo das plantas espontâneas nas linhas, foi mínimo no sistema agroflorestal, sem a retirada do material cortado da proximidade das mudas enquanto sob o sistema convencional, foi realizado o coroamento das covas, eliminando-se plantas espontâneas da proximidade das mudas. No sistema convencional havia uma prevalência de gramíneas do gênero *Brachiaria* sp. enquanto no sistema agroflorestal, uma diversidade maior de espécies foi constatada com ênfase à *Brachiaria* sp., *Trapoeraba* sp. e *Amaranthus* sp.

## 2.2 PARÂMETROS AVALIADOS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Em cada um dos sistemas de cultivo, convencional (CONV) e agroecológico (AGROEC), foram avaliados os seguintes parâmetros morfológicos aos 45 dias após o plantio: a) Altura da parte aérea (H): corresponde à distância da superfície do substrato à folha mais alta, em centímetros e b) Diâmetro do colo (D). As plantas (mudas) utilizadas na implantação dos experimentos se encontravam no mesmo estágio de desenvolvimento e foram realizadas quatro avaliações com o intervalo de 45 dias entre elas.

De posse desses resultados, os mesmos foram organizados no programa Excell for Windows, em seguida analisados estatisticamente utilizando-se o software Sisvar (FERREIRA, 2019) aplicando-se a análise de variância pelo teste de F ao nível de 5% de probabilidade e em seguida fez-se a comparação de médias por meio do teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram realizadas quatro avaliações dos parâmetros morfológicos de altura e diâmetro de colo das plantas de café visando acompanhar o desenvolvimento inicial das plantas nos dois sistemas de produção, convencional e agroecológico.

Avaliando-se as variáveis altura e diâmetro de colo do cafeeiro, observou-se por meio da ANOVA que existe diferença estatisticamente significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos CONV (sistema convencional) e o AGROEC (sistema agroecológico). Os resultados obtidos revelam que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos para as variáveis estudadas (Tabela 1).

Na 1ª avaliação podemos observar que, para o parâmetro altura, as plantas de café no sistema convencional, tiveram 27,61cm. Já no sistema agroecológico, resultou no desenvolvimento de 32,19 cm de altura. Por meio dos dados foi possível observar que, tais resultados diferem estatisticamente



entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste Tukey, com maior desenvolvimento em altura para o sistema agroecológico. O mesmo aconteceu para as médias de diâmetro sendo o sistema convencional de 6,14 mm e o sistema agroecológico de 6,77 mm.

Tabela 1. Médias de altura e diâmetro de colo de plantas de café em cultivo convencional (CONV) e agroecológico (AGROEC) em cada avaliação.

Variável	Tratamento	1ª Avaliação	2ª Avaliação	3ª Avaliação	4ª Avaliação
Altura	Convencional Média (sd)	27,61(7,73) <sup>b</sup>	36,40(6,04) <sup>b</sup>	48,94(5,16) <sup>b</sup>	57,62(6,61) <sup>b</sup>
	Agroecológico Média (sd)	32,19(4,83) <sup>a</sup>	41,06(2,90) <sup>a</sup>	58,20(4,36) <sup>a</sup>	72,18(10,28) <sup>a</sup>
Diâmetro	Convencional Média (sd)	6,14(1,18) <sup>b</sup>	7,78(0,97) <sup>b</sup>	9,79(1,28) <sup>b</sup>	12,74(1,72) <sup>b</sup>
	Agroecológico Média (sd)	6,77(0,74) <sup>a</sup>	8,33(0,52) <sup>a</sup>	10,45(1,31) <sup>a</sup>	14,81(2,34) <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras diferentes na coluna, diferem estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Para Freitas et al. (2007), as médias encontradas referentes ao crescimento em altura e diâmetro de plantas de café no período de 6 e 12 meses de idade para o Catuaí Amarelo (IAC 62-148) foi de 35,15cm de altura e diâmetro de 11,37mm. Já para o cultivar Catuaí Amarelo (IAC 66) os valores médios obtidos foram de 35,03cm de altura e o diâmetro de 11,31mm.

Santos (2019), estudando lâminas de irrigação no cultivo de cafeeiros encontrou aos 120 dias, para o cultivar Catuaí Vermelho valores médios de 5,10mm de diâmetro de colo e de 19,25cm de altura. Peloso et al. (2017), também trabalhando com porcentagens de umidade para o cultivar Catuaí Vermelho, encontraram valores superiores em altura de plantas (45 cm) e diâmetro de caule (6,3 mm), quando avaliadas com 100% da água disponível do solo.

Ao longo do período do experimento, nas três avaliações seguintes observa-se que os valores de altura e diâmetro vão se elevando, o que é esperado em função do crescimento e desenvolvimento das plantas de café.

Na 2ª avaliação, a média de altura no CONV foi de 36,40cm e no AGROEC foi de 41,06cm. Já para as medidas de diâmetro o AGROEC apresentou 7,78mm e para o CONV o diâmetro foi em média 8,33mm. Novamente é possível observar um maior crescimento em altura e diâmetro para o AGROEC (Tabela 1). O mesmo comportamento é observado na 3ª e na 4ª avaliação.

Cabe destacar que, para o parâmetro altura o CONV apresentou na 4ª avaliação o valor de 57,62cm que é menor que o apresentado pelas plantas no AGROEC na 3ª avaliação (58,20cm).

Quando se comparou as médias obtidas para os parâmetros altura e diâmetro nos tratamentos convencional e agroecológico pode-se observar os maiores valores no sistema Agroecológico para ambas variáveis, as quais diferiram-se pelo teste Tukey (Tabela 2).



Tabela 2: Médias de altura e diâmetro de colo de plantas de café em cultivo convencional (CONV) e agroecológico (AGROEC).

Variável	Convencional (CONV) Média (sd)	Agroecológico (AGROEC) Média (sd)
Altura	42,64 (13,19) <sup>b</sup>	50,91 (16,67) <sup>a</sup>
Diâmetro	9,11 (2,79) <sup>b</sup>	10,09 (3,33) <sup>a</sup>

Médias seguidas por letras diferentes na linha, diferem estatisticamente entre si ( $p < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

A determinação de parâmetros morfológicos é importante para estimar o crescimento e o desenvolvimento de cafeeiros. Acompanhar os valores de altura e diâmetro de colo ao longo do experimento (Tabelas 1 e 2), mostra que as plantas cultivadas no sistema agroecológico (AGROEC) sempre apresentaram valores significativamente maiores que as plantas cultivadas no sistema convencional (CONV) e isso pode-se refletir numa maior produção de frutos, com maior qualidade e em um sistema de cultivo menos agressivo ao meio ambiente, sugerindo a necessidade de um acompanhamento ao longo de todo o ciclo fenológico da espécie.

Segundo Freitas et al. (2007), plantas jovens de maior diâmetro de caule implicam em plantas com maior comprimento de ramos plagiotrópicos e, conseqüentemente, maior diâmetro de copa. Os autores ainda ressaltam que plantas com maior comprimento de ramos plagiotrópicos têm proporcionalmente mais nós produtivos sendo um fator decisivo para produtividade por planta.

Para Gomes (2001), a determinação de parâmetros morfológicos pode ajudar a prever o comportamento de espécies para resistirem às condições adversas encontradas no campo e assim desenvolver-se produzindo plantas com crescimento desejável. Tal aspecto é bastante considerado na produção de mudas de espécie arbóreas. Os parâmetros morfológicos são os mais utilizados na determinação do padrão de qualidade de mudas, tendo uma compreensão de forma mais intuitiva por parte dos viveiristas, ainda carentes de uma definição mais acertada para responder as exigências, quanto à sobrevivência e ao crescimento, determinadas pelas adversidades encontradas no campo após o plantio. Sua utilização tem sido justificada pela facilidade de medição e/ou visualização em condição de viveiro (GOMES, 2001).

Em meio a avanços inovadores introduzidos, persistem os problemas ambientais na agricultura moderna, profundamente enraizadas na estrutura de monocultura predominante em sistemas de larga escala, como a cultura do café.

Na maior parte do Brasil, o café é cultivado a pleno sol em monocultivo, visto que foi adaptado para isso (RODA, 2022). Devido ao desequilíbrio ambiental, decorrente do monocultivo e alta aplicação de produtos químicos que contribui para a redução da biodiversidade, entra em discussão formas de manejo, onde o termo sustentabilidade tem sido muito empregado. A sustentabilidade agrícola está relacionada ao manejo adequado da cobertura vegetal, conservação do solo e aumento do teor de nutrientes e da matéria orgânica. Com as recentes tendências ecológicas na agricultura, tanto o manejo agroflorestal quanto o manejo orgânico do cafeeiro constituem-se em tecnologias importantes



para a recuperação dos solos degradados, que, durante muitos anos, foram submetidos ao manejo intensivo desta cultura (ALFARO-VILLATORO, 2004).

Quanto à utilização mais adequada dos recursos naturais e ecológicos de um panorama agrário, cabe destacar que na área de cultivo agroecológico (AGROEC) havia grande número de espécies arbóreas pioneiras ou exóticas e frutíferas. Os valores de diâmetro de colo e altura de plantas mostrados previamente (Tabela 2), sugerem que as espécies arbóreas e frutíferas propiciaram mudanças microclimáticas que favoreceram o desenvolvimento das plantas de café nessa área.

O sucesso do SAF está correlacionado ao manejo correto das árvores usadas para promover sombra, que consiste na escolha das espécies, espaçamento e realizações das podas. Diversas pesquisas com sombreamento dos cafeeiros vêm sendo desenvolvidas no Brasil e no mundo, alguns exemplos são, café com seringueira, grevilea, eucalipto, bracatinga, moringa, coqueiro, bananeira entre outras, até mesmo o uso do sombrite para diminuir a radiação solar. O sombreamento ralo do cafeeiro é uma prática essencial na condução da cafeicultura sustentável (MACHADO, 2020).

Para Lima et al. (2010), o excesso de radiação solar pode causar dano direto à planta, prejudicando a assimilação de CO<sub>2</sub> por meio da fotossíntese. Em experimento que avaliou a influência de diferentes níveis de sombreamento no comportamento fisiológico de *C. arabica*, verificou-se que cafeeiros sob sombra apresentaram maiores taxas fotossintéticas, resistência à seca e maior crescimento. A redução da radiação e a manutenção do microclima na área podem evitar danos por fotoinibição e foto-oxidação.

Para Machado et al. (2020), os maiores benefícios ecofisiológicos que o cafeeiro recebe das árvores de sombra estão associados com a redução do estresse da planta, pela melhoria do microclima e do solo, através da amplitude térmica, redução da velocidade do vento, manutenção ou aumento da umidade do ar e do solo, melhoria ou conservação da fertilidade do solo, inclusive redução de erosão. Essas modificações microclimáticas interferem no comportamento da planta do cafeeiro, alterando as trocas gasosas, a anatomia, a morfologia, o crescimento e o desenvolvimento reprodutivo, refletindo consequentemente em sua produtividade.

Pesquisas com cafeeiros arborizados tem mostrado inúmeras vantagens como: maior tamanho e peso dos frutos em relação aos conduzidos a pleno sol, resultando assim, maior volume de café beneficiado. Para Lima et al. (2010), essa característica deve-se, em parte, ao menor grau de abscisão dos frutos em cafeeiros arborizados, promovendo um maior volume de café colhido. Essas pesquisas realizadas no país tem o intuito de determinar níveis de sombreamento adequado para os cafezais, com isso o termo “arborização”, aos poucos, torna-se um novo conceito de sombreamento (REIS citado por MACHADO et al., 2020; RODA et al., 2022). Em países como Colômbia, Venezuela, Costa Rica, Panamá e México, reconhecidos pela qualidade do café produzido, sistemas agroflorestais têm sido muito utilizados (RICCI citado por MACHADO et al., 2020).



## 4 CONCLUSÃO

No Brasil o sistema convencional de monocultivo do cafeeiro em pleno sol é dominante. Com isso, a consorciação com outras culturas (sistema agroecológico ou agroflorestal) vem ganhando espaço entre os sistemas de plantios, experimentos e pesquisa, seja por questões econômicas e sustentáveis, ou mesmo pela necessidade de conservação de solo, água, produtividade e meio ambiente.

Os resultados obtidos nas quatro avaliações permitiram concluir que, durante o período avaliado, o café cultivado nas condições agroecológicas aqui estabelecidas (AGROEC), apresenta valores de altura e diâmetro de colo superiores aos determinados para as plantas cultivadas em manejo convencional (CONV).

O microclima proporcionado pelo componente arbóreo, interferiu no desenvolvimento do cafeeiro cultivado no sistema agroflorestal/agroecológico (AGROEC). Aliado a isso, esse componente arbóreo pode disponibilizar uma segunda fonte de renda para o produtor rural, caso ele opte pelo aproveitamento das espécies arbóreas.

Espera-se que os resultados desta pesquisa obtidos em campo possam orientar a tomada de decisões em relação aos modelos de agricultura implementados na mesorregião do Triângulo Mineiro onde o IFTM *campus* Uberlândia está inserido que possibilitem adequações na agricultura convencional, para torná-la ambiental, social e economicamente viável.



## REFERÊNCIAS

- ALFARO-VILLATORO, M. A. 2004. Produção de café em sistema agroflorestal. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 36p. (Documentos, 187).
- CAMARGO, A. P.; CAMARGO, M. B. P. Definição e esquematização das fases fenológicas do cafeeiro arábica nas condições tropicais do Brasil. *Bragantia*, v. 60, n. 1, p. 65-68, 2001.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. Agroecologia e extensão rural: Contribuições para a Promoção do Desenvolvimento Rural Sustentável. Porto Alegre, 2004. 177p.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira café. Brasília, 2019. 11 p. (CONAB. Segundo Levantamento, n. 2).
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira café. Brasília, 2022. 53 p. (CONAB. Segundo Levantamento, n. 2). Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 16 jun. 2023.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. CONAB pegs Brazil's coffee output at 48.8m bags down 23% from last year's record crop. 2021. Disponível em: <<https://www.comunicaffe.com/conab-pegs-brazils-coffee-output-at-48-8-million-bags-down23-from-last-years-record-crop/>>. Acesso em: 19 fev. 2023.
- CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL-CNA. Disponível em: <<https://cnabrazil.org.br/noticias/campo-futuro-apresenta-custos-de-producao-da-cafeicultura>>. Acesso 20/01/2023.
- CONSELHO DOS EXPORTADORES DE CAFÉ DO BRASIL – CECAFE. Relatório mensal de exportações. 2019. Disponível em: <<https://www.cecafe.com.br/sobre-o-cafe/consumo>>. Acesso em: 15 fev. 2023.
- CONSELHO NACIONAL DO CAFÉ – CNC. Relatório 2019. Brasília, 2019. Disponível em: <<https://imagenscnc.files.wordpress.com/2021/01/relatorio-2019-versao-final.pdf>>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sumário Executivo: Café. Brasília: MAPA, 2020. Disponível em: <[http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe\\_estatistico/Sumario\\_Cafe\\_Marco\\_2020.pdf](http://www.sapc.embrapa.br/arquivos/consorcio/informe_estatistico/Sumario_Cafe_Marco_2020.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2023.
- FEIDEN, A.; ALMEIDA, D. L.; de VITOI, V.; ASSIS, R. L. de. Processo de conversão de sistemas de produção convencionais para sistemas de produção orgânicos. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, 19(2): 179-204. 2002.
- FERNANDES, A. L. T.; PARTELLI, F. L.; BONOMO, R.; GOLYNSKI, A. A moderna cafeicultura dos cerrados brasileiros. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 42(2), p. 231-240. 2012.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Disponível em: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Acesso em: 15 jun. 2023.



FREITAS, Z. M. T. S.; OLIVEIRA, F. J.; CARVALHO, S. P.; SANTOS, V. F.; SANTOS, J. P. O. Avaliação de caracteres quantitativos relacionados com o crescimento vegetativo entre cultivares de café arábica de porte baixo. *Bragantia*, Campinas, v.66, n.2 p.267-275, 2007.

GIUNTI, O. D.; ARAÚJO, M. F.; SILVA, R. M. A. Sistema de Produção. In: BREGAGNOLI, M.; NETO, J. F. R. Café nas montanhas: Caracterização da cafeicultura na área de atuação da Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé. Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, 2017, 31 – 69. A

GIUNTI, O. D.; ARAÚJO, M. F.; SILVA, R. M. A. A cafeicultura e o meio ambiente. In: BREGAGNOLI, M.; NETO, J. F. R. Café nas montanhas: Caracterização da cafeicultura na área de atuação da Cooperativa Regional de Cafeicultores em Guaxupé. Pouso Alegre: IFSULDEMINAS, 2017, 146 – 167. B

GOMES, J. M. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K. 2001. 166 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIAIS; UNIÃO MUNDIAL PARA A NATUREZA; PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE, 1992. A estratégia global da biodiversidade – diretrizes de ação para estudar, salvar e usar de maneira sustentável e justa a riqueza biótica da Terra. Curitiba: World Resources Institute/Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. 1992. 232 p.

LIMA, P. C.; MOURA, W. M.; VOLPATO, M. M. L.; REIGADO, F. R.; SANTOS, J. Arborização de cafezais no Brasil. In: REIS, P. R.; CUNHA, R. L. (Ed.). Café arábica: do plantio à colheita. Lavras, MG: EPAMIG Sul Minas, v. 1, p. 861-895, 2010.

LOPES, P. R.; ARAÚJO, K. C. S.; FERRAZ, J. M. G.; LOPES, I. M; FERNANDES, L. G. Produção de café agroecológico no sul de Minas Gerais: sistemas alternativos à produção intensiva em agroquímicos. *Revista Brasileira de Agroecologia*, [S.I.], v.7, n.1, mar. 2012. ISSN 1980-9735. Disponível em: <<http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/rbagroecologia/article/view/9979>>. Acesso em: 25 jan. 2022.

LOPES, S. B. Sistemas Agroflorestais e Contextos de Sustentabilidade. In: *Sistemas Agroflorestais (SAFs): realizando o casamento entre agricultura e Floresta II*, 2006.

MACHADO, A. H. R.; PUIA, J. D.; MENEZES, K. C.; MACHADO, W. A Cultura do Café (*Coffea arabica*) em Sistema Agroflorestal. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 3, n. 3, p. 1357-1369, 2020. Disponível em:< DOI: 10.34188/bjaerv3n3-053> Acesso em 15 junho 2023.

MATIELLO, J. B.; ALMEIDA, S. R.; GARCIA, A. W. R. Cultura de café no Brasil: manual de recomendações. Varginha: Fundação Procafé, 2015. 584p.

MICCOLIS, A. et al. Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga. Brasília, DF: Instituto Sociedade, População e Natureza – ISPN/Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal – ICRA, 2016. 266 p. Disponível em:< Restauração ecológica com sistemas agroflorestais: como conciliar conservação com produção: opções para Cerrado e Caatinga. - Portal Embrapa> Acesso em: 15 de junho de 2023.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Secretaria de Política Agrícola. Sumário Executivo. Café. Junho-2021 Sumário Executivo - Consórcio Pesquisa Café. Disponível em: [http://www.sapc.embrapa.br\\_informe\\_estatistico](http://www.sapc.embrapa.br_informe_estatistico). Acesso em: 13 de outubro de 2022.



ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO CAFÉ - OIC. Impacto da Covid-19 no setor global do café – o lado da demanda. London: OIC, 2020. Disponível em: <<http://www.ico.org/market-report-19-20-e.asp>>. Acesso em: 27 fev. 2023.

PELOSO, A. F.; TATAGIBA, S. D.; AMARAL, J. F. T. Limitações do crescimento vegetativo em cafeeiro arábica promovido pelo déficit hídrico. *Engenharia na Agricultura*, v.25, n.2, p. 139-147, 2017

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Ed.). *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação*. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

RODA, N. de M. Aumento sustentável da produção de café no bioma cerrado com a adição de caulim processado no manejo da lavoura. *Dissertação (Mestrado em Sustentabilidade) - Pontifícia Universidade Católica - PUC de Campinas*. 84 p. 2022.

SANTOS, G. L. Desenvolvimento inicial de cultivares de café arábica submetidas a lâminas de irrigação. *Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Fitotecnia*. Vitória da Conquista, 88 p. 2019.

SOUZA, F. F.; SANTOS, J. C. F.; COSTA, J. N. M.; SANTOS, M. M. Características das principais variedades de café cultivadas em Rondônia. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2004. 21 p. (Documentos, 93).

TRAUER, E.; VALDATI, A. B.; COSTA, E. M.; TRZECIAK, D. S.; VARVAKIS, G. O Conhecimento e a Cadeia Produtiva do Café. *Congresso Internacional de Conhecimento e Inovação*. 12 set. 2017. Disponível em: <https://proceeding.ciki.ufsc.br/index.php/ciki/article/view/235/94>. Acesso em: 26 mar. 2022.

WORLD COFFEE RESEARCH - WCR. *Strategy 2021-2025: Enhancing Country Competitiveness to Bolster Origin Diversity*. 2021. Disponível em: <[www.worldcoffeeresearch.org/work/strategy-2021-2025/](http://www.worldcoffeeresearch.org/work/strategy-2021-2025/)>. Acesso em: 12 mar. 2023.

## Tijolo ecológico fabricado com resíduos de pet



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-005>

### Antônio C. Marangoni

Departamento de Ciências Exatas, Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG

E-mail: [antonio.marangoni@uemg.br](mailto:antonio.marangoni@uemg.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9463-9830>

### Rafael J. Marangoni

Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo - USP, e-mail:

E-mail: [rafaeljmarangoni@usp.br](mailto:rafaeljmarangoni@usp.br)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-3560-2691>

### Omar J. de Lima

Departamento de Ciências Exatas, Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG

E-mail: [omar.lima@uemg.br](mailto:omar.lima@uemg.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5230-440X>

### RESUMO

Este trabalho visa à fabricação de tijolos modulares composto de uma mistura ternária de solo, cimento e resíduos de garrafa PET. O objetivo é fabricar tijolos de forma ecológica, com a reutilização de

resíduos PET. Foi utilizado solo proveniente da cidade de Franca-SP, cimento CP V ARI e PET triturado. Para a determinação de um traço homogêneo estudou-se a inclusão de diferentes teores do resíduo (3,5%; 5,5% e 7,5%), estes foram prensados em uma prensa hidráulica ECO BRAVA, com a finalidade de obter uma ótima compactação, visando melhor desempenho na fabricação dos tijolos, a cura se deu por meio de molha aspersão manual e ocorreu em local coberto, protegido da chuva, sol e do vento excessivo para que a umidade contida no tijolo não evapora-se prematuramente, todas as peças confeccionadas foram submetidas a ensaios de compressão simples e absorção de água, no decorrer do trabalho avaliamos a resistência de cada traço e chegamos à conclusão de que a melhor dosagem foi na inclusão de 3,5% de resíduos PET no tijolo, contudo os outros traços também atendem as normas de fabricação. Esta pesquisa permite relacionar a construção sustentável e o reaproveitamento de resíduos industriais, com isso os resultados comprovaram a eficiência da utilização e do direcionamento destes resíduos.

**Palavras-chave:** Solo-cimento, PET, Tijolos modulares.

## 1 INTRODUÇÃO

Baseado na necessidade de um novo conceito de preservação ambiental, desenvolvemos este trabalho com intuito de analisar tijolos fabricados a partir de misturas ternárias solo, cimento e PET, tendo por finalidade obter um material que equilibre suas resistências mecânicas, (compressão simples e absorção de água) aos tijolos tradicionais, a partir da obtenção de solo com características compatíveis a necessidade de sua fabricação, oferecendo maior durabilidade aliado ao seu processo de cura que é de irrigação manual num período de sete dias sequentes a sua fabricação, respeitando as necessidades ambientais comparadas a outros métodos de fabricação, utilizando ideal dosagem de resíduos sólidos triturado e peneirado. Relacionada à questão do material e abrangendo o assunto, verifica – se total necessidade do setor da construção civil, sob um fator que justifica tal pesquisa.

Em função de seu baixo custo e impacto ambiental ameno, verifica-se a necessidade por novas soluções construtivas, bem como a busca pelo desenvolvimento sustentável e materiais derivados de



resíduos sólidos, além da confecção de novas ferramentas para otimizar o desperdício em canteiros de obras, conscientizando colaboradores diretamente interligados a este processo, e segue como grande desafio para engenheiros, arquitetos, especialista no assunto e a própria sociedade que está envolvida na necessidade da descoberta por novos materiais.

O principal objetivo atribuído a esse sistema construtivo é viabilizar os processos de fabricação, com um custo inferior as demais obras de mesma proporção, estabelecendo qualidade visual às novas arquiteturas e benefício ambiental e social.

Comprovando sua eficiência o solo é um material apropriado as mais diversas aplicações em construções, devida sua abundância e facilidade de obtenção, podendo ser empregado em soluções arquitetônicas relatadas ao longo da história que por sua vez preserva estabilidade estrutural e cultural.

O tijolo pode ser considerado o componente pré-moldado mais antigo e mais empregado, utilizado no ramo da construção civil, já que sua evolução se deu a partir dos blocos de barro secos ao sol, obtidos a partir da queima de argila com isso surgiu várias tipologias derivadas do solo.

Assim o uso de tijolos solo-cimento que são confeccionados em prensas hidráulicas aparece como solução viável de aplicação através de técnica simples e está em total conformidade com os descritivos informados nesta introdução, permite desenvolvimento de componentes e sistemas construtivos, que faz um diferencial simples e efetivo neste seguimento, em sequência verifica – se algumas vantagens:

- Eficiência construtiva, já que os tijolos são encaixados e utilizam pouca argamassa ao serem assentados;
- Sistema modular desenvolvido com furos internos, permitindo a passagem de tubulações e treliças;
- Menor impacto ambiental, pois dispensa a queima;
- Quando fabricado no local de execução da obra fica descartado o custo com logística, obtendo – se uma considerável economia no transporte;
- Utilização de resíduos sólidos, que seria descartado sem utilização no meio ambiente.

Contudo pesquisar e compreender este experimento pode indicar novos rumos à construção civil nacional, já que esta boa prática tende a crescer, com base no conceito de busca por novas tecnologias voltadas a carência de preservação ambiental, redução de custo e sustentabilidade.

Partindo do princípio dos fatores mencionados anteriormente, o principal objetivo desta pesquisa foi analisar a resistência na inserção do material PET junto à construção do tijolo solo-cimento, tendo como parâmetro as normas referentes à confecção dele, além da viabilidade de sua execução e benefícios ecologicamente favoráveis.



## 2 O SOLO

Pode ser definido exclusivamente como um material extraído da camada superficial da terra podendo ser facilmente desagregável, contém em suas propriedades diversos minerais, alguns sob forma de areia (partículas pequenas, duras e resistente) outros sob forma de argila (silicatos hidratados de alumínio, da qual o barro é constituídos) e alguns sob a forma de silte (partículas de proporções mais fina que areia e que geralmente são sedimentadas sob forma de camadas pulverizadas) CEBRACE (1981). Devido sua origem e formação os solos podem ou não apresentar algum tipo de material orgânico, mas na aplicação solo-cimento é interessante dar preferência as composições na qual o material orgânico esteja ausente.

Em algumas regiões conforme publicação os solos simplesmente recebem o nome de terra ou terra crua e isso é um equívoco, já que o termo técnico apropriado para tal referência é solo.

Devido à ampla diversidade dos solos existentes, somente alguns tipos podem ser utilizados nas construções solo-cimento, sendo assim é de extrema importância escolher corretamente o solo para uso nos ensaios granulométricos, dessa forma o solo deve apresentar algumas características básicas, ser facilmente desagregável e que contenha grãos com tamanhos de mesma proporção.

Os solos que contêm frações de argila ou silte são desaconselháveis, este primeiro mesmo sendo um componente importante em função das suas propriedades aglomerantes, apresenta boa resistência inicial de material, mas pode sofrer trincas, fissuras e rachaduras após secagem em consequência de uma retração, além de reduzir sua resistência. A fração argilosa (fração fina), que está presente nos componentes de um solo é a principal responsável pelo preparo da mistura antes de ser prensado e em função da resistência mecânica de um tijolo após sua conformação.

É possível encontrar uma distribuição granulométrica na fração arenosa, proporcionando assim alta densidade no processo de prensagem da mistura e este se torna responsável pela redução ou não teor do cimento, além das propriedades mecânicas do tijolo SUPERTOR (1989).

Por ser um material inerte a areia caracteriza-se em função de sua boa resistência e contribui para uma melhor estabilidade. Segundo H.R.B método de classificação do solo, este solo pertence ao tipo A 2 – 4.



Quadro 1 - Classificação H.R.B (Highway Research Board) ou A.A.S.H.O. (American Association State Highway Officials)

Tabela 3.01: Classificação TRB – AASHTO (DNER, 1996).

CLASSIFICAÇÃO GERAL	MATERIAIS GRANULARES (35% OU MENOS PASSANDO NA PENEIRA Nº. 200)							MATERIAIS SILTO-ARGILOSOS (MAIS DE 35% PASSANDO NA PENEIRA Nº. 200)			
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 A - 7 - 5 A - 7 - 6
Classificação em Grupos	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7				
<b>Granulometria:</b> % passando na peneira: Nº. 10 (2,0 mm.) Nº. 40 (0,42 mm.) Nº. 200 (0,074mm.)	50 máx.		51 mín.								
	30 máx.	30 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
<b>Característica da fração passando na peneira no. 40:</b> Limite de Liquidez (%) Índice de Plasticidade (%)				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
	6 máx.	6 máx.	NP	10máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
<b>Índice de Grupo (IG)</b>	0	0	0	0	0	4 máx.	4 máx.	8 máx.	12 máx.	16 máx.	20 máx.
<b>Materiais constituintes</b>	Fragmentos de pedra, pedregulho fino e areia		Areia fina	Pedregulhos ou areia siltosas ou argilosas				Solos siltosos		Solos argilosos	
<b>Comportamento como subleito</b>	Excelente a bom							Sofrível a mau			

\* O IP do grupo A - 7 - 5 é igual ou menor do que o LL menos 30; se maior será A - 7 - 6 .

Fonte: DNER

O Solo-cimento segundo a NBR 12254 (1990) é uma mistura homogênea de solo, cimento e água, quando compactada e após a cura úmida da mistura, resulta em um produto com características de alta resistência mecânica e excelente durabilidade.

Esta tecnologia vem se desenvolvendo a cada novo dia, tem por finalidade suprir boa parte das necessidades de instalações econômicas nas áreas suburbanas das regiões rurais do Brasil. No início dos anos 60 o solo-cimento passou a ser mais aplicado e estudado no mundo, segundo MERCADO (1990) após os anos 70 passou a ser objetivo de intensas pesquisas e estudos. As principais pesquisas foram realizadas na Associação Brasileira de Cimento Portland ABCP (1986), Centro de Pesquisas e Desenvolvimento do Estado da Bahia (CEPED) e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT). O uso do solo-cimento no Brasil vem desde 1948, contribuindo na satisfação de tais necessidades encontrando-se hoje bastante evoluída. Uma abordagem histórica do material e sua aplicação na fabricação de alvenarias com a adição de cimento ao solo permite obter uma mistura com as seguintes vantagens:

- Sua absorção e a perda de umidade não causam variações volumétricas nos produtos fabricados;
- Um material que não se deteriora quando está em contato com água;
- Aumento da sua resistência à compressão;
- Devido sua menor permeabilidade é mais durável.



### 3 FATORES QUE COMPROVAM E DEFINEM A QUALIDADE DA MISTURA SOLO-CIMENTO

Segundo GRANDE (2003) o método de mistura, o teor de cimento, o tipo de solo, compactação e a umidificação do solo, são os fatores principais na qualidade do solo-cimento. Com base nestes fatores o solo se destaca por oferecer maior influência, e se a sua quantidade for inferior a necessária, este produto não atenderá as normas pré estabelecidas para confecção do mesmo.

Sob os métodos de mistura vale salientar que existe uma quantidade de variáveis e parâmetros a serem esclarecidos e observados. As misturas efetuadas em laboratório tem elevada durabilidade e maior resistência em relação as misturas efetuadas nos canteiros de obra.

A resistência a compressão do material pode reduzir em até 50%, devido ao local em que é realizado a mistura, a eficiência dos equipamentos e as condições ambientais.

ABCP (1985) determina os procedimentos adequados para efetuar a produção de tijolos com mistura de solo-cimento, são eles:

- Manipulação correta do solo preparando este através de peneiramento destorroamento e pulverização;
- Manipulação correta da mistura executando a homogeneização de umidade e homogeneização seca;
- Execução da moldagem através de uso efetivo.

### 4 CIMENTO PORTLAND

Conforme dados fornecidos ABCP (1986) sobre referências do cimento, este se remonta por volta de 4.500 anos, porém o grande passo que culminou para seu desenvolvimento se deu em torno de 1756, onde um inglês chamado John Smeaton elaborou um produto contendo uma alta resistência obtida através da calcinação de calcários moles e argilosos. No ano de 1924 outro inglês denominado Joseph Aspdin efetuou uma queima entre pedras calcárias e argila, obtendo um pó fino, com isso ele observou que a secagem desta mistura não se dissolvia em água, a partir daí esta mistura foi patenteada no mesmo ano por seu construtor, denominou-se cimento Portland por apresentar propriedades, cor e durabilidades semelhantes a algumas rochas encontradas na ilha Britânica de Portland.

O cimento Portland é um produto constituído de alguns itens que quando moídos e calcinados se tornam um pó. Em sua fórmula está presente alguns componentes como a argila, minério de ferro e calcário, tem alta capacidade de aglomeração e quando misturado à água inicia um processo de hidratação ocorrida por consequência destes materiais, sofrem alterações causando endurecimento da mistura e o fator determinante para o endurecimento é o calor liberado durante o processo de hidratação.



Figura 1 - Processo de aglomeração do cimento



Fonte: [www.revistaprisma.com.br](http://www.revistaprisma.com.br)

Em ABCP (1985) foi relatado, que por volta de 1888, o comendador Antônio Proost Rodovalho iniciou um trabalho de fabricação do cimento em uma fábrica instalada na fazenda de sua propriedade na cidade de Sorocaba – SP, suas tentativas foram em vão, mas o fracasso do empreendimento se deu em função da distância dos centros consumidores e não a qualidade do produto, já que a função da sua pequena produção, não tinha compatibilidade de mercado com outros cimentos importados da época, contudo de 1897 a 1904, Rodovalho operou sua empresa lançando o cimento com a marca Santo Antônio, Retornou em 1907, mas enfrentou problemas com qualidade e interrompeu suas atividades definitivamente em 1918.

Vários outros empreendedores fundaram outras fábricas ao longo do país na mesma época, porém culminaram em meras tentativas, até que em 1924 no bairro de Perus na cidade de São Paulo, criou – se a fábrica do cimento Portland, considerada um marco industrial do cimento Brasileiro, em 1926 foram produzidas as primeiras toneladas, mas o consumo de cimento em território nacional ainda era dominado por cimentos importados, que dominou mercado em algumas décadas seguintes e extinguiu – se nos dias atuais.

Atualmente o mercado de cimento nacional dispõe de vários tipos de cimento Portland e estes buscam atender as necessidades das obras civis devido sua utilização e sua variedade na composição, apresentamos a seguir alguns tipos:

- Cimento Portland Comum (CP I)
- Cimento Portland Composto (CP II)
- Cimento Portland de alto forno (CP III)
- Cimento Portland pozolânico (CP IV)
- Cimento Portland de alta resistência inicial (CPV-ARI)
- Cimento Portland resistente a sulfatos (CB RS)
- Cimento Portland para poços petrolíferos (CP - BC)



- Cimento Portland branco (CP B)

Seguindo referências da Votorantim<sup>1</sup> cimentos e NBR 5733, (1991) este cimento contém elevado teor de resistência inicial e desforma rápida, esta propriedade se deve a utilização da dosagem de argila na produção de clínquer e calcário, além de um processo de moagem bem mais fino, dessa forma quando reage à água o CPV ARI eleva suas resistências com uma maior velocidade de cura.

Este produto pode ser encontrado em embalagens de 40 e 50 quilos ou pode ser encontrado a granel.

Conforme ABCP (1985) este cimento é recomendado na fabricação preparo de argamassa e concreto e alguns artefatos de cimento em indústrias de pequeno e médio porte. Sua utilização esta direcionada a elementos arquitetônicos, pré-fabricados e pré-moldados, blocos para pavimentação, meio-fio, concreto de alto desempenho, postes, lajes, tubos e blocos para alvenaria.

Segundo ABCP (1985), O cimento CP V – ARI, supera e em muito os valores de resistência a compressão normativos com outros cimentos.

Basea-se em três etapas fundamentais a fabricação do cimento Portland, são elas:

- Mistura e moagem da matéria – prima (calcários, margas e brita de rochas);
- Produção do clínquer (forno rotativo a 1400° C + arrefecimento rápido);
- Moagem do clínquer e mistura utilizando gesso.

Resume-se num sentido amplo o processo de fabricação do cimento Portland nas seguintes fases:

- Extração de matéria – prima (calcário, argila e gipsita);
- Britagem (calcário);
- Moagem em seu estado cru da matéria – prima (calcário e argila – farinha de 0,15 mm);
- Moagem do cimento (clinker + gipsita + dentre outras substâncias);
- Dosagem (farinha de calcário e argila);
- Clinkerização;
- Armazenamento em silos.

Referência obtida em ABCP (1985) Baseado nas pesquisas e necessidade de aplicação para este trabalho o uso do cimento CPV-ARI foi determinado em função de suas características e aplicações e por atender a necessidade de construção de elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento curados por aspersão de água. Os tijolos confeccionados com este produto exibem um maior índice de impermeabilidade, boa durabilidade e baixo índice de retração volumétrica, O cimento ocupa uma quantidade de 5% a 10% da massa do solo, para este experimento utilizamos 7,56% de cimento, ou seja, de um total de 75 kg, foi inserido 5,77 kg de cimento CP V- ARI.

---

<sup>1</sup> Fonte: <http://www.votorantimcimentos.com.br/htms-ptb/Produtos/Cimento.htm>



## 5 POLI TEREFALATO DE ETILENO (PET)

Segundo ABIPET (2011), o Poli Tereftalato de Etileno (PET) é um poliéster ou polímero termoplástico, surgiu nos estados unidos e posteriormente na Europa no início dos anos 70, chegou ao Brasil em 1988 e a partir de 1993 passou a ter forte expressão no mercado de embalagens, embora seja muito conhecido nos dias atuais através das garrafas plásticas, o material iniciou sua trajetória na indústria têxtil sendo o melhor e o mais resistente plástico usado na fabricação de garrafas, embalagens para refrigerantes, fracos, águas, sucos, óleos comestíveis, medicamentos, cosméticos, produtos de higiene e limpeza, destilados, isotônicos, cervejas entre outros.

Este material proporciona alta resistência mecânica a impactos e eficiente resistência química suportando o contato com agentes agressivos, possui excelente barreira contra gases e odores, por isso é capaz de conter os mais diversos produtos com total higiene e segurança, mantendo maior restrição do produto a ser consumido.

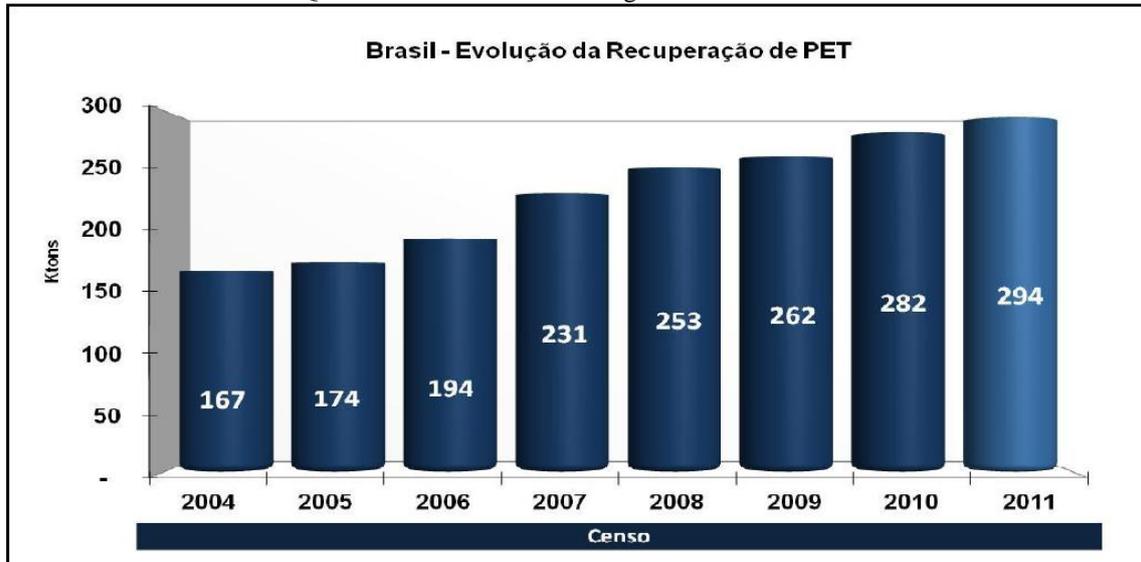
A embalagem de PET tem mostrado ser o recipiente ideal para indústrias de bebidas em todo o mundo, reduzindo custos de transporte e produção, evitando desperdícios em todas as fases do processo de produção e distribuição. Através dos benefícios proporcionados para a indústria e varejo, o PET oferece ao consumidor um produto selado, moderno e mais acessível, democratizando mercados e permitindo que todas as classes alcancem esta alta qualidade, tudo isso faz com que as embalagens de PET, seja uma alternativa moderna e eficiente, atendendo os anseios do consumidor respeitando as necessidades ambientais.

Atualmente a expansão da indústria recicladora está estabelecida por todo território nacional, demandando uma nova atividade de pesquisa, conhecido como Censo da Reciclagem de PET no Brasil, baseando em um estudo completo sobre este importante segmento industrial, gerador de empregos e que se destina adequadamente a uma grande quantidade de embalagens de PET pós-consumo. Através do censo, será possível ter um panorama completo sobre o universo de empresas dedicadas à reciclagem do PET, número de empregos gerados, demandas para o produto reciclado e concentrações geográficas.

A oitava edição do Censo aponta Crescimento de 4,25% na Reciclagem do PET nacional.



Quadro 2 - 8º censo da reciclagem de PET no Brasil



Fonte: ABIPET

Esta edição do Censo confirma a Reciclagem de PET como uma atividade em ascensão, foram coletadas cerca 294 mil toneladas de embalagens de PET, no ano de 2011. A correta destinação dessas garrafas foi garantida, sendo totalmente recicladas e utilizadas em novos produtos aqui mesmo, no Brasil.

Já em 2012 a reciclagem de embalagens de PET no Brasil, deu um salto e cresceu 12,6% em volume, passou de 294 mil toneladas em 2011 para 331 mil toneladas no ano passado. Com esse resultado, o País atingiu um índice de reciclagem de 59%, mantendo excelente posicionamento como um dos maiores recicladores de PET do mundo, superando os Estados Unidos e até mesmo a média registrada na Europa.

Estes números foram divulgados pela ABIPET durante o 9º censo da reciclagem do PET no Brasil que ocorreu nos dias 26 e 27 de junho de 2013, na cidade de São Paulo. Os números afirmam que existe grande demanda pelo PET reciclado.

Segundo o presidente da ABIPET Auri Marçon, o Brasil precisa investir em coleta seletiva para que a indústria não seja prejudicada. Em alguns períodos do ano as empresas recicladoras continuam com ociosidade chegando a 30 % de sua produção, pois não encontram embalagem pós-consumo para reciclar, uma solução encontrada seria a execução por parte das prefeituras em implantar coletas seletivas e separação de embalagens recicláveis, para elevar a recuperação de material reciclado.

As aplicações para o uso final do PET reciclado em 2012 foram:

- Têxteis 38,2 %;
- Resinas insaturadas e alquídicas 23,9 %;
- Embalagens de alimentos e não alimentos 18,3 %;
- Laminados de chapas 6,4 %;



- Fitas de arquear 5,5 %;
- Tubos 1,5 %;
- Outros 6,1 %.

A transformação do PET reciclado pode acontecer de maneiras diferentes dependendo do produto que irá ser fabricado com a matéria-prima reciclada. Vários setores da economia utilizam produtos que levam o material reciclado, desta forma estamos sempre em contato com algum item feito de PET reciclado.

- Casa: Roupas, cabides, travesseiros, mantas, tapetes, carpetes, bicho de pelúcia, cordas de varal, vassouras em todos eles existe PET reciclado.
- Comunicação: Alguns modelos de celular utiliza o PET reciclado.
- Construção civil: Caixas d'água, tubos, conexões, torneiras, piscinas, telhas, tintas e vernizes.
- Escritório: Régua, relógio de parede, porta lápis e canetas.
- Indústria automobilística: Os carpetes dos carros nacionais são produzidos com 100 % de PET reciclado entre eles de destacam a forração do teto, tampa de bagageiro, para-choques e elementos aerodinâmicos.
- Material esportivo: Bolas, chuteiras, bancos de estádios, uniforme dos jogadores, redes do gol e no gramado utiliza-se uma manta para drenagem da água de chuva este produto é 100 % reciclado.
- Sinalização: Placas indicativas de direção, luminosos e sinalização horizontal.
- Transporte coletivo: Os bancos de ônibus, trens, metrô e a carenagem interna do metrô contém PET reciclado.

Segundo EXAME<sup>2</sup> (2012) ocorreu um importante avanço ambiental, surgindo a primeira garrafa PET no Brasil, sendo esta 100% reciclável. Esta tecnologia foi apresentada pelo Guaraná Antarctica, e teve como principal objetivo elevar os índices sobre a reciclagem no País. Contudo a garrafa PET independente de marca, modelo, formato ou fabricante pode ser reciclada.

Este tipo de produção tem como proporção cada cinco toneladas de PET recicladas, uma tonelada prensada pode representar uma quantia de aproximadamente 20.000 garrafas e isso faz com que seja liberado 30 m<sup>3</sup> de área em aterros sanitários.

No ano de 2012 este projeto conseguiu reduzir 1,3 milhões de quilos deste material reciclado, e o fabricante já inseriu cerca de 50 milhões de garrafas PET 100% reciclada no mercado, isto equivale a 100 milhões de litros da bebida guaraná Antarctica.

---

<sup>2</sup> Fonte: <http://exame.abril.com.br/revista-exame/edicoes/1029/noticias/a-estreia-do-pet-verde>



## 6 MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado na fabricação dos tijolos solo, cimento e PET foi coletado na cidade de Franca – SP e segundo classificação da Classificação H.R.B (Highway Research Board) ou A.A.S.H.O. (American Association State Highway Officials) trata – se de um solo A 2 - 4. Dentro da classificação as suas características geotécnicas são representativas dos solos existentes em mais de 50% da área do Estado de São Paulo e solos com características semelhantes ao A 2 - 4 também são encontrados nas áreas no centro sul do Brasil.

O cimento utilizado ao longo desta pesquisa foi o cimento Portland CPV-ARI. Sua escolha ocorreu devido as suas características atender as necessidades de cura mais rápida e melhor resistência aliado as suas peculiaridades. Por ser bastante utilizado na construção de elementos pré-moldados de concreto e artefatos de cimento, o CPV-ARI apresenta excelente grau de acabamento e os tijolos confeccionados com este produto são mais impermeáveis e com isso tem durabilidade maior que o restante, isto nos proporciona um tempo menor de cura quando comparado ao tradicional cimento Portland CP II.

Obteve-se o resíduo de PET através de uma empresa que coleta e recicla este material. Após a coleta os resíduos (garrafas) foram processados em um triturador de mandíbulas e peneirados em peneiras de malha quatro milímetro, visando obter um material granulado e uniforme como mostra a figura 2.

Figura 2 - Poli Tereftalato de Etileno (PET)



Fonte: Autores

A água utilizada na confecção dos tijolos foi coletada junto à rede de saneamento básico na cidade de Franca - SP.

Foram utilizados os seguintes equipamentos e aparelhos na fabricação do tijolo solo, cimento e PET e nos ensaios dos materiais e do tijolo, que estão especificados pela norma que fixa as condições exigíveis para a fabricação do mesmo a NBR 10833, (1989): balança, jogo de peneiras, estufa, jogo de cilindros, peneira, jogo de peneiras, estufa, jogo de cápsulas de alumínio, carriola, cápsula de porcelana



e soquete, régua, aparelho de casa grande e acessórios, tábua de vidro jateada, formas de aço e borrifador de água.

Para obter uma ótima homogeneização da mistura solo, cimento e o PET, após pesados foram inseridos em uma betoneira com capacidade de 400 litros executando a homogeneização e após a mistura foi efetuada a umidificação da mesma, assim obtemos uma ótima homogeneização e umidade ideal da mistura.

Na produção dos tijolos solo, cimento e PET, foi utilizada uma prensa hidráulica da marca Eco-máquinas, modelo eco-bravo, sua capacidade de compactação é de 6 toneladas segundo o fabricante, produz tijolos de encaixes universais vazados, suas dimensões apresentam-se em 12,5 cm de largura, 25 cm de comprimento e 7 cm de altura e sua capacidade de fabricação são de 1600 tijolos/dia.

Para os ensaios de compressão simples dos tijolos solo, cimento e PET, foi utilizada uma máquina universal da marca EMIC, modelo MCT 30/6, com capacidade de 300 kN.

Foram realizados ensaios laboratoriais para a caracterização do solo, resíduos do PET e as composições entre solo-resíduo e escolha de alguns traços envolvendo solo, cimento e PET.

Para fabricação do tijolo solo, cimento e PET, foram elaboradas três amostras, conforme descrito na tabela 1 a porcentagem de cada traço e os componentes utilizados na fabricação do tijolo solo, cimento e PET.

Tabela 1 - Porcentagem dos componentes do tijolo

Porcentagem de Cada Item P/ Confeção do Tijolo				
Amostra	PET %	Cimento %	Solo %	TOTAL %
A3	3,5	7,56	88,94	100
A5	5,5	7,56	86,94	100
A7	7,5	7,56	84,94	100

Fonte: Autores

Foram seguidas rigorosamente as normas da ABNT, para a execução dos ensaios do solo, resíduos PET e do tijolo solo, cimento e PET, utilizando-se as seguintes normas NBR 6459 (1984), NBR 7170 (1983), NBR 7180 (1984), NBR 7181 (1984), NBR 7182 (1986), NBR 7217 (1987), NBR 10833 (1989) e NBR 12023 (1990).

A análise granulométrica do solo tem influência direta na qualidade e no custo da fabricação do tijolo solo-cimento, sendo mais indicados para sua confecção os solos com características arenosas, solos que contenham matéria orgânica não são indicados, pois estes podem prejudicar ou alterar a hidratação do cimento. Os ensaios para a determinação da composição granulométrica do solo e do resíduo em estudo foram realizados seguindo as indicações da NBR 7181 (1984) e NBR 7217 (1987).

Foi utilizado 500 gramas de solo para efetuar a análise granulométrica, o solo foi destorroado e peneirado em uma sequência de nove peneiras com granulações diferentes.



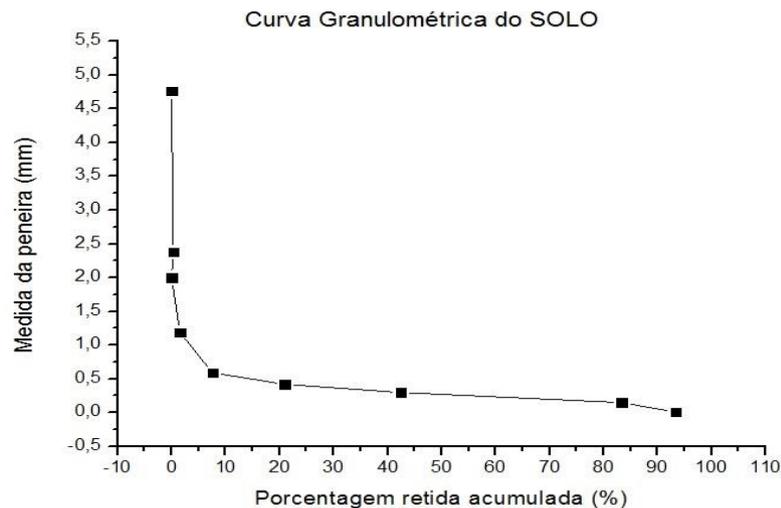
Para executar o peneiramento grosso do solo utilizou três peneiras de 4,76 - 2,38 e 2,00 mm e para o peneiramento fino do solo seis peneiras 1,19 – 0,59 – 0,42 – 0,297 – 0,149 e 0,074 mm, conforme tabela 2 e gráfico 1.

Tabela 2 - Análise granulométrica do solo

DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA - NBR 77181 PENEIRAMENTO (SOLO)				
PENEIRA N°	PESO	RETIDO	%	% RETIDA ACUMULADA
4 (4,76 mm)	500	0	0	0
8 (2,38 mm)	500	1,3	0,26	0,26
10 (2,00 mm)	500	0	0	0
16 (1,19 mm)	500	6,3	1,26	1,52
30 (0,59 mm)	500	29,7	5,94	7,46
40 (0,42 mm)	500	67,6	13,52	20,98
50 (0,297 mm)	500	107,3	21,46	42,44
100 (0,149mm)	500	204,7	40,94	83,38
200 (0,074 mm)	500	49,7	9,94	93,32
PRATO		33,4	6,68	100

Fonte: Autores

Gráfico 1 - Curva granulométrica do solo



Fonte: Autores

A norma NBR 7182 (1986) prescreve o método para determinar a relação entre o teor de umidade e a massa específica de solos quando compactados de acordo com os processos especificados. A umidade ótima é um parâmetro muito importante nos trabalhos realizados com solos, pois propicia melhores condições de trabalho e máxima compactação do material, proporcionando maiores valores de densidade, resistência e certamente maior durabilidade. Segundo Grande (2003) o teor de umidade é muito importante quanto à porcentagem de cimento, pois exerce grande influência nas características



de resistência física e de absorção de água. Os ensaios de compactação foram realizados em conformidade com as normas NBR 7182, (1986) e NBR 12023, (1992).

Para efetuar o ensaio de compactação foram utilizados 4 kg de solo destorroado totalizando quatro amostras e aproximadamente 8% de água p/ cada, cerca de 320 ml. Para este procedimento usou – se um cilindro pequeno e soquete, o solo foi compactado no interior do cilindro aplicando 26 golpes por camada, dividido em três camadas iguais.

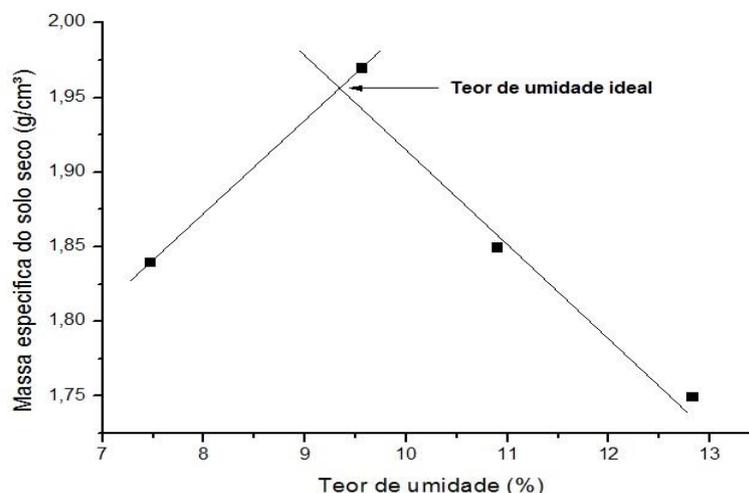
Ao final dos procedimentos, as quatro amostras criadas foram inseridas em uma estufa com temperatura aproximada de 110°C deixado em repouso por um período de 24 h e ao término deste período concluiu – se que o solo é do tipo A 2- 4, segundo o método de classificação H.R.B, resultados na tabela 3 e gráfico 2.

Tabela 3 - Ensaio de compactação do solo e teor de umidade

ENSAIO DE COMPACTAÇÃO DE SOLOS				
COMPACTAÇÃO				
Amostra	01	02	03	04
Cilindro nº	11348	11348	11348	11348
Volume do cilindro - VC (cm <sup>3</sup> )	993,8	993,8	993,8	993,8
Tara do cilindro - Tc (g)	2130	2130	2130	2130
Massa do cilindro + solo úmido - Mch (g)	4095	4275	4180	4170
Massa do solo úmido - Mh= Mch-Tc (g)	1,965	2,145	2,05	1,958
Massa espec. do solo úmido - p= Mh/Vc (g/cm <sup>3</sup> )	1,98	2,16	2,06	1,97
Massa espec. do solo seco - ps= ph*FC (g/cm <sup>3</sup> )	1,84	1,97	1,85	1,75
TEOR DE UMIDADE				
Cápsulas nº	250	258	269	409
Cápsulas c/ solo úmido → Csh (g)	81,9	79,5	81	69
Cápsulas c/ solo seco → Css (g)	79,2	76,1	77,2	64,7
Massa da água → Ma = Csh-Css(g)	2,7	3,4	3,8	4,5
Tara da cápsula → Tca (g)	43	40,5	42,3	29,6
Massa do solo seco → Ms = Css - Tca	36,2	35,6	34,9	35,1
Teor de umidade → H%=(Ma.100) / Ms (g)	7,46	9,55	10,89	12,82
Fator de correção → FC = 100 q (100+H%)	0,93	0,91	0,9	0,89

Fonte: Autores

Gráfico 2 - Curva ensaio de compactação do solo



Fonte: Autores



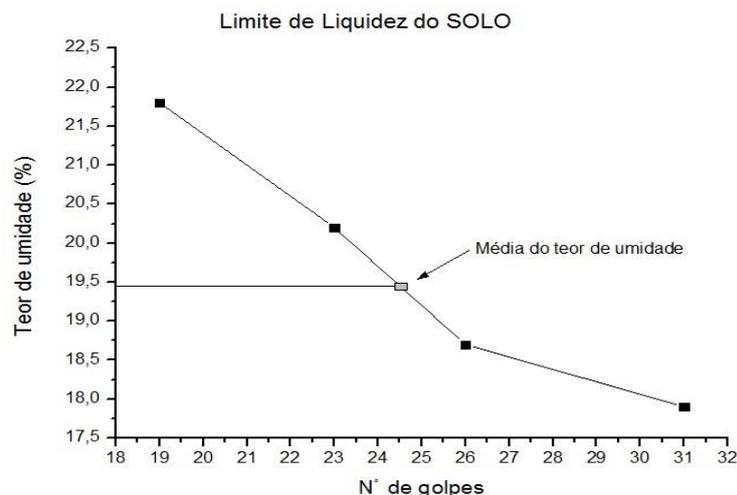
Atterberg, (1911) relata os limites de plasticidade e liquidez que delimitam o intervalo de consistência do solo, em que o limite de plasticidade quantifica o teor de umidade do qual o solo passa de estado plástico para o estado semissólido, desse modo este solo não pode ser moldado e passa a ser quebradiço, já o limite de Liquidez é a quantidade de umidade do solo quando este muda do estado líquido para o estado plástico, momento em que perde sua capacidade de fluir. Então ambas as mudanças ocorrem de forma gradual em função da variação de umidade, valores elevados podem dificultar a secagem e o destorroamento. A ABCP (1985) recomenda que o limite de liquidez seja inferior a 45% e que o índice de plasticidade seja inferior a 18%. Na determinação dos limites de consistência foram utilizadas as normas NBR 6459 (1984) e NBR 7180, (1984), os resultados estão expostos na tabela 4 e no gráfico 3.

Tabela 4 - Ensaio de consistência - Limite de liquidez

Limite de Liquidez				
Cápsulas nº	500	505	510	514
Cápsulas c/ solo úmido → Csh (g)	48,3	45,8	43,7	53,3
Cápsulas c/ solo seco → Css (g)	45,0	43,2	41,7	50,0
Massa da água → Ma = Csh-Css(g)	3,3	2,6	2	3,3
Tara da cápsula → Tca (g)	26,6	29,3	31,8	31,6
Massa do solo seco → Ms = Css - Tca	18,4	13,9	9,9	15,1
Teor de umidade → H%=(Ma.100) / Ms (g)	17,9	18,7	20,2	21,8
Número de golpes	31,0	26,0	23,0	19,0

Fonte: Autores

Gráfico 3 - Curva do limite de liquidez do solo



Fonte: Autores

O limite de plasticidade foi determinante nas especificações conforme norma NBR 7170 (1984) e a partir dos valores encontrados pela média, os teores de umidade são correspondentes a alguns



cilindros de solos com dimensões e gabaritos acompanhando um determinado desvio de 5% em relação à média, conforme tabela 5.

Tabela 5 - Ensaio de consistência – Limite de plasticidade

Limite de Plasticidade					
Cápsulas nº	250	258	269	408	507
Cápsulas c/ solo úmido → Csh (g)	29,0	44,8	45,2	26,6	33,6
Cápsulas c/ solo seco → C <sub>ss</sub> (g)	28,4	44,3	44,6	26,3	33,2
Massa da água → Ma=C <sub>sh</sub> -C <sub>ss</sub> (g)	0,6	0,5	0,6	0,3	0,4
Tara da cápsula → Tca (g)	24,2	40,5	40,5	24,2	30,6
Massa do solo seco → Ms = C <sub>ss</sub> - Tca	4,2	4,1	4,1	2,1	2,6
Teor de umidade → H%=(Ma.100) / Ms (g)	14,3	14,6	14,6	14,29	15,38

Fonte: Autores

Limite de liquidez → LL = 19%

Limite de plasticidade → LP = 14%

Índice de plasticidade → IP = LL - LP → IP = 5%

Para análise do PET foi utilizada a NBR 7217 (1987), norma que determina a composição granulométrica de materiais agregados e suas normas complementares.

Foi utilizado 200 gramas de PET para efetuar a análise granulométrica do PET triturado e peneirado em uma sequência de nove peneiras com granulações diferentes. Para executar o peneiramento grosso do PET utilizou - se cinco peneiras de 38,1 – 19,1 – 9,52 – 4,76 e 2,38 mm e para o peneiramento fino do PET quatro peneiras de 1,19 – 0,59 – 0,297 e 0,149 mm, os resultados estão expostos na tabela 6 e no gráfico 4.

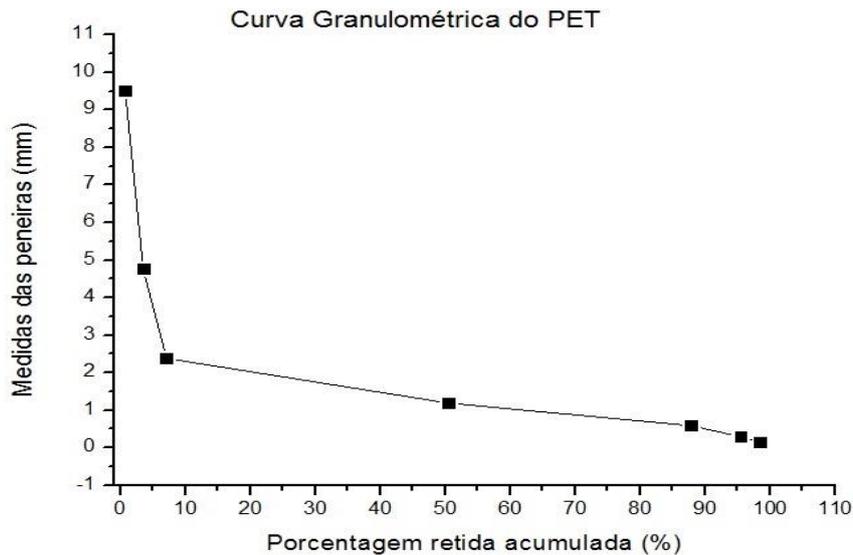
Tabela 6 - Análise granulométrica do PET

DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO GRANULOMÉTRICA - NBR 7217 PENEIRAMENTO (PET)				
PENEIRA Nº	PESO (Gramas)	RETIDO	%	% RETIDA ACUMULADA
1.1/2" (38,1 mm)	200	0	0	0
3/4" (19,10 mm)	200	0	0	0
3/8" (9,52 mm)	200	1,5	0,75	0,75
4 (4,76 mm)	200	5,5	2,75	3,5
8 (2,38 mm)	200	7,2	3,6	7,1
16 (1,19 mm)	200	86,8	43,4	50,5
30 (0,59 mm)	200	74,6	37,3	87,8
50 (0,297 mm)	200	15,3	7,65	95,45
100 (0,149 mm)	200	6	3	98,45
PRATO		3,1	1,55	100

Fonte: Autores



Gráfico 4 - Curva granulométrica do PET



Fonte: Autores

Na etapa seguinte da pesquisa foram produzidos os tijolos para execução dos ensaios mecânicos, fabricados em três diferentes traços estudados de 3,5; 5,5 e 7,5 % de PET, o método de produção seguiu todas as especificações da norma NBR 10833 (1989), todos os materiais foram peneirados, separados e pesados em sacos plásticos em três lotes A3, A5 e A7, para melhor manuseio dos mesmos.

Utilizou-se uma prensa hidráulica modelo Eco-Brava para a produção dos tijolos com as seguintes dimensões 12,5 cm x 25 cm x 7 cm (largura x comprimento x espessura) que possui em encaixes para a amarração dos componentes na execução da alvenaria.

A mistura foi preparada através de uma betoneira que permitiu obter uma mistura mais homogênea e um teor de umidade ideal para prensagem dos tijolos.

Os tijolos foram manufacturados com cimento CP-V ARI, por ser um cimento mais fino e com maior quantidade de clínquer que contribuiu para melhoria do comportamento mecânico dos tijolos. Foram produzidos 100 tijolos, em três lotes com as mesmas dimensões de acordo com os procedimentos descritos na NBR 10833 (1989).

## 6.1 DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO E DA ABSORÇÃO DE ÁGUA DO TIJOLO

O ensaio de compressão simples foi realizado na máquina universal, como não existem normas para tijolos solo, cimento e PET, adotamos as seguintes normas NBR 10836 (1994) que trata da determinação à compressão em blocos vazados de solo-cimento sem função estrutural e a norma NBR 8492 (1984) trata da determinação de tijolos maciços de solo-cimento essas foram as normas utilizadas para os ensaios de compressão e absorção dos tijolos confeccionados.



Foram separadas 3 amostras contendo 13 tijolos para cada uma, todos os tijolos foram marcados de maneira a ser identificados, dos 13 tijolos, 10 tijolos foram utilizados no ensaio de compressão e 3 tijolos usado no ensaio de absorção de água.

Segundo NBR 8492 (1984) cortou - se o tijolo ao meio e perpendicular à sua maior dimensão, ligando-as com uma camada fina de pasta de cimento Portland de 2 a 3 mm de espessura, pré-contraída permanecendo em repouso aproximadamente de 30 minutos aguardando o endurecimento da pasta, após esta etapa executou – se o capeamento das faces com pasta de cimento Portland para regularizar a superfície dos tijolos, após o endurecimento da pasta os tijolos foram imersos em água por um período de 24 horas.

A norma NBR 10836 (1994) pede apenas o capeamento das faces dos tijolos e a imersão em água pelo mesmo período, após esse procedimento foram realizados os ensaios na máquina universal.

## 7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tijolos confeccionados com teor de 7,5% apresentaram uma pequena diferença na resistência mecânica comparado aos outros dois traços utilizado, os tijolos com teores menores mostram maior homogeneidade da mistura solo, cimento e PET, os traços de 3,5% e 5,5% de PET obtivemos um tijolo mais resistente, os resultados dos três traços atenderam a norma de fabricação NBR 10833, (1989) para o ensaio de compressão simples, cujos resultados estão discriminados nas tabelas 8, 9 e 10.

Tabela 8 - Resultados do ensaio de compressão - Amostra A3

Determinação da resistência à compressão - Método de ensaio (NBR 8492)				
Amostra A3	Carga (Kgf/s)	Área de seção (cm <sup>2</sup> )	Tensão de Ruptura (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Tensão de Ruptura (MPa)
1	10	156,25	3450	2,208
2	10	156,25	3300	2,112
3	10	156,25	3650	2,336
4	10	156,25	3550	2,272
5	10	156,25	3600	2,304
6	10	156,25	3550	2,272
7	10	156,25	3450	2,208
8	10	156,25	3700	2,368
9	10	156,25	3340	2,138
10	10	156,25	3710	2,374
Determinação da resistência à compressão - Método de ensaio (NBR 10836)				
Amostra A3	Carga (Kgf/s)	Área de seção (cm <sup>2</sup> )	Tensão de Ruptura (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Tensão de Ruptura (MPa)
1	10	312,5	8550	2,736
2	10	312,5	8400	2,688
3	10	312,5	8380	2,682
4	10	312,5	8600	2,752
5	10	312,5	8540	2,733
6	10	312,5	8580	2,746
7	10	312,5	8400	2,688
8	10	312,5	8350	2,672
9	10	312,5	8280	2,650
10	10	312,5	8380	2,682

Fonte: Autores



Tabela 9 - Resultados do ensaio de compressão - Amostra A5

Determinação da resistência à compressão - Método de ensaio (NBR 8492)				
Amostra A5	Carga (Kgf/s)	Área de seção (cm <sup>2</sup> )	Tensão de Ruptura (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Tensão de Ruptura (MPa)
1	10	156,25	3300	2,112
2	10	156,25	3250	2,080
3	10	156,25	3410	2,182
4	10	156,25	3420	2,189
5	10	156,25	3200	2,048
6	10	156,25	3150	2,016
7	10	156,25	3240	2,074
8	10	156,25	3050	1,952
9	10	156,25	3180	2,035
10	10	156,25	3410	2,182

Determinação da resistência à compressão - Método de ensaio (NBR 10836)				
Amostra A5	Carga (Kgf/s)	Área de seção (cm <sup>2</sup> )	Tensão de Ruptura (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Tensão de Ruptura (MPa)
1	10	312,5	7850	2,512
2	10	312,5	6600	2,112
3	10	312,5	7500	2,400
4	10	312,5	7800	2,496
5	10	312,5	7940	2,541
6	10	312,5	8150	2,608
7	10	312,5	7840	2,509
8	10	312,5	6900	2,208
9	10	312,5	7730	2,474
10	10	312,5	6850	2,192

Fonte: Autores

Tabela 10 - Resultados do ensaio de compressão - Amostra A7

Determinação da resistência à compressão - Método de ensaio (NBR 8492)				
Amostra A7	Carga (Kgf/s)	Área de seção (cm <sup>2</sup> )	Tensão de Ruptura (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Tensão de Ruptura (MPa)
1	10	156,25	2950	1,888
2	10	156,25	3150	2,016
3	10	156,25	3250	2,080
4	10	156,25	2900	1,856
5	10	156,25	3300	2,112
6	10	156,25	3360	2,150
7	10	156,25	2950	1,888
8	10	156,25	3000	1,920
9	10	156,25	3150	2,016
10	10	156,25	3400	2,176

Determinação da resistência à compressão - Método de ensaio (NBR 10836)				
Amostra A7	Carga (Kgf/s)	Área de seção (cm <sup>2</sup> )	Tensão de Ruptura (Kgf/cm <sup>2</sup> )	Tensão de Ruptura (MPa)
1	10	312,5	6950	2,224
2	10	312,5	7300	2,336
3	10	312,5	6180	1,978
4	10	312,5	6780	2,170
5	10	312,5	6930	2,218
6	10	312,5	7450	2,384
7	10	312,5	7880	2,522
8	10	312,5	6400	2,048
9	10	312,5	6250	2,000
10	10	312,5	6890	2,205

Fonte: Autores

## 7.1 RESISTÊNCIA À ABSORÇÃO DE ÁGUA

Segundo as normas NBR 8492 (1984) e NBR 10836 (1994) que determina a resistência à compressão e também à absorção de água de tijolos solo-cimento, seguimos os procedimentos pedidos



nas normas citadas acima para a execução do ensaio, separamos três amostras de cada traço denominadas A3, A5 e A7, tendo como sequência o seguinte procedimento:

- Os tijolos foram inseridos em uma estufa na qual sua temperatura oscilava entre 105 °C a 110 °C até constância da massa, obtendo-se a massa seca dos tijolos.
- Os tijolos foram imersos em um recipiente com água à temperatura ambiente por um período de 24 horas.
- Após a retirada da imersão, os corpos de prova foram enxugados com um pano úmido, antes de decorridos três minutos, a partir daí obtém-se a massa saturada em g.

Para calcular o valor da absorção em porcentagem utilizamos a seguinte equação do teor de umidade:

$$A\% = \frac{M1 - M2}{M1} \times 100$$

Fonte: NBR 10836 (1994)

A absorção média dos tijolos é obtida através da média dos valores individuais demonstrado na tabela abaixo:

Tabela 11 - Resultados do ensaio de absorção

Amostra	M (Kg)	M1 (Kg)	M2 (Kg)	Água Absorvida (Kg)	Absorção de Água (%)	
A3	1	3,020	2,810	3,307	0,497	17,68
	2	3,010	2,870	3,362	0,492	17,14
	3	2,990	2,790	3,291	0,501	17,95
A5	1	3,010	2,780	3,302	0,522	18,77
	2	3,000	2,950	3,449	0,499	16,91
	3	3,04	2,890	3,410	0,520	17,99
A7	1	3,010	2,860	3,385	0,525	18,35
	2	3,030	2,870	3,460	0,590	20,55
	3	3,050	2,880	3,417	0,537	18,64

Fonte: Autores

A tabela 11 demonstra os resultados do ensaio de absorção de água das três amostras, a norma pede que amostra ensaiada deva apresentar a média dos valores igual ou menor que 20% e para valores individuais igual ou menores que 22%, aos 28 dias de idade, as três amostras ensaiadas atendem a norma pois ficaram entre os valores que a norma exige, obtivemos os seguintes valores apresentados na tabela 12.



Tabela 12 - Média da absorção de água de cada traço

Amostra	Nº	Absorção de Água (%)	Média (%)
A3	1	17,68	17,59
	2	17,14	
	3	17,95	
A5	1	18,77	17,89
	2	16,91	
	3	17,99	
A7	1	18,35	19,18
	2	20,55	
	3	18,64	

Fonte: Autores

## 8 CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi analisar o desempenho do material obtido a partir de garrafas PET descartável, que após ser triturada foi inserida ao tijolo solo-cimento, a partir desta mistura ternária sua fabricação foi executada utilizando uma prensa hidráulica de seis toneladas. Essa tecnologia possibilita correta análise científica para futuro desenvolvimento em sistemas de edificações.

Através de uma metodologia embasada em ensaios realizados em laboratório (análise granulométrica, ensaio de compactação, teor de umidade, limite de liquidez, limite de plasticidade e ensaio de absorção), foi possível chegar a resultados que permitem considerar a inserção d'água na mistura como fator preponderante. A quantidade de água inserida junto aos outros componentes (solo, cimento e PET) foi de suma importância para alcançar a consistência necessária. Nos primeiros ensaios utilizou-se 5 litros d'água para determinada proporção de solo, cimento e PET, após a prensagem observou-se que a consistência não havia atendido o esperado e o tijolo estava com umidade excessiva, dificultando até mesmo sua retirada do molde. Chegou-se a quantidade d'água ideal em 4 litros, para mesma quantidade de solo, cimento e PET.

Seguindo os rigorosos critérios das normas técnicas de fabricação de tijolos (ABNT), foi possível analisar a resistência mecânica obtida nos tijolos modulares solo, cimento e PET, contendo respectivamente 3,5%; 5,5% e 7,5% de resíduos de garrafa PET triturada.

A amostra A3 contendo 3,5% de resíduo PET triturado, demonstrou maior eficiência aos ensaios de ruptura dos tijolos.



## REFERÊNCIAS

ABCP, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Fabricação de tijolos de solo-cimento com a utilização de prensas manual: prática recomendada. Publicação ABCP, São Paulo, 1985.

ABCP, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Solo-cimento na habitação popular. Publicação ABCP, 2 ed., 6p, São Paulo, 1995.

ABCP, ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. Dosagem das misturas de solo-cimento: normas de dosagem e métodos de ensaio. ABCP, São Paulo, SP, ET-35, 51p, 1986.

ABIPET, Associação Brasileira da Indústria do PET. Oitavo Censo da reciclagem do PET no Brasil Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarDownloads&categoria.id=3>>. Acesso em: 15 mai. 2013, 12:32:27.

ABIPET, Associação Brasileira da Indústria do PET. Nono Censo da reciclagem do PET no Brasil Disponível em: <<http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarDownloads&categoria.id=3>>. Acesso em: 10 jul. 2013, 19:57:32.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 5733: Cimento Portland de alta resistência inicial: Especificação. Rio de Janeiro, 1991.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 6459: Solo- Determinação do limite de liquidez: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1884.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 7170: Tijolo maciço cerâmico para alvenaria: Especificação. Rio de Janeiro, 1983.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 7180: Solo- Determinação do limite de plasticidade: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 7181: Solo- Análise granulométrica: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 7182: Solo- Ensaio de compactação: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 7217: Agregado - Determinação da composição granulométrica: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 8492: Tijolo maciço de solo-cimento determinação de resistência a compressão e da absorção d'água: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1984.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 10833: Fabricação de tijolo maciço e bloco vazado de solo-cimento com utilização de prensa hidráulica: Procedimento. Rio de Janeiro, 1989.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 10836: Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural - Determinação da resistência à compressão simples: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994.



ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 12023: Solo-cimento ensaio de compactação: Método de ensaio. Rio de Janeiro, 1992.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS: NBR 12254: Execução de sub-base ou base de solo-cimento: Procedimento. Rio de Janeiro, 1990.

CEBRACE, CENTRO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÕES E EQUIPAMENTOS ESCOLARES. Solo-cimento na construção de escolas – SC01. 2ª ed. Rio de Janeiro, MEC/CEBRACE, 1981.

DNER ME 082/94, Solos – Determinação do Limite de Plasticidade. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Ministério dos Transportes.

DNER ME 122/94, Solos – Determinação do Limite de Liquidez – Método de Referência e Método Expedito. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Rodoviárias, Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, Ministério dos Transportes.

SUPERTOR, O tijolo de solo cimento. Catálogo de divulgação tecnológica. SUPERTOR – Máquinas e tecnologia em solo-cimento – Tijolos sem queima. (1989), Brasil.

GRANDE, F. M. (2003). Fabricação de tijolos modulares de solo-cimento por prensagem manual com e sem adição de sílica ativa. São Carlos, 2003. 165 f. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

MERCADO, M. C. Solo-cimento: alguns aspectos referentes à sua produção e utilização em estudo de caso. São Paulo, 1990. 186 f. Dissertação (mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo.

## Arborização urbana interativa: Implementação de placas com QR Code para descrição de indivíduos vegetais



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-006>

### Kaliny Gabrielly Cruz Vieira

Licenciatura em Ciências Biológicas - Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus Assis Chateaubriand.

### Karina Dias Espartosa

Mestra em Ecologia pela Universidade de São Paulo (USP). Docente do Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus Assis Chateaubriand.

E-mail: karina.espartosa@ifpr.edu.br

### Simone Rodrigues Slusarski

Doutora em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual de Maringá (UEM). Técnica Administrativa em Educação do Instituto Federal do Paraná (IFPR) - Campus Assis Chateaubriand.

### RESUMO

A arborização urbana é elemento importante para a qualidade de vida nas cidades e bem-estar da população, pois contribui diretamente na saúde física e mental das pessoas. Dentre os benefícios ambientais que esta vegetação proporciona destacam-se o sombreamento e diminuição da temperatura, redução do impacto do escoamento da água de chuva, agem como barreira contra ventos, ruídos e alta luminosidade, e contribuem esteticamente, dentre outras vantagens. Porém, para que estes ambientes consigam impactar significativamente a vida da população, é necessário que a arborização urbana tenha planejamento, além da necessidade de uma maior valorização e cuidado por parte dos frequentadores de tais locais. Uma opção para a sensibilização dos cidadãos é a implantação de placas de identificação, com a finalidade de despertar o olhar e a curiosidade das pessoas para a vegetação local, para sua diversidade e principalmente para seu papel ecológico. Seguindo as tendências de trabalhos recentes que aliam a botânica, a educação ambiental

e novas tecnologias, este trabalho desenvolveu e implantou placas inovadoras de identificação para árvores da arborização urbana de Assis Chateaubriand-PR, placas estas que continham QR code que davam acesso a mais informações sobre a espécie. A metodologia incluiu visitas a campo para a seleção de árvores, e para coleta de amostras vegetais, que posteriormente foram acervadas como exsiccatas para dar apoio a identificação. A identificação foi feita com base em bibliografias específicas e utilizando-se de chaves dicotômicas para famílias, gêneros e espécies. A pesquisa de informações para a composição dos textos apresentados nas placas foi feita com base em bibliografia e sites de internet de instituições de confiabilidade técnica. Foram selecionadas e identificadas para o recebimento das placas, um total de 48 indivíduos pertencentes a 6 espécies. As 48 placas de identificação de árvores foram desenvolvidas no tamanho de 15 x 15 cm, em material de PVC adesivado. Além do nome popular e nome científico, as placas possuem um texto informativo curto e o QR code, que dá acesso a um post de Instagram (@arvoresinterativas) ou áudios do YouTube (Canal Árvores Interativas) com mais informações sobre a árvore. Os textos das placas apresentam rigor técnico, mas foram escritos de maneira coloquial e em primeira pessoa, como se fosse a própria árvore apresentando-se ao visitante, e ao final agradecendo-lhe a visita. Conclui-se que com este formato, estas placas são, a um mesmo tempo, um importante objeto de ensino, de pesquisa e de extensão, que têm o potencial de aproximar a comunidade e as árvores, e que ao conhecer sua importância e benefícios, estes transeuntes sejam sensibilizados e passem a valorizar e cuidar da vegetação urbana de seu município.

**Palavras-chave:** Educação Ambiental, vegetação urbana, descrição de espécies, código de barras bidimensional.

### 1 INTRODUÇÃO

As árvores presentes no ambiente urbano desempenham funções importantes tanto para os cidadãos quanto para o meio ambiente, destacam-se: elevam a permeabilidade do solo e auxiliam na



diminuição da temperatura, pois, absorvem os raios solares e refrescam o ambiente pela grande quantidade de água transpirada pelas folhas; reduzem o impacto da água de chuva e seu escoamento superficial; proporcionam sombra; funcionam como corredor ecológico; agem como barreira contra ventos, ruídos e alta luminosidade; diminuem a poluição do ar; sequestram e armazenam carbono; colaboram para melhor efeito estético; preservam a fauna silvestre; valorizam os imóveis e as cidades; proporcionam recreação, bem-estar físico e mental da população (PIVETTA e SILVA FILHO, 2002; SÃO PAULO, 2015).

Porém, para que estes ambientes consigam impactar significativamente a vida da população, é importante que a arborização urbana tenha planejamento, além da necessidade de valorização e cuidado por parte dos frequentadores de tais locais.

Esta valorização e cuidados por parte dos moradores pode ser estimulada pela difusão de informações por meio de ações e objetos educativos, no âmbito da educação ambiental. Pois entende-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente (BRASIL, 1999).

A arborização urbana (de canteiros, praças, Parques e pátios escolares) tem considerável potencial como objeto de realização de ações de educação ambiental que objetivem a difusão de conhecimentos à comunidade.

Neste âmbito da educação ambiental que utiliza a arborização urbana como objeto de trabalho e como elo com a comunidade, tem crescido nos últimos anos os trabalhos que utilizam placas com QR code para a apresentação de aspectos das árvores, somando o aspecto tecnológico ao educativo.

De fato, trabalhos relatam que a população demonstra interesse em conhecer as espécies vegetais localizadas nos espaços públicos que elas frequentam e manifestam interesse na colocação de placas de identificação nas árvores (COSTA et al., 2020).

A maior parte destes trabalhos que utilizam placas educativas com QR code têm sido realizados em árvores de pátios escolares (eg. NICHELE, 2015; PINTO et al., 2016; RODRIGUES e SILVA, 2016; RODRIGUES et al., 2017; MOURA et al., 2019), porém há também os trabalhos que levaram este recurso para a arborização urbana situada fora dos pátios escolares (RODRIGUES et al., 2020).

Os trabalhos anteriormente citados que utilizam QR code para objetivos educacionais, o trazem como um método com potencial para fazer do processo de ensino mais dinâmico, capaz de apresentar conteúdo de uma maneira mais interativa, onde os indivíduos participam ativamente do processo de busca de informações, podendo assimilar conhecimentos de forma efetiva em diversas localidades. Sendo o código apontado por Vieira e Coutinho (2013) como método capaz de ultrapassar as barreiras das escolas e criar e/ou potencializar novos espaços de aprendizagem.



A caráter de exemplo, Leite e colaboradores (2020), apontam resultados positivos no trabalho com o código QR, os autores descrevem como conclusão o cumprimento da meta inicial de educar para a sustentabilidade e reconectar o indivíduo com a natureza prezando o cuidado.

Portanto, uso de placas educativas com QR code, fora da instituição escolar, poderá possibilitar o reconhecimento das espécies existentes em diversos locais onde haja vegetação, e com o diferencial de reduzir a poluição visual com uso de placas de identificação padrão, e promovendo a interação dos munícipes com áreas verdes, por meio de seu reconhecimento e estimulando a sua preservação (RODRIGUES e SILVA, 2016).

A implementação desse tipo de placa, torna-se então uma forma de disseminação de informação que visa a interatividade entre população e as áreas verdes do município, possibilitando o reconhecimento das espécies, e promovendo conhecimento acerca do seu papel ecológico, características e curiosidades; aspirando com isso estimular a preservação da flora de áreas públicas e privadas.

De acordo com Plaza (2019), o Quick response code ou QR code, teve sua origem na indústria automobilística em 1994, sendo ele uma versão atual do tradicional código de barras unidimensional.

Em novo formato, bidimensional, o código QR, codifica e armazena informações no seu próprio design possibilitando a leitura dessas informações através do escaneamento do código que pode ser feito pela câmera de qualquer smartphone, fator esse que o levou a ser muito utilizado no setor de vendas pelo fácil acesso e a possibilidade de encaminhar usuários para qualquer site vinculado a ele (PLAZA, 2019).

De fato, a tecnologia vem ocupando espaços cada vez maiores na sociedade, e o ganho desses espaços está vinculado à “percepção de que as tecnologias digitais trazem conforto, vantagens competitivas e podem ser obtidas mais facilmente devido à redução dos custos” (FONSECA, 2013, p.164).

Ou seja, o mundo digital faz parte das nossas vidas, mudou o jeito de nos comunicarmos, trabalharmos e até mesmo os métodos de estudos. Por todos esses fatores, encontramos no código QR a tecnologia que possibilita levarmos informação educativa à comunidade. Unindo QR codes à arborização urbana, visamos aguçar o interesse dos habitantes pelas espécies locais.

É levando estes aspectos em consideração que este trabalho desenvolveu placas com QR code que identificam árvores da arborização urbana de Assis Chateaubriand-PR.

Assis Chateaubriand, localizada no oeste paranaense, acolhe atualmente em seu território 33.025 habitantes, segundo o último censo do IBGE (2012).

Em relação à sua arborização urbana, a cidade possui 165 espécies de árvores que somadas totalizam 20.220 indivíduos, de acordo com o inventário quantitativo do recente plano de arborização do município (PREFEITURA MUNICIPAL DE ASSIS CHATEAUBRIAND, 2019).



Documento esse que não contabiliza os indivíduos arbóreos presentes na área de preservação de 65,04 hectares existente no município, o Parque Municipal São Francisco de Assis (NITO e OLINTO, 2008).

O referido Parque tem sido cenário de projetos de extensão que realizam a condução de públicos diversos em visitas monitoradas e oficinas (BATISTA e ESPARTOSA, 2019; ESPARTOSA et al., 2020; JOAQUIM et al., 2020).

Entretanto, a flora urbana de ruas e avenidas, até o presente momento não tem sido foco de ações ou objetos educativos.

Sendo assim, este projeto nasce com a proposta de utilizar essa vegetação, tão presente no cotidiano dos munícipes, para desenvolver um trabalho com viés ambiental, visando a construção de uma relação harmônica entre a porção vegetal e humana da região central do município, que por influência comercial, tem movimentação contínua de pedestres.

Este trabalho busca com o seu desenvolvimento quebrar a barreira existente entre indivíduos vegetais e humanos de forma dinâmica disponibilizando identificação e descrição digital das espécies arbóreas da área, para a população local, por meio de placas com cunho informativo usando uma tecnologia atrativa e dinâmica, o QR code.

E é com o intuito de proporcionar estes benefícios à comunidade que o presente trabalho teve como finalidade despertar o olhar dos chateaubriandenses para a arborização urbana, sua diversidade e seu papel ecológico; disponibilizando informações acerca de cada espécie, através da instalação de placas com informações contidas em QR code.

E a partir daí fomentar a valorização do patrimônio natural deste município, o interesse da população pela conservação e preservação dessas árvores, em um processo de construção e/ou desenvolvimento da consciência ambiental de cada morador.

## **2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Este é um trabalho de caráter multidisciplinar onde os procedimentos metodológicos estão divididos em etapas detalhadas a seguir. Contou com pesquisas bibliográficas acerca das diferentes áreas de conhecimento abrangidas por este projeto, como por exemplo para o entendimento das possibilidades do QR code, pesquisas para a identificação das árvores e levantamento de informações sobre elas.

## **3 SELEÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS ÁRVORES**

Para o desenvolvimento das primeiras placas de identificação de árvores da arborização urbana do município de Assis Chateaubriand, optou-se por contemplar as árvores de algumas das principais praças e árvores do trecho comercial mais frequentado da principal avenida da cidade: a avenida



Tupãssi. Esta é também uma das avenidas que primeiro foi contemplada com a revitalização da arborização urbana ocorrida em 2019 (PREFEITURA MUNICIPAL DE ASSIS CHATEAUBRIAND, 2019).

Com a autorização da Secretaria da Agricultura e Meio Ambiente do município, o primeiro passo para dar início a este trabalho foi realizar o mapeamento das árvores presentes nas áreas alvo, levantar a diversidade de espécies arbóreas, e coletar amostras botânicas, principalmente férteis, para posterior identificação científica.

As amostras foram herborizadas segundo técnicas usuais (SILVA et al., 1989) e, posteriormente, acervadas no Laboratório de Biologia do IFPR Campus Assis Chateaubriand, como exsicatas, para serem identificadas como mostra a figura 1.

Figura 1- Imagem de algumas das exsicatas preparadas para a posterior identificação.



Fonte: as autoras (2021).

As amostras foram identificadas por meio de chaves analíticas, a nível de família (SOUZA e LORENZI, 2012), de gênero e de espécie (FLORA DO BRASIL, 2021). A identificação foi ainda confrontada com a literatura especializada (LORENZI et al., 2004; LORENZI, 2009; LORENZI 2013; LORENZI, 2014; LORENZI et al., 2018).

Foram, também, realizadas comparações das exsicatas com imagens digitais do banco de dados do site Tropicos (TROPICOS, 2021).



Para a identificação, foram utilizadas características morfológicas externas, como filotaxia, tipo de folha, tipo de tricomas, posição e lóculos do ovário, número de óvulos, simetria da flor, dentre outras características.

A escrita dos nomes científicos, a abreviação dos nomes dos autores e a distribuição geográfica das espécies foi feita com base na Lista de Espécies da Flora do Brasil 2021 (FLORA DO BRASIL, 2021).

Quanto a escolha dos indivíduos arbóreos para recebimento das placas de identificação, essa aconteceu levando em conta o visual e localização da árvore. Sendo selecionadas então árvores de espécies diferentes, de porte maior, visualmente atrativas e situadas em locais oportunos como nas proximidades de faixas de pedestres, esquinas e extremidades de canteiros, onde há maior trânsito de pessoas.

#### **4 COMPOSIÇÃO DE UM BANCO COM OS DADOS A SEREM DISPONIBILIZADOS ATRAVÉS DOS QR CODES**

O presente trabalho trata de transmitir conhecimentos técnicos de forma acessível a toda comunidade, ou seja, englobando vários públicos de diversas faixas etárias.

Por essa razão, dentre as múltiplas possibilidades de abrigar informações que o QR code traz, foi optado por trabalhar com folders digitais postados no Instagram (posts), “mídia social que obteve, desde o seu início, uma adesão massiva de usuários” (OLIVEIRA, 2014).

Assim, foi construído um material exclusivo, vinculá-lo à rede de internet e criado um URL (Uniform Resource Locator) a partir do Instagram. A URL gerada foi então exibida pelo QR code para dar acesso ao post de cada espécie arbórea com a placa, tudo isso de modo acessível, prático e sem custo.

Os layouts dos posts de Instagram foram desenvolvidos com informações para cada uma das espécies selecionadas, o que envolveu pesquisas bibliográficas e reflexões sobre a quantidade e tipo de informações que seria adequado apresentar para o público em questão.

Cada layout (a ser apresentado através do código QR nas placas) foi concebido para hospedar uma imagem ilustrativa, o nome científico e popular do espécime, uma descrição simples, sua contribuição ecológica e algumas curiosidades.

A disposição das informações também foi desenvolvida buscando maior atratividade ao público-alvo desta ação.

Além disso, pensando em acessibilidade e praticidade, visto que a leitura costuma não ser um hábito entre todos, foi decidido utilizar o podcast, um formato de produção midiática em áudio, distribuído digitalmente, e ouvido sob demanda (CORADINI et al., 2020). Com ele foram



disponibilizadas descrições, em forma de áudio, elaborados seguindo a mesma linha dos textos descritivos.

## 5 CONFEÇÃO E INSTALAÇÃO DAS PLACAS

A confecção do layout das placas foi feita pela gráfica contratada para sua produção. E a geração dos códigos QR gratuitos utilizou a plataforma “QR Code Generator”. Vale ressaltar que a etapa de formação dos QR codes deu-se após a construção do material a ser vinculado a ele (posts de Instagram e áudios).

Quanto ao material para a confecção, optou-se por trabalhar com as placas de PVC (Policloreto de polivinila).

Geralmente utilizadas para fins semelhantes, esse tipo de placa costuma ser resistente, de fácil manuseio e mais acessível financeiramente do que outros tipos de materiais. Para o custeio destas placas, priorizou-se buscar o patrocínio de instituições locais, que em contrapartida teriam seu logotipo apresentado nas placas.

Pensando no bem-estar dos indivíduos arbóreos, a instalação das placas ocorreu com o auxílio de um suporte de madeira fixado ao chão a uma altura de 1,5 m. Sendo assim, as placas não entraram em contato direto com as árvores para que não houvesse dano aos espécimes identificados por elas.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 SELEÇÃO E IDENTIFICAÇÃO DAS ÁRVORES

Durante o mapeamento das árvores das localidades alvo deste trabalho, foram contabilizadas 104 árvores, pertencentes a seis espécies que, por suas características, poderiam receber as placas (Tabela 1). Geralmente essa repetição de espécies é uma característica típica da arborização urbana.

Tabela 1- Tabela de identificação de espécies que receberam placas.

Nome Popular	Família	Espécie
Ipê-amarelo	Bignoniaceae	<i>Handroanthus chrysotrichus</i> (Mart. ex-DC.) Mattos
Ipê-roxo	Bignoniaceae	<i>Handroanthus heptaphyllus</i> (Vell.) Mattos
Ipê-branco	Bignoniaceae	<i>Tabebuia roseoalba</i> (Ridl.) Sandwith
Ipê-do-caribe	Bignoniaceae	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) Bertero ex A. DC
Sibipiruna	Fabaceae	<i>Cenostigma pluviosum</i> (DC.) Gagnon & G.P.Lewis
Palmeira-imperial	Arecaceae	<i>Roystonea oleracea</i> (Jacq.) O.F.Cook

Fonte: as autoras (2022).

Em geral, a identificação foi feita de acordo com a observação de aspectos dos indivíduos arbóreos e com base nas amostras coletadas.



Entretanto, a identificação da Palmeira-imperial, foi feita observando-se a morfologia dos indivíduos adultos, que apresentaram altura de 18-40 m; caule liso, esbranquiçado, de 46-66 cm de diâmetro, colunar ou levemente dilatado na base; folhas planas pela disposição uniforme das pinas, dispostas obliquamente, porém as inferiores horizontais, deixando mostrar o palmito; frutos roxos.

E comparando essas informações com a literatura especializada (LORENZI, 1996), para chegar à identificação.

## **7 ESTUDO E SELEÇÃO DAS POSSIBILIDADES DO QR CODE E DE FORMAS PARA APRESENTAR AS DESCRIÇÕES**

O objetivo deste trabalho era proporcionar uma placa de identificação para árvores que apresentasse, para além do nome popular e científico, informações diversas sobre a espécie, como fenologia, porte, altura, tempo de vida, serviços ecológicos e usos econômicos.

Mas para que a placa não tivesse uma grande quantidade de informações, o que poderia torná-la densa e visualmente carregada, a concepção era trazer um pouco de informação na placa e o restante no QR code.

Porém, o QR code gratuito apresenta uma restrição: quanto maior o número de caracteres no texto nele inserido, maior a complexidade da imagem do QR code gerado, o que poderia dificultar sua impressão precisa para as placas e limitar o tipo de smartfone com capacidade de acessá-lo.

Além disso, não há possibilidade de alteração da formatação dos caracteres apresentados. Isso restringiria muito a quantidade da informação acerca das árvores, que poderia ser apresentada dentro do código, conforme pode ser acessado nos trabalhos de Rodrigues e Silva (2016) e Rodrigues e colaboradores (2017).

Entretanto, outros trabalhos que produziram placas com QR code para a identificação de árvores, desenvolveram diferentes estratégias para que o QR code direcionasse para informações mais elaboradas, com imagens e possibilidades de formatação.

Estes trabalhos inserem no QR code um link que direciona para um aplicativo (eg. ROCHA et al., 2015; ABREU et al., 2017; COSTA e ROCHA, 2017; COLMAN, 2019) ou para um site (eg. ARANTES, 2018; MOURA et al., 2019) especialmente desenvolvidos para abrigarem as informações sobre as árvores contempladas em cada um destes projetos. Estes formatos têm a vantagem de tornar a informação visualmente mais atrativa e informativa.

A desvantagem é que o visitante precisa estar obrigatoriamente com acesso à internet. Ao vislumbrar esta possibilidade, e refletir sobre as condições dos transeuntes estarem conectados à internet, a equipe do presente trabalho verificou que nas áreas públicas alvo, notadamente a avenida Tupãssi, há conexão gratuita proporcionada pelo comércio local.



Por isso a equipe optou pelo uso de um link no QR code, que desse acesso à informação mais completa.

## 8 DESCRIÇÕES: FORMATO DE TEXTO E ÁUDIO

Após a identificação de cada espécie por meio de chaves analíticas, literaturas específicas e imagens digitais de bancos de dados, foi feita a construção de um banco de informações sobre as respectivas espécies.

A construção desse banco se deu através de informações disponibilizadas nas próprias chaves de identificação que foram utilizadas, e com o suporte dos livros como: *Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil*, 2014, volumes 1, 2 e 3. e *Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas*, 1996; e sites de procedência técnica confiável, principalmente *Flora do Brasil*, *Trópicos* e *Embrapa*.

Em seguida, foram analisadas opções com a finalidade de entregar a informação ao público, em uma imagem com o layout atrativo, descontraído e colorido.

Foi então que, diferentemente dos trabalhos que desenvolveram aplicativos e sites, optou-se por utilizar o Instagram, criando-se o perfil @arvoresinterativas.

Por ser uma rede social com evidente relevância na disseminação de informações (MONTEIRO et al., 2020), o Instagram tornou-se o lugar ideal para anexar as figuras descritivas das árvores. Além de gratuito, o perfil nesta rede social permite a futura verificação de dados sobre o acesso às publicações, possibilitando uma análise do alcance do trabalho.

Adicionalmente, o post no Instagram entrega o conteúdo não só às pessoas que porventura leiam o QR code, mas também aos diversos usuários desta rede, conforme suas afinidades, ampliando o público a ser atingido.

Quanto à forma e conteúdo das descrições, decidiu-se por utilizar a linguagem coloquial, mantendo o rigor técnico, porém pensando em entregá-lo de maneira mais descontraída, a exemplo do que foi adotado pela prefeitura de João Pessoa na descrição de suas árvores no Projeto Árvores da Cidade, disponível no site deste município (PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA, 2021).

Ainda se referindo a linguagem, e como forma de aproximar as pessoas dos indivíduos arbóreos, as descrições foram construídas em primeira pessoa, assim pretende-se que ao ler ou ouvir a descrição, o público tenha a percepção de que a própria árvore está lhe dando informações sobre ela, em uma espécie de "diálogo" curto (Figura 2).

Figura 2 - Layout das imagens descritivas. Exemplo para 4 das espécies identificadas.

**Ipê-amarelo**  
*Handroanthus chrysotrichus*  
@arvoresinterativas



**Sabe porque me plantam nas cidades?**  
Sou baixinha, não comprometo a fiação elétrica, mas forneço uma boa sombra, deixando a avenida menos quente! E é claro, tenho flores amarelinhas deslumbrantes, que você precisa vir conferir. Elas brotam entre agosto e outubro, e quanto mais frio e seco for o inverno, maior é a intensidade da minha florada. Minhas flores atraem abelhas e pássaros, animais importantes na polinização.  
**Você sabia que, além de tudo isso, tenho propriedades medicinais?** Produzo uma substância que se chama lapachol, a qual está sendo estudada para um possível uso no tratamento contra o câncer.

**Palmeira-imperial**  
*Roystonea oleracea*  
@arvoresinterativas



Pela minha imponência e requinte, faço parte do paisagismo de diversos espaços públicos importantes do município por décadas. Meu florescimento acontece na primavera, guardando para o verão os meus frutos, que são consumidos por diversas espécies de pássaros, como as maritacas e periquitos, que cantam e encantam pela cidade. Além dos frutos, durante meu desenvolvimento, há a produção de palmito, que pode chegar a 2 m de comprimento.  
**Conheça a história da minha espécie no Brasil!** Minha chegada ao Brasil se deu com a vinda dos portugueses; antigamente, eu era associada à realeza e meu plantio era muito comum em campos de café. Meu nome popular, palmeira-imperial, faz referência ao plantio de minha primeira muda realizado pelo Imperador D. João VI, no atual Jardim Botânico do Rio de Janeiro, em 1809. Em 1829, essa muda floresceu e frutificou pela primeira vez e suas sementes foram difundidas por todo o Brasil.

**Ipê-do-caribe**  
*Tabebuia rosea*  
@arvoresinterativas



**Sabem por que me plantam bastante por aqui?**  
Adapto-me muito bem ao clima tropical, suportando grandes períodos de seca. Sou considerada uma espécie ornamental, facilmente encontrada na arborização de parques, ruas e avenidas como esta.  
Para encantar as pessoas com o esplendor da minha floração, durante o inverno, fico despida de folhas e só no verão apresento flores que unem o branco, o lilás e o amarelo em uma mesma flor.  
Além de fornecer sombra, sirvo de moradia para os pássaros que cantam pela cidade e minha madeira é de uso comercial.

**Ipê-branco**  
*Tabebuia rosealba*  
@arvoresinterativas



**Venha tirar uma foto comigo quando eu florescer!**  
Minha floração acontece entre agosto e outubro, podendo ocorrer mais de uma vez por ano. Encho os olhos dos que passam por mim com a beleza das minhas flores brancas ou levemente rosadas, que geralmente são perfumadas e atraem beija-flores, abelhas e vespas. Além do meu exuberante florescimento, possuo uma densa folhagem de cor verde azulada, que, junto com a forma triangular da minha copa, proporcionam um belíssimo efeito ornamental.  
**Tenho outras qualidades!**  
Sou nativa do Brasil e utilizada em diversos estados brasileiros para o paisagismo, isto porque me adapto muito bem a climas semiáridos, ou seja, com temperaturas elevadas e grandes estiagens. Posso chegar a 16 m de altura dependendo do tipo de poda que me fazem. Além de fornecer sombra e abrigo para os pássaros, minha madeira é bastante utilizada na construção civil.

Fonte: as autoras (2022).

Explorando ainda mais as possibilidades de se ter um link no QR code, e pensando em direcionar as informações ao maior número de pedestres possíveis, houve a ideia de implantar também placas que dão acesso a um áudio (e não um texto) com a descrição da espécie.

Para tanto foi escolhido gravar os áudios no formato podcast, programa onde de forma acessível e rápida o ouvinte escolhe o que ouvir, quando, onde e por meio de qualquer dispositivo (CORADINI et al., 2020).

Nele foi encontrada a possibilidade de inclusão, disponibilizando o acesso ao texto descritivo em áudio para portadores de deficiência ou lesão visual; e uma oportunidade de que essas descrições alcançassem pessoas que não tem hábito de leitura, que optem pela informação nesse formato.

Este talvez seja um trabalho pioneiro em utilizar descrições em áudio nas placas de identificação de árvores com QR codes, uma vez que a maioria dos trabalhos semelhantes a este que foram encontrados na literatura, utilizam-se apenas de textos (eg. RODRIGUES e SILVA, 2016; COLOMAN, 2019; RIBEIRO, 2021).



Para tanto, os áudios foram gravados pelos colaboradores do projeto e convidados, utilizando-se a plataforma Anchor, conhecida pela facilidade de gravação de podcasts. Os áudios dos podcasts foram gravados com base nos mesmos textos produzidos para o Instagram, sendo modificados de acordo com a personalidade das pessoas que o gravaram a fim de facilitar a fluência da fala.

A escolha dos dubladores foi feita cuidadosamente, casando a personalidade de cada pessoa com a personalidade elaborada para as árvores em seus textos descritivos.

Disso resultaram áudios com diferentes tipos de interpretações, desde a mais séria até a mais descontraída, expressando individualidade entre as árvores.

Através do Anchor, foi gerado um link de cada áudio, que foi então utilizado para publicação destes áudios no Youtube. Isso porque o Youtube é uma plataforma acessível a todos que escaneassem o código. Para tanto foi criado o canal de Youtube “Árvores Interativas”.

Com o canal criado e os textos postados, gerou-se um link de acesso ao áudio descritivo de cada espécie, abrigando este link no QR code.

As informações escritas de cada espécie trabalhada já no formato de postagem do Instagram e o áudio de descrição de cada espécie podem ser acessadas e conferidas pelos links disponíveis na Tabela 2.

Tabela 2 - Links de acesso às informações escritas (Instagram) e em áudio (Youtube) para cada espécie de árvore trabalhada neste projeto.

Nome Popular	Nome Específico	Link do Podcast	Link Texto Descritivo
Ipê-amarelo	<i>Handroanthus chrysotrichus</i>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=KNKFjjpgWDyY&amp;list=PLX_y6Q4QoW1MDvMqXZnPYh2PzaxEfXe8M&amp;index=1">https://www.youtube.com/watch?v=KNKFjjpgWDyY&amp;list=PLX_y6Q4QoW1MDvMqXZnPYh2PzaxEfXe8M&amp;index=1</a>	<a href="https://www.instagram.com/p/CXcCqWFJoPI/?utm_source=ig_web_copy_link">https://www.instagram.com/p/CXcCqWFJoPI/?utm_source=ig_web_copy_link</a>
Ipê-do-caribe	<i>Tabebuia rosea</i>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=wzolkWH2Z5Q&amp;list=PLX_y6Q4QoW1MDvMqXZnPYh2PzaxEfXe8M&amp;index=2">https://www.youtube.com/watch?v=wzolkWH2Z5Q&amp;list=PLX_y6Q4QoW1MDvMqXZnPYh2PzaxEfXe8M&amp;index=2</a>	<a href="https://www.instagram.com/p/CXggVNFuwik/?utm_source=ig_web_copy_link">https://www.instagram.com/p/CXggVNFuwik/?utm_source=ig_web_copy_link</a>
Sibipiruna	<i>Cenostigma pluviosum</i>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCyMXB1SW5hOS_22TzrksFNA">https://www.youtube.com/channel/UCyMXB1SW5hOS_22TzrksFNA</a>	<a href="https://www.instagram.com/p/CXgg72upmjP/?utm_source=ig_web_copy_link">https://www.instagram.com/p/CXgg72upmjP/?utm_source=ig_web_copy_link</a>
Ipê-roxo	<i>Handroanthus heptaphyllus</i>	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=vewTg55-VFA&amp;list=PLX_y6Q4QoW1MDvMqXZnPYh2PzaxEfXe8M&amp;index=3">https://www.youtube.com/watch?v=vewTg55-VFA&amp;list=PLX_y6Q4QoW1MDvMqXZnPYh2PzaxEfXe8M&amp;index=3</a>	<a href="https://www.instagram.com/p/CXgfzIoulSZ/?utm_source=ig_web_copy_link">https://www.instagram.com/p/CXgfzIoulSZ/?utm_source=ig_web_copy_link</a>
Palmeira-imperial	<i>Roystonea oleracea</i>	<a href="https://www.youtube.com/channel/UCyMXB1SW5hOS_22TzrksFNA">https://www.youtube.com/channel/UCyMXB1SW5hOS_22TzrksFNA</a>	<a href="https://www.instagram.com/p/CXdioZduXes/?utm_source=ig_web_copy_link">https://www.instagram.com/p/CXdioZduXes/?utm_source=ig_web_copy_link</a>
Ipê-branco	<i>Tabebuia roseoalba</i>	<a href="https://youtu.be/mEsLKXZWCBw">https://youtu.be/mEsLKXZWCBw</a>	<a href="https://www.instagram.com/p/CXjxyRzpnAw/?utm_source=ig_web_copy_link">https://www.instagram.com/p/CXjxyRzpnAw/?utm_source=ig_web_copy_link</a>

Fonte: as autoras (2022).

## 9 PLACAS COM QR CODE: SELEÇÃO, LAYOUT, IMPRESSÃO E INSTALAÇÃO

O material escolhido para as placas foi o PVC, material de boa durabilidade e fácil acesso, que atende a proposta do trabalho e ainda minimiza os custos, conforme verificado em outros trabalhos



com o de Ribeiro (2021). Quanto ao tamanho, decidiu-se por uma placa 15 x 15 cm por acreditar que este seria o tamanho ideal para que os transeuntes consigam fazer uma boa leitura do texto de apresentação de cada árvore.

O layout das placas foi feito em um formato simples, deixando em ênfase o QR code (figura 3). Nele consta apenas o nome popular e científico de cada espécie, um pequeno texto de apresentação, o QR code para acesso a descrição e os logos do Instituto Federal do Paraná e o Rotary Club de Assis Chateaubriand, instituições que, respectivamente, desenvolveu e deu apoio financeiro para sua realização.

Figura 3 - Layout das placas. A placa que apresenta o áudio dispõe de um símbolo que a identifica.



Fonte: Digital Ink (2022).

A quantidade de placas foi pensada a fim de minimizar a poluição visual no município, uma vez que havia a repetição das mesmas espécies na arborização urbana. Sendo assim, poucos exemplares entre os muitos indivíduos arbóreos foram escolhidos para receberem as placas.

Dessa forma, foi também possível instalar placas em vários pontos da cidade (como praças, paço municipal, correios e fórum), sem deixar o conteúdo repetitivo com uma placa próxima a outra. No total, foram implantadas 48 placas, 24 placas com áudio e as demais 24 com texto descritivo.

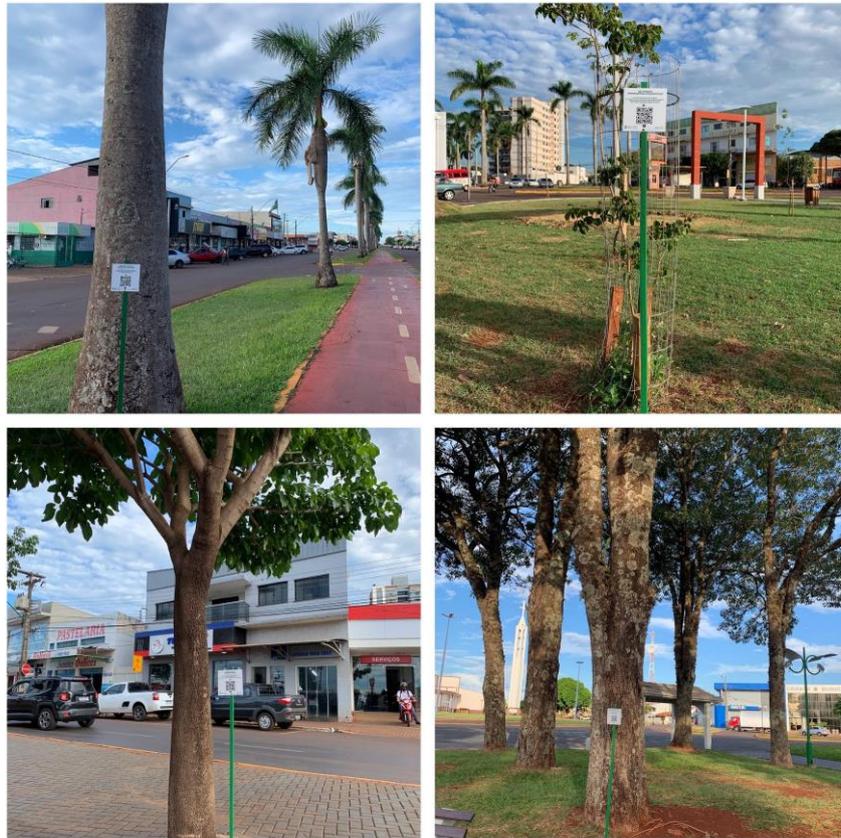
Nessa distribuição, 8 Ipês-roxos, 8 Ipês-amarelos, 8 Ipês-brancos, 8 Ipês-do-caribe, 8 palmeiras-imperiais e 8 sibipirunas foram contempladas, com metade desse número de placas com podcast e a outra metade com o post de descrição.

Para chegar a esses números, foi levado em consideração o número total de indivíduos de cada espécie, calculando assim a maior ou menor necessidade de placas sob cada espécime em específico.

Pensando em manter a saúde das árvores, a instalação das placas foi feita em estacas de madeiras próximas a elas, evitando assim a degradação da planta com métodos de aplicação direta como com pregos e fios de aço que costumam, a longo prazo, causar danos à árvore (Figura 4).

A instalação contou com o apoio de servidores da Secretaria Municipal de Obras, Serviços Urbanos, Infraestrutura e Meio Ambiente; e do Departamento Municipal de Meio Ambiente.

Figura 4 - Placas instaladas: exemplo para 4 das espécies identificadas.



Fonte: as autoras (2022).

## 10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho, de desenvolvimento e instalação de placas informativas com QR code para a identificação de árvores, foi pioneiro para o município de Assis Chateaubriand, agregando valor e atenção à sua arborização urbana.

Pretende-se que esta seja a primeira de um conjunto de iniciativas semelhantes que poderão futuramente abranger árvores de diversos espaços no município (canteiros de ruas, praças, Parque Municipal São Francisco de Assis, pátios escolares etc.), e conseqüentemente alcançar diferentes públicos. Intenciona-se também, que este projeto sirva de base para diferentes outras iniciativas em educação ambiental no município, que poderão se apoiar nas placas e suas informações.

O detalhamento do desenvolvimento deste trabalho, poderá incentivar e dar embasamento à realização de trabalhos semelhantes em outros municípios. E neste quesito esta equipe contribui ainda com as seguintes observações feitas no decorrer e após a instalação das placas. Percebeu-se que o PVC 3mm, não é um material tão robusto para esta finalidade, pois algumas placas trincaram ou efetivamente quebraram nas pontas durante o transporte e durante a instalação. Em parte, isso ocorreu,



pois, as placas foram parafusadas nas hastes de sustentação antes do transporte e instalação. Tendo isso em vista, aconselha-se que trabalhos futuros optem por instalar as hastes, e posteriormente parafusar nelas as placas.

Orienta-se ainda, se possível, o uso de um material mais robusto e duradouro como o alumínio composto (conhecido por ACM - constituídas pela junção de duas chapas de alumínio com uma chapa de polietileno em seu interior).

Entretanto o ACM é um material mais custoso. Por fim, observando as placas instaladas, percebeu-se que o nome da árvore ficou com pouco destaque, e recomenda-se utilizar letras em maior tamanho para que as pessoas vejam o nome da árvore mesmo a certa distância da placa.

O presente trabalho inovou pela utilização de posts no Instagram para a descrição de árvores, que populariza e amplia o alcance das informações; e pela disponibilização das informações também em áudios acessíveis pelo Youtube, possibilitando a inclusão de pessoas com deficiência visual, ou com dificuldades de leitura, por exemplo.

O uso destas plataformas possibilita que qualquer pessoa que tenha um perfil vinculado a elas consiga acessar a descrição de todas as seis espécies descritas, e não somente os pedestres que transitam pelos pontos onde estão as placas.

Ainda, trabalhos futuros deste mesmo projeto poderão ter as descrições de suas árvores abrigadas no mesmo perfil de Instagram (@arvoresinterativas) e canal de Youtube (Árvores Interativas), ampliando e enriquecendo estes espaços de informação. É possível avaliar futuramente o alcance destas informações, pois os números de acessos e a interação do público através dos comentários podem ser visualizados ao utilizarmos estas plataformas que retornam esse tipo de feedback.

Importante ressaltar ainda a facilidade de assimilação da informação proporcionada pelos textos e áudios em formato coloquial e em primeira pessoa que dá a impressão de a árvore estar conversando e se apresentando ao pedestre.

Espera-se que, com a disponibilização desses conhecimentos específicos, a população usufrua sabiamente, e como consequência aprimorem o olhar que tem sobre o ecossistema onde estão inseridas, especificamente sobre a arborização urbana.

Acredita-se que estas placas informativas poderão contribuir positivamente com a consciência ambiental da comunidade, gerando sentimentos de valor e atitudes que colaborem com a preservação desta arborização que tanto contribui para a saúde física e mental da população, e para a qualidade estrutural e ambiental do município.



## REFERÊNCIAS

- ABREU, J.; SOUZA, J. W.; LACERDA, M. Um Aplicativo Móvel Para Educação Ambiental. Anais do XXVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, 2017. DOI: 10.5753/cbie.sbie.2017.1736
- BATISTA, J. R.; ESPARTOSA, K. D. Condução de grupos de terceira idade pelo Parque Municipal São Francisco de Assis: um rico espaço de troca de saberes entre estudantes condutores e visitantes. Revista Difusão, v. 01, p. 17-19, 2019.
- BRASIL. Lei n. 9.795, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 79, Seção 1, p.1-3, 28 abr. 1999.
- COLMAN, C. B. Utilização do Aplicativo QR code no ensino de Ciências. 2019. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Informática Instrumental). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.
- CORADINI, N. H. K.; BORGES, A. F.; DUTRA, C. E. M. Tecnologia educacional: Podcast na Educação Profissional e Tecnológica. Revista Eletrônica Científica Ensino Interdisciplinar. Mossoró, v.6, n.16, 2020.
- COSTA, P. B.; ROCHA, L. A. G. A tradução como difusora de conhecimento: experiência com aplicativo de educação ambiental em plataforma. Anais eletrônicos do 7º Simpósio de Hipertexto e Tecnologias na Educação. ISSN: 1984 - 1175, 2017.
- COSTA, R.R. da; SANTOS, M.G.S.S dos & SILVA, R.N. da. Análise da percepção ambiental dos frequentadores da área verde Dom Constantino Luers, no município de Arapiraca-AL. REVSBAU, Curitiba – PR, v.15, n.1, p. 50-65, 2020.
- ESPARTOSA, K. D.; OSHIKA, M. T. S.; JOAQUIM, C. M. B. Experiência de educação ambiental em parque municipal com crianças e adolescentes em vulnerabilidade social. In: XVII ENCONTRO PARANAENSE DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL - EPEA, 2020, Londrina - PR. Anais do XVII EPEA - Revista Brasileira de Educação Ambiental REVBEA, v. 15(2). p. 148-151. 2020.
- FLORA DO BRASIL 2020- ALGAS, FUNGOS E PLANTAS. Re flora. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/listaBrasil/PrincipalUC/PrincipalUC.do;jsessionid=3FF1088EADC5416505B92D77A403EEE7#CondicaoTaxonCP>. Acesso em: 30 de set. 2021.
- FONSECA, A. G. M. F. Aprendizagem, Mobilidade e Convergência :Mobile Learning com Celulares e Smartphones. Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Mídia e Cotidiano.v. 2 n. 2, p. 163-181, 2013.
- IBGE, 2012- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Manual Técnico em Geociências Divulga os Procedimentos Metodológicos Utilizados nos Estudos e Pesquisas de Geociências. Rio de Janeiro, 2012.
- JOAQUIM, C. M. B.; ESPARTOSA, K. D.; Barbosa M.A. Adaptação do roteiro de trilha interpretativa para atender aos alunos de APAE em Assis Chateaubriand-PR. In: XVII Encontro Paranaense de Educação Ambiental (XVII EPEA). Anais do XVII EPEA - Revista Brasileira de Educação Ambiental REVBEA, v. 15(2). p. 126-130. 2020.



LEITE, E.; ROSSETO, V.; FERREIRA PEREIRA, D.; FREIRE PACHECO, E.; VICTOR SAMPAIO, N.; GRALA, K. Programa de Arborização Urbana: O QR CODE como Ferramenta de Educação Ambiental. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 10, n. 3, 14 fev. 2020.

LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 1, 2 e 3. 6º edição. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudo da Flora, 2014.

LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; COSTA J.T.M.; CERQUEIRA, L.S.C. & FERREIRA, E. Palmeiras brasileiras e exóticas cultivadas. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2004.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 3. 1. ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2009.

LORENZI, H. Árvores Brasileiras. Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. v. 2. 4.ed. Nova Odessa: Editora Plantarum, 2013.

LORENZI, H. Palmeiras no Brasil: nativas e exóticas. Nova Odessa, SP. Editora Plantarum LTDA, 303 p., 1996.

LORENZI, H.; BACHER, L. B. & TORRES, M. A. V. Árvores e Arvoretas Exóticas no Brasil: Madeiras, Ornamentais e Aromáticas. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2018.

MONTEIRO, I. V. B.; ANDRADE, I. Q.; RABÊLO, J. W. C.; GOMEZ, L. A. S.; SOUTO, J. T. Uso da Ferramenta de mídia Social, Instagram, como meio para contribuir na construção do Conhecimento, difundir informações e combater “Fake News” durante a pandemia da COVID-19. Revista Extensão & Sociedade, v. 12, n. 1, 4 set. 2020.

MOURA, L. R.; MATIAS, F. C.; SANTANA, I. C. H.; SOUSA, F. J. S. Plantas digitalizadas: O uso de QR code como ferramenta de ensino de Botânica realizado na disciplina de CTS (Ciências, Tecnologia e Sociedade). Anais JOIN - VI Encontro nacional de Jovens Investigadores. Campina Grande: Realize Editora, 2019.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E.; RAMOS, A. F. QR Codes na Educação em Química. Centro Interdisciplinar de Novas Tecnologias na Educação (CINTED) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) - Revista Novas Tecnologias na Educação, v. 13 n. 2, 9 p., dezembro de 2015.

NITO A. F.; OLINTO, A. H. Análise Biogeográfica do Parque Municipal São Francisco de Assis. 2008. 14 p. Disponível em: [http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos\\_completos/eixo5/001.pdf](http://www.geomorfologia.ufv.br/simposio/simposio/trabalhos/trabalhos_completos/eixo5/001.pdf). Acesso em: 15 jul. 2021.

OLIVEIRA, Y. R. Instagram como uma nova ferramenta para estratégias publicitárias. In: Congresso de Ciências da Comunicação na região Nordeste. 16.,15 a 17 maio 2014, João Pessoa. Anais... São Paulo: Intercom, 2014.

PINTO, A. C. M.; FELCHER, C. D. O.; FERREIRA, A. L. A. Considerações sobre o uso do aplicativo QR CODE no ensino da matemática: reflexões sobre o papel do professor. In: XII Encontro Nacional de Educação Matemática. Educação Matemática na Contemporaneidade: desafios e possibilidades, São Paulo, 2016, 11p.

PIVETTA, K.F.L. SILVA FILHO, D.F. Arborização Urbana. Boletim Acadêmico UNESP, Jaboticabal, SP. 2002.



PLAZA, W. R. QR code: essa tecnologia que ganhou o mundo.2019. Disponível em: <https://www.hardware.com.br/artigos/qr-code-origem-e-evolucao-dessa-tecnologia-que-dominou-o-mundo/> Acesso em: 27 jun. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ASSIS CHATEAUBRIAND. Plano de Arborização Urbana do Município de Assis Chateaubriand. Assis Chat. 2019. Disponível em: [https://meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/Plano\\_de\\_Arborizacao\\_Urbana\\_de\\_Assis\\_Chateaubriand.pdf](https://meioambiente.mppr.mp.br/arquivos/File/Plano_de_Arborizacao_Urbana_de_Assis_Chateaubriand.pdf). Acesso em: 15 jun. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE JOÃO PESSOA. Programa Árvores da cidade. João Pessoa, 2021. Disponível em: <https://www.joaopessoa.pb.gov.br/programas-e-projetos/arvores-da-cidade/castanheira-do-maranhao/>. Acesso em: 15 de nov. 2021.

RIBEIRO, J. A. G. Conhecimento das espécies vegetais de cinco praças públicas por meio de QR Codes. Terrae Didática, Campinas, SP, v. 17, n. 00, 2021. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/td/article/view/8667414>. Acesso em: 21 out. 2021.

ROCHA, L. A. G.; CRUZ, F. M.; LEÃO, A. L. Aplicativo para Educação Ambiental. Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 11, n. 4, 261-273 p., 2015.

RODRIGUES R. S.; SILVA, G. R. R. Utilização do QR CODE como ferramenta de gestão na identificação de espécies arbóreas do campus do IFPA – Bragança. In: VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, Campina Grande. p. 1-5., 2016.

RODRIGUES, R. O.; LEITE, E. G.; CAVALCANTI, G. G., GRALA, K.; SAMPAIO, N. V.; ROSSETO, V. Programa de Arborização Urbana: Aplicação do QR code na identificação das árvores do pátio escolar. Universidade Federal do Pampa | Santana do Livramento, 21 a 23 de novembro de 2017. Anais do 9º Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão - SIEPE, 7 p.

RODRIGUES, R.; SANTOS, M. D.; CHAVES, S. A. B.; MARIA SAMPAIO, T.; VICTOR SAMPAIO, N.; GRALA, K. Programa de Arborização Urbana: Uso do QR code no conhecimento das árvores. Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 8, n. 3, 14 fev. 2020.

SÃO PAULO, Prefeitura Municipal de São Paulo, Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente. Manual Técnico de Arborização Urbana. São Paulo-SP. 2015. Disponível em [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio\\_ambiente/MARBOURB.pdf](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/MARBOURB.pdf). Acesso em: 10 ago. 2021.

SILVA, A. T. et al. Pteridófitas e fanerógamas. In: FIDALGO, O; BONONI, V. L. R. (Coords.). Técnicas de coleta, preservação e herborização de material botânico - Série Documentos. São Paulo: Instituto de Botânica, p. 31-48,1989.

SOUZA, V.C. & LORENZI, H. Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas no Brasil, baseado em APG III. 3.ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2012.

TROPICOS. Missouri Botanical Garden. Disponível em: <<http://www.tropicos.org>>. Acesso em: 30 set. 2021.

VIEIRA, L. S.; COUTINHO, C. P. Mobile Learning: perspectivando o potencial dos códigos QR na Educação. In: CIED - Textos em volumes de atas de encontros científicos nacionais e internacionais. Universidade do Minho, Portugal.Centro de Competência do Projecto Nónio Século XXI. 2013, 74-91 p.

## Resposta da soja a ausência e a presença de cobertura morta



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-007>

### Ruben Fernando de Lara

Engenheiro Agrônomo  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,  
Santana do Livramento-RS

### Gustavo Kruger Gonçalves

Professor Adjunto  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,  
Santana do Livramento-RS

### Marco Aurélio Torres Rodrigues

Professor Adjunto  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,  
Santana do Livramento-RS

### Rodrigo de Moraes Galarza

Mestre em Ciência do Solo  
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-  
RS

### Cassiano Jivago Lemos da Silva

Mestre em Ciência do Solo  
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-  
RS

### Emilio Mateus Schüller

Engenheiro Agrônomo  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,  
Santana do Livramento-RS

### Yeferson Ely Cavaleiro de Oliveira

Aluno do Curso de Agronomia  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,  
Santana do Livramento-RS

### Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves

Mestre em Ciência do Solo  
Universidade Federal de Pelotas, Pelotas-RS

### Marcus Vinicius Bentancur Fernandes

Engenheiro Agrônomo  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul,  
Santana do Livramento, RS

### Itubiara Maciel da Silva

Mestre em Zootecnia  
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto  
Alegre, RS

### RESUMO

O Sistema de Plantio Direto (SPD) é um sistema conservacionista do solo caracterizado pela ausência de revolvimento, cobertura permanente e diversificação de culturas. A cobertura do solo influencia nas características físicas, químicas e biológicas, bem como nas condições térmicas e hídricas do solo. Em função do exposto, foi realizado um experimento para comparar a influência da ausência e presença de cobertura morta no desempenho agrônomo da soja. O experimento foi realizado no Campus Rural da UERGS em Santana do Livramento. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os tratamentos foram os seguintes: T1: Pousio - Soja SPC (sistema de preparo convencional), T2: Azevem - Soja SPD, T3: Aveia Preta - Soja SPD. Os resultados demonstraram menor produção de massa verde e seca da parte aérea no tratamento que permaneceu em pousio em relação ao azevem e a aveia preta. Além disso, a presença de plantas de cobertura proporcionou maior teor de umidade do solo e menores temperaturas quando comparada ao pousio. O número de grãos por vagem e massa de mil grãos e a produtividade da soja foram superiores com a presença de plantas de coberturas quando comparados ao pousio. Conclui-se que a presença de cobertura morta afetou o desempenho agrônomo da soja.

**Palavras-chave:** Conservação, Plantio direto, Sustentabilidade.



## 1 INTRODUÇÃO

O solo possui inúmeras funções no ecossistema, destacando-se do ponto de vista agrônomo a sustentação, a ciclagem de nutrientes e o fornecimento de água às plantas. Além disso, atenua os possíveis impactos negativos de contaminação pelo manejo inadequado de agroquímicos.

Dentre as inúmeras causas de degradação do solo, destaca-se as mudanças na intensidade de seu uso, que se realizadas de maneira inadequada podem levar a erosão.

O processo de erosão do solo ocorre de forma natural ao longo do tempo geológico, contribuindo para sua formação. Entretanto, a atividade humana, porém, intensifica o processo e promove a sua aceleração (com taxas que excedem a capacidade de formação do solo) mediante excessiva mobilização e revolvimento, desmatamento e sobrepastoreio, configurando um risco ambiental (ARAUJO; SOUZA, 2011).

A mobilização e revolvimento do solo na agricultura ocorrem principalmente com a utilização do Sistema de Preparo Convencional do solo (SPC), que consiste na ausência de cobertura, com sucessivas operações de aração e gradagens, provocando o rompimento dos agregados, perda de matéria orgânica e aumento do processo erosivo (LEPSCH, 2010).

Uma das formas de prevenir a ocorrência ou continuidade da erosão é a utilização de sistemas conservacionistas do solo, como o Sistema Plantio Direto (SPD), o qual fundamenta-se no revolvimento mínimo do solo, em sua cobertura permanente e na rotação de culturas. Pressupõe, também, uma mudança na forma de pensar a atividade agropecuária a partir de um contexto socioeconômico com preocupações ambientais (SALTON et al. 1998).

A cobertura do solo em cultivos envolvendo graníferas e pastagens é atribuída a presença da cobertura viva e cobertura morta (palhada) ao longo do ano inteiro, as quais devem estar inseridas em rotação. Essa cobertura promove alterações nas características físicas, químicas e biológicas do solo, bem como nas condições térmicas e hídricas do solo.

A cobertura funciona inicialmente como atenuadora ou dissipadora de energia, protege o solo contra o impacto direto das gotas de chuva, atua como obstáculo do movimento superficial do excesso de água não infiltrada e impede o transporte e o arrastamento de partículas pela enxurrada (FORTE et al. 2020). Entretanto, em relevo com declividades maiores e comprimento de rampa extenso, a necessidade de utilização de outras práticas de conservação como a construção de terraços (LANZANOVA et al. 2013).

A melhoria das características físicas, químicas e biológicas com a presença da cobertura do solo, deve-se a formação da matéria orgânica do solo (MOS) decorrente do acúmulo de palhada ao longo do tempo de adoção do SPD. Do ponto de vista físico, a melhoria na agregação do solo promove aumento na retenção e infiltração de água, além da melhor aeração, beneficiando o desenvolvimento radicular das plantas (NASCENTE et al. 2015; VEZZANI, F. M., MIELNICZUK, 2018). Do ponto de



vista químico, o acúmulo de MOS, reduz a atividade do alumínio tóxico e aumenta a disponibilidade de nutrientes, em especial, nitrogênio, fósforo e enxofre, já que os mesmos existem na forma orgânica no solo (SANTOS et al. 2008; RENDIN et al. 2018). Do ponto de vista biológico, o acúmulo de MOS, aumenta a disponibilidade de carbono, o qual é uma fonte para o desenvolvimento dos microorganismos heterotróficos (LISBOA et al. 2012; BAYER et al. 2003; BÜNEMANN et al. 2018).

A presença de cobertura morta diminui a evaporação de água do solo para a atmosfera, aumentando a infiltração e o armazenamento de água no solo, promovendo na camada mais superficial, temperaturas mais amenas ao desenvolvimento de plantas e organismos (BRAGAGNOLO et al. 1990; DALMAGO et al. 2009). Isso pode influenciar diretamente o desenvolvimento de plantas graníferas em sucessão a cobertura morta especialmente em épocas onde ocorre escassez de precipitação pluviométrica, havendo uma dependência das plantas aos teores de umidade do solo.

Em função do exposto, foi realizado um trabalho para avaliar a influência da presença e da ausência da cobertura morta no desempenho agrônômico da soja.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em 2019/2020, no Campus Rural da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, localizado no município de Santana do Livramento/RS, coordenadas geográficas (O 55° 25' 56.366", S 30° 52' 37.888"). O solo no local, é classificado como Argissolo Vermelho distrófico horizonte A moderado, textura arenosa/média, fase relevo suave ondulado, com altitude de 203 m (SANTOS et al., 2018). A precipitação anual é de 1650 a 1850mm, temperatura média anual 18 a 20°C (Normal Climatológica 1961-90), sendo dessa forma classificado o clima conforme Köppen como mesotérmico úmido CFa (sempre úmido, verão quente) (RIO GRANDE DO SUL, 2019).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições por tratamento. Em cada bloco foram aleatoriamente dispostas 3 parcelas com o tamanho de 4x2m, ou 8m<sup>2</sup>. Os tratamentos consistiram nas seguintes sucessões de culturas e sistemas de cultivo: T1: Pousio - Soja SPC, T2: Azevém - Soja SPD, T3: Aveia Preta - Soja SPD.

Após amostragem do solo, realizada conforme CQFS - RS/SC (2016), na camada de 0-0,20m, a amostra foi enviada a laboratório resultando na seguinte análise química:



Tabela 1 – Resultados da análise química do solo antes do experimento

pH água	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC efetiva	Saturação (%)		Índice SMP
	----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----					Al	Bases	
5,8	1,7	0,9	0,1	2,0	3,0	3,3	59	6,7
	% MO	% Argila	Classe de Argila	S	P-Mehlich	K	CTC <sub>pH7</sub>	K
	----- m/v -----			----- mg/dm <sup>3</sup> -----			----- cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup> -----	
	1,38	13	4	X	16,2	109	4,9	0,28

Fonte: Autor, 2019.

Em maio de 2019 foi realizado o preparo convencional da área com uma aração e duas gradagens, e aproveitou-se a operação para calagem em área total, com a dose de calcário de 1,5 Mg.ha<sup>-1</sup> (calcário PRNT 162%, equivale a dose de 2,51 Mg.ha<sup>-1</sup> do calcário PRNT 100%), incorporado na camada 0-0,20m, conforme recomendação técnica (CQFS - RS/SC, 2016).

Em maio de 2019 foi realizada a semeadura das cultivares de Azevém Ponteio e Aveia-preta Neblina, utilizando o espaçamento de 0,17m, e com densidade de 30 kg ha<sup>-1</sup> e 60 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, com exceção do T1 que permaneceu em pousio. As adubações de base e cobertura foram realizadas conforme recomendação de CQFS - RS/SC (2016). O controle de plantas daninhas em T2 e T3 foi realizado manualmente de modo que a cultura esteve livre de interferência durante todo o ciclo. Ao final de setembro de 2019, as culturas de inverno foram dessecadas com a utilização de dessecante sistêmico.

Em outubro de 2019 foi realizada a determinação da massa verde e seca através do corte realizado em um quadrado de ferro de área conhecida (0,5x0,5m). As amostras foram conduzidas ao laboratório da UERGS para pesagem, obtendo-se a massa verde. Em seguida, sub amostras foram secadas em estufa com temperatura controlada a 65°C até o peso da amostra ficar constante, obtendo-se a massa seca. Os dados obtidos de MV e MS foram utilizados para a obtenção da relação MV/MS. A cobertura remanescente foi cortada com a utilização de moto-roçadeira.

Em novembro de 2019, foi realizada a implantação da cultura da soja. No tratamento 1, foi realizado o arranque das espécies espontâneas, o preparo convencional e abertura de sulcos com a utilização de enxada manual, nos demais tratamentos somente foi realizada a abertura de sulcos de plantio. Logo após, foi semeada soja convencional com grau de maturação relativa 6,5, e crescimento indeterminado, cultivar 95R90IPRO, conforme as recomendações técnicas para o estabelecimento de 300.000 plantas.ha<sup>-1</sup>, ou 30 plantas.m<sup>-2</sup>, com espaçamento entrelinhas de 0,5m. A adubação foi realizada conforme recomendações da CQFS - RS/SC (2016). A cultura permaneceu livre de interferência de plantas espontâneas desde a emergência até a amostragem.



Durante o desenvolvimento da cultura, quando a soja atingiu o estágio R1, R3 e R5 foram medidas as temperaturas da superfície do solo as 14 horas (UTC-3) em cada parcela, e retirada uma amostra de solo por parcela da camada 0-0,10m, que foi pesada para determinação do peso inicial, e logo após colocada em estufa a 105°C até atingir peso constante. O percentual de umidade gravimétrica foi obtido pela subtração do peso inicial pelo peso final dividido pelo peso inicial.

Em março de 2020, quando as plantas de soja se encontravam no estágio R8, foi realizada a colheita de 6 plantas por parcela. Nas quais foi avaliado: altura da planta (ALT), altura até a última vagem (AP), número de vagens (NVP), número de grãos por vagem (NGV) número de nós na haste (NNH), número de ramos (NR), altura do primeiro legume (APL) e altura do primeiro ramo (APR), massa seca por planta (MSP), massa de mil grãos (MMG) e estimado o rendimento.

Tanto nas avaliações de inverno quanto no verão, os dados foram processados pela análise de variância, e as médias submetidas ao teste Tukey a 5% de probabilidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ocorreu uma menor produção de matéria verde e seca da parte aérea nos cultivos de inverno no tratamento que permaneceu em pousio, quando comparado aos demais tratamentos nos quais houve o cultivo de planta de cobertura (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Giacomini et al. (2003), Carvalho et al. (2013) e Forte et al. (2018). As plantas de cobertura (Aveia-preta e Azevém) possuem maior área foliar do que as plantas espontâneas, resultando numa maior capacidade de realizar a fotossíntese resultando num maior acúmulo de biomassa da parte aérea em relação às espécies espontâneas que compõem as espécies em pousio.

Em relação à produção de matéria verde e seca da parte aérea, não houve diferença significativa entre as culturas de Azevém e Aveia-preta. Krenchinski et al. (2018) em três anos de culturas de cobertura não identificaram diferenças significativas entre a produção de matéria seca entre Aveia preta e Azevém. Porém, Redin et al. (2018) obtiveram, em condições de manejo similares, produções de 7.980 kg.ha<sup>-1</sup> e 5.480 kg.ha<sup>-1</sup> de matéria seca para Aveia-preta e Azevém, respectivamente, sendo a produção de matéria seca da aveia significativamente maior.



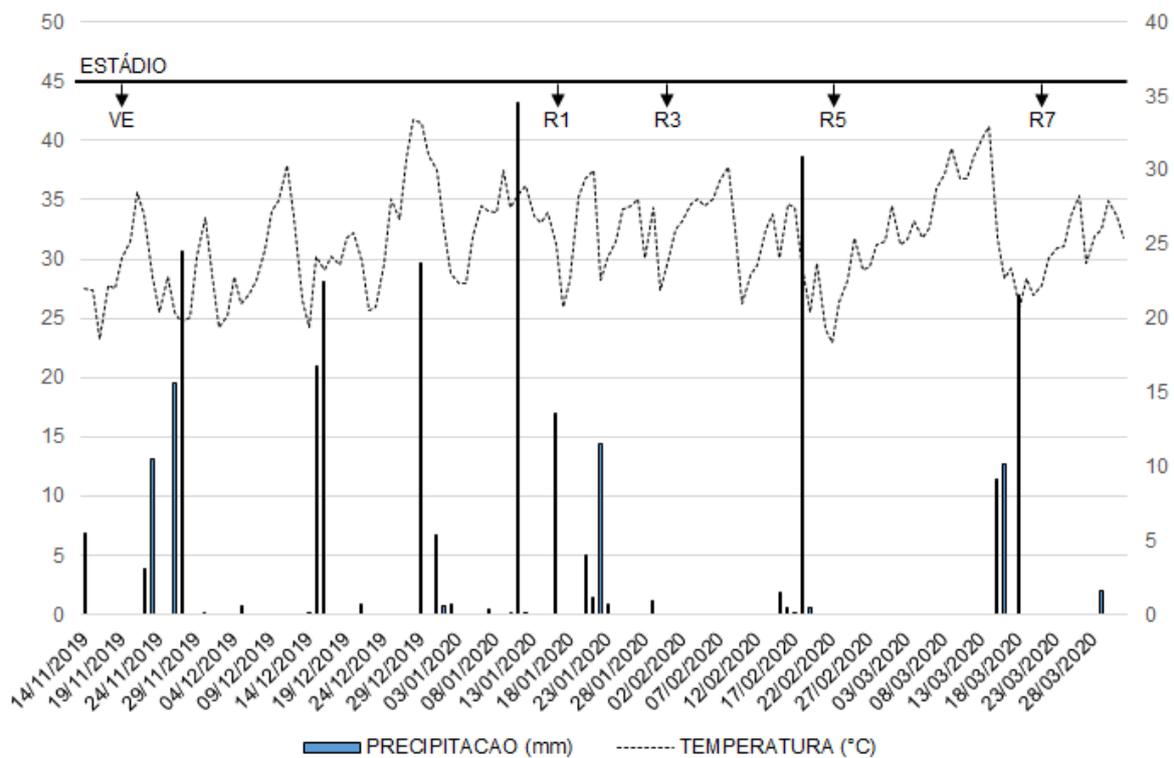
Tabela 2 - Produção de matéria verde (MV) e seca (MS) da parte aérea das plantas de cobertura no inverno de 2019

Tratamento	MV (kg.ha <sup>-1</sup> )		MS (kg.ha <sup>-1</sup> )	
T1 - Pousio/Soja – SPC	13 850,00	b	3 600,75	b
T2 – Azevém/Soja – SPD	28 910,00	a	6 649,00	a
T3 - Aveia Preta/Soja – SPD	32 460,00	a	8 763,75	a
CV (%)	17,59		17,93	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna, de acordo com o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

A precipitação e a temperatura média diária observada durante a cultura da soja estão apresentadas conforme a Figura 1. Durante todo o ciclo dessa cultura, foi estimada a precipitação de 341,5 mm (INMET, 2021). A necessidade total de água na cultura da soja para obtenção do máximo rendimento varia entre 450 a 800 mm/ciclo, e o volume ideal para atender as necessidades durante a fase crítica (R1-R6) situa-se entre 120 a 300mm (NEUMAIER et al. 2020). A baixa precipitação pluviométrica aliada a má distribuição no tempo explicaria o baixo rendimento da cultura em todos os tratamentos (Tabela 4).

Figura 1 - Precipitação (mm), temperatura média diária (°C), e estádios fenológicos durante o cultivo de verão



Fonte: Adaptado de INMET, 2021; Autor, 2021.

As observações de temperatura e umidade do solo estão apresentadas na Tabela 3.



Tabela 3 – Temperatura da superfície do solo e umidade gravimétrica na camada 0-0,10m do solo nos estádios R1, R3 e R5 da Soja.

Tratamento	R1	R3	R5	R1	R3	R5
	----- Temperatura °C -----			----- Umidade (%) -----		
T1 - Pousio/Soja SPC	43 a	42 a	39 a	9,5 b	5,00 b	10,50 b
T2 – Azevém/Soja SPD	28 b	30 b	26 b	15,75 a	8,25 a	19,25 a
T3 - Aveia Preta/Soja SPD	26 b	31 b	31 b	16,25 a	8,50 a	21,50 a
CV (%)	8,97	13,12	7,80	13,25	17,36	23,56
Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna, de acordo com o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )						

Em relação às variáveis que foram analisadas no cultivo da soja, foi observado que a altura de plantas, altura até a última vagem, número de vagens total, número de nós na haste, número de ramos, altura do primeiro legume, altura do primeiro ramo, matéria seca por planta e matéria seca de grãos por planta não foram influenciados de forma significativa pelos tratamentos (dados não apresentados). Krenchinski et al. (2018), obtiveram resultados similares no primeiro ano de sucessão entre as coberturas de inverno (Aveia-preta e Azevém) e a soja, sendo os principais componentes influenciados apenas a partir do segundo ano de adoção da sucessão.

O número de grãos por vagem (NGV) e massa de mil grãos (MMG) e produtividade foram inferiores no tratamento pousio com SPC em relação aos tratamentos com SPD, como pode ser constatado na Tabela 4. Resultados semelhantes foram obtidos por Forte et al. (2018), quando observaram menor produtividade no primeiro ano de sucessão, e para o segundo e terceiro ano, reduções significativas tanto na massa de mil grãos como a produtividade para o pousio invernal com preparo convencional comparado ao tratamento com a presença da cobertura aveia preta e plantio direto.



Tabela 4 - Número de grãos por vagem (NGV), Massa de 1000 grãos (MMG) e Produtividade para a cultura de soja

Tratamento	NGV	MMG (g)	Produtividade (kg.ha <sup>-1</sup> )
T1 - Pousio/Soja – SPC	2,40 b	100,67 b	1 424,68 b
T2 – Azevém/Soja - SPD	2,76 a	117,61 a	2 015,74 a
T3 - Aveia Preta/Soja - SPD	2,77 a	118,95 a	2 003,76 a
CV (%)	3,45	6,59	12,87

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si na coluna, de acordo com o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ )

Derpsch et al. (1985), constataram que a sucessão Aveia-preta - Soja, em plantio direto, além do incremento do rendimento em relação ao pousio invernal, promove um aumento de até 8,3% nos teores de umidade do solo na camada 0-0,10m, e sensível redução da temperatura do solo na cultura da soja na presença dos restos culturais de Aveia-preta. Bragagnolo et al. (1990) estimaram que a palha na superfície reduz a evaporação e aumenta a umidade do solo em até 10% no plantio direto, em relação ao sistema convencional.

O maior armazenamento de água do solo na presença da cobertura de Aveia-preta e Azevém podem ter atenuado os efeitos do déficit hídrico ocorrido no cultivo da soja, principalmente aquele ocorrido no estágio reprodutivo, influenciando positivamente o número de grãos por vagem e massa de mil grãos.

A partir do estágio R1-R2 inicia-se rápida e constante acumulação de matéria seca na planta, até o estágio R6. O início do desenvolvimento das vagens (R3) e vagem completamente desenvolvida (R4), e especialmente o enchimento dos grãos (R5-R6) são sensíveis às condições de ambiente. A disponibilidade de água se torna crucial porque cerca da metade dos nutrientes necessários para o enchimento de grãos vem da translocação de outras partes da planta, mas a outra metade vem do solo e da FBN. A necessidade de água pela soja, nessa fase, é de 6 a 8 mm/dia (NEUMAIER et al., 2000). Secas durante o período reprodutivo causam reduções drásticas no rendimento, sendo o déficit hídrico mais prejudicial na fase enchimento de grãos do que na floração. Déficits expressivos provocam alterações fisiológicas na planta como a queda de flores, abortamento de grãos e cochoamento de grãos, com diminuição do número de vagens, e vagens vazias (NEUMAIER et al., 2020).

#### 4 CONCLUSÕES

A presença de plantas de cobertura proporcionou maior produção de massa verde e massa seca quando comparada ao pousio.

A presença de plantas de cobertura proporcionou maior teor de umidade do solo e menores temperaturas quando comparada ao pousio.



O número de grãos por vagem (NGV) e massa de mil grãos (M1000) e a produtividade da soja foram superiores com a presença de plantas de coberturas quando comparados ao pousio.



## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, C. de S. F.; SOUZA, A. N. Estudo do processo de desertificação na Caatinga: uma proposta de educação ambiental. *Ciência & Educação (Bauru)* [online]. 2011, v. 17, n. 4, pp. 975-986.
- BAYER C. et al. Incremento de carbono e nitrogênio num Latossolo pelo uso de plantas estivais para cobertura do solo. *Ciência Rural*. 2003; 33:469-475.
- BRAGAGNOLO, N. et al. Soil mulching by wheat straw and its relation to soil temperature and moisture. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, v. 14, n. 3, p. 369-373, 1990.
- BÜNEMANN, E. K. et al. 2018. Soil quality – A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*. 2018; 120:105-125.
- CQFS RS/SC, Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 376p. 11a edição. 2016. Ed. Pallotti.
- DERPSCH, R., NIKOLAS, S., HEINZMANN, F.X. Manejo do solo com coberturas verdes de inverno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.20, n.7, p.761-773, 1985
- FORTE, C. T. et al. Coberturas vegetais do solo e manejo de cultivo e suas contribuições para as culturas agrícolas. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. v. 13. n. 1. 2018.
- INMET. Instituto Nacional de Metereologia. Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (Sisdagro). Dados meteorológicos de Santana do Livramento e estimativa de Balanço Hídrico de Cultivo e Perda de Produtividade. Disponível em: <http://sisdagro.inmet.gov.br>. Acesso em 20 out. 2021.
- KRENCHINSKI, F. H. et al. Agronomic performance of soybean grown in succession to winter cover crops. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* [online]. 2018, v. 53, n. 08, pp. 909-917.
- LEPSCH, I. F. Formação e conservação dos solos. 2. ed. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2010.
- LANZANOVA M. E. et al. Residual effect of soil tillage on water erosion from a Typic Paleudalf under long-term no-tillage and cropping systems. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*. 2013;37(6):1689-98.
- LISBOA, B. B. et al. Indicadores Microbianos de Qualidade do Solo em Diferentes Sistemas de Manejo. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*. 2012; 36(1):33-44.
- NASCENTE, A. S.; LI, Y.; CRUSCIOL, C. A. C. Soil Aggregation, Organic Carbon Concentration, and Soil Bulk Density As Affected by Cover Crop Species in a No-Tillage System. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [online]. 2015, v. 39, n. 3. pp. 871-879.
- NEUMAIER, N. et al. Estádios de desenvolvimento da cultura de soja. In: BONATO, E. R. (Ed.) *Estresses em soja*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. p. 19-44.
- RENDIN, M. et al. Root and Shoot Contribution to Carbon and Nitrogen Inputs in the Topsoil Layer in No-Tillage Crop Systems under Subtropical Conditions. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [online]. 2018, v. 42.
- RIO GRANDE DO SUL. Ocupação do Território: Atlas Socioeconômico Rio Grande do Sul. 4ª ed. 2019. Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/upload/arquivos/202104/22150920-atlas-socioeconomico-para-site.pdf>. Acesso em: 17 abr. 2019.



SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z. Sistema Plantio Direto. O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília : Embrapa-SPI ; Dourados: Embrapa-CPAO, 1998. 248p.

SANTOS, D. R.; GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. *Ciência Rural* [online]. 2008, v. 38, n. 2, pp. 576-586.

SANTOS, H. G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. revisada e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* [online]. 2011, v. 35, n. 1, pp. 213-223.

## Morcegos (Chiroptera - Mammalia) em áreas de cerrado, na região leste do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina - Brasil



<https://doi.org/10.56238/tecnocienagrariabiosoci-008>

### Ricardo Firmino de Sousa

Doutor em Ecologia e Conservação da Biodiversidade. Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Av. Prof. Dr. Renato Figueiro Varella, s/n, Nova Xavantina, MT, Brasil.

E-mail: ricardo.firmino@unemat.br

### Júlio Miguel Alvarenga

Mestre em Ecologia e Conservação. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Av. Prof. Dr. Renato Figueiro Varella, s/n, Nova Xavantina, MT, Brasil.

E-mail: julio7alvarenga@gmail.com

### Karina de Cassia Faria

Doutora em Genética. Faculdade de Ciências Agrárias, Biológicas e Sociais Aplicadas, Universidade do Estado de Mato Grosso, Av. Prof. Dr. Renato Figueiro Varella, s/n, Nova Xavantina, MT, Brasil.

E-mail: karinafaria@unemat.br

### RESUMO

Com o objetivo de listar as espécies de morcegos para o município de Nova Xavantina-MT, com características morfométricas e reprodutivas das

espécies registradas, foi realizado um levantamento em quatro áreas de Cerrado de janeiro a dezembro de 2010. Foram registrados 423 indivíduos, distribuídos em 27 espécies e cinco famílias. A família mais rica foi Phyllostomidae com 20 espécies, seguida por Molossidae (3), Vespertilionidae (2), Emballonuridae e Mormoopidae (1 cada). *Carollia perspicilata* foi a espécie mais abundante com 100 indivíduos, seguida por *Artibeus lituratus* (98), *Artibeus planirostris* (47), *Platyrrhinus lineatus* (38) e *Glossophaga soricina* (31), que juntas representaram 74% do total. O presente estudo também ampliou a distribuição geográfica para o estado de Mato Grosso de *A. fimbriatus*, *Cynomops abrasus*, *Lophostoma silvicola*, *P. incarum* e *Vampyrodes caraccioli*. Quanto às características morfométricas, cinco espécies apresentaram médias de tamanhos de antebraço diferentes do descrito pela literatura especializada e nove espécies apresentaram médias de pesos diferentes. Para os padrões reprodutivos, três espécies apresentaram padrões de gestação distintos dos já registrados.

**Palavras-chave:** Cerrado, distribuição geográfica, morcegos, padrões reprodutivos.

## 1 INTRODUÇÃO

Os morcegos representam um dos maiores grupos de mamíferos silvestres em regiões tropicais (Findley 1993). No Brasil são conhecidas 181 espécies de 68 gêneros (Garbino et al. 2020), pertencentes a nove famílias: Emballonuridae, Phyllostomidae, Mormoopidae, Noctilionidae, Furipteridae, Thyropteridae, Natalidae, Molossidae e Vespertilionidae.

Destas famílias, todas são encontradas no bioma Cerrado, abrigando 118 espécies, o que corresponde a quase 65% das espécies de morcegos brasileiros (e mais de 45% do total da fauna de morcegos da América do Sul (Peracchi et al. 2010, Nogueira et al. 2014, Aguiar et al. 2016, Garbino et al. 2020). No entanto, os estudos realizados com a ordem neste bioma ainda são escassos.

No estado de Mato Grosso os estudos visando investigar a diversidade e a riqueza de morcegos são ainda mais escassos (Vieira 1955, Pine et al. 1970, Gonçalves & Gregorin 2004, Anacleto et al.



2008), de modo que existem ainda muitas lacunas de conhecimento sobre distribuição geográfica das espécies de morcegos.

Cavalcanti et al. (2002) destacam a importância biológica encontrada no município de Nova Xavantina-MT, indicando esta região como uma área prioritária para conservação e manutenção da biodiversidade.

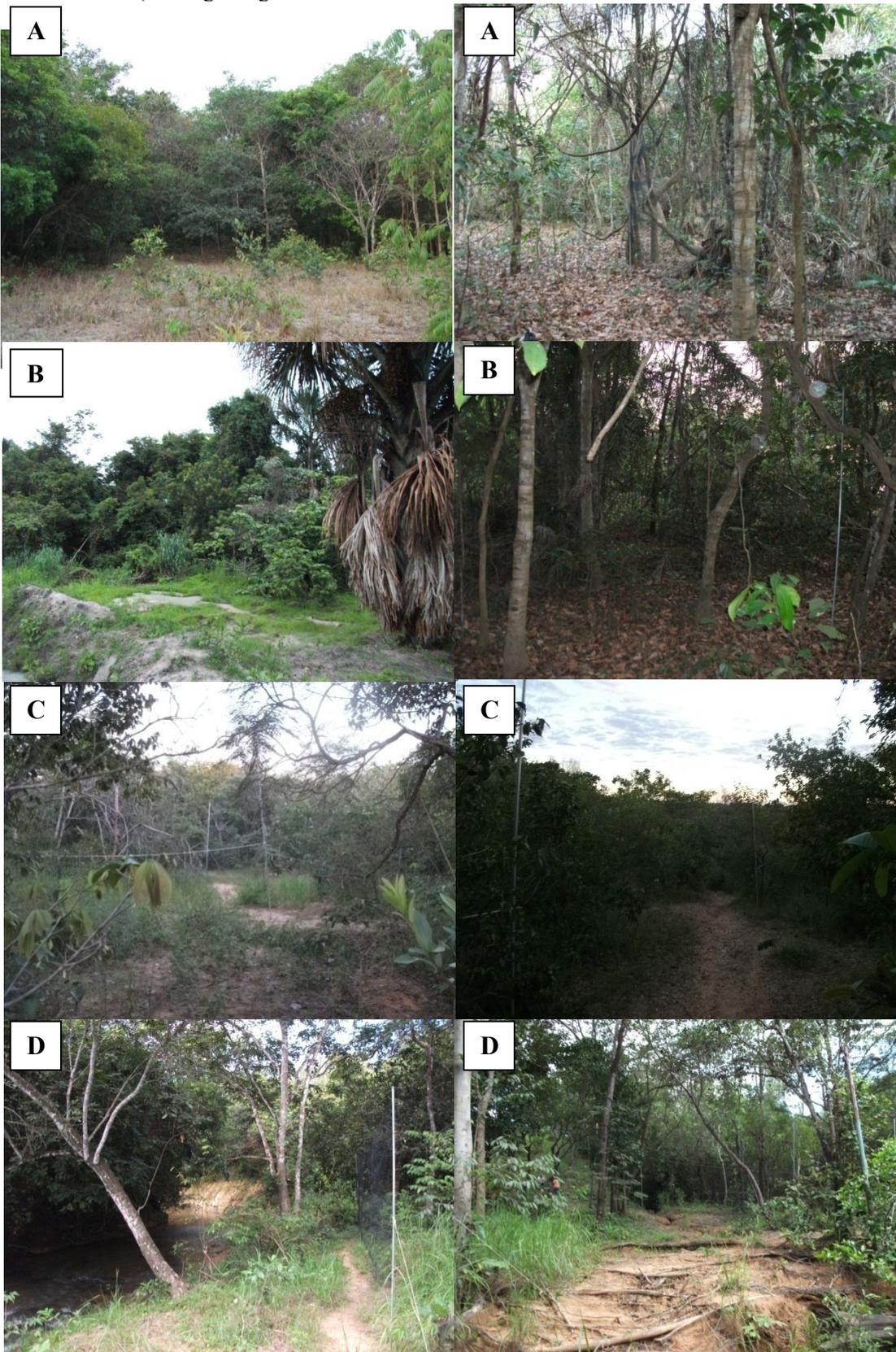
O presente trabalho teve como objetivo apresentar uma lista das espécies de morcegos capturadas em áreas de Cerrado no município de Nova Xavantina, Mato Grosso, Brasil, expondo características morfométricas e reprodutivas para as espécies capturadas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O município de Nova Xavantina está situado no Vale do Araguaia, região leste do Estado de Mato Grosso. A cobertura vegetal dessa área é típica de Cerrado, variando desde formações campestres até florestais (Piaia 1999). O clima da região é do tipo tropical úmido (Aw), de acordo com a classificação de Köppen (Vianello & Alves 2000), apresentando uma estação seca, entre os meses de abril e setembro, e uma estação chuvosa entre os meses de outubro e março (Rossete & Ivanauskas 2001).

Para este levantamento foram estabelecidos quatro pontos de coleta em remanescentes de Cerrado associados a cursos d'água: córrego Estilac (14°38'14" S e 52°21'49" O), córrego Murtinho (14°40'23" S e 52°19'31" O), Rio das Mortes (14°40'12" S e 52°21'52" O) e córrego Salgadinho (14°40'48" S e 52°19'31" O) (Figura 1).

Figura 1 - Visão parcial das áreas de estudo em Nova Xavantina, MT. A) Córrego Estilac; B) Córrego Murtinho; C) Rio das Mortes e D) Córrego Salgadinho.



Em cada ponto foram realizadas 12 coletas mensais durante o ano de 2010, totalizando 48 noites. Foram armadas cinco redes em possíveis rotas de voo, sendo quatro de 9x3 m e uma de 12x3 m, com malha de 20 mm entre nós opostos. Estas ficaram abertas seis horas por noite de captura, sendo



que a cada 30 min foram feitas as vistorias das redes e os morcegos capturados foram acondicionados em sacos de algodão. Em seguida foram tomados dados biológicos (sexo, estágio reprodutivo) e medidas morfométricas (peso, comprimento do antebraço).

As identificações a nível específico foram realizadas, sempre que possível, ainda em campo e os espécimes não identificados em campo foram levados para o laboratório para posterior identificação.

Os exemplares testemunhos coletados (Licença nº 18276-1– IBAMA/SISBIO/MT) foram fixados e estão depositados na Coleção Científica de Quirópteros, da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus de Nova Xavantina (Apêndice 1).

As identificações foram realizadas de acordo com os critérios apresentados por Vizotto & Taddei (1973), Emmons & Feer (1997), Taddei et al. (1998) e Gregorin & Taddei (2002) e a nomenclatura das espécies seguiu Simmons (2005).

Foram calculadas a riqueza e abundância total das espécies amostradas. Para a avaliação de quão completo foi o inventário realizado, utilizou-se o estimador de riqueza Jackknife I, através do programa Estimates (Colwell 2008). O esforço amostral foi calculado pelo método proposto por Straube & Bianconni (2002).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o estudo foram capturados 423 indivíduos, distribuídos em 27 espécies pertencentes a cinco famílias (Tabela 1). Phyllostomidae foi a família mais rica com 20 espécies capturadas (74,1%), seguida por Molossidae com três espécies (11,1%), Vespertilionidae com duas espécies (7,4%), Emballonidae e Mormoopidae com uma espécie cada (3,7%).

Dentre as espécies registradas, três não foram identificadas a nível específico *Lonchophylla* sp. (Phyllostomidae) dois espécimes, *Eptesicus* sp. (Vespertilionidae) e *Molossus* sp. (Molossidae) com um espécime cada.

A grande riqueza de espécies da família Phyllostomidae era esperada, pois se trata da família mais diversa na região Neotropical (Fenton et al. 1992). Já o baixo registro dos morcegos das famílias Emballonidae, Molossidae e Vespertilionidae, deve-se ao fato de conseguirem detectar as redes ou voarem em um estrato superior ao que as redes conseguem abranger (Kunz & Kurta 1988). No entanto, redes armadas próximas a cursos d'água favorecem a captura de indivíduos dessas famílias (Voss & Emmons 1996).

Os inventários faunísticos elaborados para áreas distintas dentro do domínio Cerrado têm indicado um número entre 11 e 25 espécies (Gonçalves & Gregorin 2004). O maior número de espécies capturadas no Cerrado foi no trabalho realizado por Willig (1983) com 25 espécies; em outros levantamentos Anacleto et al. (2008) e Camargo et al. (2009) capturaram 13 espécies, Zortéa et al.



(2010) 21 espécies, Aguiar (1994) 22 espécies, Bezerra & Marinho-Filho (2010) 23 espécies, Bordignon (2006), Ferreira et al. (2010) registraram 24 espécies. Assim, as 27 espécies registradas no presente estudo demonstram uma alta riqueza para as áreas estudadas em Nova Xavantina. Silva (2011) ao estudar áreas urbanas no município capturou 19 espécies, e em um levantamento feito no Parque Municipal Mário Viana 31 espécies foram capturadas (Köppe 2007).

*C. perspicillata* foi a mais abundante, tendo sido capturados 24% (n = 100) do total de indivíduos registrados, seguida por *A. lituratus* com 23% (n = 98), *A. planirostris* com 11% (n = 47), *P. lineatus* com 9% (n = 38) e *G. soricina* com 7% (n = 31). Juntas estas espécies representaram 74% (n = 314) do total de capturas, enquanto que as outras 22 espécies representaram 26% (n = 108).

Assim como no presente trabalho, a alta abundância de *C. perspicillata*, *A. lituratus*, *P. lineatus* e *G. soricina* foi observada no Mato Grosso do Sul por Knecht et al. (2005) e Ferreira et al. (2010), o que pode ser justificado pela ampla variedade de alimentos explorados por esses morcegos. Aliado a isso, esses animais atuam como importantes polinizadores e dispersores de inúmeras espécies vegetais (Marinho-Filho & Guimarães 2001).

O esforço amostral total nas quatro áreas foi de 41.472 m<sup>2</sup>.h-1, com uma média de 1,46 indivíduos a cada hora de coleta. A riqueza indicada pelo estimador Jackknife I foi de 32,1 espécies. Este valor sugere que o levantamento nas áreas registrou 84,2% da riqueza estimada para o local. A existência de poucos estudos dificulta análises comparativas entre áreas do Cerrado (Esberard & Bergallo 2006). Straube & Bianconi (2002) afirmam que o uso de diferentes métodos utilizados para obter o total do esforço de captura nos inventários de morcegos é outro fator que dificulta a realização de comparações, tornando necessário, dessa maneira, padronizar a grandeza e unidade utilizadas para estimar os esforços de capturas.

Tabela 1 - Distribuição mensal do número de capturas por espécie entre os meses de janeiro a dezembro de 2010, em quatro áreas de Cerrado no município de Nova Xavantina, Mato Grosso.

Espécies	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
<i>A. caudifer</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	4
<i>A. fimbriatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	3
<i>A. lituratus</i>	-	2	5	1	5	3	9	6	9	25	14	19	98
<i>A. planirostris</i>	-	-	2	-	1	-	3	-	-	5	24	12	47
<i>C. perspicillata</i>	4	18	19	12	-	7	13	1	6	3	3	14	100
<i>C. villosum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
<i>C. abrasus</i>	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>C. planirostris</i>	4	5	2	-	2	-	-	-	-	2	2	-	17
<i>D. rotundus</i>	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11
<i>Eptesicus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
<i>G. soricina</i>	-	-	1	2	3	4	3	3	6	6	2	1	31
<i>Loncophylla</i> sp.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2
<i>L. brasiliense</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>L. silvicola</i>	-	1	-	1	2	-	-	-	-	3	1	1	9
<i>Mollosus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>M. nigricans</i>	-	-	1	-	1	-	-	-	1	1	-	-	4
<i>P. discolor</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1



<i>P. elongatus</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
<i>P. hastatus</i>	3	-	1	-	-	1	2	-	-	1	1	3	12
<i>P. incarum</i>	-	1	1	1	-	-	2	-	-	1	1	1	8
<i>P. lineatus</i>	-	7	5	-	1	-	5	1	1	15	-	3	38
<i>P. rubiginosus</i>	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	2
<i>R. naso</i>	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	4
<i>S. lilium</i>	-	-	-	-	-	-	2	3	1	-	-	1	7
<i>U. bilobatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2
<i>V. caraccioli</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	7	-	5	-	15
<i>V. spectrum</i>	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
<b>Riqueza acumulada</b>	<b>4</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
<b>Abundância</b>	<b>12</b>	<b>37</b>	<b>39</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>17</b>	<b>41</b>	<b>20</b>	<b>33</b>	<b>64</b>	<b>58</b>	<b>64</b>	<b>423</b>

### 3.1 FAMÍLIA PHYLLOSTOMIDAE

#### 3.1.1. Subfamília Carollinae

*Carollia perspicillata* (Linnaeus, 1758)

Apresenta ampla distribuição, abrangendo todos os estados brasileiros (Peracchi et al. 2006, Filho et al. 2007, Peracchi et al. 2011, Barros et al. 2017). Seu lábio inferior apresenta formato de “V”, com uma verruga centromarginal desenvolvida e cingida por pequenas verrugas (Vizotto & Taddei 1973).

Foram capturados 100 indivíduos sendo 70 fêmeas e 30 machos. As medidas de antebraço variaram de 38,47 a 47,15 mm e o peso de 12,3 a 25,4 g. Desta forma, alguns indivíduos apresentaram antebraço acima do apresentado por Vizotto & Taddei (1973) e Cloutier & Thomas (1992), que varia entre 38,0 e 45,0 mm.

Entre os meses de abril a agosto foram capturadas 46 fêmeas em estágio de gestação e apenas dois machos escrotados no mês de dezembro. O mesmo padrão reprodutivo foi observado no Distrito Federal por Bredt et al. (1999) e no estado do Rio de Janeiro por Melo & Fernandez (2000).

É uma espécie comum e abundante nos levantamentos de morcegos (Wilson et al. 1996), sendo a maior espécie dentro do gênero, que por apresentar pelagem menos densa no antebraço pode ser diferenciada de *C. brevicauda*, que é a espécie mais similar externamente de *C. perspicillata* (Peracchi et al. 2010).

#### 3.1.2. Subfamília Desmodontinae

*Desmodus rotundus* (E. Geoffroy, 1810)

Apresenta ampla distribuição no Brasil, ocorrendo em todos os estados (Reis et al. 2013).

Foram capturados 11 indivíduos sendo oito fêmeas e três machos. As medidas de antebraço variaram de 56,77 a 72,33 mm e o peso de 28,2 a 48,8 g. Para Greenhall et al. (1983), pesam entre 25 e 40 g e antebraço varia de 52,0 a 63,0 mm, Gomes & Uieda (2004), registraram medidas entre 56,8 e 70 mm. Com isso, as medidas para peso e antebraço encontrados para alguns espécimes foram maiores que os já descritos.



Entre as fêmeas, quatro foram capturadas em estágio de gestação nos meses de fevereiro, maio, agosto e setembro. Dois machos escrotados foram capturados nos meses de novembro e dezembro. É uma espécie poliéstrica e a maioria dos filhotes é capturada nos meses de outubro a março (Gomes & Uieda 2004).

Em estudo feito na região Nordeste do Brasil, machos e fêmeas foram encontrados em todos os meses do ano apresentando todos os estágios reprodutivos (Alencar et al. 1994), o que indica que ao longo do ano o processo de reprodução é contínuo (Greenhall et al. 1983).

A espécie é comumente encontrada em ambientes próximos a áreas com presença de criações, devido ao seu hábito alimentar (hematófago) (Aguilar 2007) e apresenta focinho curto com folha nasal em formato de ferradura (Greenhall et al. 1983).

### 3.1.3. Subfamília Glossophaginae

*Anoura caudifer* (E. Geoffroy, 1818)

Foi descrita para todos os biomas, sendo registrada nos estados: AL, AC, AP, AM, BA, DF, ES, GO, MT, MS, MG, PA, PR, RJ, RO, RN, RS, SE, SC, SP, TO (Barros 2009, Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Felix et al. 2016, Reis et al. 2017, Pedroso 2018, Bichuette et al. 2018). É uma espécie relativamente pequena, com hábito alimentar nectarívoro (Koopman 1994).

Foram capturados quatro indivíduos, sendo duas fêmeas e dois machos. As medidas de antebraço variaram de 32,31 a 37,81 mm e o peso de 7,5 a 10,7 g. Vizotto & Taddei (1973) descreveram o antebraço variando de 34,0 a 39,0 mm e Oprea et al. (2009) indicam peso de 8,5 a 13 g.

As duas fêmeas capturadas estavam em estágio de gestação nos meses de outubro e dezembro. Os dois machos estavam escrotados e foram capturados nos meses de novembro e dezembro. Poucos são os dados referentes a reprodução da espécie, contudo é sugerido o padrão de poliestria sazonal (Oprea et al. 2009). Em um estudo no Cerrado de Brasília, Zortéa (2003) capturou três fêmeas grávidas e uma lactante no mês de outubro, início da estação chuvosa.

*Glossophaga soricina* (Pallas, 1766)

A espécie apresenta ampla distribuição geográfica no Brasil, ocorrendo em todos os estados (Nogueira et al. 2007, Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Barros et al. 2017, Reis et al. 2017, Leal et al. 2022). É uma espécie comumente capturada nos inventários realizados no Brasil (Marinho-Filho & Sazima 1998), apresenta tamanho corpóreo pequeno, e hábito alimentar nectarívoro (Alvarez et al. 1991, Nogueira et al. 2007).

Foram capturados 31 indivíduos, sendo 17 fêmeas e 14 machos. As medidas de antebraço variaram de 32,98 a 37,84 mm e o peso de 7,8 a 12,4 g, apresentando as mesmas medidas propostas por Vizotto & Taddei (1973).



Oito fêmeas capturadas estavam em estágio de gestação nos meses de setembro, outubro e dezembro e um macho escrotado foi capturado em dezembro. Apresenta padrão poliétrico bimodal nas diversas áreas onde é encontrada (Willig 1985), porém é considerada por Fleming et al. (1972) como poliétrica sazonal.

*Lonchophylla* sp. Thomas, 1903

Apenas dois exemplares foram capturados nos meses de fevereiro e dezembro, sendo duas fêmeas pesando 6,4 e 8,2 g e antebraço medindo 33,06 e 36,88 mm.

O gênero apresenta 12 espécies conhecidas, sendo que para o Brasil apenas cinco têm registro. *L. bokermanni*, *L. dekeyseri*, *L. mordax*, *L. peracchii* e *L. inexpectata* (Gardino et al. 2020).

### 3.1.4. Subfamília Phyllostominae

*Lophostoma brasiliense* Peters, 1866

A espécie foi descrita para todos os biomas brasileiros, tendo sido registrada nos estados: AL, AP, AM, BA, CE, DF, ES, GO, MA, MT, MS, MG, PA, PB, PE, PR, RJ, RN, RR, RO, SE, SP e TO (Marinho-Filho & Sazima 1998, Peracchi et al. 2011, Feijó & Langguth 2011, Reis et al. 2013, Santos et al. 2013, Varzinczak et al. 2015, Soares et al. 2016, Barros et al. 2017, Feijó & Rocha 2017, Reis et al. 2017, Garbino et al. 2021). Apresenta lábio inferior munido de verrugas dispostas no formato de “U” e orelhas pouco menores que a cabeça (Vizotto & Taddei 1973).

Um único exemplar foi capturado: uma fêmea grávida pesando 13,2 g e antebraço medindo 38,78 mm, no mês de fevereiro. Dentro do gênero, apresenta tamanho reduzido com antebraço variando entre 32,0 e 40,0 mm e peso de 7 a 13 g (Peracchi et al. 2010). Na Caatinga, fêmeas grávidas foram capturadas de agosto a dezembro e lactantes em março Willig (1985), o que demonstra um padrão bimodal para a espécie (Wilson 1979).

*Lophostoma silvicola* d'Orbigny, 1836

Ocorre nos estados brasileiros: AC, AL, AP, AM, BA, GO, MA, MS, MT, PA, PB, PE, PI, PR, RJ, RO, RR, TO, não sendo ainda descrita para os Campos Sulinos (Peracchi et al. 2011, Santos et al. 2013, Reis et al. 2013, Varzinczak et al. 2015, Reis et al. 2017, Costa et al. 2021, Hannibal et al. 2021). É a espécie que apresenta o maior porte do gênero, com orelhas maiores que a cabeça e uma folha nasal grande e larga (Vizotto & Taddei 1973, Peracchi et al. 2010).

Foram capturados nove indivíduos, sendo quatro fêmeas e cinco machos. As medidas de antebraço variaram de 51,55 a 55,79 mm e o peso de 24,1 a 32,2 g. As medidas corpóreas para os espécimes capturados apresentam-se dentro das medidas propostas, por Medellín & Arita (1989), antebraço (49,0 - 60,0 mm) e peso (25 - 39 g).



Duas das fêmeas estavam em estágio de gestação nos meses de fevereiro e outubro e os machos capturados não estavam em estágio de reprodução visível. O mesmo padrão reprodutivo foi observado por Fleming et al. (1972), Genoways & Williams (1984) e Medellín & Arita (1989).

*Phyllostomus discolor* Wagner, 1843

Já foi descrita para todos os biomas, não sendo sido registrada nos estados: RS e SC (Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Felix et al. 2016, Reis et al. 2017, Barros et al. 2017, Costa-Pinto 2020). A espécie apresenta porte médio para o gênero, com orelhas pequenas e pontudas, apresenta no lábio inferior um sulco em forma de “V”, pelagem ventral mais clara que no dorso e a cor pode variar de creme-esbranquiçado até o laranja-avermelhado (Goodwin & Greenhall 1961, Kwiecinski 2006).

Apenas um exemplar foi capturado no mês de agosto, sendo um macho pesando 37,3 g e antebraço medindo 60,71 mm. A espécie apresenta antebraço variando de 55,0 a 69,0 mm (Vizotto & Taddei 1973) peso entre 26 a 51 g (Kwiecinski 2006).

Padrões reprodutivos poliétricos sazonais são descritos para a espécie (Fleming et al. 1972, Kwiecinski 2006), com machos escrotados encontrados em fevereiro, junho, agosto, setembro e dezembro no Brasil (Taddei 1976). Bredt et al. (1998) descrevem que período de gestação pode ocorrer ao longo de todo o ano.

*Phyllostomus elongatus* (E. Geoffroy, 1810)

Ocorre nos estados: AC, AL, AP, AM, BA, ES, GO, MS, MT, PA, PE, PR, RJ, RO e RR TO. Não foi ainda registrada nos Campos Sulinos (Marinho-Filho & Sazima 1998, Peracchi et al. 2011, Lage et al. 2013, Reis et al. 2013, Novaes et al. 2014, Varzinczak et al. 2015, Fisher et al. 2015, Reis et al. 2017, Hannibal et al. 2021). A espécie apresenta orelhas arredondadas, folha nasal bem desenvolvida, sendo estreita com a extremidade bem acentuada e almofada com entalhe em forma de “V” no lábio inferior (Koopman 1994, Peracchi et al. 2010).

Possui porte médio, com medidas para antebraço variando de 61,0 a 71,0 mm e peso entre 30 e 57 g (Vizotto & Taddei 1973). Dois espécimes foram capturados, sendo um macho não escrotado pesando 31,1 g e antebraço medindo 66,52 mm, em março, e uma fêmea grávida pesando 51,2 g e antebraço medindo 66,84 mm, em novembro.

Einsenberg & Redford (1999) consideram baixo o conhecimento quanto ao seu padrão reprodução. Em um estudo feito no estado do Pará, fêmeas grávidas e lactantes foram capturadas nos meses de dezembro e janeiro (Marques 1985).



### *Phyllostomus hastatus* (Pallas, 1767)

Ocorre em todos os biomas, com exceção dos estados: AL, RN, RS e SC (Marinho-Filho & Sazima 1998, Bordignon 2006, Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2017). As orelhas de *P. hastatus* são triangulares e amplamente separadas. A folha nasal é bem desenvolvida e o lábio inferior apresenta um sulco em forma de “V” com verrugas ao redor (Vizotto & Taddei 1973, Eisenberg 1989). Apresenta ainda porte grande, sendo uma das maiores espécies que ocorre nas Américas (Nowak 1991).

Foram capturados 12 indivíduos, sendo oito fêmeas e quatro machos. As medidas de antebraço variaram de 79,02 a 89,04 mm e o peso de 71,5 a 113,7 g. Suas medidas corpóreas para antebraços podem variar de 77,0 a 94,0 mm e peso de 64 a 112 g (Vizotto & Taddei 1973, Santos et al. 2003).

Entre as fêmeas, três foram capturadas em estágio de gestação nos meses de janeiro, agosto e dezembro. Apenas um macho escrotado foi capturado no mês de novembro. Wilson (1979) descreve que a espécie apresenta padrão reprodutivo de acordo com a região geográfica. No Brasil há evidências tanto de monoestria sazonal (Willig 1985) quanto de poliestria (Marques 1985). No Cerrado foi documentado que o estágio de gestação é entre abril e outubro e o período de lactação entre os meses de setembro e abril (Willig 1985).

### *Vampyrum spectrum* (Linnaeus, 1758)

O registro se restringe aos biomas da Amazônia, Pantanal e Caatinga, ocorrendo nos estados: AC, AM, AP, MT, PA, PI, RO, RR e TO (Marinho-Filho & Sazima 1998, Nunes et al. 2005, Peracchi et al. 2011, Sousa et al. 2011, Reis et al. 2017). *Vampyrum spectrum* é a maior espécie de morcego que ocorre no novo mundo podendo atingir 235g de peso corporal e até 110 cm de envergadura (Navarro & Wilson 1982, Nowak 1994). A cor da pelagem varia do castanho escuro ao pardo no dorso, sendo mais clara na região ventral (Goodwin & Greenhall 1961).

Um espécime macho não escrotado, foi capturado no mês de julho, pesando 171,2 g e antebraço medindo 110,53 mm. *V. spectrum* é a maior espécie de morcego encontrada no Novo Mundo, com medidas para antebraço variando entre 88,0 e 110,0 mm e peso entre 135 e 235 g (Vizotto & Taddei 1973, Navarro & Wilson 1982, Nowak 1994).

Poucas são as informações descritas para o ciclo reprodutivo da espécie (Wilson 1979). Goodwin & Greenhall (1961) capturaram uma fêmea lactante no mês de maio.

### **3.1.5. Subfamília Stenodermatinae**

#### *Artibeus fimbriatus* Gray, 1838

Apresenta registros nos biomas Mata Atlântica, Caatinga e Cerrado. Ocorre nos estados: BA, CE, DF, ES, MA, MG, MS, MT, PE, PI, PR, RJ, RS, SC, SE e SP (Cunha et al. 2005, Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Fischer et al. 2015, Olímpio et al. 2016, Reis et al. 2017, Costa et al. 2021).



Este é o primeiro registro da espécie para o estado de Mato Grosso. Não há registro apenas para a região Norte do país. Os indivíduos desta espécie possuem listras faciais pouco evidentes, a folha nasal possui a borda inferior soldada medianamente ao lábio e extremidades laterais livres (Rui et al. 1999).

Três indivíduos foram capturados, duas fêmeas e um macho. As medidas de antebraço variaram de 69,66 a 70,05 mm e o peso de 53,2 a 59,1 g. As capturas foram nos meses de novembro e dezembro, sendo que nenhum dos espécimes apresentava-se em estágio reprodutivo. Dentro do gênero, a espécie apresenta porte médio e as medidas para antebraço podem variar entre 59,0 e 71,0 mm e peso entre 48 e 57 g (Rui et al. 1999, Zortéa 2007). Os dados relacionados a alimentação, abrigos e a reprodução da espécie são pouco conhecidos (Cunha et al. 2006).

#### *Artibeus lituratus* (Olfers, 1818)

Apresenta ampla distribuição no Brasil, ocorrendo em todas os estados brasileiros (Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2017). É a maior espécie do gênero, com o antebraço variando entre 65,0 e 77,5 mm de acordo com Vizotto & Taddei 1973, e peso de 45 a 87 g segundo Bredt et al. 1998. Apresenta listras faciais claras bem evidentes que se estendem da folha nasal até as orelhas (Rui et al. 1999, Zortéa 2007).

Foram capturados 98 indivíduos, sendo 57 fêmeas e 41 machos. As medidas de antebraço variaram de 65,05 a 77,84 mm e o peso de 47,7 a 81,3 g. Entre as fêmeas, 16 foram capturadas em estágio de gestação entre os meses de agosto e dezembro. Doze machos escrotados foram capturados entre setembro e dezembro. *A. lituratus* apresenta padrão de reprodução poliétrico sazonal (Wilson 1979). Para o Brasil, os períodos de parturição descritos são de fevereiro a março e de outubro a novembro (Bredt et al. 1998, Passos & Passamani 2003), no entanto, o padrão reprodutivo pode variar de acordo com as variações de distribuição geográfica da espécie (Wilson 1979).

#### *Artibeus planirostris* (Spix, 1823)

Apresenta ampla distribuição no Brasil, não tendo sido capturado nos estados de: RS e SC (Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2017, Barros et al. 2017). Os indivíduos possuem listra facial pouco evidente (Hollis 2005), antebraço de 56,0 a 66,5 mm (Vizotto & Taddei 1973) e peso 40 a 69 g (Bárquez et al. 1993). Zortéa (2007) observou para o Cerrado a presença de antebraço e peso menores.

Foram capturados 47 espécimes, sendo 26 fêmeas e 21 machos. As medidas de antebraço variaram de 56,61 a 64,59 mm e o peso de 31,9 a 53,4 g.

Duas fêmeas gestantes e seis machos escrotados foram capturadas nos meses de outubro e novembro. No Brasil, os estudos indicam padrão de poliestria (Willig 1985). No estado de São Paulo,



fêmeas grávidas podem ser capturadas durante todo o ano (Taddei 1976). Silva et al. (2001) capturaram fêmeas em estágio de gestação nos meses de dezembro e janeiro.

#### *Chiroderma villosum* Peters, 1860

Apresenta ampla distribuição no Brasil, não tendo sido capturada ainda nos estados de: RS, SC, TO, MA, RN, PE (Peracchi et al. 2011, Feijó & Langguth 2011, Reis et al. 2013, Reis et al. 2017, Leal et al. 2022). A espécie apresenta porte pequeno com a presença de listras claras faciais e listras, por vezes, indistintas na região dorsal (Vizotto & Taddei 1973).

Um exemplar fêmeo em fase de gestação foi capturado no mês de novembro, pesando 33,9 g e antebraço medindo 48,59 mm. As medidas para o antebraço podem variar de 44,5 a 50,0 mm (Vizotto & Taddei 1973) e o peso varia de 23 a 26 g (Peracchi et al. 2010). O peso do exemplar capturado ficou acima do esperado devido ao estágio de gestação.

Quanto à reprodução, não há amostragens anuais, mas os dados disponíveis sugerem que os eventos de lactação e gravidez sejam sazonais (Taddei 1973). Marques (1985) encontrou fêmeas simultaneamente grávidas e lactantes de *C. villosum* no início do período chuvoso, entre os meses de dezembro e janeiro.

#### *Platyrrhinus incarum* (Thomas, 1912)

Ocorre nos estados: AC, AP, AM, DF, GO, MS, MG, MT, PA, RO, SP e TO, não havendo registro para a região Sul do país (Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Reis et al. 2017, Maas et al. 2018). É uma espécie de pequeno porte, apresenta listras claras faciais e dorsais bem evidentes (Vizotto & Taddei 1973, Peracchi et al. 2010). De acordo com literatura especializada, seu antebraço pode variar de 36,0 a 40,0 mm (Vizotto & Taddei 1973, Peracchi et al. 2010) e o peso de 9 a 16 g (Ferrell & Wilson 1991).

Foram capturados sete indivíduos, sendo cinco fêmeas e dois machos. As medidas de antebraço variaram de 38,16 a 40,08 mm e o peso de 8,8 a 15,2 g. Uma fêmea em estágio de gestação foi capturada no mês de outubro. Poucos estudos abordam características reprodutivas para *P. incarum*, contudo é sugerido poliestria sazonal (Fleming et al. 1972).

#### *Platyrrhinus lineatus* (E. Geoffroy, 1810)

Apresenta ampla distribuição no país, ocorrendo em todos os biomas, com exceção dos estados: AC, AM, RR, RO, PA, MA (Simmons 2005, Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Barros et al. 2017, Reis et al. 2017). Dentro do gênero, a espécie apresenta grande porte, possuindo listras faciais e dorsais visíveis (Vizotto & Taddei 1973).



Foram capturados 38 indivíduos, sendo 21 fêmeas e 17 machos. As medidas de antebraço variaram de 43,46 a 50,66 mm e o peso de 14,3 a 40,1 g. Para Vizotto & Taddei (1973), o antebraço mede de 43,0 a 50,0 mm e para Peracchi et al. (2010), o peso pode variar de 18 a 28 g. Os indivíduos capturados abaixo desse peso indicam espécimes jovens (Costa et al. 2007) e os exemplares capturados acima do peso, apresentavam estágios de gestação.

Foram capturadas cinco fêmeas em estágio de gestação nos meses de agosto e outubro e seis machos escrotados foram capturados no mês de outubro. O conhecimento da biologia reprodutiva para a espécie é fragmentado. Os dados publicados sugerem que a espécie apresenta poliestria bimodal (Wilson 1979). No Cerrado e Caatinga as fêmeas apresentam dois ciclos reprodutivos ocorrendo no início e no fim da estação chuvosa (Willig 1985, Costa et al. 2007).

#### *Sturnira lilium* (E. Geoffroy, 1810)

Apresenta ampla distribuição no Brasil, ocorrendo em todos os estados brasileiros (Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Reis et al. 2017, Barros et al. 2017). É uma espécie de porte médio, apresentando uropatágio muito estreito quase que imperceptível, com adensamento piloso; o lábio inferior é munido de três verrugas grandes, com verrugas menores ao redor (Vizotto & Taddei 1973).

Sete indivíduos foram capturados, cinco fêmeas e dois machos. As medidas de antebraço variaram de 40,48 a 44,64 mm e o peso de 17,7 a 23,8 g. Para o antebraço, as medidas podem variar de 36,6 a 45,0 mm (Gannon et al. 1989) e o peso da espécie varia entre 15 e 25,5 g (Peracchi et al. 2010).

Três fêmeas foram capturadas em estágio de gestação nos meses de julho, agosto e dezembro. A espécie pode apresentar duas estações reprodutivas no ano (Wilson 1979), entretanto pode haver variações no padrão reprodutivo de acordo com a região onde são capturados os espécimes (Zortéa 2007).

#### *Uroderma bilobatum* Peters, 1866

Apresenta ampla distribuição no Brasil, ocorrendo nos estados: AC, AP, AM, BA, GO, MA, MT, MS, MG, PA, PR, RJ, RO, RR, SE, SP e TO (Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Reis et al. 2017, Maas et al. 2018). A espécie apresenta listras faciais bem evidentes, com a listra dorsal iniciando na região interescapular, estendendo-se até a base do uropatágio (Vizotto & Taddei 1973).

Um casal foi capturado no mês de dezembro. O macho mediu 44,59 mm de antebraço e pesou 15,6 g. A fêmea estava em estágio de gestação e apresentou antebraço medindo 43,44 mm e peso de 22,7 g. O antebraço para esta espécie pode variar entre 39,0 e 45,0 mm e o peso entre 14 e 21 g (Baker & Clark 1987).



*U. bilobatum* apresenta ciclo reprodutivo poliéstrico sazonal, sendo o período de nascimento dos filhotes nos meses de fevereiro e junho (Fleming et al. 1972). Estudos demonstram variações geográficas para o estágio reprodutivo da espécie (Baker & Clark 1987).

*Vampyroides caraccioli* (Thomas, 1889)

Foi registrada nos biomas Mata Atlântica, Amazônia e Pantanal, ocorrendo nos estados: AC, AP, BA, MS, PA, PR RJ, RO e SP (Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Carvalho et al. 2014, Reis et al. 2017). Este é o primeiro registro para o Mato Grosso. A espécie é muito semelhante às espécies do gênero *Platyrrhinus*, pois as medidas morfométricas se sobrepõem. No entanto, a diferença maior está presente na arcada dentária de *V. caraccioli*, que possui  $i2/2$ ,  $c1/1$ ,  $pm2/2$  e  $m2/3$  (Willis et al. 1990).

Foram capturados 15 indivíduos, sendo 10 fêmeas e cinco machos. As medidas de antebraço variaram de 44,45 a 50,12 mm e o peso de 19,3 a 30,6 g. As medidas para antebraço estão entre 46,0 e 57,0 mm e peso 27 e 30 g (Willis et al. 1990, Peracchi et al. 2010).

Sete fêmeas foram capturadas em estágio de gestação nos meses de agosto e setembro. Quatro machos escrotados foram capturados nos meses setembro e novembro. Não há dados suficientes para definir a estratégia reprodutiva da espécie (Peracchi et al. 2010), entretanto, foi notado que a espécie exibe um padrão reprodutivo de acordo com a distribuição geográfica, e fêmeas em estágios simultâneos de gestação e lactação podem ser capturadas durante todo o ano (Willis et al. 1990).

## 3.2 FAMÍLIA MOLOSSIDAE

### 3.2.1. Subfamília Molossinae

*Cynomops abrasus* (Temminck, 1827)

Apresenta distribuição em todos os biomas do país, sendo registrada nos estados: AM, DF, GO, MA, MS, MG, PA, PB, PR, PI, RJ, SP e SC (Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Reis et al. 2017). Este é o primeiro registro da espécie para o estado de Mato Grosso. A espécie tem porte médio para o gênero (Gregorin & Taddei 2002), apresentando pelagem dorsal castanho escuro e ventral pouco mais clara (Fabian & Gregorin 2007).

Um indivíduo foi capturado no mês de janeiro, sendo uma fêmea pesando 15,1 g e 40,51 mm de antebraço. As medidas para antebraço variam de 41,0 a 46,6 mm (Gregorin & Taddei 2002). Espécimes com peso entre 19,59 e 28,67 g foram capturados por Esberárd & Bergallo (2005).

Devido ao baixo número de observações da espécie em estudos realizados, não é possível descrever se a espécie apresenta padrões reprodutivos monoéstricos ou poliéstricos (Esberárd & Bergallo 2005).



### *Cynomops planirostris* (Peters, 1866)

Apresenta distribuição em todos os biomas do país, sendo registrada nos estados: AM, AP, BA, CE, ES, GO, MS, MT, MG, PA, PB, PE, PI, PR, SE e SP (Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Reis et al. 2017). É uma espécie de porte pequeno, coloração escura no dorso com a região ventral mais clara (Gregorin & Taddei 2002).

Foram capturados 17 espécimes, sendo seis fêmeas e 11 machos. As medidas de antebraço variaram de 29,80 a 35,99 mm e o peso de 2 a 8 g. As medidas morfométricas para antebraço podem variar de 29,0 a 35,8 mm (Gregorin & Taddei 2002). As medidas para o peso da espécie não são descritas na literatura.

Duas fêmeas foram capturadas em estágio de gestação nos meses de outubro e novembro. Pouco é descrito para o estágio reprodutivo de *C. planirostris* (Peracchi et al. 2010), contudo fêmeas gestantes foram capturadas no estado de São Paulo nos meses de maio a outubro e fêmeas lactantes em janeiro (Vizotto & Taddei 1973).

### *Molossus* sp. E. Geoffroy, 1805

Apenas uma fêmea em estágio de gestação foi capturada no mês de dezembro pesando 14,6 g e antebraço medindo 33,34 mm.

Para o Brasil são conhecidas cinco espécies *M. coibensis*, *M. currentium*, *M. molossus*, *M. pretiosus* e *M. rufus* (Peracchi et al 2011).

## 3.3 FAMÍLIA VESPERTILIONIDAE

### 3.3.1. Subfamília Myotinae

#### *Myotis nigricans* (Schinz, 1821)

Apresenta distribuição em todos os biomas do país, com exceção dos estados: AC, ROe AL (Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Reis et al. 2017). É uma espécie que apresenta porte pequeno, com crânio pequeno e rostro curto (Barquez et al 1999), possui trago mais afilado na região extrema, com o lobo arredondado na base da margem externa (Vizotto & Taddei 1973). Sua pelagem apresenta a porção basal mais clara, com a região ventral mais castanha e os pelos dorsais tendem ao marrom (Wilson & La Val 1974).

Quatro morcegos desta espécie foram capturados, sendo dois machos e duas fêmeas. As medidas de antebraço variaram de 33,24 a 35,55 mm e o peso de 4,6 a 6,9 g. O tamanho do antebraço pode variar de 29,0 a 36,0 mm (Vizotto & Taddei 1973) e o peso pode variar de 3 a 5,5 g (Wilson & La Val 1974). O espécime capturado acima do peso foi uma fêmea gestante.



Uma das fêmeas foi capturada em estágio de gestação no mês de outubro. A espécie apresenta poliestria sazonal (Wilson 1979), no Brasil as amostragens não registram alta abundância o que dificulta esclarecer o ciclo reprodutivo da espécie (Bianconi & Pedro 2007).

### 3.3.2. Subfamília Vespertilioninae

*Eptesicus* sp. Rafinesque, 1820

Um espécime foi capturado no mês de setembro sendo ele um macho não escrotado, pesando 4,7g e com antebraço medindo 34,08 mm.

No Brasil são conhecidas cinco espécies do gênero sendo elas, *E. brasiliensis*, *E. chiquirinus*, *E. diminutus*, *E. furinalis* e *E. taddeii* (Garbino et al. 2020).

## 3.4 FAMÍLIA EMBALLORUNIDAE

### 3.4.1. Subfamília Rhinophyllinae

*Rhynchonycteris naso* (Wied-Neuwied, 1820)

Encontrado nos biomas Amazônia, Mata Atlântica e Cerrado, com descrição para os estados: AC, AL, AP, AM, BA, CE, ES, GO, MA, MT, MS, MG, PA, PB, PE, PI, RJ, RO, RR, SE e TO (Marinho-Filho & Sazima 1998, Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Reis et al. 2017). *R. naso* apresenta focinho alongado, assemelhando com uma pequena tromba (Vizotto & Taddei 1973), presença de tufo esbranquiçado de pelos nos antebraços, e no dorso há presença de duas listras sinuosas esbranquiçadas (Peracchi & Nogueira 2007).

Quatro fêmeas foram capturadas no mês de abril. As medidas de antebraço variaram de 36,04 a 39,36 mm e o peso de 3,1 a 4,9 g. Para as medidas de antebraço o valor pode variar entre 35,5 a 40,5 mm (Vizotto & Taddei 1973) e o peso pode ser de 3,5 a 4,5 g (Peracchi & Nogueira 2007). A espécie apresenta padrão poliétrico bimodal, com nascimentos ocorrendo no início e no final do período chuvoso (Nogueira & Pol 1998).

## 3.5 FAMÍLIA MORMOOPIDAE

*Pteronotus rubiginosus* (Wagner, 1843)

Tem registro da espécie para a Amazônia, Caatinga e Cerrado, ocorrendo nos estados: AP, AM, CE, DF, GO, MA, MG, MT, MS, PA, PI, RO, RR e TO (Peracchi et al. 2011, Reis et al. 2013, Felix et al. 2016, Reis et al. 2017, Bruno & Falcão 2022). *P. rubiginosus* apresenta pelagem densa e cor marrom escura (Herd 1983), apresenta a parte dorsal com pelagem normal e, para o gênero, apresenta porte grande, o que facilita a identificação (Vizotto & Taddei 1973).

Dois machos foram capturados nos meses de junho e agosto. As medidas de antebraço variaram de 61,21 a 64,35 mm e o peso de 20,5 a 22,4 g. As medidas para antebraço podem variar de 59,0 a



67,0 mm (Vizotto & Taddei 1973) e o peso pode ficar entre 10 e 28 g (Herd 1983). A espécie apresenta monoestria sazonal (Wilson 1973) e o período de nascimento dos filhotes ocorre no início da estação chuvosa (Herd 1983).

#### **4 CONCLUSÃO**

O município de Nova Xavantina apresenta alta riqueza de espécies, o que foi evidenciado no presente trabalho, contudo fazem-se necessários estudos em longo prazo para melhor compreender os aspectos biológicos relacionados aos estágios reprodutivos, e sobre os dados morfométricos das espécies existentes no Cerrado. Poucos são os estudos que abordam os aspectos reprodutivos, evidenciando um déficit relacionado a essas informações para as espécies existentes no Brasil, bem como para o Bioma Cerrado.

#### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso pelo financiamento do projeto n° 738631/2008.



## Referências

- AGUIAR, L.M.S. 1994. Comunidade de Chiroptera em três áreas de Mata Atlântica em diferentes estágios de sucessão – Estação Biológica de Caratinga, Minas Gerais. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- AGUIAR, L.M.S. 2007. Subfamília Desmodontinae. In Morcegos do Brasil (N.R. Reis, A.L. Peracchi, W.A. Pedro & I.P. Lima, eds). Nelio R. dos Reis, Londrina, p.40-44.
- ALENCAR, A.O., SILVA, G.A.P., DA ARRUDA, M.M., SOARES, A.J. & GUERRA, D.Q. 1994. Aspectos biológicos e ecológicos de *Desmodus rotundus* (Chiroptera) no nordeste do Brasil. *Pesquisa Vet Brasil* 14(4):95-103.
- AGUIAR, L. M., BERNARD, E., RIBEIRO, V., MACHADO, R. B., & JONES, G. (2016). Should I stay or should I go? Climate change effects on the future of Neotropical savannah bats. *Global Ecology and Conservation*, 5, 22-33.
- ALVAREZ, J., WILLIG, M.R., JONES, J.K. & WEBSTER, D. 1991. *Glossophaga soricina*. *Mamm Species* 379:1-7.
- ARIAS, F.H.C. 2009. Caracterização biológica e zoneamento ambiental do Parque Estadual do Jiquí/RN, Brasil: subsídios ao plano de manejo. Master thesis, Animal biology department, Science faculty, Lisbon University, Lisbon, Portugal.
- ANACLETO, T.C.S.; SANTOS, D.L.S.M. & KÖPPE, V.C. 2008. Inventário da mastofauna da planície de inundação do Rio das Mortes, MT. In *Fauna e Flora da planície da inundação do Rio das Mortes – MT* (H.S.R. Cabette, org.). Ed. UNEMAT, Nova Xavantina, p.81-88.
- BAKER, R.J. & CLARK, C.L. 1987. *Uroderma bilobatum*. *Mamm Species* 279:1-4.
- BÁRQUEZ, R.M., GIANNINI, N.P. & MARES, M.A. 1993. Guide to the bats of Argentina. *Okla Museum Nat Hist*, Norman.
- BARROS, M.A.S., MORAIS, C.M.G., FIGUEIREDO, B.M.B., MOURA JÚNIOR, G.B.D., RIBEIRO, F.F.D.S., PESSOA, D.M.A., ITO, F. & BERNARD, E. 2017. Bats (Mammalia, Chiroptera) from the Nísia Floresta National Forest, with new records for the state of Rio Grande do Norte, northeastern Brazil. *Biota Neotrop.* 17(2): e20170351.
- BEZERRA, A.M.R. & MARINHO-FILHO, J. 2010. Bats of the Paraná River Valley, Tocantins and Goiás states, Central Brazil. *Zootaxa* 2725:41-56.
- BIANCONI, G.V. & PEDRO, W.A. 2007. Família Vespertilionidae. In *Morcegos do Brasil* (N.R. Reis, A.L. Peracchi, W.A. Pedro & I.P. Lima, eds). Nelio R. dos Reis, Londrina, p.167-195.
- BICHUETTE, M. E., GIMENEZ, E.A., ARNONE, I.S. & TRAJANO, E. 2018. An important site for conservation of bats in Brazil: Passa Três cave, São Domingos karst area, with na updated checklist for Distrito Federal (DF) and Goiás state. *Subterranean Biology.* 28: 39-51.



- BORDIGNON, M. 2006. Diversidade de morcegos (Mammalia, Chiroptera) do Complexo Aporé-Sucuriú, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Rev Bras Zool* 23(4): 1002-1009.
- BREDT, A., UIEDA, W. & MAGALHÃES, E.D. 1999. Morcegos cavernícolas da região do Distrito Federal, centro-oeste do Brasil (Mammalia, Chiroptera). *Rev Bras Zool* 16(3):731-770.
- BREDT, A.I., ARAÚJO, F.A.A., CAETANO-JÚNIOR, J., RODRIGUES, M.G.R., YOSHIZAWA, M., SILVA, M.M.S., HARMANI, N.M.S., MASSUNAGA, P.N.T., BURER, S.P., POTRO, V.A.R. & UIEDA, W. 1998. Morcegos em áreas urbanas e rurais: manual de manejo e controle. Fundação Nacional de Saúde, Brasília.
- BRUNO, M. & FALCÃO, F. 2022. *Pteronotus rubiginosus* (Wagner, 1843): first record of the bat family Mormoopidae in the Southeastern region of Brazil. *Check List*. 18: 1017–1022.
- CARVALHO, F., V. MOTTIN, J.M.D. MIRANDA AND F.C. PASSOS. 2014. First record of *Vampyroides caraccioli* (Thomas, 1889) (Chiroptera: Phyllostomidae) for the state of Paraná, and range extension to southern region of Brazil. *Check List* 10: 1189–1194.
- CAMARGO, G., FISCHER, E., GONÇALVES, F., FERNANDES, G. & FERREIRA, S. 2009. Morcegos do Parque Nacional da Serra da Bodoquena, Mato Grosso do Sul, Brasil. *Chiropt. Neotrop.* 15(1):417-424.
- CAVALCANTI, R.B. 2002. Cerrado e Pantanal. In *Biodiversidade Brasileira: Avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros* (C.M. Maury, org.). MMA/SBF, Brasília.
- CLOUTIER, D. & THOMAS, D.W. 1992. *Carollia perspicillata*. *Mamm Species* 417:1-9.
- COLWELL, R.K. 2008. Estimates: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.0. <http://www.purl.oclc.org/estimates> (último acesso em 22/jan/2011).
- COSTA, L.M., ALMEIDA, J.C. & ESBÉRARD, C.E.L. 2007. Dados de reprodução de *Platyrrhinus lineatus* em estudo de longo prazo no Estado do Rio de Janeiro (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae). *Iheringia Ser Zool* 97(2):152-156.
- COSTA-PINTO, A.L. 2020. First record of natural predation on bats by domestic cat in Brazil. with distribution extension for *Phyllostomus discolor*. *Oecologia Australis*. 24 (1): 242-248.
- COSTA, M.A.T., SANTOS, B.M.R., ALVES, D.C.L., OLIVEIRA, H.H.A., SILVA, G.D., PIRES, S.M., VENTURA M.C.S., FREIRE, S.M. 2021. Endoparasitos de morcegos da floresta Nacional de Palmares (FLONA), Altos – Piauí, Brasil. *Brazilian Journal of Development*. 7(3): 22852-22871.
- CUNHA, E.M.S., LARA, M.C.C.S.H., NASSAR, A.F.C., SODRÉ, M.M. & AMARAL, L.F.V. 2005. Isolation of rabies virus in *Artibeus fimbriatus* bat in the State of São Paulo, Brazil. *Rev Saude Publ* 39(4):683-684.



- CUNHA, E.M.S., SILVA, L.H. Q., LARA, M.C.C.S.H., NASSAR, A.F.C., ALBAS, A., SODRÉ, M.M. & PEDRO, W.A. 2006. Bat rabies in the north-northwestern regions of the state of São Paulo, Brazil: 1997-2002. *Rev Saude Publ* 40(6):1082-1086.
- EISENBERG, J.F. & REDFORD, K.H. 1999. *Mammals of the Neotropics: The Central Neotropics*. University of Chicago Press, Chicago.
- EISENBERG, J.F. 1989. *Mammals of the Neotropics: the Northern Neotropics*. The University of Chicago Press., Chicago and London, v.1.
- EMMONS, L.H. & FEER, F. 1997. *Neotropical rainforest mammals: a field guide*. The University of Chicago Press, Chicago.
- ESBÉRARD, C.E.L. & BERGALLO, H.G. 2005. Nota sobre a biologia de *Cinomops abrasus* (Temminck) (Mammalia, Chiroptera, Molossidae) no Rio de Janeiro, Brasil. *Rev Bras Zool* 22(2):514-516.
- ESBÉRARD, C.E.L. & BERGALLO, H.G. 2006. Coletar morcegos por seis ou doze horas a cada noite? *Rev Bras Zool* 22(4):1095-1098.
- FABIAN, M.E. & GREGORIN, R. 2007. Família Molossidae. In *Morcegos do Brasil* (N.R. Reis, A.L. Peracchi, W.A. Pedro & I.P. Lima, eds). Nelio R. dos Reis, Londrina, p.149-164.
- FENTON, M.B., ACHARYA, L. & AUDET, D. 1992. Phyllostomid bats (Chiroptera: Phyllostomidae) as indicators of habitat disruption in the Neotropics. *Biotropica* 24(3):440-446.
- FERREIRA, C.M.M., FISCHER, E. & PULCHÉRIO-LEITE, A. 2010. Fauna de morcegos em remanescentes urbanos de Cerrado em Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Biota Neotrop.* 10(3):155-160.
- FERREL, C.S. & WILSON, D.E. 1991. *Platyrrhinus helleri*. *Mamm Species* 373:1-5.
- FILHO, H.O., LIMA, I.P. & FOGAÇA, F.N.O. 2007. Subfamília Carolliinae. In *Morcegos do Brasil* (N.R. Reis, A.L. Peracchi, W.A. Pedro & I.P. Lima, eds). Nelio R. dos Reis, Londrina, p.99-106.
- FINDLEY J.S. 1993. *Bats: a community perspective*. Cambridge Univ. Press, Cambridge.
- FISCHER, E., SANTOS, C.F. CARVALHO, L.F.A.C., CAMARGO, G., CUNHA, N.L., SILVEIRA, M., BORDIGNON, M.O. & SILVA, C.L. Bat fauna of Mato Grosso do Sul, southwestern Brazil. 2015. *Biota Neotropica*. 15 (2): e20140066.
- FLEMING, T.H., HOOPER, E.T. & WILSON, D.E. 1972. Three Central American Bat Communities: Structure, Reproductive Cycles and Movement Patterns. *Ecology* 53(4):556-569.
- GANNON, M.R., WILLIG, M.R. & JONES, J.K. 1989. *Sturnira lilium*. *Mamm Species* 333:1-5.
- GARBINO, G. S. T., GREGORIN, R., LIMA, I. P., LOUREIRO, L., MORAS, L. M., MORATELLI, R., NOGUEIRA, M. R., PAVAN, A. C., TAVARES, V. C., DO NASCIMENTO, M.C. & PERACCHI, A. L. 2020. Updated check list of Brazilian bats: versão 2020. São Paulo: Sociedade Brasileira para o Estudo de Quirópteros.



- GARBINO, G.S.T., FILGUEIRAS, V., LIMA, A.L.A., ABRA, F.D., PRIST, P.R. & COLAS-ROSAS, P.F. 2021. New records of *Lophostoma brasiliense* Peters, 1867 (Chiroptera, Phyllostomidae) from São Paulo and Mato Grosso do Sul, Brazil. *Check list*. 17 (2): 575-581.
- GENOWAYS, H.H. & WILLIAMS, S.L. 1984. Results of the Alcoa Foundation - Suriname Expeditions. IX. Bats of the genus *Tonatia* (Mammalia: Chiroptera) in Suriname. *Ann Carnegie Mus* 53(11):327-346.
- GOMES, M.N. & UIEDA, W. 2004. Diurnal roosts, colony composition, sexual size dimorphism and reproduction of the common vampire bat *Desmodus rotundus* (E. Geoffroy) (Chiroptera, Phyllostomidae) from State of São Paulo, Southeastern Brazil. *Rev Bras Zool* 21(3):38-43.
- GONÇALVES, E. & GREGORIN, R. 2004. Quirópteros da Estação Ecológica da Serra das Araras, Mato Grosso, Brasil, Com o primeiro registro de *Artibeus gnomus* e *A. anderseni* para o Cerrado. *Lundiana* 5(2):143-149.
- GOODWIN, G.G. & GREENHALL, A.M. 1961. A review of the bats of Trinidad and Tobago. *B Am Mus Nat Hist* 122:187-302.
- GREENHALL, A.M., JOERMANN, G. & SCHMIDT, U. 1983. *Desmodus rotundus*. *Mamm Species* 202:1-6.
- GREGORIN, R. & TADDEI, V.A. 2002. Chave artificial para a identificação de molossídeos brasileiros (Mammalia, Chiroptera). *Mastozool. Neotrop.* 9(1):13-32.
- HANNIBAL, W., ZORTÉA, M., CALAÇA, A.M., CARMIGNOTTO, A.P., BEZERRA, A.M.R., CARVALHO, H.G., BONVICINO, C.R., MARTINS, A.N.M., AGUIAR, L.M.S., SOUZA, M.B., MATTOS, I., OLIVEIRA, R.F., BRITO, D., SILVA, D.A., GUIMARÃES, M.A., CARMO, E.M.B. & MOREIRA, J.C. 2021. Checklist of mammals from Goiás, central Brazil. *Biota Neotropica*. 21 (3): e20201173.
- HERD, R.M. 1983. *Pteronotus parnellii*. *Mamm Species* 209:1-5.
- HOLLIS, L. 2005. *Artibeus planirostris*. *Mamm Species* 775:1-6.
- LEAL, E.S.B., RAMALHO, D.F., SOARES, F.A.M., COSTA-PINTO, A.L., VILAR, E. M., LOPES, A.M., RANULPHO, R., FERRARI, S.F. & GUERRA, D.Q. 2022. Bats from Alagoas state, northeastern Brazil: Updated Checklist based on literature, collections, and acoustic records. *Mastozoologia Neotropical*, 29(2): e0613.
- FEIJÓ, J.A. & LANGGUTH, A. 2011. Lista de Quirópteros da Paraíba, Brasil com 25 novos registros. *Chiroptera Neotropical*, 17(2): 1055-1062.
- FEIJÓ, A. & ROCHA, P.A. 2017. Morcegos da Estação Ecológica Aiuaba, Ceará, nordeste do Brasil: Uma unidade de proteção integral na Caatinga. *Mastozoologia Neotropical*. 24(4): 333-346.



- FELIX, S., NOVAES, R.L.M., SOUZA, R.F. & AVILLA, L.S. 2016. Bat assemblage in a karstic area from northern Brazil: seven new occurrences for Tocantins state, including the first record of *Glypionycteris sylvestris* Thomas, 1896 for the Cerrado. *Check List* 12 (6): 1999.
- LAGE, S.B., CIPRIANO, R.S., FERREGUETTI, A.C. & MARTINS, R.L. 2013. First record of *Phyllostomus elongatus* (É. Geoffroy, 1810) (Mammalia: Chiroptera) for the state of Espírito Santo, southeastern Brazil. *Check List*. 9 (4): 880-882.
- KNEGT, L.V., SILVA, J.A., MOREIRA, E.C. & SALES G.L. 2005. Morcegos capturados no município de Belo Horizonte, 1999-2003. *Arq Bras Med Vet Zoo* 57(5):576-583.
- KOOPMAN, K.F. 1994. Chiroptera: systematics. *Handbook of Zoology, VIII (Mammalia)*. Walter de Gruyter, Berlin and New York.
- KOPPE, V.C. Morcegos (Mammalia: Chiroptera) do Parque do Bacaba, Nova Xavantina-MT. 2005. Monografia de Graduação, Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina.
- KUNZ, T.H. & KURTA, A. 1988. Capture methods and holding devices. In *Ecological and behavioral methods for the study of bats* (T.H. Kunz, ed.). Smithsonian Institution Press, Washington, D.C., p.1-29.
- KWIECINSKI, G.G. 2006. *Phyllostomus discolor*. *Mamm Species* 801:1-11.
- MARINHO-FILHO, J. & GUIMARÃES, M.M. 2001. Mamíferos das Matas de Galeria e Matas Ciliares do Distrito Federal. In *Cerrado: caracterização e recuperação de matas de galeria* (J.F. Ribeiro, C.E.L. Fonseca & J.C. Sousa-Silva). Embrapa – Cerrados, Planaltina.
- MAAS, A.C.S., GOMES, L.A.C., MARTINS, M.A., DIAS, D., POL, A., CHAVES, F.G., SCHUTTE, M., ARAÚJO, R.M. & PERACCHI, A.L. 2018. Bats in a Cerrado landscape of Northern Brazil: species occurrence, influence of environmental heterogeneity and seasonality, and eight new records for the State of Tocantins. *Check List* 14 (5): 1-12.
- MARINHO-FILHO, J. & SAZIMA, I. 1998. Brazilian bats and conservation biology: a first survey. In *Bat biology and conservation* (T.H. Kunz & P.A. Racey, eds). Smithsonian Institution, Washington, DC, p.282-294.
- MARQUES, S.A. 1985. Novos registros de morcegos do Parque Nacional da Amazônia (Tapajós), com observação do período de atividade noturna e reprodução. *Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Zool.* 2(1):71-83.
- MEDELLIN, R.A. & ARITA, H.T. 1989. *Tonatia evotis* and *Tonatia silvicola*. *Mamm Species* 334:1-5.
- MELLO, M.A.R. & FERNANDEZ, F.A.S. 2000. Reproductive ecology of bat *Carollia perspicillata* (Chiroptera: Phyllostomidae) in a fragment of the Brazilian Atlantic coastal forest. *Int J Mamm Biol* 65:340-349.
- NAVARRO, D.L. & WILSON, D.E. 1982. *Vampyrus spectrum*. *Mamm Species* 184:1-4.



- NOGUEIRA, M.R. & POL, A. 1998. Observações sobre os hábitos de *Rhynchonycteris naso* (Wied-Neuwied, 1820) e *Noctilio albiventris* Desmarest, 1818 (Mammalia, Chiroptera). *Rev Bras Biol* 58(3):473-480.
- NOGUEIRA, M.R., DIAS, D. & PERACCHI, A.L. 2007. Subfamília Glossophaginae. In *Morcegos do Brasil* (N.R. Reis, A.L. Peracchi, W.A. Pedro & I.P. Lima, eds). Nelio R. dos Reis, Londrina, p.45-60.
- NOGUEIRA, M.R., LIMA, I.P.D., MORATELLI, R., TAVARES, V.D.C., GREGORIN, R. & PERACCHI, A.L. 2014. Checklist of Brazilian bats, with comments on original records. *Check List* 10, 808–821.
- NOVAES, R.L.M., SOUZA, R.F., FELIX, S., JACOB, G., SAUWEN, C. & AVILLA, L. S. 2014. Occurrence of *Phyllostomus elongatus* (Geoffroy St.-Hilaire, 1810) (Chiroptera, Phyllostomidae) in the Cerrado of Tocantins and a compilation of its Brazilian distribution. *Check List*. 10 (1): 213-216.
- NOWAK, R.M. 1991. *Walker's Mammals of the World*. 5 ed. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, v.2.
- NOWAK, R.M. 1994. *Walker's bats of the world*. The Johns Hopkins University Press, Chicago.
- NUNES, A., MARQUES-AQUIAR, S., SALDANHA, N., SILVA E SILVA, R. & BEZERRA, A. 2005. New records on the geographic distribution of bat species in the Brazilian Amazonia. *Mammalia* 69(1):109-115.
- OPREA, M., AGUIAR, L.M.S. & WILSON, D.E. 2009. *Anoura caudifer* (Chiroptera: Phyllostomidae). *Mamm Species* 844:1-8.
- PASSOS, J.G. & PASSAMANI, M. 2003. *Artibeus lituratus* (Chiroptera, Phyllostomidae): biologia e dispersão de sementes no Parque do Museu de Biologia Prof. Mello Leitão, Santa Teresa (ES). *Natureza on line* 1(1):1-6.
- PEDROSO, M. A. 2018. *Estrutura da taxocenose de morcegos (Chiroptera) do médio rio Madeira, Porto Velho, Rondônia: Uma abordagem ecológica e metodológica*. Dissertação em Ecologia e Conservação. Universidade Federal de Sergipe, 2018.
- PERACCHI, A.L. & NOGUEIRA, M.R. 2007. Família Emballonuridae. In *Morcegos do Brasil* (N.R. Reis, A.L. Peracchi, W.A. Pedro & I.P. Lima, eds.). Nelio R. dos Reis, Londrina, p.27-36.
- PERACCHI, A.L., GALLO, P.H., DIAS, D., LIMA, I.P. & REIS, N.R. 2010. Ordem Chiroptera. In *Mamíferos do Brasil: Guia de Identificação* (N.R. Reis, A.L. Peracchi, M.N. Fregonezi & B.K. Rossaneis, orgs). Technical Books, Rio de Janeiro, p.293-461.
- PERACCHI, A.L., LIMA, I.P., REIS, N.R., NOGUEIRA, M.R. & FILHO, H.O. 2011. Ordem Chiroptera. In *Mamíferos do Brasil* (N.R. Reis, A.L. Peracchi, W.A. Pedro & I.P. Lima, eds). 2 ed. Nélio R. dos Reis, Londrina, p.155-234.



- PERACCHI, A.L., LIMA, I.P., REIS, N.R., NOGUEIRA, M.R. & ORTÊNCIO-FILHO, H. 2006. Ordem Chiroptera. In Mamíferos do Brasil (N.R. Reis, A.L. Peracchi, W.A. Pedro & I.P. Lima, eds). Nelio R. do Reis, Londrina, p.153- 230.
- PIAIA, I.I. 1999. Geografia de Mato Grosso. 2 ed. UNIC, Cuiabá.
- PINE, R.H., BISHOP, I.R. & JACKSON, R.L. 1970. Preliminary list of mammals of the Xavantina / Cachimbo expedition (Central Brazil). T Roy Soc Trop Med H 64(5):668-670.
- REIS, N. R., FREGONEZI, M. N., PERACCHI, A. L. & SHIBATTA, O. A. Morcegos do Brasil: Guia de campo. Technical Books, Rio de Janeiro. 2013, 252p.
- REIS, N.R., PERACCHI, A.L., BATISTA, C.B., LIMA, I.P. & PEREIRA, A.D. 2017. História Natural dos Morcegos Brasileiros: Chave de Identificação de Espécies. 1 ed. – Rio de Janeiro: Technical Books, 416p.
- ROSSETE, A.N. & IVANAUSKAS, N.M. 2001. Mapeamento do meio físico e da vegetação da Reserva Biológica Municipal “Mário Viana” Nova Xavantina - MT. In Anais do V Congresso de Ecologia do Brasil, Porto Alegre.
- RUI, A.M., FABIAN, M.E. & MENEGHETI, J.O. 1999. Distribuição geográfica e análise morfológica de *Artibeus lituratus* Olfers e de *Artibeus fimbriatus* Gray (Chiroptera, Phyllostomidae) no Rio Grande do Sul, Brasil. Rev Bras Zool 16(2):447-460.
- SANTOS, C.L.C., PEREIRA, A.C.N., BASTOS, V.J.C., GRACIOLLI, G. & REBÊLO, J.M.M. 2013. Parasitism of ectoparasitic flies on bats in the northern Brazilian cerrado. Acta Parasitologica. 58 (2): 207-214.
- SANTOS, M., AGUIRRE, L.F., VÁZQUEZ, L.B. & ORTEGA, J. 2003. *Phyllostomus hastatus*. Mamm Species 722:1-6.
- SILVA, S.G. 2011. Os morcegos na área urbana de Nova Xavantina, MT: um estudo sobre aspectos ecológicos e práticas de educação ambiental. Dissertação de Mestrado, Universidade do Estado de Mato Grosso, Nova Xavantina.
- SILVA, S.S.P., GUEDES, P.G. & PERACCHI, A.L. 2001. Levantamento preliminar dos morcegos do Parque Nacional de Ubajara (Mammalia, Chiroptera), Ceará, Brasil. Rev Bras Zool 18(1):139-144.
- SIMMONS, N.B. 2005. Order Chiroptera. In Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference. 3 ed. (D.E Wilson & D.M. Reeder, eds). The Johns Hopkins University Press, Baltimore, v.1, p.312-529.
- SOARES, F. A. M., T. LESSA, T. ACIOLI, J. Y. A. GALDINO, & M. R. DAHER. 2016. Mastofauna alada. Restauração do Rio Coruripe: um projeto de resgate socioambiental (Cabral, B., G. G. Barros-Neto, & M. R. Daher, eds.). Moura Ramos Gráfica e Editora, João Pessoa.



- SOUSA, R.F., KREUTZ, C.K., OLIVEIRA, S.L. & FARIA, K.C. 2011. Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae, *Vampyrus spectrum* (Linnaeus, 1758): First record for the Cerrado biome in the state of Mato Grosso, west central Brazil. *Chek List*. 7(4):468-469.
- STRAUBE, F.C. & BIANCONI, G.V. 2002. Sobre a grandeza e a unidade utilizada para estimar esforço de captura com utilização de redes-de-neblina. *Chiropt. Neotrop.* 8:1-2.
- TADDEI, V.A. 1973. Phyllostomidae da região norte-ocidental do Estado de São Paulo. Dissertação de Pós-Doutorado, Universidade de São José do Rio Preto, São Paulo.
- TADDEI, V.A. 1976. The reproduction of some Phyllostomidae (Chiroptera) from the northwestern region of the State of São Paulo. *Bol. Zool.* 1:313-330.
- TADDEI, V.A., NOBILE, C.A. & MORIELLE-VERSUTE, E. 1998. Distribuição geográfica e análise morfométrica comparativa em *Artibeus osbcurus* (Schinz, 1821) e *Artibeus fimbriatus* Gray, 1838 (Mammalia, Chiroptera, Phyllostomidae). *Ensaio: Ciência* 2:49-70.
- VARZINCZAK, L.H., BERNARDI, I.P. & PASSOS, F. 2015. Is the knowledge of bat distribution in the Atlantic Rainforest sufficient? Comments about new findings and a case study in the Paraná State coastal area, Brazil. *Mammalia*. 80 (3): 263-270.
- VIANELO, R.L. & ALVES, A.R. 2000. *Metereologia básica e aplicações*. UFV, Viçosa.
- VIEIRA, C.O.C. 1955. Lista remissiva dos mamíferos do Brasil. *Arq. Zool.* 8:341-465.
- VIZOTTO, L.D. & TADDEI, V.A. 1973. Chave para determinação de quirópteros brasileiros. *Revista da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, São José do Rio Preto – Boletim de Ciências, São José do Rio Preto*.
- VOSS, R.S. & EMMONS, L.H. 1996. Mammalian diversity in neotropical lowland rainforests: a preliminary assessment. *Bull Amer Mus Nat Hist* 230:1-115.
- WILLIG, M.R. 1983. Composition, microgeographic variation, and sexual dimorphism in Caatingas and Cerrado bat communities from Northeastern Brazil. *Bull Carn Mus Nat Hist* 23:1-131.
- WILLIG, M.R. 1985. Reproductive patterns of bats from Caatingas and Cerrado biomes of Northeast Brazil. *J Mammal* 66:668-681.
- WILLIS, K.B., WILLIG, M.R. & JONES, J.K. 1990. *Vampyrodes caraccioli*. *Mamm Species* 359:1-4.
- WILSON, D.E. & LA VAL, R.K. 1974. *Myotis nigricans*. *Mamm Species* 39:1-3.
- WILSON, D.E. 1973. Bat Faunas: A Trophic comparison. *Syst Zool* 22(1):14-29.
- WILSON, D.E. 1979. Reproductive patterns. In *Biology of bats of the New World Family Phyllostomatidae*. Part III. (R.J. Baker, J.K. Jones Jr. & D.C. Carter, eds). Special Publications Museum, Texas Tech University 16:317-378.



- WILSON, D.E., ASCORRA, C.F. & SOLARI-T., S. 1996. Bats as indicators of habitat disturbance. In *Manu: The biodiversity of southeastern Peru* (D.E. Wilson & A. Sandoval, eds). Smithsonian Institution Press, Washington, p.613-625.
- ZORTÉA, M. 2003. Reproductive patterns and feeding habits of three nectarivorous bats (Phyllostomidae: Glossophaginae) from the Brazilian Cerrado. *Braz J Biol* 63(1):159-168.
- ZORTÉA, M. 2007. Subfamília Stenodermatinae. In *Morcegos do Brasil* (N.R. Reis, A.L. Peracchi, W.A. Pedro & I.P. Lima, eds). UEL, Londrina, p.112.
- ZORTÉA, M., MELO, F.R., CARVALHO, J.C. & ROCHA, Z.D. 2010. Morcegos da Bacia do rio Corumbá, Goiás. *Chiropt. Neotrop.* 16(1):610-616.

## Comportamento espectral da soja e predição de produtividade com uso do NDVI



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-009>

### William Peducce Possebon

Engenheiro Agrônomo  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Santana do Livramento-RS

### Gustavo Kruger Gonçalves

Professor Adjunto  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Santana do Livramento-RS

### Lenize Dornelles Gomes

Engenheira Agrônoma  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Santana do Livramento-RS

### Guilherme Bueno Borges

Engenheiro Agrônomo  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Santana do Livramento-RS

### Gerciane Correa Duarte

Engenheira Agrônoma  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Santana do Livramento-RS

### Bibiana Costa Machado

Engenheira Agrônoma  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Santana do Livramento-RS

### Emilio Mateus Schüller

Engenheiro Agrônomo  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Santana do Livramento-RS

### Ruben Fernando de Lara

Engenheiro Agrônomo  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Santana do Livramento-RS

### Paulo Elias Borges Rodrigues

Engenheiro Agrônomo  
Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Santana do Livramento-RS

### Cassiano Jivago Lemos da Silva

Mestre em Ciência do Solo  
Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS

### RESUMO

O uso de imagens de sensoriamento remoto possibilita a estimativa da produtividade da cultura da soja através de índices de vegetação, sendo um dos mais utilizados o NDVI. O objetivo foi determinar o comportamento do NDVI durante o ciclo de desenvolvimento da soja, sua correlação com a produtividade e estimar através de regressões lineares a produtividade de grãos. Os dados foram obtidos em Dom Pedrito-RS da safra agrícola 2021/2022, em área de 18,44 ha. Foram selecionadas dezesseis imagens durante o ciclo de cultivo da soja de satélites da constelação Planet com cálculos de NDVI para cada imagem, além da extração de dados de produtividade de grãos de monitor Gen4 Command Center 4600 da John Deere. Uma malha amostral de 262 polígonos com área de 900 m<sup>2</sup> cada foi utilizada para extração da produtividade e NDVI utilizando o software QGIS Białowieża, versão 3.22.14 e exportados em formato .XLS para análise em planilhas. Os dados de produtividade foram agrupados em 5 (cinco) classes de acordo com a porcentagem em relação a produtividade média: < 85% da média; 85 a 95% da média; 95 a 105% da média, 105 a 115% da média e > 115% da média. Metade dos dados amostrais (131 polígonos) foram utilizados para análise de correlação e regressões lineares simples quando as correlações fossem fortes e significativas e a outra metade para validação dos modelos gerados. A validação dos modelos foi realizada pela raiz quadrada do erro quadrado médio (RMSE) e a raiz quadrada do erro quadrado médio normalizado (nRMSE) e o coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). Os resultados demonstraram que o NDVI possui comportamento exponencial da semeadura a colheita da soja com maior valores encontrados próximos aos 92 DAS (dias após semeadura). NDVI dos 68 aos 80 DAS e dos 120 a 126 DAS produziram correlação na média de 0,96 com a produtividade da soja. Os modelos gerados aos 80, 120 e 126 DAS permitiram estimar a produtividade de soja via NDVI com erro médio de ± 167,51 kg ha<sup>-1</sup> sendo que o NDVI pode prever com antecedência de 70 dias da colheita e precisão de ± 246,17 kg ha<sup>-1</sup> a produtividade em soja para o talhão estudado. Conclui-se que o NDVI pode ser utilizado para estimar a produtividade da soja.

**Palavras-chave:** Agricultura de precisão, Índice de vegetação, *Glycine max*.



## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de soja, seguido pelos Estados Unidos (PRADEBON et al., 2023). Dados da safra 2022/2023, demonstram uma produtividade estimada de 151.4 milhões de toneladas de grãos, em uma área aproximada de 43,52 milhões de hectares (CONAB, 2023), sendo que nos últimos 12 anos, a área de produção da oleaginosa no país aumentou 42.5 % e 56.2 % no volume total produzido.

A cultura é importante na cadeia produtiva pelas formas de uso, incluindo ração animal, óleo, farelo e biodiesel (RODRIGUES et al, 2023) e fonte de renda para setores agroindustriais, como insumos e máquinas (COSTA; SANTANA, 2013).

Devido sua importância na economia nacional é buscado o aumento da sua produção. Entretanto, os talhões não são homogêneos e a produtividade final é reduzida devido a fatores do ambiente, solo e planta. Desta forma, para entender o motivo dos baixos rendimentos é necessário possuir meios que demonstrem o porquê está baixa produtividade ocorre e um dos principais levantamentos métodos é o mapa de produtividade por talhão.

Nas últimas décadas o emprego de tecnologia no campo transformou a agricultura empresarial através de processos como a modernização de maquinários, direcionamento no uso de insumos, semeadura sem revolvimento do solo, modificação da genética de plantas e uso da agricultura de precisão (SANTI et al., 2013). O avanço da agricultura convencional para agricultura digital mostra que os diferentes campos de produção não devem ser tratados de maneira homogênea em relação à medição de variáveis.

A geolocalização de zonas permitiu captar e mensurar a variabilidade espacial dos atributos agrícolas, considerando de forma heterogênea o ambiente produtivo, buscando aumentar a eficiência, com base no manejo diferenciado de talhões na agricultura (TSCHIEDEL, ; FERREIRA, 2002).

Como uma das ferramentas de AP a medição de produtividade das culturas varia espacialmente e assim podem ser estudadas através de técnicas geoestatísticas que permitem elaborar mapas e delimitar áreas de manejo diferenciadas (FARIAS, 2003). A geração de mapas de produtividade é uma prática bastante comum em países mais desenvolvidos, onde o monitoramento da produtividade é considerado o primeiro passo na implantação da AP ( GIMENEZ; MOLIN, 2004).

A etapa de construção de mapas de produtividade é realizada com alta densidade espacial de dados para a construção de mapas que caracterizem detalhes da lavoura (MARTELLO et al., 2022). A medição da produtividade é realizada por sensores instalados em colhedoras, que mensuram a quantidade de produto colhida e com auxílio de receptor GPS fornece o posicionamento georreferenciando da produção, possibilitando seu mapeamento (MENEGATTI; MOLIN, 2004), esta geração de dados de produtividade possuem acurácia entre 2 a 3% na totalização dos grãos colhidos, segundo fabricantes (GIMNESZ; MOLIN, 2004).



Os mapas de produtividade para caracterizar a variabilidade das lavouras permite representar graficamente o resultado dos manejos empregados (SANTI et al, 2013), bem como limitações inerentes do terreno como restrições hídricas, compactação, plantas daninhas, textura do solo. Desta forma a geração de mapas de produtividade são utilizados na investigação das causas da variabilidade, e podem ser um recurso eficaz nas decisões sobre o melhor manejo do solo e planta (AMADO et al, 2007).

Apesar de ser um recurso bastante difundido, o uso de sensores de colheita em máquinas ainda é oneroso para muitos agricultores sendo necessário utilizar de novas alternativas visando a previsão do rendimento de grãos e possíveis zonas de anomalia na lavoura.

A produtividade da cultura pode ser estimada a partir de sua relação com o vigor da cultura, que por sua vez, pode ser determinado via sensoriamento remoto, pela sua relação com determinados índices de vegetação gerados a partir de imagens multiespectrais. A obtenção das estimativas de produtividade permite antever se a atividade terá lucros ou prejuízos.

Neste contexto, o uso sensoriamento remoto usando índices de vegetação podem ser aliados a prever com antecedência a produtividade esperada de cada talhão, podendo ser utilizada no planejamento antecipado da propriedade com relação a custos, aquisição de insumos, maquinários, logística de transporte e comercialização de produto.

Atualmente, se dispõe de imagens com alta resolução temporal para confecção de índices de vegetação para se utilizar no estudo das características espectrais e temporais da cultura da soja durante seu ciclo fenológico, sendo um dos mais difundidos o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) (ROUSE et al., 1974), que é amplamente utilizado na estimativa de biomassa e pode contribuir na estimativa de produtividade, visto que maior biomassa tende ao maior vigor de plantas e conseqüente maior produção de grãos.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento do NDVI durante uma safra agrícola, sua correlação com a produtividade da soja e ajuste de modelos de regressão linear para prever a produtividade de grãos de soja com base no NDVI em uma Fazenda no município de Dom Pedrito-RS, Brasil.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com dados coletados entre novembro de 2021 e abril de 2022, em área agrícola comercial de 18,44 hectares, cultivada com soja no município de Dom Pedrito, RS, na latitude  $-31^{\circ}10'28''$  S, e longitude  $-54^{\circ}62'66''$  W, e altitude média de 152 m. A cultivar utilizada foi a Dom Mario 5958 semeada em semeadura direta em espaçamento de 0.45 m entre linhas na data de 15 de novembro de 2021. O solo da área experimental possuía cobertura vegetal de azevém o qual foi manejado com herbicidas anterior a semeadura.



A colheita foi realizada em 14 de abril de 2022, com colhedora modelo S760 da marca John Deere, com potência de 320 cv, equipada com plataforma de 9,14 metros e capacidade de armazenamento no graneleiro de 10.600 litros. A colhedora era equipada com monitor de colheita Gen4 Command Center 4600 do qual se obteve os mapas de produtividade da colhedora em arquivos formato vetorial georreferenciado (*shapefile*) e umidade corrigida para 13% através da plataforma digital da John Deere para computador PC (*Personal Computer*).

As análises geoespaciais dos dados de colheita e índice de vegetação foram analisados e processados com auxílio do software QGIS Białowieża, versão 3.22.14. Os mapas de colheita em formato vetorial foram rasterizados para permitir a extração dos valores de produção de cada ponto de amostragem, usando a ferramenta de rasterização do software QGIS.

As imagens de satélite para confecção do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI – *Normalized Difference Vegetation Index*) foram adquiridas da constelação de nanosatélites da Planet. As imagens Planet possuem resolução espacial de 3 metros e resolução radiométrica de 16 bits. As bandas são capturadas pelo instrumento óptico Planet Scope 0, Planet Scope 1 e Planet Scope 2, com configuração espectral de 4 bandas, sendo elas: (comprimento de onda médio) azul ( $\rho_{485}$ ), verde ( $\rho_{545}$ ), vermelho ( $\rho_{630}$ ) e infravermelho próximo ( $\rho_{820}$ ) (PLANET, 2022). As imagens adquiridas corresponderam ao período da semeadura a colheita sem interferência de nuvens sendo selecionadas 16 imagens durante o ciclo da soja.

O cálculo do NDVI foi realizado com o plugin “*Vegetation Index (Slope Based)*” utilizando das bandas infravermelho próximo e vermelho das imagens de satélite através da equação:

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{RED}}{\text{NIR} + \text{RED}}$$

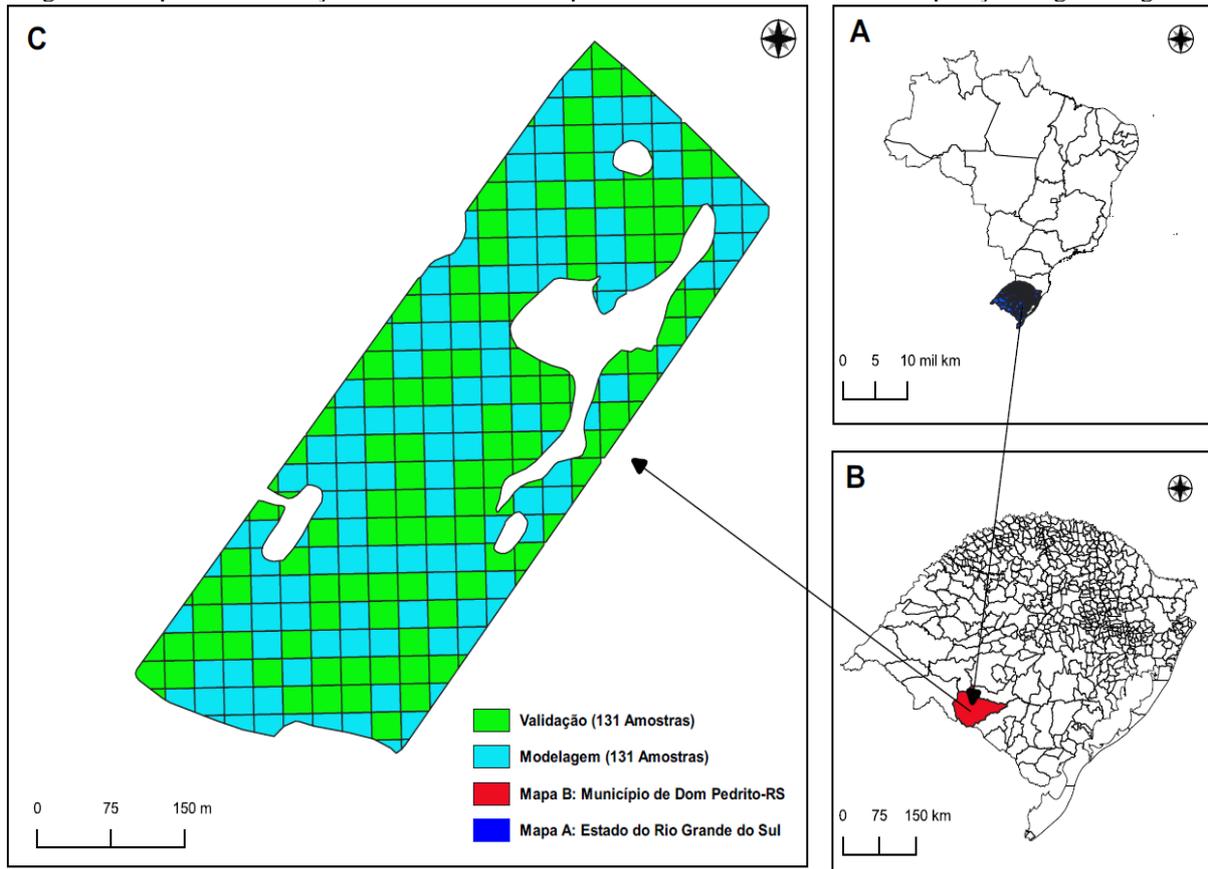
Em que:

- NIR: Reflectância na Banda do Infravermelho Próximo
- RED: Reflectância na Banda do Vermelho

Para geração de modelo de predição da produtividade, foram capturados os dados de produtividade e NDVI para área de estudo. Foram utilizadas para modelagem as imagens que propuseram maiores NDVI médios, compreendidas entre Janeiro a Março de 2022.

A coleta de dados foi realizada com a plotagem de uma malha regular de 30 x 30 metros em forma de polígono (Figura 1C), totalizando 262 amostras, sendo capturados os valores da produtividade e NDVI para cada polígono através do plugin “*Add raster values to points*” do software Qgis, para cada uma das datas de imageamento.

Figura 1. Mapa de Localização da área de estudo e pontos de coletas de dados em disposição de grade regular.



Para modelagem e validação do modelo separou-se o conjunto de polígonos aleatoriamente com a ferramenta “*Seleção Aleatória*” do software QGIS com limiar de 50% dos polígonos para cada classe (131 amostras). As amostras, modelagem e validação, foram exportadas para planilha em formato .XLS para realização do ajustes de dados.

Na planilha .XLS a produtividade foi separada em 5 (cinco) classes (Figura 2) para realização da modelagem, sendo separadas a partir da média geral produtividades: < 85% da média; 85 a 95% da média; 95 a 105% da média, 105 a 115% da média e > 115% da média. Assim, o NDVI médio de cada classe de produtividade foi mensurado conjuntamente a separação da produtividade. Logo, cada data de imageamento ficou com 5 classes de produtividade e o NDVI médio de cada classe.

A análise do comportamento médio do NDVI durante o período de cultivo foi realizada através de gráfico de linhas e análise visual de mapas de NDVI. Os dados de produtividade e NDVI foram submetidas a análise de correlação de Pearson para cada data de imageamento avaliadas estatisticamente através do Teste “*T Student*” a 5% de probabilidade de erro.

As amostras/datas com correlações de Pearson positivas e significativas foram submetidas a análise de regressão entre os dados de produção de grãos (variável dependente) e os dados espectrais (variáveis independente) visando obter as equações lineares para estimativa da produtividade pelo



NDVI da cultura da soja no talhão de estudo, sendo os coeficientes de determinação analisados estatisticamente através do teste “F” a 5% de probabilidade de erro.

Os modelos de regressão que obtiveram coeficientes de determinação significativos foram validados usando o conjunto de valores extraídos para a validação do modelo. Os índices estatísticos analisados na validação foram o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), raiz quadrada média do erro (RMSE) em  $\text{kg ha}^{-1}$  e raiz quadrada média do erro normalizada (nRMSE) em percentual.

O cálculo da raiz quadrada média do erro (*Root Mean Square Error* (RMSE), foi realizado pela equação a seguir.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y1 - Y2)^2}{n}}$$

Onde:

- n é o número de observações;
- Y1 são os valores de produtividade reais;
- Y2 são os valores de grãos estimados.

Todos os procedimentos estatísticos foram realizados com uso do software livre BioEstat (AYRES et al., 2007), assim como confecção de gráficos e tabelas foram realizados no software Microsoft Excel.

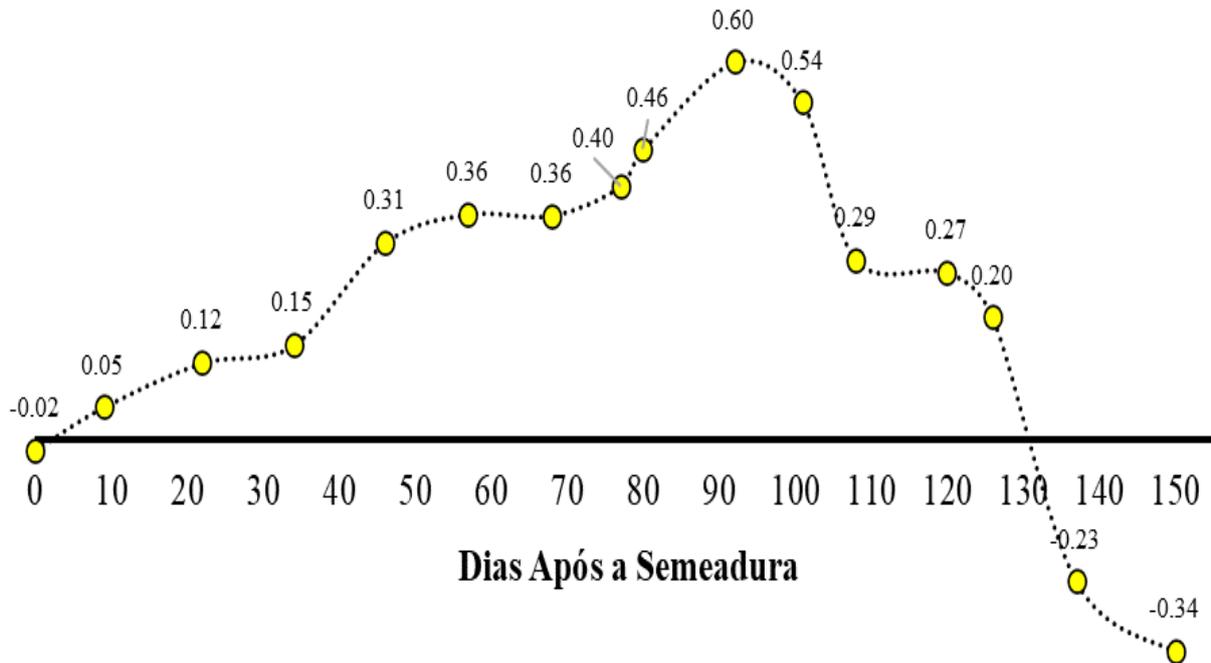
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Figura 2 o NDVI médio mensal obteve comportamento exponencial durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja, com variação entre -0,34 e 0,60. Os menores valores de NDVI foram encontrados no período de emergência (0 DAS) e senescência (137 DAS) nos meses de novembro e abril, respectivamente. Maiores valores de NDVI entre fechamento do dossel (80 DAS) e anterior a maturação fisiológica (101 DAS), de janeiro a fevereiro.

Os resultados corroboram com Alvino et al. (2020) em que valores elevados de NDVI correspondem a maior a densidade da cobertura vegetal, enquanto valores baixos são referentes a resposta do solo exposto e plantas secas.



Figura 2. Comportamento Médio do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja.

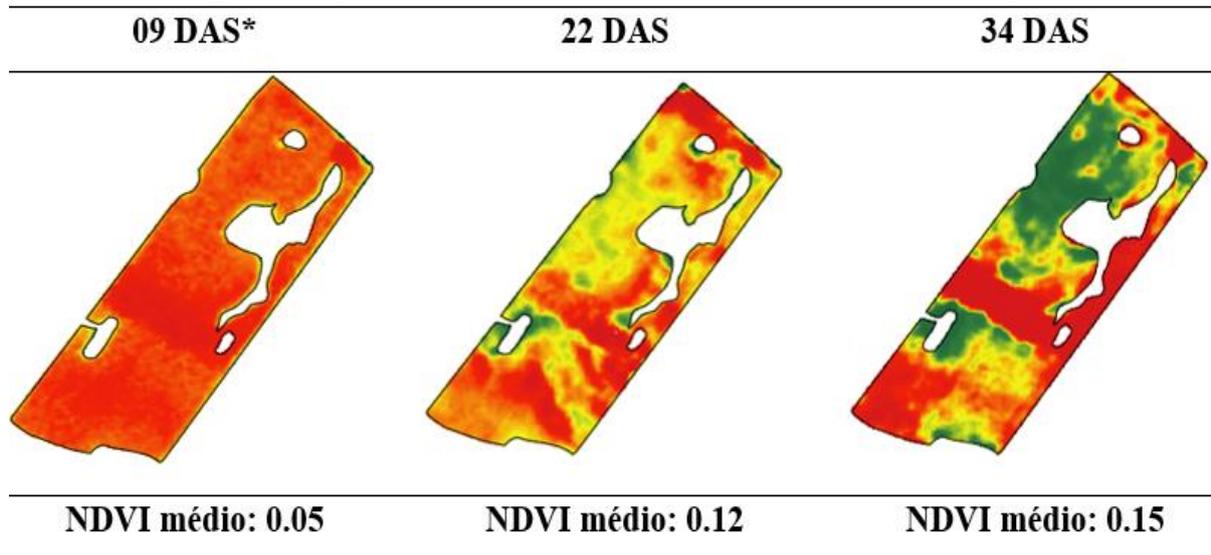


Allen; Pereira (2009) citaram que o NDVI aumenta com o desenvolvimento em área foliar e peso da biomassa seca de parte aérea das plantas. Em seu estudo Rodrigues et al. (2013) utilizando de imagens do satélite Landsat 5, verificaram que com aumento da biomassa, houve incremento do NDVI, sendo que o pico se deu no máximo vigor vegetativo da cultura.

A análise visual do NDVI durante o ciclo de imageamento demonstra que o período inicial de cultivo (Figura 3) obteve valor médio de 0.05 aos 09 dias após semeadura (DAS). Este valor está vinculado a baixa presença de cobertura vegetal fotossinteticamente ativa, visto que a cultura se encontrava em emergência com baixa reflectância na faixa do infravermelho próximo.

O valor do NDVI médio é positivo aos 09 DAS pois o manejo herbicida propiciou a cobertura de palha, não permitindo contribuição do solo exposto no índice, ao passo que seria negativo seu valor. Este cenário é interessante pois propiciou uma cobertura morta ao talhão estudado, e segundo Santos et al. (2018) a cobertura do solo com palha funciona como isolante a variação térmica do solo, evitando evaporação da água e reduzindo o impacto de gotas de chuva que poderiam levar a perda de solo.

Figura 3. Comportamento do NDVI durante o início do ciclo da cultura da soja.



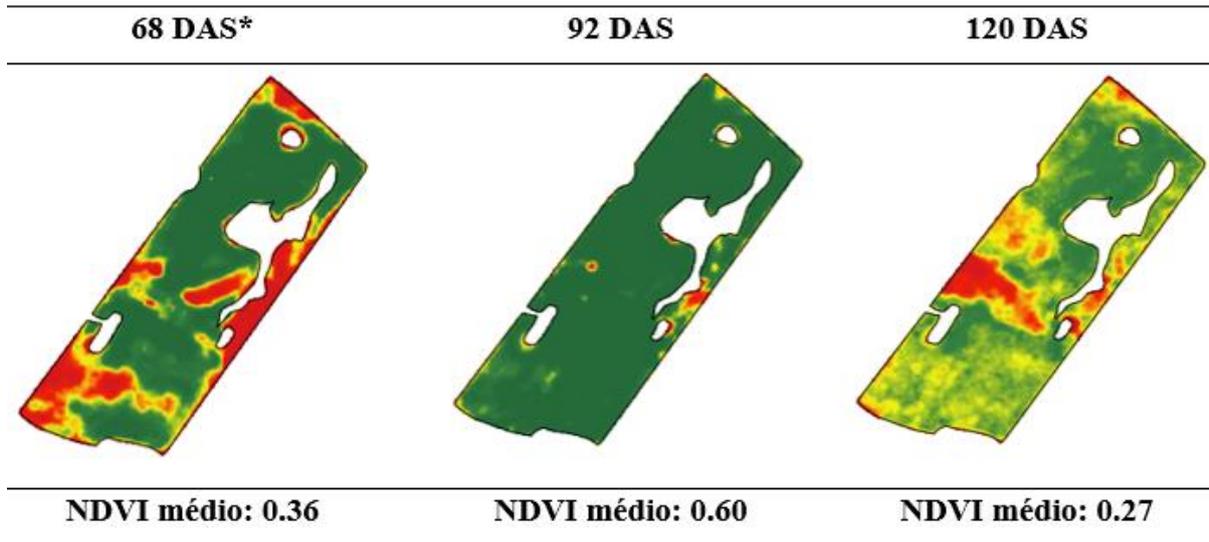
DAS\* = Dias após a Semeadura

Conforme ocorreu o estabelecimento da cultura da soja aos 22 e 34 DAS os valores de NDVI aumentaram devido a maior contribuição da biomassa de parte aérea da soja emergida em relação ao solo e palha no índice, reduzindo a emissão de reflectância na faixa da banda vermelha e incrementando a faixa infravermelha.

A análise visual do comportamento do NDVI durante a fase intermediária de desenvolvimento da soja pode ser observada na Figura 4. Observa-se aos 92 DAS a menor discrepância visual do NDVI. Observado pelo coloração em verde escuro na imagem, NDVI mais próximos de 1 e valores de NDVI mais em vermelho valores mais próximos -1.

Este comportamento segundo Peng et al. (2017) está relacionado ao acúmulo de clorofila no tecido vegetal, onde maiores teores de clorofila levam a uma maior reflectância do dossel na faixa do infravermelho próximo e assim observaram que índices de vegetação como o NDVI, apresentam maiores valores durante o estágio reprodutivo da cultura onde há maior acúmulo do pigmento na folha.

Figura 4. Comportamento do NDVI durante a metade do ciclo da cultura da soja.



DAS\* = Dias após a Semeadura

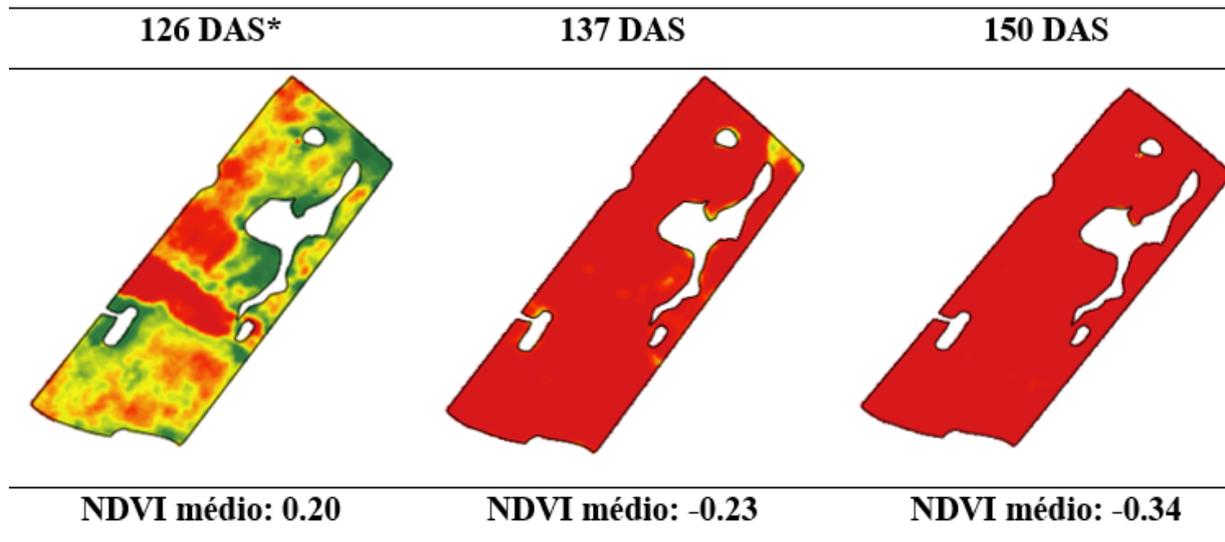
A alta sensibilidade do NDVI com condições de alta biomassa, encontrado no estudo, está em conformidade com Silva et al. (2015) os quais avaliaram o perfil temporal do NDVI na cultura da soja nas principais fases do ciclo de crescimento e encontraram os maiores valores de NDVI entre os estádios V4 (quatro folhas completas) e R4 (florescimento pleno). Os dados do trabalho demonstram condições semelhantes visto que dos 68 aos 120 DAS o coeficiente de variação foi de 29.64%, ou seja, indicando este período o de estabilidade e maior contribuição do índice.

Ainda, as imagens do NDVI aos 68 DAS e 120 DAS permite verificar zonas de menor valor do índice (tons avermelhados), sendo está uma ferramenta de gerenciamento de áreas. Assim, safras posteriores permite verificar se existe algum fator de impedimento local e corrigir.

Santi et al. (2013) citaram que o monitoramento via sensoriamento remoto da cultura da soja auxilia no diagnóstico dos aspectos que afetam o desenvolvimento da cultura e permite o manejo localizado de insumos. O NDVI está relacionado a fisiologia da planta, índice de área foliar, produção de biomassa e disponibilidade de água no solo (LE PAGE; ZRIBI, 2019) e portanto é um bom indicativo para se efetuar zonas de manejo no talhão.

Após 125 dias da sementeira (Figura 5), houve uma queda significativa no NDVI, ou seja, a vegetação perdeu seu vigor, indicando que a lavoura iniciou seu processo de maturação e consequente senescência.

Figura 5. Comportamento do NDVI durante o final do ciclo da cultura da soja.



DAS\* = Dias após a Semeadura

Os valores encontrados estão de acordo com a constatação de Risso et al. (2012), que observaram baixos NDVIs durante a senescência da soja. Essa queda de NDVI na fase final do ciclo de desenvolvimento segundo Moreira et al. (2004) também é reflexo da influência do solo na refletância, reduzindo a influência da banda infravermelho próximo com maior resposta da banda vermelha, no cálculo do NDVI.

Kuiawski et al. (2017) citaram que a soja acumula a maior taxa de fotoassimilados nos estádios intermediários de desenvolvimento com maiores valores de NDVI. Por outro lado, ao final do ciclo, os valores tendem a reduzir, pois a cultura transloca suas reservas para os órgãos reprodutivos, como também ocorre a senescência e degradação da clorofila, evidenciando queda no NDVI.

A Tabela 1 demonstra as correlações entre produtividade e NDVI. Marques Pereira et al. (2021) citam que a correlação de Pearson ( $r$ ) mede a relação entre duas variáveis quantitativas, sendo que valores negativos as variáveis são inversamente proporcionais e valores positivos diretamente proporcionais. Callegari; Jacques (2008) classificam a correlação entre variáveis em intervalos de 0 e 0.30 como fraca, 0.30 e 0.60 regular, e de 0.60 a 0.90 forte.

Todas as correlações significativas encontradas estão acima de 0.94, ou seja, com forte dependência positiva entre os parâmetros.



Tabela 1. Correlação de Pearson (r) entre a produtividade da cultura da soja e a média do NDVI.

Data da Imagem	Dias Após a Semeadura	NDVI Médio	r
11/01/22	57	0.36	0.87 <sup>ns</sup>
22/01/22	68	0.36	0.94*
31/01/22	77	0.40	0.94*
03/02/22	80	0.46	0.97*
15/02/22	92	0.60	0.77 <sup>ns</sup>
24/02/22	101	0.54	0.77 <sup>ns</sup>
03/03/22	108	0.29	0.74 <sup>ns</sup>
15/03/22	120	0.27	0.96*
21/03/22	126	0.20	0.98*

\*Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo “teste t”

<sup>ns</sup> Não Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo “teste t”

As maiores correlações positivas fortes e significativas se deram aos 68, 77, 80, 120 e 126 DAS. O que chama atenção é que no pico de NDVI aos 92 DAS e 101 DAS as correlações foram as menores e não significativas, ou seja, na maior condição de biomassa da cultura não é o momento ideal de coleta de imagens para predição de produtividade, possivelmente pela menor discrepância do talhão em separar zonas de baixa e alta produtividade devido a saturação do NDVI.

As maiores correlações se deram anteriores aos máximos NDVI, o que permite estimar a produtividade de soja com a utilização do índice via sensoriamento remoto. Antuniassi et al. (2007) expuseram que existe correlação positiva entre os valores de NDVI e a produtividade das culturas.

Em seu trabalho Andrade Júnior et al. (2022) utilizando-se de imagens multiespectrais de drone encontraram uma correlação para o NDVI com rendimento de grãos de 0.76. Valor este abaixo das datas com correlação significativa no presente estudo com média de 0.96, o que demonstra que o uso do NDVI com imagens de satélite é importante ferramenta para predição de produtividade de grãos em soja.

Para as datas de imageamento que obtiveram correlações significativas com a produtividade foram realizadas ajuste de equações lineares visando estimar a produtividade de soja encontradas na Tabela 2. Todas as datas obtiveram elevado coeficiente de determinação, onde o NDVI explicou em média 91.8% da variação da produtividade no talhão estudado. Os dados estão semelhantes o encontrado por Andrade et al. (2022) que utilizando imagens NDVI das fases intermediária e final da cultura e correlacionando com mapa de produtividade observaram o maior coeficiente de determinação de 91%.



Tabela 2. Equações de Regressão Lineares para correlações significativas entre a produtividade da cultura da soja e a média do NDVI.

Data da Imagem	Dias Após Semeadura	Equação Linear	R <sup>2</sup>
22/01/2022	68	2280.5*NDVI + 2389.4	0.88*
31/01/2022	77	3061.2*NDVI + 1961.8	0.89*
03/02/2022	80	3234.9*NDVI + 1689.3	0.93*
15/03/2022	120	5258*NDVI + 1783.6	0.93*
21/03/2022	126	4094.8*NDVI + 2350.4	0.96*

\*Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo “teste F”

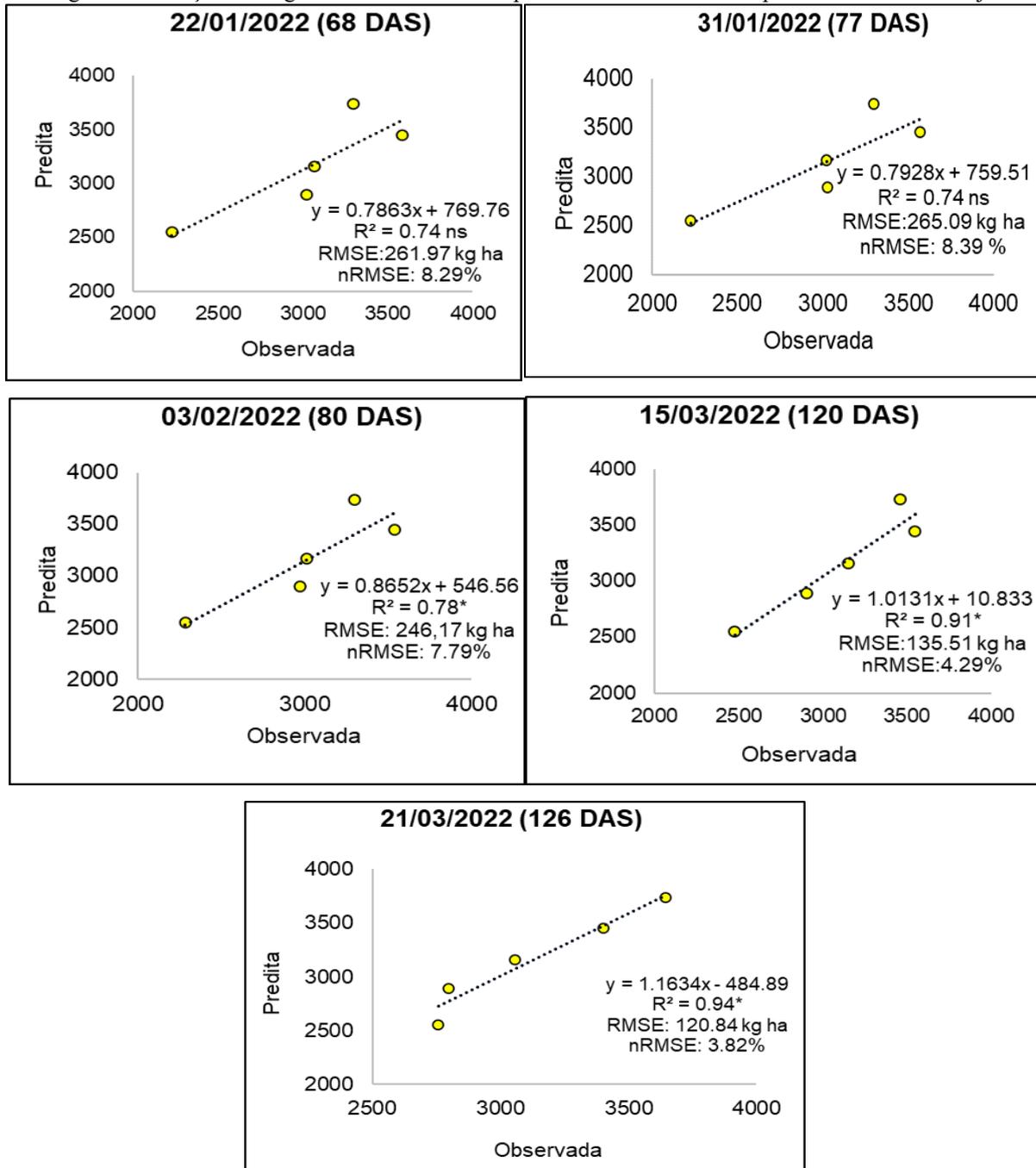
Mercante et al. (2010) utilizando de imagens Landsat 5/TM para estimar a produtividade de soja através de índices de vegetação no oeste do Paraná na safra de 2004/2005, verificaram o melhor desempenho para o coeficiente de determinação de 56,25%. Os valores do presente estudo apresentaram um melhor ajuste, sendo que aos 126 DAS o modelo gerado com NDVI explicou 96% da produtividade.

Os autores acima, citam que em muitas datas o coeficiente de determinação não foi significativo pois houve poluição de nuvens podendo assim ter alterado os valores reais do NDVI da imagem. As imagens coletadas no trabalho com resolução espacial de 3.7 metros e sem nuvens podem ter contribuído para maior preditividade dos modelos.

Para validação dos modelos gerados se fez uso do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>), o erro quadrático médio (RMSE) e a % do RMSE em relação à média (nRMSE). Verifica-se na Figura 6, que os melhores modelos significativos para predição da produtividade da cultura da soja com NDVI foram os gerados aos 80, 120 e 126 DAS.



Figura 6. Validação das regressões lineares entre a produtividade observada e predita na cultura da soja.



Embora, aos 68 e 77 dias após a semeadura são explicados 74% da predição através do R<sup>2</sup>, estes modelos não foram significativos pelo teste “F”, e, portanto, não se pode afirmar que estes modelos sejam confiáveis para o presente trabalho. Também, estes modelos apresentaram a maior erro de previsão  $\pm 263.53 \text{ kg ha}^{-1}$ , na média do RMSE e 8.34% de erro da estimativa pelo nRMSE.

Segundo **Maimaitijiang et al. (2020)** a métrica **RMSE** relaciona a magnitude entre os valores reais de campo e os estimados pelos modelos, enquanto o **nRMSE** é uma medida normalizada do RMSE usada para comparar o desempenho de diferentes modelos de regressão. Quanto menor o RMSE melhor é a predição do modelo gerado. De acordo com **Silva et al. (2018)** o nRMSE é excelente,



quando inferior a 10%; bom, entre 10% e 20%; razoável, entre 20% e 30%, e ruim quando superior a 30%.

Os modelos de predição entre produtividade da cultura da soja com NDVI gerados aos 80, 120 e 126 DAS obtiveram nRMSE médio de 5.3% sendo, portanto, um valor excelente pela classificação de Silva et al. (2018). Andrade et al. (2022) em seu estudo encontraram menores nRMSE em seus modelos com erros de previsão de média de 4.34%.

Quanto ao RMSE os dados também se assemelham aos encontrados por Andrade et al. (2022) em que seus modelos utilizando NDVI apresentaram RMSE variando de 153,9 a 160,9 kg ha<sup>-1</sup>. A média do RMSE dos modelos gerados aos 80, 120 e 126 DAS foi de  $\pm 167.51$  kg ha<sup>-1</sup> ou 2.79 sacas de 60 kg de soja, demonstrando pela praticidade e antecedência essas datas serem promissoras para medição da produtividade em safras posteriores no talhão estudado.

Analisando apenas a predição aos 126 DAS o nRMSE foi de 3.82% e RMSE de 120.84 kg ha<sup>-1</sup>, demonstrando alta assertividade do modelo para o talhão estudado. A predição encontrada no trabalho, é superior à de Stepanov et al. (2020) realizado na China para avaliar as relações entre a produtividade da soja e o máximo de NDVI e as variáveis meteorológicas em escala regional no distrito de Khabarovsk os quais encontraram para seu modelo o RMSE foi de 130 kg ha<sup>-1</sup>.

Considerando os critérios analisados, os modelos aos 80, 120 e 126 DAS mostraram-se promissores, enquadrando-se na categoria excelente de erro proposto por Silva et al (2018) e podem ser aplicados para a previsão da produtividade de grãos de soja no talhão de estudo, podendo no caso dos 80 DAS se prever a produtividade 70 dias anterior a colheita com erro de  $\pm 246,17$  kg ha<sup>-1</sup>.

Os dados demonstraram que é possível estimar a produção de soja através do NDVI com antecedência a colheita, corroborando o descrito por Tola et al. (2017) em que a produtividade pode ser mensurada a partir de índices de vegetação, calculados a partir de imagens multiespectrais. Ainda, Motomiya et al.(2012) citaram que os dados de sensoriamento remoto, pela sua periodicidade conseguem monitorar através de índices de biomassa à produtividade, durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura.

#### 4 CONCLUSÃO

O NDVI possui comportamento exponencial da semeadura a colheita da soja com maiores valores encontrados próximos aos 92 dias após semeadura (DAS) para cultivar DM 5958.

As maiores correlações significativas entre NDVI com a produtividade de grãos estão entre 68 aos 80 DAS e dos 120 a 126 DAS. Período este fora dos valores máximos de NDVI médio encontrados.

Modelos gerados aos 80, 120 e 126 DAS permitiram estimar a produtividade de soja via NDVI com erro médio de  $\pm 167.51$  kg ha<sup>-1</sup>.



Imagens de sensoriamento remoto permitiram prever com antecedência de 70 dias da colheita com precisão de  $\pm 246,17 \text{ kg ha}^{-1}$  a produtividade em soja com utilização do NDVI, para o talhão de estudo.

O NDVI com imagens de alta resolução é uma alternativa de mensuração para produtividade da soja.



## REFERÊNCIAS

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L.S. 2009. Estimating crop coefficients from fraction of ground cover and height. *Irrigation Science* 28: 17-34.
- ALVINO, F. C. G. et al. 2020. Vegetation indices for irrigated corn monitoring. *Engenharia Agrícola* 40: 322-333.
- AMADO, T.J.C. et al. 2007. Variabilidade espacial e temporal da produtividade de culturas sob sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 42: 1101-1110.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. et al. 2022. Predicting soybean grain yield using aerial drone images. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 26: 466-476.
- ANDRADE, T. G et al. 2022. Soybean yield prediction using remote sensing in southwestern Piauí state, Brazil. *Revista Caatinga* 35: 105-116.
- AYRES, M. et al. 2007. *Bioestat 5.0 aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas*. Belém: IDSM, 364p.
- CALLEGARI-JACQUES, S. M. 2008. *Bioestatística: princípios e aplicações*. Porto Alegre: Artmed, 255 p.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2023. Acompanhamento da safra brasileira de grãos 10: 1-96. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>. Acesso em: 10 abr. 2023.
- FARIAS, P. R. S. et al. 2003. Agricultura de Precisão: Mapeamento da produtividade em pomares cítricos usando geostatística. *Revista Brasileira de Fruticultura* 25: 235-241.
- GIMENEZ, L. M; MOLIN, J.P. 2004. Algoritmo para redução de erros em mapas de produtividade para Agricultura de Precisão. *Revista Brasileira de Agrocomputação* 2: 5-10.
- KUIAWSKI, A.C.M.B. et al. 2017. Vegetation indexes and delineation of management zones for soybean. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 47: 168-177.
- LE PAGE, M.; ZRIBI, M. 2019. Analysis and Predictability of Drought in Northwest Africa Using Optical and Microwave Satellite Remote Sensing Products. *Scientific Reports* 9:1-13.
- MAIMAITIJIANG, M. et al. 2020. Soybean yield prediction from UAV using multimodal data fusion and deep learning. *Remote Sensing of Environment* 237: 111599.
- MARQUES PEREIRA, L. et al. 2021. Correlação da produtividade da soja com os atributos químicos do solo e o NDVI. *Revista Brasileira De Agropecuária Sustentável* 11: 430-438.
- MARTELLO, M. et al. 2022. Use of Active Sensors in Coffee Cultivation for Monitoring Crop Yield. *Agronomy* 12: 2118.
- MENEGATTI, L.A.A.; MOLIN, J. P. 2004. Remoção de erros em mapas de produtividade via filtragem de dados brutos, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 8: 126-134.
- MERCANTE, E. et al. 2010. Modelos de regressão lineares para estimativa de produtividade da soja no oeste do Paraná, utilizando dados espectrais. *Engenharia Agrícola* 30: 504-517.



- MOTOMIYA, A. V de A. et al. 2012. Mapeamento do índice de vegetação da diferença normalizada em lavoura de algodão. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 42: 112-118.
- MOREIRA, M. A.; ADAMI, M.; RUDORFF, B. F. T. 2004. Análise espectral e temporal da cultura do café em imagens Landsat. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 39: 223-231.
- PENG, Y. et al. 2017. Assessment of canopy chlorophyll content retrieval in maize and soybean: implications of hysteresis on the development of generic algorithms. *Remote Sensing* 9: 226.
- PLANET. PLANET IMAGERY PRODUCT SPECIFICATIONS, 2022. Disponível em: [https://assets.planet.com/docs/Planet\\_Combined\\_Imagery\\_Product\\_Specs\\_letter\\_screen.pdf](https://assets.planet.com/docs/Planet_Combined_Imagery_Product_Specs_letter_screen.pdf) Acesso em: 20 abr. 2023.
- PRADEBON, L. C. et al. 2023. Soybean adaptability and stability analyzes to the organic system through AMMI, GGE Biplot and mixed models methodologies. *Ciência Rural* 53: e20220262.
- RISSO, J. et al. 2012. Índices de vegetação Modis aplicados na discriminação de áreas de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 47: 1317-1326.
- RODRIGUES, C. P. et al. 2013. NDVI e fluxo de CO<sub>2</sub> em lavoura de soja no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Meteorologia* 28: 95-104.
- RODRIGUES, S. A. et al. 2023. Different water availability in the economic water productivity in soybean cultivars. *Revista Ceres* 70: 1-10.
- ROUSE, J. W. et al. 1974. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. in: 3d ERTS-1 Symposium, NASA, Goddard Space Flight Center, United States, 309-317. Disponível em: <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/19740022614/downloads/19740022614.pdf> Acesso em: 15 abr. 2023.
- SANTI, A. L. et al. 2022. Definição de zonas de produtividade em áreas manejadas com agricultura de precisão. *Revista Brasileira De Ciências Agrárias* 8: 510-515.
- SANTOS, O. L. et al. 2018 Análise de índice de vegetação através de imagens obtidas por VANT. *Revista Científica FAESA* 14: 145- 165.
- SILVA D. A. A. da et al. 2015. Perfil de NDVI em estádios de desenvolvimento de soja em função de diferentes plantas de coberturas do solo no Rio Grande do Sul. *Biosfera* 11: 2340.
- SILVA, V. D. P. R. et al. 2018. Calibração e validação do modelo AquaCrop para a cultura da soja sob diferentes níveis de irrigação na região do Matopiba, Brasil. *Ciência Rural* 48: 1-8.
- STEPANOV, A. et al. 2020. Predicting Soybean Yield at the Regional Scale Using Remote Sensing and Climatic Data. *Remote Sensing* 12: 1936.
- TOLA, E. et al. 2017. Characterization of spatial variability of soil physicochemical properties and its impact on Rhodes grass productivity. *Saudi Journal of Biological Sciences* 24: 421-429.
- TSCHIEDEL, M.; FERREIRA, M. F. P. 2022. Introdução a agricultura de precisão: conceitos e vantagens. *Ciência Rural* 32: 159-163

## Identificação das fitofisionomias e características topográficas do município de Mucugê através do uso de sensoriamento remoto e SIG



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-010>

### Deborah de Oliveira Silva

Graduada em Geografia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil.

Endereço: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Vitória da Conquista/BA. Estrada do Bem Querer, Km 04 - Vitória da Conquista - Bahia, Brasil. Setor: Departamento de Geografia.

E-mail: debbyruivageo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1794-8225>

### Marcelo Araújo da Nóbrega

Geógrafo e doutor em Botânica (Fitogeografia) pela Universidade de São Paulo (USP).

Professor titular do Departamento de Geografia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB),

Endereço: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Campus Vitória da Conquista/BA Estrada do Bem Querer, Km 04 - Vitória da Conquista - Bahia, Brasil. Setor: Departamento de Geografia.

E-mail: maraujonobrega@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8532-0630>

### RESUMO

Este estudo foi realizado no município de Mucugê, na região central do Estado da Bahia, na Chapada Diamantina. O objetivo geral da pesquisa foi identificar as fitofisionomias com o uso de geoprocessamento no programa SPRING, além de informações topográficas como altimetria e declividade. Para o estudo das fitofisionomias,

foram utilizados perfis-diagramas das principais formações encontradas, mostrando a altura, a densidade e as formas de vida predominantes em cada perfil, além de fotografias de algumas delas. Para mapear as fitofisionomias, foram utilizadas imagens do satélite LANDSAT 8, capturadas em 10/08/2020, com resolução de 30 metros, multiespectral (banda 4-5-6). Para a confecção dos mapas topográficos, foram utilizadas imagens topográficas SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), disponíveis no site da EMBRAPA, com grade de 90x90 metros, para a confecção de mapas de altimetria e declividade, bem como um panorama tridimensional desses mapas. Os resultados para a declividade da área em estudo mostraram que predominam as declividades entre 3 e 20%, ou seja, topografias suavemente onduladas e onduladas. Com relação às altitudes, predominaram entre 900 e 1300m. Os mapas de fitofisionomias e uso da terra mostraram que predominou a vegetação arbustiva rala (campo limpo e campo rupestre) e a vegetação arbustiva densa (campo sujo e cerradinho) com mais de 80% da área de estudo. É uma área de grande beleza cênica, devido ao contraste entre altitudes e declives. Parte dessa área inclui o Parque Nacional da Chapada Diamantina e o Projeto Semper Viva, que também é uma unidade de conservação da natureza. Devido a uma grande variação de altitudes, declives, litologias e diferentes climas, a área apresenta uma grande diversidade de fitofisionomias e biodiversidade.

**Palavras-chave:** Fitofisionomias, Topografia, Sensoriamento remoto, GIS, NDVI.

## 1 INTRODUÇÃO

O objetivo geral dessa pesquisa é analisar as fitofisionomias do município de Mucugê – BA (Figura 01), com uso de Sensoriamento Remoto e SIG, através do Índice de Vegetação Diferença Normalizada (NDVI). Também foi realizado um estudo sobre algumas características do relevo da região, como atributos da topografia.



As constantes agressões ao meio ambiente são responsáveis por uma série de desequilíbrio da natureza, colocando em jogo a própria sobrevivência do homem. A necessidade de proteger o meio ambiente perpassa pela conscientização ambiental e que para Brito (2003), isso não é um fato recente. Nas sociedades humanas contemporâneas a mobilização se intensificou a partir da década de 1980, com maior repercussão após o advento da Rio- 92. Esse acontecimento foi resultado de um relatório conhecido como “Limite de Crescimento”, produzido por Meadows et al (1972) e que teve grandes influência nos anos que se sucederam, onde se começou a se discutir formas de desenvolvimento das sociedades humanas em harmonia com o meio ambiente.

Na atual conjuntura existe uma grande preocupação sobre a preservação do meio ambiente, com uma busca constante de instrumentos governamentais, legislativos ou mesmo privados, para alcançar o propósito da sua manutenção, nas manifestações de meio-ambiente natural, artificial e cultural.

A legislação brasileira do meio ambiente é abundante, sobretudo, em dispositivos que normatiza a criação de Unidade de Conservação no país, entretanto, apenas esses dispositivos não são suficientes para que seja devidamente criada e implementada essas unidades.

Para a criação das Unidades de Conservação são necessários critérios técnicos que orientem quais áreas que efetivamente devem ser preservadas. Assim, este presente estudo, analisou as fitofisionomias do município de Mucugê - BA, com uso de sensoriamento remoto e SIG, através do Índice de Diferença Normatizada (NDVI), como um importante recurso para análise ambiental, com possibilidade de identificação das degradações do ambiente e como suporte para o planejamento e manutenção das áreas protegidas.

Os dados coletados servirão de subsidio para a proposta do Geoparque Serra do Sincorá a área proposta para a criação do geoparque é distribuída nos municípios de Lençóis, Palmeiras, Mucugê e Andaraí (Figura 01). Nestas áreas encontram-se sítios geológicos e dada a sua importância para a manutenção e preservação dessas áreas com valor ambiental e ecossistêmico para a região, foi instituída um conjunto as Unidades de Conservação -UC, decretadas nas esferas municipais, estaduais e federais, com a finalidade de conservar os elementos naturais de destaque ali existentes.

Espera-se que os resultados sirvam de subsidio para novas pesquisas e para as políticas públicas, sobretudo, ambientais, tanto no Parque Nacional da Chapada Diamantina como no município de Mucugê- BA, com projetos e ação voltada para as potencialidades ambientais e das áreas de preservação ambiental, com vista ao desenvolvimento sustentável da região.

A proposta de pesquisa baseia-se no estudo dos índices de vegetação do município de Mucugê, uma área localizada na Chapada Diamantina, inserida na interface entre os biomas Caatinga, Cerrada e Mata Atlântica, localizada na região central do Estado da Bahia. O recorte pesquisado corresponde à



porção central da Serra do Sincorá, sendo que a região pesquisada está inserida em parte do Parque Nacional Chapada Diamantina.

Na pesquisa foram utilizadas as técnicas de sensoriamento remoto que são fundamentais para o registro do uso da terra ao longo do tempo, pois permite avaliar as mudanças ocorridas na paisagem, um dos mais importantes desses fatores é a cobertura vegetal, haja vista, que do ponto de vista de preservação/conservação e continuidade de uma estrutura natural, percebe-se uma devida importância de estudo na análise ambiental a partir da avaliação da cobertura vegetal no município de Mucugê.

Para Cezar e Camargo (2016), o parque Nacional da Chapada Diamantina foi criado em 1985 para proteger a serra do Sincorá, uma área de grande relevância ambiental. A Serra do Sincorá localizada no interior do sertão baiano, regulam o clima da região e captam muita água, que é armazenada em suas rochas – é a caixa d'água da Bahia.

Além de reservatório de água, a região é um notável território da biodiversidade, protegendo milhares de espécies de plantas e animais. Considerando que cada ano os ambientes naturais diminuem, essa reserva de vida é essencial à conservação do equilíbrio ecológico. Na serra do Sincorá vivem seres que só existem aqui, constituindo um patrimônio genético muito valioso.

A destruição da cobertura vegetal, o deslocamento de grandes volumes de sedimento, o ressecamento dos cursos d'água e queimadas, são alguns dos mais expressivos impactos provocados pela redução da biodiversidade, à degradação ambiental sempre esteve em uma relação sistemática e contínuo com a cobertura vegetal.

A natureza, na tentativa de superar a destruição causada pela exploração e demais atividades que a ela davam suporte conseguiu, em alguma medida, recuperar partes do ambiente destruído.

As atividades descontroladas de uso e ocupação do solo, impulsionadas pelo modelo econômico, têm resultado em degradação, fragmentação e esgotamento dos recursos naturais, impactando enormemente a preservação da biodiversidade. Na medida em que atuam como recursos de preservação da flora e fauna, a destruição da biodiversidade compromete a preservação das mesmas.

A exploração da área exigia num primeiro momento a retirada da cobertura vegetal, ocasionando de imediato um enorme impacto tanto para a fauna quanto para a flora, além de provocar processos erosivos e redução do potencial hídrico da região.

Com relação às alterações no relevo, ainda hoje, os vestígios indicam parte do relevo original, e é possível inferir a enorme quantidade de sedimento deslocado pela exploração mineradora e o impacto provocado pela atividade, dada a sua amplitude.

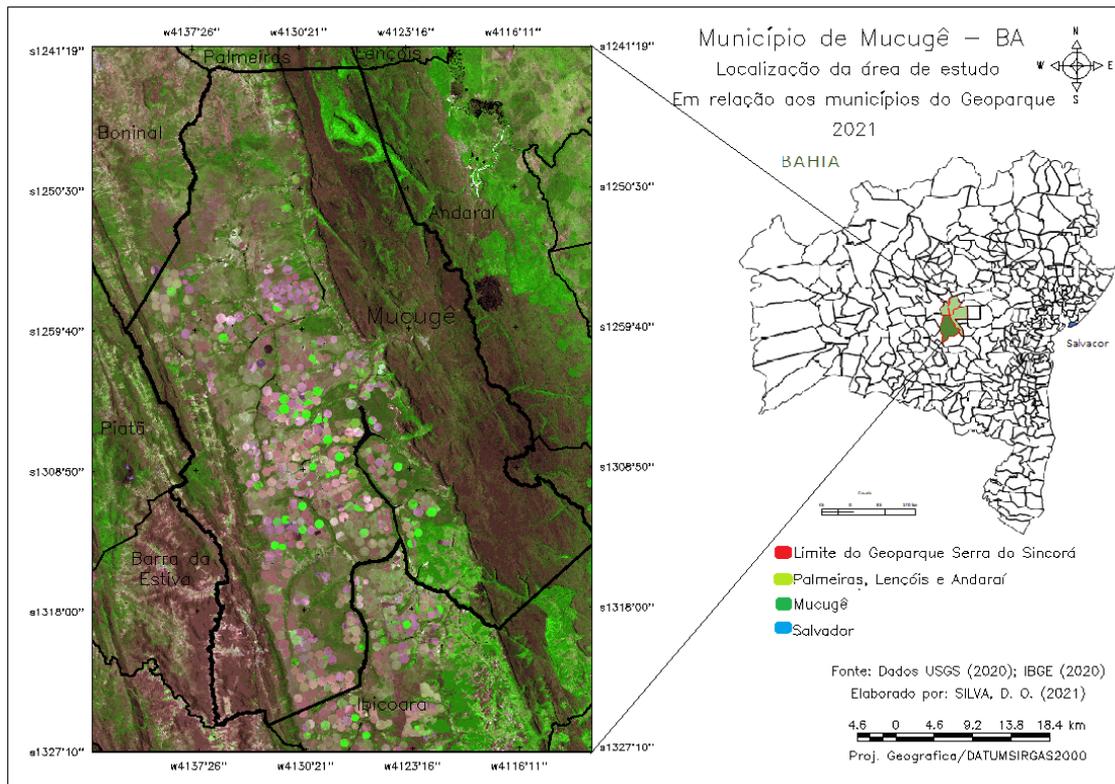


## 2 METODOLOGIA

### 2.1 UNIVERSO DA PESQUISA E AMOSTRAGEM

A área de estudo localiza-se no Território de Identidade Chapada Diamantina, no município Mucugê (Figura 1). Foi criado pela Lei Provincial nº 271 de 17/05/1847, no Estado da Bahia, localizado na latitude 13°00'19" Sul e longitude de 41°22'15" Oeste, estando a uma altitude média de 983 metros acima do nível do mar e caracteriza-se pelo clima subúmido a seco (SEI,2018).

Figura 1 – Mucugê - BA: localização da área de estudo – 2021



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021)

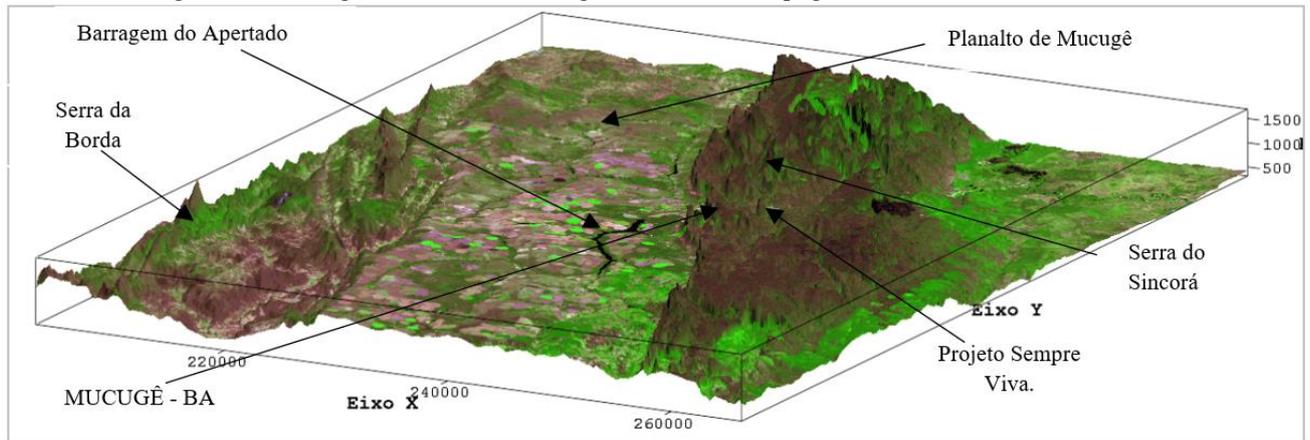
O município de Mucugê faz divisa com os municípios de Palmeiras, Andaraí, Itaetê, Ibicoara, Jussiapé, Abaíra, Piatã e Boninal, possui uma área total de 2.462,2 km<sup>2</sup>, distante 444 km de Salvador, capital do Estado da Bahia. A rodovia BA-142 é a principal via de acesso ao município que não é atendido por aeroporto. Sua população estima em 2018 foi de 10.545 habitantes (IBGE, 2018; SEI, 2018).

Nas imediações do Parque Nacional da Chapada Diamantina encontra-se o Parque Municipal de Mucugê, situado Serra do Sincorá, apresentando relevo com formas abruptas, com seu paredão imponente e sua estrutura geológica com chapadas inclinadas e alto grau de metamorfismo, diversidade climática que influencia na topografia e na fitofisionomia (Figura 2). Essa tensão ecológica forma um mosaico de vegetação do bioma Caatinga em contato com o Cerrado e Mata Atlântica, onde encontramos espécies típicas dos três biomas.



Para Brilha (2012), o Parque Municipal de Mucugê – também conhecido como Projeto Sempre Viva e englobando uma área de 270 ha, foi criado pelo decreto municipal nº 235, de 15 de março de 1999, e inaugurado em 17 de maio do mesmo ano, se tornando uma referência de unidade de conservação bem sucedida na Chapada Diamantina.

Figura 02 - Mucugê – BA: Bloco de diagrama em 3D da topografia da Área de estudo – 2021.



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021)

O estudo foi desenvolvido com técnicas de Sensoriamento Remoto e do Sistema de Informações Geográficas (SIG). Os dados foram com posicionamento geográfico, georreferenciados, utilizando a projeção cartográfica UTM, Datum SIRGAS2000.

O trabalho foi executado nas seguintes etapas, a saber:

- Revisão bibliográfica sobre o tema;
- Aquisição de imagens de satélite;
- Construção de um banco de dados no SIG SPRING, com realização de processamento digital das informações;
- Pesquisa de campo para auxílio na etapa dos processamentos digitais no laboratório, com coleta de amostras para cada classe temática;
- Análise dos dados com uso do SIG SPRING;

No SIG foi montado um banco de dados geográficos com um projeto do limite da área de estudo, sendo utilizado a projeção cartográfica UTM com os modelos conceituais pertencentes as categorias: Imagem, Temática e MNT e, definidos as classes temáticas com os seus respectivos planos de informações (PI's).

No processamento digital no SPRING foram realizadas as etapas independentes: técnicas de realce de contraste de imagens; processamento digital de imagens, operação do Índice de Vegetação Normalizada (NDVI); edição de dados vetoriais e de MNT (Modelo Numérico de Terreno).



De acordo com Jensen (2009), os sensoriamentos remotos vêm sendo utilizado desde a década de 1960 na modelagem de vários parâmetros biofísicos da vegetação que podem ser medidos através dos índices de vegetação, denominados medidas radiométricas adimensionais que indicam a abundância relativa e a atividade da vegetação verde, incluindo índice de área foliar (IAF), porcentagem de cobertura verde, teor de clorofila, biomassa verde e radiação fotossinteticamente ativa absorvida

Índices de vegetação têm sido largamente utilizados para monitorar a cobertura vegetal da Terra em escalas global e/ou local (MIURA, *et al.*, 2001). Tais índices são combinações de dados espectrais de duas ou mais bandas, selecionadas com o objetivo de sintetizar e melhorar a relação desses dados com os parâmetros biofísicos da vegetação.

Para Liu (2007) o índice de vegetação inicialmente foi desenvolvido na década de 1970, a maioria baseadas nos satélites LANDSAT. Posteriormente, vários índices de vegetação foram derivados baseados nos dados obtidos por outros satélites. Como princípio físico, a vegetação absorve a radiação na faixa do visível (0,4 a 0,7 um) e reflete na faixa de infravermelho próximo (0,725 a 1,10 um). Nesse caso, o índice de vegetação pode ser uma razão, diferenças ou várias combinações entre os valores de refletância do faixa do visível e infravermelho próximo.

Para Liu (2007, 133), a reflectância da vegetação envolve vários fatores conjunturais, incluindo estrutura da planta, estagio e crescimento, propriedades físicas e químicas de solo na superfície e condições atmosféricas. A heterogeneidade da paisagem na natureza, termina complicando na identificação e interpretação dos seres, no entanto, graças a singularidade de cada ser que se manifesta pela sua assinatura espectral eletromagnética e possível as informações distintas que se repetem em um padrão de forma reconhecível.

Embora a literatura científica destaque as potencialidades e limitações de mais de 50 índices de vegetação; todavia, os dois mais comumente utilizados são: Razão Simples (RVI) e o NDVI (MOREIRA, 2003). Segundo Bégué, *et al* (2010), dentre os vários índices desenvolvidos, o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) é um dos mais utilizados atualmente, uma vez que fornece estimativas de parâmetros biofísicos da 2 vegetação, como índice de área foliar (IAF), acúmulo de biomassa e produtividade

Os cálculos dos índices de vegetação, que são medidas radiométricas adimensionais, foram criados para distinguir as informações espectrais da vegetação em relação as demais superfícies da terra (OLIVEIRA *et al.*, 2009) e indicar a quantidade e qualidade da vegetação em uma área imageada (JENSEN, 2009).

O NDVI, foi proposto por Rouse *et al* (1973), a partir da normalização do Índice de Vegetação da Razão Simples para o intervalo de -1 a +1. A normalização consiste numa relação entre as medidas espectrais de duas bandas, a infravermelho próximo e a vermelha (PONZONI; SHIMABUKURO,



2012). Nesse seguimento, é o índice de vegetação mais comumente empregado em estudos sobre vegetação, sendo uma aplicação dos processos de realce por operações matemáticas entre bandas de sensores de satélites (MELO, *et al.*, 2011).

Segundo Branquinho e Felzenzwalb (2007) o NDVI apresenta de forma simples e rápida a identificação de áreas vegetadas, e é o mais utilizado índice de vegetação. Um dos primeiros estudos realizados utilizando este índice de vegetação foi feito por Rouse (1973), no estudo conhecido como Great Plains.

Este índice foi utilizado em diversos estudos como na construção de perfis sazonal e temporal das atividades relacionadas à vegetação, permitindo comparações periódicas desses perfis. O perfil temporal do NDVI pode ser utilizado na detecção de atividades como na duração do período de crescimento de determinada cultura, identificação do pico de verde, observações de mudanças fisiológicas das folhas e períodos de senescência, sendo muito utilizado em estudos agrícolas auxiliando alguns empreendedores deste setor (PONZONI, SHIMABUKURO, 2010).

Para Liu (2007, 220), o índice de vegetação por diferença normatizada (NDVI) foi proposto por Rouse et al. (1973), é calculado pela diferença de reflectância entre a faixa de NIR e a de VIS. A equação geral é representada pela equação:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{VIS}) / (\text{NIR} + \text{VIS})$$

Em que:

NDVI = índice de vegetação da diferença normalizada;

NIR = reflectância da faixa de infravermelho próximo (0,725 a 1,10 um);

VIS = reflectância da faixa de visível (0,4 a 0,7 um).

Segundo Liu (2007, 221). o valor de NDVI varia de -1 a +1, onde os valores negativos representam as nuvens e ao redor do zero representam solo nu ou sem vegetação. O valor de NDVI maior que zero representa a vegetação. O valor de NDVI mais alto indica o grau de verde da superfície mais alta que pode ser usada para interferir na vegetação mais densa ou vegetação em pleno vigor do crescimento.

Na classificação do Índice de Vegetação Normatizada do Mucugê foram utilizadas sete classes temáticas: foi realizada a operação de fatiamento dos índices numérico da imagem raster, tendo como resultado uma imagem matricial da categoria de temática, representando as características da cobertura da terra da área de estudo, com 7 (sete) classes. Os critérios utilizados na escolha foram a partir das características fisionômicas da região, construídas por um conjunto variados de formas vegetais, com uma rica geodiversidade e biodiversidade.



## 2.2 MÉTODO DE ABORDAGEM E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICO

O estudo foi desenvolvido no laboratório de Geografia Física do Departamento de Geografia da UESB, com técnicas de Sensoriamento Remoto e do Sistema de Informações Geográficas (SIG), com uso de imagem do satélite LANDSAT 8, resolução espacial de 30 m, multiespectral, nas faixas espectrais 4-5-6, obtida no ano de 2021 e de imagem topográfica do sensor SRTM (SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION); computador PC e o programa de geoprocessamento SIG SPRING (Sistema de Processamento de Informação Georreferenciadas). Os dados serão adquiridos com posicionamento geográfico, georreferenciados, utilizando a projeção cartográfica UTM, Datum SIRGAS2000.

Os equipamentos utilizados na pesquisa foram o GPS para auxílio no trabalho de campo e máquina fotográfica para registrar do ambiente. Também foram realizados estudos através de fotointerpretação das imagens de satélites com dados computacionais, seguida da elaboração de mapas temáticos obtidos pelos processamentos das imagens do satélite LANDSAT e topográfica do sensor SRTM (SHUTTLE RADAR TOPOGRAPHY MISSION), obtidas no site da UGS/NASA;

Os dados primários da pesquisa foram obtidos no Ministério do Meio Ambiental (MMA), em órgãos públicos como o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), na Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia (SEI) e de sensores remotos da Agência Espacial Americana (NASA), dentre outros.

No trabalho de campo foi utilizado GPS (Global Position System) para auxiliar na coleta e registro das amostras das classes dos índices de vegetação, com suporte ao SPRING, onde foram realizados processamentos de análise de imagens de satélite, cruzamento de dados, cálculos de áreas, perfis, etc., para compor os resultados da pesquisa.

O SIG SPRING como o sistema escolhido, foi realizado as análises dos dados e elaboração de mapas, assim como, tabulação de dados para compor as análises estatísticas, utilizado o software Excel e a editoração no programa Word, para compor o trabalho final.

No estudo da fisionomia dos tipos de vegetação, foram considerados a estrutura horizontal e a estratificação vertical da vegetação, bem como, a presença de diferentes formas de vida segundo Goldsmith & Harrison (1976). Estudos feitos por Nóbrega e Meguro (2003), Nóbrega e Vilas Boas (2020, 2023), Santos e Nóbrega (2023) identificaram 9 perfis-diagramas para representar os principais tipos de vegetação encontrados na mesma região onde este estudo foi realizado. Segundo os autores os locais eram escolhidos, na medida do possível, onde a vegetação estava pouco alterada, de modo que sua fisionomia mais natural fosse bem representada. Em cada perfil-diagrama foram indicados também, as espécies ou gêneros típicos ali encontrados.

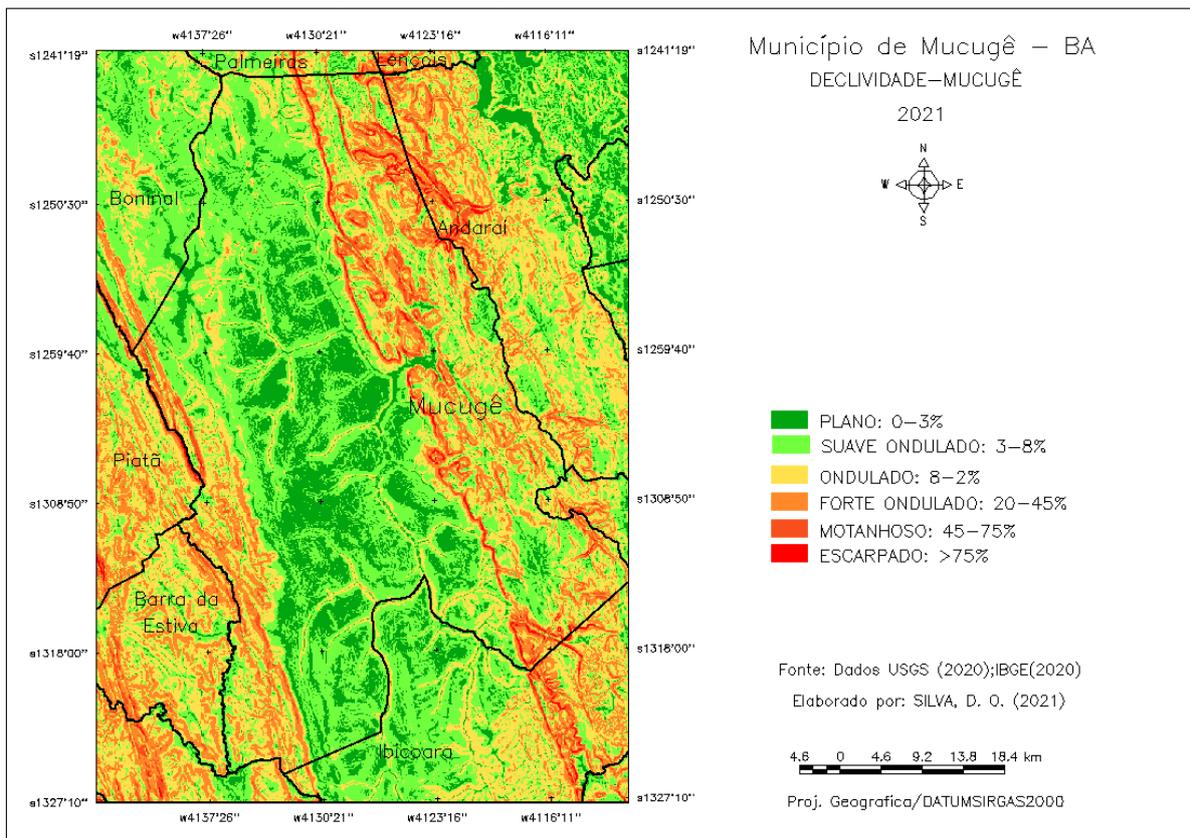


### 3 RESULTADO E DISCUSSÕES

#### 3.1 O RELEVO E AS FITOFISIONOMIAS

Na análise do relevo do município de Mucugê foi caracterizado por uma topografia com declividade Plana, Suave Ondulada, Forte Ondulada, Montanhosa e Escarpada (Figura 3), com uma cobertura de vegetação predominante de campo rupestre, seguido por campo limpo de cerrado e campo sujo de cerrado que está diretamente relacionada com a topografia e substrato rochoso com solos rasos, no caso dos campos rupestres. (Nóbrega e Meguro, 2003).

Figura 3 – Mucugê - BA: mapa de declividade – 2021



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021)

Na figura 3 e na tabela 1 do município de Mucugê, mostra as características do relevo por classes de declividade e que corresponde na área analisada a um total de 5.352 Km<sup>2</sup>. Observa-se que a declividade variou muito: plano 0-3% , suave Ondulado 3-8%, Ondulado: 8-20%, Forte ondulado: 20-45%, Montanhoso: 45-75% e Escarpado: >75%.



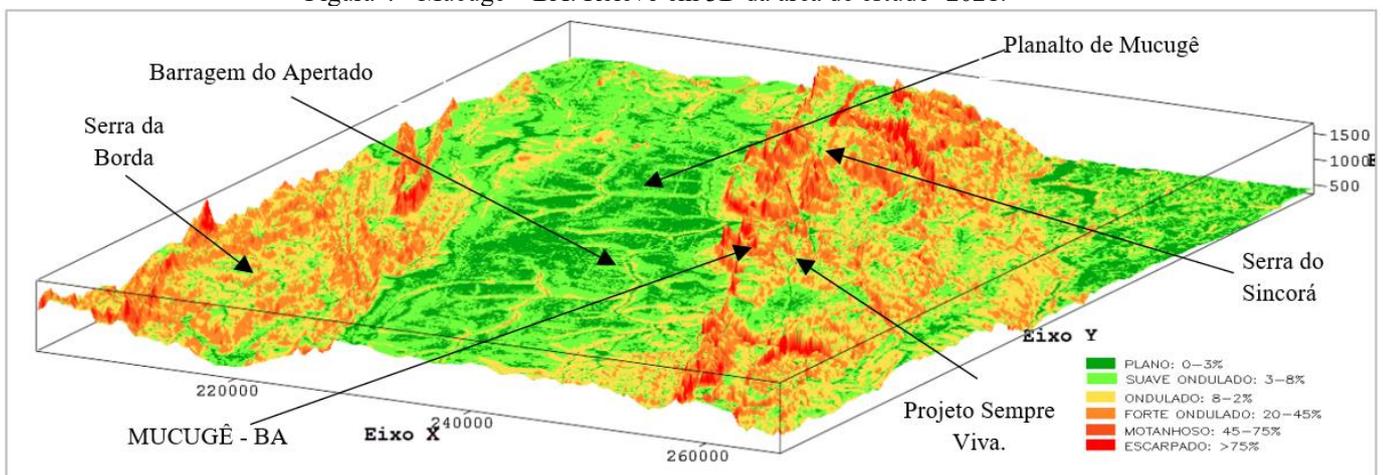
Tabela 1 - Mucugê - BA: Declividade do município - 2021

Declividade (%)	Classes (m)	Km <sup>2</sup>	(%)
0 - 3%	Plano	884	16,51
3 - 8%	Suave - ondulado	1923,8	35,94
8 - 20%	Ondulado	1569,7	29,33
20 - 45%	Forte ondulado	776,7	14,51
45 -75%	Montanhoso	157,7	2,95
> 75%	Escarpado	40,6	0,76
<b>Total</b>		<b>5.352</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados processados no SPRING 5.5.6; Elaborado SILVA, D. O. (2021)

Após o apogeu da exploração de minério, com o fim do ciclo de diamante, a região investiu na atividade econômica da agricultura do agronegócio, como um dos principais vetores do crescimento da região, e que se desenvolveu com agricultura intensiva irrigada do tipo “pivô central”, com produção para o mercado de exportação, favorecido pelas condições edafoclimáticas, e água soberania abundante. O relevo da região, bastante dissecados com vales profundos, topos rochosos superfície planas de altitude, com serras divididas em pediplano cimeiro e anticlinais aplainados. A declividade variou de 0 -3% a >75% (Figura 4), situado em solos do tipo Neossolos Litólico Distrófico e Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico.

Figura 4 - Mucugê – BA: Relevo em 3D da área de estudo -2021.

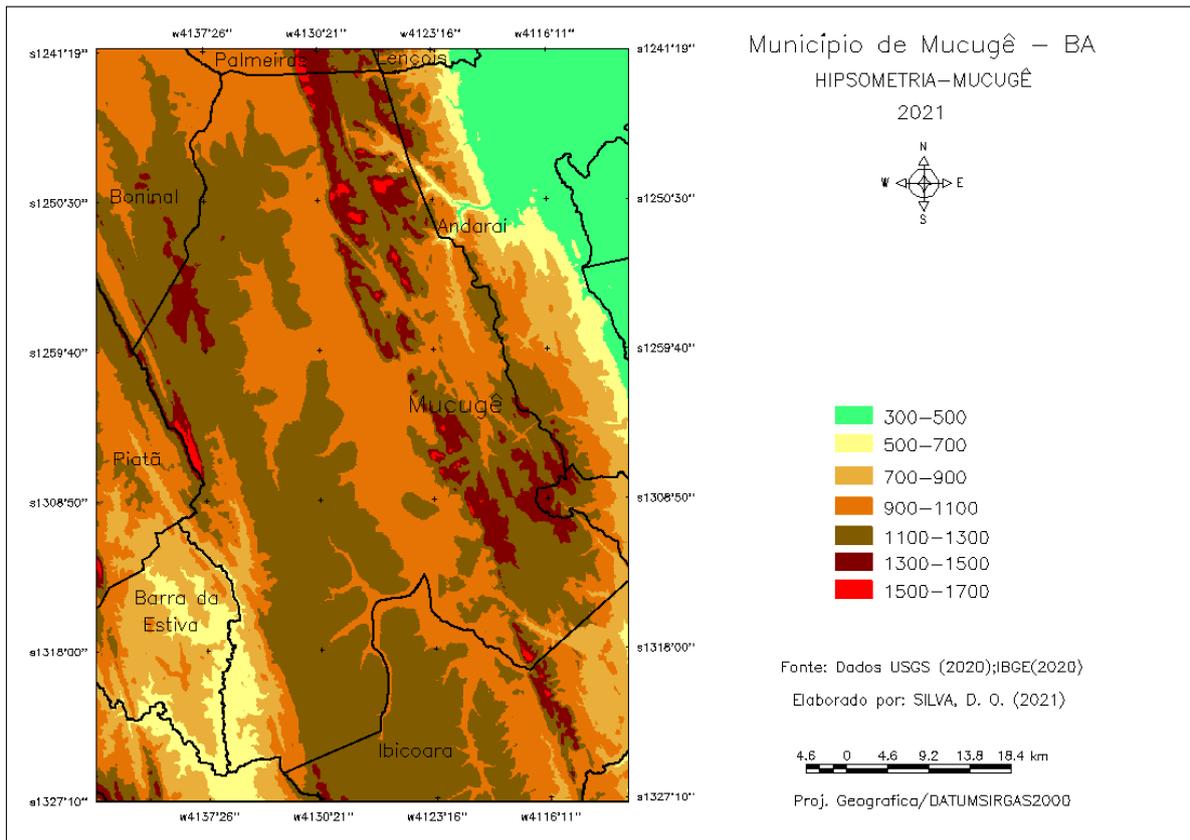


Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021)

Na figura 5 e na tabela 2 de hipsometria do município de Mucugê, estão representadas as elevações do relevo, com altitudes que variam entre 300-1700 metros, com o desnível de 1.400 metros, cobrindo a área total de 5087,8 Km<sup>2</sup>.



Figura 5 – Mucugê - BA: Hipsometria - 2021



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021)

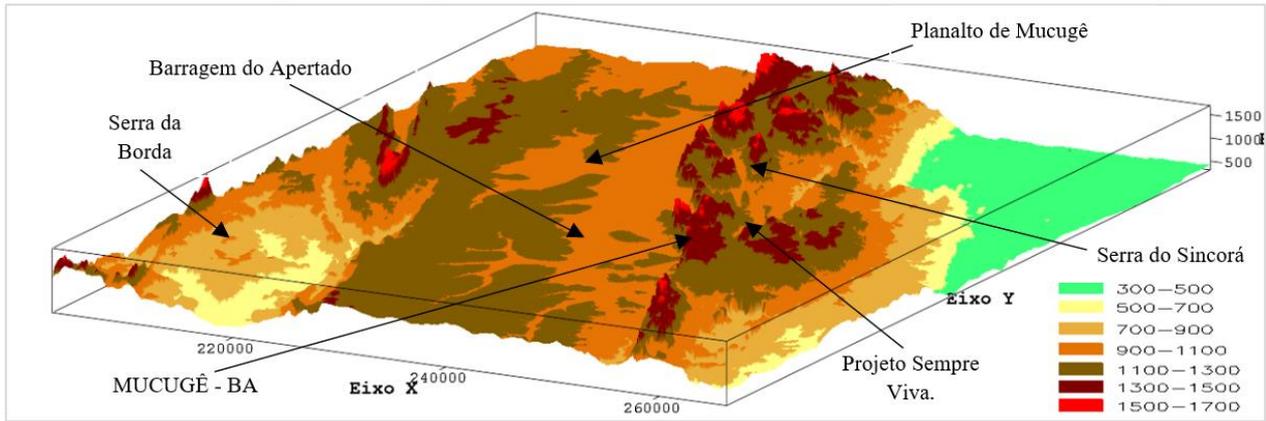
Tabela 2 Mucugê - BA: Hipsometria do município - 2021

Altitude (m)	Km <sup>2</sup>	(%)
300-500	580,7	11,4
500-700	32,9	0,6
700-900	701	13,7
900-1100	1584,9	31,1
1100-1300	1889,7	37,1
1300-1500	277,1	5,4
1500-1700	20,8	0,4
<b>Total</b>	<b>5087,8</b>	

Fonte: Dados processados no SPRING 5.5.6; Elaborado SILVA, D. O. (2021).

Na figura 5 encontra representado o relevo da região em 3D, onde é possível ver as encostas rochosas formadas por arenitos e quartzitos, altamente desgastados, originando solos rochosos, e rasos. Essa área foi sendo construída no Pre-Cambriano Superior, com altas elevações acima de 900-1700m.

Figura 5 - Mucugê – BA: Hipsometria em 3D da área de estudo -2021.



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021).

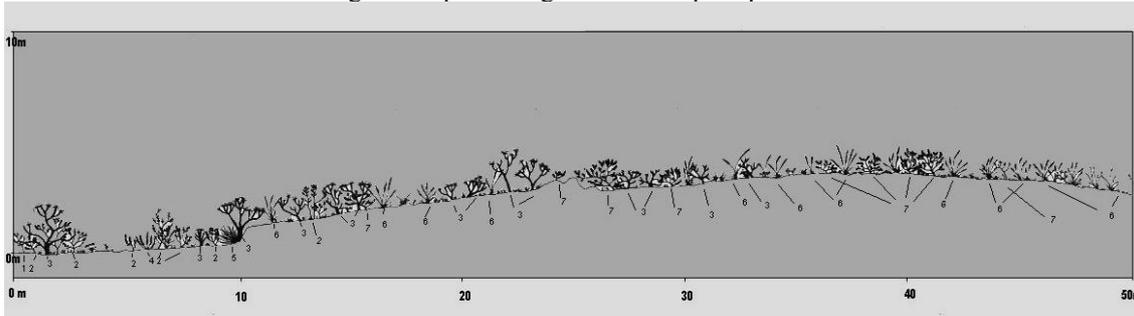
Na figura 6 observam-se as formações rochosas, que ocorre nas proximidades do Planalto ou Pediplano Cimeiro da Chapada Diamantina, com relevo plano e suave ondulado denominado localmente de “gerais”. As formações rochosas fazem parte da formação Tombador formado a 1,5 bilhão de anos, composta de arenitos e conglomerados diamantíferos, originados da movimentação tectônica. Os campos rupestres ocorrem nessas áreas escarpadas e também em cima da serra do Sincorá. (Figuras 6 e 7)

Figura 6 - Mucugê – BA: área do Projeto Sempre Viva com campos rupestres- 2019.



Fonte: SILVA, D. O. (2019).

Figura 7 – perfil diagrama do campo rupestre.



Fonte: Nóbrega e Meguro (2003).

As características fisiográficas encontrada na região estão diretamente relacionadas com altitude, tipos de solos e os tipos climáticos, definindo as comunidades vegetais situadas em diversos níveis de altitude, solos rasos, medianos e profundos. A hidrografia subterrânea é um fator importante na região por possuir rochas calcárias e arenitos favorecendo o surgimento de aquíferos.

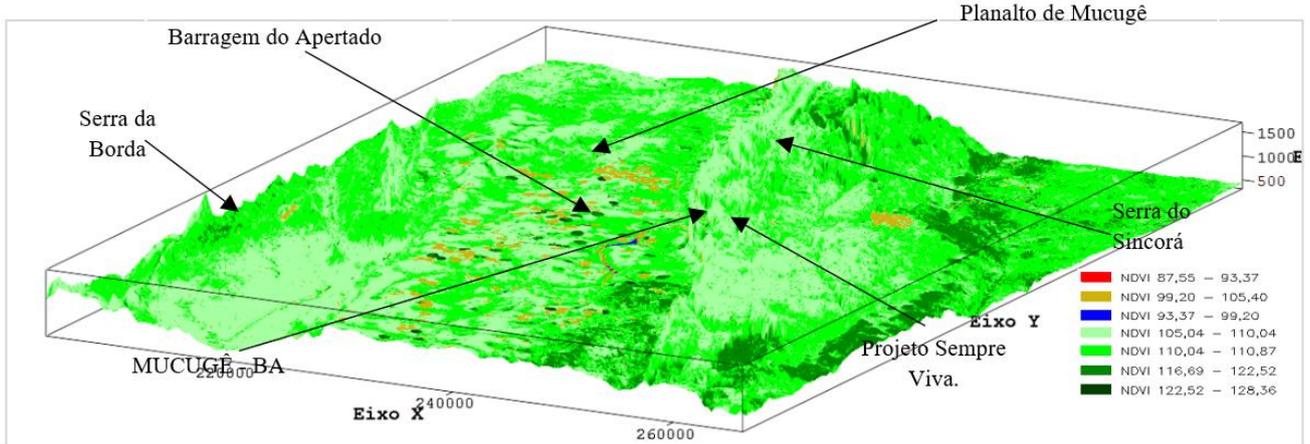
### 3.2 ÍNDICE DE VEGETAÇÃO E AS FITOFISIONOMIAS NO MUNICÍPIO DE MUCUGÊ

Na correlação entre os índices de vegetação e as fitofisionomias têm-se os seguintes resultados de acordo com a metodologia empregada no estudo.

Os índices de vegetação, na área em estudo variaram de 87,55 até 128,36. Quanto maior o valor do índice de vegetação maior a quantidade de clorofila presente no mesófilo. Para elaboração dos mapas de vegetação, foram criadas 7 classes de índices de vegetação que correspondem a um ou mais de um tipo de fitofisionomia. (Tabela03). Os resultados dos índices de vegetação para a área analisada (tabela 3 e figuras 8 e 9) como foi dito anteriormente, cobriu uma área de 5381,70 Km<sup>2</sup>, onde foi observado que o NDVI variou de 89,52 a 128,33, com valor de ganho offset. Em termos qualitativos, as predominâncias ocorrem nos intervalos de 106,15 a 117,24 com as tipologias de vegetação arbustiva rala e densa com 84,85% das áreas (campo rupestre, campo limpo de cerrado, campo sujo de cerrado e cerradinho, figuras 07, 08, 09 e 10) em segundo lugar, com 117,24 - 122,78 foi para a classe arbórea com 443,18 Km<sup>2</sup> da área, sendo que, para as demais classes com os menores valores, nos intervalos 89,52 a 106,15 (área degradada, solo exposto e água), e de 95,06 a 106,15 (vegetação herbácea em áreas irrigada), os valores atingirem 9,71Km<sup>2</sup>.

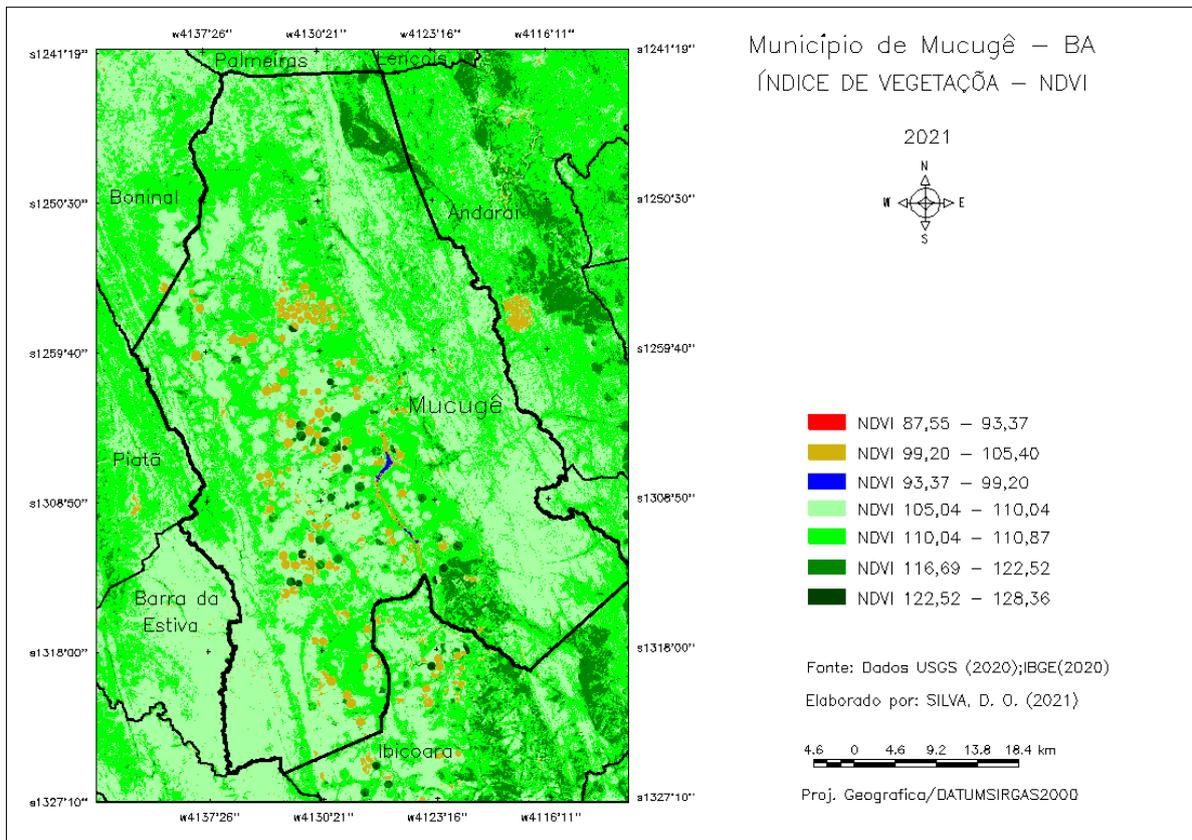


Figura 08 - Mucugê - BA: Índice de Vegetação de Diferença Normalizada em 3D – 2021.



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021).

Figura - 9 – Mucugê - BA: Mapa Índice de vegetação - 2021



Fonte: Dados USGE; IBGE (2020); Elaborado por: SILVA, D. O. (2021).



Tabela 3 Mucugê - BA: Índice de vegetação do município - 2021

NDVI	Classes	Km <sup>2</sup>	(%)
89,52 -95,06	1- Área degradada e/ou aflor. rochosos	0,03	0,00048
95,06 - 100,06	2 – Água	2,66	0,05
100,06 - 106,15	3 - Solo exposto	122,92	2,28
106,15 - 111,69	4 - Veg. Arbustiva rala (campo limpo e rupestre)	2232,05	41,47
111,69 - 117,24	5 - Veg. Arbustiva densa (campo sujo e cerradinho)	2571,15	47,78
117,24 - 122,78	6 - Veg. Arbórea (florestas estacionais semidecíduais e decíduais, ecótono caatinga/cerrado e carrasco)	443,18	8,24
122,78 - 128,33	7 -Veg. áreas irrigadas	9,71	0,18
<b>Total</b>		<b>5381,70</b>	<b>100</b>

Fonte: Dados processados no SPRING 5.5.6; Elaborado SILVA, D. O. (2021).

Figura 10 – campo limpo de cerrado.

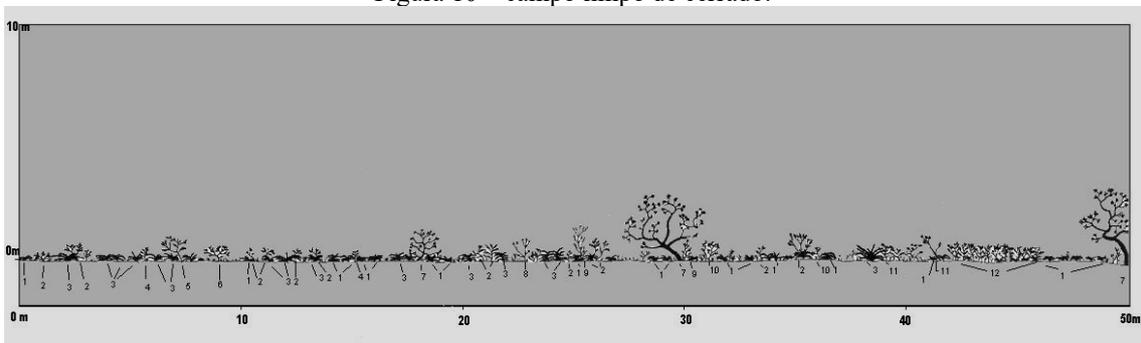


Figura 11 – campo sujo de cerrado.

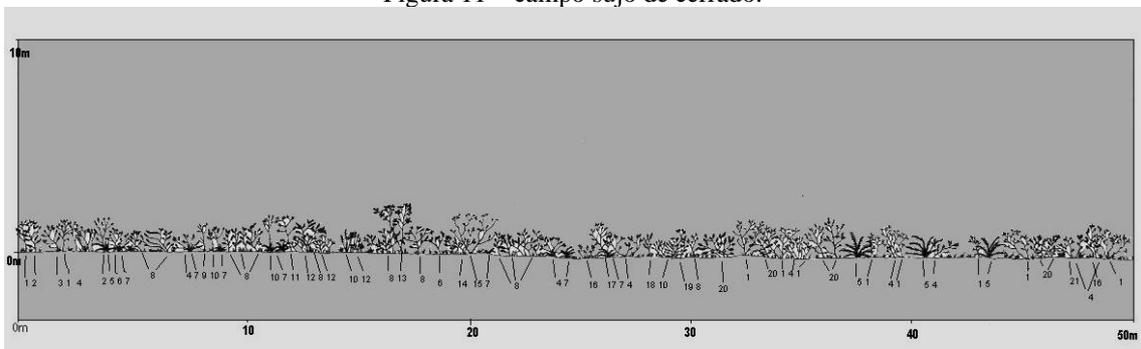
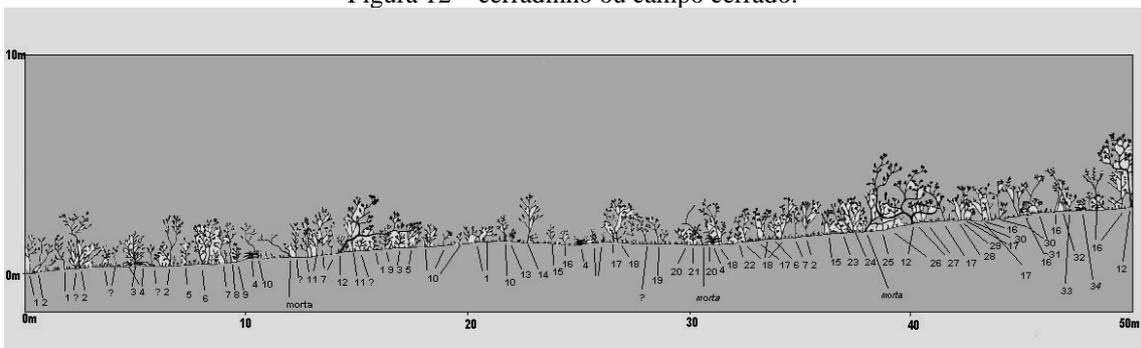


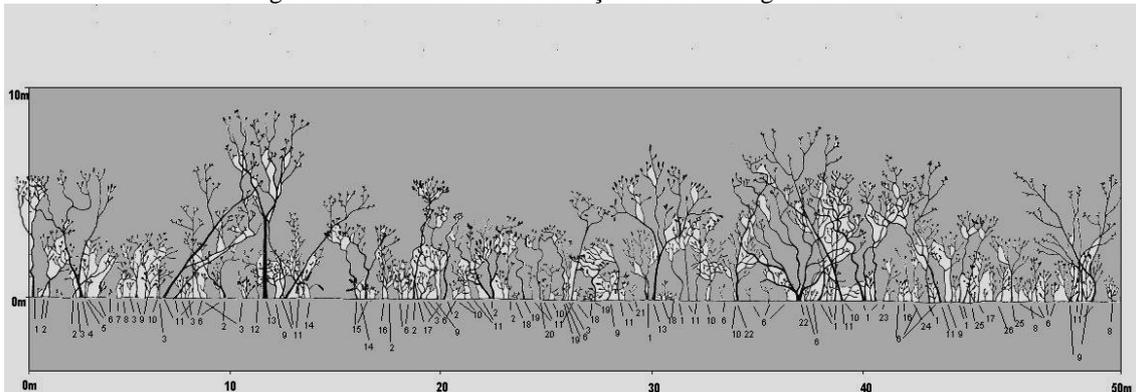
Figura 12 – cerradinho ou campo cerrado.





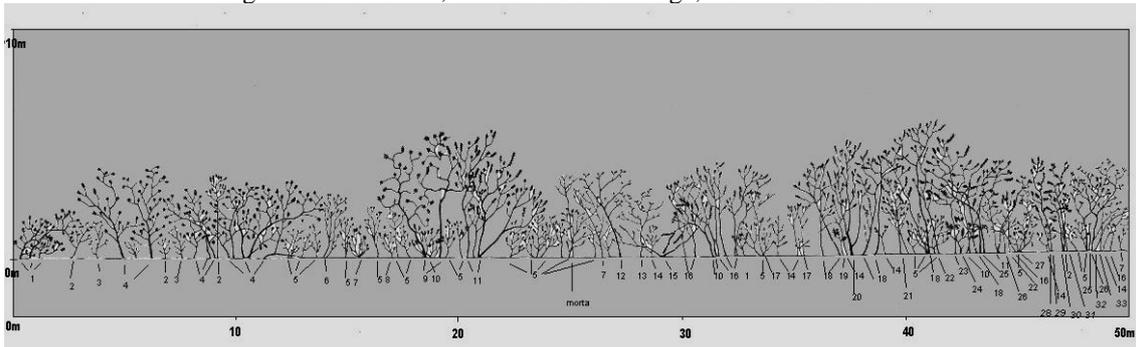
No bioma da Caatinga em contato com o cerrado foi encontrado um tipo arbóreo baixo de acordo com a figura 13. No bioma cerrado em contato com a caatinga e mata seca foi encontrado uma formação vegetal arbórea também baixa (Figura 14) denominada regionalmente de carrasco. As formações arbóreas de maior porte foram “capão de mata semidecídua” (Figura 15) e as florestas semidecíduas de vales e encostas de montanha onde a pluviosidade é mais elevada. (Figs16).

Figura 13 – mata baixa de transição entre caatinga e cerrado.



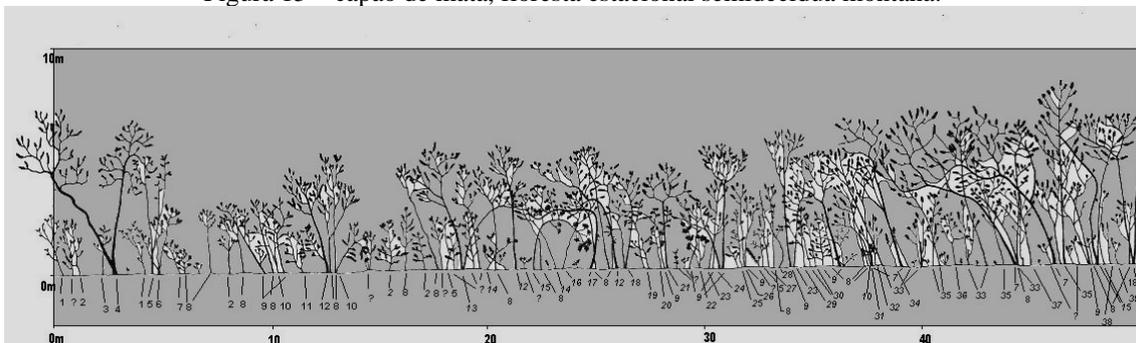
Fonte : Nóbrega e Meguro (2003)

Figura 14 – carrasco, ecótono entre caatinga, cerrado e mata seca.



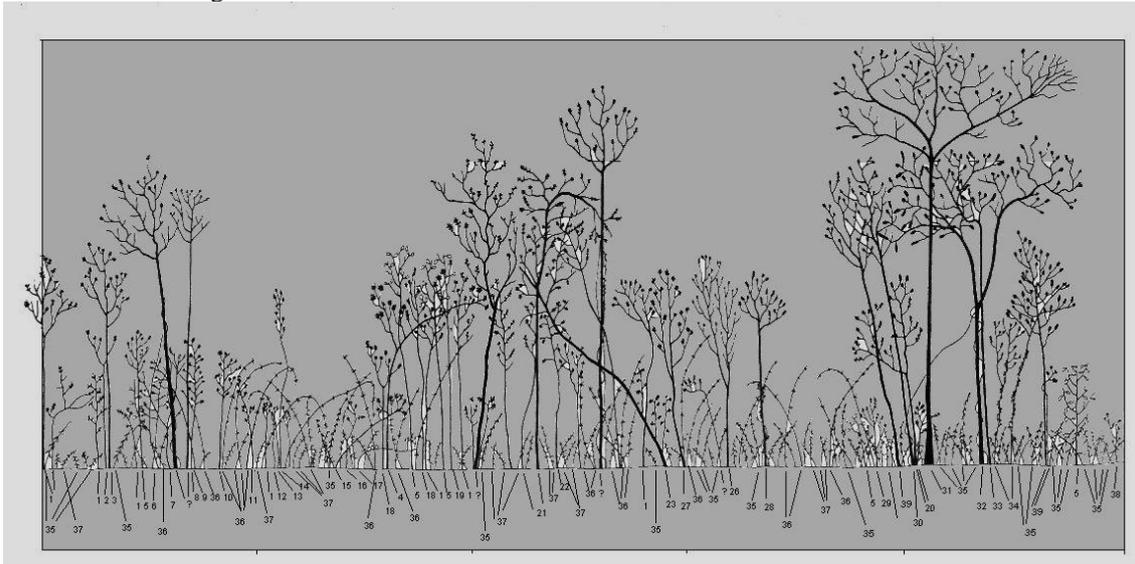
Fonte : Nóbrega e Meguro (2003)

Figura 15 – capão de mata, floresta estacional semidecídua montana.



Fonte : Nóbrega e Meguro (2003)

Figura 16 – floresta estacional semidecídua de vales e encostas úmidas.



Fonte : Nóbrega e Meguro (2003)

No Parque Nacional de Mucugê (figura 17), que é uma Unidade de Conservação, onde fica o Projeto Sempre Viva e o Museu Vivo do Garimpo, são locais de grade visitação e de atrações muito requisitada pelos turistas, e que funciona como um centro de pesquisas biológicas situada na Serra do Sincorá, na Chapada Diamantina.

A área do Parque Nacional de Mucugê possui com atrativos naturais, trilhas de ecoturismo, áreas protegidas e políticas públicas direcionadas ao desenvolvimento sustentável da região um dos seus principais atrativos são as Cachoeiras do Tiburtino e das Piabinhas.

Figura 17 – Mucugê – BA: Área do Projeto Sempre Viva – 2023.



Vegetação arbustiva caracterizada por arbustos esparsos com troncos retorcidos, solo raso e afloramentos.

Vegetação arbustiva rala e vegetação arbustiva densa com afloramento rochoso ao fundo.

Fonte: SILVA, D. O. (2023).

A entrada do Projeto Sempre Viva fica na rodovia BA-142, Km 96, a menos de 4 Km da cidade de Mucugê. Para entrar é cobrado uma taxa para manutenção e preservação do Parque de uso sustentável, onde inclui o acesso ao projeto, as trilhas e as cachoeiras, com banhos livres.

As espécies de plantas conhecidas como Sempre Viva (gênero *Paepalanthus*), vem ao longo do tempo sofrendo com o uso predatório feito pelo homem, chegando ao ponto de quase extinção de algumas espécies. Atualmente é uma planta protegida por Lei, preservada dentro do projeto que leva seu nome. Existem 1200 espécies de sempre viva, sendo uma delas endêmica de Mucugê.

Figura 18 – Mucugê – BA: Projeto Sempre Viva -2019.



Fonte: SILVA, D. O. (2019)

Figura 19 - Mucugê – BA: campo rupestre no Projeto Sempre Viva - 2023.



Fonte: SILVA, D. O. (2023).

Figura 20 – Mucugê – BA: Projeto Sempre Viva - 2023.



Fonte: SILVA, D. O. (2023).

Nas figuras 18, 19 e 20 observam-se locais onde existe a possibilidade do contato e do relacionamento entre a sociedade e a natureza, em um modelo de desenvolvimento sustentável, com compatibilização do desenvolvimento econômico com a qualidade de vida e a defesa do meio ambiente, na perspectiva de uma visão do futuro, onde as gerações atuais e futuras. Se alicerçem num modelo de desenvolvimento que respeita as limitações do meio ambiente através do desenvolvimento sustentável.

A mineração encontra-se já extinta, mas a conscientização da população e dos visitantes é um dos fatores principais do projeto visando a preservação tanto da biodiversidade como da geodiversidade do lugar. As questões ambientais exigem soluções integradas, com a comunidade conscientizando os visitantes para a importância da preservação das Unidades de Conservação de Uso Sustentável.

A criação do Projeto Sempre Viva é de grande relevância e deve ser encarado como uma questão além da utilização dos recursos naturais na iniciativa da sua preservação que vai além dos interesses ambiental, preocupando também com interesses socioeconômico das comunidades em seu entorno, educando assim a sociedade na questão socioambiental tendo em mente que a biodiversidade deve ser preservada, sem impedir o desenvolvimento do país ou da comunidade.

A conservação da biodiversidade de forma sustentável assegura a dignidade do ser humano e dos direitos dos cidadãos na divisão de responsabilidades dos diversos setores sociais, envolvendo o turismo sustentável com conscientização das pessoas e dos grupos, sendo de relevante papel no desempenho da preservação de uso sustentável, pois, cada indivíduo é um ator social, que também é responsável pelo todo.



O município de Mucugê inclui ações sustentáveis visando minimizar os impactos negativos das atividades turísticas da região, cujo desenvolvimento econômico tem se mostrado uma das principais formas na transformação e preservação dos ecossistemas com integração entre a sociedade e a natureza.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados das fitofisionomias encontradas na região apontam uma inter-relação nas unidades ecossistêmicas e ambientais, o desenvolvimento entre as comunidades vegetais está diretamente correlacionados com os diversos tipos de relevo, solos, geologia, hidrografia, e as zonas climáticas.

As fitofisionomias encontradas na área do Parque Municipal de Mucugê e na Unidade de Conservação, do Projeto Sempre Viva e no seu entorno, de modo geral é o resultado das condições especiais de relevo e solo, com temperaturas mais amenas que as demais regiões circundantes apresentando temperaturas mais baixas influenciadas pelas chuvas orográficas e altitude, com ambiente formando ilhas com vegetação diferenciada como os Campos Rupestres, proporcionando uma rica biodiversidade, com espécies adaptadas as condições edafoclimáticas.

Nos vales do Mucugezinho situado nos escudos cristalinos, forma-se as cachoeiras e naturais grutas de rara beleza cênica, com pinturas rupestres em campos de altitudes, onde florescem espécies raras de Sempre Viva, situadas em ambientes extremamente susceptíveis e frágeis, e que apresentam elementos ambientais de grande importância para o ecoturismo, com dinamismo para o desenvolvimento da região, com sustentabilidade econômica, social e ambiental. É necessário conhecer o patrimônio natural, histórico e cultural cujo sua exploração deve considerar seu uso racional e sustentável para preservação das atuais e futuras gerações.

Os estudos desta natureza servem de subsidio para outras pesquisar, projetos e ação na região, aos órgãos públicos e Federais e do Estado, vinculada com as prefeituras do município localizada nesta área, instituições privadas aliando com uso turístico à preservação ambiental e à geração de políticas públicas voltadas para a preservação e conservação locais, vem corroborar em favor do Projeto Sempre Viva e seu entorno.

O ambiente do município de Mucugê como componente da biosfera terrestre, deve funcionar integrado como o sistema como um todo, com vista a manutenção da qualidade ambiental, em um cenário onde é possível a integração da conservação e preservação de forma sustentável para a sociedade atual e futuras.



## REFERÊNCIAS

- AMIRI F., Rahdari V., Najafabadi S.M., Pradhan B., Tabatabaei T. 2014. Multitemporal landsat images based on eco-environmental change analysis in andaround Chah Nimeh reservoir, Balochestan (Iran). *Environ. Earth Sci.*, 72(3):801-809.
- BÉGUÉ, A. et al. Spatio-temporal variability of sugarcane fields and recommendations for yield forecast using NDVI. *International Journal of Remote Sensing*, v. 31, n. 20, p. 5391– 5407, 2010.
- BOAS, A. M. V., da Nóbrega, M. A., & Santos, B. L. (2021). A monocultura cacaeira e o bioma da mata atlântica no município de Gandu, baixo Sul Baiano / Cocoa monoculture and the atlantic forest bioma in the municipality of Gandu, downtown South Baiano. *Brazilian Journal of Development*, 7(10). <https://doi.org/10.34117/bjdv7n10-295>
- BOAS, A.M.V., NOBREGA, M.A. & SANTOS, B. L. Principles and Concepts for development in nowadays Society: The cacao monoculture and the atlantic forest biome in the municipality of gandú, baixo sul baiano – Brazil. Disponível em: <http://sevenpublicacoes.com.br/> Principles and concepts for development in nowadays society, p. 460 - 477, 2022
- BRANQUINHO, Fátima; FELZENZWALB, Israel. Meio Ambiente: Experiências em pesquisa multidisciplinar e formação de pesquisadores. Rio de Janeiro: Mauad, 2007. 211 p. FAPERJ.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil (1988). Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988.
- BRILHAR, J. A rede global de geoparques nacionais: um instrumento para promoção internacional da geoconservação. In: SCHOBENHAUS, Carlos; SILVA, Cassio Roberto da (Orgs.). Geoparque do Brasil: proposta. Rio de Janeiro: CPRM, 2012.
- BRITO, Francisco Corredores ecológicos: uma estratégia integradora na gestão de ecossistemas. 2. ed. rev. Florianópolis: Editora da UFSC, 2012.
- BRITO, Maria Cecilia Wey. Unidade conservação: intenções e resultados. 2. ed. São Paulo: Annablume, Fapesp, 2003.
- CAMARGO, Luís Henrique Ramos, A ruptura do meio ambiente: as mudanças conhecendo ambientais do planeta através de uma nova percepção da ciência. 2 ed. Rio de Janeiro: Brasil, 2008.
- CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez, 2004.
- CEZAR. Rodrigo. Valle. Camargo. Vanessa. Aparecida. História Natural da Chapada Diamantina. – 1. Ed. – São Paulo: Gregory, 2016.
- CRISTOFOLETTI, Antonio. Modelagem de sistemas ambientais. 1 ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.
- Cruz M.A.S., Souza A.M.B., Jesus J.S. 2011. Avaliação da cobertura vegetal por meio dos Índices de Vegetação SR, NDVI, SAVI e EVI na bacia do rio Japarutuba-Mirim em Sergipe. In: Anais [...]. Simp. Bras. Sens. Remoto, 15. (SBSR). 2011, Curitiba. São José dos Campos: INPE, 2011.



Goudsmith, F. B.; Harrisson, C. M. Description and analysis of vegetation. In: Methods in plant ecology. London: Blackwell Scientific Publications, 1976. p. 85-152

IBGE: INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Manuais Técnicos em Geociências nº 07 – Manual Técnico de Uso da Terra. 2 ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2006

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009

JENSEN, J. R. Sensoriamento Remoto do Ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres. 2ª ed., São José dos Campos: Parêntese, 2009.

JUNCA, Flora Acuña, Lígia Funch e Washington Rocha; organizadores. Biodiversidade e Conservação da Chapada Diamantina. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005.

LEFF, Enrique. Saber ambiental: sustentabilidade, racionalidade, complexibilidade, poder. Tradução de Lúcia Mathilde Endlich Orth. 6. ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

LEITE, Joaquina Lacerda. (Org.). Problemas Chave do Meio Ambiente. 2 ed. Salvador: Editora do Exopgeo, 995

LIU, William Tse Horng. Aplicações de sensoriamento remoto. Campo Grande: Editora da UNIDERP, 2006.

LOBATO, R. et al. Índice de vegetação por diferença normalizada para análise da redução da mata atlântica na região costeira do distrito de Tamoios – Cabo Frio/RJ. Caderno de Estudos Geoambientais, v.01, n.01, p.14-22, 2010.

LOCH, Carlos. A interpretação de imagens aéreas: noções básicas e algumas aplicações nos campos profissionais. 5. ed. Ver. atual. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2008

MELO, E. T; SALES, M. C. L; OLIVEIRA, J. G. B. de. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para análise da degradação ambiental da microbacia hidrográfica do Riacho dos Cavalos, Crateús-CE. RA'E GA, Curitiba, Departamento de Geografia – UFPR, vol. 23, p. 520-533, 2011.

MIURA, T.; Huete, A. R.; Yoshioka, H.; Holben, B. N. An error and sensitivity analysis of atmospheric resistant vegetation indices derived from dark target-based atmospheric correction. Remote Sensing of Environment, v.78, p.284- 298, 2001.

MOREIRA, M. A. Fundamentos de Sensoriamento Remoto e Metodologias de Aplicação. 2. ed. Viçosa: UFV, 2003. 307 p.

MOREIRA, R.C.. Influência do posicionamento e da largura de bandas de sensores remotos e dos efeitos atmosféricos na determinação de índices de vegetação. Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. São José dos Campos, INPE, 2000

NOBREGA, MA. Identificação da cobertura vegetal e de outros elementos do terreno através do processamento digital de imagens orbitais. Identification of vegetation cover and other terrain elements through digital processing of orbital images. In: com(s) ciência: cultural, technical and scientific journal. No. 4. P 143-159. Conquest victory: uesb, 1993.



NOBREGA, M. A. & MEGURO, M. (2003). Diversidade de Fitofisionomias e Aspectos Fisiográficos da Região Sudeste da Chapada Diamantina – BA. São Paulo: USP.

NOBREGA, M.A., SANTOS, R. C. & ROCHA, G. S. Solos do Sudeste da Chapada Diamantina - Bahia, Brasil. Soils of the Southeast of Chapada Diamantina - Bahia, Brazil. Conference: XIV Encuentro de Geógrafos de América Latina At: Lima – Peru Affiliation: Universidad Nacional Autónoma de México, 2013.

NÓBREGA, M. A. da; BOAS, A. M. V. Características físico-químicas dos solos da região do alto curso das bacias hidrográficas do Rio Pardo e Paraguaçu e suas relações com as fitofisionomias – Bahia, Brasil. Seven Editora, [S. l.], 2023. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/1439>. Acesso em: 3 jun. 2023.

NOBREGA, M.A & MEIRA, V. C. DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA VEGETAÇÃO NO SUDESTE DA CHAPADA DIAMANTINA - BAHIA. In: XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA At: NATAL, RN Affiliation: Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2007

NOBREGA, M.A & VILAS BOAS, A.M. Soil/phytofisionomy relationship in southeast of chapada diamantina – Bahia, Brazil. The world academy of science, engineering and technology. International journal of geological and environmental engineering. V. 14, no. 12, p. 349-356. 2020.

NOVO, Evlyn Márcia Leão de Moraes; PONZONI, Flávio Jorge. Introdução ao Sensoriamento Remoto. São José dos Campos, 2001.

OLIVEIRA, T. H.; GALVÍNCIO, J. D; SILVA, J. S.; SILVA, C. A.V.; SANTIAGO, M. M.; MENEZES, J. B.; SILVA, H. A.; PIMENTEL, R. M. M. Avaliação da 622 Revista Brasileira de Energias Renováveis, v.6, n.4, p. 606-623, 2017 Cobertura Vegetal e do Albedo da Bacia Hidrográfica do Rio Moxotó com Imagens do Satélite Landsat 5. In: Anais [...]. XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Natal: INPE, abril, p. 2865-2872, 2009.

PINTO, Jamille Oliveira. Análise preliminar das potencialidades ambientais da serra das araras em Ituaçu – BA, com vista a implantação de uma unidade de conservação. Monografia (Graduação em Licenciatura de Geografia pela UESB. Vitória da Conquista – BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, 2015).

PONZONI, F. J. Comportamento espectral da vegetação. Brasília: UnB, EMBRAPA, 2001

PONZONI, F. J., & Shimabukuro, Y. E. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação. São José dos Campos: Parêntese. 2007.

PONZONI, F. J; SHIMABUKURO, Y. E. Sensoriamento remoto no estudo da vegetação. São José dos Campos: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2012.

PONZONI, Flávio Jorge; SHIMABUKURO, Yosio Edemir. Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação. São José dos Campos: Parêntese, 2010

RIZZINI, Carlos Toledo. Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos. 2 ed. Âmbito Cultural Edições Ltda.,1997.

ROSEMBACK, R; FRANÇA, A. A. S; FLORENZANO, T. G. Análise Comparativa dos dados NDVI obtidos de imagens CCD/CBERS e TM/ Landsat5 em uma área urbana. In: Anais [...] XII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 2005, Goiânia. São José dos Campos: INPE, 2005. p.1075-1082.



ROUSE, J. W. et al. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE-1 SYMPOSIUM, 3, 1973. Annals [...] Washington, 1973. p. 309-317.

SANTOS, V. J. D.; NÓBREGA, M. A. da. Physiomic classification of vegetation in the municipality of Vitória da Conquista – Bahia. Seven Editora, [S. l.], 2023. Disponível em: <http://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/850>. Acesso em: 10 may. 2023.

SEI. SUPERINTENDENCIA ESTUDOS ECONOMICOS BAHIA. Disponível em <[http://www.sei.ba.gov.br/site/resumos/indicadores/indicadores\\_2921906.pdf](http://www.sei.ba.gov.br/site/resumos/indicadores/indicadores_2921906.pdf)>. Acesso em 01 de maio de 2023

SPRING: Integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modeling. Camara G.; Souza R.C.M.; Freitas U. M.; Garrido J. Computers & Graphics, v. 20, n.3. p. 395-403, 1996.

VEIGA, Artur José Pires (Coord.). Análise espacial da chapada diamantina, com uso de sensoriamento remoto e SIG, na área de proposição para a criação do Geoparque Serra do Sincorá. Projeto de pesquisa. Vitória da Conquista – BA: UESB, 2018.

VEIGA, A. J. P., BERNARDES, S.E., NOBREGA, M.A. FRANCISCO, L. O. & SILVA, D. de O. Tecnologias aplicadas nas ciências agrárias. In: Fitofisionomias na área de proposição do Geoparque Serra do Sincorá, na Chapada Diamantina, com uso de sensoriamento remoto e sig - brasil. Disponível em: [u85PC6w6TGQ8Ag2BeIK1otl274r3Eh91.pdf](http://brazilianjournals.com.br/u85PC6w6TGQ8Ag2BeIK1otl274r3Eh91.pdf) (brazilianjournals.com.br), 2001

## Análise comparativa da adição de nanopartículas em painéis MDP



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-011>

### Felipe Oliveira Lima

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP-FEG – Guaratinguetá/SP, Brasil.  
E-mail: felipe.oliveira@unesp.br

### Luana Cristal Lirya Silva

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP-FEG – Guaratinguetá/SP, Brasil.

### Cristiane Inácio de Campos

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP-Câmpus de Itapeva – Itapeva/SP, Brasil.

### Higor Rogério Favarim

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - UNESP-Câmpus de Itapeva – Itapeva/SP, Brasil.

### RESUMO

O uso das nanopartículas tem se destacado como alternativa para melhorar as propriedades dos materiais. Portanto, é possível implementar o processo industrial através do uso de nanopartículas, visando o melhoramento da propriedades físico-mecânicas dos painéis à base de madeira. O presente trabalho traz uma revisão de literatura através da qual se baseia a pesquisa realizada na pós-graduação, com o intuito de analisar a viabilidade da produção de painéis particulados de média densidade, produzidos com diferentes nanopartículas, para futuramente comparar os resultados obtidos com as nanopartículas de óxido de cobre e óxido de alumínio. Assim, os ensaios físico-mecânicos analisados foram, inchamento, absorção, densidade, teor de umidade e flexão estática, segundo a ABNT NBR 14810-3:2013.

**Palavras-chave:** Nanomaterial, Propriedades físicas, Propriedades mecânicas, Paineis particulados.

## 1 INTRODUÇÃO

O segmento de painéis à base de madeira vem crescendo e conquistando espaço desde a sua implantação no Brasil. Porém, apesar dessa indústria apresentar constante expansão, inovações são necessárias, buscando sempre pelo melhoramento do produto final, tendo em vista um mercado cada vez mais competitivo. Atualmente, verifica-se que uma alternativa para melhorar as propriedades dos materiais encontrados para os mais diversos segmentos é o uso da nanotecnologia.

O avanço da tecnologia e a expansão dos materiais nanoestruturados no mercado possibilitaram o aprimoramento dos produtos à base de madeira, tais como os Painéis Particulados de Média Densidade (MDP), devido principalmente à necessidade de melhoramento de suas propriedades físico-mecânicas.

Assim, muitas pesquisas realizadas na área de painéis a base de madeira estão relacionadas ao estudo da viabilidade da fabricação com relação às suas principais variáveis, sendo essas a pressão, temperatura e adesivos (AKBULUT & KOÇ, 2006; YEMELE et al., 2008).



Baseando-se nas novas tendências tecnológicas descritas, é possível destacar Durán et al. (2006), que indicou a possibilidade de melhoria da matéria-prima, dos adesivos, e outros aditivos, através da utilização de materiais em escala nanométrica, onde a possibilidade do surgimento de novos comportamentos e propriedades ao se utilizar o nanomaterial, quando comparados as de escala macroscópica, indicaram estudos promissores que podem ser facilmente implantados no setor.

Deste modo, testar a aplicação de um composto comercial em escala nanométrica, para produção de painéis MDP, poderá além de melhorar o inchamento nos painéis, afetar outras propriedades físicas como a absorção de água, tornando o produto mais adequado para usos externos e em ambientes úmidos. Assim, ao analisar a viabilidade da produção de painéis particulados de média densidade, produzidos com diferentes nanopartículas, surge a possibilidade de comparação futura com os resultados obtidos para as nanopartículas de óxido de cobre e óxido de alumínio.

## 2 MÉTODO DE PESQUISA

O presente trabalho traz uma revisão de literatura através qual se baseia a pesquisa realizada na pós-graduação, sendo definido como critério de inclusão: artigos publicados entre os anos de 2005 e 2019, período em que intensificou-se o uso das nanopartículas no mercado. Optou-se por autores que utilizassem o método de produção sol-gel protéico, sendo esse o método padrão utilizado na produção das nanopartículas da pesquisa em questão.

Segundo Maia (2005), o método sol-gel protéico consiste numa variação do processo sol-gel, utilizando um precursor proteico diferente do método convencional, que neste estudo será a gelatina comestível, a qual de acordo com Porto (2007), possui elevada capacidade de biodegradabilidade e biocompatibilidade em ambientes fisiológicos, menos agressivo e possui um baixo custo de produção.

Durante a produção do painel à nanopartícula é adicionada ao adesivo e este encolado nas partículas de madeira, previamente classificadas em 5, 9, 16, 35 e 6 mesh. Assim, após a encolagem o colchão é formado, em três diferentes camadas, seguindo para a pré-prensagem a frio e somente então a prensagem a quente.

Foram pesquisados diferentes tipos de nanopartículas, tendo em vista que o material proposto na pesquisa é uma nanopartícula inovadora,  $Al_2O_3$  e  $CuO$ , ainda pouco estudadas, não encontrando, portanto, trabalhos específicos sobre painéis já produzidos com essas. Assim, o intuito foi analisar a viabilidade da produção de painéis particulados de média densidade, produzidos com diferentes nanopartículas, para futuramente comparar os resultados obtidos com as nanopartículas de óxido de cobre e óxido de alumínio.

Os trabalhos de Silva (2017) e Lima (2018), nos quais os resultados foram comparados painéis produzidos sem nanopartículas (T0) e com 1% de nanopartículas de óxido de alumínio (T1), já o adesivo utilizado foi ureia formaldeído, a temperatura  $180^\circ C$ , a pressão de  $40 \text{ kgf/cm}^2$ , e a madeira



Eucalipto *ssp*, assim como o proposto nesta pesquisa.

Assim, os ensaios físicos e mecânicos analisados foram, respectivamente, inchamento em espessura, absorção de água, densidade aparente, teor de umidade e flexão estática, conforme a norma ABNT NBR 14810-3:2013.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os trabalhos pesquisados como referência foram escritos por Silva (2017) e Lima (2018) e trazem resultados a respeito de painéis particulados de média densidade, produzidos com 1% de nanopartículas (T1). Estes resultados, para ensaios físicos, estão apresentados na Tab. 1.

Tabela 1. Resultados para ensaios físicos obtidos por Silva (2017) e Lima (2018)

	Silva (2017)		Lima (2018)	
	T0	T1	T0	T1
Densidade ( $kg/m^3$ )	599,96 (67,41)	676,57 (50,34)	720,31 (38,06)	739,72 (37,89)
Umidade (%)	6,45 (0,51)	6,61 (0,58)	6,45 (0,51)	6,20 (0,47)
Inchamento 24h (%)	22,2 (7,7)	14,9 (1,5)	19,68 (5,20)	16,92 (2,99)
Absorção 24h (%)	30,29 (8,35)	21,01 (1,17)	25,73 (6,63)	24,75 (5,59)

\*Valores entre parênteses referem-se ao desvio-padrão.

Fonte: Silva (2017) e Lima (2018).

Ao analisar os dados de ambos os autores, foi possível notar que houve um aumento na densidade do painel. Silva (2017) descreve esse feito como resultado de um adensamento dos painéis produzidos com nanopartículas, devido à aceleração da transferência de calor proporcionada pelos nanomateriais adensando, especialmente as camadas externas, o que proporcionou menor espessura das chapas aumentando assim a densidade dessas. Mesmo com essa redução na densidade, os painéis se enquadram nas especificações da norma ABNT NBR 14810:2013

Para o teor de umidade, nenhum dos autores obteve diferença estatística nos resultados, indicando que a nanopartícula não interfere nesta propriedade.

Já com relação ao inchamento, diferença significativa foi obtida pelos dois autores, obtendo um melhoramento dessa propriedade, conseguindo, com a adição das nanos, se adequar à norma ABNT NBR 14810:2013, que traz valores referenciais menores que 18%.

Apesar da norma não trazer referências para o teste de absorção 24h, Surdi et al. (2014) obtiveram para painéis produzidos com resíduos de eucalipto, sem nanopartículas, 83,77%, valor maior do que os valores apresentados. Já Cardoso et al. (2016) obtiveram para o teste de absorção 24 horas em chapas com adição de 2% e 5% de nanocelulose os valores de 182,7 e 219,35% respectivamente.

Assim a adição de nanopartículas pode representar uma alternativa para a diminuição dos valores de inchamento e absorção, porém novos estudos são necessários, para que se comprove a



eficácia dessas, bem como o melhor material a ser utilizado na sua produção.

Com relação aos resultados dos ensaios mecânicos obtido pelos autores, esses podem ser observados Tab. 2.

Tabela 2. Resultados para ensaios mecânicos obtidos por Silva (2017) e Lima (2018)

	Silva (2018)		Lima (2018)	
	T0	T1	T0	T1
MOE (MPa)	1929,37 (360,07)	2320,78 (369,09)	1917,96 (334,60)	2363,15 (258,49)
MOR (MPa)	11,85 (3,02)	13,32 (1,16)	13,78(3,3)	13,24 (1,90)

\*Valores entre parênteses referem-se ao desvio-padrão.

Fonte: Silva (2017) e Lima (2018).

Ao observar os resultados obtidos para o ensaio de caracterização mecânica, foi possível notar que nenhum dos autores encontrou diferença significativa para Módulo de Ruptura (MOR). Entretanto, ao analisar os resultados para Módulo de Elasticidade (MOE), Lima (2018) obteve um melhoramento dessa propriedade ao adicionar as nanopartículas de óxido de zinco. Vale ressaltar ainda, que todos os resultados se enquadraram na norma ABNT NBR 14810:2013, a qual traz valores de 1800 MPa para MOE e 11 MPa para MOR.

Demais autores, como Valle (2015), que estudou a adição de nanopartículas de sílica e Taghiyari (2013), que estudou a adição de nanopartículas de cobre, encontraram valores de MOR de respectivamente 12,25 MPa e 11,55MPa.

Assim, a adição de nanopartículas pode trazer um melhoramento também para as propriedades mecânicas do painel.

#### 4 CONCLUSÃO

Com as análises realizadas, foi possível concluir que as nanopartículas podem interferir positivamente nas diferentes propriedades dos painéis particulados de média densidade (MDP), como demonstraram os autores supracitados.

Destaque especial deve ser dado às propriedades físicas, especialmente tratando-se do inchamento e absorção, propriedades consideradas críticas para os painéis MDP, a adição de nanopartículas melhorou significativamente o desempenho das chapas fabricadas. Revelando-se assim, uma alternativa de estudo promissor para as indústrias do setor, pois a adição de uma pequena porcentagem deste nanomaterial já proporcionou melhora significativa.

Assim, com a necessidade de novos estudos que comprove a eficácia das nanopartículas e do melhor material indicado a sua produção, esta pesquisa se torna uma alternativa interessante, tendo em vista a melhor condutividade do óxido de cobre e óxido de alumínio, se comparados às nanopartículas já estudadas, que podem proporcionar melhor transferência de calor e conseqüentemente uma melhor



cura do painel.

### **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES). Os autores também agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela bolsa de processo N° 2019/02926-4, pelo apoio no desenvolvimento das pesquisas realizadas.



## REFERÊNCIAS

- ABNT. ABNT NBR 14810-1: Chapas de madeira aglomerada: terminologia. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT. ABNT NBR 14810-2: Chapas de madeira aglomerada: requisitos. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT. ABNT NBR 4810-3: Chapas de madeira aglomerada: métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013
- CARDOSO, Gabriel Valim; TEIXEIRA, Francine Pereira; FERREIRA, Érika da Silva. Nanocelulose como catalisador de ureia-formaldeído para produção de painéis aglomerados. Anais do XV Ebramem, Curitiba, mar. 2016
- IWAKIRI, S. Painéis de Madeira Reconstituída. Curitiba: FUPEF, 2005, 247 p.
- LIMA, F. O. Caracterização de painéis mdp com adição de nanopartículas de óxido de zinco. 2018. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Materiais, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, Guaratingetá, 2018.
- MAIA, A. O. G. Sinterização de nanopartículas de NiO por gelatina comestível. 121p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Física, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.
- PORTO, L. C. Filmes formados por gelatina e poli(acrilamida-co-ácido acrílico): efeito da composição, do plastificante e agente reticulante nas propriedades térmicas, mecânicas e absorção de água. 81p. Dissertação (Mestrado). Departamento de Física, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.
- SILVA, L. C. L. Influência das nanopartículas de óxido de zinco na transferência de calor e nas propriedades físico-mecânicas dos painéis MDP. 60 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Estadual Paulista, Itapeva, 2017.
- SURDI, P.G. Aproveitamento de resíduos do processamento mecânico de madeiras amazônicas para a produção de painéis aglomerados de alta densificação. 200f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015
- TAGHIYARI H.R (2011) Study on the effect of nano-silver impregnation on mechanical properties of heat-treated Populus nigra. Wood Sci Technol 45:399–404
- TAGHIYARI HR, RANGAVAR H, FARAJPOUR BIBALAN O (2011) Effect of nano-silver on the reduction of hot pressing time and improvement in physical and mechanical properties of particleboard. Bioresource 6(4):4067–4075
- TAGHIYARI, H. R.; BIBALAN, O. F. Effect of copper nanoparticles on permeability, physical and mechanical properties of particleboard. European Journal of Wood and Wood Products, v.71, n.1, nov 2012.
- VALLE, A. C. M. Análise das propriedades físicas e mecânicas de painéis MDP de madeira de eucalipto com adição de nanopartículas de sílica ao adesivo uréia-formaldeído. 2015. 181. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Estadual Paulista, Itapeva, 2015.

## Produção de mudas de *Annona squamosa* L. através de estaquia em sistema hidropônico



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-012>

### Juliano dos Santos

Professor do Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão.

### Luís Davi Santos Fernandes

Graduando em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Maranhão.

### Arthur Baeta Coutinho

Graduando em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Maranhão.

### Karine Sousa da Silva

Graduanda em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Maranhão.

### Emerson Ferreira Abreu

Graduando em Ciências Biológicas - Universidade Federal do Maranhão.

### Rolzele Robson Marques

Universidade Federal do Maranhão.

### Ilisandra Zanandrea

Professor Adjunto - Universidade Federal do Maranhão.

### RESUMO

A estaquia constitui uma alternativa de superação das dificuldades na propagação de espécies nativas, podendo ser utilizadas para fins comerciais, assim como auxiliar no resgate e conservação de recursos genéticos florestais. Tem se mostrado a alternativa

mais eficaz para a propagação de muitas espécies, pois proporciona a formação de plantas de forma rápida e fácil, em grande quantidade e com baixo custo. Os sistemas hidropônicos possuem alta eficiência no emprego de recursos como água, fertilizantes e área, e o emprego de ambientes de cultivo protegidos permitem a produção em regiões com solos degradados ou com baixa disponibilidade hídrica. Diante destes pressupostos, objetivou-se utilizar a técnica de estaquia em sistema hidropônico para a produção de mudas de *Annona squamosa* L. – visando obter um método rápido de obtenção de plantas para uso em sistemas de produção comercial ou de regeneração de áreas florestais. Para o experimento foram utilizadas estacas com e sem adição de auxina exógena. Após 60 dias em solução nutritiva completa de Hoagland, foram avaliados: Porcentagem de estacas vivas, estacas mortas, estacas com calo e estacas enraizadas, altura, diâmetro da base das mudas, número de ramificações, massa fresca e seca da parte aérea, do sistema radicular, total, relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto, relação altura / massa seca da parte aérea, relação massa seca da parte aérea/ massa seca das raízes e o índice de qualidade de Dickson. O sistema de hidroponia de bancada para multiplicação de plantas através de estaquia em *Annona squamosa* L. apresentou resultados satisfatórios quando utilizado 2g L-1 de AIB na montagem do experimento. As plantas formadas apresentaram sistema radicular e parte aérea considerados adequados para sobrevivência em campo.

**Palavras-chave:** Ata, Sistema hidropônico, Estacas, Recuperação.

## 1 INTRODUÇÃO

A propagação de espécies florestais é realizada principalmente através de sementes. Porém, o uso dessa forma de propagação tem limitado a produção comercial de mudas, pelo fato de as sementes de muitas espécies serem recalcitrantes (CARVALHO, 2003), além do fato de algumas espécies possuírem produção irregular ou baixa de sementes, dificultando o suprimento adequado na produção



de mudas. Outros fatores, como a dificuldade na definição da época ideal de colheita das sementes e do ponto de maturidade do fruto compatível com a maturidade da semente também restringem a propagação sexuada de espécies (SIMÃO et al., 2007). A propagação por sementes também resulta em mudas desuniformes e sujeitas à baixa qualidade em virtude da grande variação genotípica, o que pode ser prejudicial à produtividade dos plantios.

Por outro lado, a propagação vegetativa evita a variabilidade genética, o que proporciona inúmeros benefícios, principalmente pela formação de plantios clonais produtivos (XAVIER et al., 2009). As técnicas de propagação vegetativa, e, dentre elas a estaquia, constituem uma alternativa de superação das dificuldades na propagação de espécies nativas, e podem ser utilizadas para auxiliar no resgate e conservação de recursos genéticos florestais. A estaquia é uma técnica de propagação vegetativa amplamente empregada em muitas espécies, podendo também ser viável para propagar espécies nativas.

Em muitos casos a produção de mudas é feita com intuito de recuperar áreas impactadas, e possui extrema importância em razão da intensa devastação das florestas nativas devido à ação do homem. Porém, as espécies podem ser usadas não só para recuperação de áreas degradadas, mas para reflorestamento, inserção de sistemas agroflorestais e aumento na geração de renda da população.

A propagação vegetativa ou assexuada consiste na produção de mudas a partir de partes ou órgãos da planta (ramos, gemas, estacas, folhas, raízes e outros). Esse processo de multiplicação ocorre por mecanismos de divisão e diferenciação celular e por meio da regeneração de partes da planta matriz e baseia-se nos princípios da totipotencialidade e de regeneração de células. Adicionalmente, a multiplicação pode ser realizada por diversos métodos como enxertia, estaquia, microestaquia e cultura de tecidos (SODRÉ, 2019).

Dentre as técnicas de propagação vegetativa, a estaquia e miniestaquia, constituem uma alternativa de superação das dificuldades na propagação de espécies nativas, podendo ser utilizadas para fins comerciais, assim como auxiliar no resgate e conservação de recursos genéticos florestais. Entretanto, a viabilidade da propagação comercial por estaquia depende da capacidade de enraizamento de cada espécie, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta. (NEVES et al., 2006). Tem se mostrado a alternativa mais eficaz para a propagação de muitas espécies, pois proporciona a formação de plantas de forma rápida e fácil, em grande quantidade e com baixo custo (HARTMANN et al., 2002; MAZZINI, 2012). Além disso, garante a formação de plantas geneticamente idênticas à planta-mãe (CAMPOS & PETRY, 2009). A propagação vegetativa pode acelerar o processo de resgate das espécies florestais vulneráveis das mudanças que ocorrem naturalmente nos habitats ou das decorrentes de ações antrópicas, uma vez que o material de propagação pode ser coletado durante todo o ano (DIAS et al., 2015; GUIMARÃES et al., al., 2019).



Há uma variedade de fatores exógenos e endógenos que influenciam o processo de enraizamento em estacas. Dentre os fatores endógenos destacam-se características genéticas da planta matriz, o nível de inibidores, as condições nutricionais e hídricas da planta doadora de propágulos (Alfenas et al., 2009; Xavier et al., 2009), a juvenilidade dos propágulos, a época de coleta, concentração de fitormônios. Entre os exógenos, os fatores abióticos (temperatura, luz, umidade) são os que mais influenciam.

Os fitormônios estão envolvidos na estimulação do crescimento de raízes adventícias, ativação de células cambiais e promoção do crescimento das plantas (FACHINELLO et al., 2005). Atualmente, o AIB é a auxina sintética mais utilizada na propagação vegetativa por estaquia (HARTMANN et al., 2002; TAMURA et al., 2022), pois possui maior solubilidade e estabilidade em comparação com outros reguladores de crescimento, é fotoestável, menos sensível a degradação biológica, não tóxico em uma ampla gama de concentrações e aplicável a uma ampla variedade de espécies vegetais (HARTMANN, 2002; FACHINELLO et al., 2005; GRATIERI-SOSSELLA et al., 2008).

Entretanto, a variação na resposta aos diferentes reguladores de crescimento vegetal depende de condições ambientais, características genéticas e concentração endógena na planta (FACHINELLO et al., 2005; GRATIERI-SOSSELLA et al., 2008). Isso faz com que a capacidade de enraizamento seja diferente mesmo entre espécies do mesmo gênero (PAULUS et al., 2011). Outro fator importante é que as raízes são muito sensíveis a essas substâncias e qualquer acréscimo, além do necessário, pode tornar-se inibitório à formação de raízes adventícias. Doses excessivas de fitormônio podem promover um efeito contrário ao esperado, podendo ser consideradas fitotóxicas (FACHINELLO et al., 2005; PRETI et al., 2012).

A estaquia se mostrou eficiente em diversas espécies, inclusive de Cerrado, como por exemplo do pequi (GUIMARÃES et al., 2019), da gabioba (MARTINS et al., 2015), *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. (RIOS e RIBEIRO, 2014), *Campomanesia adamantium* (Cambess.) O.Berg (DRESCH et al., 2015), *Vernonia polyanthes* (Spreng.) Less. (GOMES et al., 2015), *Ilex paraguariensis* St. Hil (SÁ et al., 2018), *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (RODRIGUES et al., 2017).

A formação de mudas mais vigorosas permite aumentar a probabilidade de sucesso no estabelecimento da planta, bem como maximiza o seu crescimento ao diminuir o tempo de transplante para o campo. Mudas de boa qualidade apresentam maior potencial de sobrevivência e de crescimento após o plantio, muitas vezes dispensando o replantio e reduzindo a demanda por tratamentos culturais (CRUZ et al., 2006).

No tocante à produção de mudas de espécies nativas, não são conhecidas plenamente as exigências nutricionais da planta, levando ao uso de adubações padronizadas provenientes de estudos realizados com outras espécies florestais (CRUZ, 2004). A falta de informações a respeito dos requerimentos nutricionais das espécies frutíferas do Cerrado conduz à necessidade da realização de



ensaios para obtenção de informações mais precisas para que se possa produzir mudas de melhor qualidade (CRUZ, 2004).

Os sistemas de cultivo sem solo – hidroponia, possuem alta eficiência no emprego de recursos como água, fertilizantes e área, e o emprego de ambientes de cultivo protegidos permitem a produção em contextos de limitação ambiental, como regiões com solos degradados ou com baixa disponibilidade hídrica (BENKE & TOMKINS, 2017; ZEN & BRANDÃO, 2019, PRAMONO et al., 2020). Nesses sistemas de cultivo, o fornecimento de água e nutrientes pode ser mais bem ajustado às necessidades da planta, reduzindo as perdas por excessos. Em comparação com a agricultura tradicional, a hidroponia oferece uma nova opção para produção sustentável de alimentos (LUND et al., 2023), além de aumentar o rendimento das culturas (EL-KAZZAZ & EL KAZZAZ, 2017).

A transferência, adaptação e desenvolvimento de novas tecnologias para produção de espécies nativas deveriam ser prioritários, pois atualmente as questões ambientais também pressionam para o reflorestamento das áreas antropizadas. Acrescenta-se que frente à necessidade da recuperação de ecossistemas degradados, matas ciliares e reservas legais ou ainda para fins comerciais, tem-se a demanda crescente de mudas de espécies nativas (INOUE & PUTTON, 2007).

Com os programas públicos de recuperação ambiental, a necessidade de desenvolvimento de projetos de fixação de carbono e a obrigação das empresas em cumprir as legislações ambientais indicam que haverá crescimento da demanda por mudas de plantas nativas no setor florestal. O atendimento a essa demanda tecnológica inclui incremento nos estudos em diversas áreas, tais como: fisiologia, anatomia, nutrição e ecologia dos sistemas florestais, entre outras. Sendo assim, a hidroponia constitui-se como uma grande alternativa para essa problemática, devido ao fato de não utilizar o solo para produzir determinadas culturas e fornecer a elas a quantidade de nutrientes ideais sem perda de água por evaporação ou lixiviação.

O gênero *Annona* é constituído por plantas lenhosas, de porte arbóreo ou arbustivo, *Annona squamosa* L. é conhecida popularmente por ata, pinha ou fruta do conde. Pertence à família Annonaceae, e apresenta características primitivas, como gineceu apocárpico, estames livres, numerosos, distribuídos espiraladamente em torno do receptáculo floral e polinização realizada predominantemente por besouros (GOTTSBERGER, et al.,1970). Originária da América Central, provavelmente da região das Antilhas, está distribuída pelas várias regiões tropicais e subtropicais do mundo (ARAUJO et al., 1999). Essa planta se adaptou muito bem ao clima do nordeste, onde é encontrada com facilidade no estado do Maranhão.

Destaca-se economicamente no mercado de frutas frescas, sendo destinada basicamente ao consumo in natura (CARVALHO et al., 2000). Além disso, também explorada em nível de subsistência, de maneira extrativista, em pequenos pomares, sem que sejam adotadas técnicas apropriadas de



manejo. Neste caso, a produtividade e a qualidade dos frutos são baixas e a comercialização é feita em feiras livres e às margens de rodovias (SOUSA et al., 2008).

Diante destes pressupostos, objetivou-se utilizar a técnica de estaquia em sistema hidropônico para a produção de mudas de ata - *Annona squamosa* L. – visando obter um método rápido de obtenção de plantas para uso em sistemas de produção comercial ou de regeneração de áreas florestais.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 PREPARO DAS ESTACAS

Foram utilizadas estacas herbáceas, retiradas de galhos jovens, durante o período da manhã. Com auxílio de tesoura de poda, as estacas foram cortadas com aproximadamente 15 cm de comprimento e 0,7 cm de diâmetro, algumas contendo um par de folhas inteiras na parte apical e outras com ausência de folhas apicais, sendo a base da estaca cortada transversalmente em corte reto (imediatamente abaixo de um nó) e, o ápice, cortado em bisel. Na base da estaca foram feitas duas lesões opostas ( $\pm 3$  cm), a fim de expor o câmbio vascular.

### 2.2 ENSAIO PARA DEFINIR A MELHOR CONCENTRAÇÃO DE AIB EM ESTACAS

Para este ensaio, a base das estacas foi imersa em solução contendo zero, 2 g L<sup>-1</sup>, 3 g L<sup>-1</sup> e 4 g L<sup>-1</sup> de AIB durante 10 segundos, e imediatamente transferidas para bandeja de isopor contendo terra e regadas com água sempre que necessário. Foram utilizadas três bandejas por tratamento, sendo cada bandeja considerada uma repetição contendo 15 estacas, totalizando 180 estacas.

Após 60 dias, foram avaliados: Porcentagem de estacas vivas (%EV), porcentagem de estacas mortas (%EM), porcentagem de estacas com calo (%ECC) e porcentagem de estacas enraizadas (%EE).

Os resultados foram submetidos à análise de variância. Os dados de porcentagem foram transformados para arcosen raiz de x. As variáveis quantitativas foram analisadas por regressão linear com auxílio do programa estatístico STATISTICA®.

### 2.3 ESTAQUIA EM SISTEMA HIDROPÔNICO

Para o experimento foram utilizadas estacas sem adição de auxina exógena e estacas cuja base foi imersa em solução contendo 2 g L<sup>-1</sup> de AIB durante 10 segundos. Imediatamente as estacas foram transferidas para bandeja contendo solução nutritiva completa de Hoagland (Hoagland e Arnold, 1940). Foram utilizadas três bandejas por tratamento, sendo cada bandeja considerada uma repetição contendo 30 estacas, totalizando 180 estacas.

Após 60 dias, foram avaliados: Porcentagem de estacas vivas (%EV), porcentagem de estacas mortas (%EM), porcentagem de estacas com calo (%ECC) e porcentagem de estacas enraizadas



(%EE). Além disso, também foram avaliados altura (A, cm), diâmetro da base das mudas (D, cm), número de ramificações, massa fresca da parte aérea (MFPA), massa fresca do sistema radicular (MFR), massa fresca total (MFT), massa seca da parte aérea (MSPA), a massa seca do sistema radicular (MSR), e os diferentes índices de qualidade de mudas, como massa fresca total (MFPA + MFR), massa seca total (MSPA+MSR), relação altura da parte aérea e diâmetro do coleto (A/D), relação altura / massa seca da parte aérea (H/MSPA), relação massa seca da parte aérea/ massa seca das raízes (MSPA/MSR) e o índice de qualidade de Dickson (IDQ) (DICKSON et al. 1960):

$$\text{IDQ} = \frac{\text{MST}}{\text{A/D} + \text{MSPA/MSR}}$$

Onde: MST = Massa seca total (g), A = Altura da parte aérea (cm), D = Diâmetro do coleto (mm), MSR = Massa seca de raiz (g), MSPA = Massa seca da parte aérea (g).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as médias das variáveis comparadas pelo teste de T Student ( $P \leq 0,05$ ). Os dados de porcentagem foram transformados para  $\arcsen$  raiz de x. As variáveis foram analisadas com auxílio do programa estatístico STATISTICA.

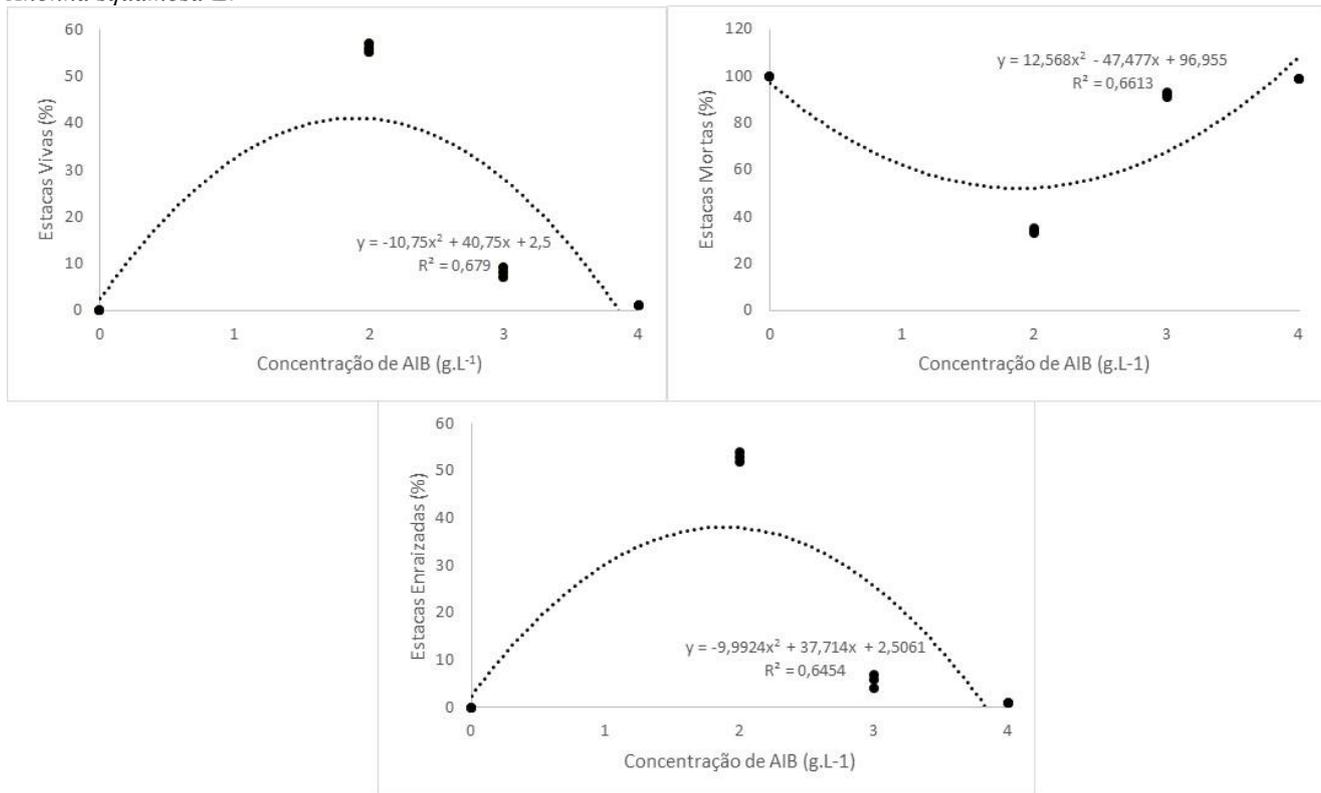
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ENSAIO PARA DEFINIR A MELHOR CONCENTRAÇÃO DE AIB EM ESTACAS

Neste ensaio foi observado que a concentração de 2 g.L<sup>-1</sup> de AIB promoveu os melhores resultados de sobrevivência e de enraizamento nas estacas de ata (56% e 34%, respectivamente) (Figura 1), além de 3% de estacas com calo. A concentração de 3 g.L<sup>-1</sup> promoveu 8% de sobrevivência, 6% de estacas enraizadas e 2% de estacas com calo. As estacas plantadas sem auxina exógena apresentaram 100% de morte, mostrando que essa espécie precisa de auxina exógena na base da estaca para enraizar. As estacas tratadas com 4 g.L<sup>-1</sup> de AIB apresentaram 1% de sobrevivência e enraizamento.



Figura 1: Porcentagem de estacas vivas (%EV), porcentagem de estacas mortas (%EM) e porcentagem de estacas enraizadas (%EE) com diferentes concentrações de Ácido Indol-Butírico (AIB) testadas no enraizamento de estacas de *Annona squamosa* L.



### 3.2 ESTAQUIA EM SISTEMA HIDROPÔNICO

A utilização de 2g L<sup>-1</sup> de AIB na base das estacas permitiu uma sobrevivência de 75% das estacas ao final do experimento. Muitas estacas formaram raízes (64%) e 11% formaram apenas calo (Tabela 1).

Tabela 1: Porcentagem de estacas vivas (%EV), porcentagem de estacas mortas (%EM), porcentagem de estacas com calo (%ECC) e porcentagem de estacas enraizadas (%EE) com diferentes concentrações de Ácido Indol-Butírico (AIB) testadas no enraizamento de estacas de *Annona squamosa* L. em sistema hidropônico.

Concentração de AIB	%EV*	%EM*	%ECC*	%EE*
0	0	100	0	0
2 g.L <sup>-1</sup>	75	25	11	64

\*Médias com diferença significativa pelo teste T Student ( $\alpha < 0,05$ ).

Houve uma média de 18 raízes formadas por estaca, com uma média de 16 cm cada raiz (Figura 2). Após o plantio em solo, 95% das mudas sobreviveram e cresceram (Tabela 2 e Tabela 3). Um dos fatores que contribuiu para a alta taxa de sobrevivência após o plantio em solo foi o grande número de raízes em cada estaca, o que permitia um grande aporte de nutrientes e água para a muda.



Tabela 2: Altura (cm), Número de Folhas (NF), Número de Brotações (NB), Diâmetro da base das Brotações (DB), Número de raízes por estaca (NRE) e Comprimento Médio das Raízes (CMR) (cm) de estacas de *Annona squamosa* L. tratadas com diferentes concentrações de Ácido Indol-Butírico (AIB) no enraizamento em sistema hidropônico. Porcentagem de sobrevivência das plantas, avaliada 30 dias após o plantio em solo (%S).

Concentração de AIB	Altura*	NF*	NB*	DB*	NRE*	CMR*	%S*
0	0	0	0	0	0	0	0
2 g.L <sup>-1</sup>	13,7	5,3	1,3	1,0	18,3	15,7	94,7

\*Médias com diferença significativa pelo teste T Student ( $\alpha < 0,05$ ).

Tabela 3: Massa Fresca da Parte Aérea (MFPA, g), Massa Fresca das Raízes (MFR, g), Massa Fresca Total (MFT, g), Massa Seca da Parte Aérea (MSPA, g), Massa Seca das Raízes (MSR, g), Massa Seca Total (MST, g), Relação Altura/Diâmetro da Base da Brotação (A/D), Relação MSPA/MSR e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de estacas de *Annona squamosa* L. tratadas com diferentes concentrações de Ácido Indol-Butírico (AIB) no enraizamento em sistema hidropônico.

Concentração de AIB	MFPA*	MFR*	MFT*	MSPA*	MSR*	MST*	A/D*	MSPA/MSR*	IQD*
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2 g.L <sup>-1</sup>	21,0	18,1	39,1	5,1	4,1	9,2	13,8	1,3	0,6

\*Diferem entre si pelo teste T ( $\alpha < 0,05$ ).

Figura 2: Detalhe do sistema radicular das estacas de *Annona squamosa* L. mantidas em sistema hidropônico por 90 dias.



Na figura 3 podem ser visualizadas as plantas mantidas em casa de vegetação durante 30 dias após o plantio em solo, mostrando desenvolvimento de novas folhas e crescimento das mudas. Após quatro meses de plantio em solo, as plantas já apresentavam grande número de folhas e tamanho bom para plantio em campo, como pode ser visualizado nas figuras 4 e 5.

Figura 3: Plantas de *Annona squamosa* L. produzidas por estaquia em sistema hidropônico durante 60 dias em hidroponia, após 30 dias transplantadas em solo.



Fonte: o autor

Figura 4: Plantas de *Annona squamosa* L. produzidas por estaquia em sistema hidropônico, e transplantadas em solo e mantidas em casa de vegetação por quatro meses.



Fonte: o autor

Figura 5: Plantas de *Annona squamosa* L. mantidas em casa de vegetação por seis meses.



Fonte: o autor

Na produção de mudas, as principais características específicas a serem controladas é a obtenção de plantas com maior uniformidade de crescimento da parte aérea e do sistema radicular, promovendo maior resistência às condições adversas quando plantadas no campo (CORREIA et al., 2013). Para definir um padrão de mudas consideradas ideais para o plantio, são utilizados testes que buscam determinar ao máximo a sua qualidade, que podem utilizar parâmetros baseados em aspectos morfológicos ou fisiológicos da planta (GOMES et al., 2002).

Em relação às estimativas do IQD, os valores obtidos neste trabalho (0,6) (Tabela 3) encontram-se na faixa proposta por HUNT (1990), onde esses autores indicam 0,2 como valor mínimo de IQD para mudas de qualidade.

O IQD tem sido empregado com êxito para avaliar o comportamento de plantas de várias espécies vegetais em campo (FONSECA et al., 2002; AZEVEDO et al., 2010; RUDEK et al., 2013). O seu cálculo considera o equilíbrio da distribuição da biomassa na planta, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes, incluindo altura, diâmetro e biomassas.

A relação A/D neste trabalho foi 13,8 (Tabela 3). Esta relação é muito precisa para a determinação da qualidade de mudas, pois fornece informações sobre estiolamento ou hipertrofia das plantas, ou seja, quanto menor essa relação, mais resistentes são as plantas às condições do ambiente em decorrência do equilíbrio entre as partes da planta (CARNEIRO, 1995). Mudas mais altas e mais espessas são mais indicadas para o plantio no campo (CARNEIRO, 1995). Reis et al. (1994) verificaram que *P. peregrina* apresentou menor relação de altura da planta pelo diâmetro indicando melhor desenvolvimento das mudas.

No entanto, a altura das mudas pode ser muito influenciada por variações ambientais e níveis nutricionais das mudas, os quais variam de acordo com a fertilização fornecida. Por exemplo, o aumento nos teores de nitrogênio pela adubação nitrogenada pode estimular o estiolamento da muda (CARNEIRO, 1995). O crescimento estiolado implicaria em mudas cuja altura padrão seria atingida precocemente, o que implicaria no envio de mudas de baixa qualidade para o campo.



Neste trabalho a relação entre massa seca da parte aérea e do sistema radicular ficou em média 1,3 (Tabela 3), indicando uma boa relação entre a distribuição de assimilados entre ambas partes da planta. Segundo BERNARDINO et al. (2005), a massa seca das raízes tem sido reconhecida como um dos melhores e mais importantes parâmetros para sobrevivência e estabelecimento das mudas em campo. Quanto maior a área do sistema radicular, maior será a superfície de absorção de nutrientes e conseqüentemente, melhor será o desenvolvimento das mudas (MAFIA et al., 2005). No entanto, cabe destacar que o uso destes parâmetros na avaliação da qualidade de mudas em nível operacional pelos produtores de mudas é inviável.

Por outro lado, maior área da parte aérea indica maior área fotossinteticamente ativa, o que conseqüentemente proporcionará maior produção de assimilados para serem utilizados no crescimento da planta. Plantas que alocam maior quantidade de biomassa na parte aérea (folhas e caules) do que nas raízes apresentam a vantagem de aumentarem a proporção fotossíntese/respiração na planta inteira, contribuindo para a manutenção do balanço positivo de carbono e otimização do crescimento nas condições em que se encontram (SILVESTRINI, 2000).

#### 4 CONCLUSÃO

O sistema de hidroponia de bancada para multiplicação de plantas através de estaquia em *Annona squamosa* L. apresentou resultados satisfatórios quando utilizado 2g L<sup>-1</sup> de AIB na montagem do experimento. As plantas formadas apresentaram sistema radicular e parte aérea considerados adequados para sobrevivência em campo.

#### AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Maranhão – FAPEMA, pelo apoio financeiro.



## REFERÊNCIAS

- ALFENAS, A.C. et al. Clonagem e doenças do eucalipto. 2.ed. Viçosa: UFV, 2009. 500p.
- ALLARD, G.; NELSON, C.J.; PALLARDY, S.G. 1991. Shade effects on growth of tall fescue: I. leaf anatomy and dry matter partitioning. *Crop Science*, 31: 163-167.
- ARAÚJO, J.F.; ARAÚJO J.F.; ALVES, A.A.C. Instruções técnicas para o cultivo da pinha (*Annona squamosa* L.). Salvador: EBDA, 1999. 44p. il. (EBDA – Circular técnica, n.7).
- AZEVEDO, I. M. G.; ALENCAR, R. M.; BARBOSA, A. P.; ALMEIDA, N. O. Estudo do crescimento e qualidade de mudas de marupá (*Simarouba amara* Aubl.) em viveiro. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 40, p. 157-164, 2010.
- BENKE, K.; TOMKINS, B. Future food-production systems: Vertical farming and controlled-environment agriculture. *Sustain Sci Pract Policy*, v.13, p.13–26, 2017.
- BERNARDINO, D. C. S.; PAIVA, H. N.; NEVES, J. C. L.; GOMES, J. M.; MARQUES, V. B. Crescimento e qualidade de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) em resposta à saturação por bases do substrato. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 29, p. 863 - 870, 2005.
- CAMPOS, C.C.; PETRY, C. 2009. Propagação vegetativa e potencial paisagístico de uma verbena rasteira. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v.14, n.2, p. 169-178, 2009.
- CARNEIRO, J.G.A. Produção e controle de qualidade de mudas florestais. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995. p. 309-356.
- CARVALHO, P. S. BEZERRA, J. E. F., LEDERMAN, I. E.; ALVES, M. A.; MELO NETO, M. L. Avaliação de genótipos de pinheira (*Annona squamosa* L.) no vale do rio Moxotó III- Características de crescimento e produção-1992 a 1997. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.22, n. 1, 2000.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies arbóreas brasileiras. Colombo: Embrapa-CNPQ; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 1039 p.
- CORREIA, A.C.G. SANTANA, R.C.; OLIVEIRA, M.L.R.; TITON, M.; ATAÍDE, G.M.; LEITE, F.P. Volume de substrato e idade: influência no desempenho de mudas clonais de eucalipto após replantio. *Cerne*, Lavras, v. 19, n. 2, p. 185-191, 2013.
- CRUZ, C.A.F.; PAIVA, H.N.; GUERRERO, C.R.A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-casca (*Samanea inopinata* (Harms) Ducke). *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.30, n.4, p.537-546, 2006.
- CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GOMES, K. C. O.; GUERRERO, C. R. A. Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* Mart. Standley). *Scientia Forestalis*, Piracicaba, n. 66, p. 100 - 107, 2004.
- DIAS, P.C.; et al. Vegetative rescue of *Anadenanthera macrocarpa* trees. *Cerne*, v. 21, n. 1, p. 83-89, 2015.
- DICKSON, A; LEAF, A. L; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. *Forestry Chronicle*, v. 36, p. 10-13, 1960.



DRESCH, D.N.; MASETTOS, T.E.; SCALON, S.P.Q. Campomanesia adamantium (Cambess.) O. Berg seed desiccation: influence on vigor and nucleic acids. Agrarian Sciences An. Acad. Bras. Ciênc. v. 87, n.4, p.2217-2228, 2015.

EI-KAZZAZ, K.A.; EI-KAZZAZ, A.A. Soilless Agriculture a New and Advanced Method for Agriculture Development: an Introduction. Agric Res Technol Access J, v.3. p. 63–72, 2017.

FACHINELLO, J.C.; et al. Propagação vegetativa por estaquia. In: Propagação de plantas frutíferas. Embrapa Informações Tecnológicas, p. 69-109, Brasília. 2005.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZAM E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. Revista Árvore, Viçosa, v. 26, p. 515 - 523, 2002.

GOMES JM; COUTO L; LEITE HG; XAVIER A; GARCIA SLR. 2002. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*. Revista Árvore, 26: 655-664.

GOMES, J.A.O.; TEIXEIRA, D.A.; MARQUES, A.P.S.; BONFIM, F.P.G. Diferentes substratos na propagação por estaquia de assa-peixe (*Vernonia polyanthes* Less). Rev. Bras. Pl. Med., Campinas, v.17, n.4, supl. III, p.1169-1176, 2015.

GRATIERI-SOSSELLA, A. et al. Propagation of swamp corticeira (*Erythrina crista-galli* L.) (Fabaceae) by the cutting technique. Revista Árvore, v. 32, n. 1, p. 163-171, 2008.

GUIMARÃES, R.N.; et al. Vegetative propagation of pequi (souari nut) by cutting. Ciência Rural, v. 49, 2019.

HARTMANN, H.T.; et al. Plant propagation: principles and practices. 7th ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.

HUNT, G.A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLINGS SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, Roseburg, 1990. Proceedings... p. 218-222. Fort Collins: United States Department of Agriculture, Forest Service, 1990.

INOUE, M. T.; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas da floresta ombrófila mista. Revista Floresta, Curitiba, v. 37, n. 1, p. 55-61, 2007.

LUND, A.; SHAKEEL, H.C.; SHAKEEL, A.S.; MUKHTIAR, A.L.; BENISH, N.M.; GHASSAN, Z.; KHALIL, L. Construction and evaluation of a hydroponic system for cultivation of tomato. Pure Appl. Biol., v.12, n.1, p.694-702, 2023.

MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C., SIQUEIRA, L.; FERREIRA, E. M.; LEITE, H. G.; CAVALLAZZI, J. R. P. Critério técnico para determinação da idade ótima de mudas de eucalipto para plantio. Revista Árvore, Viçosa, v. 29, p. 947 - 953, 2005.

MAZZINI, R.B. Propagação vegetativa e produção de mudas de Bauhinia spp. Jaboticabal, 2012. Dissertação (doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

NEVES, T.S. et al. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. Pesquisa agropecuária brasileira, v. 41, p. 1699-1705, 2006.



PAULUS, D. et al. Avaliação de substratos orgânicos na produção de mudas de hortelã (*Mentha gracilis* R. Br. e *Mentha x villosa* Huds.). Revista Brasileira Plantas Mediciniais, v.13, n.1, p.90-97, 2011.

PRAMONO, S.; NURUDDIN, A.; IBRAHIM, M.H. Design of a hydroponic monitoring system with deep flow technique (DFT). In: AIP Conference Proceedings, p. 2217, 2020.

PRETI, E. A. et al. Estaquia de Resedá-Nacional (*Physocalymma scaberrimu* Pohl.) em diferentes substratos e concentrações de AIB. Ciência Florestal, v. 22, n. n. 2, p. 377–383, 2012.

REIS, G.G.; REIS, M.G.F.; PAULA, R.C.; MAESTRI, M.; BORGES, E.E.L. Crescimento e ponto de compensação lumínico em mudas de espécies florestais nativas submetidas a diferentes níveis de sombreamento. Viçosa, MG, Revista. Árvore, 1994. v.18, n.2, p.97-106.

RIOS, M.N.S.; RIBEIRO, J.F. Enraizamento de estacas de cinco espécies de mata de galeria em diferentes épocas do ano. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18; p. 1524-1533, 2014.

RODRIGUES, M.B.; PIMENTEL, N.; LENCINA, K.H.; KIELSE, P.; BISOGNIN, D.A. Enraizamento de miniestacas de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* Vell. Mattos). Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.19, n.1, p.129-137, 2017.

RUDEK, A.; GARCIA, F.A.O.; PERES, F.S.B. Avaliação da qualidade de mudas de eucalipto pela mensuração da área foliar com o uso de imagens digitais. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.17; p. 2013 3775- 3787, 2013.

SÁ, F.P.; PORTES, D.C.; WENDLING, I.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. Miniestaquia de erva-mate em quatro épocas do ano. Ciência Florestal, v. 28, n.4, p. 1431-1442, 2018.

SILVESTRINI, M. Fotossíntese e acúmulo de biomassa em plantas jovens de duas espécies arbóreas de diferentes grupos ecológicos (pioneira x climácica) de uma floresta estacional semidecidual. 2000. 112 f. Dissertação de Mestrado em Ecologia. UNICAMP, Campinas, SP.

SIMÃO, E.; NAKAMURA, A. T.; TAKAKI, M. Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae). Biota Neotropica, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 67-73, 2007.

SODRÉ, G. A. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Prêmio Ceres. MAPA/Prêmio Ceres. 2019.

SOUSA, S. A.; PELACANI, C. R.; VIEIRA, E. L.; LEDO, C. A. S. Superação da dormência em sementes de pinha. Revista Caatinga, Mossoró, v. 21, n. 4, 2008.

TAMURA, M.M.N.; et al. Indolebutyric acid on the rooting of Fuchsia spp. cuttings. Ciência Rural, v. 52, 2022.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; DA SILVA, R.L. Silvicultura clonal: princípios e técnicas. Viçosa: Ed UFV, 2009. 272 p.

ZEN, H.D.; BRANDÃO, J.B. Competitividade da produção hidropônica de hortaliças folhosas no Brasil. Revista de Política Agrícola, Ano XXVIII – No 1 – Jan./Fev./Mar. 2019.

## O papel dos drones na agricultura 4.0 e 5.0: Auxílio tecnológico para uma agricultura eficiente, produtiva e sustentável



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-013>

### **Kenedy Daniel Calegari Furtado**

Graduado em Física  
Instituto Federal de Ciências e Tecnologia de Rondônia

### **Victor Esmite Barroso de Carvalho**

Graduado em Física  
Instituto Federal de Ciências e Tecnologia de Rondônia

### **Gabriel Marcos Rodrigues Barbosa**

Graduado em Física  
Instituto Federal de Ciências e Tecnologia de Rondônia

### **Hyorran Cristian Paes Ferreira**

Graduado em Física  
Instituto Federal de Ciências e Tecnologia de Rondônia

### **Mauro Guilherme Ferreira Bezerra**

Doutor em Física pela Universidade de Brasília (UnB)  
Instituto Federal de Ciências e Tecnologia de Rondônia

### **RESUMO**

Agricultura 4.0 e 5.0 são metodologias inovadoras que visam integrar tecnologias avançadas com o objetivo de otimizar a produção agrícola. Neste contexto, os drones assumem um papel de destaque, devido à sua capacidade de recolha de dados precisos que permitem uma tomada de decisão mais rápida. A adoção dessas tecnologias na agricultura permite o monitoramento eficaz das lavouras, detecção precoce de doenças e pragas, aplicação precisa de fertilizantes e defensivos, redução do impacto ambiental e aumento da produção e eficiência agrícola. A tendência de incorporar drones na agricultura vem ganhando cada vez mais incentivo e é uma ferramenta promissora para o futuro da agricultura.

**Palavras-chave:** Agricultura 4.0, Agricultura 5.0, Drones na agricultura, Metodologias inovadoras, Tecnologias avançadas.

## **1 INTRODUÇÃO**

A busca por práticas agrícolas tem resultado em melhorias na competência do uso de recursos e insumos na agricultura. Uma das ferramentas utilizadas para alcançar esse objetivo é a agricultura de precisão (AP), que ajuda os produtores a tomar decisões mais precisas e eficientes, promovendo um manejo sustentável da lavoura (ARANTES et al., 2019). A fim de tornar a produção agrícola ainda mais eficiente, sustentável e conectada, têm sido desenvolvidas novas abordagens tecnológicas, como a Agricultura 4.0 e a Agricultura 5.0. Ambas buscam integrar tecnologias avançadas, como inteligência artificial, Internet das Coisas, robótica, impressão em 3D e sensoriamento remoto, para otimizar os processos agrícolas e reduzir o impacto ambiental. Este texto explora essas duas abordagens, destacando a utilização de drones e tecnologias envolvidas.



## 2 OBJETIVOS

Dada a importância e aplicabilidade na agricultura, objetivou-se realizar uma pesquisa de literatura científica sobre o uso de drones na agricultura 4.0 e 5.0, para obter um melhor entendimento sobre essa ferramenta e suas aplicações na agricultura moderna, bem como identificar as principais inovações e tendências tecnológicas que estão surgindo nesse setor.

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia adotada foi o levantamento documental, que consistiu na busca de artigos científicos relacionados ao assunto em plataformas como o Google Scholar, periódicos da CAPES e revistas de agronegócio. Essa pesquisa possibilitou a análise de diversos materiais publicados, permitindo uma exposição e discussão sobre o papel dos drones na agricultura 4.0 e 5.0. A abordagem utilizada permitiu uma análise detalhada das informações disponíveis na literatura, oferecendo uma visão ampla e atualizada sobre o tema.

### 3.1 AGRICULTURA 4.0

A Agricultura 4.0 é uma evolução da agricultura moderna, baseada em tecnologias avançadas e na integração de diversos sistemas de informação. Ela é caracterizada pelo uso de dispositivos e sistemas conectados em rede, como drones, sensores, sistemas de geolocalização e inteligência artificial, permitindo a coleta, análise e utilização de dados em tempo real.

De acordo com Simões et al., (2017, p. 52):

Termos, como Tecnologia da Informação na Agricultura, Agricultura de Precisão, Agricultura Digital e Agricultura 4.0, estão começando a 'viralizar', com o apoio das nuvens (cloud), computação de alto desempenho e por meio dos aplicativos para dispositivos móveis (apps) usados no dia a dia do campo.[...] O país, com seu protagonismo no agronegócio, vem aplicando geotecnologias para agricultura de precisão, como o uso de sensores, nanotecnologia, previsão de safra, monitoramento in situ, modelagem de cenários de mudanças globais.

Agricultura 4.0 tem sido estudada como uma inovação disruptiva<sup>1</sup> no agronegócio brasileiro (VILLAFUERTE; VALADARES, 2019). De acordo com os autores, essa abordagem envolve a integração de tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Big Data, robótica, inteligência artificial e outras, para tornar a produção agrícola mais eficiente e sustentável.

A Agricultura 4.0 é considerada um enriquecimento da Agricultura de Precisão, que já utilizava tecnologias como GPS e sensoriamento remoto para otimizar o uso de insumos e reduzir custos. (VILLAFUERTE; VALADARES, 2019). E tem como uma de suas principais metas oferecer aos produtores rurais uma compreensão minuciosa de suas atividades, viabilizando escolhas mais

---

<sup>1</sup> O termo "disruptiva" é comumente utilizado para descrever inovações que rompem com modelos de negócios ou paradigmas estabelecidos, gerando uma mudança significativa na forma como as coisas são feitas.



conscientes e acuradas. Por meio de tecnologias como sensores e drones, é possível realizar um monitoramento mais detalhado das plantações, das condições climáticas e do solo, o que garante um controle mais preciso das atividades de irrigação, adubação e aplicação de agroquímicos (GHIRALDELLI, 2020).

Além disso, a Agricultura 4.0 também tem um grande potencial para reduzir os impactos ambientais da agricultura, por meio de práticas de manejo mais precisas e sustentáveis.

### 3.2 AGRICULTURA 5.0

A Agricultura 5.0 é uma evolução do conceito de Agricultura 4.0, que tem como objetivo utilizar tecnologias de ponta para aumentar a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade do setor agrícola. Essa nova fase busca não apenas a automação e digitalização dos processos agrícolas, mas também uma integração maior entre a agricultura e outras áreas, como a indústria, a tecnologia da informação e a biologia.

Martos et al. (2021) destacaram a importância do sensoriamento remoto para garantir a sustentabilidade na Agricultura 5.0, que se refere a uma agricultura mais conectada, inteligente e humanizada que utiliza tecnologias como inteligência artificial, big data, internet das coisas e robótica para uma gestão mais precisa dos recursos naturais, como a água e o solo, bem como para uma produção mais personalizada e sustentável que tenha em conta as necessidades específicas de cada região e até de cada fábrica. Seu estudo enfatizou o potencial do sensoriamento remoto como uma ferramenta para apoiar os processos de tomada de decisão e otimizar as práticas agrícolas, contribuindo para um setor agrícola mais sustentável e eficiente.

A Agricultura 5.0 envolve a utilização de várias tecnologias avançadas para aumentar a eficiência, a produtividade e a sustentabilidade da produção agrícola. Algumas das principais tecnologias incluem:

#### 3.2.1 Impressão em 3D e 4D

A impressão em 3D permite a fabricação de objetos em três dimensões usando máquinas de impressão, utilizando materiais como plástico, vidro, metais e até mesmo tecidos biológicos. Essa tecnologia pode ser utilizada na produção de ferramentas agrícolas mais específicas e personalizadas. Já a impressão em 4D é uma extensão da impressão em 3D, acrescentando o tempo como quarta dimensão. Essa tecnologia pode ser útil na produção de ferramentas que podem mudar de forma com base em variáveis como luz, temperatura ou outras condições ambientais (DE WILDE, 2016; MELGAR, 2018).



### 3.2.2 Biotecnologia

A agricultura 5.0 também se beneficiará do avanço da biotecnologia, que promoverá melhorias genéticas em cultivos através de diversas aplicações, como o sequenciamento do ADN, clonagem, transgenia, uso de marcadores moleculares, inativação de genes e epigenética<sup>2</sup>. Com essas tecnologias, busca-se a resistência a herbicidas, pragas, doenças, além da adaptação a condições adversas como seca e salinidade. (DE WILDE, 2016; MASSRUHÁ, 2016; MELGAR, 2018).

### 3.2.3 Monitoramento e a modificação do clima

O monitoramento e a modificação do clima referem-se à observação ou alteração do ambiente para mudar o clima. No futuro, tecnologias estão sendo desenvolvidas para minimizar os danos causados por tempestades, furacões e riscos climáticos (DE WILDE, 2016, MASSRUHÁ, 2016; MELGAR, 2018).

## 3.3 APLICAÇÃO DE DRONES NA AGRICULTURA

O uso de drones é uma das ferramentas que estão nessa evolução da agricultura com a tecnologia para atender as necessidades dos agricultores em suas tarefas do dia a dia, sem tripulação e controlado na palma da mão apenas por um controle remoto (SANTOS, 2019). Inicialmente, o drone foi originado como uma ferramenta militar e recebeu nomes diferentes, como Veículo Aéreo Não Tripulado (UAV), Aeronave Miniatura Sem Piloto ou Mini-robôs Voadores. Atualmente está sendo utilizado no setor empresarial, setor de infraestrutura, agricultura, segurança, mineração, entretenimento, telecomunicações e setor de transporte. (HAFEEZ, 2022).

Drones na agricultura podem trazer mais eficiência na gestão da fazenda. Eles estão entre as principais ferramentas de agricultura de precisão e favorecem o aumento da produtividade, a redução de custos e a sustentabilidade ambiental. (BITTENCOUR, 2022).

No contexto da Agricultura 5.0, os drones têm um papel importante como ferramenta de coleta de dados, monitoramento de plantações e aplicação precisa de insumos, permitindo uma gestão mais eficiente dos recursos e uma produção mais sustentável. Ainda, os drones podem auxiliar no mapeamento de áreas de plantio e na identificação de problemas, como doenças e infecções, permitindo ações rápidas e precisas para sua solução.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A agricultura 4.0 e 5.0 representam avanços promissores na tecnologia agrícola e oferecem soluções inovadoras para os desafios enfrentados pelos agricultores. O drone agrícola é uma das

---

<sup>2</sup> A epigenética é o estudo de mudanças hereditárias no funcionamento dos genes que não envolvem alterações na sequência do DNA.



principais ferramentas utilizadas em ambas as agriculturas, permitindo monitoramento de plantações, detecção precoce de problemas e pulverização de pesticidas de forma mais precisa e eficiente.

Com a agricultura 4.0, o drone agrícola já é uma realidade e está sendo amplamente utilizado por agricultores em todo o mundo, no entanto, o atual uso da tecnologia depende inteiramente de comandos e monitoramentos humanos. Já com a agricultura 5.0, podemos esperar ainda mais avanços na tecnologia agrícola, tal como um ambiente mais conectado, com ênfase no uso de drones mais inteligentes, autônomos e humanizados.

## 5 CONCLUSÃO

Do levantamento documental, que consistiu na busca de artigos científicos relacionados ao uso de drone como auxílio tecnológico para uma agricultura eficiente, produtiva e sustentável em plataformas como o Google Scholar, periódicos da CAPES e revistas de agronegócio, foi possível familiarizar os leitores em geral a respeito das Agriculturas 4.0 e 5.0. Evidenciando suas diferenças e metodologias inovadoras. No entanto, é importante destacar que, apesar dos avanços tecnológicos, a confiabilidade e a divulgação do uso de drones na agricultura ainda precisam ser aprimoradas para garantir uma visão ampla e atualizada sobre o tema.



## REFERÊNCIAS

- Arantes, B. H. T.; Arantes, L. T.; Costa, E. M.; Ventura, M. V. A. Drone aplicado na agricultura digital. *Ipê Agronomic Journal*, v. 3, n. 1, p. 14-18; 2019.
- Bittencourt, M. Drones agrícolas: veja como melhor utilizá-los na fazenda. 2022. [Acesso em: 26 de abril de] Available from: <https://blog.aegro.com.br/drones-agricolas/2023>.
- De Wilde, Silke. O futuro da tecnologia na agricultura. O Centro de Estudos da Holanda para Tendências Tecnológicas. Publicação STT nº. 81; 2016.
- Ghiraldelli, Ana Lígia. Drones na Agricultura: Como eles te ajudam a lucrar mais [Acesso em: 26 de abril de 2023]. Available from: <https://www.amazon.com.br/Drones-na-Agricultura-Como-lucrar-ebook/dp/B0XXXXXXXXX>; 2022.
- Hafeez, Abdul; Husain, Mohammed Aslam; Singh, SP; Chauhan Anurag; MHD; Khan Tauseef; KUMAR Navneet; Chauhan Abhishek; Soni, SK Implementação da tecnologia drone para monitoramento agrícola e pulverização de pesticidas: uma revisão; 2022.
- Martos, Vanesa, et al. "Garantir a sustentabilidade agrícola por meio de sensoriamento remoto na era da agricultura 5.0." *Ciências Aplicadas* 11.13; 2021.
- Massruhá, SMFS; Leite, MA de A. 2016. Agricultura Digital. RECoDAF – Revista Eletrônica Competências Digitais para Agricultura Familiar, Tupã, v. 2, n. 1, pág. 72-88, jan./jun. 2016. ISSN: 2448-0452. Brasil; 2016
- Melgar, Mário. "Agricultura digital o Agricultura 4.0." CENGICANA: Memoria Presentación de resultados de investigación Zafra 2018 (2017): 12-18;2018
- Santos, Alexsandro Oliveira; Caviochioli, Fábio Alexandre; Soares, Nathalia Maria; Claudino, Tainá da Silva. AGRICULTURA 4.0: uso dos drones. Brasil; Faculdade de Tecnologia de Taquaritinga (FATEC); 2019.
- Simões, M.; Soler, L; S.; Py, H. Tecnologias a serviço da sustentabilidade e da agricultura. Boletim informativo da SBCS; 2017.
- Villafuerte, Andrés; Valadares, Fabrício G.; Campolina, Gabriel França; Silva, Matheus Giovannini Pessoa da. Agricultura 4.0 - Estudo de inovação disruptiva no agronegócio brasileiro. Transferência de Tecnologia – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Faculdade Promove de Sete Lagoas, Faculdade Pitágoras de Belo Horizonte – Unidade Antônio Carlos, Líder Técnico – GroupSoftware, Consultoria Técnica – SILOTI & CIA. [Acesso em: 26 abr. 2023]. Available from: URL. Exemplos:<https://www.embrapa.br/documents/1355121/20977104/Agricultura+4.0+Estudo+de+inov+a%C3%A7%C3%A3o+disruptiva+no+agroneg%C3%B3cio+brasileiro.pdf/5d98796d-ff0e-664d-e7b7-6d74d7f2341b>; 2019.

## Políticas ambientais como fundamento da gestão ambiental nos municípios brasileiros



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-014>

### Norberto Gomes Vieira

Especialista em Engenharia Ambiental. Centro Universitário Nove de Julho, São Paulo, Brasil. Universidade Metropolitana de Santos (UNIMES), Avenida Conselheiro Nébias, 536 - Encruzilhada, 11045-002, Santos, São Paulo, Brasil  
E-mail: norberto.ngvieira@gmail.com

### Vinicius Roveri

Doutor em Ecologia e Saúde Ambiental. Universidade Fernando Pessoa, Porto, Portugal. Universidade Metropolitana de Santos (UNIMES), Avenida Conselheiro Nébias, 536 - Encruzilhada, 11045-002, Santos, São Paulo, Brasil  
Centro Interdisciplinar de Investigação Marinha e Ambiental (CIIMAR/CIMAR), Avenida General Norton de Matos S/N, 4450-208 Matosinhos, Portugal  
Laboratório de Pesquisa em Produtos Naturais, Universidade Santa Cecília (UNISANTA), Rua Cesário Mota 8, F83A, 11045-040 Santos, São Paulo, Brasil  
E-mail: viniciusroveri@bol.com.br

### RESUMO

Este trabalho tem a finalidade de realizar uma análise sobre as aplicabilidades local e regional das políticas ambientais municipais do Brasil, partindo-se da observação de três municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista, São Paulo, Brasil, que, de alguma forma, realizam o licenciamento ambiental municipal, que é o instrumento dessa política pública, cuja hipótese se consolida na pouca efetividade da gestão ambiental local em função da falta de diretrizes específicas para o monitoramento do desempenho ambiental desses municípios. Observou-se, portanto, que a falta de uma política bem estabelecida, com foco na vocação municipal e regional interfere na realização de análises de desempenho ambiental mais profundas e, sobretudo, constatou-se que a aplicação de políticas e sistemas regionais seria uma opção viável para a resolução do tema na Região Metropolitana da Baixada Santista.

**Palavras-chave:** Planejamento Ambiental, Licenciamento Ambiental Municipal, Política Municipal de Meio Ambiente.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que detém um dos maiores arcabouços biológicos do planeta, tanto pelo tamanho de sua área territorial quanto pelo clima, pela disponibilidade de recursos hídricos e pela variabilidade genética disponível<sup>1</sup>. O que não soa estranho, haja vista se encontrar em seu território um dos maiores biomas florestais do mundo, que é a Amazônia, embora, ambientalmente, não se resume só a isso.

O Bioma da Mata Atlântica, por exemplo, que já ocupou a costa leste brasileira de norte a sul, possui seus remanescentes, parte em unidades de conservação, parte lutando para não desaparecer em meio à ocupação costeira e, mesmo assim, possui diversidade maior do que aquelas existentes em alguns países mundo a fora<sup>2</sup>.

<sup>1</sup> MMA, 2022.

<sup>2</sup> Ibid., 2022.



Assim, com um patrimônio biológico e com um arcabouço de recursos naturais dessa monta, não seria diferente que o Estado brasileiro se organizasse a fim de que fossem atendidos os preceitos e os ideais de sua Carta Magna no que concerne à manutenção desses estoques naturais.

Mesmo antes da Constituição de 1988, o Brasil já possuía um olhar para o meio ambiente natural, embora a preocupação, até a metade do século XX, tenha sido exercida com viés patrimonialista e, portanto, individualizada. Todavia, a partir da publicação do Código Florestal de 1965 o país experimentou um avanço exponencial na atuação legislativa no que diz respeito à manutenção dos recursos naturais, para presentes e futuras gerações.

Prova disso é que, antes da publicação da Carta Magna, em 1988, em 1981, o Brasil já contava com uma moderna Política Nacional de Meio Ambiente, que, inclusive, vige, e que traz ideais e instrumentos de controle e gestão que fazem parte de um sistema de proteção ambiental mais complexo, atribuindo responsabilidades específicas aos entes federativos.

Um desses instrumentos, que exerce materialmente o princípio da prevenção e, até mesmo, o da precaução, é o licenciamento ambiental, tendo como fundamento a análise prévia e periódica dos aspectos ambientais relacionados à uma determinada atividade econômica e seus respectivos impactos ambientais.

Essa ferramenta de controle que, relembrando, faz parte de um sistema organizado, o Sistema Nacional de Meio Ambiente - SISNAMA, tinha como agentes competentes para sua execução, na sua forma regulamentada, o órgão licenciador federal (IBAMA) e os órgãos seccionais estaduais (como a CETESB, no caso do estado de São Paulo).

A partir de 2011, com a publicação da Lei Complementar n.º 140 daquele ano, o legislador passou a determinar a execução do controle ambiental de uma forma descentralizada, criando, a partir deste diploma, a possibilidade de que o município passasse a realizar o controle ambiental nos casos em que os impactos se restringissem aos limites do seu território, entre outros requisitos que serão vistos oportunamente.

Dessa forma, a pesquisa tenta trazer luz ao seguinte problema: há condições para que a municipalidade exerça somente a atividade meio da gestão do meio ambiente local, sem se ater à um planejamento eficiente que eleve a um patamar de sustentabilidade ambiental de sua região?

Ou seja, se a gestão do meio ambiente, se consagra pelo planejamento<sup>3</sup> e, portanto, pelo estabelecimento de metas aplicáveis e que estas diretrizes estão, em regra, estabelecidas por meio de uma política de meio ambiente e; sabendo que o município não é obrigado a instituir uma política municipal de meio ambiente (PMMA), a falta deste instrumento e de suas diretrizes contrariam os ideais da Lei Federal 6.938/81 no que se refere ao exercício do SISNAMA no escopo local?

---

<sup>3</sup> Inciso II do artigo 2º da Lei 6.938/81



Para tentar provocar uma discussão sobre esse tema, este trabalho será realizado com base no levantamento de referências que tratem sobre o tema nas suas formas físicas e digitais, sendo, para essa última, utilizada a ferramenta de busca em repositórios acadêmicos por meio das ferramentas *Google Academics* e *Scielo*, utilizando-se dos termos “licenciamento ambiental municipal”, “convênios multifinalitários” e “política ambiental de meio ambiente”, observando-se resultados a partir do ano de 2001.

Assim, sem que haja a pretensão de esgotá-lo, ao contrário, este trabalho irá apresentar ao leitor alguns conceitos basilares sobre o meio ambiente, como ele é organizado no ordenamento jurídico brasileiro e trará também, algumas questões idealistas e instrumentalizadoras contidas na Política Nacional do Meio Ambiente.

A partir daí, se faz necessário contextualizar as questões fundamentais ligadas ao licenciamento ambiental, enquanto instrumento de controle de degradação do meio ambiente, as formas e as consequências de sua descentralização, além de tentar traçar um paralelo entre a organização do SISNAMA no âmbito federal e a organização equivalente no âmbito do município.

Havidas essas informações, partir-se-á para uma análise sobre o próprio instrumento do licenciamento ambiental, e sobre como funcionam as estruturas legais relacionadas a este instituto nos três municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista que estão aptos ao exercício pleno deste tipo de controle ambiental.

Ao término, passa-se à discussão sobre como uma política de meio ambiente pensada regionalmente poderia ser aplicada na RMBS, com base na análise de uma gestão já implementada no sul do país e, por fim, se fará a discussão acerca da forma como o licenciamento ambiental está estruturada na região, como poderia ser, e as implicações da falta de uma política ambiental pensada para a gestão.

## **2 ORGANIZAÇÃO DA PROTEÇÃO AMBIENTAL NO BRASIL**

*A priori*, é importante tecer alguns comentários sobre o significado da expressão meio ambiente, objeto de um dos melhores conjuntos de leis ambientais do mundo, que são aquelas que tratam da proteção e defesa dos recursos naturais no Brasil.

Isso, pois, conceituar o termo meio ambiente não é uma tarefa simples. Essa expressão envolve a análise de variadas correlações que somente o texto de lei não deve conseguir suprir de maneira adequada.

Correlações estas que envolvem aspectos sociais, cujos subgrupos podem conter interações culturais, religiosas, recreativas e emocionais que foram relegadas ao ostracismo pelo legislador de 1981 quando definiu, no artigo 3º da Lei Federal 6.938, a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), o seguinte:



Art. 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:

I - meio ambiente, o conjunto de condições, leis, influências e interações de ordem física, química e biológica, que permite, abriga e rege a vida em todas as suas formas (BRASIL, 1981);<sup>4</sup>

A definição trazida no artigo 3º supra, trata somente das relações consagradas àquilo que hoje em dia tem-se por definição de meio ambiente natural<sup>5</sup>, o que, no que concerne à necessidade de planejar para poder gerir, deixa uma lacuna relacionada às interações do homem com o ambiente que o cerca, sobretudo do ponto de vista dos aspectos sociais.

O Professor Sánchez<sup>6</sup>, trouxe exemplos elucidativos com relação a forma sobre como essas interações devem ser consideradas ao se debruçar sobre o conceito de meio ambiente. Exemplos como: o de uma comunidade que se utilizava de um rio para a realização de uma procissão anual e que sofreu os efeitos da extinção do evento religioso após a instalação de uma barragem que fez com que o rio desaparecesse. Ou então, a mesma barragem que diminuiu os recursos pesqueiros e afetou economicamente as comunidades ribeirinha à jusante, que viviam da pesca tradicional.

Pode-se estender esse raciocínio, ainda à luz dos ensinamentos do referido autor, ao se mencionar a expectativa gerada em uma determinada comunidade ao saber que terá como vizinha uma unidade prisional ou uma fábrica com alto potencial poluidor.

Deveriam tais interações estar de fora do conceito de meio ambiente trazido pela legislação? Sobretudo quando um dos objetivos da Lei que o define é equilibrar as relações homem-ambiente?

Essas questões tiveram de ser respondidas por ocasião do advento da avaliação de impacto ambiental, que é um dos instrumentos de controle da PNMA que, à despeito da definição legal atrelada ao meio ambiente, foi onde se observou as questões socioeconômicas enquanto temas relevantes, que passaram a ser tratados como requisitos de análise prévia pelos órgãos ambientais para a instalação de empreendimentos, em alguns casos.<sup>7</sup>

Isso ocorreu em virtude da publicação da Resolução de número 01 de 1986, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), que tratou de ressignificar os termos “influências e interações”, contidos no inciso I, do artigo 2º, da Lei 6.938/81, considerando o meio socioeconômico como variante fundamental no licenciamento ambiental, de forma que:

Art. 6º O estudo de impacto ambiental desenvolverá, no mínimo, as seguintes atividades técnicas:

I - Diagnóstico ambiental da área de influência do projeto completa descrição e análise dos recursos ambientais e suas interações, tal como existem, de modo a caracterizar a situação ambiental da área, antes da implantação do projeto, considerando:

(...)

<sup>4</sup> BRASIL. Lei 6.938 de 1981.

<sup>5</sup> FONSECA, G., & do PRADO, D. M. 2008. p. 8.

<sup>6</sup> SÁNCHEZ, L. H. 2008. p. 18

<sup>7</sup> PICADA, L. S., NEUBAUER, V., & ZAMBRA, C. 2018. p. 6.



c) o meio sócio-econômico - o uso e ocupação do solo, os usos da água e a sócio-economia, destacando os sítios e monumentos arqueológicos, históricos e culturais da comunidade, as relações de dependência entre a sociedade local, os recursos ambientais e a potencial utilização futura desses recursos. (CONAMA, 1986); (Grifado pelo autor).<sup>8</sup>

A partir dessa extrapolação do conceito do que é o meio ambiente e suas interrelações, alguns autores<sup>9</sup>, como, mais recentemente, Trennepol (2019, p.32 a 40), aplicaram algumas subcategorias, classificações, ao meio ambiente, de forma que essa repartição do conceito privilegiasse as sinergias que ocorrem entre o meio ambiente natural, o meio cultural, o artificial e o meio ambiente do trabalho.

Dessas classificações, portanto, tem-se aquela que diz respeito ao meio ambiente natural, tutelado pelo artigo 225 da Lei Maior, que trata das relações da fauna e da flora com suas bases físicas de suporte, tais como solo, água e ar.<sup>10</sup>

Já o meio ambiente cultural, tratado no artigo 216 da Constituição, possui características ligadas ao patrimônio histórico-cultural produzido pela sociedade, dentre os quais destacam-se a arte e a arquitetura, incluindo-se os aspectos arquitetônicos e arqueológicos.

O meio ambiente artificial é aquele atribuído a constituição das cidades, sobretudo às questões urbanísticas que guardam relação com o bem-estar da sociedade. Este tem seu tratamento realizado no Estatuto das Cidades (Lei Federal 10.257/2001).

E, por fim, o meio ambiente do trabalho está relacionado com as condições ambientais no ambiente laboral, cuja segurança e bem-estar são pressupostos. Possui previsão também na Carta Magna, (art,1º), todavia sua gestão é regida por Normas Regulamentadoras, as NR's, publicadas e atualizadas pelo Ministério do Trabalho e Previdência.

Portanto, não se pode dizer que o constituinte, no artigo 225 da Carta Magna, tenha englobado todo o conceito de meio ambiente, dada a sua complexidade e, também, pelo fato de que o próprio legislador dispensou atenção para cada subcategoria de meio ambiente, seja pela Lei maior ou por seus complementos infraconstitucionais.

Dessa forma, o artigo 225 tratará do chamado meio ambiente natural da seguinte maneira:

Art. 225. Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo.

<sup>8</sup> CONAMA. Resolução 01 de 1986.

<sup>9</sup> LENZA, P. 2021. p. 2055.; TRENNEPOL, T. 2019.p. 32

<sup>10</sup> BRASIL. 1988.



Esse dispositivo, tido com inovador para a época, é resultado daquilo que já vinha sendo discutido à luz dos direitos humanos de terceira geração<sup>11</sup>, que são aqueles que se coadunam com os direitos difusos<sup>12</sup>.

Por isso, ainda é possível afirmar que o artigo 225 da Constituição Federal de 1988 traz, como fator de idealismo, um meio ambiente que é visto como um direito de todos, sob o aspecto da dignidade humana, cujos benefícios e seus titulares, embora não aferíveis, são certos, de forma a tutelar o meio ambiente do ponto de vista antropocentrismo e garantindo os recursos necessários para as gerações futuras.

Destarte, o Professor Paulo Antunes Bessa<sup>13</sup> leciona que há de se ter em mente duas premissas quando se fala em futuras gerações, sendo que a primeira necessita que haja excedente de recursos a fim de que se reserve e a segunda, de que haja a previsão de um “horizonte temporal” do qual se possa ter como meta.

Esses dois requisitos trazidos pelo autor retomam a ideia de planejamento, de gestão e de controle do meio ambiente que são objeto do próprio licenciamento ambiental.

Assim, embora a Carta Magna tenha atribuído ao meio ambiente *status* de direito fundamental, é importante que se diga que o legislador havia pensado nas premissas relacionadas ao excedente de recursos e ao horizonte temporal, sobretudo por já haver aprovado, em 1.981, a Lei 6.938 do mesmo ano, cujo objetivo foi criar a Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA).

Política que culminou no Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA), por meio do qual se realizaria mais tarde a gestão do meio ambiente no Brasil, tendo como base as diretrizes contidas na mesma norma legal.

Em que pese a PNMA tenha sido, e seja ainda, uma norma necessária, a execução dos preceitos do SISNAMA ainda era prejudicada à época de sua publicação, já que a análise dos impactos ambientais seria exercida nos âmbitos federal e estadual, de forma que o técnico que se debruçaria sobre o projeto de licenciamento não poderia efetivamente conhecer das necessidades locais em todo o espectro de sua competência<sup>14</sup>. O que começou a mudar em 1988 com o aspecto de federalismo trazido pela própria Carta Magna em seu artigo 23, mais especificamente nos incisos VI e VII, como transcrito a seguir:

Art. 23. É competência comum da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios:  
(...)  
VI - proteger o meio ambiente e combater a poluição em qualquer de suas formas;  
VII - preservar as florestas, a fauna e a flora;  
(...) (BRASIL, 1988. Grifado pelo autor)

<sup>11</sup> DE CARVALHO, R. C. 2012. p. 97

<sup>12</sup> São aqueles entendidos como um direito transindividual e disseminado sem que seus limites e contornos estejam plenamente definidos, e cuja titularidade é indeterminada.

<sup>13</sup> BESSA, P. A., 2022.

<sup>14</sup> LEME, T. N. 2016.



Ou seja, no que diz respeito ao meio ambiente, a Constituição de 88 abriu caminho para que o município, agente local e que sente o calor de suas demandas, pudesse atuar de forma mais contundente no que concerne ao planejamento e à gestão dos recursos locais.

Essa competência trazida pela Constituição ficou restrita à esfera legislativa, podendo o município instituir regras, impor limites e, mais importante, delinear suas diretrizes por meio de uma política ambiental municipal, de forma que a sua gestão ambiental se aproximasse de sua realidade. De outra mão, no espectro do exercício do controle ambiental, a municipalidade ainda enfrentava dificuldades legais para atuar, por falta da regulamentação dos incisos VI e VII do artigo 23 da Constituição Federal.<sup>15</sup>

Por isso, foi em 2011 que o Congresso Nacional aprovou a Lei Complementar n.º 140 de 8 de dezembro de 2011<sup>16</sup>, passando a fixar as normas dos incisos constitucionais mencionados, além do inciso III, que trata do patrimônio histórico.

Surge, a partir daí, a atuação supletiva, como o próprio texto de Lei preconiza:

Art. 2º Para os fins desta Lei Complementar, consideram-se:

II - atuação supletiva: ação do ente da Federação que se substitui ao ente federativo originariamente detentor das atribuições, nas hipóteses definidas nesta Lei Complementar.

Dessa forma, o município passaria a realizar a gestão do meio ambiente local com base nos preceitos constitucionais, observando-se o princípio da dignidade humana e com fulcro em uma política ambiental local, nos termos do artigo 3º e incisos da Lei Complementar 140/2011, transcritos a seguir:

Art. 3º Constituem objetivos fundamentais da União, dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios, no exercício da competência comum a que se refere esta Lei Complementar:

I - proteger, defender e conservar o meio ambiente ecologicamente equilibrado, promovendo gestão descentralizada, democrática e eficiente;

II - garantir o equilíbrio do desenvolvimento socioeconômico com a proteção do meio ambiente, observando a dignidade da pessoa humana, a erradicação da pobreza e a redução das desigualdades sociais e regionais;

III - harmonizar as políticas e ações administrativas para evitar a sobreposição de atuação entre os entes federativos, de forma a evitar conflitos de atribuições e garantir uma atuação administrativa eficiente;

IV - garantir a uniformidade da política ambiental para todo o País, respeitadas as peculiaridades regionais e locais. (Grifado pelo autor)

Assim, a Lei estabelece quatro aspectos importantes com relação à política ambiental municipal, sendo a primeira, a sua necessidade; a segunda, a observância dos preceitos da Lei 6938/81; a terceira, que o município passe a legislar sem que haja conflitos de competências com o estado e com a União e, por fim; que sejam observadas as peculiaridades locais.

<sup>15</sup> SIQUEIRA, L. N. (2005). p. 17.

<sup>16</sup> BRASIL 2011.



Encerra-se, a partir de 2011, portanto, uma fase de insegurança jurídica no que diz respeito à gestão do meio ambiente. Isto, pois, a partir da regulamentação do artigo 23 da Constituição pela Lei Complementar 140/2011, o município passou a dispor de todas as ferramentas jurídicas que disciplinam a gestão e controle do meio ambiente dentro de seu território<sup>17</sup>.

Para que se possa desenvolver uma discussão sob a gestão do meio ambiente no âmbito municipal, é importante que se deslinde alguns aspectos conceituais sobre um de seus instrumentos de controle ambiental, que é o licenciamento ambiental, como poderá ser observado a seguir.

### **3 O LICENCIAMENTO AMBIENTAL: CONCEITOS, ORGANIZAÇÃO JURÍDICA E O PROCESSO DE DESCENTRALIZAÇÃO**

Observa-se o início da organização do licenciamento ambiental no Brasil a partir da Lei 6.938/81, onde este instituto surge como um dos instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente.

Esta Lei traz seus dispositivos instrumentalizadores de atuação no artigo 9º, aqui transcrito, com destaque para os incisos I a IV, que serão comentados a seguir.

Art. 9º - São Instrumentos da Política Nacional de Meio Ambiente:

I – o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;

II – o zoneamento ambiental;

III – a avaliação de impactos ambientais;

IV – o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;

V – os incentivos à produção e instalação de equipamentos e a criação ou absorção de tecnologia, voltados para a melhoria da qualidade ambiental;

VI – a criação de espaços territoriais especialmente protegidos, pelo Poder Público federal, estadual e municipal, tais como áreas de proteção ambiental, de relevante interesse ecológico e reservas extrativistas;

VII – o sistema nacional de informação sobre o meio ambiente;

VIII – o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental;

IX – as penalidades disciplinares ou compensatórias ao não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental;

X – a instituição do Relatório de Qualidade do Meio Ambiente, a ser divulgado anualmente pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Renováveis – IBAMA;

XI – a garantia da prestação de informações relativas ao Meio Ambiente, obrigando-se o Poder Público a produzi-las, quando inexistentes;

XII – o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadora de dos recursos ambientais;

XIII – instrumentos econômicos, como a concessão florestal, servidão ambiental, seguro ambiental e outros (grifo do autor)

Nota-se que, em que pese haja uma interrelação entre a operação de vários desses incisos como, por exemplo, a necessidade de que a atividade pretendida deva ser precedida de Cadastro Técnico Federal (CTF) para o acolhimento de sua pretensão ao licenciamento ambiental<sup>18</sup>, há uma importante correlação entre os incisos I, II, III e IV que merecem atenção.

<sup>17</sup> ZANELLA, L. C. M. p. 10, 2013.

<sup>18</sup> IBAMA. 2017.



Com base nessa observação, tem-se que definir o instituto do licenciamento ambiental, enquanto um instrumento, importa dizer que este deve ser a ferramenta pela qual se realizará a avaliação dos impactos ambientais<sup>19</sup> em caráter preliminar, recorrente e permanente.

Significa que, pelo licenciamento ambiental, previamente, se observa a viabilidade locacional (inciso II), que é o juízo baseado na análise do caráter de compatibilidade entre a atividade pretendida e o pretenso local de instalação<sup>19</sup>;

Por este instrumento se faz também a avaliação dos impactos ambientais (inciso III), que trata de uma análise baseada na análise da atividade e seus potenciais riscos ao meio ambiente<sup>19</sup>;

E, ainda, o monitoramento ambiental durante a operação pelo cumprimento das condicionantes (inciso I) que são as exigências trazidas pelo corpo técnico do órgão licenciador para que sejam cumpridas pelo empreendedor a fim de que se mitigue os danos causados por sua atividade<sup>19</sup>.

Todo esse arcabouço analítico é o que culmina nos procedimentos tidos como o licenciamento ambiental por excelência (inciso IV)<sup>19</sup>.

Segundo Sánchez<sup>20</sup> o licenciamento ambiental é um instrumento de caráter autorizativo, ou seja, sua expedição depende da análise do poder público, podendo este conceder autorização ou não, se julgar assim conveniente. Portanto, na visão deste autor, o termo licença é meramente figurativo, já que este é uma espécie de ato administrativo vinculado, que não cabe discricionariedade, com caráter de autorização, portanto.

O Professor Milaré<sup>21</sup> complementa, ao dizer que tal discricionariedade parte do pressuposto da tecnicidade, fundamentada em uma análise técnica que visa preencher os vazios normativos que são ausentes quando do estabelecimento de parâmetros para os mais diversos tipos de atividades econômicas. É o que o autor chama de “discricionariedade técnica”.

E diverge, no sentido de que o direito preexistente que daria azo à interpretação do ato, tal qual licença, se funda no direito de propriedade e do livre exercício de atividade econômica, concluindo que a discricionariedade que reveste o ato se constitui no fato de que não há atos completamente vinculados, tampouco atos inteiramente discricionários. O que se alteraria seria somente a liberdade do agente em atribuir esses dois pesos.

Nesses termos, o licenciamento é, portanto, o instrumento pelo qual o poder público pode ou não permitir o exercício de uma determinada atividade, mitigando princípios constitucionais em prol do bem-estar comum, diante da análise da compatibilidade dos aspectos ambientais advindos da instalação e operação de um determinado empreendimento, de seus impactos positivos e negativos, em face das características ambientais do local pretenso à instalação.

---

<sup>19</sup> BARBOSA, . 245 f.

<sup>20</sup> SÁNCHEZ, L. H. (2008). p.80

<sup>21</sup> MILARÉ, É. (2018) p. 1.094.



Ou seja, o cerne do licenciamento ambiental é, em verdade, a análise, a avaliação dos impactos ambientais que são apresentados no projeto e no estudo de impacto ambiental, que é onde os técnicos dos órgãos licenciadores se debruçam quando da Análise de Impacto Ambiental (AIA), *stricto sensu*, justamente por se tratar, a AIA, de “todo e qualquer estudo relativo aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação e operação de uma atividade(...)”<sup>22</sup>, nos termos do inciso III, do art. 9º da Lei 6.931/81. Análise essa que deve ser realizada à luz da legalidade e da discricionariedade técnica.

Cumpra dizer em complemento que a pretensão do empreendedor, todavia, é restrita. Isto é, nesses casos, a vontade do requerente deve se submeter ao arcabouço legal ambiental existente nos três níveis de federação de forma a garantir o mínimo impacto associado à sua atividade, assim como, dispender de recursos tecnológicos, humanos e financeiros, tantos quanto forem necessários, para viabilizar a melhor forma de controle de seus aspectos ambientais, também na forma da lei.

Todo esse trâmite para avaliar se a pretensão do empreendedor é viável se dá por um processo dividido em três procedimentos de competência da administração pública, sendo estas as fases de Licença Prévia (LP), de Licença de Instalação (LI) e de Operação (LO)<sup>23</sup>.

Na fase onde se requer a Licença Prévia, o órgão do poder público competente realiza uma análise preliminar, relacionada aos pressupostos de viabilidade e compatibilidade ambiental.

Esta primeira fase é baseada na verificação de documentos como o projeto básico<sup>24</sup>, memoriais descritivos<sup>25</sup>, relação de equipamentos, certidões, estudo de viabilidade entre uma série de outros documentos que tragam, ao agente público, a clareza quanto ao que se pretende instalar, onde, de que forma e em qual grau de compatibilidade locacional.

Além disso, em alguns casos, são realizadas as audiências públicas para que a comunidade possa discutir seus interesses diante da pretensão do empreendedor. Cabe esclarecer que o resultado da audiência pública não vincula a decisão do poder público, podendo o órgão licenciador solicitar esclarecimentos ou até estudos adicionais a fim de sanar questões advindas da comunidade em sede de audiências (inciso VI do artigo 10 da CONAMA 237/97).

Isto pois, o principal argumento para a existência da audiência pública é o atendimento ao princípio da publicidade, que se consolida pela exigência constitucional contida no inciso VI, do § 1º, do artigo 225 da Constituição Brasileira e no artigo 3º da resolução CONAMA 237 de 1997.

---

<sup>22</sup> MILARÉ, E., 2015. p. 361

<sup>23</sup> STRUCHEL, A., (2016). p. 60

<sup>24</sup> Conjunto de elementos necessários e suficientes, com nível de precisão adequado, para caracterizar a obra ou serviço (...). MILARÉ (2015). p.701.

<sup>25</sup> Detalhamento da proposta de intervenção, com as devidas justificativas conceituais das soluções técnicas adotadas, dos usos definidos e das especificações dos materiais. MILARÉ, E. (2015). p.543.



A Licença Prévia é emitida com os requisitos que deverão ser atendidos na fase seguinte. São chamados de condicionantes e fazem parte das licenças ambientais e, como o próprio nome sugere, condicionam o requerimento de novas licenças ao seu integral cumprimento.

Na segunda fase, onde se faz o requerimento da Licença de Instalação, deve ser apresentado o projeto executivo, Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil (PGRSCC), autorizações como as de elevação de cota (aterramento de áreas), de supressão de vegetação, de rebaixamento de lençol freático, o plano de controle ambiental dos impactos que deverão surgir durante as obras de implantação entre outros necessários à análise desta etapa de implantação.

Como condicionante, a licença de operação deverá conter a necessidade de monitoramento e controle dos impactos advindos das obras de instalação.

O terceiro procedimento diz respeito à obtenção da Licença de Operação, que pressupõe a análise do atendimento às normas legais referente aos parâmetros de produção de poluição, que, atendidos, deverão subsidiar sua emissão com as devidas condicionantes.

Vale aqui a abertura de parênteses para explicar que as condicionantes são procedimentos que constam da Licença de Operação e que determinam o cumprimento compulsório de ações de monitoramento por parte do empreendedor.

Esse mesmo cumprimento é avaliado em sede de renovação de licença, onde o requerente deverá comprovar por meio de laudos e relatórios específicos e em ordem cronológica o seu atendimento.

Dadas as informações conceituais do que é e de como se dá o licenciamento ambiental, é necessário discutir a forma de sua organização e execução no Brasil. A começar pelos princípios que regem esse instituto.

### 3.1 DA ORGANIZAÇÃO JURÍDICA

Em se tratando de princípios que regem o licenciamento ambiental, resumidamente e, segundo Milaré (2018), além dos princípios gerais que regem esse ramo do direito no Brasil, este procedimento possui sua estruturação jurídica fundada em duas principais orientações principiológicas, que são o princípio da prevenção, base do licenciamento ambiental, e o princípio da precaução.

O autor explica que o princípio da prevenção tem como objetivo extinguir e, quando não, mitigar os danos causados por atividades econômicas que suscitem potencial risco ao meio ambiente. Determina que todo e qualquer empreendimento deve dispor dos meios adequados para manter controlada, mitigada ou extinta as alterações ambientais decorrentes de sua atuação.

No que concerne ao princípio da precaução, as atividades que não disponham de tecnologia suficiente para prever potenciais impactos ou riscos de suas atividades para o meio ambiente não devem ser licenciadas, de modo a precaver a coletividade de quaisquer aspectos ainda desconhecidos.



São esses princípios que regem este instrumento, que é parte do SISNAMA e que teve sua regulamentação trazida pela Resolução do Conselho Nacional de Meio Ambiente – CONAMA de n.º 237, de 19 de dezembro de 1997<sup>26</sup>, onde as questões relacionadas à forma como o licenciamento ambiental se desenvolve e sobre como se dá a distribuição da competência são abordadas.

Dessa forma, o artigo 4º da Resolução CONAMA 237/97 distribuiu as competências operacionais do licenciamento ambiental considerando quatro aspectos de definição, sendo estes o aspecto natural, o do ponto de vista estratégico para a segurança nacional, o da abrangência dos impactos e, por fim, o do interesse local.

Art. 4º - Compete ao (...) IBAMA, órgão executor do SISNAMA, o licenciamento ambiental (...) de empreendimentos e atividades com significativo impacto ambiental de âmbito nacional ou regional, a saber:

I - localizadas ou desenvolvidas conjuntamente no Brasil e em país limítrofe; no mar territorial; na plataforma continental; na zona econômica exclusiva; em terras indígenas ou em unidades de conservação do domínio da União.

II - localizadas ou desenvolvidas em dois ou mais Estados;

III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais do País ou de um ou mais Estados;

IV - destinados a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, (...);

V - bases ou empreendimentos militares, (...);

Art. 5º - Compete ao órgão ambiental estadual ou do Distrito Federal (...):

I - localizados ou desenvolvidos em mais de um Município ou em unidades de conservação de domínio estadual ou do Distrito Federal;

II - localizados ou desenvolvidos nas florestas e demais formas de vegetação natural de preservação permanente (...)

III - cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais Municípios;

IV - delegados pela União aos Estados ou ao Distrito Federal, por instrumento legal ou convênio (grifo do autor)

Art. 6º - Compete ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos Estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio. (Grifo do autor).

Destarte, nota-se que o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais - IBAMA, enquanto órgão executor do licenciamento ambiental na esfera federal, ocupou-se das atividades cujos impactos incidam sobre áreas de interesse natural da União, ou seja, aquelas em que a jurisdição é federal.

Da mesma forma, o IBAMA atuará nos casos em que os interesses ambientais representem igual interesse estratégico de segurança nacional, como por ocasião de extração e produção de material radioativo e atividades militares.

Além disso, será federal a competência, quando esta for atribuída observando a transterritorialidade dos impactos, seja entre estados federados, ou entre países, quando o Brasil for interessado.

<sup>26</sup> CONAMA 1997.



Aos estados da federação é dedicada a competência territorial e a competência natural, ou seja, cabe a este ente federativo o licenciamento das atividades potencialmente poluidoras cujos efeitos ultrapassem os limites dos municípios; dos empreendimentos lineares, como estradas e rede de transporte de energia; além do licenciamento de atividades cujos impactos sejam percebidos em unidades de conservação estaduais ou aqueles advindos de intervenções em áreas de proteção permanente, nos termos do Código Florestal vigente.

Quanto aos municípios, observa-se do artigo 6º da Resolução CONAMA 237, transcrito a seguir, duas competências relacionadas ao licenciamento ambiental local, senão:

Art. 6º Compete ao órgão ambiental municipal, ouvidos os órgãos competentes da União, dos estados e do Distrito Federal, quando couber, o licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades de impacto ambiental local e daquelas que lhe forem delegadas pelo Estado por instrumento legal ou convênio. (Grifo do autor)

Trata-se, portanto da competência exclusiva, de caráter legislativo, que dispõe que o município deve cuidar da regulação de empreendimentos e atividades cujos impactos ambientais sejam percebidos na sua forma local, e; da competência delegada, de cunho administrativo, que tem como objetivo regular atividades já previstas em legislação de maior hierarquia, mediante atos de descentralização, como os convênios, por exemplo.

Na competência exclusiva, legislativa, o município poderá tratar de assuntos que são caros para a gestão do meio ambiente local, desde que não haja conflitos legislativos com a legislação estadual ou federal.

Já na competência delegada, o município agirá como agente descentralizado do poder que é conferido ao estado na sua forma original, mas que é atribuído ao município para que seja feita uma gestão ambiental com o olhar do interessado, que nesses casos, é a própria comunidade.

Esse processo de descentralização de competência para o exercício do licenciamento ambiental local ressurgiu com maior vigor a partir de 2011, com a publicação da Lei Complementar 140/2011, que fixou normas para a cooperação entre a união, os estados e os municípios.

Nesse contexto, o exercício do licenciamento ambiental passou a contar com o reforço nos requisitos do artigo 20 da Resolução CONAMA 237, com o advento do artigo 5º da LC 140/11, que diz:

Art. 5º O ente federativo poderá delegar, mediante convênio, a execução de ações administrativas a ele atribuídas nesta Lei Complementar, desde que o ente destinatário da delegação disponha de órgão ambiental capacitado a executar as ações administrativas a serem delegadas e de conselho de meio ambiente.

Parágrafo único. Considera-se órgão ambiental capacitado, para os efeitos do disposto no caput, aquele que possui técnicos próprios ou em consórcio, devidamente habilitados e em número compatível com a demanda das ações administrativas a serem delegadas.



Além disso, tal processo de descentralização trouxe, como requisito de sua execução, a necessidade de um conselho municipal de meio ambiente atuante no âmbito do licenciamento local.

Deve-se levar em consideração que toda essa estrutura gera uma demanda por recursos importantes do ponto de vista do município, haja vista que, em 2010, 70% dos municípios do Brasil tinham menos de 20 mil habitantes, o que gera um custo, por vezes, não suportado para essas cidades.

A maioria dos municípios com mais de 20 mil habitantes afirma ter algum tipo de órgão ambiental. Mesmo os municípios menores afirmam dispor de estruturas para lidar com a questão ambiental, o que corresponde a 75% dos municípios entre 5 e 20 mil habitantes e 67% dos municípios com até 5 mil habitantes<sup>27</sup>

Mesmo assim, segundo Leme<sup>18</sup>, o maior problema não chega a ser o custo associado ao exercício dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, mas sim a organização do poder público municipal para o estabelecimento de políticas públicas locais, haja vista que este movimento depende do empenho da sociedade civil e, ainda, de organizar esses interesses, o que nem sempre é tão simples.

#### **4 A ESTRUTURA LEGAL NOS MUNICÍPIOS DA BAIXADA SANTISTA QUE POSSUEM CONVÊNIO PARA O EXERCÍCIO DA COMPETÊNCIA DELEGADA DO LICENCIAMENTO AMBIENTAL**

Primeiramente, é importante retomar a discussão sobre qual é a estrutura legal de que trata este trabalho. O conjunto normativo aqui tratado faz referência às leis que estruturam a gestão do meio ambiente no município com o objetivo de (artigo 3º da Lei 140 de 2011):

- III - harmonizar as políticas e ações administrativas para evitar a sobreposição de atuação entre os entes federativos, de forma a evitar conflitos de atribuições e garantir uma atuação administrativa eficiente;
- IV - garantir a uniformidade da política ambiental para todo o País, respeitadas as peculiaridades regionais e locais.

De tal forma que a harmonia da estrutura legislativa efetivamente garanta uma gestão ambiental local eficiente.

Se for possível traçar um paralelo entre a gestão do meio ambiente municipal e a gestão do meio ambiente realizado internamente por uma empresa, uma indústria, por exemplo, é possível notar o quanto é importante a existência de uma estrutura na regulação das ações dessa administração.

Essa organização pode ser vista em uma versão de microescala nas normas técnicas da ISO (*International Standardization Organization*) que, em que pese tratem da gestão interna das empresas, podem ser extrapoladas para qualquer escopo, já que se tratam de normas procedimentais e que partem

---

<sup>27</sup> LEME, T. N., 2010. p. 35.



de uma norma geral (política) para normas mais específicas (procedimentos operacionais) que são aplicadas, avaliadas e alteradas, se necessário<sup>28</sup>.

Portanto, ao analisar essa estrutura, foi importante buscar um paralelo entre o artigo 3º da Lei Federal 140 de 2011 e a aplicação das normas que tratam tecnicamente da gestão, sobretudo as do meio ambiente. A começar pelos municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS).

Contextualizando, a RMBS, instituída pela Lei Complementar n.º 815 de 1996 do estado de São Paulo<sup>29</sup>, está localizada ao sul do Trópico de Capricórnio, na região central do litoral do Estado de São Paulo, representando a transição entre o litoral norte e o litoral sul, abrangendo os Municípios de Bertioga, Guarujá, Santos, São Vicente, Cubatão, Praia Grande, Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe.<sup>30</sup>

Desses municípios, somente Itanhaém, Santos e São Vicente possuem convênios<sup>31</sup> ativos com o estado, até o fechamento desta pesquisa (tabela 1), que são os instrumentos pelos quais o município exerce a competência delegada quanto ao licenciamento ambiental, ou seja, as atividades que originalmente seriam licenciadas pelo órgão seccional estadual, passam, por convênio, a serem licenciadas pelo município.

Bertioga, em 2010, firmou convênio com o estado de São Paulo para a execução do Licenciamento Ambiental Municipal<sup>32</sup>, todavia, essa relação de cooperação não consta da Resolução CONSEMA 01/2018<sup>33</sup>, tida como a mais atual.

Tabela 1: Municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista que possuem convênio com o estado de São Paulo para a execução do licenciamento ambiental municipal

<b>Município Licenciador</b>	<b>Aptidão de Acordo com a Classificação do Impacto Ambiental Local</b>	<b>Publicação no DOESP</b>
Itanhaém	Baixo	129(198), de 17/10/19, Seção I, pág. 38
Santos	Alto	128(238), de 21/12/18, Seção I, pág. 64
São Vicente	Baixo	129(22), de 01/02/19, Seção I, pág. 44

São Vicente, por sua vez, teve sua aptidão reduzida para a avaliação de processos em relação à classificação do impacto ambiental local, em função da redução do quadro técnico necessário para a realização da análise dos aspectos técnicos do licenciamento.

Assim, é importante que se realize uma análise comparativa com relação às características da estrutura legislativa ambiental, no que concerne ao licenciamento local, nesses três municípios,

<sup>28</sup> ABNT, 2015.

Ibid.

<sup>29</sup> SÃO PAULO. 1996, p.1

<sup>30</sup> PONÇANO, W. L. *et al.* 1981. 94 p.

<sup>31</sup> Esses convênios tratam da descentralização da competência do licenciamento ambiental nos termos do inciso II do artigo 4º da Lei 140/2011.

<sup>32</sup> CETESB, 2010.

<sup>33</sup> CONSEMA, 2018.



baseando-se em dados obtidos do sistema Cidades do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE<sup>34</sup>, conforme a seguir.

#### 4.1 O MUNICÍPIO DE SANTOS, SP

Santos é uma cidade com 419.400 habitantes, segundo dados do último censo realizado em 2010. Com uma área territorial de 281.000 km<sup>2</sup>, possui cerca de 85% de suas vias públicas urbanizadas e um índice de arborização urbana de 87%<sup>34</sup>.

É cortada pelo canal do Estuário do Santos, que a divide em duas partes, sendo essas a área insular, que detém a maior parte da população, e a área continental, que se caracteriza por abairramentos periurbanos<sup>35</sup>.

Nesse mesmo estuário, Santos abriga seu porto, com mais de 12 km entre o bairro da Ponta da Praia e a Ilha dos Bagres<sup>36</sup>, saindo de uma movimentação anual de cargas, em 2013, de 64,2 milhões de toneladas para uma previsão de movimentação de 95,5 milhões de toneladas para o ano de 2022, segundo dados da *Santos Port Authority* (SPA), concessionária que administra o Porto de Santos.<sup>37</sup>

Mas, em termos de crescimento e expansão, Santos é a cidade da região que menos cresce fisicamente segundo dados compilados para a realização do Zoneamento Ecológico-Econômico do setor costeiro da Baixada Santista<sup>38</sup>. Ocorre que, por conta da limitação física, outras cidades têm absorvido o crescimento populacional, muitas vezes de forma precarizada, que advém dos atrativos econômicos que este município em particular oferece<sup>39</sup>.

Segundo o questionário que é respondido pelo gestor municipal e que fica disponível no IBGE Cidades, município de Santos possui, uma secretaria própria dedicada ao meio ambiente que dispõe de 94 funcionários ativos, ainda que sem ligação com o planejamento de outras secretarias municipais.

A cidade possui Conselho Municipal de Meio Ambiente ativo, mas essa articulação institucional se resume a isso, não prevendo participação ativa nos consórcios regionais que versam sobre matérias importantes, tais como disposição de resíduos sólidos, deslizamento de encostas, qualidade da água, entre outros temas.<sup>40</sup>

Com relação à sua legislação ambiental, a cidade de Santos possui seu regramento geral relacionado ao Meio Ambiente fundado nas diretrizes gerais de tratamento ao meio ambiente dispostos em uma seção (V) de sua Lei Orgânica<sup>41</sup>, que compreendem os artigos 154 a 166. Nesses dispositivos,

---

<sup>34</sup> IBGE. 2022.

<sup>35</sup> São áreas situadas para além das zonas periféricas da cidade, onde atividades comerciais e agrícolas se misturam, sem que haja uma delimitação. Geralmente são áreas definidas como zonas de expansão urbana nos municípios.

<sup>36</sup> OLMOS, F. (2003). p. 19.

<sup>37</sup> SPA. 2022.

<sup>38</sup> São PAULO, ESTADO SMA., 2013, p.16.

<sup>39</sup> Ibid., p.19.

<sup>40</sup> IBGE, 2022

<sup>41</sup> SANTOS, MUNICÍPIO, 2017.



além de reafirmarem princípios constitucionais (artigos 154, *caput* e 164) e outros dispositivos de normas ambientais (PNMA, Código Florestal e CONAMA 237/97), também trazem peculiaridades territoriais que merecem atenção.

É o caso do enfoque dado às questões da gestão dos riscos ambientais, com foco na proteção da comunidade em função da atividade portuária e retroportuária sobre a qual se vocaciona a cidade.

Os incisos do artigo 154 se debruçam, em boa parte, sobre esse tema, trazendo a necessidade de controle de estocagem de materiais que possam trazer especial risco à vida e ao meio ambiente (IV), versando também sobre a regulação do trânsito de cargas perigosas (IX), sobre a proibição de transporte de materiais tóxicos em vias públicas (X), bem como da proibição do uso de imóveis para depósito desse tipo de agente perigoso (XI).

O legislador fez, outrossim, com que o município de Santos tomasse para si a responsabilidade de manter seus impactos dentro do seu território ao ser determinado que a administração pública se ocupasse do controle desses impactos de modo que seus efeitos não sejam percebidos regionalmente (artigo 155). Nesse sentido, o legislador ainda abre a possibilidade de que, havendo problemas regionais, convênios possam ser firmados para a resolução conjunta com outros municípios (artigo 161), o que é importante do ponto de vista de uma possível aplicação de uma gestão ambiental regional, como se observará mais adiante.

Para o desenvolvimento dessas diretrizes, o legislativo municipal determinou que o município de Santos, incluísse anualmente em sua Lei de Diretrizes Orçamentárias os recursos necessários à preservação e proteção do meio ambiente em seu território, todavia, não existe a aplicação de metas de governo, o que dificulta a avaliação da efetividade dessas diretrizes e, portanto, a boa gestão desses recursos.

Outro artigo que merece destaque dentro da Lei Orgânica do Município de Santos é o de número 159, onde o legislador, além de citar nominalmente as áreas de proteção do município, numa alusão aos artigos 4º e 6º da Lei Federal 12.651/2012 (Código Florestal Brasileiro), incluiu-se aqueles bens do patrimônio público municipal de valor imaterial, a saber:

Art. 159 Os manguezais, os costões, a Mata Atlântica, a Serra do Mar, as margens dos rios, as encostas dos morros, a região do estuário, o Vale do Quilombo, as praias e seus jardins e os canais de drenagem ficam sob a proteção do Município, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais.

Observa-se, que a proteção dada aos jardins da orla de Santos não se dá em sede de política ambiental municipal pelo fato de ser uma área vegetada, mas sim por ser reconhecido internacionalmente como a maior faixa de área verde constituída em orla de praia do mundo<sup>42</sup>.

<sup>42</sup> GINNES BOOK OF RECORDS, 1999.



O mesmo pode ser observado com os canais de drenagem de Santos, que, pela letra seca da Lei Federal<sup>43</sup>, sequer se enquadrariam como áreas de proteção permanentes por não serem corpos d'água naturalmente constituídos, mas para o legislador municipal sim, pelo fato de serem estruturas de importância histórica, de tal modo que são tombados pelo Conselho de Defesa do Patrimônio Histórico (CONDEPHAT)<sup>44</sup>

Outro problema local previsto na política municipal de meio ambiente, diz respeito ao controle de áreas desapropriadas e declaradas como de utilidade pública. É o caso dos adensamentos habitacionais subnormais que tendem a expandir suas áreas ou serem regeneradas na mesma condição de precariedade quando da remoção dessas famílias para conjuntos habitacionais financiados pelo governo<sup>45</sup>.

Por fim, a Política Municipal de Meio Ambiente da cidade de Santos ainda prevê a manutenção do Conselho Municipal de Meio Ambiente (CONDEMA) e a criação de fundo para captação de recursos para emprego na preservação ambiental.

De outra mão, o município de Santos pouco regulamentou sua política de meio ambiente, no que concerne ao licenciamento ambiental, haja vista o que se observa da Lei Complementar 817 de 2013, com a redação alterada pela Lei 1.041/2019 que poderia ter trazido a forma de regulamentação deste instrumento, mas se reservou apenas a determinar que:

§ 1º As empresas dos ramos de atividades enquadradas no rol do Anexo I desta lei complementar, quando da realização de empreendimentos ou atividades impactantes no Município de Santos, deverão apresentar à Prefeitura o Estudo de Impacto Ambiental decorrente de atividades indispensáveis para a concessão da licença. (Redação dada pela Lei Complementar nº 1041/2019)

De modo que a Lei Complementar Municipal 817/13 é um instrumento de cunho fiscalizador-sancionador, em complemento à Lei 6.605/98, o que não justifica o tratamento dado ao disposto no inciso III do artigo 154 da Lei Orgânica.

III - exigir, na forma da lei, para instalação de obra, atividade ou parcelamento do solo potencialmente causadores de significativa degradação do meio ambiente, relatório de impacto ambiental, a que se dará publicidade e se discutirá em audiência pública, após análise do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente e da Câmara;

Observa-se, portanto, que o município de Santos possui, ainda que em parte, diretrizes de gestão do meio ambiente estabelecidas. Todavia, a sua aplicabilidade, em função da competência para o licenciamento, ainda depende de maior e melhor regulamentação, sobretudo, com o comprometimento público com suas metas de desempenho ambiental, permitindo-se, assim, a avaliação dessas políticas.

<sup>43</sup> CÓDIGO FLORESTAL, artigo 12

<sup>44</sup> SANTOS. MUNICÍPIO. 2000.

<sup>45</sup> Ibid., 2001.



## 4.2 O MUNICÍPIO DE SÃO VICENTE, SP

Segundo dados do censo de 2010 realizado pelo IBGE, São Vicente possui uma população de 332.445 habitantes em uma área territorial de 148,151 km<sup>2</sup>.

Compõe também o complexo estuarino de Santos e São Vicente<sup>46</sup>, motivo pelo qual o crescimento do Porto de Santos influenciou intimamente o desenvolvimento habitacional e urbano Vicentino, dada sua proximidade com os polos de trabalho, sobretudo em sua área insular<sup>47</sup>.

Esse reflexo pode ser mais perceptível por volta da década de 1980, onde o interesse pela Baixada Santista, frente à outras regiões do Estado de São Paulo foi diminuindo, ao passo que imóveis em sua área continental proporcionavam a possibilidade de moradia aos trabalhadores da construção civil, do polo industrial de Cubatão e do Porto de Santos, tornando São Vicente uma cidade essencialmente dormitório em relação às demais cidades da região<sup>48</sup>.

Dados mais recentes apontam que somente 16% de seu território é ocupado, que 77% das vias no município são urbanizadas e, dessas, 82,8% são arborizadas<sup>49</sup>.

Na área insular, os remanescentes naturais ficam por conta das encostas dos morros do Barbosa e do Voturuá, restando poucas áreas com características naturais, sendo o inverso para a área continental, que se constitui em sua maioria em ambientes naturais<sup>43</sup>.

São Vicente ainda sofre a influência de quatro áreas protegidas, sendo elas o Parque Estadual XIXOVÁ-JAPUÍ (PEXJ), o Parque Estadual Serra do Mar (PESM), Área de Proteção Ambiental Marinha Litoral Centro (APAMLC) e a Unidade de Conservação (UC) municipal do Parque Ecológico Voturuá. Por conta disso, São Vicente é uma cidade que está completamente inserida ou em Unidades de Conservação ou em suas Zonas de Amortecimento<sup>50</sup>.

Vale ressaltar que, nos termos do inciso XVIII do artigo 2º da Lei Federal 9.985 de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Zonas de Amortecimento são consideradas como:

(...) o entorno de uma unidade de conservação, onde as atividades humanas estão sujeitas a normas e restrições específicas, com o propósito de minimizar os impactos negativos sobre a unidade

O município ainda dispõe de Secretaria de Meio Ambiente, sem interlocução de planejamento com outras secretarias na cidade, sendo que apenas três servidores estatutários figuram o quadro, sendo os demais nomeados para cargos em comissão, segundo o IBGE<sup>44</sup>.

<sup>46</sup> SÃO PAULO. 2013. p. 13.

<sup>47</sup> Ibid., 2013 p. 15.

<sup>48</sup> INSTITUTO POLIS. 2013. p. 7 e 15.

<sup>49</sup> IBGE. 2010.

<sup>50</sup> SÃO PAULO. 2010. p. 343.



No que diz respeito ao seu conjunto de normas que tratam do meio ambiente para o exercício local do SISNAMA, pode-se destacar a sua Lei Orgânica e a Lei n.º 582 de 2009, com atenção especial à Lei Orgânica, que se apresenta desatualizada em relação às necessidades ambientais do município como se pode evidenciar em breve análise.

O capítulo II do título VII, inicialmente, que trata dos interesses da comunidade e do meio ambiente na Lei Orgânica do Município de São Vicente, trata de normas ambientais gerais e inaugura este tema com uma reprodução do artigo 255 da Constituição Federal.

Diz-se normas gerais, pois, o artigo 278 determina que a municipalidade crie o Plano Municipal de Meio Ambiente, documento este que não fora encontrado por ocasião desta pesquisa.

A Lei também traz um dispositivo curioso, que é o inciso 1º do § 1º do artigo 273, que prevê a prestação de caução, para pessoas físicas ou jurídicas que pretendam, por suas atividades, utilizar dos recursos naturais presentes no município.

Outro artigo que merece atenção é o 277, que em termos, determina que:

Art. 277 - A instalação ou execução de obra ou atividade potencialmente causadora de degradação do meio ambiente deverá ser precedida de Relatório de Impacto Ambiental - RIMA, a ser desenvolvido por órgão público de âmbito estadual ou federal de reconhecida competência, na forma da lei

Observa-se que a Lei determina que as obras ou atividades potencialmente causadoras de degradação do meio ambiente deverão ser precedidas de Relatório de Impacto Ambiental, cujo desenvolvimento seria de competência de órgão público.

Em que pese a hermenêutica possa sanar o problema do “desenvolvimento” do RIMA por parte do órgão público estadual ou federal, já que tanto os estudos, quanto o relatório de impacto ambiental são de desenvolvimento exclusivo do interessado<sup>51</sup>, a redação do dispositivo acaba por não ter aplicabilidade.

Isto porquê, empreendimentos que necessitam da realização de Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e, portanto, do RIMA constante no artigo, são atividades cujos impactos sejam classificados como alto, não havendo aplicabilidade para o escopo do licenciamento ambiental no município. Havendo, por sua vez, leis federais e estaduais que determinem a competência da análise de viabilidade ambiental desse tipo de atividade, torna-se inócuo, portanto, o artigo 277.

Outro artigo que não reflete a realidade da local na Lei Orgânica é o artigo 288, que prevê a proteção das comunidades caiçaras na cidade. Isso porque, embora os moradores do Litoral Paulista, culturalmente, se autodenominem caiçaras, não foram encontrados registros da existência desse tipo de tradicionalismo na cidade de São Vicente<sup>52</sup>.

<sup>51</sup> CONAMA, Resolução n.º 237/06, artigo 11.

<sup>52</sup> ALVES, M., 2022.



A Lei ainda traz dispositivos que poderiam ser tema de decretos municipais, como, por exemplo, a obrigatoriedade de que estabelecimentos que realizem o manejo de materiais recicláveis que possam de alguma forma acumular água, sejam obrigados a mantê-los cobertos (artigo 286).

De outra mão, há também um caráter que retira a restritividade das leis de maior hierarquia, ao prever a possibilidade de retirar a proteção de possíveis áreas urbanizáveis, inclusive no sopé da Serra do Mar, onde existe uma das maiores unidades de conservação do país e sua zona de amortecimento (artigo 290).

Passando-se para a análise da Lei n.º 582, que autoriza o Município de São Vicente a realizar o Licenciamento Ambiental Municipal, pode-se observar que o legislador local privilegiou a adequação dos empreendimentos já em funcionamento no município, pois previu a unificação das duas primeiras fases do licenciamento, que trata da obtenção conjunta da Licença Prévia e da Licença de Operação (§2º do artigo 5º).

No mais, a lei se restringe especificamente ao procedimento administrativo de licenciamento e às atividades mais comuns no município como, por exemplo, a necessidade de licenciamento de oficinas mecânicas, estacionamentos e lavadoras de veículos, lavanderias, pizzarias que utilizam forno a lenha, pequenas fábricas que possuam atividades de produção de artefatos de madeira, borracha, plástico, indústria de alimentos como sorvetes e massas, entre outros.

Esta Lei trata não só da competência do licenciamento atribuída aos municípios nos termos da Resolução CONAMA n.º 237, mas também dos casos de competência suplementar, que são suscitados pelo órgão estadual nas ocasiões pertinentes.

Assim, encaminhado o processo à municipalidade, a Lei n.º 582 passará a reger o processo, ainda que a atividade não figure no rol do anexo I, dada a previsão na Resolução CONSEMA 01/08 e na Lei federal 140/11.

Por fim, ainda que haja outras leis ambientais no município de São Vicente, como a que trata da necessidade de gestão dos Resíduos Sólidos da Construção Civil e a lei que trata dos limites para os níveis de critério de conforto acústico, São Vicente não conseguiu aprovar seu Plano Municipal de Meio Ambiente, como dispõe sua Lei Orgânica, o que impede que a municipalidade trace uma linha de planejamento para sua gestão ambiental.

### 4.3 O MUNICÍPIO DE ITANHAÉM, SP

O município de Itanhaém se caracteriza por ser uma região de vocação turística, cujas construções possuem uma distribuição equilibrada entre domicílios de uso ocasional e de uso permanente. Neste cenário, não é esperado um grande adensamento populacional para esta cidade, todavia, movimentos baseados em especulação imobiliária como os que já podem ser observados na



cidade de Praia Grande, um dos municípios da RMBS e que fica entre São Vicente e Itanhaém, podem atingir a cidade, a depender da dinâmica do desenvolvimento regional<sup>53</sup>.

Segundo dados do último censo do IBGE, realizado em 2010, Itanhaém possui uma população de 87.057 habitantes, distribuída em um território de 601.711 km<sup>2</sup>, um pouco mais que o dobro do território da cidade de Santos e cerca de quatro vezes o município de São Vicente.

Mal comparando, em uma relação de habitantes por metro quadrado, Santos teria 2,24 habitantes, São Vicente 1,49, enquanto Itanhaém teria uma taxa de habitação de 0,14 hab/m<sup>2</sup>. Essa comparação é importante no contexto da avaliação das políticas públicas ambientais desses municípios, ainda que, para uma análise mais profunda, outros dados sejam necessários, o que não se aplica para este trabalho.

Ainda segundo o IBGE, Itanhaém, em que pese possua um Conselho de Meio Ambiente atuante, não dispõe de nenhuma articulação com outros órgãos para discutir e definir políticas públicas, sendo que, até 2010, não havia uma secretaria municipal dedicada às questões ambientais.

Além de sofrer a influência do PESM, núcleo Curucutu e da APAMLC, Itanhaém ainda compreende parte da Terra Indígena Guarany Mbya Rio Branco, e possui o Rio Preto como um de seus principais atrativos por conta de sua atividade náutica-turística e, ainda, grandes extensões de Mata Atlântica<sup>54</sup>.

Realizado esse breve diagnóstico, passa-se a análise dos dispositivos contidos na Lei Orgânica do Município de Itanhaém, que não se trata propriamente de uma política, mas que enfrenta o tema ambiental com vistas à proteção dos recursos naturais que são o principal patrimônio para uma cidade que tem como atividade principal, o turismo.

Assim, o legislador municipal inaugurou o capítulo VI da Lei Orgânica com a transcrição do artigo 225 Constituição, acrescentando-lhe o parágrafo 1º, que traz alguns incisos importantes que apresentam como o município pretende alcançar a proteção ambiental de que trata a Lei Maior.

Dentre eles, o inciso IV que prevê a necessidade de estudo prévio de impacto ambiental, sendo ausente a exigência do RIMA (inciso IV), deixando a cargo da municipalidade a fiscalização das atividades em relação aos seus riscos ambientais associados, incluindo-se aqueles inerentes ao meio ambiente do trabalho (inciso V).

Neste caso, é possível observar a aplicabilidade dos dispositivos do parágrafo anterior, haja vista a expressa proibição de atividades incompatíveis com o perfil do município, tais como usinas de concreto, de asfalto, fabricação de adubo, entre outras, nos termos do §4º do artigo 227.

Ou seja, há uma tendência de que o legislador tenha direcionado suas questões ambientais para a manutenção do caráter turístico da cidade, potencializando sua vocação.

<sup>53</sup> INSTITUTO POLIS. 2013. p. 10

<sup>54</sup> Ibid. p. 15 – 16.



Isso se observa pela continuidade da análise do §1º do artigo 227, onde no inciso VI, a lei prevê, sem distinção, a preservação da flora, incluindo aquela exótica, isto é, aquela introduzida artificialmente no ecossistema<sup>55</sup> e, ainda, recaindo essa proteção sobre as questões de aspecto produtivo, como no caso do abate de animais para consumo.

Transversalmente, as questões sociais também são atingidas na Lei Orgânica de Itanhaém, na medida em que há a previsão de arborização urbana na proporção de 50% de árvores frutíferas, cujos frutos devem, expressamente, estar disponíveis à comunidade (inciso VIII).

Essas questões são abordadas também nos artigos 230 e 231, que autorizam o comércio de plantas nativas, seus produtos e subprodutos por integrantes de comunidades indígenas da cidade e pela autorização da pesca artesanal de subsistência em suas praias e rios, observados os períodos de desova.

O legislador, ao transcrever o artigo 225 da CF no artigo 227 da LOM, não o fez simplesmente por mero formalismo. Isso, pois, há dispositivos na Lei municipal que determinam e fomentam o uso de energias renováveis e sua pesquisa, incluindo a obrigação de obras públicas privilegiarem esse formato, o que beneficia não só as presentes, mas as futuras gerações (inciso XI do artigo 227 e artigo 232).

Outro foco importante da Lei Orgânica é a questão do planejamento ambiental que prevê o mapeamento da cobertura vegetal e o seu zoneamento, que deve ser pensado regionalmente.

Na questão do exercício do Licenciamento Ambiental enquanto instrumento do SISNAMA, o município de Itanhaém, tal qual São Vicente, dispõe da competência legislativa, advinda da Lei Complementar n.º 3.300 de 13 de abril de 2007, que institui o Sistema Municipal de Gestão Ambiental do Município de Itanhaém, alterada pela Lei n.º 4.400 de 09 de junho de 2020.

O artigo 1º da Lei n.º 3.300/07 deixa clara a intenção da municipalidade, no que compete à gestão do meio ambiente no âmbito do exercício dos instrumentos do SISNAMA, a saber:

Art. 1º - Fica instituído o SISTEMA MUNICIPAL DE GESTÃO AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE ITANHAÉM, que integrará o SISTEMA NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – SISNAMA, e, como instrumento de ação nas questões do meio ambiente, atuará, no interesse local e nos limites do seu território, na aplicação e execução da Política Nacional de Meio Ambiente e dos Planos Nacional, Estadual e Municipal de Gerenciamento Costeiro (...)

Dessa forma, o planejamento da gestão ambiental na cidade de Itanhaém não só considera os preceitos da Política Nacional de Meio Ambiente, como também leva em consideração as questões relacionadas ao Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e seus derivados, abarcando os mais importantes diplomas, tanto nacionalmente, dada a hierarquia legal, quanto regionalmente, pelo interesse ambiental local, haja vista ser uma ficção jurídica os limites municipais no âmbito desse tema.

<sup>55</sup> MILARÉ, É. 2020. p. 370.



Sobretudo, pois, os municípios do litoral de São Paulo, na região da Baixada Santista, não são separados por rodovias ou áreas inabitadas entre os adensamentos urbanos. Pelo contrário, já que os nove municípios são muito próximos uns aos outros.

A Lei 4.400/2020, que trouxe a alteração ao artigo 2º da Lei Municipal 3.300/2007, unificou as competências para o licenciamento ambiental municipal, trazendo para a municipalidade a responsabilidade do licenciamento, incluindo-se, para os casos em que a competência é de ente federativo diverso, a necessidade de parecer técnico favorável do departamento de meio ambiente do município, para o desenvolvimento de atividades potencialmente poluidoras.

Considera-se importante também o fato de que a mesma lei determina que quem definirá o grau de magnitude dos impactos ambientais no território local é a municipalidade, levando-se em consideração que é, de fato, quem conhece suas peculiaridades e sabe como determinado aspecto pode afetar seus recursos naturais.

No mais, a lei trata da execução do licenciamento, em sua forma regulamentar, considerando o processo administrativo para tal.

Assim, a fim de concluir este capítulo, observa-se que cada um dos municípios elencados para a análise realizada por este trabalho trata a gestão do meio ambiente de uma forma diferente.

Santos possui uma política ambiental moderna, atualizada ao contexto da proteção ao meio ambiente local, considerando as atividades mais comuns para a região, que é a de transporte de carga e com foco na proteção de seu patrimônio histórico e cultural, todavia exercendo, para tanto, apenas a sua competência delegada, nos termos da Lei 140/11 e resolução CONSEMA 01/2018, no que concerne ao licenciamento ambiental municipal, não havendo, portanto, instrumento regulatórios para o exercício de sua competência exclusiva abarcada pela Lei 6.938/81 e Resolução CONAMA 237/06;

São Vicente, por sua vez, exerce as duas competências, contudo, por meio de diretrizes contidas na Lei Orgânica que não condizem com a realidade do município e não promovem uma discussão sobre as reais necessidades ambientais da cidade, haja vista, essa estar quase toda inserida em áreas de amortecimentos de Unidades de Conservação.

Itanhaém, no entanto, apresenta um arcabouço legal bem elaborado, com foco na proteção dos recursos naturais e seu uso turístico, privilegiando a proteção das comunidades pesqueiras e indígenas que fazem parte da cultura local, alinhando-se à sua vocação econômica de forma que a sustentabilidade seja a principal diretriz.

Diante dessa análise e trazendo esses resultados para um escopo regional, é salutar que se entenda a Baixada Santista como um organismo multifacetado, com problemas característicos de municípios inseridos em regiões metropolitanas que, embora tragam problemas em comum, possuem entraves críticos para o estabelecimento de ações conjuntas, sobretudo para a gestão do meio ambiente.



Na verdade, não constitui uma tarefa trivial lidar com a multiplicidade de determinantes e características dos processos de urbanização e de formação de aglomerações urbanas, o que coloca dificuldades para a análise, assim como para a gestão, da dinâmica de crescimento das metrópoles<sup>56</sup>.

Toda essa complexidade implica em planejamento e, no caso, em gestão planejada e articulada com base em dados e informações contidos a seguir.

## **5 A GESTÃO METROPOLITANA DO MEIO AMBIENTE NA BAIXADA SANTISTA**

Considerando as variáveis do processo de gênese das grandes regiões metropolitanas, em especial os processos de conurbação<sup>57</sup>, que diz respeito às interações entre adensamentos urbanos de municípios distintos, levando em conta que suas áreas de impactos são sinérgicas, deve-se pensar a gestão metropolitana de forma sistêmica.

Essa possibilidade é consagrada em um instituto chamado consórcio multifinalitário, que tem como objetivo a resolução de problemas comuns aos municípios de uma determinada região, incluindo-se, o licenciamento ambiental municipal e o desenvolvimento de sua competência delegada<sup>58</sup>, e, porque não, de sua competência exclusiva.

Este tipo de consórcio possui ampla previsão legal, partindo da Constituição Federal em seu artigo 241 e, mais especificamente, nas Leis Federais n.º 10.107/2005, que trata do estabelecimento dos consórcios públicos e nos incisos I e II do artigo 4º da Lei n.º 140/2011.

A reboque, as Lei Orgânicas dos municípios estudados neste texto também citam tal previsão, como se observa no artigo 161 da Lei Orgânica do Município de Santos;

Art. 161 O Município estabelecerá consórcio com outros Municípios, objetivando a solução de problemas comuns relativos à proteção ambiental, particularmente quanto à preservação dos recursos hídricos e ao uso equilibrado dos recursos naturais.

Da mesma forma, no artigo 256 da Lei Orgânica do Município de São Vicente.

Art. 256 - O Município poderá buscar o desenvolvimento integrado com outros municípios a fim de elaborar e executar planos, obras e serviços por meio da formação de consórcios, convênios e associações criados com objetivos de interesse comum, mediante lei específica, notadamente quanto às questões ambientais, em especial à preservação dos recursos hídricos e exploração racional dos recursos naturais de qualquer espécie.

Sendo que, na Lei Orgânica do Município de Itanhaém, o tema foi tratado de forma mitigada, relegando a articulação regional ao escopo do planejamento, apenas, como se infere do inciso XVIII do § 1º do artigo 227, a saber:

<sup>56</sup> DAVANZO, A. M., & NEGREIROS, R. p 256. 2006

<sup>57</sup> DAVANZO, A. M., & NEGREIROS, R. p 257. 2006

<sup>58</sup> MAGRINELLI, E., 2016. p 30.



§1º (...), incumbe ao Poder Público:

XVIII – Realizar o planejamento e zoneamento ambientais, considerando as características regionais e locais, e articular os respectivos planos, programas e ações;

O que não impede o estabelecimento desse tipo de consórcio, haja vista a ampla legislação federal.

De outra mão, se tratando de consórcios intermunicipais multifinalitário, e olhando para a Baixada Santista como um todo, deve se considerar a participação dos nove municípios a fim de que a gestão ambiental seja realizada de forma uníssona, de modo que se consolide os interesses turísticos, empresariais, imobiliários, entre outros, diante do objeto maior de proteção que é o meio ambiente, tendo como instrumento principal o licenciamento ambiental regional.

Essa possibilidade é viável, sobretudo quando se observa brevemente as Leis Orgânicas dos Municípios de Cubatão<sup>59</sup>, Guarujá<sup>60</sup>, em que pese outros municípios da região serem omissos quanto a este instituto.

Importa saber, da mesma forma, quais estudos e quais instituições deveriam ser considerados na elaboração de uma política ambiental regional, e como se daria a organização e o estabelecimento de um consórcio público para o exercício conjunto do licenciamento ambiental regional, unificado, na Baixada Santista.

Por isso, foi importante a pesquisa sobre o assunto que revelou que, apesar de o estabelecimento de consórcios multifinalitários existirem nas suas mais diversas formas<sup>61</sup>, articulações desse tipo, que versassem adicionalmente ou exclusivamente sobre o licenciamento ambiental regional, ainda são pouco comuns.

Todavia, um relato realizado por Paludo (2018) sobre a implementação de um consórcio multifinalitário no Médio Vale do Itajaí, em Santa Catarina, traz grandes possibilidades para sua implementação da Região da Baixada Santista.

Isso porque, ao avaliar o sistema implementado na região, foi apurado que 77% dos entrevistados apontaram uma melhora no desempenho do controle ambiental e nos processos de expedição de licenças e 58% avaliaram o sistema como viável financeiramente.

Todavia, não se encontrou informações sobre os estudos de base ou sobre o processo de estabelecimento de uma política centralizada para a realização de tal consórcio.

Assim, pensando em um sistema de gestão baseado em uma política, no caso, regional, Granziera<sup>62</sup> nos ensina:

<sup>59</sup> Lei Orgânica do Município de Cubatão, artigo 183.

<sup>60</sup> Lei Orgânica do Município de Guarujá, artigo 238.

<sup>61</sup> FONSECA, D. R. M. D. 2010, p.; SANTANA, A. B. S., & dos SANTOS, B. 2022, 75-91.

<sup>62</sup> GRANZIERA, M. L. M., 2019. p. 119



A edição de uma norma legal dispendo sobre uma política pública (...) constitui o ato final de um processo legislativo, em que se contou com a participação da sociedade civil e de entidades técnicas e científicas, influenciando as decisões dos Poderes Públicos.

Desta forma, uma possível política ambiental da região deveria ser instituída mediante ampla negociação, dotada de representatividade e baseada em documentos técnicos que apresentem um panorama daquilo que se espera enquanto gestão do meio ambiente regional.

Alguns desses documentos técnicos já podem ser observados, como é o caso Zoneamento Ecológico-Econômico do setor costeiro da Baixada Santista que se trata de uma ferramenta de ordenamento territorial, que se tornou norma e que vige pelo Decreto Estadual n.º 58.996 de 25 de março de 2013.

Há, enquanto documento técnico que pode auxiliar nos subsídios técnicos para a gestão dos resíduos sólidos, o recém-publicado plano regional de gestão integrada de resíduos sólidos da Baixada Santista, PRGIRS/BS.

Além desses, os planos de manejo das unidades de conservação, os planos diretores, as leis de uso e ocupação do solo, os licenciamentos de grandes obras já realizados e uma série de outras fontes poderiam ser observadas na composição de uma política regional.

Assim como a observação dos índices de desenvolvimento para cidades sustentáveis, que estão contidos nas metas do Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da Organização das Nações Unidas (ONU), poderiam aumentar o bom desempenho ambiental de uma eventual política de meio ambiente regional.

Da mesma forma, há uma vertente científica ligada ao planejamento da gestão ambiental, tida como voluntária, que trata da Análise Ambiental Estratégica, que tem como foco o levantamento de todos os aspectos ambientais de uma determinada localidade e, sobretudo, como se comportam seus impactos, positivos e negativos, a fim de que se observe como se relacionam as sinergias provocadas por uma eventual nova atividade. Ou seja, é a somatória dos impactos de diferentes atividades, as já existentes e as que se pretendem instalar que, em regra, são analisadas e licenciadas individualmente.<sup>63</sup>

Ainda, a representação de que trata Granziera na citação anterior diz respeito não só à sociedade civil organizada, mas também às fundações e autarquias do poder público ligadas ao licenciamento ambiental em alguns casos, como o Instituto Florestal que, nos termos dos artigos 1º e 2º da Resolução CONAMA 13/1990, que possui participação ativa na definição das atividades que possam afetar a biota em unidades de conservação, atribuindo-lhes a necessidade de licenciamento, inclusive com a obrigatoriedade de autorização do próprio Instituto.

A Agência Metropolitana (AGEM), por meio de seu Conselho de Desenvolvimento da Baixada Santista (CONDESB), da mesma forma, possui papel importante na articulação dessas ações, dada a

---

<sup>63</sup> SÁNCHEZ, L. E. (2008). p 1.



organização do consórcio nos moldes do que foi aplicado na região do Médio Vale do Itajaí. Isto pois a administração do consórcio é realizada pelos próprios prefeitos, organização muito próxima daquilo que se tem CONDESB, por exemplo<sup>64</sup>.

No mais, toda a execução do licenciamento ambiental regional deve ser realizada e administrada por equipe delegada dos próprios municípios, com a análise dos processos sendo realizado por corpo técnico conjunto e a expedição dos documentos sendo feita por agente público do município da sede do empreendimento.

Da mesma forma, deve ser feita a gestão do fundo regional para o meio ambiente, que deve ser fomentado com o pagamento das taxas dos serviços de processamento e análise dos processos.

Por oportuno, vale ressaltar que o emprego de um sistema informatizado, nos moldes do que é empregado no PJ-e e no e-SAJ deve ser a base do processamento dos pedidos de licenciamento para que se supra as distâncias, evitando-se que o interessado tenha necessariamente que seguir até o centro de processamento para realizar seus requerimentos.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo deste trabalho, foi possível apresentar o licenciamento ambiental do ponto de vista da gestão ambiental municipal, muitas vezes, prejudicada pela falta de recursos ou aplicada de forma subdimensionada do ponto de vista do estabelecimento das diretrizes necessárias ao perfeito desenvolvimento local, com foco nas necessidades de cada cidade.

Todavia, é importante levar em consideração o fato de que essa modalidade do instrumento do licenciamento é relativamente nova para os padrões legislativos brasileiros, à despeito de normas ambientais que são mais antigas e que ainda patinam, como é o exemplo da Política Nacional dos Resíduos Sólidos e a pouca efetividade do instituto da logística reversa nela contido<sup>65</sup>.

Diante deste cenário, em que pese o licenciamento ambiental municipal tenha experimentado algumas dificuldades desde a sua concepção, este trabalho deixa notório que o processo de evolução de sua aplicabilidade tem avançado nos últimos anos ainda que o caminho ainda seja longo, sobretudo, pois o planejamento das ações, no que concerne às políticas ambientais municipais, ainda apresenta características muito diferentes entre os municípios.

Essa diferença seria bem-vinda se fosse o caso de instrumentos baseados em políticas e que estivessem observando as peculiaridades locais e regionais, o que não é o caso, já que as normas gerais municipais aplicadas ao meio ambiente tratam muito timidamente das necessidades dos municípios, sem caráter de política e, portanto, sem o estabelecimento de diretrizes mensuráveis.

<sup>64</sup> MAGRINELLI, E. (2016). p. 30.

<sup>65</sup> FARIA, A. R., & SANTOS, A. C. 2020 p. 22.



Isso foi possível de ser observado quando da análise dos instrumentos legais dos municípios de Santos, São Vicente e Itanhaém, sendo a primeira, a Lei Orgânica do município de Santos, uma disposição normativa com características de política ambiental, embora não seja, com a previsão de um código municipal de meio ambiente para essa cidade, cuja minuta está disponível para a consulta, mas, que ainda depende de aprovação na Câmara dos Vereadores de Santos.

Trata-se de um projeto amplo, mas, que ainda prevê a edição, aprovação e publicação de um plano de gestão ambiental, como instrumento do Sistema Municipal do Meio Ambiente, que deverá prever ações setoriais a serem desenvolvidas na cidade.

Se por um lado essa proposta legislativa é salutar, por outro, as seguidas aprovações, ou seja, a necessidade de aprovação em etapas, primeiro de um sistema de gestão municipal, depois de um plano setorial, torna tudo muito mais lento do que deveria ser.

De outro lado, a seção que trata do meio ambiente na Lei Orgânica do município de São Vicente apresenta-se notadamente desatualizada e fora do contexto das necessidades locais, considerando suas características ambientais.

A falta de uma política bem estruturada nesse município relega o licenciamento ambiental municipal ao mero entrave administrativo, haja vista a municipalidade não apresentar uma exposição de motivos para a escolha das atividades elencadas no rol da Lei 582/09.

Todavia, este fato não deve descaracterizar o que foi realizado até o momento, em virtude de já se observar uma estrutura em pleno funcionamento, com aparato técnico, ainda que reduzido, para a realização do processamento dos requerimentos de licença que competem ao município. Dessa forma, se faz necessária a atualização de Lei Orgânica e, sobretudo, a publicação de sua política municipal de meio ambiente, com uma base forte de pesquisa, dada suas peculiaridades.

Assim como aparenta ter realizado o município de Itanhaém, que apresenta no bojo de sua Lei Orgânica, prioridades voltadas ao seu maior bem, que são os seus recursos naturais, muito por conta de ser uma cidade essencialmente turística e depender economicamente desses mesmos recursos.

Toda a parte que trata do licenciamento ambiental na cidade também está estruturada a partir da competência exclusiva, todavia, não foi possível avaliar, durante a produção deste trabalho, qual é a aplicabilidade dessa lei na cidade, tendo em vista a dinâmica econômica regional.

Observando esse cenário, ainda há de se levar em consideração o potencial de aplicabilidade e a viabilidade da implementação do licenciamento ambiental municipal por intermédio de uma gestão regional, gerida e exercida em consórcio pelos municípios da Baixada Santista.

Paludo (2018, p. 42), apontou motivos importantes relacionados aos benefícios da implementação desse tipo de gestão ambiental, sobretudo pelo fato de que os custos associados aos encargos municipais são mitigados com a cooperação intermunicipal.



Ademais, segundo o mesmo autor, o que se apresenta é uma melhora nas ações do executivo e no desempenho relacionado à sustentabilidade regional.

Esses mesmos custos também podem ser diluídos na fase dos estudos que subsidiarão o planejamento.

Sobretudo os estudos que tratem da Análise Ambiental Estratégica para o estabelecimento da política regional de meio ambiente, com metas e planos de monitoramento que sejam perfeitamente alcançáveis e mensuráveis, permitindo a reavaliação periódica da política regional de meio ambiente, com foco na melhoria contínua dos processos ambientais regionais.

Ademais, a região já possui um vasto material científico e institucional que dão subsídios ao enfrentamento do tema no âmbito de uma discussão regional.

Não obstante, essa mesma redução de custos faria com que municípios da região, que ainda hoje não exercem o licenciamento ambiental enquanto instrumento municipal do SISNAMA por conta de falta de custos e de estrutura, passassem a participar do processo de gestão ambiental em sua forma regional.

Há de se levar em consideração também, enquanto dificuldade maior para o estabelecimento desse tipo de cooperação, a transitoriedade dos governos municipais e as diferentes prioridades de cada mandatário, o que faria com que estudos muito longevos trouxessem prejuízos para uma implementação desse tipo de gestão, sobretudo pela falta de uma política pré-estabelecida que deixasse clara a intenção do legislador local.

Inclusive, a omissão quanto a implementação de políticas ambientais municipais, ponto crucial deste estudo, aponta justamente para a falta de subsídios de avaliação, pois não há variáveis pré-determinadas para que um monitoramento do processo de gestão do meio ambiente seja efetuado, com vistas a avaliação do desempenho, do ponto de vista de sua efetividade.

O licenciamento ambiental municipal, portanto, sem a sua respectiva política ambiental de meio ambiente, se torna um processo que se encerra em si mesmo, não havendo proposta mensurável que deslinde o seu papel enquanto instrumento local do SISNAMA e enquanto ferramenta de melhoria do desempenho ambiental nos municípios e nas regiões metropolitanas.



## REFERÊNCIAS

ALVES, M.: Caiçaras da Costa da Mata Atlântica. CidadeeCultura.com. 2022. Disponível em <https://www.cidadeecultura.com/caicaras-do-litoral-paulista-cultura-caicara/>, em 17/09/2022.

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR ISO 14001:2015 – Sistema de gestão ambiental: especificação e diretrizes para uso. Rio de Janeiro: ABNT.

ABNT NBR ISO 9001:2008: Sistemas de Gestão da Qualidade - requisitos. Rio de Janeiro, 2008. ABNT. 2015.

BARBOSA, E. M. Avaliação de impacto à saúde como instrumento para o licenciamento ambiental na indústria de petróleo. Tese (Doutorado em Saúde Pública e Meio Ambiente) - Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2010. 245 f.

BESSA, P. A., Artigo 225 comentado. 2022. Artigo. Disponível em <https://www.dicasconcursos.com/art-225-da-cf-comentado/#:~:text=Transcri%C3%A7%C3%A3o%20%E2%80%93%20Art.-,225%20da%20CF%2F88,as%20%20e%20futuras%20gera%C3%A7%C3%B5es.Em%2023/06/2022.> presentes

BRASIL. Lei Complementar n.º 140 de 2011. Fixa normas para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência relativas à proteção do meio ambiente. 2011.

Constituição Federal da República Federativa do Brasil. Brasília. Senado Federal. 1988.

Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. 1981.

de CARVALHO, R. C. Os direitos humanos de terceira geração. Revista Jurídica do Ministério Público-Eletrônica, (6), 2012. 97-122.

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. (2010). CETESB e Prefeitura de Bertiooga assinam aditamento ao convênio de municipalização. Disponível em <https://cetesb.sp.gov.br/blog/2010/12/29/cetesb-e-prefeitura-de-bertiooga-assinam-aditamento-ao-convenio-de-municipalizacao/> em 16/08/2022.

CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente. Resolução n.º 237 de 19 de setembro de 197. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o Licenciamento Ambiental. 1997.

Resolução n.º 01, 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a avaliação de impacto ambiental. Ministério do Meio Ambiente. 1986.

CONSEMA – CONSELHO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. Municípios Aptos a realizar o Licenciamento Municipal conforme Deliberação Normativa CONSEMA n.º 01/2018. 2022. Disponível em <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/consema/licenciamento-ambiental-municipal/> em 16/08/2022.

DAVANZO, A. M., & NEGREIROS, R. A gestão das regiões metropolitanas do interior paulista: Região Metropolitana de Campinas e Região Metropolitana da Baixada Santista. *Novas metrópoles paulistas: população, vulnerabilidade e segregação. Campinas: Nepo/Unicamp.* 2006. p. 255-274



FARIA, A. R., & SANTOS, A. C. Logística reversa: dificuldades e desafios para empresas de alimentos do norte do Paraná. *Revista Americana de Empreendedorismo e Inovação*, 2(2), 2020, 22-29.

FONSECA, D. R. M. D. O Consórcio público intermunicipal como instrumento de gestão dos resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso nos municípios de Tucuruí e Breu Branco (Estado do Pará). 2010

FONSECA, G., & do PRADO, D. M. Discussão sobre o conceito de meio ambiente natural, antrópico e de mosaico e sua apropriação didática no ensino de ecologia e educação ambiental no Baixo Vale do Ribeira/SP. *Revista Didática Sistemática*, 2008, 8, 101-112.

GINNES BOOK OF RECORDS, *Largest Beach Front Garden*. 1999. Disponível em <https://www.guinnessworldrecords.com.br/world-records/71563-largest-beach-front-garden>, em 13/09/2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/>, em 08/09/2022

INSTITUTO PÓLIS. Resumo Executivo de São Vicente. Instituto Polis. p. 7, 2013. Disponível em <https://polis.org.br/publicacoes/resumo-executivo-de-sao-vice-litoral-sustentavel-desenvolvimento-com-inclusao-social/>, em 19/09/2022.

IBAMA. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e Recursos Renováveis. Cadastro Técnico Federal. 2017. Disponível em <http://www.ibama.gov.br/cadastro-tecnico-federal-ctf#:~:text=O%20Cadastro%20T%3%A9cnico%20Federal%20de%20Atividades%20e%20Instrumentos%20de%20Defesa,instrumentos%20destinados%20ao%20controle%20de>.

Resumo Executivo de Itanhaém. Instituto Pólis. p. 10, 2013. Disponível em <https://polis.org.br/publicacoes/resumo-executivo-de-itanhaem-litoral-sustentavel-desenvolvimento-com-inclusao-social/>, em 20/09/2022.

LEME, T. N., Governança ambiental no nível municipal. IPEA. 2016. Disponível em [ipea.gov.br](http://ipea.gov.br) em 30/08/2022

LENZA, P. 2021. *Direito Constitucional*, São Paulo, Saraiva. p.2055.;

MAGRINELLI, E. Consórcio público e licenciamento ambiental: um modelo viável para pequenos municípios. In Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas, XIII, Poços de Caldas. 2016

MILARÉ, É. *Dicionário de direito ambiental*. 1 ed. São Paulo. Revista dos Tribunais. 2020.  
\_\_\_\_\_. *Direito do Ambiente*. 11 ed. São Paulo. Thomson Reuters. 2018.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, Biodiversidade. Disponível em <https://antigo.mma.gov.br/biodiversidade/biodiversidade-brasileira.html>

Mata atlântica. 2022. Disponível em [https://antigo.mma.gov.br/biomass/mata-atlantica\\_emdesenvolvimento.html](https://antigo.mma.gov.br/biomass/mata-atlantica_emdesenvolvimento.html), em 08/09/2022.

OLMOS, F., Guará: ambiente, fauna e flora dos manguezais de Santos-Cubatão. São Paulo. Empresa das Artes. 2003, p. 19.

PALUDO, R., Gestão ambiental consorciada de municípios como ferramenta do licenciamento ambiental no médio Vale do Itajaí, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, SC. 2018.



PICADA, L. S., NEUBAUER, V., & ZAMBRA, C. Política Nacional do Meio Ambiente: uma legislação fundamentada na ética socioambiental? Revista Interdisciplinar de Ensino, Pesquisa e Extensão-RevInt, 2018. 6(1), 207-216.

PONÇANO, W. L., *et ali.*, Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. 1981, 94 p.

SÁNCHEZ, L. E. (2008). Avaliação de Impacto Ambiental: conceitos e métodos. São Paulo. Oficina de Textos. p. 18, p 80

Avaliação ambiental estratégica e sua aplicação no Brasil. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. 2008

SANTANA, A. B. S., & dos SANTOS, B., Consórcio público esportivo e efetivação de Políticas Públicas Sociais no Sul Fluminense. Direito & Consciência, 2022, 1(1), 75-91.

SANTOS. MUNICÍPIO., Lei Orgânica do Município de Santos. Atualizada. 2017. Disponível em <https://www.camarasantos.sp.gov.br/lei-organica>, em 13/09/2022

Canais são tombados pelo CONDEPHAT. 2000 Disponível em <https://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/canais-sao-tombados-pelo-condephaat>, em 13/09/2022

Prefeitura impede a construção de barraco em área proibida. 2001. Disponível em <https://www.santos.sp.gov.br/?q=noticia/prefeitura-impede-construcao-de-barraco-em-area-proibida>, em 13/09/2022.

SPA - SANTOS PORT AUTHORITY, Mensário estatístico: agosto/22. 2022.p. 5. Disponível em <https://www.portodesantos.com.br/informacoes-operacionais/estatisticas/mensario-estatistico/>, em 08/09/2022.

SÃO PAULO. ESTADO. Lei Complementar 815 de 30 de julho de 1996. Diário Oficial - Executivo, 31/07/1996, p.1

Decreto 58.996 de 25 de março de 2013. Dispõe sobre o ZEE Baixada Santista: zoneamento ecológico-econômico – setor costeiro – Baixada Santista. São Paulo. SMA. 2013.

Plano regional de gestão integrada de resíduos sólidos da Baixada Santista, PRGIRS/BS. IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Santos, SP: Agência Metropolitana da Baixada Santista, 2018. Disponível em [https://www.agem.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/11/20180600-DC-PRGIRS\\_BS\\_compressed.pdf](https://www.agem.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/11/20180600-DC-PRGIRS_BS_compressed.pdf) Acesso em 21 de junho de 2021.

SIQUEIRA, L. N., Competência Administrativa em Matéria Ambiental: Necessidade de Regulamentação do Art. 23 da Constituição da República. Revista do Tribunal Regional Federal da 1ª Região, 2005, 17(12).

Plano de Manejo do Parque Estadual Xixová-Japuí. Instituto Florestal. 2010. p. 343.

STRUCHEL, A., Licenciamento ambiental municipal. São Paulo. Oficina de textos. 2016, p. 60

TRENNEPOL, T., Manual de direito Ambiental. 7ª ed. São Paulo. Saraiva Educação. 2019.



ZANELLA, L. C. M. A proteção do meio ambiente na constituição federal e os efeitos da lei complementar 140/2011 no licenciamento ambiental. 2013 Direito-Florianópolis.

## Quantidade e qualidade de água e adubo na produção de cebolinha verde



<https://doi.org/10.56238/tecnocienagrariabiosoci-015>

### Thallita Nayanna Bezerra Alves

Mestranda em Agricultura e Ambiente, UFAL, Campus de Arapiraca

Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

E-mail: [nayanathalita@gmail.com](mailto:nayanathalita@gmail.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1836223317459000>

### Érika Barbosa Melo.

Agrônoma, UFAL, Campus Arapiraca.

Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

E-mail: [erika\\_see@hotmail.com](mailto:erika_see@hotmail.com)

### Aluisio Bernardo da Silva Junior

Estudante de graduação em Agronomia, UFAL, Campus Arapiraca

Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

E-mail: [aluisio\\_b2712@outlook.com](mailto:aluisio_b2712@outlook.com)

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0125750193078895>

### Kivia Caroline da Costa

Mestranda em Agricultura e Ambiente, UFAL, Campus de Arapiraca

Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

E-mail: [kiviacaroline1@hotmail.com](mailto:kiviacaroline1@hotmail.com)

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/2503819449986860>

### Maria Deyse Silva dos Santos

Graduanda em Agronomia, UFAL, Campus de Arapiraca

Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

E-mail: [lisboadayse383@gmail.com](mailto:lisboadayse383@gmail.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3710302718646466>

### Maria Damiana Rodrigues Araujo

Graduanda em Agronomia, UFAL, Campus de Arapiraca

Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

E-mail: [rmariadamiana2@gmail.com](mailto:rmariadamiana2@gmail.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0082341300679911>

### Larissa Vasconcelos Santos

Graduanda em Agronomia, UFAL, Campus de Arapiraca

Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

E-mail: [larissavasconcelos18@outlook.com](mailto:larissavasconcelos18@outlook.com)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4944948235337443>

### Daniella Pereira dos Santos

Doutora em Engenharia Agrícola, UFRPE

E-mail: [daniellapsantos@hotmail.com](mailto:daniellapsantos@hotmail.com)

Lattes: <https://lattes.cnpq.br/0994067308793874>

### Cícero Gomes dos Santos

Professor Doutor em Agronomia, UFAL – Campus Arapiraca

Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

E-mail: [cgomes@arapiraca.ufal.br](mailto:cgomes@arapiraca.ufal.br)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1756791175395693>

### Márcio Aurélio Lins dos Santos

Professor Doutor em Agronomia, UFAL – Campus Arapiraca

Instituição: Universidade Federal de Alagoas (UFAL)

E-mail: [mal.santo@arapiraca.ufal.br](mailto:mal.santo@arapiraca.ufal.br)

Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0192590447392368>

## RESUMO

Considerando a escassez hídrica no agreste alagoano, vê-se a necessidade de diminuir o consumo da água, otimizando a produção de hortaliças na região. O cultivo de hortícolas vem aumentando na região gradativamente, com isso é necessário otimizar todos os recursos necessários ao plantio como a água e adubação. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o crescimento da cebolinha verde (*Allium Fistulosum*, L.) em função da lâmina de água e níveis de adubo orgânico no agreste Alagoano. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e 3 repetições por tratamento. Nas parcelas, foram testados níveis de irrigação ( $W1=50\%$ ,  $W2=100\%$  e  $W3=150\%$ ), equivalentes a evapotranspiração da cultura ( $ET_c$ ), estimada pela evapotranspiração de referência ( $ET_o$ ) pelo método de Hargreaves-Samani, e pelo  $K_c$  da cultura da cebolinha (FAO 56). Nas subparcelas, foi avaliada a resposta da cultura a quatro doses de esterco bovino ( $A1=0\%$ ,  $A2=50\%$ ,  $A3=100\%$  e  $A4=150\%$ ), calculadas a partir da dose recomendada para a cultura ( $5 \text{ Kg.m}^{-2}$ ). Foram analisadas as variáveis: altura de planta (AP), número de folhas (NF), matéria fresca da raiz (MFR), matéria seca da raiz (MSR), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA) e diâmetro do caule (DC). Foi utilizado o teste “F” para análise estatística e o teste de Tukey a 5% de probabilidade ocorrendo efeito significativo para as lâminas de água sobre NF, MFPA, MSPA, MFR, MSR e DC.

**Palavras-chave:** Irrigação, esterco bovino, *Allium fistulosum*.



## 1 INTRODUÇÃO

A precipitação pluviométrica é um fator de relevância na produtividade agrícola no Nordeste brasileiro, que devido à irregularidade das chuvas ocasiona um déficit hídrico. Esse impacto pode ser minimizado com o manejo adequado de irrigação e a determinação da real necessidade hídrica das plantas (AMARAKOON et al., 2000).

Nos últimos anos a produção de hortaliças no país aumentou 33 % enquanto a área foi reduzida em 5% e a produtividade incrementou 38 %. Três quartos do volume de produção se concentram nas regiões Sudeste e Sul enquanto o Nordeste e o Centro-Oeste respondem pelos 25 % restantes. Nos estados do Norte, a produção de hortaliças é incipiente e os mercados consumidores são abastecidos por produtos oriundos, principalmente, do Nordeste e Sudeste (SOUSA et al., 2005).

A maior parte da produção de hortaliças (60%) está concentrada em propriedades de exploração familiar com menos de 10 hectares intensivamente utilizadas, tanto no espaço quanto no tempo. Como atividade agroeconômica diferencia-se, ainda, por exigir altos investimentos, em contraste com outras atividades agrícolas extensivas (AMARAKOON et al., 2000). Uma cultura de destaque no Brasil, é a da cebolinha que apresenta uma grande importância econômica e o país destaca-se como o 7º maior produtor (IBGE, 2009). Em 2008 a produtividade média nacional, de acordo com o IBGE (2009), situa-se em torno de 20.368 kg há<sup>-1</sup>.

A cebolinha, *Allium fistulosum*, L. é natural da Sibéria e pertence à família Alliaceae, um dos condimentos mais produzidos e comercializados no mundo e está em larga disseminação no Brasil devido a sua facilidade de manejo e por possuir importante papel social, porque possibilita uso de pequenas áreas em cultivos familiares (CARDOSO, 2010).

Suprir as necessidades hídricas das plantas por meio de irrigação é essencial para o sucesso da produção da maioria das hortaliças. A produtividade e a qualidade das hortaliças também podem ser prejudicadas dependendo da forma com que a água é aplicada às plantas. A adoção de um sistema de irrigação que não seja adequado para a cultura pode inviabilizar todo empreendimento, haja vista o alto custo da produção e o elevado valor econômico da maioria das hortaliças e o alto custo de aquisição, operação e manutenção dos sistemas de irrigação (CARDOSO et al., 1998).

Desta forma, destaca-se a irrigação por gotejamento que apresenta uma adequada economia hídrica e precisão, visto que diminui a perda de água para a atmosfera pela evaporação, atua diretamente no sistema radicular da cultura, possui uma vazão lenta que ajuda o solo a absorver a água gradativamente, permitindo que o bulbo fique úmido por mais tempo (CARDOSO et al., 1998).

Para aumentar a produtividade das culturas agrícolas cultivadas é necessário determinar a quantidade de água requerida, essa quantidade pode ser estimada por meio da determinação da função produção de cada cultura relacionando suas necessidades hídricas com quantidades de adubo mineral ou orgânico.



O uso de composto orgânico na produção da hortaliça é excelente alternativa para elevar a produtividade, dentre as hortaliças cultivadas com adubo orgânico a cebolinha verde merece destaque, visto que a mesma é uma das hortaliças que exige uma boa quantidade de macronutrientes e respondem muito, onde há na presença de adubação crescimento e alongamento da parte aérea e desenvolvimento de maior perfilhamento formando folhas de maior tamanho e diâmetro, bem como o desenvolvimento de raízes secundárias (MATHEUS, 2012).

Obter essas informações é de grande utilidade para estimar ou prever o comportamento agrônomico das hortícolas.

Em Alagoas predominou durante vários anos a cultura do fumo, porém, problemas de manejo, comercialização e a tendência mundial antitabagismo, geraram uma crise no setor agrícola da região, iniciada em 1998, diminuindo em 67% da produção de fumo no Estado. Foi criado o projeto Cinturão Verde, incentivando a produção de hortaliças, surgindo como uma alternativa para a agricultura familiar da região (MONTEIRO, 2013).

### 1.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o crescimento da cebolinha verde (*Allium Fistulosum*, L) em função da lâmina de água e níveis de adubos orgânicos no agreste Alagoano.

### 1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

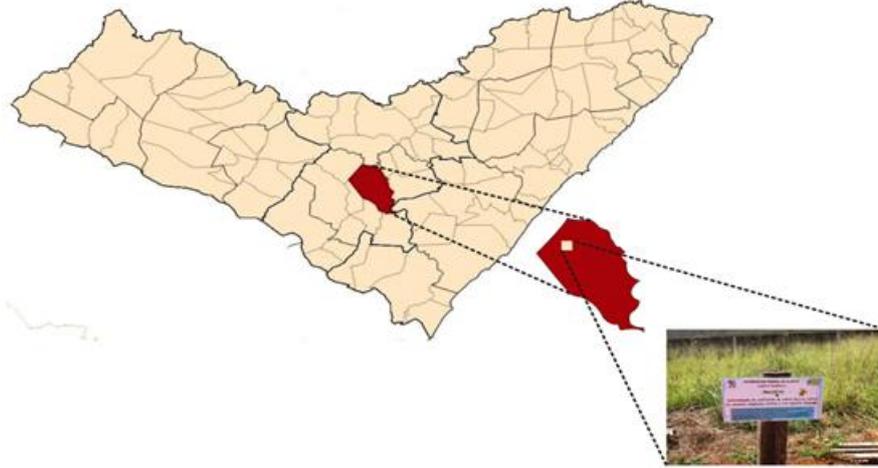
- Identificar o ciclo fenológico das culturas a serem estudadas;
- Encontrar a função produção representativa para cada cultura estudada;
- Calcular o nível de água e adubo em que há o melhor desenvolvimento da cultura.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. DESCRIÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na área experimental do Grupo de Pesquisa em Manejo de Água para Irrigação (Grupo IRRIGA) do Curso de Agronomia do Campus de Arapiraca da Universidade Federal de Alagoas (Figura 1). O município está localizado nas coordenadas geodésicas 9° 45' 58'' de latitude sul e 35° 38' 58'' de longitude oeste e altitude de 264 m. Esta região é de transição entre a Zona da Mata e o Sertão Alagoano, cujo clima é classificado como do tipo 'As' tropical com estação seca de Verão, pelo critério de classificação de Koppen.

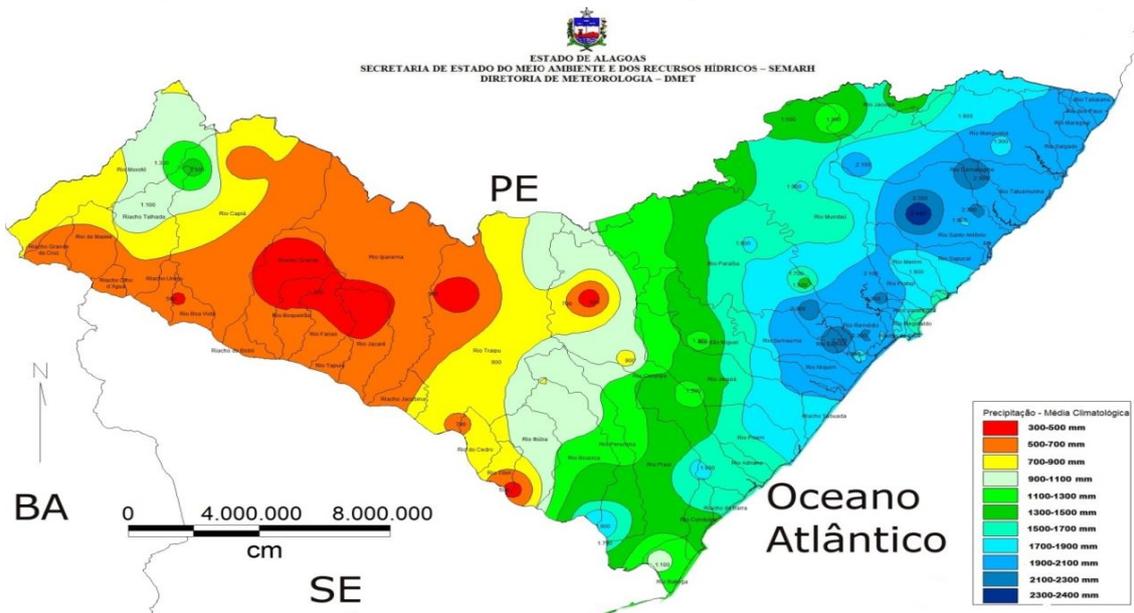
Figura 1. Localização geográfica de Arapiraca e identificação do experimento



Fonte: Adaptado de Raphael Lorenzeto de Abreu, 2014.

O experimento foi realizado no período de março a abril de 2013, com a cultura da cebolinha verde, testando níveis de adubação e irrigação. A área experimental em que a pesquisa foi conduzida possui solo classificado como Argissolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006), com classificação textural areia franca, com densidade volumétrica ( $d_s$ ) de  $1,44 \text{ g cm}^{-3}$ , porosidade total ( $P$ ) de  $0,4436 \text{ m}^3 \cdot \text{m}^{-3}$ , e declividade média menor que 2,0%. A região apresenta precipitação média anual de 750 a 1100 mm (Figura 2).

Figura 2. Distribuição média climatológica da precipitação no estado de Alagoas.



Fonte: SEMAR

Os dados utilizados para cálculo da evapotranspiração de referência ( $ETo$ ) foram obtidos de uma estação meteorológica automática do Instituto Nacional de Meteorologia localizada a 15km da área experimental.

As características químicas na profundidade de 0 - 20 cm foram apresentadas na Tabela 1.



Tabela 1. Análise química e hídrica do solo da área experimental do Campus de Arapiraca da UFAL

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS												
pH	P	M.O	K	Ca	Mg	Al	H+Al	V	Fe	Cu	Zn	Mn
(H <sub>2</sub> O)	(mg dm <sup>-3</sup> )	(%)	(cmol dm <sup>-3</sup> )					(%)	(mg dm <sup>-3</sup> )			
5,6	11	1,07	109	1,4	0,8	0,09	1,2	67,8	66,16	0,71	2,78	39,68
CARACTERÍSTICAS HÍDRICAS												
Umidade Natural (%)	Tensão (atm)						Água Disponível					
	0,10	0,33	1,00	5,00	10,0	15,0						
0,7	16,00	10,56	8,16	6,57	4,95	2,04	8,52					

O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com parcela subdividida. Os tratamentos foram divididos em três blocos, em que a parcela principal era composta pelas lâminas de água e as subparcelas pelos níveis de adubos.

Os tratamentos foram compostos de três lâminas de água e quatro níveis de esterco bovino, totalizando 36 parcelas experimentais com medidas de 1,0 m<sup>2</sup>, distribuídos em três blocos e cada bloco com três subparcelas.

A unidade experimental foi distribuída em três blocos, sendo as parcelas principais com 4,0 x 1,0 m, com total de 84 plantas, e as subparcelas com 1,0 x 1,0 m considerando úteis para coleta apenas às cinco plantas centrais.

Para se determinar a produtividade da cebolinha foi feita a correlação entre a melhor lâmina de água e o melhor nível de adubo que fosse satisfatório à necessidade da cultura. Sendo que para o fator lâmina de água (W) foram utilizados os níveis de W1 (50%), W2 (100%) e W3 (150%), equivalente a evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>), estimada pela evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) por meio do método de Hargreaves-Samani com os dados da estação meteorológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) durante o período do experimento.

E para os níveis de adubos foi utilizado o esterco bovino curtido e a aplicação foi baseada em Filgueira (2007), onde foram estabelecidos os níveis: (0% = 0,0 Kg; 50% = 2,5 kg; 100% = 5,0 Kg e 150% = 7,5 Kg) aplicadas em cada linha de plantio, a adubação foi realizada oito dias antes do plantio.

A frequência de irrigação foi diária, sendo a lâmina de irrigação estabelecida de acordo com os tratamentos e baseado na evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) pelo método de Hargreaves-Samani (Equação 1) e da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) (Equação 2), de acordo com as seguintes equações:

$$\bullet \quad ET_o = 0,0023 \cdot (T_{med} + 17,78) \cdot R_0 \cdot (T_{max} - T_{min})^{0,5} \quad (\text{Equação 1})$$

$$\bullet \quad ET_c = ET_o \cdot K_c \quad (\text{Equação 2})$$

Em que:

- ET<sub>c</sub>: evapotranspiração da cultura da cebolinha verde, em mm dia<sup>-1</sup>;
- ET<sub>o</sub>: evapotranspiração potencial diária, em mm dia<sup>-1</sup>;
- K<sub>c</sub>: coeficiente de cultivo da cebolinha verde.

Primeiramente foi realizada a medição da área totalizando 75,0 m<sup>2</sup>. Foram construídos nove canteiros com as dimensões 4,0 x 1,0 m. Logo em seguida foi realizada a preparação do solo para a incorporação dos níveis de adubo bovino de forma casualizada (Figura 3).

Figura 3. Marcação da área para montagem do experimento e incorporação do adubo no solo



As mudas foram adquiridas com produtores da região do agreste Alagoano, sendo transplantada no dia 09 de março de 2013. Durante os quinze primeiros dias após o transplante (DAT), as plantas foram irrigadas com regadores, no dia 25 de março de 2013 foi implantado o sistema de irrigação por gotejamento.

Aos 16 DAT foi implantado o sistema de irrigação por gotejamento por gravidade, composto por três reservatórios com capacidade para 20 litros que eram dispostos sobre bancadas com aproximadamente 1,5 metro de altura e conectados ao sistema de irrigação (Figura 4).

Figuras 4. Montagem da bancada para suspensão dos reservatórios que alimentam o sistema de irrigação por gotejamento



Após sistema de irrigação montado (Figura 5), foram aplicadas lâminas diariamente de acordo com a ETC, sempre as 16 horas. Após ser calculada de acordo com os dados climatológicos, a lâmina (W) era adicionada aos reservatórios para posteriormente serem distribuídas nas linhas de irrigação.

Figura 5. Experimento montado com as mudas bem adaptadas e sistema de irrigação por gotejamento funcionando



Durante o período do experimento (43 dias) foram realizados alguns tratos culturais, realizando-se o controle manual de ervas daninhas, para que não ocorresse a competição por espaço e nutrientes bem como a limpeza no sistema de irrigação, trabalho muito importante para que não ocorresse o entupimento dos gotejadores, dificultando a passagem da água.

Aos 43 dias após o transplântio das mudas foram realizadas as medidas biométricas da cultura, analisou-se a altura da planta (Figura 6).

Depois foi realizada a colheita da cultura, onde foram colocadas em sacolas de papel devidamente identificadas e levadas para o laboratório, onde foram realizadas as análises de matéria fresca, matéria seca, submetidas à secagem na estufa com temperatura de 65°C por um período de 72 horas em que atingiu um peso constante.

Figuras 6. Medição da altura da planta (AP) primeira análise obtida ainda em campo



As plantas devidamente analisadas foram após colhidas colocadas na estufa por 72h a 65°C, foram analisadas as seguintes variáveis: altura de planta (AP), número de folhas (NF), matéria fresca da raiz (MFR), matéria seca da raiz (MSR), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA) e diâmetro do caule (DC). Foi utilizada balança de precisão, para pesar a matéria fresca e seca das plantas em análise (Figura 7).

Figura 7. Pesagem em balança de precisão da massa fresca da parte aérea e massa fresca da raiz e posterior coleta de dados



Os dados analisados foram tabulados em planilha de cálculo e submetidos à análise de regressão no programa estatístico R.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises realizadas, observou-se que houve efeito significativo das lâminas de água para massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca da parte aérea (MSPA). Já para níveis de esterco bovino, bem como, a interação entre lâminas e níveis de adubo não houve significância de tais fatores na produção da cebolinha (Tabela 2).

Como sabemos que a produtividade requer um baixo custo de manejo, para os níveis de adubos testados, percebe-se que nessa região pode-se haver uma diminuição na quantidade de adubo, no caso o esterco bovino, sem que ocorra diminuição na produção.

Trabalhando com doses de esterco de curral na cultura da cebolinha (*Allium fistulosum*), SANTOS et al., 2005 constatou que houve um aumento para matéria seca da parte aérea quando o esterco bovino foi incorporado ao substrato, exceção para o NPK+EB10.0 L m<sup>-2</sup>.

Para o tratamento lâmina de água, foi verificado efeito significativo para as variáveis analisadas: altura de planta (AP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca da raiz (MFR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR).

A variável número de folhas não apresentou diferença significativa para o tratamento lâmina de água, como pode ser observado na Tabela 2.



Tabela 2. Análise de variância para variáveis número de folha (NF), altura de planta (AP), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria fresca da raiz (MFR), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca da raiz (MSR).

CAUSA DE VARIACÃO	QM						
	GL	NF	AP	MFPA	MFR	MSPA	MSR
Lâmina (L)	2	18,4	19,96**	111,7*	2,7*	0,9**	0,1*
Blocos	2	4,8	0,04	18,8	0,9	0,03	0,01
Erro(a)	4	3,3	0,9	10,9	0,4	0,03	0,01
Adubo (a)	3	4,4	4,5	21,9	0,2	0,1	0,02
L x A	6	9,1	1,6	16,5	0,4	0,1	0,02
Erro (b)	18	2,8	1,2	3,7	0,2	0,06	0,01
C. V. (a)%		8,3	15,1	22,9	22,8	20,2	24,4
C. V. (b)%		7,7	17,2	13,3	15,9	28,9	30,6

\*significativo pelo teste “F” a 5% de probabilidade de erro. \*\*significativo a 1%. \*\*\* significativo a 0,1%

Já CAMELO, (2013), analisando a Cultura da Cebola (*Allium cepa* L.) analisando quatro lâminas de água e adubações minerais e orgânicas também verificou que os índices referentes a 100 e 150% influenciaram no desenvolvimento e produtividade da cultura da cebola.

O valor da massa média de bulbos comerciais obtida no experimento foi de 120,75g sendo superior inclusive a massa média máxima de alguns outros estudos (KUMAR et al., 2007).

De acordo com a análise estatística, não houve interação entre os tratamentos lâmina de água e adubo orgânico, sendo então esses fatores analisados separadamente. Para o tratamento adubo orgânico, observou-se que não houve significância, ou seja, não influenciaram no crescimento da cultura.

Esses resultados foram diferentes dos encontrados por NETO et al., (2010) estudando desenvolvimento de cebolinha sob diferentes doses de esterco de curral associado à adubação mineral, onde observou-se que a massa seca da parte aérea aumentou linearmente com a adubação orgânica, independentemente do sistema de plantio.

CAMELO et al., (2013) avaliaram o desenvolvimento da cultura da cebola (*Allium cepa* L.) com quatro lâminas de água e adubação mineral e orgânica no estado de São Paulo observaram que a adubação mineral e a adubação orgânica apresentaram resultados semelhantes a este quanto à altura das plantas, obtendo resultados superiores ao tratamento controle (C), tais dados foram obtidos para todas as lâminas de água aplicadas, porém quanto maior a quantidade de água em função da evapotranspiração calculada, maior o crescimento vegetativo de *Allium cepa* L.

Segundo GONÇALVES & SILVA (2003) foram constatados resultados em que a adubação orgânica pode substituir a adubação mineral na cultura da cebola. Resultados semelhantes foram obtidos por VIDIGAL et al., 2010, onde o uso de composto orgânico a base de dejetos sólidos de suínos é suficiente para a produção de bulbos de cebola com ótima qualidade e produtividade.

A produtividade é característica de rum baixo custo de manejo, para os níveis de adubos testados, percebe-se que nessa região pode-se haver uma diminuição na quantidade de adubo, no caso o esterco bovino, sem que ocorra diminuição na produção.



As lâminas de água equivalentes a 100 e 150% foram as que mais apresentaram valores satisfatórios no desenvolvimento da cebolinha verde. Este resultado está de acordo com CAMELO et al (2013), que analisando quatro lâminas de água e adubações minerais e orgânicas na cultura da cebola (*Allium cepa* L.) verificou que os índices de lâminas de água referentes a 100 e 150% influenciaram no desenvolvimento e produtividade da cultura da cebola. O valor da massa média de bulbos comerciais obtida no experimento foi de 120,75g sendo superior inclusive a massa média máxima de alguns outros estudos (KUMAR et al., 2007).

Na Tabela 3 podem ser verificadas com o teste de Tukey a 5% de probabilidade que a lâmina de 100 e 150% foi superior as demais.

Tabela 3. Média das variáveis para Número de folhas (unidade por planta), Matéria fresca da parte aérea (g), Matéria fresca da raiz, Matéria seca da parte aérea (g), Matéria seca da raiz (g) e Diâmetro do caule (cm).

LÂMINA	MÉDIAS					
	NF	MFPA	MFR	MSPA	MSR	DC
150%	21a	109,1 <sup>a</sup>	6,2a	9,8a	1,7 <sup>a</sup>	24,95a
100%	13,91b	64,05b	4,03a	5,71b	0,99ab	19,94a
50%	5,41c	10,63c	1,3b	1,6c	0,23b	7,42b

De acordo com COSTA FILHO et al., (1995), verificaram que teores acima de 80% de água disponível no ambiente de cultivo proporcionaram maior peso médio de bulbos na cebola.

Em estudo realizado por COELHO et al., 1996, foram verificadas influencias diretas do regime de irrigação no peso total de bulbos, onde maiores valores de produtividade total e de bulbos foram verificados, bem como maiores porcentagens de bulbos grandes e médios e menores porcentagens de bulbos miúdos em tratamento caracterizado por lâminas de água com 90,8% da evapotranspiração de referencia (ET<sub>o</sub>) acumulada no período.

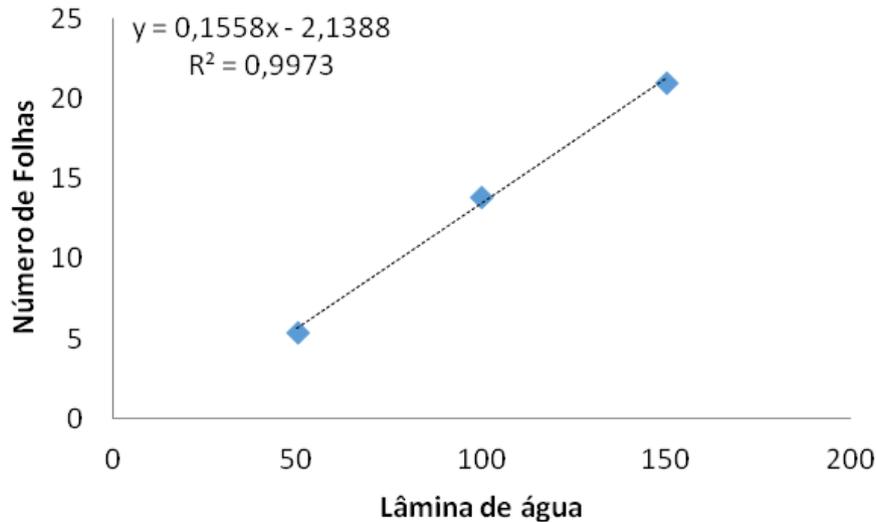
Em relação às adubações orgânicas e minerais, não ocorreram diferenças significativas quanto ao teste de Tukey a 5% de probabilidade nas condições em que o experimento foi conduzido.

O mesmo pode ser observado com a utilização do teste “F” que houve melhor resposta para as lâminas de água 100 e 150% ocorrendo o aumento nas variáveis avaliadas (Figuras 8, 9, 10, 11, 12 e 13). Visualiza-se claramente a linear crescente de resposta positiva aos tratamentos submetidos à cebolinha verde, onde a quantidade de água apresentou sempre maior incremento.

Na Figura 8 mostra o aumento linear da resposta da cebolinha verde em relação à lâmina de água aplicada onde quanto maior a lâmina melhor se dá o perfilhamento da espécie.



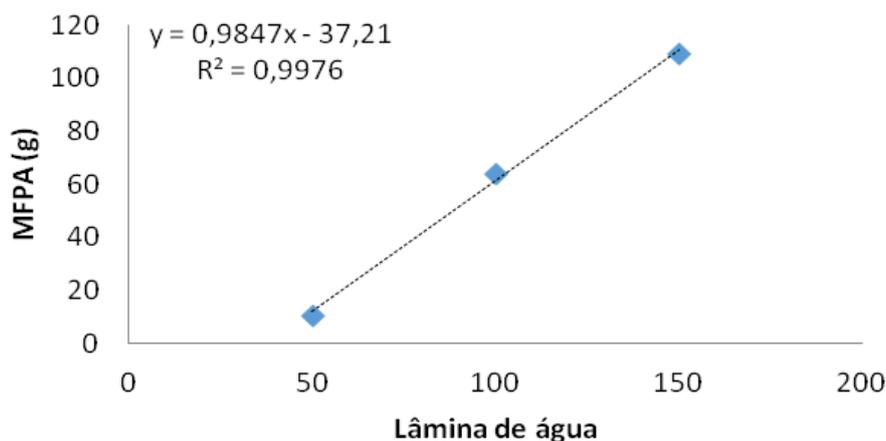
Figura 8. Número de folhas em relação à lâmina de água aplicada na cebolinha verde



De posse dos resultados encontrados neste estudo e no trabalho de REGO et. al. (2004) percebe-se que a umidade do solo favoreceu, de forma direta, à taxa de crescimento das plantas de cebola, ao evidenciar que irrigações mais frequentes mantendo a umidade do solo próxima à região das raízes, contribuíram para a obtenção de plantas mais altas.

E como a altura da planta respondeu em relação ao incremento da lâmina aplicada a maior quantidade de água também influenciou no aumento de massa fresca da planta onde houve maior perfilhamento (Figura 9).

Figura 9. Relação matéria fresca da parte aérea sob diferentes níveis de água na cultura da cebolinha verde

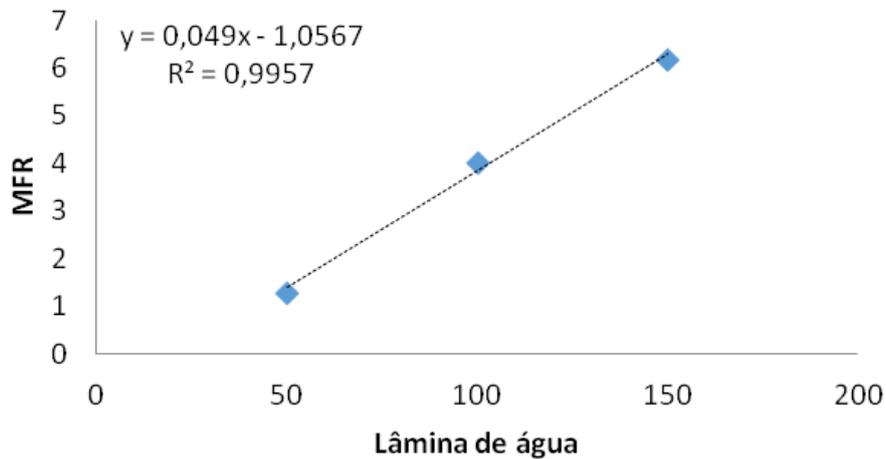


Analisando critérios de manejo da irrigação por gotejamento na cultura da cebola, CHOPAIDE et al. (1998) e SANTA OLALLA et al. (2004), também obtiveram melhores produtividades de bulbo raiz quando o solo foi mantido constantemente com alto teor de água; comportamento semelhante encontraram SHOCK et al. (2000) que, em estudo sobre o manejo da irrigação por gotejamento na cultura da cebola, avaliaram cinco tensões da água no solo (10, 20, 30, 50 e 70 kPa), medidas a 0,20



m de profundidade no ano de 1998 e concluíram que a produtividade total de bulbos apresentou resposta linear decrescente alcançando o valor máximo de 59.670 kg ha<sup>-1</sup>, com a tensão de 10 kPa mantendo constante a irrigação. O que explica maior massa fresca de raízes com maior quantidade de água aplicada (Figura 10).

Figura 10. Relação matéria fresca da raiz sob diferentes níveis de água na cultura da cebolinha verde.



A relação cultura-água influenciou diretamente na variável matéria seca tanto da parte aérea quanto da raiz (Figuras 11 e 12), verifica-se comportamento semelhante para a variável diâmetro do caule onde ambas, foram acrescidas quando a irrigação foi mantida em 100% e acrescida a 150%, melhor resposta (Figura 13).

Figura 11. Relação matéria seca da parte aérea sob diferentes níveis de água na cultura da cebolinha verde.

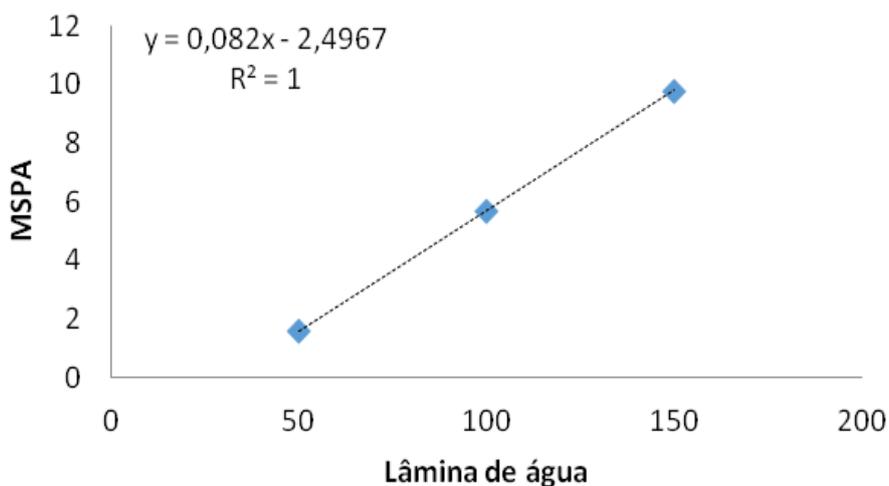




Figura 12. Relação matéria seca da raiz sob diferentes níveis de água na cultura da cebolinha verde.

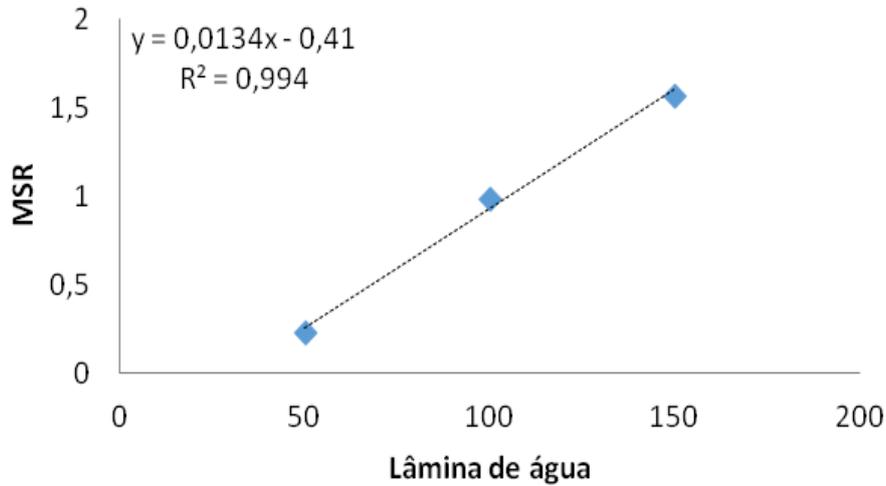
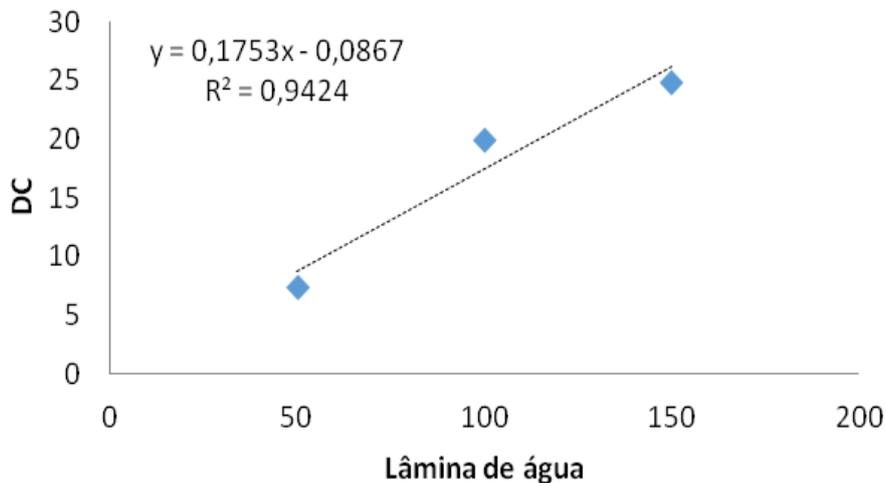


Figura 13. Relação diâmetro do caule sob diferentes níveis de água na cultura da cebolinha verde.



O mesmo foi também observado por CAMELO; GALBIATTI (2013) avaliando o desenvolvimento da cultura da cebola com quatro lâminas de água e adubações minerais e orgânicas, onde as lâminas de água de 100 e 150% aumentou a produtividade da cultura estudada.

Já NOBILE et al., (2012) estudando o biofertilizante e adubação mineral no desenvolvimento da cultura da cebola irrigada com duas lâminas de água constatou que os níveis de água de 100 e 150% são ideais para que a cultura da cebola tenha um bom desenvolvimento.

#### 4 CONCLUSÕES

As lâminas de 100 e 150% proporcionaram aumento no crescimento em altura de planta (AP), número de folhas (NF), matéria fresca da raiz (MFR), matéria seca da raiz (MSR), matéria fresca da parte aérea (MFPA), matéria seca da parte aérea (MSPA) e diâmetro do caule (DC).

A adubação orgânica não apresentou efeito significativo no crescimento da cebolinha para o trabalho analisado.



## REFERÊNCIA

Amarakoon, d.; chen, a.; mclean, p. Estimating daytime latent heat flux and vapotranspiration in jamaica. *Agricultural and forest meteorology*, v.102, p.113- 124, 2000.

Caramelo a. D.; galbiatti j. A. *Revista hispeci & lema on-line* — ano iv – n.4 — nov. 2013 — p. 75–83.

Cardoso, m.o; birni, rodrigo fascim. Índices agronômicos na cebolinha com doses de sulfato de amônia. Disponível em: [www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/934882/1/a463t752\\_camp.pdf](http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/934882/1/a463t752_camp.pdf) acesso em 03 de janeiro de 2014.

Cardoso, h.e.a.; mantovani, e.c.; costa, l.c. As águas da agricultura. *Agroanalysis*. Instituto brasileiro de economia/centro de estudos agrícolas. Rio de janeiro. 1998. P.27-28.

Chopade, s. O.; bansode, p. N.; hiwase, s. S. *Studies on fertilizer and water management to onion*. Pkv research journal, v.22, p.44-47, 1998.

Coelho, e. F.; souza, v. A. B.; conceicao, m. A. F. Comportamento da cultura da cebola em três regimes de irrigação e cinco espaçamentos. *Revista pesquisa agropecuária brasileira*. Brasília, v.31, n.8, p 585-591, 1996.

Costa filho, j. F.et al. Efeitos de níveis de umidade na produção de cebola (*allium cepa* l). In: seminário nacional de irrigação e drenagem, 3. 1975 fortaleza. Anais... Recife: inter/dnocs/abd, n. 3, p. 104-110.

Embrapa - empresa brasileira de pesquisa agropecuária. Centro nacional de pesquisa de solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Brasília: embrapa spi, 2006. 306p.

Gonçalves, p.a.s.; silva, c.r.s. Impacto da adubação orgânica sobre a incidência de tripes em cebola. *Horticultura brasileira*, Brasília, v. 21, n. 3, p. 459-463. 2003.

Ibge – instituto brasileiro de geografia e estatística. 2009. Anuário estatístico do brasil. Rio de janeiro: ibge. 50p.

Mateus, a. E.; oliveira, r. A.; costa junior, j. M.; silva junior, j. B. P.; camara, f. T. Diferentes quantidades de composto orgânico na cultura da cebolinha na horta comunitária em missão velha - ce.2012.

Kumar, s.et al. Response of onion (*allium cepa* l.) To different levels of irrigation water. *Agricultural water managment*, columbus, v.89, p. 161-166, 2007.

Monteiro, p. Alagoas se torna autossuficiente na produção de alface, coentro e cebolinha. Disponível em: <<http://www.agenciasebrae.com>.> acesso em: 2 de janeiro de 2014.

Neto s. E. De a.; galvão r. De o.; ferreira r. L. F.; parmejiani r. S.; nobile f. O.; galbiatti j. A.; muraishi r. I.; spadoni t. B. *Nucleus*, v.9, n.1, abr.2012 nobile f. O.; galbiatti j. A.; muraishi r. I.; spadoni t. B. *Nucleus*, v.9, n.1, abr.2012.

Nobile, f. O. De. Et al. Biofertilizante e adubação mineral no desenvolvimento da cultura da cebola (*allium cepa* l.) Irrigado com duas lâminas de água. *Nucleus*, v.9, n.1, abr.2012.

Rego, j. L.; viana, t. V. A.; azevedo, b. M.; bastos, f. G. C. Efeitos de níveis de irrigação sobre a cultura do crisântemo. *Revista ciência agronômica*, v.35, p.302-308, 2004.



Santa-olalla, f. M.; dominguez-padilla, a.; lopez, r. Production and quality of onion crop (*allium cepa* L.) Cultivated in semi-arid climate. *Agricultural water management*, v.68, p.77-89, 2004.

Santos. E. E. F, menezes. A. C. P, santos. M. H. L. C, boas. R. L.v, fernandes. D. M, silva. M. S. L. Da. Desenvolvimento de cebolinha sob diferentes doses de esterco de curral associado à adubação mineral. *Horticultura brasileira, Brasília, df*, v. 23, n. 2, ago. 2005.

Shock, c. C.; feibert, e. B. G.; saunders, l. D. Irrigation criteria for drip-irrigated onions. *Hortscience*, v.35, p.63-66, 2000.

Sousa, i. F.; sabino, f. G; aguiar netto, a. O.; costa, o. A. Comparação entre métodos de estimativa de evapotranspiração de referência no perímetro irrigado califórniase. In: simpósio internacional de climatologia, 2005, fortaleza-ce. Sociedade brasileira de meteorologia. Fortaleza-ce: sociedade brasileira de meteorologia, 2005.

Vidigal, s. M; sediyama, m. A. N; pedrosa, m. W; santos, m. R. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. *Revista horticultura brasileira, Brasília*, v. 28, n. 2, p. 168-173, 2010.

## Desempenho produtivo do amendoim em função de diferentes lâminas de água e intervalos de fertirrigação



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-016>

### **Kivia Caroline da Costa**

Grau de formação: Mestranda em Agricultura e Ambiente

Instituição: Universidade Federal de Alagoas - UFAL

### **Raiane Maria Lima da Cruz**

Grau de formação: Graduada em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Alagoas - UFAL

### **Thallita Nayanna Bezerra Alves**

Grau de formação: Mestranda em Agricultura e Ambiente

Instituição: Universidade Federal de Alagoas - UFAL

### **Larissa Vasconcelos Santos**

Grau de formação: Graduanda em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Alagoas - UFAL

### **Maria Deyse Silva dos Santos**

Grau de formação: Graduanda em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Alagoas - UFAL

### **Luiz Eduardo de Melo Lima**

Grau de formação: Graduando em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Alagoas - UFAL

### **Daniella Pereira dos Santos**

Grau de formação: Doutora em Engenharia Agrícola

Instituição: Universidade Federal Rural De Pernambuco - UFRPE

### **Thiago Ferreira Cirilo**

Grau de formação: Graduado em Agronomia

Instituição: Universidade Federal de Alagoas - UFAL

### **Olívia Thalia Medeiros de Souza**

Grau de formação: Bacharelado em Zootecnia

Instituição: Universidade Federal de Alagoas - UFAL

### **Márcio Aurélio Lins dos Santos**

Grau de formação: Pós- Doutor em Recursos Hídricos

Instituição: Universidade Federal De Sergipe - UFS

### **RESUMO**

Entre as culturas com aptidão para serem cultivadas nas condições edafoclimáticas da região Nordeste, encontra-se a cultura do amendoim. Seu cultivo é uma excelente alternativa de diversificação para agricultores familiares por possuir múltiplas utilidades. Porém, o Agreste de Alagoas não é uma região tradicionalmente produtora de amendoim, e pouco se conhece sobre o desempenho desta cultura nesta região, principalmente no que diz respeito a irrigação e a adubação. Por isso, o objetivo desta pesquisa foi determinar o consumo hídrico total e avaliar o desempenho produtivo da cultura do amendoim em função da aplicação de lâminas de irrigação e épocas de adubação química via fertirrigação no Agreste Alagoano. O experimento foi realizado em condições de campo durante os meses de abril a junho de 2016 na área experimental da Universidade Federal de Alagoas, Campus de Arapiraca com a cultivar BR1. Nele foi empregado o delineamento em blocos casualizados (DBC) com parcela subdividida em esquema fatorial 6x4. Os tratamentos foram constituídos de 6 lâminas de irrigação: 50 (L1), 75 (L2), 100 (L3), 125 (L4), 150 (L5) e 175% (L6), da evapotranspiração da cultura e 4 intervalos de fertirrigação: diário (F1), a cada 2 dias (F2), 7 dias (F3) e 15 dias (F4), baseando-se na recomendação de adubação do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). Com isso, foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de plantas (AP), número de hastes (NH), número de vagens (NV), peso de vagens (PV), comprimento de vagens (CV), diâmetro de vagens (DV), número de grãos (NG), peso fresco de grãos (PFG) e peso seco de grãos (PSG), onde os dados foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) para comparação das médias para os



fatores e suas interações. Verificou-se que o consumo hídrico total da cultura do amendoim considerando a L3, em um ciclo de 90 dias, foi de 466,22 mm com uma média de 5,30 mm dia<sup>-1</sup>. O tratamento F e a interação entre LxF não apresentaram efeito significativo para todas as variáveis avaliadas, mas ficou evidenciado que as lâminas de irrigação têm efeito significativo sobre as variáveis AP sendo a altura máxima 65,61 cm,

obtida através da L5 (699,33 mm); e PFG sendo o peso máximo 91,45 g de amendoim em grão, obtido através da L6 (815, 89 mm). Assim, as épocas de adubação química não proporcionaram incremento no desenvolvimento e produção do amendoim e sim as lâminas de irrigação.

**Palavras-chave:** *Arachis hypogaea* L., Manejo de Irrigação, Adubação Química.

## 1 INTRODUÇÃO

Um dos maiores desafios para a agricultura é desenvolver sistemas agrícolas que visem à otimização dos fatores de produção, para que as culturas possam expressar o seu potencial produtivo. Entre as culturas com aptidão para serem cultivadas nas condições edafoclimáticas da região Nordeste, encontra-se o amendoim (*Arachis hypogaea* L.), por ser bastante resistente à seca, apresentar baixa necessidade hídrica durante seu ciclo, ter fácil manejo, ciclo curto e mercado receptivo.

Sua importância econômica está relacionada ao fato das sementes serem ricas em óleo (aproximadamente 45%) e proteína (22 a 30%). Além disso contém carboidratos, sais minerais e vitaminas, constituindo-se num alimento altamente energético. O sabor agradável torna o amendoim um produto destinado ao consumo "in natura", empregado diretamente na alimentação humana, bem como também pode ser utilizado para extração do óleo para produção de biodiesel e sua torta tem um valor nutritivo reconhecido para uso como ração.

A região Nordeste é o segundo maior polo consumidor de amendoim no Brasil. Todavia, a produção obtida atende apenas a 28% da demanda regional. Isso porque trata-se de uma cultura agrícola que ainda tem poucos rebatimentos econômicos na região (SUASSUNA et al., 2014).

Porém, a ampliação do mercado traz novas e favoráveis perspectivas de ampliação dessa cultura na região. O estado de Alagoas, por exemplo, possui alto potencial para o cultivo do amendoim, pois encontra condições climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento, sendo esta atividade uma opção altamente viável para agricultores familiares, uma vez que contribui com a diversificação da produção de alimento e, ao mesmo tempo, com a auto sustentabilidade da pequena propriedade agrícola, deixando-os menos dependentes do mercado, uma vez que este é um dos mais importantes produtos agrícolas da chamada economia informal.

No entanto o cultivo do amendoim não é explorado no estado, principalmente no agreste alagoano, e pouco se conhece sobre o comportamento desta cultura na região, principalmente no que diz respeito à irrigação e à adubação.

A água e nutrientes são recursos fundamentais para atingir seu máximo potencial produtivo, por isso torna-se necessária a determinação da ótima lâmina de irrigação e época de adubação que



satisfaçam as necessidades para a cultura do amendoim, evitando que se tenham baixas produtividades e gastos desnecessários.

Como todas as culturas de interesse agrícola, o amendoim tem seu desenvolvimento influenciado pela umidade do solo, sendo este o fator que mais influência no aumento da produtividade e na qualidade do produto. Contudo, dada a escassez hídrica, presente na região nordeste, torna-se necessário a utilização consciente da irrigação e suas técnicas, conferindo condições mais próximas possíveis do ótimo para atender a demanda evapotranspirativa da cultura.

Uma dessas técnicas é a aplicação de água à planta baseada na evapotranspiração da cultura (ETc), relacionando o consumo de água pela planta e a umidade do solo, devendo considerar fatores da planta, clima e solo. A utilização dessas técnicas, além de diminuir gastos desnecessários, minimiza a proliferação de pragas, doenças e lixiviação dos nutrientes, a partir da aplicação de água adequada.

Outro fator que influencia na máxima produção dessa oleaginosa é época de adubação, já que é muito exigente em nutrientes, devido ao seu rápido desenvolvimento, estando a qualidade final do produto diretamente ligada à sua condição nutricional.

Atualmente, pode-se dizer que um dos aspectos mais importantes no manejo da adubação na cultura do amendoim refere-se à época de aplicação e à necessidade de seu parcelamento.

Embora diferentes tipos de manejo da adubação sejam mencionados, a eficiência relativa deles para a cultura do amendoim tem sido extremamente variável. Assim, a escolha do método e da época de aplicação é baseada nas características do solo referente ao potencial de perdas por lixiviação em função da textura do solo (arenoso ou argiloso), na época de semeadura (verão, outono/inverno), na demanda de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) pelo amendoim durante as diferentes fases do seu desenvolvimento, nas doses a serem aplicadas e no uso de irrigação. Isso enfatiza que não há receita única a ser seguida no manejo nutricional do amendoim.

Contudo, vale ressaltar que a irrigação e a adubação na cultura do amendoim ainda apresentam aspectos controversos. Portanto apesar do seu potencial, há uma grande deficiência de pesquisas sobre esta cultura na região.

Dessa forma, ao utilizar uma função de produção é possível encontrar a relação física entre as quantidades utilizadas de um conjunto de insumos e as quantidades físicas máximas que se pode obter de um determinado produto. A mesma serve como um indicador para a tomada de decisão em função de se obter uma maior produção com menor custo em determinadas condições de clima, solo, irrigação, adubação, dentre outros, com intuito de se obter o máximo de retorno econômico.

Neste sentido, o objetivo do trabalho foi determinar o consumo hídrico total e avaliar o desempenho produtivo da cultura do amendoim em função da aplicação de lâminas de irrigação e épocas de adubação química via fertirrigação no Agreste Alagoano.



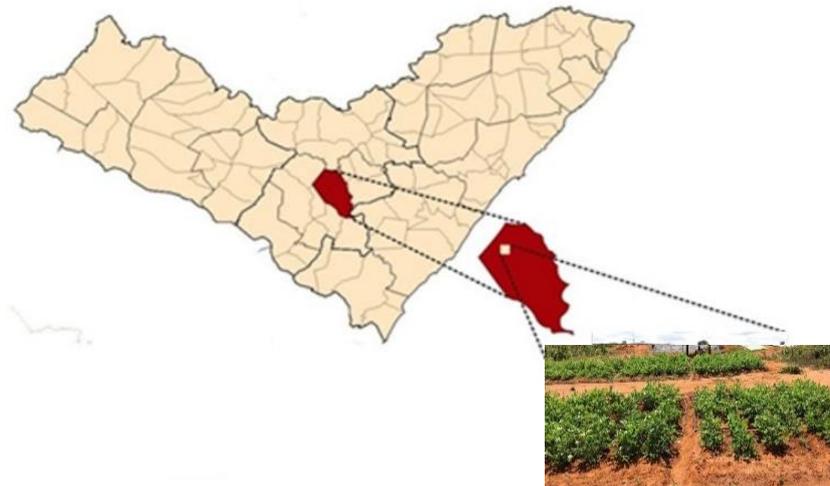
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado em condições de campo entre os meses de Abril a Junho de 2016 na área experimental do Grupo IRRIGA (Grupo de Pesquisa, Extensão e Inovação Tecnológica em Manejo de Água para Irrigação), que está localizada na Universidade Federal de Alagoas, Campus de Arapiraca entre as coordenadas geodésicas com latitude de 09° 48' 40,3'' S, longitude de 36° 37' 19,7'' W e altitude de 245 m (Figura 1).

Esta área pertence a região Agreste, onde é considerada uma região de transição entre a Zona da Mata e o Sertão Alagoano. Seu clima é classificado como do tipo 'As' tropical com estação seca de Verão, pelo critério de classificação de Köeppen (1948).

Figura 1. Destaque da localização da área experimental e identificação do experimento na UFAL – Campus de Arapiraca.



Fonte: Adaptado de ABREU, R. L., 2014.

O solo do local da pesquisa é caracterizado como Latossolo amarelo vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013) e suas propriedades físicas e químicas estão apresentadas na (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química e física do solo da área experimental do Campus de Arapiraca.

Atributos Químicos											
Ph	K <sup>+</sup>	P	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	Fe <sup>2+</sup>	Cu <sup>2+</sup>	Zn <sup>2+</sup>	Mn <sup>2+</sup>
-----ppm-----				-----mg dm <sup>-3</sup> -----				-----ppm-----			
5,3	70	7	14	0,7	0,5	0,0	3,5	92,70	1,49	1,55	14,66
CTC efetiva			V (%) (Sat. De Bases)				Matéria Orgânica Total (%)				
1,44			29,2				0,57				
Atributos Físicos											
Areia	Silte	Argila	Porosidade	Classificação Textural			Densidade				
-----%-----							Solo	Partícula			
							-----g /cm <sup>-3</sup> -----				
82,6	7,05	10,39	38,1	Areia Franca			1,33	2,72			

Fonte: ANÁLISE DO SOLO (Central Analítica / AL), 2015.



A região possui temperatura média em torno dos 25°C em um regime pluviométrico anual médio distribuídos em poucos meses durante o ano, o que dificulta a prática de muitas culturas.

De acordo com Xavier et al. (2005), a estação chuvosa tem início no mês de maio e se estende até a primeira quinzena de agosto, com precipitação média de 854 mm ano<sup>-1</sup>, sendo os meses de maio a julho os mais chuvosos e setembro a dezembro os mais secos.

Levando esse conhecimento em consideração, foi verificado os dados de chuva durante todo o período do experimento. Esses dados foram obtidos através da estação do INMET, (Instituto Nacional de Meteorologia) situada em Arapiraca há uma distância de 8,1 km da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) *Campus Arapiraca*.

## 2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Foi empregado o delineamento em blocos casualizados (DBC) com parcela subdividida em esquema fatorial 6x4 com 3 blocos.

Os tratamentos constituíram-se de 6 lâminas de irrigação (L): 50 (L1), 75 (L2), 100 (L3), 125 (L4), 150 (L5) e 175% (L6) da ETc diária e 4 intervalos de fertirrigação (F): diário (F1), a cada 2 dias (F2), 7 dias (F3) e 15 dias (F4), baseando-se na recomendação de adubação do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA).

Após a determinação das lâminas de irrigação e intervalos de fertirrigação, os tratamentos foram casualizados dentro de cada bloco de forma aleatória, onde as lâminas de irrigação ficaram localizadas nas parcelas principais e épocas de adubação foram distribuídas nas subparcelas (Figura 2).

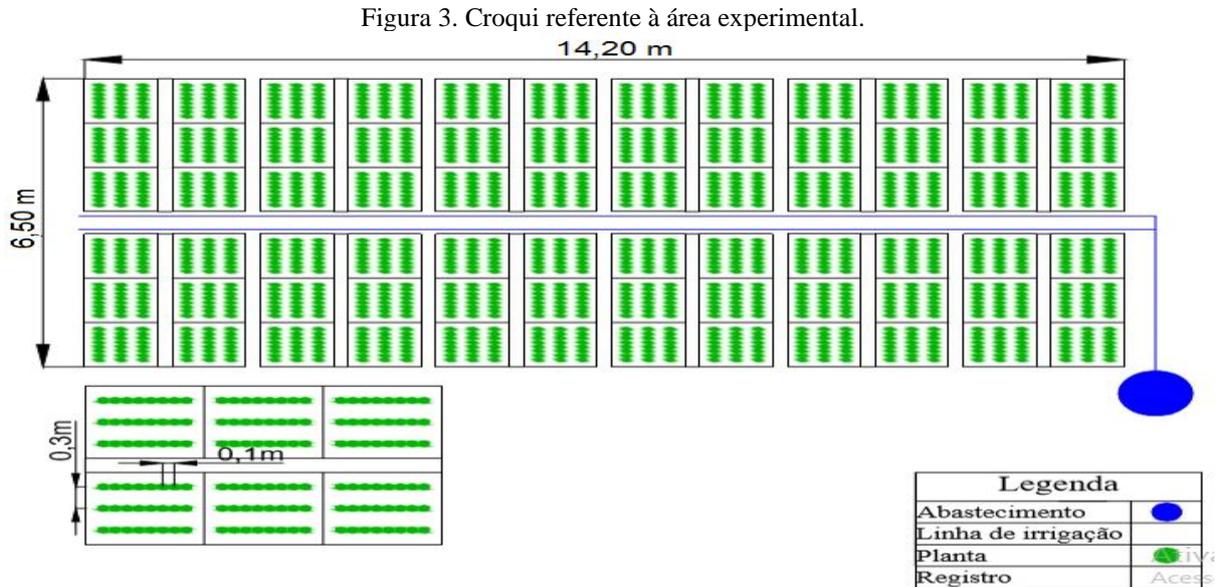
Figura 2. Representação esquemática do sorteio dos tratamentos para cada respectivo bloco.

Bloco 1				Bloco 2				Bloco 3			
L4 F4	L4 F2	L6 F1	L2 F2	L5 F1	L3 F3	L6 F3	L2 F4	L5 F4	L1 F1	L1 F4	L2 F3
L5 F3	L5 F4	L3 F1	L1 F2	L1 F3	L6 F4	L2 F2	L5 F3	L6 F3	L2 F2	L5 F3	L6 F1
L1 F4	L2 F3	L6 F3	L1 F1	L5 F4	L4 F2	L4 F4	L3 F1	L4 F2	L4 F4	L3 F1	L1 F2
L3 F3	L4 F1	L5 F2	L3 F4	L5 F2	L1 F4	L2 F3	L1 F1	L1 F3	L6 F2	L5 F2	L2 F1
L6 F4	L3 F2	L2 F4	L5 F1	L3 F2	L6 F2	L6 F1	L4 F3	L3 F2	L3 F4	L4 F1	L6 F4
L1 F3	L2 F1	L6 F2	L4 F3	L2 F1	L4 F1	L1 F2	L3 F4	L3 F3	L4 F3	L2 F4	L5 F1

Fonte: AUTORA, 2017.

Sendo assim, foram construídos 24 canteiros com dimensões de 3 m de comprimento e 1 m de largura cada, estando separados a cada 0,20 m. Cada parcela era composta por 72 plantas, sendo estas dispostas em três linhas e divididas três subparcelas, totalizando uma população de 1.728 plantas em

toda a área (92,3 m<sup>2</sup>). Para o plantio foi utilizado o amendoim BR 1 com o espaçamento de 0,10 x 0,30 m, entre plantas e entre linhas, respectivamente (Figura 3).

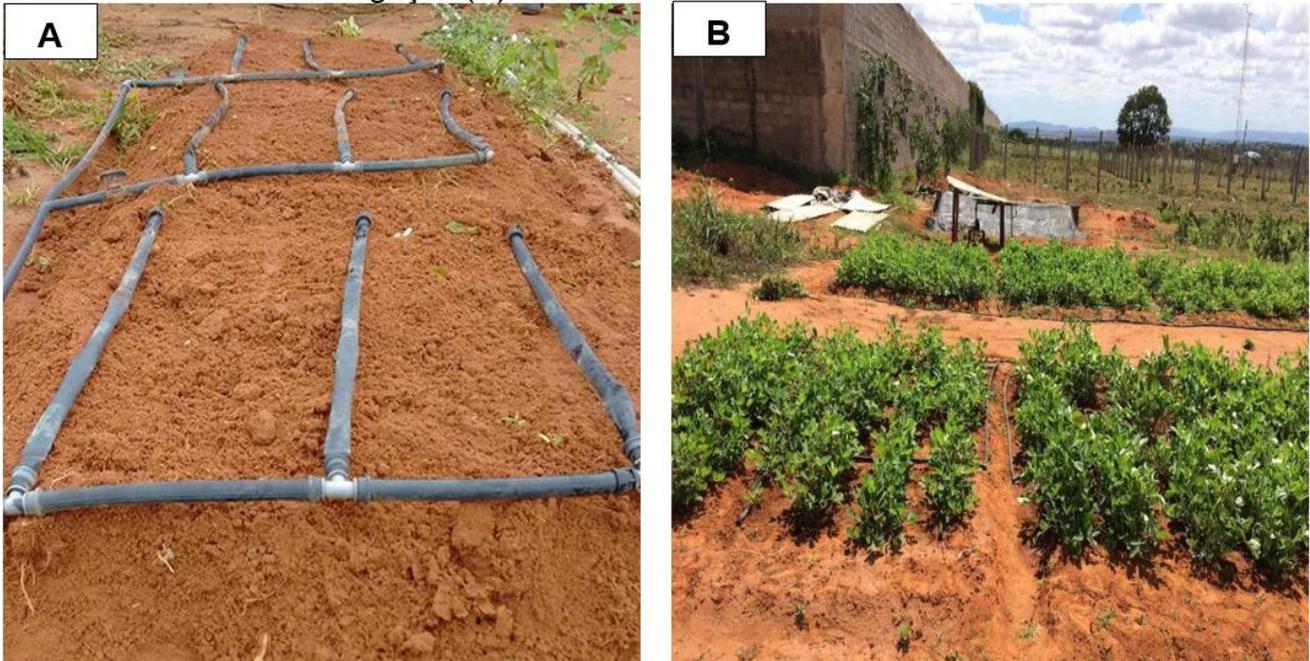


Fonte: AUTORA, 2017.

### 2.3 SISTEMA DE IRRIGAÇÃO PARA APLICAÇÃO DAS LÂMINAS E FERTIRRIGAÇÃO

O sistema de irrigação utilizado foi localizado por gotejamento, que foi dividido em três partes representando as subparcelas (Figura 4A). As mangueiras utilizadas apresentavam dimensões de 16 mm de diâmetro, com gotejadores espaçados a cada de 0,20 m, apresentando 15 gotejadores em cada subparcela. Os gotejadores utilizados foram ISO 09261, autocompensantes, apresentando vazão de 2,1 l/h. Na figura 4B, encontra-se a sistematização da área com a implantação do sistema de irrigação com a cultura do amendoim já estabelecido.

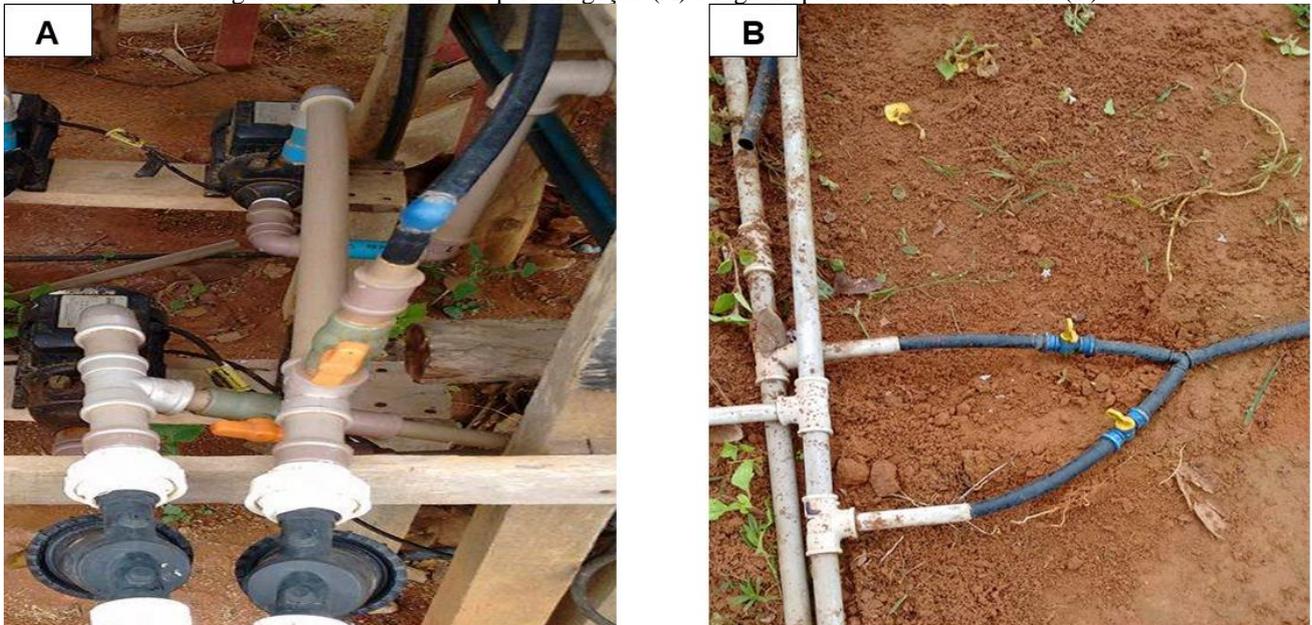
Figura 4. Subparcela de cada canteiro (A) e apresentação geral da área de função produção com o sistema de irrigação (B).



Fonte: AUTORA, 2017.

Para abastecimento das lâminas de irrigação, foi utilizada uma bomba de 0,5 cv (Figura 5A), que destinava água para a área experimental através de uma tubulação de 20 mm. Na entrada da tubulação existiam dois registros, em que um deles era destinado à irrigação das lâminas e o outro a fertirrigação, consequentemente, quando um estivesse aberto, o outro estava fechado (Figura 5B).

Figura 5. Bomba utilizada para irrigação (A) e registro para fechar cada lâmina (B).



Fonte: AUTORA, 2017.



## 2.4 DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ETO)

A evapotranspiração de referência (ETO) foi estimada pelo método padrão de FAO Penman-Monteith (Allen et al., 1998), que foi calculada com a equação 1.

$$ETO = \frac{\delta}{\delta + \gamma \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \frac{(Rn - G)}{\lambda} + \frac{\gamma}{\delta + \gamma \left(1 + \frac{r_c}{r_a}\right)} \frac{900}{T + 273,15} U_2 \quad (1)$$

Em que:

$ETO$  = evapotranspiração de referência, mm dia<sup>-1</sup>;

$\delta$  = declividade da curva de pressão de vapor de saturação, kPa °C<sup>-1</sup>;

$\lambda$  = calor latente de evaporação, MJ kg<sup>-1</sup>;

$r_c$  = resistência do dossel da planta, s m<sup>-1</sup>;

$r_a$  = resistência aerodinâmica, s m<sup>-1</sup>;

$Rn$  = saldo de radiação à superfície, kJ m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>;

$G$  = fluxo de calor no solo, kJ m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>;

$\gamma$  = constante psicrométrica, kPa °C<sup>-1</sup>;

$T$  = temperatura média do ar, °C;

$U_2$  = velocidade do vento a 2 m de altura, m s<sup>-1</sup>;

900 = fator de transformação de unidades, kJ<sup>-1</sup> kg K.

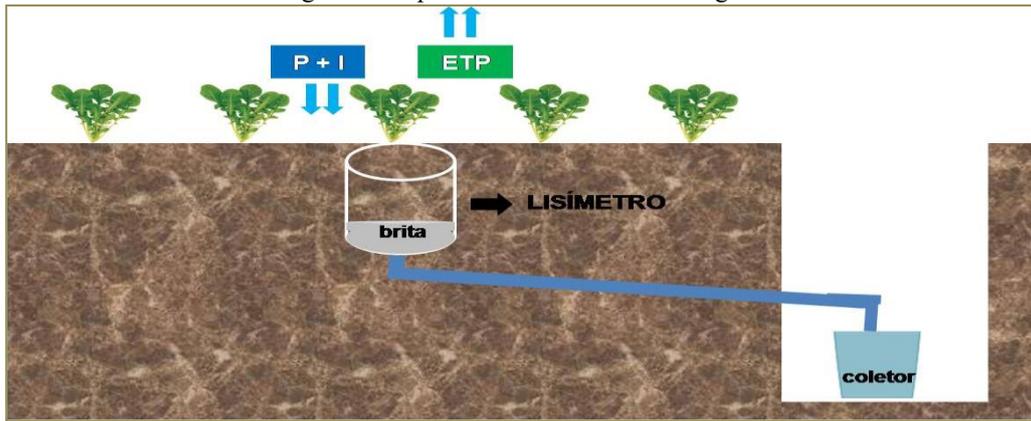
Os dados meteorológicos utilizados para compor a equação de Penman-Monteith, foram obtidos diariamente estação INMET.

## 2.5 DETERMINAÇÃO DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA (ETC)

Os dados para a estimativa da ETc foram medidos diretamente por lisimetria de drenagem. Para essa técnica foram utilizados cinco lisímetros de drenagem, distribuídos em dois canteiros de 4 m de comprimento e 1 m de largura, localizados a uma distância de 37 m da área experimental.

Para a construção do lisímetro foi escavada uma trincheira de m, na qual foi colocada a caixa interna do lisímetro, onde foi empregada uma tubulação no fundo, possibilitando o escoamento da água drenada que é recolhida por um reservatório e, posteriormente, coletada (Figura 6). Dentro do lisímetro foi colocada uma tela flexível de náilon na saída interna dos drenos para evitar a passagem de sedimentos e possíveis entupimentos na tubulação do sistema de drenagem, uma camada com 10 cm de brita com a função de captar a água de drenagem e as camadas de solo respeitando a exata ordem dos perfis escavados.

Figura 6. Esquema do lisímetro de drenagem.



Fonte: SANTOS, L. W., 2017.

Como sistema de abastecimento de água para suprir a demanda das plantas, foram estabelecidos cinco reservatórios com capacidade volumétrica de 20 litros cada, a fim de suprir as plantas da linha de bordadura e dos lisímetros (Figura 7A). Para o transporte da água também foi utilizado o sistema de irrigação localizado por gotejamento (Figura 7B).

Figura 7. Reservatórios para irrigação (A) e sistema de irrigação por gotejamento(B).

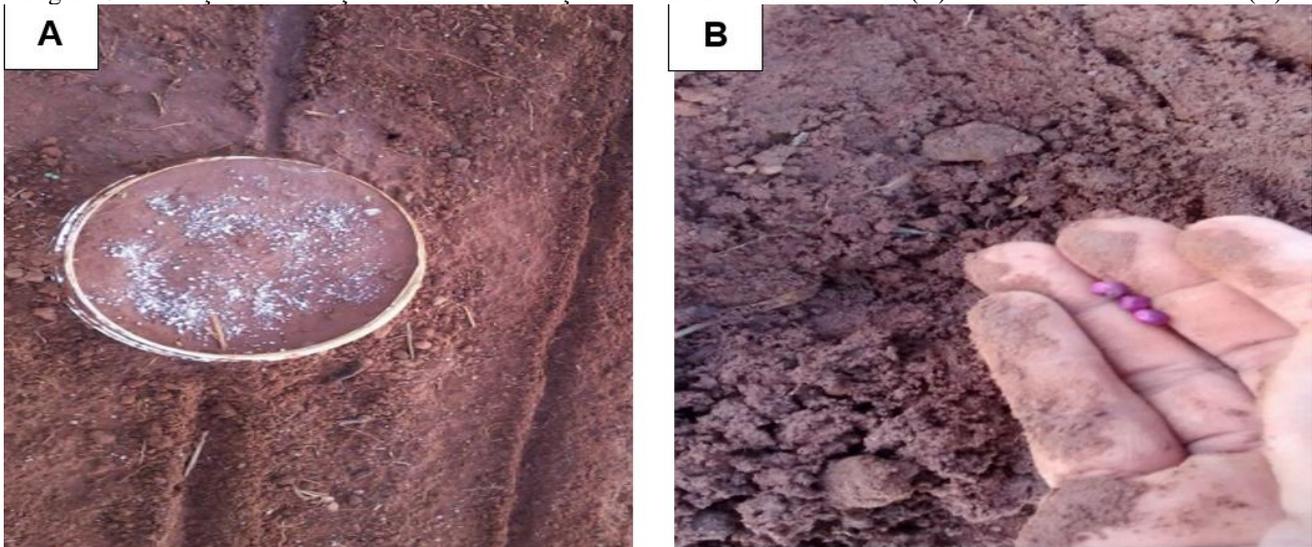


Fonte: AUTORA, 2017.

Após a instalação dos lisímetros, foi realizada a adubação de fundação convencional, baseada na recomendação do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) (Figura 8A) e a semeadura, que foi realizada no mesmo dia da implantação da área experimental do amendoim, dia 01 de Abril de 2016.

Foram colocadas aproximadamente 3 sementes em cada cova, para que após o estabelecimento da cultura fosse realizado o desbaste, deixando apenas a planta mais vigorosa (Figura 8B). Na área dos lisímetros a semeadura ocorreu com densidade de 0,10 m e espaçamento entre linhas de 0,30 m, sendo que em cada lisímetro estabeleceu-se 3 plantas.

Figura 8. Adubação de fundação utilizando adubação convencional nos lisímetros (A) e semeadura do amendoim (B).



Fonte: AUTORA, 2017.

A água coletada diariamente retornava para o sistema, com intuito dos nutrientes retornarem a planta e não lixiviar. Para os 5 lisímetros, após a coleta, o maior e o menor valores de drenagem eram descartados, fazendo uma média de consumo dos 3 valores mais próximos.

A aferição diária da água coletada nos drenos dos lisímetros era realizada com o auxílio de uma proveta volumétrica graduada, sendo efetuada a cada 24 h, estabelecendo o horário compreendido das 13h00min as 14h00min. Nesse caso foram aplicados às plantas um volume inicial de 1,0 litro por lisímetro, seguido de valores crescentes obedecendo o desenvolvimento vegetativo da cultura.

Sendo assim, foi criada uma planilha de cálculo com entradas dos valores de volumes aplicados e drenados diariamente (Figura 9). Na mesma planilha continha valores de: área da superfície dos lisímetros, diâmetro da captação do pluviômetro, vazão dos gotejadores da área de cultivo convencional, diâmetro do bulbo, número de gotejadores por planta, em formulas conjugadas entre si, para efetuar as correlações entre as mesmas e obter a E<sub>Tc</sub>, para posterior cálculo da lâmina diária de irrigação.

Essa planilha já calculava o consumo para cada lâmina, variando a partir da lâmina de 100%.



Figura 9. Planilha utilizada para inserir os valores de drenados dos lisímetros.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS CAMPUS DE ARAPIRACA CURSO DE AGRONOMIA - GRUPO IRRIGA LISIMETRIA DE DRENAGEM DA CULTURA DO AMENDOIM		GRUPO IRRIGA UFAL MANEJO DE IRRIGAÇÃO				
<b>EQUIPE DO PROJETO</b>						
Coordenadores: <i>Márcio Aurélio Lins dos Santos ; Daniella Pereira dos Santos</i>						
Executores: <i>Raiane Maria da Cruz Lima ; Luan Wamberg dos Santos ; Thiago Ferreira Cirilo</i>						
<b>Evapotranspiração da Cultura (ETc) do Amendoim</b>						
Diâmetro Pluviômetro = 0,20 m	Altura (Instalado) Pluviômetro = 1,50 m	Área Pluviômetro (m <sup>2</sup> ) = 0,0314				
Diâmetro Lisímetros = 0,33 m	Profundidade Lisímetros = 0,60 m	Área Lisímetros (m <sup>2</sup> ) = 0,0855				
<b>DATA: domingo, 26 de junho de 2016</b>						
ETc (amendoim)	Lisímetros (média)	Lisímetro 1 (litros)	Lisímetro 2 (litros)	Lisímetro 3 (litros)	Lisímetro 4 (litros)	Lisímetro 5 (litros)
2,17 mm	Aplicado Drenado 1,099 0,913	Aplicado Drenado 0,500 0,860	Aplicado Drenado 0,500 0,910	Aplicado Drenado 0,500 0,880	Aplicado Drenado 0,500 0,980	Aplicado Drenado 0,500 0,950
Chuva(Pluviômetro) = 0,220 L	L <sub>1</sub> = 50% ETc	L <sub>2</sub> = 75% ETc	L <sub>3</sub> = 100% ETc	L <sub>4</sub> = 125% ETc	L <sub>5</sub> = 150% ETc	L <sub>6</sub> = 175% ETc
Chuva(Lisímetros) = 0,599 L	1,09 mm	1,63 mm	2,17 mm	2,71 mm	3,26 mm	3,80 mm

Fonte: AUTORA, 2017.

As lâminas de irrigação e a ETc descritas na planilha foram determinada através da Equação 1:

$$ETc = La + P - Ld \dots\dots\dots (1)$$

Em que:

- ETc = evapotranspiração da cultura (mm);
- La = lâmina de água aplicada no lisímetro (mm);
- P = precipitação pluviométrica (mm);
- Ld = lâmina de água drenada no lisímetro (mm);

Na Equação 2 foi determinada a lâmina de irrigação aplicada nos lisímetros, utilizando a média da diferença de volumes de entrada e saída de água, sendo utilizada a média dos três valores centrais, desprezando os valores extremos (maior e o menor), semelhantemente foi determinada a lâmina de água drenada (Equação 3).

$$La = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n (Va) - maior (Va) - menor (Va) \right] \cdot A^{-1}}{n - 2} \dots\dots\dots (2)$$

Em que:

- La = lâmina de água aplicada no lisímetro (mm);
- Va = volume aplicado no lisímetro (L);
- A = área interna da bordadura do lisímetro (m<sup>2</sup>).
- n = número de lisímetros instalados (unidades, n ≥ 5).

$$Ld = \frac{\left[ \sum_{i=1}^n (Vd) - maior (Vd) - menor (Vd) \right] \cdot A^{-1}}{n - 2} \dots\dots\dots (3)$$

Em que:



$L_d$  = lâmina de água drenada no lisímetro (mm);

$V_d$  = volume drenado do lisímetro (L), 24 horas após a aplicação.

## 2.6 DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE IRRIGAÇÃO

Após a coleta dos dados nos lisímetros, os dados eram inseridos em planilhas do Excel para calcular o tempo de irrigação. Para isso, era necessária a determinação da vazão do sistema de irrigação.

Então, foi utilizado um recipiente com capacidade de armazenar 20 mL (Figura 10), com isso era realizada uma regra de três relacionando o tempo gasto para encher o recipiente, e assim determinando as vazões respectivas para cada lâmina de irrigação.

Para a primeira lâmina (L1) foi determinada a vazão com o sistema todo aberto. Para determinar a vazão da segunda lâmina, todas as subparcelas da primeira lâmina eram fechadas. Para a determinação da L3, todas as L1 e L2 eram fechadas, e o procedimento foi seguido até a última lâmina.

Figura 10. Determinação da vazão do sistema de irrigação.



Fonte: AUTORA, 2017.

Os valores de vazão para cada lâmina de irrigação e o consumo dos lisímetros eram inseridos em planilhas, e assim determinadas as lâminas (Figura 11). Ao final de cada lâmina de irrigação, eram fechados seus respectivos registros, até a última lâmina.



Figura 11. Planilha de calcular o tempo de irrigação para cada lâmina.

<b>Largura</b> (útil do gotejo) = 0,50 m	<b>Comprimento</b> (útil do gotejo) = 0,60 m	<b>Área</b> útil do gotejo (m <sup>2</sup> ) = 0,30
<b>Largura</b> (parcela) = 2,50 m	<b>Comprimento</b> (parcela) = 3,00 m	<b>Área</b> parcela (m <sup>2</sup> ) = 7,50
<b>Largura</b> (bloco) = 3,50 m	<b>Comprimento</b> (bloco) = 0,60 m	<b>Área</b> bloco (m <sup>2</sup> ) = 2,10
<b>Largura</b> (projeto) = 3,50 m	<b>Comprimento</b> (projeto) = 2,40 m	<b>Área</b> projeto (m <sup>2</sup> ) = 8,40

<b>TEMPO</b>	<b>L 1</b>	<b>L 2</b>	<b>L 3</b>	<b>L 4</b>	<b>L 5</b>	<b>L 6</b>
	1:40	1:33	1:30	1:21	1:19	1:15

<b>DATA:</b> 26 de junho de 2016 (domingo)								
Volume Pluviômetro (litros)	Identificação das Lâminas	Tempo (Aplicação Inicial) (horas)	Tempo (Aplicação Final) (horas)	Vazão (média) (l h <sup>-1</sup> )	Vazão (total) (l h <sup>-1</sup> )	Irrigação Indicada (litros)	Irrigação Aplicada na Área Útil (litros)	Irrigação Aplicada no Projeto (litros)
0,000	L 1	13:00	13:13:35	0,72	17,28	3,91	3,91	23,47
	L 2	13:00	13:18:56	0,77	18,58	5,86	5,86	35,18
Precipitação (mm)	L 3	13:00	13:24:25	0,80	19,20	7,81	7,81	46,88
	L 4	13:00	13:27:28	0,89	21,33	9,77	9,77	58,60
0,000	L 5	13:00	13:32:09	0,91	21,87	11,72	11,72	70,32
	L 6	13:00	13:35:36	0,96	23,04	13,67	13,67	82,02
<b>Irrigação Total</b>						52,74	52,75	316,47

Fonte: AUTORA, 2017.

Até as plantas se estabelecerem a irrigação realizada foi à aplicação da lâmina de 100%. A partir daí foi realizado o desbaste e iniciado o tratamento.

## 2.7 APLICAÇÃO DA FERTIRRIGAÇÃO

A adubação foi realizada baseada na recomendação de adubação do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) e de acordo com a análise de solo da área experimental. As fontes utilizadas para adubação foi a Uréia (45% de N), MAP- Mono - amônio fosfato, (12% de N e 60% de Fósforo) e o Cloreto Branco (60% de Potássio) (Figura 12).

Figura 12. Fontes de adubação utilizadas. Ureia (A) MAP (Mono - amônio fosfato) (B) e Cloreto branco (C) utilizados.



Fonte: AUTORA, 2017.

Já as doses foram calculadas seguindo a recomendação, onde para o fósforo recomenda-se 80 kg ha<sup>-1</sup> e para Potássio 60 kg ha<sup>-1</sup>. Para nitrogênio não havia recomendação na literatura, mas para fins de pesquisas resolveu-se aplicar 30 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 13).



Figura 13. Fonte de adubo, recomendação nutricional e recomendação de adubo para a cultura do amendoim.

Fontes de Adubo:	Recomendação Nutricional	Recomendação de Adubo
Ureia: 45% Nitrogênio	Nitrogênio: 30 kg/ha = 3,00 g/m <sup>2</sup> = 0,13 g/planta	Ureia: 51 kg/ha = 5,07 g/m <sup>2</sup> = 0,21 g/planta
MAP: 12% Nitrogênio	Fósforo: 80 kg/ha = 8,00 g/m <sup>2</sup> = 0,33 g/planta	MAP: 133 kg/ha = 13,33 g/m <sup>2</sup> = 0,56 g/planta
60% Fósforo	Potássio: 60 kg/ha = 6,00 g/m <sup>2</sup> = 0,25 g/planta	KCl: 100 kg/ha = 10,00 g/m <sup>2</sup> = 0,42 g/planta
KCl 60% Potássio		<b>TOTAL: 284 kg/ha = 28,40 g/m<sup>2</sup> = 1,18 g/planta</b>

CICLO DA CULTURA:		Ureia	MAP	KCl	
60 dias	F1 = Fertirrigação diária	F1 = 34,08 g/aplicação	6,08	16,00	12,00
Quantidade Plantas por Parcela = 24	F2 = Fertirrigação (turno de rega de 48 horas)	F2 = 68,16 g/aplicação	12,16	32,00	24,00
Quantidade Plantas por Bloco = 576	F3 = Fertirrigação (turno de rega semanal)	F3 = 255,60 g/aplicação	45,60	120,00	90,00
Quantidade Plantas por Projeto = 1728	F4 = Fertirrigação (turno de rega quinzenal)	F4 = 511,20 g/aplicação	91,20	240,00	180,00
	<b>TOTAL =</b>	<b>869,04 g/aplicação</b>	<b>155,04</b>	<b>408,00</b>	<b>306,00</b>

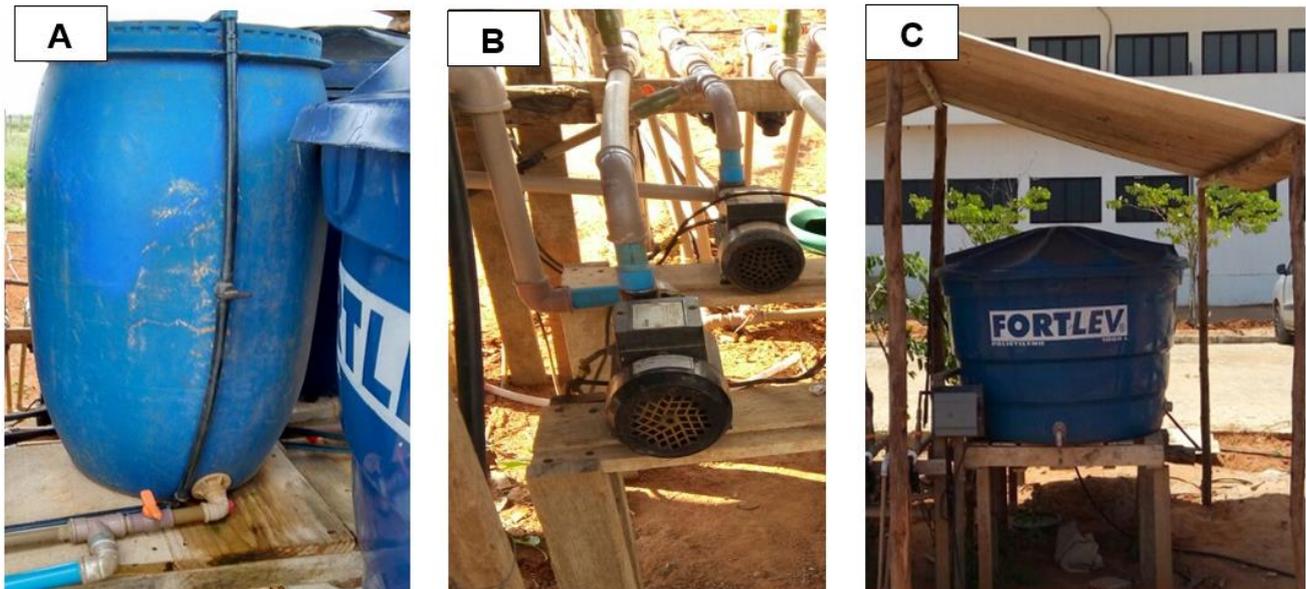
Fonte: AUTORA, 2017.

As aplicações de fertirrigação foram iniciadas aos 15 DAS, quando as plantas se apresentavam desenvolvidas e após a realização do desbaste. Como a aplicação foi realizada via água de fertirrigação, então foi determinada a quantidade total de plantas na área experimental e estabelecida a quantidade de adubo por planta durante todo o ciclo da cultura, e, em seguida, diariamente, a cada dois dias, a cada sete dias e a cada quinze dias distribuídas aleatoriamente em cada subparcela.

A quantidade total de adubo utilizada na área diariamente era diluída em água, e em seguida era colocada um tonel com capacidade para 80 L. Esse adubo era adicionado a uma quantidade de 40 L de água (Figura 14A). Também foi determinada a vazão para cada nível de adubação e sua quantidade era estabelecida através do tempo.

Para abastecimento da fertirrigação também foi utilizada uma bomba de 0,5 cv, como mostra a figura 14B. Lembrando que toda água tanto para a irrigação quanto para fertirrigação, foram utilizadas uma caixa de água com capacidade para 1000 L (Figura 14C).

Figura 14. Bombona utilizada para a fertirrigação (A), bomba utilizada para fertirrigação (B) e reservatório de água (C).



Fonte: AUTORA, 2017.



A fertirrigação era sempre aplicada antes das lâminas de irrigação. No entanto, para não interferir na quantidade de adubo, deixava-se todo o sistema aberto por 10 minutos antes da realização da fertirrigação, com intuito de encher a tubulação e as fitas gotejadoras. Em seguida, a bomba destinada a fertirrigação era ligada, iniciando-a.

Ao final de cada nível de fertirrigação a bomba e registros eram desligados para fechar os registros da respectiva fertirrigação e em seguida eram ligados novamente (Figura 15). Os 10 minutos utilizados para preencher a tubulação e fitas eram descontados no tempo final de irrigação.

Figura 15. Tempos utilizados para cada fertirrigação, diariamente.

DATA: 26 de junho de 2016 (domingo)										
TEMPO	F 1	F 2	F 3	F 4	TOTAL	TEMPO (médio)	VAZÃO (total)	VOLUME (total)		
Fertirrigação						(minutos)	( $\ell \text{ h}^{-1}$ )	( $\text{libras}$ )		
	00:00:26	00:00:52	00:03:14	00:06:28	00:11:00	01:30	115,20	126,72		
DATA: 27 de junho de 2016 (segunda-feira)										
TEMPO	F 1	F 2	F 3	F 4	TOTAL	TEMPO (médio)	VAZÃO (total)	VOLUME (total)		
Fertirrigação						(minutos)	( $\ell \text{ h}^{-1}$ )	( $\text{libras}$ )		
	00:11:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:11:00	01:30	28,80	31,68		
DATA: 28 de junho de 2016 (terça-feira)										
TEMPO	F 1	F 2	F 3	F 4	TOTAL	TEMPO (médio)	VAZÃO (total)	VOLUME (total)		
Fertirrigação						(minutos)	( $\ell \text{ h}^{-1}$ )	( $\text{libras}$ )		
	00:03:40	00:07:20	00:00:00	00:00:00	00:11:00	01:30	57,60	63,36		
DATA: 03 de julho de 2016 (domingo)										
TEMPO	F 1	F 2	F 3	F 4	TOTAL	TEMPO (médio)	VAZÃO (total)	VOLUME (total)		
Fertirrigação						(minutos)	( $\ell \text{ h}^{-1}$ )	( $\text{libras}$ )		
	00:01:18	00:00:00	00:09:42	00:00:00	00:11:00	01:30	57,60	63,36		
DATA: 10 de julho de 2016 (domingo)										
TEMPO	F 1	F 2	F 3	F 4	TOTAL	TEMPO (médio)	VAZÃO (total)	VOLUME (total)		
Fertirrigação						(minutos)	( $\ell \text{ h}^{-1}$ )	( $\text{libras}$ )		
	00:01:03	00:02:06	00:07:51	00:00:00	00:11:00	01:30	86,40	95,04		
DATA: 11 de julho de 2016 (segunda-feira)										
TEMPO	F 1	F 2	F 3	F 4	TOTAL	TEMPO (médio)	VAZÃO (total)	VOLUME (total)		
Fertirrigação						(minutos)	( $\ell \text{ h}^{-1}$ )	( $\text{libras}$ )		
	00:00:41	00:00:00	00:00:00	00:10:19	00:11:00	01:30	57,60	63,36		

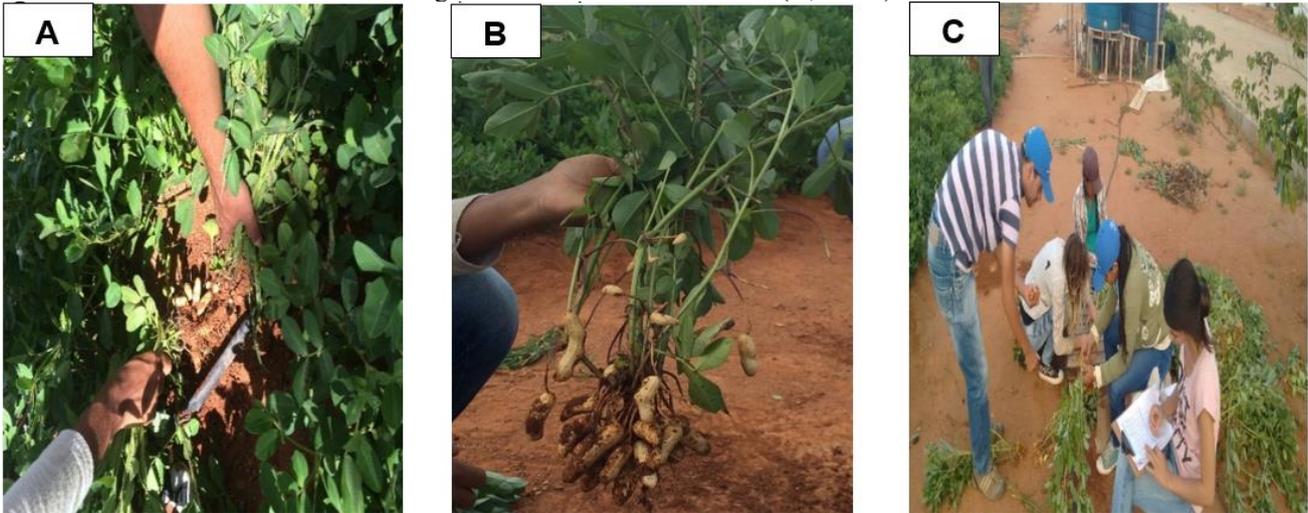
Fonte: AUTORA, 2017.

A adubação total foi dividida para 90 dias, a partir daí, a adubação foi cessada e 15 dias após foi realizada a colheita.

## 2.8 COLHEITA E VARIÁVEIS ANALISADAS

A colheita foi realizada manualmente ao final dos 90 dias após a semeadura (DAS), (Figuras 16A, 16B e 16C), onde foram colhidas 2 plantas de cada subparcela para avaliação destrutiva, esta realizada em campo e no laboratório de química do solo da Universidade Federal de Alagoas, Campus de Arapiraca.

Figura 16. Colheita do amendoim (A, B e C).

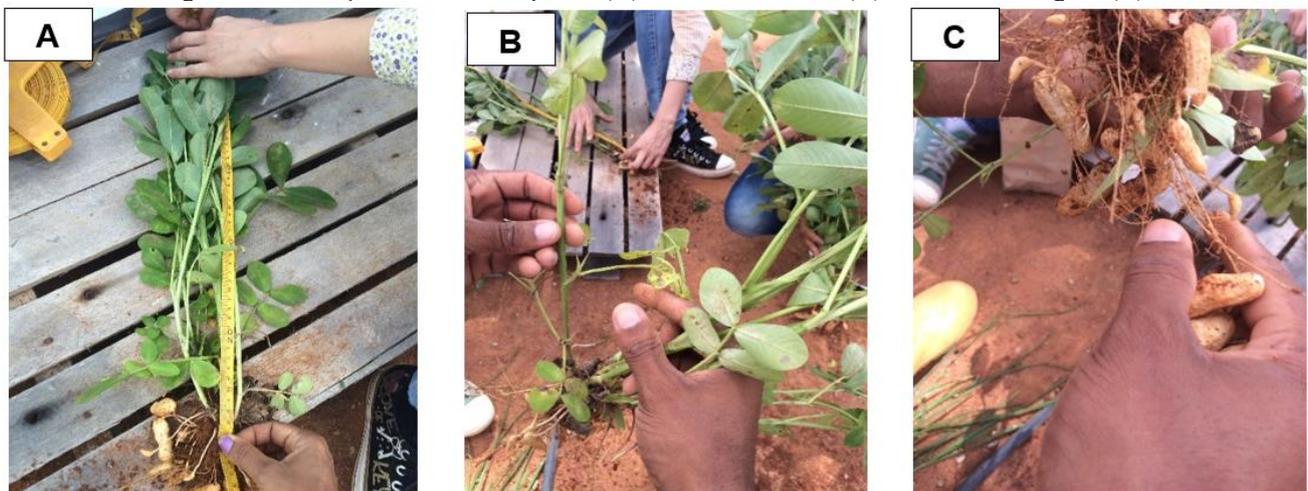


Fonte: AUTORA, 2017.

Foi realizada a avaliação das seguintes variáveis: altura de planta (AP), número de hastes (NH), número de vagens (NV), peso de vagens (PV), comprimento de vagens (CV), diâmetro de vagens (DV), número de grãos (NG), peso fresco de grãos (PFG) e peso seco de grãos (PSG).

A primeira avaliação ocorreu em campo, onde foram avaliadas as variáveis altura de plantas com o auxílio de uma fita métrica medindo-se da raiz do colo até a extremidade (Figura 17A), o número de hastes (Figura 17B) e o número de vagens (Figura 17C).

Figura 17. Avaliações da altura de planta (A), número de hastes (B) e número de vagens (C).



Fonte: AUTORA, 2017.

Após a contagem, as vagens foram depositadas em sacolas de papel devidamente identificadas de acordo com o número do bloco e parcela, a fim de levar até o laboratório para prosseguir as avaliações (Figura 18A). No laboratório, as vagens passaram por um processo de lavagem para a retirada do excesso de solo (Figura 18B), onde, posteriormente, foram postas em uma balança eletrônica para aferição do peso ( $\text{g. planta}^{-1}$ ) (Figura 18C).

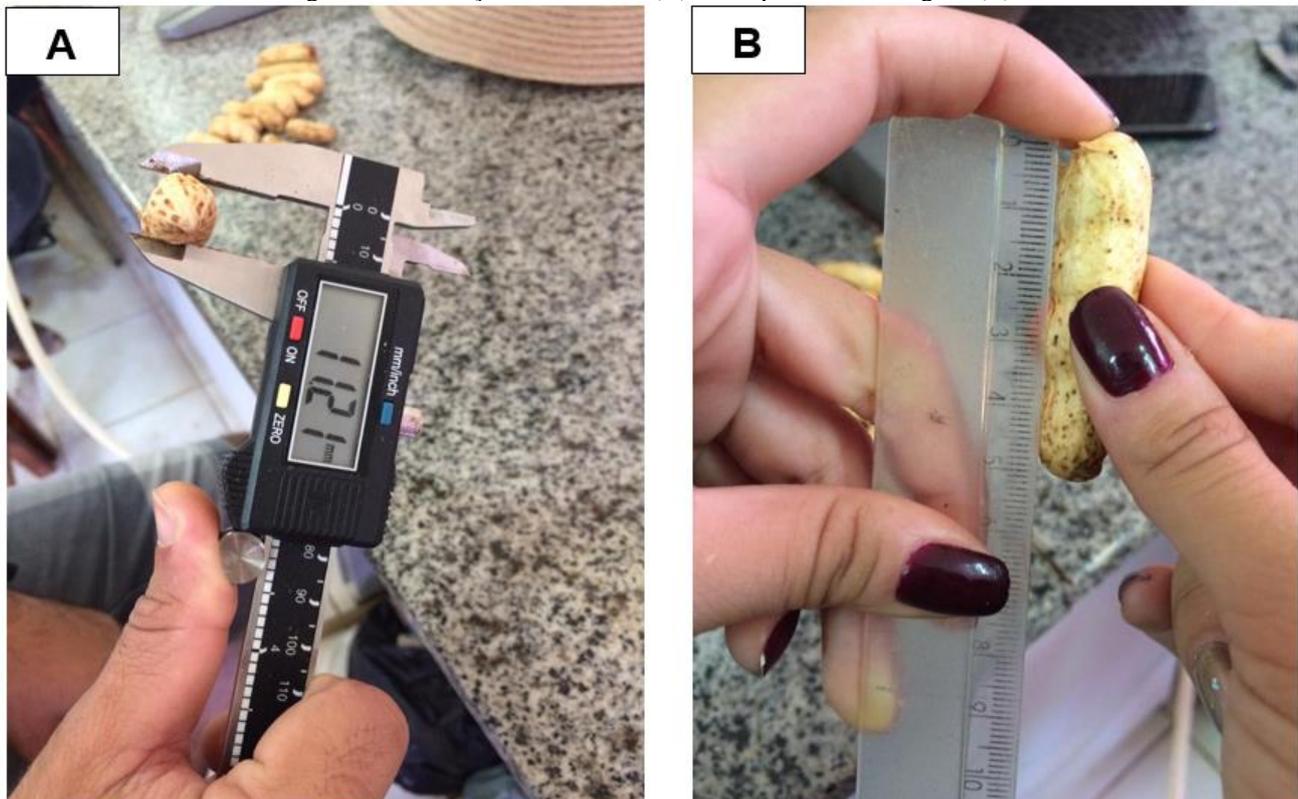
Figura 18. Armazenamento das raízes em sacolas de papel (A), lavagem das vagens (B), determinação do peso de vagens (C).



Fonte: AUTORA, 2017.

Com o auxílio de um paquímetro e de uma régua, foram avaliados o diâmetro (cm) e o comprimento (cm), respectivamente (Figuras 19A e 19B).

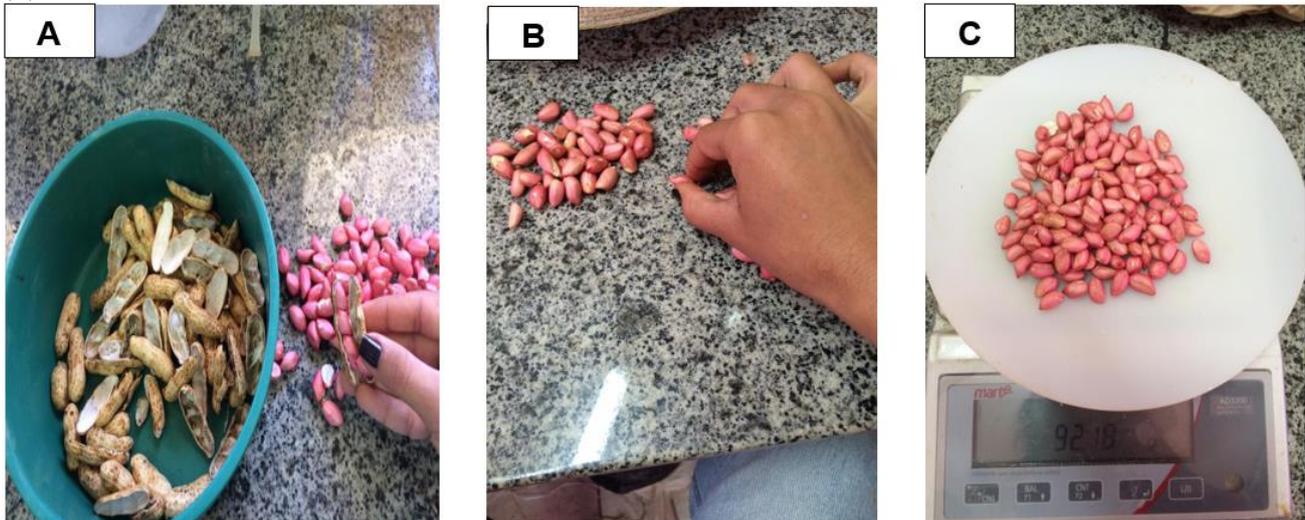
Figura 19. Avaliação do diâmetro (A) e comprimento de vagens (B).



Fonte: AUTORA, 2017.

O último procedimento da primeira avaliação foi descascar as vagens (Figura 20A) para a obtenção das variáveis: número de grãos (Figura 20B) e peso fresco de grãos ( $\text{g. planta}^{-1}$ ) (Figura 21C).

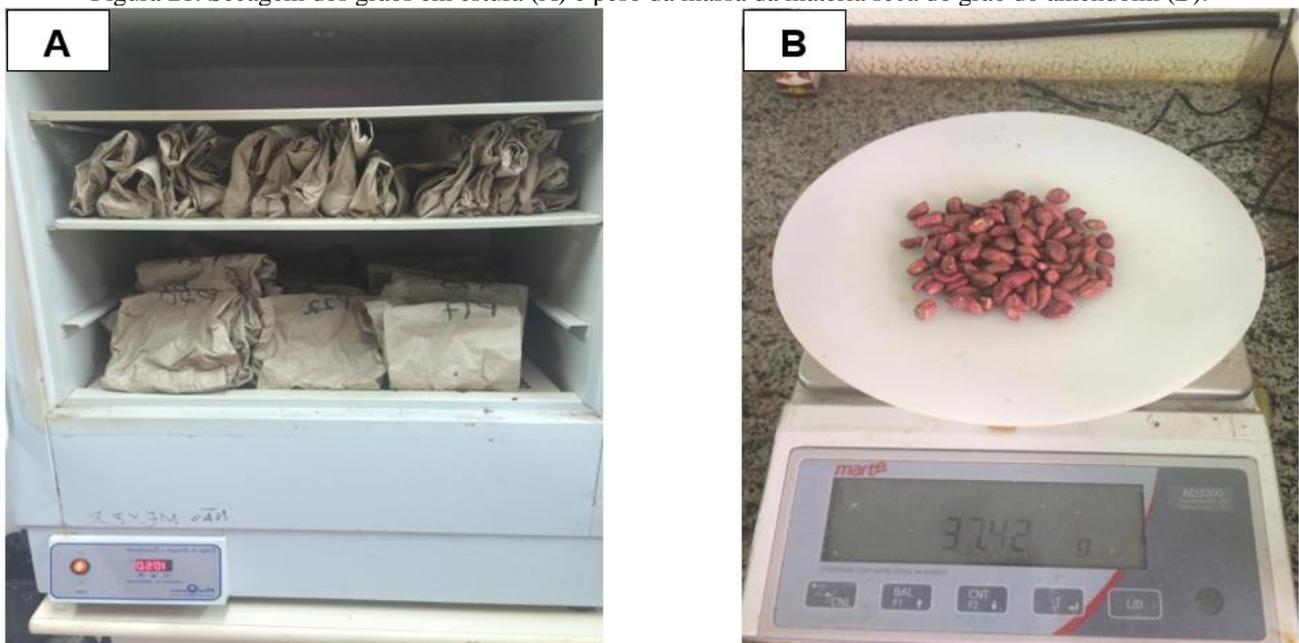
Figura 20. Descascamento das vagens (A), avaliação do número de grãos (B) e peso da massa da matéria fresca de grãos (C).



Fonte: AUTORA, 2017.

Em seguida, os grãos foram identificados e acondicionados em sacos de papel para posterior secagem em estufas de circulação de ar forçada a  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ , até atingirem massa constante (Figura 21A). Sendo assim, a segunda avaliação ocorreu com uma semana após a primeira, onde os materiais foram devidamente pesados ( $\text{g. planta}^{-1}$ ) (Figura 21B).

Figura 21. Secagem dos grãos em estufa (A) e peso da massa da matéria seca do grão do amendoim (B).



Fonte: AUTORA, 2017.



Para as análises foi calculada uma média entre as duas plantas avaliadas de cada tratamento.

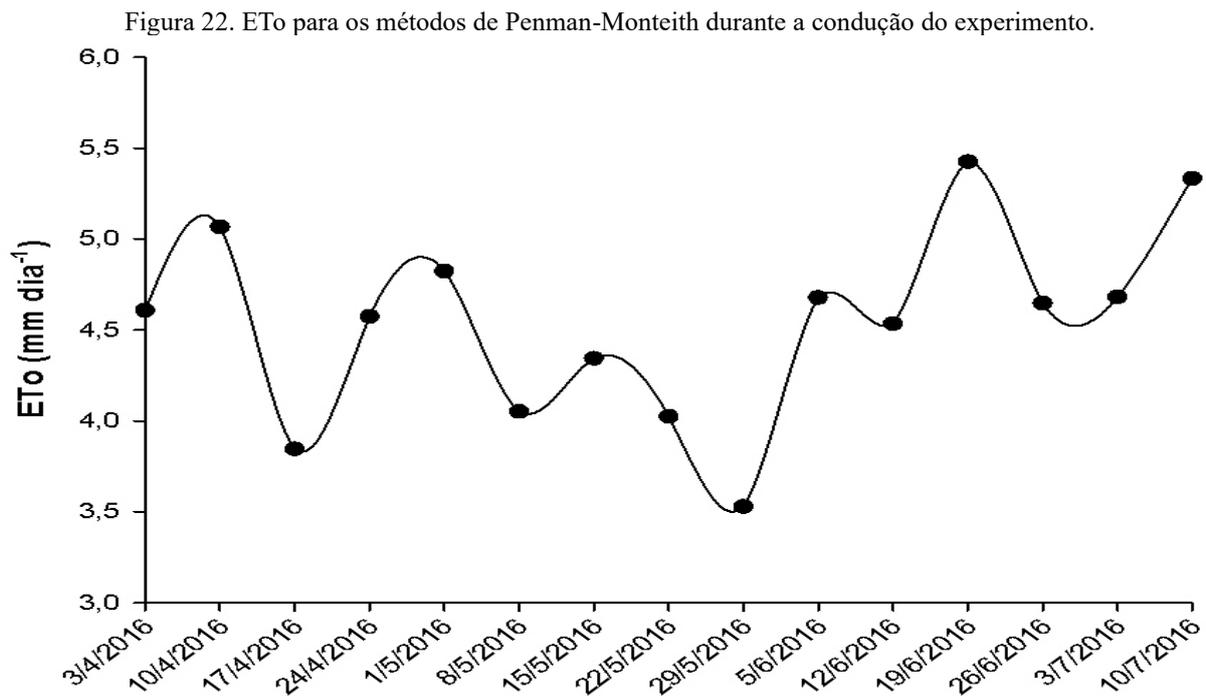
Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância, de acordo com o nível de significância, ao teste F para as lâminas de água e épocas de adubação química. Procedeu-se à análise de regressão polinomial utilizando-se o nível 0,05 de probabilidade sendo apresentados os modelos polinomiais de melhor ajuste no programa computacional R.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. EVAPOTRANSPIRAÇÃO DE REFERÊNCIA (ETO)

Os valores diários da evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>) obtidos pelo método de Penman Monteith apresentaram uma média de 4,51 mm d<sup>-1</sup>, com máximo de 6,15 mm d<sup>-1</sup>, mínimo de 2,31 mm d<sup>-1</sup> e um total de 449,18 mm, durante todo o período analisado (Figura 22).

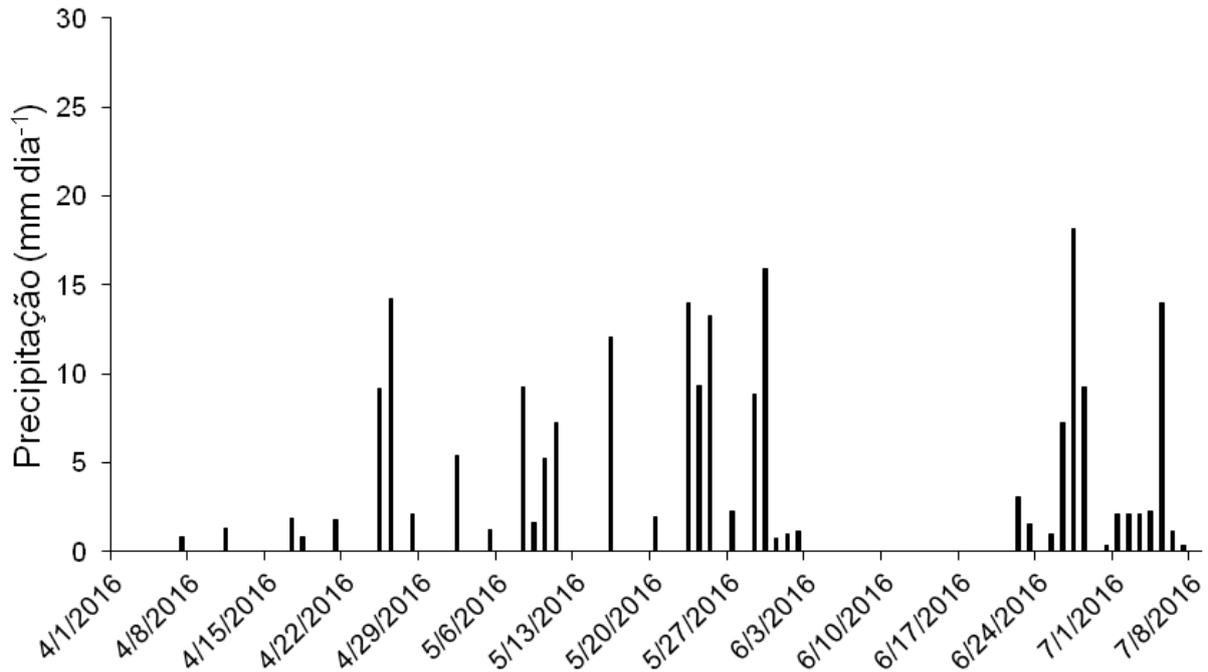
Segundo Smith (1991) a FAO recomenda que os métodos empíricos de estimativas da ET<sub>o</sub>, sejam calibrados e validados para outras regiões, sendo a equação de Penman-Monteith a referência padrão para esses ajustes.



Os valores máximos foram obtidos a partir dos 25 DAS e ao final do ciclo. Entre esse período os valores da ET<sub>o</sub> tenderam a diminuir, fato que se explica com o início das chuvas e, conseqüente, queda na evapotranspiração. Na figura 23 encontram-se os valores de chuva obtidos durante o ciclo da cultura, destacando-se os dias 30/05/2016 e 27/06/2016 como os mais chuvosos, 15,92 e 18,14 mm respectivamente. A precipitação total foi 207,77 mm, com uma média de 2,57 mm dia<sup>-1</sup>.



Figura 23. Precipitação obtida referente ao ciclo total da cultura do amendoim BR1 para a região de Arapiraca.

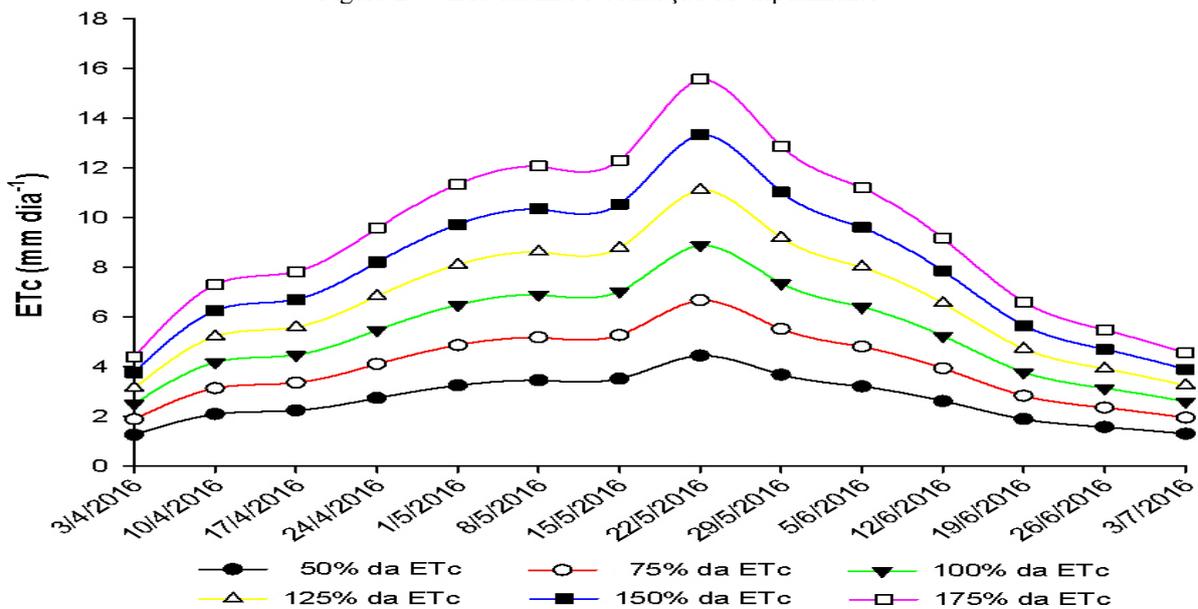


Fonte: INMET, 2016.

### 3.2 EVAPOTRANSPIRAÇÃO DA CULTURA (ETC)

De acordo com a metodologia apresentada, procedeu-se a determinação da evapotranspiração da cultura (ETc) por meio das diferenças do volume de água observado, comparado e analisado nos lisímetros de drenagem, representando o consumo de água diário pela planta como mostra a figura 24.

Figura 24. ETc durante a condução do experimento.



Nela observam-se as lâminas de irrigação durante o período de estudo, no qual nota-se que a evapotranspiração da cultura variou em função de suas fases de desenvolvimento, obtendo-se valores



médios descritos na Tabela 2, onde para L3 de 3,43 mm dia<sup>-1</sup> no período da emergência a 10% da cobertura de solo (Fase I); 5,65 mm dia<sup>-1</sup> no período do crescimento vegetativo (Fase II); 7,31 mm dia<sup>-1</sup> no período do desenvolvimento reprodutivo (Fase III) e 4,60 mm dia<sup>-1</sup> no período de maturação (Fase IV).

Tabela 2. Valores médios da evapotranspiração da cultura em cada fase de desenvolvimento.

Fases de Desenvolvimento	L1	L2	L3	L4	L5	L6
I	1,72	2,58	3,43	4,29	5,15	6,01
II	2,82	4,24	5,65	7,06	8,47	9,89
III	3,65	5,48	7,31	9,13	10,96	12,79
IV	2,30	3,45	4,60	5,75	6,90	8,05

Os resultados obtidos com a L2 corroboram com os encontrados por Bezerra et al, (2014) que, em experimento conduzido em Petrolândia - PE com a mesma variedade de amendoim em estudo, encontraram médias de ETc com valores referindo as respectivas fases fenológicas de 4,02 mm dia<sup>-1</sup>, 4,32 mm dia<sup>-1</sup>, 5,25 mm dia<sup>-1</sup> e 3,23 mm dia<sup>-1</sup>. Já Silva et al, (2008) com o objetivo de estimar a evapotranspiração e os coeficientes de cultivo nas fases de crescimento vegetativo e de produção, do amendoim na região do cariri do Estado do Ceará, verificaram que a evapotranspiração do amendoineiro variou de um valor mínimo de 5 mm.d<sup>-1</sup>, aos 10 dias após o plantio até um valor máximo de 7,6 mm.d<sup>-1</sup> aos 51 dias de idade.

Nota-se, no gráfico, que o consumo de água foi menor durante o início do período chuvoso, com mínimo de 3,95 mm dia<sup>-1</sup> (40 DAS). Houve aumento na fase intermediária do crescimento da cultura, particularmente a fase mais exigente em demanda de água, onde o consumo máximo diário foi de cerca de 9,80 mm (55 DAS). Esta alta taxa evapotranspirativa deveu-se, possivelmente, tanto pelo máximo índice de área foliar atingido pela cultura, quanto pela pronunciada demanda evaporativa da região, em associação aos efeitos de advecção de ar quente e seco na direção horizontal.

Cândido (1998) trabalhando com amendoim, também observou elevada taxa da evapotranspiração média diária, 11 mm dia<sup>-1</sup>, e associou o fenômeno às causas conjugadas da fase do crescimento da cultura e do acentuado efeito advectivo do ar seco.

O volume total aplicado correspondente a cada lâmina de água foi de: 233,11 mm (L1), 349,67 mm (L2), 466,22 mm (L3), 582,78 mm (L4), 699,33 mm (L5) e 815,89 mm (L6). Sendo assim, respeitando a lâmina de 100% da ETc (L3), o consumo hídrico total da cultura do amendoim, em um ciclo de 90 dias, foi de 466,22 mm com uma média de 5,30 mm dia<sup>-1</sup>.

Na região de Cruz das Almas-BA, Soares (2000) encontrou consumo de 403,42 mm, valor esse que está próximo ao encontrado nesse estudo considerando a lâmina recomendada 100% ETc (L3). Já Silva et al. (2006), encontraram valores para a evapotranspiração total da cultura do amendoim mais alto equivalente a 650 mm para a mesma variedade em Rodelas – BA.



### 3.3 RENDIMENTO E RESPOSTA DA CULTURA ÀS LÂMINAS DE ÁGUA (L), INTERVALOS DE FERTIRRIGAÇÃO (F) E SUA INTERAÇÃO L X F, NO DESEMPENHO DO AMENDOIM

Estão inseridos nas Tabelas 3 e 4, o resumo da análise de variância para as variáveis: altura de planta (AP), número de haste (NH), número de vagem (NV), peso de vagem (PV), comprimento de vagem (CV), diâmetro de vagem (DV), número de grãos (NG), peso fresco de grãos (PFG) e peso seco de grãos (PSG) do amendoim cultivados com diferentes lâminas de irrigação e intervalos de fertirrigação.

Tabela 3. Resumo de análise de variância para número de haste (NH), número de vagem (NV), peso de vagem (PV), comprimento de vagem (CV), diâmetro de vagem (DV) e número de grãos (NG) do amendoim irrigado sob diferentes lâminas de irrigação e intervalos de fertirrigação.

Fontes de Variação	GL	Valores de Quadrados Médios				
		NH	NV	DV (cm)	CV (cm)	PV (g)
Lâminas (L)	5	1,168 <sup>ns</sup>	11,38 <sup>ns</sup>	34,99 <sup>ns</sup>	1,548 <sup>ns</sup>	921,94 <sup>ns</sup>
Fertirrigação (F)	3	1,121 <sup>ns</sup>	10,15 <sup>ns</sup>	31,91 <sup>ns</sup>	0,795 <sup>ns</sup>	1147,19 <sup>ns</sup>
Interação (L x F)	15	0,717 <sup>ns</sup>	8,78 <sup>ns</sup>	44,03 <sup>ns</sup>	1,311 <sup>ns</sup>	751,80 <sup>ns</sup>
Blocos	2	0,492 <sup>ns</sup>	3,54 <sup>ns</sup>	8,168 <sup>ns</sup>	1,434 <sup>ns</sup>	31,01 <sup>ns</sup>
Resíduo	46	0,653	9,899	37,32	1,384	1049,78
CV (%)		15,09	27,47	49,11	29,95	27,17

\* Significativo a 5% de probabilidade e <sup>ns</sup> Não significativo.

Tabela 4. Resumo de análise de variância para altura de planta (AP), número de grãos (NG), peso fresco de grãos (PFG) e peso seco de grãos (PSG) do amendoim irrigado sob diferentes lâminas de irrigação e intervalos de fertirrigação

Fontes de Variação	GL	Valores de Quadrados Médios			
		AP (cm)	NG	PFG (g)	PSG (g)
Lâminas (L)	5	232,35*	661,79 <sup>ns</sup>	1283,94*	95,67 <sup>ns</sup>
Fertirrigação (F)	3	38,71 <sup>ns</sup>	1498,69 <sup>ns</sup>	224,50 <sup>ns</sup>	183,42 <sup>ns</sup>
Interação (L x F)	15	69,60 <sup>ns</sup>	799,57 <sup>ns</sup>	338,27 <sup>ns</sup>	115,29 <sup>ns</sup>
Blocos	2	1225,80*	497,39 <sup>ns</sup>	1485,62*	90,16 <sup>ns</sup>
Resíduo	46	44,81	768,27	351,46	96,36
CV (%)		10,74	26,66	24,19	27,62

\* Significativo a 5% de probabilidade e <sup>ns</sup> Não significativo.

Verifica-se que o tratamento F e a interação entre Lx F não apresentaram efeito significativo para todas as variáveis avaliadas. Já o fator lâminas de irrigação surtiu efeito significativo para as variáveis AP e PFG.

O tratamento F, analisado isoladamente, não influenciou no crescimento e desenvolvimento do amendoim. Isso significa dizer que o enchimento de grãos das plantas de amendoim ocorreu uniformemente e a composição química das sementes foi a mesma independente da época de adubação, e por isso não se verificou diferenças entre as variáveis.

O efeito não significativo das variáveis se deve ao fato do amendoim poder diversificar o deslocamento de nutriente via floema em relação à aplicação direta de fertilizantes (Tasso Júnior et al.,



2004). Outro aspecto que pode ter influenciado as respostas isoladas das épocas sobre o desempenho produtivo da cultura do amendoim pode estar na eficiência de absorção da planta ou redução da lixiviação (Prado, 2008; Miranda et al., 2010).

Silva (2001), avaliando combinações de épocas de aplicação de N (estádio de 6 até 10 folhas) na cultura do milho, observou que não houve diferença significativa para o teor de N nos grãos. Esta variável tem relação direta com o teor de proteína dos grãos e diversos trabalhos correlacionaram positivamente o teor de proteína dos grãos e a adubação nitrogenada. A quantidade de N a ser drenada para o grão tem relação direta como o estado nutricional das plantas e também depende do ciclo, do período de enchimento dos grãos e, principalmente, do cultivar.

Ao estudar níveis diferenciados de fertirrigação e parcelamentos de N e K<sub>2</sub>O, França Neto et al., (2003) no cafeeiro, não encontraram diferenças significativas entre a fertirrigação e adubação manual convencional junto com irrigação, indicando que um maior fracionamento das doses pode ser desnecessário quando se trata de cultivo irrigado, cuja umidade do solo é favorável a absorção de nutrientes.

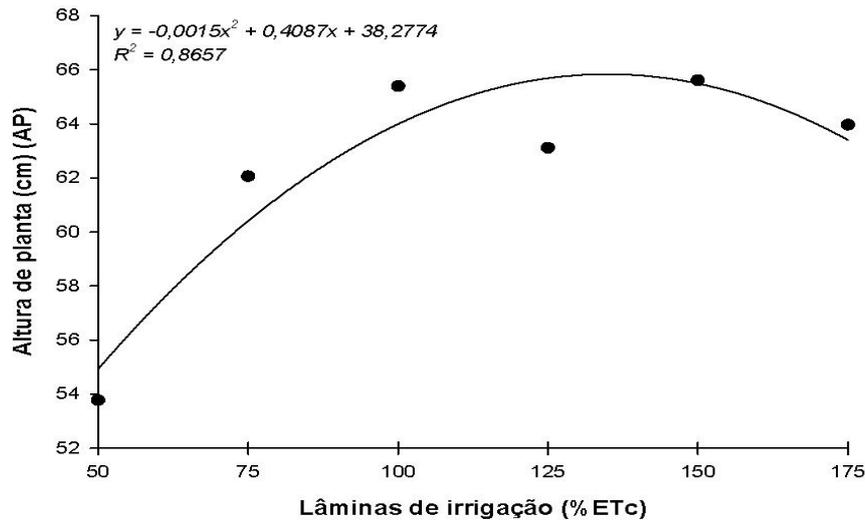
Também Silva et al. (2002), avaliando épocas de irrigação e parcelamentos da adubação em 12, 24 e 36 aplicações via fertirrigação, verificaram que o aumento no parcelamento não resultou em diferenças significativas entre os tratamentos. Segundo Coelho (1994), o parcelamento de nutrientes deve ser definido considerando seu potencial de perda por lixiviação, essa perda pode variar em virtude do grande número de fatores envolvidos.

### 3.3.1. Altura de planta (AP)

A altura de planta do amendoimzeiro em função das lâminas de água aplicadas pelo método irrigado ajustou-se ao modelo polinomial quadrático com R<sup>2</sup> de 0,86. O ponto máximo obtido da lâmina foi de 136,23 mm e altura máxima em função do ponto máximo da lâmina foi de 66,11 cm (Figura 25).



Figura 25. Altura de planta em função das lâminas de irrigação.



Então, a lâmina de irrigação que proporcionou a maximização da AP da cultura do amendoim foi a de 150% da ETc, correspondendo a 699,33 mm, chegando a uma média de 65,61 cm de altura. Essa situação revela que, para a referida variável, a cultura utilizou maior quantidade que a recomendada. Tal resultado pode ter ocorrido em função de um estímulo maior ao desenvolvimento do sistema radicular, formação dos primórdios das partes reprodutivas e das vagens (Tasso Júnior et al., 2004), proporcionado pela distribuição das doses crescentes de água.

Esses resultados eram esperados devido ao tipo de crescimento de cada material em que cultivares de porte ereto apresentam maiores alturas de planta, acima de 40 cm e mais grãos por vagem (Santos, 2000; Peixoto et al., 2008).

Resultado semelhante foi encontrado por Silva et al. (1998b), que trabalhando com amendoim irrigado, demonstraram que a lâmina de água de 300 mm por ciclo promoveu reduções na taxa de crescimento da cultura em relação a lâmina de 700 mm. O mesmo aconteceu com Alexandria Junior et al., (2010) que, ao fazer um experimento em Barbalha-CE, afirmaram que a lâmina de água aplicada que proporcionou melhor crescimento em todo ciclo do amendoim BR1 foi a de 750 mm. A redução de disponibilidade de água no solo representa um fator certamente limitante para o crescimento e a produtividade das plantas (MAROUELLI et al., 2007).

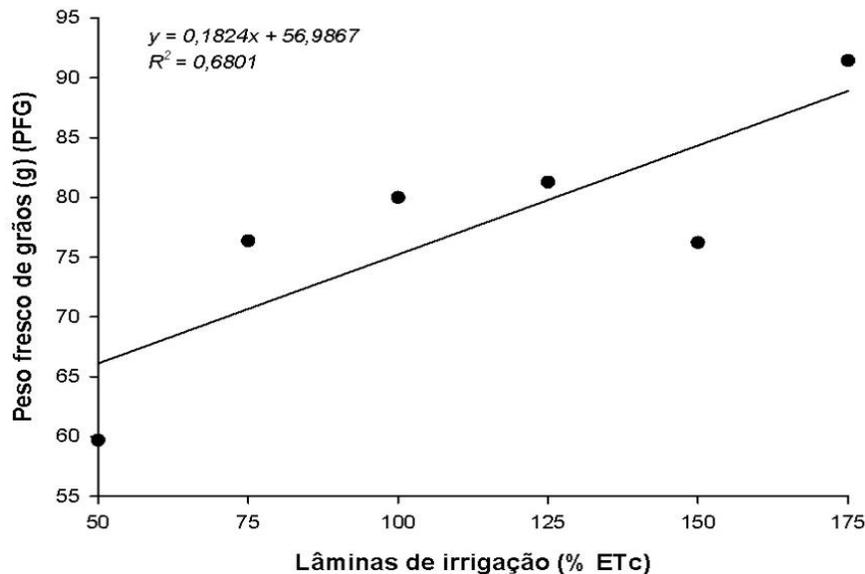
Analisando as características agrônômicas de cultivares de amendoim em sistema convencional de semeadura direta, Fachin et al., (2014) encontraram valores de altura variando de 40,7 a 40,9 cm para o amendoim IAPAR 25 Tição. Evidenciou-se que o uso da técnica de irrigação promove acréscimo no caráter altura de planta. De acordo com Resende et al. (2002), a baixa disponibilidade hídrica do solo acarreta redução na turgescência das plantas, por consequência, a expansão celular é reduzida, provocando redução na altura de planta e área foliar.



### 3.3.2. Peso fresco de grãos (PFG)

O peso fresco de grãos foi influenciado pela aplicação das lâminas de irrigação. Essa característica aumentou linearmente conforme o aumento das lâminas de irrigação, tendo um incremento de 6,351 g para cada mm de lâmina aplicada (Figura 26).

Figura 26. Peso fresco de grãos em função das lâminas de irrigação.



O menor peso ocorreu com a cultura submetida a 50% da ETc, ou seja, com (233,11 mm) onde o peso médio dos grãos foi de 59,69 g. Já para o tratamento de 175% da ETc, que correspondeu a (815,89 mm) o peso dos grãos atingiu o valor de 91,45 g.

Esses resultados estão de acordo com os resultados de Wright et al., (1991) e Souza et al. (2014), onde afirmam haver frequentemente reduções significativas no peso das sementes de plantas de amendoim, quando submetidas a déficit hídrico.

Resultado semelhante foi encontrado por Fachin et al., (2014) que, analisando as características agrônômicas da cultivar IAPAR 25 Tição, encontraram valores para o peso de 170 sementes variando de 81,56 a 81,78 g. Segundo Godoy et al. (2005), o peso de 100 sementes de amendoim se situa entre 50 a 70 g.

A produtividade estimada foi de 1.322,5 kg.ha<sup>-1</sup> com a aplicação da lâmina de 50% da ETc e 2.026,0 kg.ha<sup>-1</sup> com a aplicação da lâmina de 175% da ETc. Este resultado comprova a importância da irrigação no cultivo do amendoim, uma vez que os acréscimos na produtividade são visíveis (Tabela 5).



Tabela 5. Produtividade média de grãos frescos em função da aplicação de lâminas de irrigação no município de Arapiraca-AL.

Tratamentos	Volume aplicado (mm)	Produtividade média (kg.ha <sup>-1</sup> )
50% (ETc)	233,11	1.322,5
75% (ETc)	349,67	1.692,1
100% (ETc)	466,22	1.772,4
125% (ETc)	582,78	1.800,5
150% (ETc)	699,33	1.688,8
175% (ETc)	815,89	2.026,0

Observa-se que as maiores produtividades são obtidas nas maiores lâminas de água. Comportamento linear semelhante ao em estudo, comparando com a L2, para a produtividade de grãos foram encontrados por Azevedo et al. (2014), que obteve maior produtividade de 1.271,80 kg.ha<sup>-1</sup>, estudando o efeito da irrigação no amendoim aplicando lâmina total de 387,29 mm e por Souza et al., (2014) com rendimento máximo de 1.120 kg.ha<sup>-1</sup>.

Silva et al. (1998a), verificaram que a produtividade de grãos de amendoim BR1 em Rodelas-BA foi afetada pela diferenciação das lâminas e pelos intervalos de irrigação, variando de 609 kg.ha<sup>-1</sup> no tratamento de 300 mm de água e intervalo de irrigação de 6 dias, a 2.026 kg.ha<sup>-1</sup> no tratamento de 700 mm de água e intervalo de irrigação de 4 dias. Com base nesses dados é possível observar que os dados da produtividade em estudos foram superiores aos vistos anteriormente, provavelmente devido a diferença de intervalos de aplicação da irrigação, já que era feita diariamente e não parcelada.

#### 4 CONCLUSÕES

1. O consumo hídrico total da cultura do amendoim considerando a L3 (lâmina de 100% da ETc), em um ciclo de 90 dias, foi de 466,22 mm com uma média de 5,30 mm dia<sup>-1</sup>;
2. Houve efeito significativo para as lâminas de água, apresentando um comportamento quadrático e linear, respectivamente para características de altura de planta e do peso fresco de grãos;
3. Os intervalos de fertirrigação e a sua interação com as lâminas de água não apresentaram efeito significativo para todas as variáveis avaliada;
4. A máxima eficiência técnica para a altura de plantas do amendoim foi alcançada com a L5 (lâminas de 150% da ETc), consumo de 699,33 mm, apresentando 65,61 cm de comprimento e a máxima eficiência econômica, considerando a relação com a produtividade, foi alcançada com a L3 (466,22 mm), apresentando 65,40 cm de comprimento;
5. A L6 (lâmina de 175% da ETc), correspondendo à 815,89 mm, foi a lâmina que representou o maior valor para peso fresco de grãos, atingindo 91,45g;



## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRIA JUNIOR, F. F. de.; PEREIRA, J. R.; CARVALHO JUNIOR, G. S. de.; CASTRO, M. A. do n.; QUESADO, F. das C.; LEITE, A. G. Crescimento do amendoim BR1 em diferentes lâminas de irrigação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. Inclusão social e energia: Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements. Rome: FAO, 1998. 301p. Irrigation and Drainage, Paper 56.
- AZEVEDO, B. M.; SOUSA, G. G.; PAIVA, T. F. P.; MESQUITA, J. B. R.; VIANA, T. V. de A. Manejo da irrigação na cultura do amendoim. *Magistra*, Cruz das Almas, BA, V. 26, n. 1, p. 11 - 18, 2014.
- BEZERRA, J. R. C.; ALMEIDA, R. P. de; CRUZ, H. J. D. da; GOULARTE, D. F.; RESENDE, K. C. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do amendoim BR 1. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 6.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 3., 2014, Fortaleza. Anais... Campina Grande: Embrapa Algodão, 2014. p. 128.
- CÂNDIDO, L. A. Avaliação das necessidades hídricas e manejo de irrigação da cultura de amendoim. Campina Grande: UFPB, 1998, 75p. Dissertação Mestrado.
- COELHO, A. M. Fertirrigação. In: COSTA, E. F.; VIEIRA R. F.; VIANA, P. A. (Ed). *Quimigação: aplicação de produtos químicos e biológicos via irrigação*. Brasília: Embrapa/SPI, 1994. p. 201-227.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília: EMBRAPA-SPI, 2013. 353 p.
- FRANÇA NETO, A. C.; MOURA, B. R.; MANTOVANI, E. C.; RENA, A. B.; PALARETTI, L. F. Influência da irrigação e da fertirrigação na produtividade da variedade Acaiá cerrado (dados de duas safras), em Viçosa-MG. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA EM CAFEICULTURA IRRIGADA 6., 2003, Araguari. Anais... Araguari: Embrapa, 2003. p. 141-144.
- GODOY, I. J.; MINOTTI, D.; RESENDE, P. L. Produção de amendoim de qualidade. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2005. 168 p.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Water tension thresholds for processing tomatoes under drip irrigation in Central Brazil. *Irrigation Science Journal*, Brasília, v. 25, p. 411-418, 2007.
- MIRANDA, J. H.; BÉRGAMO, L. R.; REIS, J. B. R. S.; CRUCIANI, D. E.; DUARTE, S. N. Distribuição da concentração de potássio no solo em lisímetros cultivados com amendoim. *Engenharia Agrícola*, v.30, p.253-263, 2010.
- PRADO, R. M. Nutrição de plantas. São Paulo: UNESP, 2008, 407p.
- RESENDE, M.; ALBUQUERQUE, P. E. P. Métodos e estratégias de manejo de irrigação. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 10 p. (Circular Técnica, 19).
- SILVA, E. C. Níveis e épocas de aplicação de nitrogênio na cultura do milho em plantio direto na região de cerrado. Dissertação. (Mestrado em Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Ilha Solteira, 2001.



SILVA, L. C.; BELTRÃO, N. E. M.; RAO, T. V. R.; FIDELES FILHO, J. Efeito do manejo da irrigação na qualidade da produção e na produtividade do amendoim CV. BR1, Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 175-178, 1998a.

SILVA, L. C.; FIDELES FILHO, J.; BELTRÃO, N. E. M.; RAO, T. V. R. Variação diurna resistência estomática à difusão de vapor de água em amendoim irrigado. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 33, n. 3, p. 269-276. 1998b.

SILVA, L. C.; RAO, T. V. R. Avaliação de métodos para estimativa de coeficientes da cultura de amendoim. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 10, n. 1, 2006.

SILVA, M. T., A, J. A. B. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do amendoim irrigado em condições edafoclimáticas na região do cariri do Estado do Ceará. Revista de Biologia e Ciência da Terra, Cariri, CE, v.8, n.1, p.76-84, 2008.

SMITH, M. Report on the expert consultation on revision of FAO methodologies for crop water requirements. Rome FAO. 45p. 1991.

SOARES, T. M.; PEREIRA, F. A. de C. Determinação da evapotranspiração da cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) utilizando-se evapotranspirômetros de drenagem e de lençol freático constante. Cruz das Almas, BA, Universidade Federal da Bahia, UFBA, 2000.

SOUZA, G. G. AZEVEDO, B. M. FERNANDES, C. N. V.; VIANA, T. V. A.; SILVA, M. L. S. Growth, gas exchange and yield of peanut in frequency of irrigation. Revista Ciência Agronômica, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 27-34, mar, 2014.

SUASSUNA, T. M. F. et al. Sistema de produção de amendoim. Campina Grande, PB. Embrapa Algodão, 2014.

TASSO JR, L. C. MARQUES, M. O.; NOGUEIRA, G. A., L. A cultura do amendoim. 1. ed. Jaboticabal: UNESP, 2004. 218 p.

XAVIER, R. A.; DORNELLAS, P. da C. Análise do comportamento das chuvas no município de Arapiraca, Região Agreste de Alagoas. Geografia (Londrina), Londrina, v. 14, n. 2, p. 49-64, 2005.

WRIGHT, G.C.; HUBICK, K.T.; FARQUHAR, G.D. Physiological analysis of peanut cultivar response to timing and duration of drought stress. Australian Journal for Agricultural Research, v.42, p.453-470, 1991.

## A utilização de drones na agricultura atual



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-017>

**Joel Eloi Belo Junior**

E-mail: [belojr27@gmail.com](mailto:belojr27@gmail.com)

### RESUMO

A agricultura enfrenta desafios constantes para aumentar a eficiência, reduzir os custos e minimizar

o impacto ambiental. A tecnologia dos drones tem emergido como uma solução promissora para enfrentar esses desafios, trazendo uma revolução na forma como a agricultura é realizada. Neste capítulo, exploraremos a utilização de drones na agricultura atual, destacando os benefícios e as aplicações dessa tecnologia inovadora.

**Palavras-chave:** Agricultura atual, drones.

## 1 INTRODUÇÃO

O uso de drones na agricultura tem crescido significativamente no Brasil nos últimos anos. De acordo com um estudo da Embrapa, o uso de drones na agricultura pode trazer benefícios como maior precisão no monitoramento das áreas de plantio e no mapeamento aéreo de grandes áreas. Além disso, o uso de drones pode ajudar a reduzir custos e aumentar a eficiência na produção agrícola.

As vantagens do uso de drones na agricultura são diversas. Eles podem ser usados para monitorar a lavoura e identificar áreas com irregularidades, fornecendo dados e informações sobre o estado das plantas. Além disso, os drones também podem ser utilizados para aplicação de agrotóxicos, adjuvantes, fertilizantes, inoculantes, corretivos, sementes e introdução de agentes biológicos na lavoura. O uso de drones na agricultura pode trazer maior precisão no monitoramento das áreas de plantio e no mapeamento aéreo de grandes áreas.

Embora os drones tenham muitas vantagens na agricultura, também existem alguns pontos negativos. Um dos principais pontos negativos é o alto custo dos equipamentos e dos serviços de manutenção. Além disso, o uso de drones na agricultura pode gerar preocupações com relação à privacidade e à segurança dos dados coletados.

## 2 MONITORAMENTO DE CULTURAS

O uso de drones na agricultura permite um monitoramento detalhado das culturas em tempo real. Equipados com câmeras de alta resolução e sensores especiais, os drones podem capturar imagens aéreas das lavouras, fornecendo informações valiosas sobre o estado de saúde das plantas. Com base nessas imagens, os agricultores podem identificar áreas com problemas, como infestação de pragas, doenças ou deficiências nutricionais. Isso possibilita uma resposta rápida e direcionada, permitindo a



aplicação precisa de insumos agrícolas, como pesticidas ou fertilizantes, reduzindo assim o uso excessivo desses produtos.

### **3 MAPEAMENTO E MONITORAMENTO DE TERRENOS**

Além do monitoramento das culturas, os drones podem ser utilizados para mapear e monitorar os terrenos agrícolas. Com o auxílio de câmeras de infravermelho ou sensores lidar, os drones podem coletar dados topográficos e criar modelos tridimensionais precisos do terreno. Isso auxilia os agricultores no planejamento da irrigação, drenagem e nivelamento do solo, melhorando a eficiência na utilização dos recursos e evitando problemas como a erosão do solo. Além disso, o monitoramento regular das mudanças no terreno ao longo do tempo permite a detecção precoce de problemas, como deslizamentos de terra ou desgaste do solo.

### **4 PULVERIZAÇÃO DE CULTURAS**

A aplicação de defensivos agrícolas, como pesticidas ou fertilizantes, é uma tarefa essencial na agricultura, mas também pode ser trabalhosa e dispendiosa. Os drones estão sendo cada vez mais utilizados para a pulverização de culturas de forma automatizada. Equipados com tanques de pulverização e sistemas de distribuição precisos, os drones podem sobrevoar as lavouras de maneira eficiente e uniforme, aplicando os insumos de forma precisa e reduzindo o desperdício. Além disso, a utilização de drones na pulverização diminui a exposição dos trabalhadores a produtos químicos e reduz a compactação do solo causada por equipamentos pesados.

### **5 MONITORAMENTO AMBIENTAL E GESTÃO DE RECURSOS NATURAIS**

Os drones também têm um papel importante no monitoramento ambiental e na gestão de recursos naturais. Através de câmeras multiespectrais e sensores de qualidade da água, os drones podem ser usados para monitorar a saúde dos ecossistemas, identificar áreas de desmatamento, controlar a qualidade da água em rios e lagos, e monitorar a erosão costeira. Essas informações são essenciais para a tomada de decisões sustentáveis e a implementação de práticas de conservação ambiental.

### **6 CONCLUSÃO**

A utilização de drones na agricultura atual representa uma evolução significativa no setor, trazendo benefícios econômicos, ambientais e operacionais. O monitoramento de culturas, o mapeamento de terrenos, a pulverização de culturas e o monitoramento ambiental são apenas algumas das aplicações dos drones na agricultura. Essa tecnologia permite uma gestão mais precisa, eficiente e sustentável das atividades agrícolas, reduzindo o uso de insumos e os impactos ambientais negativos.



Como os drones continuam a evoluir e se tornar mais acessíveis, espera-se que sua utilização se torne ainda mais disseminada, contribuindo para o avanço da agricultura moderna e a construção de um setor agrícola mais sustentável.



## REFERÊNCIAS

Drones agrícolas: um guia de como melhor utilizá-los na fazenda. <https://blog.aegro.com.br/drones-agricolas/>.

Uso de drones na agricultura tem regras simplificadas pela ANAC. <https://www.gov.br/anac/pt-br/noticias/2023/uso-de-drones-na-agricultura-tem-regras-simplificadas-pela-anac>.

Drones na agricultura: conheça a importância dessa tecnologia. <https://terramagna.com.br/blog/drones-na-agricultura/>.

Sementes: Ciência, Tecnologia e Inovação - CAPES. <https://educapes.capes.gov.br/bitstream/capes/552850/1/E-book-Sementes-Ciencia-Tecnologia-e-Inovacao-.pdf>.

CIÊNCIAS AGRÁRIAS: INOVAÇÃO, TECNOLOGIA, DESENVOLVIMENTO E ... - Issuu. [https://issuu.com/gepraeditora/docs/barros\\_2021-1-9](https://issuu.com/gepraeditora/docs/barros_2021-1-9).

## Logística industrial: Uma integração dos modais na região tocantina do Maranhão industrial



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-018>

### João Manuel Vasconcelos Silva

Graduando Tecnologia em Gestão do Agronegócio, Faculdade Vale do Aço – FAVALE, 65930-000, Açailândia - MA, Brasil

### Airton Pereira da Silva Leão

Doutorando em Administração e Contabilidade, Faculdade Vale do Aço – FAVALE, 65930-000, Açailândia - MA, Brasil

### Milene Cristine de Vasconcelos Silva

Graduada Licenciatura em Química, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão – IFMA, 65930-000 Açailândia – MA, Brasil

### RESUMO

O artigo tem como objetivo discutir sobre uma análise integrada dos modais na região Tocantina do Maranhão que é fundamental para o sucesso das empresas e produtores local, pois ela se preocupa

com a gestão eficiente de toda a cadeia de suprimentos, desde a produção da matéria – prima até a entrega do produto ao cliente, a questão limitante da logística brasileira é justamente o transporte, pela falta de infraestruturas de modais. Assim, a análise dada, realizou - se através do inercial problemática de como ocorre o processo da integração dos modais na região. Para atender ao objetivo proposto foi realizado um estudo bibliográfico com abordagem qualitativa e descritiva visando a coleta de informações. A finalidade é justamente entender as limitações do Brasil no quesito logística e as possíveis soluções que ocasiona a austeridade do comercio brasileiro. Os resultados demostram que o agronegócio continua crescendo, mas os desafios não são atendidos, em quesitos logísticos. Logo, visando um crescimento de economia e uma multimodalidade, se faz necessário um olhar melhor na logísticas dos modais da região.

**Palavras-chave:** Logística, cadeias, suprimentos, modais, transporte.

## 1 INTRODUÇÃO

As principais mudanças nos processos de produção industrial no Brasil, teve início nas razões de investimento em mais tecnologia por volta de 1980, devido o interesse do trabalho em maior escala com menores custos. Houve – se uma expansão do fluxo comercial e ainda há um certo crescimento, contudo, a questão do transportamento caiu bruscamente, por causa da falta de investimento e ampliação de modo geral, fazendo com que alguns modais ficassem limitados.

Para que o processo de produção industrial seja realizado é necessário seguir etapas, e essas etapas precisam ser bem-sucedidas, assim é a logística, para obter um bom aproveitamento do potencial produtivo, tanto o transporte como o arranjo de modo geral precisam ser vistos como execuções que coadjuvam a produção tanto de serviços como também de bens, tendo em vista suas implicações no processo econômico.

A logística é um campo de grande importância para o sucesso de qualquer negócio que busca entregar produtos ou serviços de forma eficiente e eficaz. Para isso, é necessário integrar diferentes



modais de transporte, utilizar tecnologias avançadas e estratégias inteligentes de armazenagem e transporte, a fim de otimizar a gestão da cadeia de suprimentos.

Neste contexto, a integração de modais, reduzir custos e aumentar a competitividade da empresa no mercado, uma vez que a limitação de transporte pode causar impactos negativos, tais esses, como por exemplo, os pedidos fora dos prazos de entrega o aumento do risco de acidentes e roubo de cargas, tendo como consequências prejuízos financeiros.

Assim, a integração de modais é ideal para a o escoamento de matéria-prima de um município a outro até o seu consumidor final.

No entanto, segundo SCHYRA, (2019) o Brasil ainda se encontra nos anos de 1956, época da presidência, de Juscelino Kubitschek, os “50 anos em 5”, onde foram desenvolvidas infraestruturas que mudaram o cenário econômico, como por exemplo, as malhas rodoviárias que expandiu as estradas brasileiras, e incentivando o uso dessa modal pela sua flexibilidade, sobrecarregando ele tendo como consequência o baixo investimento governamental nos demais modais de transporte.

Diante do contexto, a questão é como ocorre o processo de integração de modais na região Tocantina do Mmaranhão?

Ademias, problemas com logística afeta toda a estrutura de uma empresa, pois ela não é só transporte, mas também é responsável por ligar toda a cadeia de suprimento.

A logística é um fator crítico para o sucesso dos negócios, a integração de modais, tecnologia é fundamental para garantir a competitividade das empresas no mercado globalizado e dinâmico de hoje. Diante disso, este artigo tem como objetivo analisar a integração dos modais na região tocantina. Com objetivos específicos: buscar identificar os desafios as vantagens percebidas, analisar o grau da infraestrutura logística existente.

E no decorrer do artigo, abordaremos como a integração de modais, tecnologia, estratégias de transporte e armazenagem, podem contribuir para melhorar a eficiência, a eficácia e a flexibilidade da cadeia de suprimentos. Veremos também, como a escolha adequada de modais de transporte pode otimizar o fluxo de mercadorias, reduzir o tempo de entrega e diminuir os custos logísticos.

Desenvolveremos também como a tecnologia pode ser aplicada para monitorar e controlar as operações logísticas em tempo real, melhorando assim a visibilidade da cadeia de suprimentos, aumentando a segurança das operações.

Além disso, exploraremos como as estratégias de transporte e armazenagem podem ser desenvolvidas para reduzir o estoque, minimizando as perdas e danos de mercadorias, otimizando dessa forma a utilização dos espaços de armazenagem, devido a escolha do local de estocagem e distribuição a eficiência pode ser afetada, os fluxos de entrada e saída de mercadorias pode ser melhorada através de uma gestão inteligente dos estoques.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 FUNDAMENTOS LOGÍSTICOS

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais do agronegócio, batendo recordes de produção a cada ano, porém a competitividade brasileira é prejudicada pela ineficiência dos fatores logísticos, por ser uma área de gestão que se dedica ao planejamento, implementação e controle eficiente do fluxo de materiais, a falta de eficiência no planejamento gera prejuízos a produção, as informações e recursos da logística, que vai desde a origem até o destino final, tem o objetivo de atender às necessidades dos clientes de forma satisfatória (BALLOU, 2009).

Para alcança uma gestão que atinja sucesso em sua produção, é necessário considerar os seguintes pontos fundamentais: atendimento ao cliente, garantindo a entrega adequada dos produtos; busca pela eficiência operacional, otimizando processos e minimizando custos; gestão de estoques, equilibrando oferta e demanda; transporte e distribuição eficientes, selecionando modais adequados e planejando rotas; utilização de tecnologia e sistemas de informação para aprimorar a visibilidade e a eficiência; colaboração e parcerias estratégicas com agentes da cadeia de suprimentos (DA SILVA, 2023).

Compreender e aplicar esses fundamentos logísticos é fundamental para garantir a competitividade e o sucesso no ambiente empresarial, permitindo uma gestão logística eficaz e eficiente em todos os aspectos da cadeia de suprimentos, as suas aplicações podem variar dependendo do contexto e das necessidades específicas de cada organização. A logística industrial e a logística empresarial são termos frequentemente utilizados para descrever diferentes aspectos da gestão logística em contextos específicos (SALEHEEN et al (2023).

A logística industrial refere-se à gestão das atividades logísticas dentro de uma indústria ou planta de produção.

Ela abrange o planejamento, a implementação e o controle dos processos logísticos internos, como o abastecimento de matéria-prima, o armazenamento, a produção, a embalagem e a distribuição dos produtos acabados, tendo como objetivo principal otimizar a eficiência e a eficácia dos processos logísticos dentro do ambiente de fabricação. (BALLOU, 2009; CHRISTOPHER, 2016).

Nesse sentido, a logística tem um papel fundamental na gestão da cadeia de suprimentos, que se refere ao conjunto de atividades necessárias para produzir e entregar um produto ou serviço aos clientes finais.

Com a evolução da tecnologia as organizações se desenvolveram com uma melhor produtividade para os seus consumidores.

Mas ao mesmo tempo a escala de produção não acompanhou a logística que por muito tempo foi limitada apenas em uma atividade de transporte. E isso segundo, Vegas (2020) é uma grande desvantagem para a organização ainda mais em nível Brasil, pois fica a desejar nos demais setores de



finanças, Marketing e produção, de acordo com Bowersox, (2014) esse conjunto logístico é essencial para facilitar a previsão de demandas, ou seja, de compra, venda e gerenciamento dos estoquistas seja ele individual ou grupal.

A logística empresarial também é influenciada por tendências e mudanças no ambiente empresarial, como a globalização, a competição acirrada, a exigência dos clientes por serviços personalizados, a sustentabilidade e a tecnologia (COELHO et al., 2019).

A exemplo, dessas globalizações temos empresas como a Shein, Shopee Amazon, Ali Express etc. que chegam ser concorrente até no mercado interno.

Ademias tem como objetivo principal maximizar o valor percebido pelo cliente ao mesmo tempo em que se busca reduzir os custos da cadeia de suprimentos (CHRISTOPHER, 2016). Para isso, é necessário garantir a disponibilidade dos produtos, a qualidade do serviço prestado, a agilidade na entrega e o cumprimento dos prazos estabelecidos, entre outros fatores.

Desse modo, o compromisso com o cliente é de suma importância para o desenvolvimento de uma empresa e economia para o país.

Portanto, a logística é um tema essencial para as empresas que buscam melhorar a eficiência da cadeia de suprimentos, conseqüentemente, a competitividade no mercado.

É importante que as empresas estejam atentas às mudanças e tendências no ambiente empresarial para garantir a qualidade dos serviços prestados aos clientes.

A tecnologia tem desempenhado um papel fundamental na evolução da logística e da gestão, um bom gerenciamento vai apontar o diferencial e as vantagens sobre a dominação do mercado que a empresa possui.

## 2.2 TECNOLOGIA NA LOGÍSTICA E NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS

A tecnologia tem se tornado cada vez mais relevante na logística e na gestão da cadeia de suprimentos.

Com a ajuda de software as empresas ter uma gama de disposição a grande variedade de ferramentas e sistemas para aprimorar seus processos logísticos, desde o armazenamento, transporte de produtos até a gestão de estoques e entregas aos clientes.

Além disso, a tecnologia permite uma maior integração entre as diferentes etapas da cadeia de suprimentos, possibilitando uma gestão mais eficiente e colaborativa.

Um exemplo de tecnologia que tem revolucionado a logística é o uso de drones na entrega de produtos.

De acordo com uma pesquisa da consultoria PricewaterhouseCoopers (PwC), o uso de drones pode reduzir em até 80% o tempo de entrega, e em até 90% os custos de transporte em áreas urbanas.



Além disso, os drones permitem um acesso mais rápido a áreas remotas, o que pode ser especialmente útil em regiões afetadas por desastres naturais, como exemplo, na Amazônia.

Outra tecnologia importante na logística é a Internet das Coisas (IoT). Através do uso de sensores, a IoT permite uma maior visibilidade e rastreamento dos produtos ao longo de toda a cadeia de suprimentos, o que pode ajudar a identificar eventuais problemas e gargalos nos processos logísticos.

Além disso, a IoT também permite a automação de processos, como a identificação automática de produtos, a medição de temperatura e umidade em tempo real, o que pode melhorar a qualidade dos produtos reduzindo os riscos de perda.

Com a substituição da IoT, a nova tendência da utilização é a inteligência artificial (IA) na gestão da cadeia de suprimentos, ajudando a prever a demanda de produtos, otimizar rotas de transporte, gerenciar estoques de forma mais eficiente, levando em conta diversos fatores como sazonalidade e variação de demanda.

Outro ponto é que a IA também pode ajudar na detecção de fraudes e irregularidades, o que pode contribuir para a redução de perdas e prejuízos.

Nesse sentido as vantagens presentes estão voltadas para o melhor atendimento ao cliente suprindo as suas necessidades de forma eficiente e obtendo mais lucro do que custos.

Diante disso as empresas que desejam ser competitivas no mercado precisam adotar soluções tecnológicas eficientes que desencadeiem um gerenciamento eficaz que supram as demandas de seus clientes.

Aqui estão algumas das tecnologias mais comuns usadas na logística e na gestão da cadeia de suprimentos:

- Sistemas de gerenciamento de transporte (TMS): Esses sistemas ajudam a gerenciar e otimizar o processo de transporte de mercadorias, desde a criação de rotas até a monitoração da entrega;
- Sistemas de gerenciamento de armazém (WMS): Esses sistemas gerenciam todas as atividades do armazém, desde o recebimento até o armazenamento e a distribuição dos produtos;
- Sistemas de gerenciamento de estoque (IMS): Esses sistemas ajudam a gerenciar e controlar o inventário de produtos de uma empresa, permitindo que ela saiba exatamente quais produtos estão em estoque e quais precisam ser reabastecidos;
- Tecnologia de identificação por radiofrequência (RFID): Essa tecnologia é usada para rastrear produtos e equipamentos em tempo real, permitindo que as empresas monitorem o movimento de seus ativos em tempo real;



- Sistemas de gerenciamento de pedidos (OMS): Esses sistemas ajudam a gerenciar o processo de atendimento de pedidos, desde o recebimento até a entrega final;
- Tecnologia de análise de dados (Big Data): A análise de dados pode fornecer informações valiosas para a gestão da cadeia de suprimentos, ajudando as empresas a identificar padrões e tendências que podem ser usados para melhorar suas operações;

Ademais, é importante elencar a importância da segurança da informação na logística e na gestão da cadeia de suprimentos. Com a crescente utilização de sistemas e ferramentas digitais, é essencial garantir a proteção de dados e informações estratégicas, tanto da empresa quanto de seus clientes e parceiros. Investir em segurança da informação é fundamental para garantir a continuidade dos negócios e a confiança dos clientes.

Além do mais, a logística é, em essência uma orientação, uma estrutura de planejamento que visam criar um único plano para o fluxo de produtos e informações por meio de um negócio. A gestão da cadeia de suprimentos, conhecida também como “Supply Chain,” envolve todas as fases.

Assim, por exemplo, uma meta da gestão da cadeia de suprimentos pode ser a redução ou eliminação dos buffers de estoque, que existem entre organizações em uma cadeia, mediante partilha de informações sobre os níveis atuais de estoque e de demanda. CHRISTOPHER (2022).

De forma simplificada, empresas que alcançam o sucesso possuem uma vantagem de custo, uma vantagem de valor ou, ainda melhor, uma combinação das duas.

A vantagem de custo implica em ter um perfil de despesa mais baixo, enquanto a vantagem de valor confere ao produto um diferencial adicional em relação a ofertas mais competitivas (BALLOU, 2009).

Portanto, uma organização precisa estar estrategicamente focada para projetar sua estratégia de cadeia através de uma abordagem responsiva e eficiente no qual seis de seus drivers desempenham um papel vital nas instalações, transporte, fornecimento, estoque, preços e informações, SALEHEEN et al (2023).

### 2.3 A IMPORTÂNCIA DA EFICIÊNCIA LOGÍSTICA PARA A COMPETITIVIDADE DAS EMPRESAS

A eficiência logística é um fator crucial para o sucesso das empresas em um mercado cada vez mais competitivo e globalizado. Uma logística eficiente pode reduzir custos, melhorar a qualidade do serviço e aumentar a satisfação do cliente, o que, por sua vez, pode impulsionar a competitividade e a rentabilidade das empresas.

O mercado está em uma era de evolução, com a chegada da tecnologia na palma da mão, onde o cliente utiliza de ferramentas digitais para a efetuação da compra do produto, afetando diretamente o mercado local, devido ao alto consumo é normal que o mesmo produto seja vendido em diferentes



lugares. Tendo em vista é interessante o desenvolvimento de estratégias que garanta a sobrevivência das empresas (CANTEIRO, BSS; SILVA, VS, 2020). Desse modo, a empresa não só deve elaborar projetos estratégicos, mas também financeiros para que possam ser bem administrados e aplicados no seu desenvolvimento diferenciado.

A princípio sempre que houver movimentação de produtos ou informações, entrará no campo da logística, onde envolverá atividades como transporte, movimentação, armazenagem, planejamento e controle logístico.

A pesquisa em logística visa otimizar esse conjunto de atividades por meio de uma perspectiva sistêmica, a fim de alcançar resultados em distribuição e atendimento ao cliente com o menor custo e tempo possível (BONILLA et al., 2018).

Trazendo esse contexto, para realidade local em Açailândia no estado do Maranhão, através de uma comparação entre duas nacionais concorrentes – Magazine Luiza e Casas Bahia – ambas são eficazes no atendimento a necessidade do seu público-alvo.

No entanto, enquanto a Casas Bahia tem um preço mais atrativo que a Magazine, acaba perdendo no quesito do transporte próprio, enquanto a magazine possui o sistema de entrega tanto na loja física como no site, as Casas Bahia entregam apenas através de pedidos realizadas no próprio site. sendo assim, e termos de eficiência logística a empresa “Magalu” acaba se sobressaindo.

Em contrastes, um sistema logístico eficiente deve ser capaz de gerenciar de forma integrada todas as atividades relacionadas à produção. Isso inclui a seleção de fornecedores confiáveis, o controle de estoque, o planejamento de rotas de transporte, a gestão de armazéns, entre outras atividades.

Contextualizando, trata-se de poder de mercado, seja ele regional, nacional o mundial, a estratégia competitiva visa obter uma vantagem sobre os concorrentes, o que só pode ser alcançado por meio das estratégias das empresas voltadas para o mesmo segmento. Para isso, a estratégia de preço baixo e a opção de facilitar as negociações de pagamento são as mais utilizadas.

Ademais, a vantagem competitiva é baseada na logística diferenciada das empresas no mercado, neste caso pode-se dizer que ela é uma ferramenta que ajuda a aumentar a flexibilidade, melhorar o atendimento e reduzir custos.

Desde a década de 1990, a logística tornou-se mais importante no Brasil devido à abertura e estabilidade da economia e ao alcance global das operações, resultando em uma mudança no modelo de gestão dos negócios e substituição do modelo baseado em produtividade (BAG, GUPTA e KUMAR, 2021).

A proposito não é mais vista como um método operacional, mas como um método estratégico, alimentando ainda mais o interesse pelo tema para as organizações.

Isso se deve às consequências e complexidades da economia moderna, representadas pelo rápido desenvolvimento da tecnologia da informação e a necessidade de fechar a lacuna entre a



aquisição e entrega de bens e serviços, criando desafios para as organizações empresariais brasileiras e exigindo constante reposicionamento empresarial (HALLINAN e STRIPHAS, 2016).

Para o autor, a estratégia está ligada a tecnologia, ela tem sido uma aliada fundamental para a eficiência logística, com a adoção de softwares de gestão, rastreamento de cargas e sistemas de informação integrados.

Além disso, a otimização da cadeia de suprimentos e a utilização de práticas sustentáveis também contribuem bastante para a eficiência logística.

De acordo com TUNSTALL (2019) é importante destacar que a eficiência logística não se resume apenas à redução de custos ou ao aumento da eficiência operacional. Uma logística eficiente pode contribuir para a sustentabilidade ambiental, por meio da redução das emissões de carbono e do uso consciente dos recursos naturais. Isso pode ser um diferencial competitivo importante, especialmente em um cenário de crescente preocupação com a sustentabilidade.

Aqui estão dois exemplos de empresas que utilizam as tecnologias na logística e na gestão da cadeia de suprimentos para se ter uma melhor eficiência:

- Um exemplo de empresa que investe em eficiência logística é a Amazon, gigante do comércio eletrônico. A empresa tem uma das operações logísticas mais eficientes do mundo, com um sistema integrado de gestão de estoque, transporte e distribuição de produtos. Ela é capaz de entregar produtos em prazos cada vez menores, graças a investimentos em tecnologia e infraestrutura, como centros de distribuição, sem contar nos drones de entrega. Além disso, a empresa utiliza dados e algoritmos para otimizar a rota de entrega de cada pacote, reduzindo os custos e aumentando a eficiência. TUNSTALL, (2019).
- Outro exemplo de empresa que valoriza a eficiência logística é a Toyota, uma das maiores fabricantes de automóveis do mundo. A empresa é conhecida pelo seu sistema de produção “lean,” que visa a eliminar desperdícios e aumentar a eficiência em todas as etapas do processo produtivo. A Toyota adota uma estratégia de produção just-in-time, que significa produzir somente o que é necessário, na quantidade necessária e no momento necessário. Essa estratégia só é possível graças a um sistema logístico integrado, que permite a entrega de peças e componentes no momento exato da montagem do veículo. Isso reduz o tempo de produção, os custos de armazenagem e os estoques desnecessários. (LIKER, 2004).
- Por fim, as empresas que investem em uma logística eficiente podem obter importantes vantagens competitivas, como redução de custos e melhoria da qualidade do serviço e fidelização de clientes. Por outro lado, empresas que negligenciam a eficiência logística correm o risco de se manterem em um mercado estagnado.



## 2.4 ANÁLISE DE CASOS DE SUCESSO EM LOGÍSTICA E CADEIA DE SUPRIMENTOS NO BRASIL

A logística e a cadeia de suprimentos são áreas fundamentais para o sucesso de empresas em diversos setores da economia.

Com o aumento da competitividade, a busca por eficiência nesses processos se torna cada vez mais importante para garantir a sobrevivência no mercado.

Nesse sentido, é relevante analisar casos de sucesso em logística e cadeia de suprimentos no Brasil, para identificar boas práticas e estratégias que possam ser replicadas por outras empresas.

Segundo, DE ALMEIDA, (2021) A tecnologia de informação (TI) é uma ferramenta utilizada por inúmeros setores, se não todos, e é parte do dia a dia dos empreendedores, pois traz conforto e praticidade para toda a sociedade, principalmente onde tudo é feito dentro do âmbito online. E com globalização as empresas cada vez mais devem apostar em processos e ferramentas tecnológicas.

Em relação ao ano, de 2021, as empresas tiveram que inovar e reinventar os seus processos logísticos de gerenciamento da cadeia de suprimentos “Supply Chain Management (SCM)” devido ao contexto pandêmico não previsto e todas as mudanças de negócio que ele trouxe.

Com efeito disso, temos a Adidas, uma das principais marcas de roupas esportivas do mundo, que simplificou sua complexa cadeia de suprimentos automatizando os seus passos.

A automação é alcançada por meio da digitalização de processos, por meio da qual a Adidas pode produzir produtos personalizados sob demanda.

Isto é possível porque na fábrica da empresa (Speedfactory) onde se pode reunir todos os componentes enviados pelos fornecedores, faz com que os produtos sejam produzidos majoritariamente com recurso a impressão 3D e robótica. TAKAHACHI, (2020).

Dessa maneira, e feito o backup e a organização trabalha de acordo com a demanda, de forma eficiente, personalizada e sem custo por ficarem obsoletos o que até então não era realizado.

A princípio a cadeia de suprimentos tem dois fatores chaves que não podem ser ignorados em seu segmento, os clientes e os fornecedores.

Entre esse elo, é importante buscar sempre estratégias e maneiras vantajosa para atender as suas necessidades.

Conforme, Ballou (2009), o gerenciamento da cadeia de suprimento é um termo sugerido mais recentemente no qual capta a essência da logística integrada e inclusive a ultrapassa.

Ter uma cadeia de suprimentos moderna e eficiente é uma grande vantagem competitiva. Empresas da Ásia e da América do Norte, como a Xiaomi, Samsung, Motorola e Apple consideram o SCM um fator-chave para seu sucesso como um todo.

Uma vantagem de se ter uma cadeia de suprimentos é as melhorias na área de serviço ao cliente. Esse momento tem por objetivo a entregar do produto ou serviço na hora certa e no local certo.



Conseguir realizar bem essa entrega, não só cria uma fidelização do cliente como faz com que sua expectativa de compra aconteça.

Por exemplo, a Xiaomi é conhecida por seus preços acessíveis e alto desempenho em smartphone. Logo, é imprescindível que a gestão eficaz da cadeia de suprimentos é um fator-chave para o sucesso das empresas no setor de smartphones (ZHANG, Y., LIU, Y., ZHANG, H., & SONG, W., 2017).

Sobretudo, quando se fala em sucessos, um dos casos que merece destaque é o da Ambev, que conseguiu otimizar a logística de distribuição de suas bebidas, utilizando tecnologias de rastreamento e monitoramento em tempo real. A empresa também investiu em estratégias de sustentabilidade, como o uso de caminhões elétricos e a redução das emissões de CO<sub>2</sub>, ela não só pensou no seu público como também na sustentabilidade.

Um dos maiores nomes no espaço da cadeia de suprimentos é Amazon. Em relatório da Forbes, constatou-se que “Em 2019, as empresas entregaram 2,5%, as operações e a tecnologia das empresas evoluíram nos últimos três anos para ajudá-las a lidar com esse crescimento” (BAMBYSHEVA et al., 2021, p. 1).

Um dos elementos que mais definem a Amazon é o armazenamento e o estoque. Ao longo dos anos, vem cultivando sua rede logística para poder entregar da forma mais rápida e eficiente possível. Parte da aceleração da entrega é garantir que não só as grandes cidades se beneficiem, mas um todo (DE ALMEIDA (2021).

Mediante a essa preocupação no atendimento dos seus clientes, utilizando menor prazo possível, faz com que a empresa seja uma referência mundial. Outrossim é a empresa brasileira de cosméticos, Natura que é um caso de sucesso brasileira.

Com uma distribuição e representantes faseada de seus produtos para todas as regiões do Brasil e América Latina. Utilizando de métodos íntegros na produção e distribuição padronizadas, alinhadas e apoiadas pelas melhores práticas presentes de mercado (PATRUS, 2017).

A empresas investem em tecnologia para atender suas necessidades de comércio eletrônico e também utiliza armazém vertical, que apresenta um sistema de gestão de estoques o qual realiza a conservação dos produtos de acordo com sua data de validade, frequência de vendas e disponibilidade. Além de ser uma organização sustentável por ser ecológica em seus processos.

Contudo, cabe salientar, a estrutura horizontal representa a quantidade de níveis da cadeia de suprimentos, já a estrutura vertical refere-se ao número de fornecedores ou clientes que se conectam em cada nível horizontal da cadeia de suprimentos e o posicionamento da empresa foco na cadeia de suprimentos é direcionado pela proximidade que há entre a mesma com fornecedor e cliente (DOS SANTOS et al., 2020).



Em sínteses, a logística e a cadeia de suprimentos são áreas fundamentais para o sucesso empresarial no Brasil. As empresas que conseguem aprimorar a gestão e o controle dos processos envolvidos na produção e distribuição de bens e serviços têm maior chance de conquistar vantagens competitivas e, conseqüentemente, obter sucesso em seus negócios.

Os casos de sucesso apresentados demonstram que a adoção de estratégias que envolvem produção localizada, integração vertical, horizontal e investimento em tecnologia são importantes para garantir a eficácia e eficiência dos processos logísticos.

### 3 METODOLOGIA

O presente artigo foi desenvolvido por meio de informações literária, do ponto de vista metodológico baseada em pesquisas bibliográficas e documental. Através da plataforma acadêmico, Google Academics. a busca de livros e artigo científico foram essenciais para aprofundar os conhecimentos sobre a temática, sendo um dos grandes vieses para a construção desse trabalho.

Foi analisado também e comparado o levantamento de pesquisa Confederação Nacional do Transporte (CNT) as condições das infraestruturas da malha rodoviária da região Tocantina do Maranhão.

O trabalho de origem qualitativa e descritiva se faz uma análise do ambiente estudado, por ser voltada para compreensão específica dos acontecimentos. Ela é uma pesquisa interpretativa, sob a visão do pesquisador. O foco não é por que acontece, mas como acontece (MOREIRA, 2006).

Sabe-se que a pesquisa descritiva é um método de investigação científica que tem como objetivo principal descrever, interpretar e analisar os fatos e fenômenos tal como ocorrem naturalmente, sem interferência do pesquisador. Ela busca compreender e retratar a realidade em sua complexidade, buscando estabelecer relações entre variáveis, identificar padrões, características e comportamentos.

Segundo Mattar, (2011, p. 72),

A pesquisa descritiva permite a coleta e análise de dados para o estabelecimento de padrões, a descrição de relações e a elaboração de generalizações, contribuindo para o avanço do conhecimento científico em diversas áreas do saber.

Este trabalho, de natureza básica, tem como objetivo realizar um levantamento de dados para analisar a integração dos modais de transporte na região Tocantina do Maranhão.

Além disso, busca identificar as oportunidades e desafios relacionados à tecnologia, avaliar a percepção do potencial e da vantagem competitiva decorrentes dessa integração.

Também é relevante considerar a adoção dessa integração no plano estratégico das organizações onde os participantes estão inseridos, bem como a área funcional predominante nessas organizações, que desempenham um papel chave na tomada de decisões.



## 4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O estado do Maranhão está localizado no extremo oeste da região nordeste e abrange uma área de 331.937,450 km<sup>2</sup>. suas fronteiras incluem o oceano atlântico ao norte, o estado do Piauí a leste, Tocantins ao sul e sudoeste, e o Pará a oeste. a região desempenha um papel crucial no escoamento da produção do agronegócio nas áreas influenciadas pelo corredor centro-norte, tanto para exportação quanto para o mercado interno através da cabotagem (conab, 2005).

Os principais meios de transporte de carga no estado são rodoviários, aquaviário e ferroviário, desempenhando um papel fundamental nesse processo.

### 4.1 INTEGRAÇÃO DE MODAIS

Os modais de transporte são os meios utilizados para movimentar bens e mercadorias entre diferentes pontos da cadeia de suprimentos. Nos próximos subtópico será apresentado os principais modais de transporte utilizados pelas empresas logísticas da região Tocantina do Maranhão, que são rodoviários, ferroviários e aquaviários.

Cada modal de transporte apresenta características distintas, que podem influenciar a escolha da empresa em relação ao melhor meio de transporte a ser utilizado.

Desse modo, é essencial para o melhor aproveitamento de matéria – prima, um quantitativo maior de modais, para que o país possua mais de uma opção, desencadeando assim uma melhoria na escala de economia. (BALLOU, 2009).

#### 4.3.1 Modal ferroviário

O Brasil é um país pobre em ferrovias se comparados a outros países. Isso porque, nosso país possui hoje 30.000 km de ferrovias para tráfego, o que dá uma densidade ferroviária de 3,1 metros por km<sup>2</sup>, que é bem pequena em relação aos EUA (150m/km<sup>2</sup>) e Argentina (15m/km<sup>2</sup>).

No Maranhão, por exemplo, temos a ferrovia que é o modal mais bem estruturado, por possibilitar o trânsito de produtos ao longo do estado pela ferrovia Norte-Sul e Estrada de Ferro Carajás, que se ligam em Açailândia, com destino ao Porto de Itaqui.

O funcionamento da ferrovia no sul do estado entre Estreito, Imperatriz e Açailândia, já desenvolveu uma nova perspectiva para a região quanto ao escoamento principalmente de grãos, BUSSN (2019).

Segundo o site Valor da Logística Integrada (VLI) Corredores Logísticos (2017), aponta que os principais produtos transportados são: soja, milho, farelo de soja, celulose, gusa e manganês.

Porém, a prioridade do transporte ferroviário no estado estar voltada ao transporte do minério de ferro, estando o transporte de grãos à mercê de disponibilidade de vagões, o que não contribui para integração do modal tendo a saturação da malha rodoviária.



Esse cenário pode ser mudado com a duplicação da Estrada de Ferro de Carajás que está em andamento, abrindo mais espaço ao transporte de grãos, minimizando os custos e modificando a eficiência logística da região Tocantina.

A Vale iniciou a duplicação da Estrada de Ferro Carajás em 2019, que tem 892 km de extensão e consiste na duplicação de 625 km de trechos da ferrovia nos estados do Maranhão e Pará. A nova linha está sendo construída na mesma faixa da linha principal. (ANTF, 2019).

Entretanto, esta realidade ainda se encontra distante de se concretizar, uma vez que não se tem nem uma previsão de finalização da obra, necessitando transpor diversos obstáculos como a de infraestrutura, por exemplo.

O transporte de cargas é vital para viabilizar, o fluxo entre produtor, indústria, comércio e consumidor, no Brasil, 21% do transporte de cargas é feito por esse modal.

Apesar de ser considerado um modal mais sustentável, por emitir menos gases poluentes, o modal ferroviário apresenta limitações em relação à capilaridade da malha ferroviária, e à inflexibilidade em relação às rotas de transporte, outro ponto negativo é a má distribuição das linhas férreas pelo território. (BOWERSOX et al., 2013).

Nesse sentido um transporte que se gasta menos, transporta um número maior de carga, é considerado vantajoso para o escoamento de cargas a longa distância, contando com o benefício de ser o modal com o menor índice de roubos, a inexistência de pedágios, o baixo risco de acidentes, possuindo baixo custo de manutenção e a duplicação da Estrada de Ferro de Carajás, esse transporte para região do estado do maranhão onde leva os grãos até o terminal de Porto de Itaqui, ou o porto de ponta da madeira, pode a vir gerar melhores custos benéficos ao setor do agronegócio.

### 4.3.2 Modal rodoviário

O modal rodoviário é o mais utilizado no Brasil, representando cerca de 61% do transporte de cargas no país, em sua maioria é realizado por veículos automotores, como carros, ônibus e caminhões (ANTT, 2021). Esse modal é caracterizado pela flexibilidade, rapidez e abrangência da malha viária. No entanto, apresenta limitações em relação à capacidade de carga e ao custo operacional (NOVAES, 2007).

Devido a flexibilidade, o acesso a muitas regiões, deslocamento de mercadoria e pessoas, o modal rodoviário mantém predominância no quesito transporte. é o fator prejudicial para os produtores rurais da região.

Ficando cada vez mais longe da competitividade em termos de custos de diversos produtos, como é o caso das commodities para exportação.

A Confederação Nacional de Transportes (CNT), em um estudo realizado em 2021, revelou que a situação das estradas pavimentadas no estado do Maranhão é alarmante.



Segundo o estudo, aproximadamente 79,3% da malha rodoviária pavimentada apresenta problemas graves. Esses problemas são resultado da falta de investimento e da falta de manutenção adequada das rodovias. Isso causa transtornos significativos para os motoristas e para o transporte em geral.

De fato, a situação é tão preocupante que cerca de 59,8% das rodovias do estado são classificadas como "ruins", "regulares" ou "péssimas". (CUNHA, 2021).

Além disso, em um levantamento realizado pela CNT em 2017, foram analisados mais de 4.600 quilômetros de rodovias estaduais e federais que atravessam o estado do Maranhão.

Os resultados foram preocupantes, mostrando que apenas 7,5% dessas rodovias estavam em estado "ótimo" e apenas 34,1% estavam em estado "bom".

Isso significa que a grande maioria das 24 rodovias pavimentadas, que totalizam 6.873 quilômetros de extensão, apresentavam condições inadequadas. Esses dados estão apresentados na Tabela 1.

Essa análise confirma a necessidade urgente de investimentos e melhorias nas rodovias maranhenses para garantir a segurança e a eficiência do transporte no estado.



Tabela 1 - Condição das rodovias no Maranhão

Rodovia	Extensão pesquisada	Estado geral	Pavimento	Sinalização	Geometria da via
MA-006	555 km	Péssimo	Péssimo	Péssimo	Péssimo
MA-006/BR-308	47 km	Ruim	Ruim	Péssimo	Péssimo
MA-006/BR-330	144 km	Péssimo	Péssimo	Péssimo	Péssimo
MA-034	136 km	Ruim	Regular	Ruim	Péssimo
MA-034/BR-222	24 km	Ruim	Regular	Péssimo	Ruim
MA-106	197 km	Ruim	Regular	Ruim	Ruim
MA-106/BR-308	39 km	Ruim	Regular	Péssimo	Ruim
MA-110/BR-402	37 km	Regular	Bom	Ruim	Péssimo
MA-225	18 km	Regular	Regular	Regular	Regular
MA-230/BR-222	17 km	Ruim	Regular	Péssimo	Regular
MA-234/BR-222	25 km	Ruim	Regular	Péssimo	Regular
MA-303/BR-308	31 km	Ruim	Regular	Ruim	Ruim
MA-315	30 km	Ruim	Regular	Péssimo	Péssimo
MA-345	21 km	Ruim	Regular	Ruim	Péssimo
MA-345/BR-402	7 km	Regular	Regular	Regular	Ruim
MA-346/BR-402	14 km	Péssimo	Péssimo	Ruim	Péssimo
MAT-402/BR-402	66 km	Bom	Bom	Bom	Bom
BR-010	344 km	Bom	Ótimo	Bom	Bom
BR-135	601 km	Regular	Bom	Regular	Regular

Rodovia	Extensão pesquisada	Estado geral	Pavimento	Sinalização	Geometria da via
BR-222	665 km	Bom	Bom	Bom	Bom
BR-226	599 km	Ruim	Ruim	Regular	Regular
BR-230	670 km	Regular	Bom	Bom	Bom
BR-316	628 km	Bom	Ótimo	Bom	Bom
BR-402	76 km	Bom	Ótimo	Bom	Bom

Fonte: Confederação Nacional do Transporte (CNT), 2017.

Conforme a tabela, o sistema de transporte do estado Maranhão, precisa receber investimentos significativos, para que a transição no que diz respeito às possibilidades de utilização de mais de um modal na movimentação de cargas por toda a cadeia de suprimentos seja alcançada.

Ademais, devidos os desafios de infraestrutura, os preços de frete são mais elevados do que os modais ferroviário e hidroviário, portanto, sendo recomendado para mercadorias de alto valor ou



perecíveis. Não é recomendado para produtos agrícolas a granel, cujo custo é muito baixo para este modal. (GALLO, Adriano et al. 2010).

Portanto, o modal rodoviário apesar de ser o mais utilizado em nível Brasil, acaba sendo um desafio para os agricultores, pois devido à dificuldade de escoamento de grão, e o uso intensivo das malhas rodoviárias acaba gerando mais custo do que lucro. Com a integração de modal de um ponto ao outro, seria mais interessante para região, tanto em fatores econômicos, quando fatores ambientais.

### 4.3.1 Aquaviário

Apesar de os modais rodoviários serem os mais utilizados em transporte no Brasil, os modais aquaviários é um transporte usado pelo homem desde a mais remota antiguidade, na atualidade, a logística de transporte se estabelece, com o propósito de oferecer à empresa um diferencial competitivo, devido ser um meio de transporte mais limpo, eficiente e barato, destaca – se no quesito economia (VALENTE, 2010).

Responsável pelo transporte de grandes cargas de granéis líquidos, produtos químicos, areia, carvão, cereais e bens de alto valor (operadores internacionais) em contêineres, o modal aquaviário é um excelente modal a ser explorado, o custo por quilômetro é duas vezes menor que o da ferrovia e cinco vezes mais baixo que o da rodovia (GALLO, Adriano et al. 2010).

E Por se tratar de um modal de baixo custo e menos emissão de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o mais viável no Brasil seria desenvolver portos com maiores capacidades de recebimento de transporte aquaviário e melhorar os investimentos nos atuais portos, além de ser muito utilizado para o transporte de produtos de baixo valor agregado, reduziria a sobrecarga das malhas rodoviárias.

O Brasil possui um enorme potencial hidroviário pois conta com rios navegáveis. Em nível regional, o estado do Maranhão, através de seus portos, possui um grande latente de carga módicas, tanto pelas hidrovias marítimas do porto de Itaqui, com conforme a figura 1, quanto pelo porto de ponta da madeira (BUSSN, 2019).

O estado possui movimentações de cargas, devido ao município de Balsas ser um dos grandes produtores de grãos do Maranhão além de possui um rio navegável que vai de encontro com o rio Parnaíba, o que falta para desenvolver melhor esse modal é investimento tanto em suas eclusas como em suas barragens.

Essa região de influência abrange a área conhecida como MATOPIBA – formada por Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia, considerada a terceira e última fronteira agrícola do País, que realiza 54% de exportações pelo Itaqui –, estados do Norte, como o Pará, e do Nordeste, além do Mato Grosso, do Mato Grosso do Sul e de Goiás. Além disso, o seu acesso marítimo também é facilitado, já que não conta com a formação de barra e possui cerca de 55 milhas náuticas de extensão na direção sul-sudeste, com profundidade natural mínima de 23 metros nos canais. (DE ITAQUI 2008).

Figura 1 - O Porto do Itaqui e suas conexões



Fonte: adaptado, porto do Itaqui (2016).

E por ser um porto flexível, segundo os dados divulgados pela Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq), o Porto do Itaqui em 2021 demonstrou uma rota comercial de excelência.

As cargas de granéis líquidos foram as que apresentaram o maior aumento, com um crescimento de 56,7% em relação ao ano anterior.

Além disso, houve um aumento nas operações de granéis sólidos (11,62%), especialmente no setor de grãos, que registrou um aumento de 15%. Os fertilizantes também tiveram um crescimento de 26%, e a carga geral aumentou em 8,5%.

A Antaq destacou também que a consolidação do Arco Amazônico como um dos principais corredores logísticos para o escoamento da produção nacional de grãos. Essa região abrange os estados do Maranhão, Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Roraima, Rondônia e Tocantins, sendo responsável por 45% do volume total movimentado no país.

O Porto de Itaqui, se torna um dos principais portos do Brasil, por ter excelentes rotas comerciais. Entretanto, medidas ainda devem ser implementadas, para que incluam melhorias de gestão e operacionais, proposição de investimentos portuários e em acessos, reorganização de áreas do porto organizado e ações ambientais (ANTAQ, 2021).

A apesar do porto ter forte influência no Produto Interno Bruto (PIB), ainda falta implementadas, que incluam melhorias de gestão e operacionais, proposição de investimentos portuários e em acessos, reorganização de áreas do porto organizado e ações ambientais.

Com essa cadeia melhorada, o percentual de contribuição MATOPIBA, pode alavancar e incentivar os produtores locais intensificar as suas demandas.

Segundo a CNT (Confederação Nacional do Transporte) apenas um terço da malha hidroviária é utilizada, mesmo o Brasil possuindo uma rede hidroviária economicamente navegada de



aproximadamente 22.037 km e tendo baixo valor agregado no transporte podendo citar como exemplo: petróleo e derivados, carvão, minério de ferro, cereais, bauxita, alumínio e fosfatos etc.

Ainda assim o modal aquaviário representa cerca de 14% de toda a carga movimentada em nosso país, que comparando a outros modais, como o rodoviário, se observa uma enorme diferença.

A ausência de investimento no modal aquaviário é um dos fatores que faz com que seu percentual de uso, seja inferior aos demais, o posicionamento geográfico do país contribui grandemente para esse modal de transporte, porém sem investimento adequado prejudica bastante a intermodalidade, a falta de obras como dragagem, transposição de trechos não navegáveis, eclusas e sinalização, são alguns dos fatores que necessitam de um olhar maior para melhorar o desenvolvimento desse modal.

O modal hidroviário em rios só é possível através de pequenas embarcações, tendo problema, como a falta de eclusas, pedreiras e trechos assoreados de rios, sendo eficiente apenas na região portuária de São Luís. O porto da capital vem crescendo e se destacando nacionalmente devido à sua infraestrutura, proximidade com mercados internacionais e capacidade para receber grandes navios.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estado do Maranhão possui capacidade multimodal, mas a falta de investimento em infraestrutura e políticas públicas prejudica sua eficiência. As exiguidades de investimento nas vias, tornam seus resultados preocupantes e faz com que haja transtornos significativos para os motoristas e para o transporte em geral, quando se trata do meio de transporte rodoviário.

A carência de ferrovias no território brasileiro e a má distribuição das linhas férreas existentes pelo território, prejudica o transporte de grandes cargas e o setor do agronegócio, apesar de ser um modal de baixo custo e com menor índice de roubos e acidentes.

Visando um melhor meio de transporte, limpo, de baixo custo e que atenda grandes demandas, o modal aquaviário melhor se encaixaria, já que o país possui até uma posição geográfica que favoreça esse meio de transporte, mas novamente a falta de investimento nessa logística, atrapalha o bom funcionamento e o desenvolvimento desse modal.

A questão é, grandes, médios e pequenos produtores da região acabam sendo afetados, assim como o rendimento do país, devido à falta de infraestrutura, investimentos, melhorias nos meios de transportes do país e do estado.

Outrossim, se faz necessário e o melhoramento da tecnologia em gestão da cadeia de suprimentos com a ajuda de software, as empresas terá uma gama de disposição a grande variedade de ferramentas e sistemas para aprimorar seus processos logísticos.



Implementando esses fatores, Maranhão pode aumentar a pouca capacidade de armazenagem de grãos, quando levado em conta a produção de milho, arroz e soja, que é concentrando poucos silos da região Tocantina produtora de grãos.

Portanto, visando um crescimento de economia e uma multimodalidade, se faz necessário um olhar melhor na logísticas dos modais da região.



## REFERÊNCIAS

- Ambev. Sustentabilidade: logística. Disponível em: <https://www.ambev.com.br/sustentabilidade/logistica/>. Acesso em: 08 abr. 2023.
- Analysis of the impacts and challenges. Sustainability, 2018. Acesso em: 7 de abril 2023.
- Antaq - estatístico aquaviário da agência nacional de transportes aquaviários. (2021). Disponível em: <http://web.antaq.gov.br/anuario/>. Acesso em 25 de jun. De 2023.
- antf – associação nacional dos transportes ferroviários. 2019. Disponível em: <http://www.antf.org.br/index.php>. Acesso em 23 de jun. De 2023.
- Antt - agência nacional de transportes terrestres. Anuário estatístico dos transportes terrestres, 2021. Disponível em: [https://antigo.transportes.gov.br/images/anuario/anuario\\_estatistico\\_transportes\\_terrestres\\_2021.pdf](https://antigo.transportes.gov.br/images/anuario/anuario_estatistico_transportes_terrestres_2021.pdf). Acesso me: 1 de abril de 2023.
- Bag, s.; gupta, s.; kumar, s. Industry 4.0 adoption and 10r advance manufacturing capabilities for sustainable development. International journal of production economics, 2021. Bahrin, m.; et al. Industry 4.0: a review on industrial automation and robotic. Journal teknologi, [s.l.], 2016. Acesso em: 7 de abril 2023.
- Ballou, r. Gerenciamento da cadeia de suprimentos - logística empresarial. 5d. São paulo, brasil: bookman, 2009. Acesso me: 31 de maio de 2023.
- Bambysheva, n. Et al. Blockchain 50: as empresas que mais usaram a tecnologia no último ano. Forbes brasil. 2021. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbesmoney/2021/02/blockchain-50-as-empresas-que-mais-usaram-a-tecnologia-no-ultimo-ano>. Acesso em: 8 abril de 2023.
- Batista, william et al. Logística 4.0: os impactos das inovações na gestão logística do e-commerce no século xxi. 2022. Acesso em: 6 de abril 2023.
- Bonilla, s. H.; et al. Industry 4.0 and sustainability implications: a scenario-based  
Bowersox, d. J. Et al. Logística empresarial: o processo de integração da cadeia de suprimentos. São paulo: atlas, 2013.
- Burdzik, r.; et al. 2014. Cargo leading and. Leading tráf. Analyse in multimodal analyse – tráf. Tráf., vol. 26, no. 4, 323-331. Acesso em: 1 de abril de 2023.
- Buss, ricardo ninhes et al. Infraestrutura logística de transporte e armazenagem da soja no estado do maranhão-brasil. Brazilian jornal off brasilian, v. 5, n. 12, p. 31564-31580, 2019. Acesso em: 1 de abril de 2023.
- Canteiro, brenda stefane souza et al. Os benefícios e a importância da logística reversa para o diferencial competitivo. Revista formadores, v. 15, n. 1, 2022. Acesso em: 6 de abril 2023.
- Christopher, m. Logística e gerenciamento da cadeia de suprimentos. 5 ed. São paulo: engagé learning, 2016. Acesso em: 3 de abril de 2023.
- Cnt - confederação nacional do transporte. 2017. Rodovias esquecidas do brasil – Brasília. Disponível em: <https://cnt.org.br/transporte-rodoviario-rodovias-esquecidas>. Acesso em: acesso em: 17 de jun. De 2023.



Cnt - confederação nacional do transporte. 2021. Acidentes de rodoviário e a infraestrutura. Disponível em: < <https://cnt.org.br/acidentes-rodoviaros-infraestrutura> >. Acesso em: 17 de jun. De 2023.

Coelho, I. Et al. Gestão da cadeia de suprimentos: conceitos, estratégias, práticas e casos. 2 ed. São paulo: engagé learning, 2019. Acesso me: 1 de abril de 2023.

Conab - companhia nacional de abastecimento. 2005. Corredores de escoamento da produção agrícola.

Crispim, tatiane alves. Análise da blockchain na gestão da cadeia de suprimentos. 2023. Acesso em: 6 de abril 2023.

Cunha, r. Quase 80% da malha rodoviária no maranhão apresenta algum tipo de problema. 2021. Editora: economia. Disponível em: <<https://imirante.com/noticias/sao-luis/2021/12/07/quase-80-da-malha-rodoviaria-no-maranhao-apresenta-qualquer-tipo-de-problema>>. Acesso em: 17 de jun. De 2023.

Da silva, morenaide gomes et al. Análise de um sistema de gestão de estoques: um estudo de caso na empresa arte têxtil da cidade de são bento/pb. Revista livre de sustentabilidade e empreendedorismo, v. 8, n. 1, p. 5-18, 2023.

De almeida, júlia felix cunha et al. Blockchain nas cadeias de suprimentos brasileiras. Encontro internacional de gestão, desenvolvimento e inovação (eigedin), v. 5, n. 1, 2021. Acesso em: 8 abr. 2023.

De campos almeida, bianca simões. Gestão da cadeia de suprimentos. Editora senac são paulo, 2022. Acesso em: 6 de abril 2023.

De itaqui, porto. Empresa maranhense de administração portuária–emap. 2008.

Disponível em: <https://patrus.com.br/blog/conheca-5-empresas-que-sao-exemplo-de-logisticacomo-diferencial/>. Acesso em: 8 abril de 2023.

Gallo, adriano et al. O sistema logístico brasileiro. Revista científica do itpac, araguaína, v. 3, n. 3, p. 21-35, 2010.

Giachini, ana carolina cardoso. Adoção do lean thinking no gerenciamento da cadeia de suprimento: uma estratégia para a tomada de decisão em uma indústria automotiva. 2021. Acesso em: 6 de abril 2023.

Hallinan, b.; striphas, t. Recommended for you: the netflix prize and then production of algorithmic culture. New media & society. London, england: sage publications sage, 2016. Acesso em: 7 de abril 2023.

Iota analíticas. (2019). Internet off thing in logistics: 2020 market report. Disponível em: de <https://iot-analytics.com/internet-of-things-logistics-market-report/>. Acesso em: 2 de abril 2023.

Lambert, d. M. Et al. Custo-me servisse: a literatura review and. Ressorce agenda. Internationale jornal off logísticas management, v. 9, n. 1, p. 1-14, 1998. Acesso me: 1 de abril de 2023.

Liker, jeffrey. The toyota way: 14 management principles from the world's greatest manufacturer. New york: mcgraw-hill education, 2004. Acesso em: 7 abr. 2023.



- Mattar, f. N. (2011). Pesquisa de marketing: metodologia, planejamento, execução e análise. Editora atlas.
- Novaes, a. G. Logística e gerenciamento da cadeia de distribuição. 3 ed. Rio de janeiro: elsevier, 2007. Acesso me: 1 de abril de 2023.
- Oreira, m. A. (2006). Mapas conceituais e diagramas v. Porto alegre: editora do autor. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/subsidios11.pdf>. Acesso em 23 de jun. De 2023.
- Patrus. Conheça 5 empresas que são exemplos de logística como diferencial. 2017.
- Pimenta, r. M. Logística e supl. Chain management: o que você precisa saber. São paulo: évora, 2013. Acesso me: 1 de abril de 2023.
- Pwc. (2016). Drone technology set too take off in thé uk. Disponível em: <https://www.pwc.co.uk/issues/innovation-technology/digital/drones.html>. Acesso em: 2 de abril 2023.
- Saleheen, feridos; habib, dm mamu. Supl. Chain resiliente durinho disruptivo: a stud no supl. Chain performance no. Internationale supl. Chain technology jornal, v. 9, n. 2, 2023. Acesso me: 1 de abril de 2023.
- Schyra, lukas. Transported dos modais de transporte no brasil. Artefactum-revest de escudos me languages e tecnologias, v. 18, n. 1, 2019. Acesso me: 1 de abril de 2023.
- Stock, j. R.; lambert, d. M. Estratégica logísticas management. 4 ed. Boston: mcgraw-hill, 2001. Acesso me: 1 de abril de 2023.
- Supply chain digital. (2021). How ai is transforming the supply chain. Disponível em: <https://www.supplychaindigital.com/supply-chain-2/how-ai-transforming-supply-chain>. Acesso em: 2 de abril 2023.
- Takahachi, estela. 20 cases de inovação em logística e supply chain, 2020. Disponível em: <https://www.gmc-solutions.com/post/20-cases-de-inova%3%a7%c3%a3o-em-log%3%adstica-e-supply-chain>. Acesso em: 8 abr. 2023.
- Tunstall, alex. How amazon's logistics armada became a \$30 billion per year enterprise. Forbes, 2019. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/alextunbull/2019/11/05/how-amazons-logistics-armada-became-a-30-billion-per-year-enterprise/>. Acesso em: 7 abr. 2023.
- Valente, f. Logística empresarial. 2 ed. Rio de janeiro: ltc, 2010. Acesso me: 1 de abril de 2023.
- Veiga júnior, josé antônio da. 2020. Evolução do mercado de e-commerce no brasil: possíveis impactos para logística e gestão de estoque. Acesso em: 1 de abril de 2023.
- Zhang, y., liu, y., zhang, h., & song, w. (2017). The importance of supply chain management in smartphone industry: a case study of apple inc. International journal of business and management, 12(9), 23-32. Acesso em: 8 abr. 2023.

## Desafios para o desenvolvimento sustentável na agropecuária: Uma análise dos fatores que influenciam as práticas agrícolas



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-019>

### José Francisco dos Reis Neto

Doutor em Economia da Empresa pela Universidad de Salamanca, Espanha, professor do Mestrado em Agronegócio Sustentável

Instituição: Universidade Anhanguera Uniderp

E-mail: [jose.rneto@anhanguera.com](mailto:jose.rneto@anhanguera.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1152-1149>

### Denise Renata Pedrinho

Doutora em Agronomia pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, coordenadora e professora do Mestrado em Agronegócio Sustentável

Instituição: Universidade Anhanguera Uniderp

E-mail: [denise.pedrinho@cogna.com.br](mailto:denise.pedrinho@cogna.com.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8522-6126>

### Davi Guimarães Soares

Mestre em Agronegócio Sustentável, doutorando em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional

Instituição: Universidade Anhanguera Uniderp

E-mail: [davigsoares@hotmail.com](mailto:davigsoares@hotmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0965-3019>

### Taner Douglas Alves Bitencourt

Mestre em Agronegócio Sustentável, doutorando em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional

Instituição: Universidade Anhanguera Uniderp

E-mail: [tda.bitencourt@gmail.com](mailto:tda.bitencourt@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1501-8567>

### Alexandre Pozzatti Guarienti

Mestrando em Agronegócio Sustentável

Instituição: Universidade Anhanguera Uniderp

E-mail: [alexandrepozzatti@gmail.com](mailto:alexandrepozzatti@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1744-1461>

### Renata Costa da Silveira Santos

Mestranda em Agronegócio Sustentável

Instituição: Universidade Anhanguera Uniderp

E-mail: [renatacosta.silveira@gmail.com](mailto:renatacosta.silveira@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1994-7281>

### RESUMO

Este artigo tem como propósito examinar os principais fatores que influenciam as atitudes e comportamentos dos agropecuaristas em relação ao desenvolvimento sustentável e à adoção de práticas agrícolas ambientalmente corretas. A metodologia utilizada incluiu a análise crítica de estudos empíricos, teóricos e conceituais, totalizando 29 artigos de referência. Os resultados indicam que os fatores de influência no comportamento dos produtores rurais são diversos e variam de acordo com o contexto socioeconômico, cultural, político e ambiental. Entre os fatores mais relevantes estão: motivações pessoais e valores ambientais; percepção de riscos e benefícios; fatores psicossociais, como normas e pressões sociais; contexto socioeconômico e político; teorias comportamentais, como a teoria do comportamento planejado; e comunicação e engajamento, incluindo o papel dos extensionistas e a comunicação entre agropecuaristas. As implicações práticas do estudo destacam a importância de se desenvolver estratégias eficazes de sensibilização e capacitação dos produtores rurais e a implementação de políticas públicas mais efetivas para incentivar a adoção de práticas sustentáveis na agropecuária. As implicações contextuais apontam para a diversidade das conjunturas regionais e culturais em que a atividade agropecuária é desenvolvida, o que requer um entendimento mais aprofundado dos fatores locais que influenciam as atitudes e o comportamento dos agropecuaristas. Futuras pesquisas devem focar uma abordagem mais circunstanciada e multimétodos para entender melhor esses fatores e desenvolver estratégias eficazes de engajamento dos produtores rurais em práticas agrícolas sustentáveis.

**Palavras-chave:** Comportamento do agropecuarista, Desenvolvimento sustentável, Fatores de influência, Impactos ambientais, Práticas agropecuárias.



## 1 INTRODUÇÃO

A agricultura é uma das atividades humanas mais antigas e essenciais para a sobrevivência da humanidade. No entanto, o desenvolvimento desse setor econômico muitas vezes vem ocorrendo de forma insustentável, comprometendo a disponibilidade de recursos naturais e a qualidade de vida das populações rurais e urbanas. Diante desse cenário, torna-se cada vez mais urgente a adoção de práticas agrícolas sustentáveis que garantam a segurança alimentar e a preservação do meio ambiente.

Nesse contexto, a literatura científica tem se dedicado a compreender os fatores que influenciam as práticas agropecuárias, incluindo as atitudes e os comportamentos dos agropecuaristas em relação à adoção de tecnologias e práticas sustentáveis. Os principais fatores determinados incluem a economia social, cultura, psicologia, meio ambiente, política e tecnologia da tomada de ação da decisão agrícola.

No que diz respeito aos fatores socioeconômicos, estudos têm mostrado a importância do acesso a recursos financeiros, tecnológicos e de informação para a adoção de práticas sustentáveis na agricultura (LORENZEN; BRINKMANN; WULF, 2021). Além do mais, o tamanho da propriedade, a educação e a renda dos agropecuaristas também podem influenciar suas decisões e ações na busca por uma agricultura mais sustentável.

Os fatores culturais também são fundamentais para compreender as práticas agropecuárias adotadas. Crenças, valores, normas e tradições compartilhadas pelos membros de uma determinada comunidade ou região podem afetar as atitudes e os comportamentos deles em relação à adoção de práticas sustentáveis (LORENZEN; BRINKMANN; WULF, 2021).

Os fatores psicológicos, como atitudes, percepções, motivações e emoções dos agropecuaristas, também, são importantes para compreender suas práticas agropecuárias. Estudos têm mostrado que a percepção de riscos e benefícios das práticas sustentáveis pode influenciar a adoção destas por eles (FOGUESATTO; MACHADO, 2022). Ainda, a personalidade e o nível de conscientização ambiental deles também podem influenciar suas decisões e ações na adoção dessas práticas.

Os fatores ambientais, como as condições climáticas, topografia, qualidade do solo e disponibilidade de recursos hídricos são essenciais para entender as práticas agropecuárias adotadas pelos agropecuaristas. Estudos têm mostrado que a adaptação das práticas agrícolas às condições locais é essencial para garantir a sustentabilidade da agricultura (LORENZEN; BRINKMANN; WULF, 2021).

Os fatores políticos e legais também têm um papel importante na adoção de práticas sustentáveis na agricultura. As leis e regulamentações que afetam a atividade agropecuária, bem como o papel das instituições políticas e governamentais na formulação e implementação de políticas agrícolas, influenciam diretamente o comportamento dos agropecuaristas. De acordo com (FOGUESATTO; BORGES; MACHADO, 2019), as políticas públicas são essenciais para estimular a



adoção de práticas sustentáveis na agricultura, mas a sua eficácia pode variar de acordo com o contexto social, cultural e econômico.

Somando-se aos fatores já mencionados, a tecnologia também desempenha um papel importante na adoção de práticas sustentáveis na agricultura. Acesso a tecnologias modernas e eficientes que possam aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção é fundamental para a adoção de práticas sustentáveis. A falta delas pode limitar a adoção de práticas sustentáveis pelos produtores, especialmente aqueles que possuem recursos financeiros limitados. Lorenzen et al. (2021) destacam que a adoção de práticas sustentáveis na agricultura pode ser favorecida por uma variedade de inovações tecnológicas, como a agricultura de precisão, a utilização de sensores e drones para monitorar as culturas e a utilização de bioinsumos e bioprodutos.

A análise dos fatores que influenciam a adoção de práticas sustentáveis na agricultura é essencial para entender as barreiras e desafios que os agropecuaristas enfrentam ao tentar implementar práticas mais sustentáveis. Conforme visto anteriormente, são fundamentais a educação ambiental, a percepção de riscos e benefícios, os fatores psicossociais, culturais, socioeconômicos e políticos, a tecnologia e as políticas públicas para a adoção de práticas sustentáveis na agricultura.

Com essas considerações, este artigo atende o objetivo geral de apresentar os fatores que influenciam o comportamento dos agropecuaristas em relação à conservação ambiental, considerando os seguintes objetivos específicos: a) Identificar e sintetizar os principais fatores que influenciam as atitudes e os comportamentos dos agropecuaristas em relação à adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza; e, b) Analisar as lacunas e perspectivas futuras de pesquisa na área, a fim de fornecer recomendações para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para promover a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e garantir a sustentabilidade do setor agrícola e a proteção do meio ambiente.

## 2 METODOLOGIA

O estudo foi uma revisão da literatura, com o intuito de identificar e sintetizar os principais fatores que influenciam o comportamento dos agropecuaristas em relação à conservação ambiental (DE SOUZA et al., 2018). Para atingir esse objetivo, foram realizadas buscas sistemáticas em base de dados científica do Google Scholar (FINK, 2019). Foram utilizados termos relacionados aos objetivos específicos da pesquisa, como: atitude, percepção, agropecuaristas e Brasil, todos em inglês (*attitude, perception, farmers, Brazil*).

Os critérios de inclusão para a seleção dos estudos foram os seguintes: (1) estar escrito em inglês, (2) ter sido publicado entre os anos de 2000 e 2023, (3) abordar os fatores que influenciam o comportamento dos produtores rurais em relação à conservação ambiental, (4) ser baseado em pesquisa



empírica e (5) ter sido publicado em periódicos revisados por pares (BRIZOLLA et al., 2020; CARVALHO, 2019).

Foi empregado o aplicativo Publish or Perish (HARZING, 2010) para as pesquisas no Google Scholar, e os resultados da busca foram analisados, onde os duplicados foram removidos, e os títulos, resumos e as palavras-chave foram examinados para determinar sua relevância em relação à questão de pesquisa. Foram obtidas 169 publicações, excluindo-se aquelas que tiveram menos de dez citações e, também, os livros, resultando em 29 artigos. Os estudos selecionados foram lidos na íntegra e seus dados foram extraídos e avaliados quanto à qualidade metodológica.

Os artigos selecionados foram organizados e sintetizados em relação aos objetivos específicos da pesquisa, a fim de identificar as principais conclusões e lacunas da literatura revisada. As informações analisadas e interpretadas são aquelas selecionadas e identificadas como literatura relevante na área. Por fim, os resultados estão apresentados em uma revisão da literatura, destacando as principais conclusões, limitações e perspectivas futuras para a pesquisa nessa área.

### 3 RESULTADOS

A revisão da literatura revela diversos fatores que influenciam as atitudes e os comportamentos dos agropecuaristas em relação à adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza.

Em relação às atitudes, estudos apontam que os agropecuaristas possuem diferentes valores e crenças em relação ao meio ambiente e à sustentabilidade, o que afeta a adoção de práticas sustentáveis (FIELDING et al., 2008; THOMPSON; REIMER; PROKOPY, 2015). Ainda, fatores socioeconômicos e culturais, como idade, nível educacional e pertencimento a grupos sociais, podem influenciar as atitudes deles (AHNSTRÖM et al., 2009; BEEDELL; REHMAN, 2000).

Já em relação aos comportamentos, estudos destacam a importância da percepção de risco e benefício na adoção de práticas sustentáveis (GREINER; PATTERSON; MILLER, 2009). Em continuação, a influência de fatores externos, como a legislação ambiental e as políticas públicas, pode ser um fator importante para estimular a adoção de práticas sustentáveis (MILLS et al., 2017).

Outro aspecto importante destacado pelos estudos é a importância da comunicação e do diálogo entre agropecuaristas e outras partes interessadas, como extensionistas e pesquisadores, para a adoção de práticas sustentáveis (AHNSTRÖM et al., 2009; BEEDELL; REHMAN, 2000). A interação entre agropecuaristas também pode ser importante, pois o comportamento dos pares pode influenciar a adoção de práticas sustentáveis (SENGER; BORGES; MACHADO, 2017).

Por fim, a literatura destaca a importância de compreender as perspectivas e os valores deles em relação à sustentabilidade e à conservação da natureza, para que as estratégias de promoção de práticas sustentáveis sejam mais efetivas (MILLS et al., 2017).



Portanto, os fatores que influenciam as atitudes e os comportamentos dos produtores em relação à adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza são diversos e complexos. A compreensão desses fatores é fundamental para o desenvolvimento de estratégias efetivas para a promoção da sustentabilidade no setor agrícola. Os seis principais fatores indicados no conjunto das referências selecionadas foram: motivações pessoais e valores ambientais; percepção de riscos e benefícios; fatores psicossociais, como normas e pressões sociais; contexto socioeconômico e político; teorias comportamentais, como a teoria do comportamento planejado (TCP); e comunicação e engajamento, incluindo o papel dos extensionistas e a comunicação entre agropecuaristas.

## 4 DISCUSSÕES

Na sequência são comentados os pontos relevantes de cada um dos seis fatores identificados. Procurou-se buscar as interpretações dos artigos mais relevantes, e, se possível, complementar com outras referências de apoio.

### 4.1 MOTIVAÇÕES PESSOAIS E VALORES AMBIENTAIS

Certas motivações pessoais e alguns valores ambientais influenciam a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza. Segundo Ahnström et al. (2009), a atitude positiva em relação à biodiversidade e à natureza é um fator importante que leva os agropecuaristas a adotarem práticas agrícolas sustentáveis. De acordo com Beedell e Rehman (2000), a consciência ambiental e o senso de responsabilidade pessoal pelos problemas ambientais são fatores importantes que influenciam a intenção de se adotarem práticas de conservação.

Além do mais, os valores ambientais também desempenham um papel importante na adoção de práticas agrícolas sustentáveis. Fielding et al. (2008) mostraram que a identificação com um grupo ambientalista e a importância dada à proteção ambiental estão relacionadas à intenção dos agropecuaristas em adotar as referidas práticas, e Thompson et al. (2015) destacaram que os valores ambientais podem afetar a percepção deles sobre a eficácia das práticas de conservação.

O artigo de Escandón-Barbosa et al. (2019) analisa a relação entre instituições formais e informais e a atividade empreendedora, em áreas rurais e urbanas da Colômbia. A pesquisa sugere que a confiança na justiça das instituições formais e a normatividade das instituições informais influenciam positivamente a atividade empreendedora. Esse resultado pode ser relevante para entender a influência dos valores e normas sociais na adoção de práticas sustentáveis na agricultura.

Já o estudo de Senger, Borges e Machado (2017) investiga a relação entre atitudes e intenções de pequenos agropecuaristas na diversificação da produção agrícola. Os resultados indicam que as atitudes favoráveis em relação à diversificação são influenciadas por crenças sobre os benefícios econômicos e a satisfação pessoal, mas também por preocupações com a qualidade de vida e a proteção



do meio ambiente. Essa implicação pode ser útil para entender como as motivações pessoais e os valores ambientais conseguem influenciar a adoção de práticas sustentáveis na agricultura.

Por fim, o estudo de Yang et al. (2021) explora a relação entre o acesso ao crédito formal e a utilização do comércio eletrônico por agropecuaristas empreendedores na China. Os resultados sugerem que o acesso ao crédito formal é um fator importante para a adoção de práticas inovadoras na agricultura. Isso pode ser relevante para entender como fatores econômicos e financeiros têm potencial de induzir as motivações de se adotarem práticas sustentáveis e conservação da natureza.

Por outro lado, alguns estudos indicam que a falta de motivação pessoal e a falta de valores ambientais são fatores que podem impedir a adoção de práticas agrícolas sustentáveis. Greiner, Patterson e Miller (2009) apontam que isso, associado à adoção de práticas de conservação, também pode ser barreira à adoção dessas práticas.

Dessa forma, é importante considerar as motivações pessoais e os valores ambientais ao implementar estratégias para promover a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza. A conscientização ambiental e a promoção de valores que valorizem a natureza podem ser ferramentas importantes para promover a adoção de práticas de conservação pelos agropecuaristas.

## 4.2 PERCEPÇÃO DE RISCOS E BENEFÍCIOS

A percepção de riscos e benefícios é um fator importante na adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza. Alguns estudos têm mostrado que os agropecuaristas tendem a adotar práticas sustentáveis quando percebem benefícios econômicos e ambientais associados a elas, além de avaliar os riscos associados a práticas insustentáveis.

Por exemplo, Abadi e Khakzand (2022) relatam que os agropecuaristas em uma vila no Irã adotaram práticas agrícolas sustentáveis, como o turismo rural e o uso de sistemas de irrigação eficientes, porque perceberam os benefícios econômicos e ambientais associados a elas. De forma similar, Arunrat et al. (2017) mostram que, na Tailândia, foram adotadas práticas agrícolas sustentáveis, como a conservação de água e a redução do uso de agroquímicos, porque perceberam os benefícios ambientais associados a elas.

Nota-se que os agropecuaristas são capazes de ser influenciados pela percepção de riscos associados a práticas insustentáveis, como o uso excessivo de agroquímicos ou a degradação do solo. Ganeshkumar et al. (2017) destacam que em diversos países foram adotadas práticas agrícolas sustentáveis porque perceberam os riscos associados a práticas insustentáveis, como a poluição do solo e da água.

Conforme o artigo de Ganeshkumar et al. (2017), estes oferecem uma discussão sobre a importância da percepção de riscos e benefícios na tomada de decisões em relação à adoção de práticas sustentáveis na cadeia de suprimentos agroalimentares. O estudo enfatiza que a adoção de práticas



sustentáveis é um processo complexo que envolve a avaliação de múltiplos fatores, incluindo riscos e benefícios percebidos pelos produtores e outros atores da cadeia. Além disso, os autores destacam a importância de se levarem em conta as características locais e as relações entre os diferentes atores da cadeia produtiva, para que as práticas sustentáveis sejam adequadamente adaptadas a cada contexto.

Thøgersen et al. (2015) também oferecem compreensões relevantes sobre a percepção de riscos e benefícios na adoção de práticas sustentáveis na agricultura, especificamente no contexto da compra de alimentos orgânicos por consumidores da China e do Brasil. Os autores mostram que a percepção de riscos e benefícios pode variar entre os diferentes segmentos de consumidores e que fatores como a confiança nos rótulos dos produtos e o grau de conhecimento sobre as práticas de produção podem influenciar essa percepção (THØGERSEN et al., 2015).

O estudo de Borges et al. (2014) fornece esclarecimentos sobre a relação entre a percepção de riscos e benefícios e a intenção de adotar práticas sustentáveis na pecuária de corte no Brasil. Os autores ressaltam que a percepção de benefícios, como a melhoria da qualidade do solo e do pasto, está associada positivamente à intenção de adotar práticas sustentáveis, enquanto a percepção de riscos, como a possibilidade de prejuízos financeiros, está associada negativamente.

No entanto, a percepção de riscos e benefícios pode variar entre os produtores rurais, dependendo dos seguintes fatores: conhecimento prévio sobre práticas sustentáveis, confiança nas tecnologias sustentáveis e grau de incerteza associado à adoção de novas práticas. Portanto, é importante considerar esses fatores ao desenvolver estratégias para promover a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza pelos agropecuaristas.

#### 4.3 FATORES PSICOSSOCIAIS: NORMAS E PRESSÕES SOCIAIS

Os fatores psicossociais, como normas sociais e pressões sociais, também influenciam a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza. As normas sociais podem ser definidas como as expectativas de comportamento que são compartilhadas pelos membros de um grupo social, enquanto as pressões sociais são os mecanismos pelos quais as normas sociais são transmitidas e mantidas (BEEDELL; REHMAN, 2000).

A pesquisa de Ahnström et al. (2009) sugere que as normas sociais têm um papel importante na determinação das atitudes e dos comportamentos dos agropecuaristas em relação à conservação da natureza. Os autores destacam a importância das redes sociais no processo de adoção de práticas de conservação, afirmando que os agropecuaristas podem ser influenciados pela opinião de seus pares, especialmente aqueles que são considerados líderes ou especialistas em questões relacionadas à conservação da natureza.

De maneira semelhante, Fielding et al. (2008) argumentam que a identificação com um grupo social que valoriza a sustentabilidade ambiental pode levar os agropecuaristas a adotarem práticas



agrícolas sustentáveis. Por outro lado, a percepção de que as práticas sustentáveis não são valorizadas ou apoiadas por outros membros da comunidade pode ser um obstáculo para a adoção dessas práticas.

Outro ponto a ser considerado é que pressões sociais podem estimular a adoção de práticas agrícolas sustentáveis pelos agropecuaristas. Por exemplo, a legislação ambiental pode exercer uma pressão sobre eles para adotar práticas mais sustentáveis e respeitar as normas de conservação da natureza (MILLS et al., 2017). Aliás, a certificação de produtos agrícolas sustentáveis pode criar uma pressão de mercado para a adoção de práticas mais sustentáveis para os produtores (GANESHKUMAR et al., 2017).

Afora os artigos já citados, outros estudos também abordam a importância das normas sociais e das pressões sociais na adoção de práticas agrícolas sustentáveis e de conservação da natureza. O estudo realizado por Albizua et al. (2021) destaca a influência da percepção das expectativas sociais na adoção de práticas agroecológicas pelos empresários rurais. Segundo os autores, os agropecuaristas que percebem que suas práticas são valorizadas pela comunidade têm maior probabilidade em adotá-las (ALBIZUA et al., 2021).

Desta maneira, fica evidente que as normas sociais e as pressões sociais, como a legislação ambiental e a certificação de produtos sustentáveis, são fatores psicossociais importantes a serem considerados na adoção de práticas agrícolas sustentáveis e de conservação da natureza. A percepção das práticas adotadas, valorizadas pela comunidade, e a pressão exercida pelos líderes comunitários e pelos extensionistas agrícolas podem levar os agropecuaristas a adotarem práticas de conservação do solo e sustentáveis. A adoção dessas práticas pode ser influenciada positivamente pela participação em organizações agrícolas e pela disseminação de informações por meio de redes sociais.

#### 4.4 CONTEXTO SOCIOECONÔMICO E POLÍTICO

O contexto socioeconômico e político também influencia a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza pelos agropecuaristas. Políticas governamentais, programas de incentivo financeiro e investimentos em pesquisa e tecnologia podem influenciar positivamente a adoção dessas práticas. Por outro lado, fatores socioeconômicos, como a pobreza, a falta de acesso a recursos e a falta de infraestrutura, podem dificultar a adoção dessas práticas.

Outrossim, políticas públicas que incentivam a adoção de práticas sustentáveis, como o pagamento por serviços ambientais e programas de financiamento específicos para agricultura sustentável, podem aumentar a adesão dos agropecuaristas a essas práticas (ZANELLA et al., 2014). No entanto, alguns estudos apontam que a falta de políticas públicas efetivas pode dificultar a adoção de práticas sustentáveis produtores. Por exemplo, um estudo realizado por Escandón-Barbosa et al. (2019), na Colômbia, mostrou que a falta de políticas públicas específicas para o empreendedorismo rural pode ser um obstáculo para o desenvolvimento de atividades empreendedoras no meio rural.



Esses estudos evidenciam a importância de considerar o contexto socioeconômico e político local para entender as barreiras e os facilitadores para a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis. A falta de apoio institucional, a influência de agentes externos e a relação com políticas públicas e programas de incentivo governamentais podem ser fatores decisivos para a adoção dessas práticas pelos agropecuaristas.

Então pode-se observar que o contexto socioeconômico e político consegue influenciar significativamente a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza pelos agropecuaristas, seja por meio de políticas públicas que incentivam essas práticas ou por meio de obstáculos econômicos e sociais que dificultam sua adoção.

#### 4.5 TEORIAS COMPORTAMENTAIS

As teorias comportamentais são importantes para entender como os agropecuaristas tomam decisões em relação à adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza. Duas teorias que têm sido amplamente utilizadas na literatura são a TCP e a teoria da identidade social (TIS).

A TCP propõe que o comportamento é influenciado por atitudes, normas subjetivas e controle comportamental percebido. As atitudes referem-se às avaliações positivas ou negativas que as pessoas fazem em relação a um determinado comportamento. As normas subjetivas são as percepções das expectativas dos outros em relação ao comportamento e o controle comportamental percebido refere-se à percepção de quão fácil ou difícil é realizar o comportamento em questão. Esses três fatores afetam a intenção de adotar um comportamento e, por sua vez, a adoção efetiva desse comportamento (BORGES et al., 2014; SENGER; BORGES; MACHADO, 2017).

A TCP é uma teoria psicossocial que busca compreender a relação entre atitudes, normas sociais e comportamentos, sendo amplamente aplicada em estudos de comportamento humano, incluindo a adoção de práticas sustentáveis na agricultura (FIELDING et al., 2008; THOMPSON; REIMER; PROKOPY, 2015). A TCP pressupõe que as intenções comportamentais são influenciadas por três tipos de crenças: comportamentais, normativas e de controle comportamental. As crenças comportamentais referem-se à percepção de que o comportamento trará resultados positivos ou negativos; as normativas, à percepção das pressões sociais para se adotar ou não um comportamento e as de controle comportamental referem-se à percepção de que se tem ou não controle sobre a adoção de um comportamento.

Já a TIS, por sua vez, é uma teoria social que busca compreender como a identidade social de um indivíduo influencia seu comportamento (SENGER; BORGES; MACHADO, 2017). De acordo com essa teoria, as pessoas identificam-se com grupos sociais que são importantes para elas, e isso influencia suas crenças e seus comportamentos. Assim, a TIS pode ser aplicada em estudos de



comportamento de agropecuaristas, a fim de compreender como a identidade social desses indivíduos pode influenciar a adoção de práticas sustentáveis na agricultura.

Para complementar a revisão da literatura sobre as teorias comportamentais, outros artigos podem trazer contribuições importantes. Beedell e Rehman (2000) propõem o uso de modelos de psicologia social para entender o comportamento de conservação dos agropecuaristas. Fielding et al. (2008) aplicam a TIS para explicar as decisões dos produtores em relação à adoção de práticas sustentáveis. Greiner et al. (2009) destacam a importância das motivações e percepções de risco para a adoção de práticas de conservação. Thompson et al. (2015) investigam como diferentes quadros de atitude afetam as opiniões dos agropecuaristas sobre a conservação da paisagem. Ganeshkumar et al. (2017) oferecem uma revisão da literatura sobre a gestão da cadeia de suprimentos agroalimentares. Senger et al. (2017) aplicam a TCP para entender a intenção dos pequenos produtores em diversificar sua produção agrícola.

Ambas as teorias podem ser utilizadas para compreender a adoção de práticas sustentáveis na agricultura e prever o comportamento dos agropecuaristas nesse sentido (FIELDING et al., 2008; SENGER et al., 2017). Com base nas referências deste artigo, a aplicação dessas teorias pode ser importante para uma análise mais aprofundada sobre como essas teorias podem ser utilizadas para entender e prever as decisões em relação à adoção de práticas sustentáveis e conservação da natureza.

#### 4.6 COMUNICAÇÃO E ENGAJAMENTO.

A comunicação e o engajamento são fatores importantes para a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza. Os extensionistas, que são profissionais que trabalham na extensão rural, têm um papel crucial nesse processo, pois são responsáveis por fornecer informações e conhecimentos sobre técnicas e práticas sustentáveis. Também, a comunicação entre os agropecuaristas pode ser um fator importante para a adoção dessas práticas, já que eles podem compartilhar informações e experiências uns com os outros.

Um estudo realizado por Borges et al. (2014) mostrou que a comunicação entre os agropecuaristas foi um fator importante para a adoção de práticas de manejo de pastagens naturais. Os autores afirmam que a comunicação entre os produtores pode ajudar a aumentar a percepção dos benefícios das práticas sustentáveis e a reduzir as barreiras à adoção.

Alavion e Taghdisi (2021) realizaram um estudo sobre o marketing rural na região do Irã e concluíram que a comunicação efetiva é um fator importante para o desenvolvimento do marketing rural e para o engajamento dos agropecuaristas nesse processo. Afirmam que a comunicação efetiva pode ajudar a aumentar a conscientização desses produtores sobre as oportunidades de marketing e a reduzir as barreiras à participação (ALAVION; TAGHDISI, 2021).



Outro estudo realizado por Mills et al. (2017) destacou a importância da comunicação para o engajamento dos agropecuaristas em práticas de conservação ambiental, além de afirmarem que a comunicação efetiva é fundamental para aumentar a conscientização sobre as questões ambientais e para motivá-los a adotar práticas sustentáveis.

Portanto, a comunicação e o engajamento são fatores importantes para a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza. Os extensionistas desempenham um papel fundamental na comunicação e na transmissão de informações aos agropecuaristas, e a comunicação entre estes pode ajudar a aumentar a conscientização sobre as práticas sustentáveis e a reduzir as barreiras à adoção.

## 5 PRINCIPAIS FATORES DE INFLUÊNCIA NO COMPORTAMENTO DOS AGROPECUARISTAS

Os principais fatores de influência no comportamento dos agropecuaristas podem ser agrupados em seis categorias: socioeconômicos, culturais, psicológicos, ambientais, políticos e legais, e tecnológicos. Esses fatores podem afetar o comportamento deles de diversas maneiras, influenciando suas decisões sobre o uso da terra, escolha de culturas, práticas de conservação ambiental, adoção de tecnologias e diversificação de atividades econômicas. Essas atitudes e os comportamentos podem variar de acordo com o contexto específico de cada região e cultura. Assim, procurou-se entender essas causas identificando fatores complementares que ajudam a explicar os fatores principais, indicados no Quadro 1 e ligados aos fatores principais do Quadro 2, identificados como interferentes nas atitudes e comportamentos.

Quadro 1 – Fatores complementares, referências e descrição.

<b>Fatores complementares e Referências</b>	<b>Descrição</b>
Socioeconômicos (GUAN et al., 2018; KLERKX; AARTS; LEEUWIS, 2010)	Nível de educação, renda, tamanho da propriedade e acesso a recursos financeiros, tecnológicos e de informação.
Psicológicos (JUANA-ARACIL; ANDREU-ANDRÉS; MOYANO-DÍAZ, 2018; KARUNARATHNA; PATHBERIYA; HETTIARACHCHI, 2018)	Atitudes, percepções, motivações, emoções e personalidade dos agropecuaristas.
Ambientais (JOLLIFFE; BAKEWELL-STONE, 2019; KIZITO et al., 2019)	Condições climáticas, topografia, qualidade do solo e disponibilidade de recursos hídricos.
Políticos e legais (GÓMEZ-LIMÓN; RIESGO, 2019; VATN; EID, 2017).	Leis e regulamentações que afetam a atividade agropecuária, bem como o papel das instituições políticas e governamentais na formulação e implementação de políticas agrícolas.



Tecnológicos (AYUKEKBONG; CHO-NGWA, 2017; MISHRA; KUMAR, 2018)	Acesso a tecnologias modernas e eficientes que possam aumentar a produtividade e reduzir os custos de produção.
Culturais (GUO; KAINER, 2017)	Valores, crenças, normas e tradições compartilhados pelos membros de uma determinada comunidade ou região.

Em síntese, os principais fatores que influenciam as atitudes e os comportamentos dos agropecuaristas em relação à adoção de práticas agrícolas sustentáveis e conservação da natureza, com base nos artigos citados no Quadro 1 são apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Principais fatores, referências e os fatores complementares associados

Fatores e Referências	Descrição	Fatores complementares
Motivações pessoais e valores ambientais (MILLS et al., 2017; SENGER; BORGES; MACHADO, 2017; THOMPSON; REIMER; PROKOPY, 2015)	Influência dos valores e motivações pessoais na adoção de práticas sustentáveis, como a preservação ambiental e a conservação de recursos naturais.	Culturais e ambientais.
Percepção de riscos e benefícios (ARUNRAT et al., 2017; FIELDING et al., 2008; GREINER; PATTERSON; MILLER, 2009)	Percepção dos riscos e benefícios envolvidos na adoção de práticas sustentáveis, como a adoção de novas tecnologias agrícolas,	Psicológicos e tecnológicos,
Psicossociais, normas e pressões sociais (BEEDELL; REHMAN, 2000; CECHIN et al., 2012; LORDKIPANIDZE; BREZET; BACKMAN, 2005)	Influência das normas sociais e das pressões do ambiente social na adoção de práticas sustentáveis, como a participação em cooperativas agrícolas e a adoção de práticas de gestão ambiental.	Culturais e socioeconômicos.
Contexto socioeconômico e político (AHNSTRÖM et al., 2009; BORGES et al., 2014; ZANELLA; SCHLEYER; SPEELMAN, 2014)	Influência do contexto socioeconômico e político na adoção de práticas sustentáveis, como políticas públicas de incentivo à agricultura sustentável e o acesso a recursos financeiros.	Políticos e legais, socioeconômicos
Teorias comportamentais (BORGES et al., 2014; GANESHKUMAR; PACHAYAPPAN; MADANMOHAN, 2017; PYYSIÄINEN et al., 2006)	Teorias psicológicas que explicam a relação entre atitudes, crenças e comportamentos na adoção de práticas sustentáveis, como a adoção de tecnologias limpas e práticas agrícolas sustentáveis.	Psicológicos e tecnológicos.
Comunicação e engajamento (DAWSON; FOUNTAIN; COHEN, 2011; ESCANDÓN-BARBOSA et al., 2019; MARTINHO, 2020)	Importância da comunicação efetiva entre agropecuaristas e extensionistas na disseminação de conhecimentos sobre práticas sustentáveis, como a gestão de resíduos e a conservação de recursos naturais.	Socioeconômicos, tecnológicos e ambientais.

## 6 LACUNAS E PERSPECTIVAS FUTURAS

A compreensão dos principais fatores de influência no comportamento dos agropecuaristas é crucial para a implementação de políticas e estratégias eficazes de desenvolvimento sustentável no setor agrícola. Como destacado por Lorenzen et al. (2021), os fatores socioeconômicos, culturais, psicológicos, ambientais, políticos e legais e tecnológicos desempenham papéis significativos na



tomada de decisões. No entanto, apesar dos avanços na pesquisa, existem lacunas importantes que precisam ser abordadas.

Uma lacuna na literatura é a falta de compreensão das interações complexas entre os diferentes fatores de influência. Como argumentado por Kipperberg et al. (2018), a influência de um fator pode ser mediada ou modificada por outros fatores. Por exemplo, os valores ambientais dos agropecuaristas podem ser mais importantes em regiões com escassez de recursos hídricos do que em regiões com abundância de água. Além disso, a influência dos fatores pode variar de acordo com a cultura e a região (HAGERMAN et al., 2019; KIPPERBERG; KNICKEL; BOCK, 2018).

Outra lacuna importante é a falta de estudos longitudinais que examinem as mudanças no comportamento dos agropecuaristas ao longo do tempo. Como apontado por Sánchez-Páez et al. (2021), as mudanças nas políticas agrícolas, nas condições econômicas e nas pressões sociais podem afetar significativamente as decisões dos produtores rurais. Portanto, é importante realizar estudos de longo prazo para entender como os diferentes fatores de influência interagem e como influenciam o comportamento deles ao longo do tempo (SÁNCHEZ-PÁEZ; GARCÍA-CARMONA; FLORES-GALLEGOS, 2021).

As perspectivas futuras incluem a necessidade de abordar as lacunas na pesquisa por meio de abordagens interdisciplinares e colaborativas, como sugerido por Lorenzen et al. (2021). Além disso, é importante explorar as implicações dos fatores de influência para a implementação de políticas e estratégias de desenvolvimento sustentável no setor agrícola. Foi destacado que as políticas agrícolas devem levar em consideração as necessidades e os valores dos agropecuaristas, além dos objetivos de sustentabilidade ambiental e econômica (RIVERA-FERRE; ORTEGA-CERDÀ; BAUMGÄRTNER, 2013). Em resumo, a pesquisa sobre os fatores que influenciam o comportamento deles ainda é um campo em desenvolvimento, com muitas lacunas e perspectivas futuras. Há uma necessidade de investigar como esses fatores se inter-relacionam e como eles podem ser modificados para incentivar.

## 7 LIMITAÇÃO DA PESQUISA

Existem algumas limitações importantes a serem consideradas nesta pesquisa de revisão da literatura. Em primeiro lugar, é importante reconhecer que a seleção das referências utilizadas foi fundamentada em critérios específicos e, portanto, pode não representar todas as perspectivas e abordagens relevantes para o tema em questão. Além disso, a disponibilidade limitada de artigos, livros, estudos empíricos e relatórios de campo pode ter restringido a extensão da análise e generalização dos resultados.

Outra limitação importante a ser considerada é que a maioria dos estudos revisados tem foco em contextos específicos e pode não ser aplicável a outras regiões ou países. Ademais, a falta de estudos longitudinais e experimentais também pode ser uma limitação, uma vez que grande parte dos



estudos revisados são transversais ou qualitativos. Essa limitação pode restringir a capacidade de estabelecer relações causais entre os fatores e o comportamento dos agropecuaristas.

Em termos empresariais, é importante considerar que a pesquisa de revisão da literatura não fornece orientação específica sobre como as empresas do agronegócio podem agir para influenciar o comportamento dos agropecuaristas. Em vez disso, os resultados fornecem uma visão geral dos principais fatores de influência. Isso significa que as empresas precisam avaliar cuidadosamente as condições locais e as características dos produtores em suas regiões específicas para desenvolver estratégias eficazes de engajamento e mudança de comportamento.

## 8 PROPOSTA DE PESQUISAS FUTURAS

Com base na revisão da literatura realizada, algumas recomendações para pesquisas futuras sobre atitude, comportamento do agropecuarista, desenvolvimento sustentável e práticas agrícolas incluem:

- estudos longitudinais para entender melhor a evolução das práticas agrícolas e suas implicações no desenvolvimento sustentável, considerando as dinâmicas ecológicas, econômicas e sociais em diferentes contextos;
- análise de impacto de políticas públicas e programas de incentivo a práticas sustentáveis, para avaliar sua efetividade e os fatores que podem influenciar sua adoção pelos agropecuaristas;
- pesquisas sobre o papel da comunicação e engajamento no processo de adoção de práticas sustentáveis pelos agropecuaristas, incluindo o uso de tecnologias de informação e comunicação, como aplicativos móveis e mídias sociais;
- estudos sobre a relação entre as percepções de risco e benefício e a adoção de práticas sustentáveis pelos agropecuaristas, considerando a influência de fatores psicossociais e culturais;
- pesquisas sobre o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes e acessíveis que possam aumentar a produtividade e reduzir os impactos ambientais da atividade agropecuária, incluindo o uso de práticas agroecológicas e agroflorestais.

Essas recomendações podem contribuir para um melhor entendimento dos fatores que influenciam o comportamento do agropecuarista em relação ao desenvolvimento sustentável e para o desenvolvimento de estratégias mais efetivas para incentivar a adoção de práticas agrícolas sustentáveis.



## 9 CONCLUSÃO

Diante das discussões realizadas neste artigo de revisão da literatura, pode-se concluir que os fatores que influenciam o comportamento dos agropecuaristas são diversos e interconectados. Fatores socioeconômicos, culturais, psicológicos, ambientais, políticos e tecnológicos foram identificados como influentes no comportamento desses produtores rurais. Além disso, as teorias comportamentais, como a TCP e a TIS, podem ajudar a explicar e prever o comportamento dos agropecuaristas em relação ao desenvolvimento sustentável e à adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis.

No entanto, é importante destacar que ainda existem lacunas de conhecimento a serem preenchidas. É necessário um maior entendimento sobre como esses fatores se inter-relacionam e como eles podem ser abordados de forma eficaz para promover a adoção de práticas agrícolas sustentáveis. Além disso, mais pesquisas são necessárias para compreender a eficácia das estratégias de comunicação e engajamento, bem como o papel dos extensionistas no processo de conscientização e mudança de comportamento dos agropecuaristas.

Como sugestões para futuras pesquisas, destacam-se: a investigação dos fatores que influenciam a adoção de práticas agrícolas sustentáveis em diferentes regiões e culturas; a avaliação da eficácia de diferentes estratégias de comunicação e engajamento; o estudo do papel dos extensionistas na conscientização e mudança de comportamento dos agropecuaristas; a compreensão das barreiras que impedem a adoção de práticas sustentáveis; e a análise dos efeitos em longo prazo da adoção de práticas agrícolas sustentáveis na produtividade e rentabilidade da atividade agropecuária.



## REFERÊNCIAS

- ABADI, A.; KHAKZAND, M. Extracting the qualitative dimensions of agritourism for the sustainable development of Charqoli village in Iran: the promotion of vernacular entrepreneurship and environment-oriented preservation perspectives. *Environment, Development and Sustainability*, v. 24, p. 12609–12671, 2022.
- AHNSTRÖM, J. et al. Farmers and nature conservation: What is known about attitudes, context factors and actions affecting conservation? *Renewable Agriculture and Food Systems*, v. 24, n. 1, p. 38–47, 2009.
- ALAVION, S. J.; TAGHDISI, A. Rural E-marketing in Iran; Modeling villagers' intention and clustering rural regions. *Information Processing in Agriculture*, v. 8, n. 1, p. 105–133, 2021.
- ALBIZUA, A. et al. Social networks influence farming practices and agrarian sustainability. *PLoS ONE*, v. 16, n. 1 January, p. 1–18, 2021.
- ARUNRAT, N. et al. Farmers' intention and decision to adapt to climate change: A case study in the Yom and Nan basins, Phichit province of Thailand. *Journal of Cleaner Production*, v. 143, p. 672–685, 2017.
- AYUKEKBONG, J. A.; CHO-NGWA, F. Adoption of agricultural technologies in Cameroon: impact of the Integrated Pest Management Farmer Field School program. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, v. 118, n. 2, p. 227–238, 2017.
- BEEDELL, J.; REHMAN, T. Using social-psychology models to understand farmers' conservation behaviour. *Journal of Rural Studies*, v. 16, n. 1, p. 117–127, 2000.
- BORGES, J. A. R. et al. Understanding farmers' intention to adopt improved natural grassland using the theory of planned behavior. *Livestock Science*, v. 169, n. C, p. 163–174, 2014.
- BRIZOLLA, M. M. B. et al. Uma revisão sobre a pesquisa qualitativa em ciências aplicadas. *UFAM Business Review*, v. 2, n. 3, p. 103–130, 2020.
- CARVALHO, Y. M. Do novo ao velho: a revisão da literatura como método de fazer ciência. *Revista Thema*, v. 16, n. 4, p. 913–928, 2019.
- CECHIN, A. et al. Decomposing the Member Relationship in Agricultural Cooperatives: Implications for Commitment. *Agribusiness*, v. 29, n. 1, p. 39–61, 2012.
- DAWSON, D.; FOUNTAIN, J.; COHEN, D. A. Seasonality and the Lifestyle “Conundrum”: An Analysis of Lifestyle Entrepreneurship in Wine Tourism Regions. *Asia Pacific Journal of Tourism Research*, v. 16, n. 5, p. 551–572, 2011.
- DE SOUZA, L. M. M. et al. Revisões da literatura científica: tipos, métodos e aplicações em enfermagem. *Revista Portuguesa de Enfermagem de Reabilitação*, v. 1, n. 1, p. 45–54, 2018.
- ESCANDÓN-BARBOSA, D. M. et al. Formal institutions, informal institutions and entrepreneurial activity: A comparative relationship between rural and urban areas in Colombia. *Journal of Urban Management*, v. 8, n. 3, p. 458–471, 2019.



- FIELDING, K. S. et al. Integrating social identity theory and the theory of planned behaviour to explain decisions to engage in sustainable agricultural practices. *British Journal of Social Psychology*, v. 47, n. 1, p. 23–48, 2008.
- FINK, A. *Conducting research literature reviews: from the Internet to paper*. 5th. ed. Los Angeles: Sage, 2019.
- FOGUESATTO, C. R.; BORGES, J. A. R.; MACHADO, J. A. D. Farmers' typologies regarding environmental values and climate change: Evidence from southern Brazil. *Journal of Cleaner Production*, v. 232, p. 400–407, 2019.
- FOGUESATTO, C. R.; MACHADO, J. A. D. Adoption of sustainable agricultural practices in Brazil: understanding the influence of socioeconomic and psychological factors. *Journal of Agribusiness in Developing and Emerging Economies*, v. 12, n. 2, p. 204–222, 2022.
- GANESHKUMAR, C.; PACHAYAPPAN, M.; MADANMOHAN, G. Agri-food Supply Chain Management: Literature Review. *Intelligent Information Management*, v. 09, n. 02, p. 68–96, 2017.
- GÓMEZ-LIMÓN, J. A.; RIESGO, L. Subsidies for agri-environmental schemes: Does the policy design matter? *Journal of Environmental Management*, v. 231, p. 129–139, 2019.
- GREINER, R.; PATTERSON, L.; MILLER, O. Motivations, risk perceptions and adoption of conservation practices by farmers. *Agricultural Systems*, v. 99, n. 2–3, p. 86–104, 2009.
- GUAN, Y. et al. Factors affecting farmers' willingness to participate in payment for ecosystem services programs: A case study in the Miyun Reservoir watershed, China. *Ecological Economics*, v. 152, p. 11–20, 2018.
- GUO, L.; KAINER, K. A. Cultural dimensions of agroforestry practices: A review. *Agroforestry Systems*, v. 91, n. 5, p. 901–917, 2017.
- HAGERMAN, S. M. et al. Rural culture and agroecosystem management: Interactions between farmers' ecological knowledge, cultural worldviews, and landscapes. *Journal of Environmental Management*, v. 231, p. 10–18, 2019.
- HARZING, A.-W. *The publish or perish book [electronic resource]: Your guide to effective and responsible citation analysis*. 1st. ed. Melbourne: Tarma Software Research Pty, 2010.
- JOLLIFFE, L.; BAKEWELL-STONE, P. Factors influencing farmers' adoption of soil conservation practices in Europe: A systematic review. *Land Use Policy*, v. 82, p. 174–186, 2019.
- JUANA-ARACIL, M. I.; ANDREU-ANDRÉS, M. A.; MOYANO-DÍAZ, E. The influence of perceived risk on farmer intentions to adopt sustainable water management practices. *Journal of Cleaner Production*, v. 181, p. 260–269, 2018.
- KARUNARATHNA, M.; PATHBERIYA, S.; HETTIARACHCHI, H. Psychosocial determinants of farmers' intention to adopt climate change adaptive practices in the dry zone of Sri Lanka. *Climate Risk Management*, v. 19, p. 22–33, 2018.
- KIPPERBERG, G.; KNICKEL, K.; BOCK, B. B. Influences on farmer decision-making in relation to sustainable soil management: a review. *Land Use Policy*, v. 76, p. 545–552, 2018.



- KIZITO, F. et al. Determinants of farmers' choice of land management practices in a smallholder farming system in Uganda. *Land Use Policy*, v. 81, p. 541–550, 2019.
- KLERKX, L.; AARTS, N.; LEEUWIS, C. Adaptive management in agricultural innovation systems: The interactions between innovation networks and their environment. *Agricultural Systems*, v. 103, n. 6, p. 390–400, 2010.
- LORDKIPANIDZE, M.; BREZET, H.; BACKMAN, M. The entrepreneurship factor in sustainable tourism development. *Journal of Cleaner Production*, v. 13, n. 8, p. 787–798, 2005.
- LORENZEN, K.; BRINKMANN, K. R.; WULF, G. W. S. Understanding farmer decision-making for sustainable agriculture: a review of attitudes and practices in Germany and the UK. *Environmental Science and Policy*, v. 116, p. 215–228, 2021.
- MARTINHO, V. J. P. D. Agricultural entrepreneurship in the european union: Contributions for a sustainable development. *Applied Sciences (Switzerland)*, v. 10, n. 6, p. 1–21, 2020.
- MILLS, J. et al. Engaging farmers in environmental management through a better understanding of behaviour. *Agriculture and Human Values*, v. 34, n. 2, p. 283–299, 2017.
- MISHRA, A. K.; KUMAR, A. Impact of farm mechanization on agricultural productivity in India: evidence from district-level panel data. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 98, n. 14, p. 5348–5358, 2018.
- PYYSIÄINEN, J. et al. Developing the entrepreneurial skills of farmers: some myths explored. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, v. 12, n. 1, p. 21–39, 2006.
- RIVERA-FERRE, M. G.; ORTEGA-CERDÀ, M.; BAUMGÄRTNER, J. Rethinking study and management of agricultural systems for policy design. *Sustainability (Switzerland)*, v. 5, n. 9, p. 3858–3875, 2013.
- SÁNCHEZ-PÁEZ, H.; GARCÍA-CARMONA, A. M.; FLORES-GALLEGOS, F. Key factors affecting sustainable agricultural practices adoption in Mexico: a case study in Sonora. *Sustainability*, v. 13, n. 7, p. 3882, 2021.
- SENGER, I.; BORGES, J. A. R.; MACHADO, J. A. D. Using the theory of planned behavior to understand the intention of small farmers in diversifying their agricultural production. *Journal of Rural Studies*, v. 49, p. 32–40, 2017.
- THØGERSEN, J. et al. Consumer buying motives and attitudes towards organic food in two emerging markets: China and Brazil. *International Marketing Review*, v. 32, n. 3–4, p. 389–413, 2015.
- THOMPSON, A. W.; REIMER, A.; PROKOPY, L. S. Farmers' views of the environment: the influence of competing attitude frames on landscape conservation efforts. *Agriculture and Human Values*, v. 32, n. 3, p. 385–399, 2015.
- VATN, A.; EID, T. The political economy of farm subsidies and their consequences for Norwegian farm structure, economic efficiency and environment. *Journal of Rural Studies*, v. 50, p. 1–11, 2017.
- YANG, S. et al. The nexus between formal credit and E-commerce utilization of entrepreneurial farmers in rural China: A mediation analysis. *Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research*, v. 16, n. 4, p. 1–22, 2021.



ZANELLA, M. A.; SCHLEYER, C.; SPEELMAN, S. Why do farmers join Payments for Ecosystem Services (PES) schemes? An Assessment of PES water scheme participation in Brazil. *Ecological Economics*, v. 105, p. 166–176, 2014.

## Estudo das práticas do endomarketing por meio do marketing de relacionamento na indústria de produtos orgânicos



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-021>

**Graziela Oste Graziano Cremonezi**

PPGA – UNISUL

### RESUMO

O processo de marketing de relacionamento, quando o foco é o cliente interno, exige a busca da melhor relação custo/benefício e o investimento em colaboradores motivados e capacitados para atender os clientes. “O estudo buscou investigar a aplicabilidade dos programas de endomarketing no agronegócio. Tais programas são ferramentas do marketing de relacionamento voltadas ao público interno. Foram investigadas na pesquisa 12 empresas, produtoras de orgânicos. Pode-se

concluir que os objetivos dos programas de endomarketing estão direcionados a promover o bem-estar, buscar o comprometimento e a capacitação e informar os colaboradores. Este estudo representa a assunção do marketing de relacionamento em 50% das empresas contatadas, já que a investigação nos pontos de venda permitiu a verificação de 24 empresas. Em relação ao aspecto de abrangência dos programas de endomarketing, detectou-se que é total, ou seja, as informações indicaram o envolvimento de todos os colaboradores.

**Palavras-chave:** Marketing de relacionamento, Endomarketing, Produtos orgânicos, Industrias, Aplicações.

## 1 INTRODUÇÃO

O conceito de marketing vem evoluindo de uma visão praticamente operacional, que o definia como “um braço da economia aplicada, para estudos de canais de distribuição, em épocas de escassez de produtos. Época da orientação para a produção, em que tudo o que se produzia era avidamente demandado” (NEVES, 2008, p. 18), a um enfoque no relacionamento e foco no cliente.

Essa evolução é decorrente das mudanças no cenário competitivo, sintetizadas por Gonçalves, como “concorrência mais acirrada, consumidores mais exigentes, aumento da qualidade total aliada a custos baixos, informações sobre concorrentes amplamente disponíveis e mudança tecnológica muito intensa” (2003. p. 1).

Da mesma forma, com o aumento do nível de concorrência e as novas formas de comunicação, em que mais ofertas são apresentadas ao mesmo consumidor a cada dia, modificou-se profundamente o comportamento dos clientes. Se, de um lado, o consumidor está mais esclarecido, de outro é seduzido a cada instante por outro produto ou marca. Como a qualidade passou a ser item constante da maioria dos produtos, o foco da competitividade para conquista e fidelização migrou para o relacionamento.

Entretanto, o marketing de relacionamento, ao ser implementado com este novo foco, utiliza o conceito ampliado de clientes (WHITELEY, 1996; GUMMESSON, 2010), no qual se incluem todos os stakeholders organizacionais: os clientes internos (funcionários), os intermediários (distribuidores,



fornecedores, por exemplo) e os finais (os consumidores usuários e potenciais). O marketing de relacionamento, como filosofia, busca melhorar a competitividade da empresa pela fidelização do cliente externo, pelo comprometimento do cliente interno com os objetivos de marketing da organização e o compromisso do cliente intermediário com a qualidade, os prazos e as especificações definidas pelo mercado.

O foco no cliente, segundo Ribeiro e Cobra (2000), representa o esforço de identificar as necessidades intangíveis, ou seja, o valor percebido por trás do valor aparente; exige a constante investigação de suas necessidades e expectativas, seja no pré-venda, na venda, ou no pós-venda.

Este trabalho focou a construção de tais relacionamentos sob a ótica dos clientes internos, gerando programas de endomarketing. O endomarketing “cuida do relacionamento entre a empresa e seus colaboradores. Isso significa que os empregados passam a ser tratados como clientes internos” (LIMONGI-FRANÇA, 2009, p. 149). O processo de marketing de relacionamento, quando o foco é o cliente interno, exige a busca da melhor relação custo/benefício e o investimento em colaboradores motivados e capacitados para atendê-los. A priorização das competências humanas, por parte das organizações, é o reconhecimento de que seu capital humano é um fator decisivo num ambiente de concorrência. Para obtenção do comprometimento dos colaboradores com a satisfação do cliente externo, faz-se necessário contar com pessoas motivadas na empresa, sentindo-se importante para a empresa e, conseqüentemente, com desempenho positivo, pois é o ativo humano da empresa que convive com as contrariedades do dia a dia dos negócios.

Assim, este trabalho buscou investigar a aplicabilidade, no agronegócio, dos programas de endomarketing (voltados ao público interno, os colaboradores).

## **2 DO MARKETING TRANSACIONAL (MT) AO DE RELACIONAMENTO (MR)**

O enfoque do marketing vem se alterando: do marketing de massa ao de segmentos, chegando ao chamado marketing de relacionamento (MR), voltado à construção de relacionamentos duradouros com o cliente, daí a expressão “foco no cliente”.

Foi a partir de 1979, segundo Dwyer, Schurr e Oh (1987), que surgiram os primeiros comentários sobre o marketing de relacionamento, no qual as trocas eram resultados de relações entre empresa e clientes em uma perspectiva de longo prazo. Ainda que de modo simplificado, o conceito de marketing de relacionamento existe desde que as trocas comerciais passaram a ocorrer de maneira organizada, complementam Sheth e Parvatiyar (1995). Mas o novo enfoque do marketing somente passou a atrair a atenção de pesquisadores a partir da década de 1980 (YAMASHITA E GOUVÊA, 2004), aparecendo com mais destaque na década seguinte, especialmente como abordagem para fazer face ao acirramento da concorrência.



Considerado por Tofoli, Tofoli e Santos (2006) como um dos principais conceitos surgidos na área do marketing nos últimos tempos, o de relacionamento, pregando a criação de laços de parceria entre empresas e clientes, nasceu, principalmente, porque as empresas perceberam que as despesas com comunicação e vendas (anunciar em veículos de massa e manter vendedores percorrendo suas trilhas), antes tarefas rotineiras e de baixo custo, estavam ficando onerosas demais.

Há, entretanto, posições divergentes quanto à origem do termo. Cobra (2009) o atribui a Gummeson (2010); já Brodie, Coviello e Winklhofer (2008) citam Thomas (1976), embora associem o termo a Berry (1983). Mas esse novo enfoque é decorrência de alterações no cenário competitivo ambiental, como explica McKenna, “com um mundo onde os consumidores têm tantas opções, eles podem ser instáveis. Isso significa que o marketing moderno é uma batalha pela fidelidade do cliente” (1996, p. 46).

Nas palavras de Tofoli, Tofoli e Santos (2006), as constantes mudanças que vêm ocorrendo no mundo dos negócios fazem com que as empresas tornem-se ainda mais competitivas, deixando à disposição do consumidor inúmeras opções de produtos, serviços, marcas, qualidade e fornecedores. Os autores recomendam que as empresas ofereçam valor superior a seus clientes para serem bem-sucedidas. Nesta perspectiva, passariam de uma filosofia centrada no produto e na transação para outra, voltada ao cliente e ao mercado.

Com esse objetivo, Kotler e Armstrong (1998, p. 397), afirmam: “a melhor maneira de manter clientes é oferecer-lhes altos níveis de satisfação e valor”

Nesse processo, Tofoli, Tofoli e Santos (2006) alertam que as empresas passam do marketing centrado na transação, do transacional (MT), como denominam Brodie, Coviello e Winklhofer (2008), para o de relacionamento, focado no cliente, e que tem como meta o desenvolvimento de programas de fidelização.

Ainda na década de 1980, Berry (1983) usou o termo como parte de uma crítica da literatura de marketing de serviços, argumentando que os empresários têm-se concentrado demais em atrair consumidores para produtos e serviços. O autor defende a mudança na abordagem transacional, na qual os esforços estão centrados na atração de clientes, para uma abordagem relacional, em que esta atração deve ser vista apenas como uma etapa intermediária no processo de comercialização. Sendo assim, a abordagem relacional tem o objetivo principal de manter os clientes.

O marketing de relacionamento desafiou o transacional na teoria e na prática. As origens do transacional estão na microeconomia, antes da Segunda Guerra Mundial, quando os economistas desenvolveram a teoria do preço para englobar o que chamaram de concorrência oligopolista (WATERSCHOOT; VAN DEN, 1992).

Tal desenvolvimento teórico, segundo McGarry (1950), levou a uma série de listas de variáveis de marketing, deduzidas das equações de lucro. Borden (1964) introduziu ao conceito de marketing



mix, uma lista de 13 variáveis (produto, preço, marca, distribuição, venda pessoal, publicidade, promoções, embalagens, exposição, manuseio, manutenção física, averiguação e análise), que os comerciantes teriam que considerar em qualquer situação organizacional. McCarthy (1960) apresentou a estratégia de gestão de mix, substituindo a proposta original das 13 variáveis (BORDEN, 1964) para o quadro dos 4 Ps (preço, produto, promoção e colocação).

Na visão de O'Malley e Patterson (1998), as condições econômicas também conspiraram para reforçar a superioridade do mix de marketing em função da necessidade da alta confiança do consumidor, pouco desenvolvimento dos canais de distribuição e concorrência acirrada. O mix de marketing tornou-se a base do transacional, segundo Takala e Usitalo (1996).

Assim, o transacional, para Grönroos (1991), mantém a assunção de suas origens microeconômicas, em que o mix de marketing é usado para ajudar a otimizar a empresa em sua função de lucro. Em virtude disso, na opinião de Bitner et al. (1994), as empresas consideraram que os objetivos de marketing foram atendidos que se refere à atração do cliente, ou seja, no momento de troca. O autor relata ainda que houve um crescente reconhecimento de que, na comercialização de um serviço ou produto, o objetivo não deve ser apenas atrair, mas, em seguida, manter e conservar o cliente, no sentido de desenvolver um relacionamento de longo prazo com ele.

Brodie et al. (2008) colocam que estratégias de marketing são essenciais a qualquer empresa que almeje sucesso, pois, aliadas à criação de valor, podem tornar-se o grande diferencial para o sucesso no ambiente atual, cada vez mais competitivo e menos previsível. A preocupação com o cliente e sua satisfação tem função vital para a organização, visando impedir a migração para a concorrência. Mas o de relacionamento não é simplesmente enviar malas-diretas, telefonemas, correspondências eletrônicas, panfletos ou folders, conforme alertam Olbrzymek, Olbrzymek e Bretzke (2005): é estudar os clientes atuais e saber distinguir quem pode ser considerado único, parceiro e lucrativo, para, em seguida, poder trabalhar sua fidelização. É também despende o tempo que for necessário para atendê-lo e antecipar-se às suas necessidades; encantá-lo de tal forma que ele não deseje perder o status de ser importante e único.

O marketing de relacionamento “é essencial ao desenvolvimento da liderança no mercado, à rápida aceitação de novos produtos e serviços e à consecução da fidelidade do consumidor” (MCKENNA, 1996, p. 105).

### **3 ENDOMARKETING: OS PROGRAMAS DO PÚBLICO INTERNO**

Para Limongi-França (2009), uma das principais preocupações do administrador consiste em descobrir novas formas de promover a motivação e a satisfação no ambiente de trabalho com o intuito de integrar os trabalhadores aos objetivos organizacionais. Halal (2000) salienta a importância de cuidar dos colaboradores exatamente como se deve fazer com os clientes externos a fim de manter



o negócio funcionando, pois as pessoas são totalmente responsáveis pelo futuro das organizações. O valor econômico do conhecimento do colaborador ultrapassou todos os ativos financeiros, de capitais, investimentos, patentes e outros recursos da maioria das empresas. Assim, as empresas necessitam saber realmente como usar seu recurso mais valioso: o conhecimento e a criatividade que residem nas mentes de seus colaboradores. Segundo Souza e Santos (1992), uma estratégia que tem sido aplicada com essa finalidade é a utilização do marketing junto ao público interno da organização. Tal estratégia, em sua implantação, materializa-se em programas de endomarketing.

O termo, segundo Brum (2010), foi registrado no Brasil, em 1996, por Bekin, como resultado de sua experiência no corpo a corpo de sua atividade profissional na época, na média gerência de uma empresa multinacional que possuía alguns problemas, tais como baixa integração entre os departamentos e visão divergente sobre as funções. Diante desses problemas, ele concluiu que as pessoas não conheciam com profundidade a empresa em que trabalhavam, e essa situação constituía um desafio cuja solução não estava nos livros. Era preciso um instrumento para sintonizar os colaboradores, promovendo uma reorientação de objetivos, junto com uma reordenação interna da empresa. Assim, o endomarketing pode facilitar trocas, cativando e cultivando certa harmonia para fortalecer as relações interpessoais e, principalmente, a comunicação interna.

As atividades de endomarketing, para Camelo e Vidal (2006), não devem estar focadas somente na melhoria incremental por meio de ações pontuais e esporádicas, mas também na criação de um ambiente de crescimento individual que favoreça o desempenho coletivo na busca do aprendizado organizacional contínuo.

O prefixo endo significa “para dentro, dentro de”, transmitindo a ideia de interiorização, ou seja, algo que se move para dentro. Nesse caso, o endomarketing deve ser entendido como o marketing realizado dentro das organizações, argumenta Limongi-França (2009). Segundo Cerqueira Neto, “o endomarketing significa marketing voltado para dentro da empresa, ou seja, consiste em um conjunto de ações e veículos de comunicação integrados para que os funcionários tenham e saibam de sua importância para alcançar o sucesso” (1994, p. 49).

Brum (2010) complementa a discussão colocando que endomarketing nada mais é do que oferecer, ao colaborador, educação, atenção e carinho, tornando-o bem preparado e mais bem informado, a fim de que se torne uma pessoa criativa e feliz, capaz de surpreender, encantar e entusiasmar o cliente.

Entre outras definições, consta a de Ponce (1995), de que o endomarketing é uma filosofia de gerenciamento e um conjunto de atividades que considera os empregados como clientes internos e os empregos como produtos internos oferecidos para satisfazer suas necessidades e desejos, além de direcionar os objetivos da organização. De acordo com Bekin (1995), o endomarketing consiste em ações de marketing voltadas para o público interno da empresa a fim de promover, entre os



funcionários e departamentos, valores destinados a servir o cliente. Para Cerqueira Neto (1994), o endomarketing pode ser entendido como os projetos e ações que uma empresa deve empreender para consolidar a base cultural de comprometimento dos funcionários com o desenvolvimento adequado das diversas tecnologias. Kotler (1998), por sua vez, define o endomarketing como a tarefa bem-sucedida de contratar, treinar e motivar funcionários hábeis que desejam atender bem aos consumidores.

Inkote (2000) considera o endomarketing a gestão dos processos e instrumentos de comunicação interna com a finalidade de motivar e integrar os funcionários, tornando-os mais abertos a mudanças. O endomarketing funciona como implementador do conceito de marketing interno na organização.

Da mesma forma que o marketing direciona todas as atividades empresariais para a satisfação das necessidades dos clientes, o endomarketing o faz em relação aos colaboradores, vistos como clientes internos. A importância da satisfação dos empregados está no aumento da capacidade organizacional para satisfazer os clientes externos. A empresa, ao fazer uso do endomarketing, passa a construir e a manter bons relacionamentos com seus empregados, levando-os ao comprometimento com os objetivos e valores organizacionais; como resultado, tem-se o aumento da qualidade dos bens e serviços e da produtividade de pessoas e processos, acarretando a satisfação dos clientes (cf. BEKIN, 1995). Com isso, percebe-se o quão importante é o endomarketing para o sucesso do marketing. Para Ohta e Ohta (2004), os colaboradores, os departamentos e as áreas da empresa também passam a ser considerados clientes (internos), fazendo com que uns prestem serviços de melhor qualidade aos outros, gerando maior cooperação e integração interna.

O endomarketing requer uma mudança na cultura das empresas, mesmo porque são estas que geram mudanças organizacionais efetivas. A seguinte crença deve ser incorporada à cultura da empresa, de modo que esteja em todos os setores e na consciência e na prática de todos os funcionários: o sucesso da empresa é resultado da satisfação dos clientes internos e externos. O endomarketing também propõe e dissemina uma série de valores, entre os quais a eficiência, a qualidade, o comprometimento, a cooperação, o respeito e a criatividade. Pode ser usado para criar e difundir uma linguagem cultural própria e homogênea para a empresa como um todo, tendo, como base, um conjunto de valores escolhido pelos próprios funcionários a fim de facilitar os relacionamentos internos, argumentam Ohta e Ohta (2004).

O endomarketing pode ajudar a consolidar a cultura pela valorização e divulgação de seus aspectos mais positivos e, também, a flexibilizá-la, de modo a torná-la mais apta às mudanças. Nesse sentido, Braga, Silva e Dornelas (2002) reforçam que os sistemas de endomarketing visam atingir uma linguagem cultural própria em todo o empreendimento, fazendo com que todos, independentemente do nível hierárquico, possam se comunicar e trazer benefícios para a organização.



A maior contribuição do endomarketing talvez esteja na ênfase dada à avaliação e ao aprimoramento do ambiente interno da empresa (BEKIN, 1995). O clima organizacional deve estar voltado para a motivação e a valorização do empregado. As principais mudanças causadas no clima são: a) nova visão de liderança, que se torna aberta e democrática, delega poderes, divide responsabilidades, trabalha com o grupo e para o grupo; b) intensa melhoria na comunicação interna; c) flexibilização e achatamento da estrutura organizacional; e d) criação de um clima de respeito, confiança, cooperação e harmonia entre as pessoas (cf. OHTA e OHTA, 2004). Brum (2010) considera que o objetivo do endomarketing é proporcionar uma consciência empresarial alinhada com a visão, a missão, os valores, os princípios e os procedimentos, dentro de um clima organizacional positivo. Mas, principalmente, visa transformar o colaborador em facilitador, de modo que consiga consolidar a imagem da empresa e o seu valor para o mercado.

Segundo Ponce (1995), o endomarketing pode ter os seguintes objetivos:

- estimular a participação de todos os colaboradores da organização;
- melhorar atitudes e comportamentos dos colaboradores com relação ao emprego;
- identificar necessidades e desejos dos colaboradores e desenvolver produtos para satisfazê-los;
- atrair, desenvolver e reter talentos;
- estabelecer canais de comunicação entre as pessoas da organização;
- assegurar que todos os colaboradores tenham as devidas informações;
- criar e promover ideias nas organizações;
- vencer resistências internas às mudanças;
- resolver problemas de desmotivação; e
- estimular em todos a aceitação da missão e visão dos objetivos, das estratégias e táticas do negócio.

Kotler (1998, p. 417) ainda acrescenta aos objetivos do endomarketing já elencados:

- manutenção de um ambiente de trabalho que proporcione motivação, valorização e reconhecimento das pessoas;
- aumento dos índices de produtividade e qualidade a partir da diminuição dos custos; e
- criação de canais de comunicação entre todos, independentemente do nível hierárquico, de modo a eliminar conflitos interpessoais e trocar experiências, resultando, assim, em melhoria nos relacionamentos.

Braga, Silva e Dornelas (2002) relatam também que o treinamento no endomarketing inclui aspectos de atitude e de valorização do funcionário, estimulando suas perspectivas dentro do empreendimento, merecendo atenção especial os treinamentos ligados a atendimento, clientes, objetivos e



métodos, comprometimento, entre outros. O trabalho de endomarketing consiste, também, na criação de ambientes e situações que incentivem a motivação do funcionário. Bekin (1995) considera que as principais atividades do endo-marketing são:

- comunicação interna: trata-se da espinha dorsal do endo-marketing. A comunicação interna é o principal meio usado para fortalecer o relacionamento entre a organização e os empregados. É por meio da comunicação que colaborador e cliente têm acesso a informações sobre objetivos, estratégias, valores, novos produtos e lançamento de campanhas de marketing; ao conhecimento necessário à adequada realização de suas atividades; ao feedback sobre seu desempenho, além de ser uma forma de expor suas necessidades, expectativas, ideias e críticas;
- recrutamento e seleção: nesse processo, a organização deve preocupar-se em escolher as pessoas certas para cada posição na empresa, pois isso aumenta as chances de comprometimento com os objetivos e valores organizacionais. Algumas características pessoais devem ser valorizadas, como saber trabalhar em grupo, ter liderança e iniciativa;
- treinamento sob a ótica de educação e desenvolvimento: o treinamento deve transmitir conceitos, técnicas e valores necessários ao bom desempenho da função. Após o treinamento, todos devem saber, não só o que e como fazer seu trabalho, mas por que e para quem. As habilidades de comunicação e interação são bastante treinadas nessa atividade;
- planos de carreira: precisam ser bem elaborados e divulgados, pois constituem a perspectiva de crescimento profissional, servindo de estímulo aos empregados, sendo que as descrições dos cargos devem estar abertas a mudanças e atualizações;
- programas de motivação e valorização do empregado: tais como motivação e recompensas do grupo; envolvimento dos empregados no planejamento e na tomada de decisões, delegação de poderes e remuneração adequada;
- pesquisa de mercado de clientes internos: pode ser utilizada, tanto para a identificação de necessidades e desejos dos empregados quanto para a avaliação da qualidade das condições de trabalho;
- segmentação do mercado de clientes internos: a técnica de segmentação pode ser aplicada internamente de modo a criar segmentos homogêneos de empregados, segundo necessidades, desejos, expectativas, atitudes e comportamentos.

Para que o endomarketing seja bem-sucedido, Ohta e Otha (2004) argumentam que alguns pré-requisitos precisam ser satisfeitos, tais como:

- ser tratado como parte integrante da estratégia global da empresa;
- não ser contrariado pela estrutura organizacional ou pela falta de apoio do gerenciamento;
- possuir total apoio da alta administração;



- envolver todas as categorias de empregados, haja vista que todos têm influência, direta ou indireta, sobre o serviço recebido pelo cliente.

Na visão de Ponce (1995), alguns pré-requisitos importantes para que o endomarketing seja bem-sucedido são:

- deve fazer parte das estratégias das organizações;
- deve-se ter apoio das gerências;
- contar com total apoio da alta administração; e
- envolver todas as categorias de colaboradores organizacionais, desde o nível mais baixo até o mais alto.

Para Brum (2010), há fatores que determinam o sucesso ou o fracasso de um programa de endomarketing e devem ser considerados quando do seu planejamento. São eles:

- a valorização da cultura da empresa: quando se fala em cultura, fala-se de valores, crenças e comportamentos que permeiam a empresa. Cada empresa tem um tipo de cultura exatamente porque constitui uma organização de seres humanos;
- endomarketing como um processo educativo: não existe mudança sem que as pessoas sejam educadas para isso. Se o endomarketing é um processo educativo, se o produto da comunicação interna é a informação e se o treinamento é uma forma de se transmitir informação e conhecimento, pode-se dizer que o treinamento é um dos mais importantes instrumentos do endomarketing;
- instrumentos que encantem o público interno: um profissional de comunicação social ou de recursos humanos que tenha sob sua responsabilidade um programa de endomarketing deve administrar a criatividade e o incentivo, identificando grandes ideias e buscando os recursos necessários para que os instrumentos criados consigam encantar o público interno;
- informação como responsabilidade da empresa: o endomarketing trabalha a informação, de forma a contribuir para que os objetivos e as metas globais da empresa sejam alcançados com a participação dos colaboradores;
- as mensagens devem ser simples, curtas e claras: a linguagem utilizada em um programa de endomarketing tem o compromisso da construção de um significado quanto às certezas e expectativas da empresa na cabeça e no coração dos envolvidos.

#### **4 PRODUTOS ORGÂNICOS: O SETOR EM ESTUDO**

O conceito de agronegócio, tal como apresentado, é também assumido por organizações como a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa, s.d.), incluindo a somatória das operações de produção e distribuição de suprimentos agrícolas, as operações de produção nas unidades agrícolas,



o armazenamento, o processamento e a distribuição dos produtos agrícolas, e os itens produzidos a partir deles.

De fato, a alimentação moderna tem conduzido não apenas a um desastre na saúde humana, mas também a uma série de problemas ambientais. A busca pela qualidade alimentar está se tornando uma das principais preocupações dos consumidores conscientes, argumenta Darolt (2002). Como resultado de alguns estudos, Berlin, Lockeretz e Bell (2009) concluíram que os atributos mais procurados pelos consumidores conscientes na compra de produtos são: sabor, valores nutricionais, frescor e confiança no vendedor.

Assim, os orgânicos, alimentos cada vez mais procurados por alguns consumidores nos supermercados, são definidos pela legislação brasileira como produtos de um sistema de produção agropecuária no qual são adotadas técnicas que otimizam o uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis, mantendo o respeito à integridade cultural das comunidades rurais.

Para Lages e Neto (2003), a preocupação ambiental tem assumido um papel cada vez mais relevante para as empresas e para a sociedade como um todo, não só pela crescente exigência dos governos por meio de legislação e normas específicas, mas também por pressões de mercado advindas, principalmente, do consumidor, que se mostra mais informado, exigente e busca melhor qualidade de vida.

Com base no exposto, pode-se justificar, então, a busca do desenvolvimento sustentável, ou sustentabilidade, que envolve o desenvolvimento econômico, social e ambiental. Os métodos utilizados na agricultura orgânica têm como objetivo manter os ecossistemas estáveis e autossustentáveis, por meio de princípios ecológicos e de conservação dos recursos naturais.

## 5 METODOLOGIA

O objetivo da primeira etapa da pesquisa foi desenvolver e esclarecer os conceitos vinculados ao referencial teórico do tema, num estudo exploratório de múltiplos casos. O estudo exploratório apoia-se em diversas fontes de informação, sendo a primeira delas os dados secundários.

A pesquisa em dados secundários, em um primeiro momento, envolveu livros, revistas, teses e dissertações sobre o tema, pesquisa em anais de eventos científicos, banco de teses da Universidade de São Paulo (USP) e outros programas de mestrado e doutorado, documentos das empresas em estudo, tais como catálogos, relatórios e outros.

Tais atividades de pesquisa constituem as investigações preliminares do projeto; também nessa etapa, foi realizada, por observação nas seções de produtos orgânicos de cadeias de supermercados (Carrefour, Sondas e Pão de Açúcar), a identificação das respectivas indústrias produtoras via investigação nas embalagens dos produtos ali ofertados.



A pesquisa em dados secundários também incluiu consultas a meios eletrônicos de busca na web com o objetivo de investigar as indústrias produtoras de alimentos orgânicos, no sentido de identificar as estratégias de marketing de relacionamento para seu público interno e externo. Essa técnica, segundo Severino (1999), é uma fonte válida de informação.

Outra fonte de informação foram as pessoas com experiência: os dirigentes e pessoas ligados à gestão dos programas de endomarketing e de fidelização de clientes.

Foi aplicado um questionário junto aos gestores de uma amostra de doze fabricantes de produtos orgânicos dentre as 24 organizações investigadas e contatadas; assim, a amostra da pesquisa foi por conveniência e compreendeu 12 empresas.

Os pontos principais investigados no questionário sobre programas de endomarketing diziam respeito à identificação (títulos ou ações dos programas oferecidos), objetivos, pessoas envolvidas. Para avaliação das ações e dos benefícios de tais programas voltados ao público interno, foram criadas categorias de análise a partir da pesquisa bibliográfica.

Os dados coletados nas empresas foram caracterizados por meio de análise descritiva e apresentados em tabelas e gráficos cuja análise busca atender aos objetivos do estudo. Num segundo momento, as informações coletadas na pesquisa foram analisadas qualitativamente, por meio de discussão e interpretação dos resultados.

## 6 RESULTADOS DOS PROGRAMAS DE ENDOMARKETING

Neste tópico, apresentam-se os resultados derivados da tabulação, análise e interpretação dos dados investigados em relação aos programas de endomarketing das 12 organizações pesquisadas.

Nota-se que 42% das empresas investigadas na Tabela 1 estão na categoria de média empresa, com um quadro de 100 a 499 funcionários. Das empresas estudadas, 33% encontram-se na categoria de pequeno porte, com um quadro de 20 a 99 funcionários. Por fim, 17% das empresas estão incluídas na categoria de microempresa com até 19 empregados.

Percebe-se que, das empresas investigadas, dez responderam que possuem programas de endomarketing, representando 83% da amostra.

Nota-se, também, que as empresas que investem em programas de endomarketing já o desenvolvem há mais de um ano. O tempo máximo de vigência varia entre 3 meses até 11 anos. Quanto aos colaboradores envolvidos nos programas, as informações indicaram o envolvimento de todos os colaboradores das organizações que promoveram programas de endomarketing. Os tipos de programas de endomarketing nos quais as empresas investem são: qualidade de vida; treinamentos de capacitação de pessoas; merchandising de produtos para os colaboradores; quadro de avisos; jornal interno; cultura organizacional; manuais; panfletos; comportamento organizacional; mudança organizacional e clima organizacional.



Os objetivos dos programas de endomarketing são: estimular a consciência e prática de atitudes que promovam bem-estar (por meio de atividades de educação nutricional, sobre lazer, atividades físicas, sobre como tratar o estresse e outros problemas); conscientização em relação aos cuidados com o meio ambiente (atividades sobre sustentabilidade); comprometimento dos colaboradores; prevenção de possíveis problemas com os produtos; informar os colaboradores; apresentar novos produtos para os colaboradores, no sentido de favorecer o processo de vendas; distribuição interna de amostras no lançamento de produtos; informar os colaboradores sobre assuntos organizacionais; apresentar a empresa; reconhecer a diversidade cultural; integrar o colaborador, comunicar informações internas e externas relevantes; reter os colaboradores; capacitar, desenvolver e reciclar os colaboradores; manter um ambiente sadio na empresa; incentivar a iniciativa e manter a motivação; elaborar panfletos informativos para informar e integrar os colaboradores nas políticas da organização; desenvolver ações em benefícios dos clientes; motivar, valorizar e reconhecer os colaboradores; melhorar índices de produtividade; reduzir custos; melhorar os índices de qualidade; promover educação e desenvolvimento dos colaboradores; desenvolver a flexibilidade no ambiente de trabalho; evitar o distanciamento entre as áreas da empresa; avaliar as estratégias da empresa; apresentar os resultados alcançados mensalmente a toda a equipe; pesquisar o clima organizacional e fazer as correções necessárias.

Quanto às ações e benefícios, cinco empresas (42% das empresas da amostra) responderam que concordam totalmente com as afirmações que os programas de endomarketing estimulam a participação de todos os colaboradores da organização, melhoram atitudes e comportamentos em relação às suas ocupações, criam e promovem ideias inovadoras voltadas ao bom atendimento ao cliente. Quatro empresas (25%) concordam totalmente que os programas de fidelização utilizam pesquisas para identificar as necessidades e desejos dos colaboradores, incluem benefícios para satisfazer as expectativas dos funcionários, atraem, desenvolvem e retêm talentos, asseguram que todos os colaboradores tenham as informações necessárias para agir em benefício do cliente. Buscam a manutenção de um ambiente de trabalho que proporcione motivação, valorização e reconhecimento das pessoas, utilizando canais de comunicação interna a fim de conseguir melhoria nos relacionamentos, independentemente do nível hierárquico e trabalham o treinamento sob a ótica da educação e desenvolvimento. Três das firmas (25%) concordam totalmente com as afirmações de que os programas de endomarketing estimulam em todos os colaboradores a adoção da missão, visão, objetivos, estratégias e táticas do negócio. Sete empresas (58%) concordam parcialmente que os programas de endomarketing contribuem para a melhoria dos índices de produtividade. Cinco firmas (41%) concordaram parcialmente com a afirmação de que os programas de endomarketing melhoraram as atitudes e comportamentos dos colaboradores em relação ao emprego. Quatro empresas (33%) concordam parcialmente que os programas de endomarketing pesquisam para identificar as necessidades e desejos dos colaboradores, assegurando que todos os colaboradores



tenham as informações necessárias para agir em benefício dos clientes. Essas empresas afirmaram ter criado ambientes e situações que motivam os seus funcionários, contribuindo, desse modo, para a melhoria dos índices de qualidade e para a superação das resistências internas às mudanças. Três empresas (25% da amostra) concordaram parcialmente com a afirmação de que os programas de endomarketing estimulam em todos a adoção da missão, visão, objetivos, estratégias e táticas do negócio.

Cinco das organizações (41%) apenas concordam que os programas de endomarketing incluem os planos de carreira como instrumentos de motivação e favorecem o recrutamento e seleção. Para quatro (33%) das firmas pesquisadas, os programas de endomarketing contribuem para a redução dos custos. Por fim, para três das empresas da amostra os programas de endomarketing não atingem completamente os colaboradores nos níveis operacional, intermediário ou gerencial.

## 7 CONCLUSÃO

O marketing de relacionamento busca a competitividade no mercado investindo na fidelização do cliente externo, mas também no comprometimento do cliente interno, tentando alinhar as ações dos colaboradores com base nos objetivos da organização.

Assim, o presente estudo investigou a aplicabilidade da utilização no agronegócio, da ferramenta do marketing de relacionamento, os programas de endomarketing.

Ao identificar a existência de programas de marketing de relacionamento desenvolvidos pelas indústrias desse segmento, ficou evidenciado que a maioria delas possui programas de endomarketing (dez empresas das doze pesquisadas), sendo os tipos de programas oferecidos ligados à cultura organizacional, ao comportamento, à mudança e clima organizacional, ao quadro de avisos, aos manuais, jornais e panfletos, à qualidade de vida, ao treinamento e ao merchandising de produtos.

Quanto ao tempo de vigência dos programas de endomarketing, estes variam de três meses até onze anos de implementação. Os objetivos desses programas estão direcionados para promover o bem-estar, buscar o comprometimento e a capacitação e informar os colaboradores.

Os maiores benefícios oferecidos pelos programas de endomarketing, apontados pelas empresas, são: estimulam a participação de todos os colaboradores da empresa; melhoram as atitudes e comportamentos dos colaboradores com relação ao emprego; criam e promovem ideias nas organizações voltadas ao bom atendimento; contribuem para a melhoria dos índices de produtividade; favorecem o recrutamento e seleção; e incluem os planos de carreira como instrumentos de motivação.

Em relação ao aspecto de abrangência dos programas de endomarketing, detectou-se que é total, isto é, as informações indicaram o envolvimento de todos os colaboradores das empresas consultadas. Neste aspecto, as evidências listadas acima, confirmam as proposições teóricas, do



referencial bibliográfico sintetizadas na Tabela 3. Este estudo representa a assunção do marketing de relacionamento em 50% das empresas contatadas, já que a investigação nos pontos de venda permitiu a verificação de 24 empresas.

Nesse sentido, sugere-se ampliar, em estudos futuros, as organizações pesquisadas, bem como identificar o papel da gestão de pessoas no desenvolvimento e implementação dos programas de endomarketing.



## REFERÊNCIAS

- BEKIN, S. F. Conversando sobre endomarketing. São Paulo: Makron Books, 1995.
- BERLIN, L.; LOCKERETZ, W.; BELL, R. Purchasing foods produced on organic, small and local farms: a mixed method analysis of New England consumers. *Renewable Agriculture and Food Systems*, Cambridge, v. 24, p. 267-276, dec. 2009.
- BERRY, L. L. Relationship marketing. In: BERRY, L. L.; SHOSTACK, G. L.; UPAH, G. D. *Emerging perspectives on services marketing*. Chicago: American Marketing Association, 1983. p. 25-28.
- BITNER, M. J.; BOOMS, B. H.; MOHR, L. A. Critical service encounters: the employee's viewpoint. *Journal of Marketing*, v. 58, p. 95-106, 1994.
- BORDEN, N. H. The Concept of the marketing mix. *Journal of Advertising Research*, v. 4, p. 2-7, jun. 1964.
- BRAGA, M. J. et al. O emprego do endomarketing em cooperativas de crédito: estudo de caso da UFV-Credi e da Unicred-Viçosa. *Semina: Ciências Humanas e Sociais*, Londrina, v. 23, p. 49-62, set. 2002.
- BRAGA, M. J.; SILVA, A. J. H.; DORNELAS, H. L. O emprego do Endomarketing em cooperativas de crédito: Estudo de caso da UFV-Credi e da Unicred-Viçosa. *Semina: Ciências Humanas e Sociais*, Londrina, v. 23, p. 49-62, set. 2002.
- BRODIE, R. J; COVIELLO, N. E. WINKLHOFER, H. Contemporary marketing practices research program: a review of the first decade. *The Journal of Business & Industrial Marketing*, Santa Barbara, v. 23, n. 2, p. 84-94, 2008.
- BRUM, A. de M. *Endomarketing de A a Z: como alinhar o pensamento das pessoas à estratégia da empresa*. São Paulo: Integrare, 2010.
- BUILDING, B. L. Marketers use both travel and merchandise to hold customers. *Advertising Age – Premiums & Incentives*, Chicago, may 1998.
- CAMELO, M. B.; VIDAL, M. B. O endomarketing a partir da perspectiva de aprendizado e crescimento do balanced scorecard. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO E ESTRATÉGIA EM NEGÓCIOS, 4., 2006, Seropédica-RJ. *Anais do Simpósio de Gestão e Estratégia em Negócios: UFRJ*, 2006.
- CERQUEIRA NETO, E. P. *Reengenharia do negócio*. São Paulo: Pioneira, 1994.
- COBRA, M. *Administração de marketing no Brasil*. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2009. DAROLT, M.. *Agricultura orgânica: inventando o futuro*. Londrina: Iapar, 2002.
- DWYER, F. R; SCHURR, P. H.; OH, S. Developing buyer-seller relationships. *Journal of Marketing*, v. 51, n. 2, Apr. 1987.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. s.d. Disponível em: <<http://www21.sede.embrapa.br>>. Acesso em: mar. 2011.
- GONÇALVES, C. F.; GUERRA, R. S.; MOURA, A. Mensuração de satisfação, qualidade, lealdade, valor e expectativa em instituições de ensino superior: um estudo do modelo através de equações estruturais. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 2003, Rio de Janeiro. *Anais do Encontro Nacional da Anpad*, 2003.



GRÖNROOS, C. The marketing strategy continuum: towards a marketing concept for the 1990s. *Management Decision*, v. 29, n. 1, p. 7-13, 1991.

Marketing: gerenciamento e serviços. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2003. GUMMESSON, E. Marketing de relacionamento total. 3. ed. São Paulo: Bookman, 2010.

HALAL, W. E. From hierarchy to enterprise: internal markets are the foundation for a knowledge economy. *Internal marketing: directions for management*. London: Routledge, 2000. p. 3-23.

HOOF, C. H. Y. A era dos produtos orgânicos. 2000. Disponível em: <[http://www.janssen-cilag.com.br/dicasSaude/dicas\\_saude3.asp?area=&item=&dica=19](http://www.janssen-cilag.com.br/dicasSaude/dicas_saude3.asp?area=&item=&dica=19)>. Acesso em: 12 out. 2005.

INKOTE, A. L. Endomarketing: elementos para a construção de um marco teórico. Florianópolis, 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Departamento de Engenharia de Produção e Sistemas da Universidade Federal de Santa Catarina. Disponível em: <<http://teses.eps.ufsc.br/defesa/pdf/3009.pdf>>. Acesso em: março de 2011.

JOHNSON, K.; LEGER, M. Loyalty marketing: keeping in contact with the right customers. *Direct Marketing*, Garden City, v. 62, n. 5, p. 36-42, sept. 1999.

KOTLER, P. Administração de marketing. 9. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

LAGES, N. de S.; NETO, A. V. Mensurando a consciência ecológica do consumidor: um estudo realizado na cidade de Porto Alegre. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 2003, Rio de Janeiro. Anais do Encontro Nacional da Anpad, 2003.

LEVIT, T. A Imaginação de marketing. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

LEVIT, T. After the sale is over. *Harvard Business Review*, Boston, v. 61, n. 5, p. 87-93, SepT./ Oct. 1983.

LIMONGI-FRANÇA, A. C. Práticas de recursos humanos: conceitos ferramentas e procedimentos. São Paulo: Atlas, 2009.

MCCARTHY, E. J. Basic marketing: a managerial approach. Homewood: Irwin. 1960. MCGARRY, E. D. Some functions of marketing reconsidered. In: COX, R.; ALDERSON, W. Theory of marketing. Chicago: Irwin, 1950.

MCKENNA. Marketing de relacionamento: estratégias bem-sucedida para a era do cliente. Traduzido por Outras Palavras Consultoria Linguística e Serviços de Informática. Rio de Janeiro: Campus, 1996.

NEVES, M. F. et al. Uma proposta para construção de métodos de planejamento e gestão (seqüência de passos) nos agronegócios. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 2008, Rio de Janeiro. Anais do Encontro Nacional da Anpad, 2003.

OLBRZYMEK, J. R.; OLBRZYMEK, M. R.; BRETZKE, R. O. Marketing de relacionamento: grandes projetos não envolvem somente tecnologia. *Agathos*, a. 1, n. 1, out. 2005.

O'MALLEY, L.; PATTERSON, M. Vanishing point: the mix management paradigm re-viewed. *Journal of Marketing Management*, v.14, p. 829-51, 1998.



OHTA, M.; OHTA, M. Y. O uso do endomarketing para a promoção da criatividade e da inovação nas organizações. In: VII SEMEAD – SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 7., FEA – Universidade de São Paulo, São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo: USP, 2004. Disponível em: <[http://www.ead.fea.usp.br/Semead/7semead/paginas/artigos%20recebidos/RH/RH25\\_O\\_uso\\_de\\_endomarketing.PDF](http://www.ead.fea.usp.br/Semead/7semead/paginas/artigos%20recebidos/RH/RH25_O_uso_de_endomarketing.PDF)>. Acesso em: 2011 .

PONCE, F. A. U. Marketing Interno: um estudo de caso no setor de franqueado do ramo de perfumaria e cosméticos nas cidades de São Paulo e Osasco. São Paulo, 1995. Tese Doutorado em Administração – Departamento de Administração da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo.

RIBEIRO, A.; COBRA, M. Marketing: magia e sedução. São Paulo: Cobra, 2000.

ROCHA, T. V. et al. O uso de programas de fidelidade como instrumento para retenção de clientes no mercado de telefonia móvel: um estudo de caso. In: SEMEAD – SEMINÁRIOS EM ADMINISTRAÇÃO, 9., FEA – Universidade de São Paulo, São Paulo. Anais eletrônicos... São Paulo: USP, 2006. Disponível em: <[http://www.ead.fea.usp.br/semead/9semead/resultado\\_semead/trabalhosPDF/208.pdf](http://www.ead.fea.usp.br/semead/9semead/resultado_semead/trabalhosPDF/208.pdf)>. Acesso em: 2011.

ROCHA, T.; VELOSO, A. A hora da recompensa. São Paulo: Cobra, 1999.

SEBRAE. Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Santa Catarina. Critérios de classificação de empresas: EI - ME – EPP. s.d. Disponível em: <<http://www.sebrae-sc.com.br/leis/default.asp?vcdtexto=4154>>. Acesso em: jan. 2011.

SEVERINO, A. J. Metodologia do trabalho científico. 19. ed. São Paulo: Cortez, 1993.

SHETH, J. N.; PARVATIYAR, A. The evolution of relationship marketing. International Business Review, v. 4, n. 4, p. 471-481, 1995.

SOUZA, A. A.; SANTOS, G. J. Endomarketing: considerações teóricas e práticas de uma estratégia de integração. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 1992, CANELA-RS. Anais do Encontro Nacional da Anpad, 1992.

STONE, M.; WOODCOCK, N.; MACHTYNIGER, L. Marketing de relacionamento com os clientes. São Paulo: Futura, 2001.

TAKALA, T.; UUSITALO, O. An alternative view of relationship marketing: a framework for ethical analysis. European Journal of Marketing, v. 30, n. 2, 1996.

THOMAS, B. The characteristics of a marketing relationship. Quarterly Review of Marketing, v. 2, 1976.

TOFOLI, E. T.; TOFOLI, I.; SANTOS, A. R. P. dos. Estratégia do marketing de relacionamento em empresa orientada para o mercado na conquista de uma maior participação do mercado. In: SIMPÓSIO DE GESTÃO E ESTRATÉGIA EM NEGÓCIOS, 4., 2006, Seropédica-RJ. Anais do Simpósio de Gestão e Estratégia em negócios, 2006.

VARGO, S. L.; LUSCH, R. F. Evolving to a new dominant logic for marketing. Journal of Marketing, v. 68, p. 1-17, 2004.

VAVRA, T. G. Marketing de relacionamento: aftermarketing. São Paulo: Atlas, 1993.



VELOUTSOU, C; SAREN, M.; TZOKAS, N. Relationship marketing, what if...? European Journal of Marketing, v. 36, n. 4, p. 433-449, 2002.

WATERSCHOOT, W; VAN DEN, B. The 4P classification of the marketing mix revisited. Journal of Marketing, v. 56, p. 83-93, oct. 1992.

WHITELEY, R. A empresa totalmente voltada para o cliente. Rio de Janeiro: Campus, 1996.  
YAMASHITA, S. S.; GOUVÊA, M. A. Impactos e implicações da internet sobre o marketing de relacionamento. In: ENCONTRO NACIONAL DA ANPAD, 2004, Curitiba. Anais do Encontro Nacional da Anpad, 2004.

## A importância da gestão dos custos ambientais



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-022>

### Gabriela Birk

Doutoranda em Ciências Contábeis e Administração pela FUCAPE Business School; Mestra em Economia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul; Mestra em Gestão e Negócios pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos; Bacharela em Administração de Empresas pela Faculdade Cenecista de Nova Petrópolis; Professora Universitária; Gerente da Caixa Econômica Federal.

### Laís Araújo Fernandes da Costa

Mestra em Administração de Empresas pelo Centro Universitário Campo Limpo Paulista; Bacharela em Direito pelo Instituto de Ensino Superior de Olinda; Bacharela em Administração de Empresas pela Faculdade Jose Lacerda Filho de Ciências Aplicadas; Professora Universitária; Advogada.

### Karla Luzia Alvares dos Prazeres

Doutoranda em Direito pela Universidade Estácio de Sá; Doutoranda em Ciências da Educação pela Universidad de Desarrollo Sustentable; Mestra em Direito pela Faculdade Damas da Instrução Cristã; Mestranda em Direito Internacional pela Universidad Autonoma de Asuncion; Bacharela em Direito pela Faculdades Integradas Barros Melo; Bacharela em Ciências Contábeis pela Faculdade UniBF; Professora Universitária; Tabela e Oficiala de Registros.

### Felipe Cesar Nascimento de Castro

Mestre em Administração pela Universidade de Pernambuco; Mestrando em Ciências Jurídicas pela Universidad Del Sol; Bacharel em Direito pela Faculdade de Ciências Humanas de Pernambuco; Bacharel em Administração de Empresas pela

Faculdade Jose Lacerda Filho de Ciências Aplicadas; Professor Universitário; Advogado.

### Paulo Joviniano Alvares dos Prazeres

Doutor em Direito a pela Universidade Católica de Pernambuco; Doutorando em Ciências Contábeis e Administração pela FUCAPE Business School; Mestre em Direito pela Faculdade Damas da Instrução Cristã; Mestre em Direito das Relações Internacionais pela Universidad De la Empresa; Bacharel em Direito pela Universidade Católica de Pernambuco; Bacharel em Ciências Contábeis pela Faculdade UniBF; Professor Universitário; Tabelião e Oficial de Registros.

### RESUMO

A globalização define um mercado que se apresenta cada vez mais competitivo e as empresas precisam buscar um diferencial competitivo para garantir seu espaço. O meio ambiente passou a ser um destes diferenciais nas ultimas décadas, com o valor agregado trazido pelo seu controle de gerar melhor utilização, métodos de preservação e até mesmos sistemas de recomposição de degradações ocorridas anteriormente. Este artigo tem como objetivo apresentar que havendo profundo conhecimento das empresas e de suas atribuições é possível criar condições de desenvolvimento e preservar o meio ambiente sem que haja acréscimo de custos, visão comum aos empresários. Podemos constatar, que com a utilização de um sistema de gestão de custos aplicado ao meio ambiente poderemos obter resultados significativos para as partes envolvidas, não só no tocante a preservação do meio, mas também como diferencial competitivo para a empresa através das vantagens obtidas com a boa utilização do meio ambiente em que a mesma está inserida.

**Palavras-chave:** Custos Ambientais, Gestão Ambiental, Meio Ambiente.



## 1 INTRODUÇÃO

Na última década do século passado a questão ambiental surgiu de forma contundente como um ponto que merecia maior cuidado e atenção. No Brasil a Eco 92 funcionou como uma abertura do país para essa questão, como se a partir daquele momento o problema ambiental passasse a ser de todos e não só dos ecologistas de carteirinha, ou dos membros do partido verde.

Diante deste novo aspecto os empresários de todas as esferas passaram a observar suas empresas por novos focos, não só como fonte, meio e processo da evolução da economia mundial, mas principalmente como um sistema aberto que interage com o meio ambiente. Desta forma, entenderam que o seu ambiente não eram apenas os fornecedores, instituições financeiras, governo e clientes. De acordo com Ribeiro (1998), entenderam que os problemas causados pelos seus detritos industriais (águas, poluição, expansão dos negócios em detrimento de rios e florestas), a insatisfação e a repulsa da sociedade por seus produtos, obrigava-os a incorporarem aos seus objetivos o fator “meio ambiente”.

A evolução do tema se projetou rapidamente dada sua importância para a sustentabilidade das empresas e do próprio planeta.

Como todas as demais áreas componentes das empresas, a ambiental também tem que sofrer mensuração e passar pelo processo de gestão, pois caso contrário ficará apenas como um anexo sem na realidade integrar a administração da entidade.

Diante deste foco e da indiscutível importância da preservação ambiental, principalmente em um país como o Brasil que é o maior país da América Latina e o quinto do mundo com área territorial, compreendendo 8.511.996 Km<sup>2</sup>, com zonas climáticas variando do trópico úmido a áreas subtropicais e semi-áridas e certamente um dos países detentor do maior patrimônio de biodiversidade do planeta, é que tratamos aqui da importância da gestão dos custos ambientais.

## 2 A EVOLUÇÃO DA CONTABILIDADE E A QUESTÃO AMBIENTAL

A contabilidade desde o começo de sua descoberta tem ajudado em muito o processo de tomada de decisão das empresas, destarte vem tentando (e conseguindo) responder as diversas perguntas que tem sido colocadas para que a mesma as estude e dê um retorno evidente e claro. A partir das necessidades humanas é que a contabilidade surgiu para quantificar riquezas, sem nenhum valor agregado.

E é a partir dessas necessidades e de uma sociedade cada vez mais exigente e consciente que a preocupação com o meio ambiente vem se tornando um tema bastante discutido pelos gestores de diversos setores, bem como se tornou um tema bastante estudado e investigado pelo meio acadêmico. Desta forma a contabilidade assumiu, também, a responsabilidade de mensurar os custos ambientais,



já que em todo mundo de forma contundente vem se intensificando a preocupação com o meio ambiente.

Portanto a falta de responsabilidade social veio aumentando e muito durante as últimas décadas. São diversos os exemplos de irresponsabilidade social e desgaste incontrolável com os recursos ambientais que vieram surgindo ao longo do tempo, tais como: o acidente do petroleiro Exxon-Valdg, no Alasca; os resíduos de materiais nucleares em Chernobil, na Rússia; o vazamento de gás na Vila Socó, em Cubatão; o vazamento de 1.200 mil litros de óleo na baía de Guanabara, Rio de Janeiro e finalmente o maior dos últimos anos que foi o vazamento de soda cáustica no Rio Pomba pela empresa Cataguazes Papel e Celulose no Estado de Minas Gerais, dentre outros que não são amplamente divulgados pelos meios de comunicação.

Por ser uma fonte de recurso “ilimitado” e de “livre acesso”, o meio ambiente tem sido cada vez mais utilizado pelas empresas. A extração de recursos naturais está ligada ao processo cultural evolutivo e tecnológico. Segundo Donaire (1995) os recursos são materiais do meio ambiente, pois em um dado momento da história os conhecimentos técnicos permitiram uma utilização socialmente útil, ou seja, “é recurso hoje o que não foi recurso ontem, podendo ser recurso amanhã o que não é percebido hoje enquanto recurso”.

Portanto faz necessário que as empresas tomem sua posição frente aos acontecimentos e exigências ambientais, pois caso contrário quem sabe, talvez, com falta de responsabilidade social/ambiental, o que hoje é considerado com recurso ilimitado poderá vir a ser escasso amanhã.

### 3 CONCEITO DE CUSTOS

Para Sá (1995), Custos podem ser definidos como tudo o que se investe para conseguir um produto, um serviço ou uma utilidade. O mesmo afirma que a maioria dos mestres e por custos as aplicações para mover atividade, seja ela direta ou indiretamente, feitas na produção de bens de vendas.

Já Leone (1997) determina que custos dizem respeito ao valor dos fatores de produção consumidos por uma firma para produzir ou distribuir produtos ou serviços, ou ambos.

Para Martins (2000) considera custos como gastos relativos a bens ou serviços utilizados na produção de outros bens e serviços, ou seja, o valor dos insumos usados na fabricação dos produtos da empresa. Martins ainda diz que o custo é também um gasto, só que reconhecido como tal, isto é, como custo, no momento da utilização dos fatores de produção (bens e serviços) para fabricação de um produto ou execução de um serviço.



### 3.1 IDENTIFICAÇÃO DOS CUSTOS AMBIENTAIS

Segundo Carvalho *et al.* (2000, p. 15) “os custos ambientais compreendem todos aqueles gastos relacionados direta ou indiretamente com a proteção do meio ambiente e que serão ativados em função de sua vida útil, ou seja”:

- Amortização, exaustão e depreciação;
- Aquisição de insumos para controle, redução ou eliminação de poluentes;
- Tratamento de resíduos de produtos;
- Disposição dos resíduos poluentes;
- Tratamento de recuperação e restauração de áreas contaminadas;
- Mão-de-obra utilizada nas atividades de controle, preservação e recuperação do meio ambiente.”

Já Moura (2000), mostra em um fluxograma uma forma de classificação dos custos ambientais (adaptando os conceitos de qualidade total) enquadrando-se de maneira mais específica na realidade das empresas brasileiras.

Custos Ambientais de Controle:

- Custos de prevenção;
- Custos de avaliação.

Custos Ambientais da falta de Controle:

- Custos de falhas internas;
- Custos de falhas externas;
- Custos intangíveis.

**Custos de Prevenção:** são aqueles que visam prevenir a indústria de certos danos ambientais no processo industrial. O setor de atividade com responsabilidade deste setor ajudam a se livrar de ocorrência de problemas ambientais durante o processo produtivo, ainda tem como função manter o cumprimento de padrões e normas e a fabricação de problemas que causam danos ambientais, caso venha ocorrer falhas e acidentes.

**Custos de Avaliação:** são os custos dispendidos para manter os níveis de qualidade ambiental da empresa, por meio de trabalhos de laboratórios e avaliação formais do sistema de gestão ambiental ou sistema gerencial que se ocupe de garantir um bom desempenho ambiental da empresa. Englobam custos com inspeções, testes, auditorias da qualidade ambiental e despesas similares.

**Custos de Falhas Internas:** é o primeiro dos custos decorrente das falhas (ou falha) de controle. Esses custos resultam de ações internas na empresa, tais como correção de problemas ambientais e recuperação de áreas internas degradadas, desperdícios de material, de energia, de água e outros recursos naturais, além de tempos de máquinas paradas, como resultado de problemas



ambientais causados (interdições e retrabalhos), em processos causados por não conformidades ambientais.

**Custos de Falhas externas:** compreende os custos de qualidade ambiental e não conformidades fora dos limites da empresa, resultantes de uma gestão ambiental inadequada. Engloba os custos decorrentes de queixas ambientais de consumidores levando à existência de despesas de correção, recuperação de áreas externas degradadas ou contaminadas pela atividade da empresa, pagamento de multas aplicadas por órgãos ambientais de controle indenizações decorrentes de ações legais resultantes de disposição inadequada de resíduos ácidos, transporte de produtos tóxicos, inflamáveis, corrosivos, prejuízo decorrentes de suspensão de vendas e fabricação de produtos.

**Custos Intangíveis:** são aqueles com alto grau de dificuldade para serem quantificados, embora se perceba claramente a sua existência. Normalmente não podem ser diretamente associados a um produto ou processo. Eles são identificados pela associação de um resultado a uma medida de prevenção adotada. Como exemplo tem-se a perda de valor das ações da empresa, como resultado de desempenho ambiental insatisfatório, baixa produtividade dos empregados em função de um ambiente poluído, contaminado ou inseguro, dificuldades e aumento de tempo (e custo) na obtenção de licenciamento ambiental como resultado de multas e problemas anteriormente constatados.

## 3.2 DESPESAS E PERDAS AMBIENTAIS

**Despesas Ambientais:** de acordo com Ribeiro (1998) são aquelas empregadas em atividades inerentes à proteção ambiental, como por exemplo, os insumos envolvidos no processo de definição da política ambiental da empresa na de insumos antipoluentes, na movimentação e estocagem de material utilizado no processamento dos efluentes e dos resíduos sólidos, seja para reaproveitamento, reciclagem ou venda, nas auditorias ambientais.

**Perdas Ambientais:** para Carvalho (2000), são os recursos empregados sem benefício algum. Podem ser as multas punitivas, devido à inadequação, à legislação vigente e também àqueles dispendidos na recuperação de áreas degradadas pelos resíduos e efluentes provenientes da atividade da empresa.

### 3.2.1 Ativos Ambientais

Para De Luca & Martins (1994), são fatores de produção a serem consumidos visando à preservação ambiental, ou seja, bens de longa vida útil empregados para preservação ambiental, investimentos em tecnologia de reparação ambiental, “reservas” para desvalorização de bens sujeitos a ação ambiental; e parcelas dos bens ou direitos intangíveis da empresa relativos ao desempenho ambiental.



### 3.2.2 Passivos Ambientais

Primeiramente faz-se necessário que se reconheça um passivo ambiental. Dos quais podemos citar três tipos de obrigações: a legal, a construtiva e a equitativa.

- A legal é aquela requerida pela Lei (legislação), ou por contrato, por exemplo, o reflorestamento de terras degradadas;
- A construtiva ocorre quando a empresa coloca em seus relatórios, ou seja, anuncia publicamente suas ações de responsabilidade de descontaminação de um lago, exemplo; e
- Por fim a equitativa decorre da mora sem que a empresa seja obrigada a fazer a aquilo que o senso julga correto.

## 4 MENSURAÇÃO DE CUSTOS INTANGÍVEIS

Conforme o entender de Almeida & Hajj (1997. p. 66) a mensuração é como uma lente através da qual o gestor consegue ver a realidade organizacional em que está inserido.

Sempre que se confronta a relação empresarial e as questões ambientais surgem sérias dificuldades para se calcular intangíveis ambientais, pois não é tão claro o que se possa presumir.

Rocha & Ribeiro (1999. p.1), afirmam que por serem os custos ambientais valores relevantes necessários se faz a criação de controles e acompanhamentos específicos de forma a se terem elementos para de desempenho resultado e análise do retorno proporcionando pelas aplicações de recursos nesta área. Portanto eles firmam que o método de custeio por atividades, conhecido como ABC, dispõe de instrumentos adequados para demonstrar detalhadamente os custos ambientais.

Campos *et al.* (1999. p.17) dizem que, mediante a identificação das atividades ambientais e alocação dos custos a estas atividades haveria a possibilidade de identificar e posteriormente reduzir os custos da qualidade ambiental indesejável.

De forma mais abrangente Diell (1997. p. 21), apresenta um método genérico de avaliação de custos intangíveis, que visa a permitir sua mensuração, objetivando auxiliar o processo de tomada de decisão. Segue o método abaixo:

- 1- Identificar os fatores intangíveis;
- 2- Identificar as atividades necessárias;
- 3- Relacionar os recursos utilizando às atividades necessárias;
- 4- Associar o recurso uma medida de seu uso;
- 5- Selecionar um método de atividade de medição ao recurso, de acordo com a unidade de medição;
- 6- Medir os custos associados identificando perdas;
- 7- Totalizar os custos associados;



- 8- Associar os custos intangíveis a níveis de utilização dos recursos, bem como aos benefícios obtidos/esperados sobre os ativos intangíveis;
- 9- Gerenciar o uso de recursos buscando a melhoria do processo.

Outra forma possível de avaliação dos custos intangível por meio da Análise de Valor.

Csillag (1995. p. 62) diz que o valor real de um produto, processo ou sistema é o grau de aceitação desse produto pelo cliente e, portanto, é o índice final do valor econômico. Na Análise de Valor, quanto maior é o valor real de um item sobre outro que sirva para a mesma finalidade maior será a probabilidade de vencer a concorrência. E o valor real de um produto, serviço ou processo é sempre uma entidade relativa a combinação de tipos específicos de valores, que, do ponto de vista do fornecedor, pode ser expresso por: Valor – Função/Custo. Na visão do consumidor a equação passaria a ser Valor – Benefícios Percebidos Preços. No caso de custos intangíveis a função seria o fator intangível.

## 5 A IMPORTÂNCIA DA GESTÃO DE CUSTOS AMBIENTAIS

Diante de todo o exposto verificamos a efetiva importância dos custos ambientais e passamos então a nos preocupar com sua gestão, pois é evidente sua interferência no caminhar das empresas.

De acordo com Otávio et al. (2000, p.3) “A gestão de custos ambientais, enfim, tornou-se um importante instrumento gerencial para a capacitação e criação de condições para as organizações, qualquer que seja o seu segmento econômico”.

Existe a dificuldade de quantificar quaisquer custos ambientais, pois o mesmo requer uma contabilização mais detalhada. Na maioria dos casos, esses custos existem, mas estão embutidos nos custos gerenciais da empresa.

De acordo com Moura (2000, p.33), a gestão dos custos ambientais somente pode ser realizada com sucesso conseguindo-se que três áreas da empresa (sobretudo estas) tenham uma boa compreensão comum das variáveis envolvidas no processo, motivação para realizar um bom trabalho no assunto e apoio da direção. Estas áreas englobam o pessoal de gestão ambiental (são especialistas no assunto e servem de interface com todas as outras áreas da empresa no tocante ao meio ambiente), a área financeira (que provê os recursos para investimentos e para o caixa) e a área contábil (processa os dados dos custos ambientais fornecendo elementos para análise e decisão)”.

Recomenda-se, antes de qualquer decisão, que seja elaborado um trabalho de identificação dos custos ambientais, definindo uma metodologia que possibilite sua identificação e mensuração, separando os gastos por categorias, o que evidenciará onde deveremos atuar para gerar mais eficiência, bem como fornecer subsídio ao planejamento estratégico da empresa.



O conceito de ciclo de vida do produto presta-se a contabilização dos impactos sobre o meio decorrentes de todas as etapas que lhe são peculiares, desde sua concepção mercadológica, planejamento, produção transporte e até o que dele vai para o lixo.

A indústria brasileira vem enfrentando dificuldades para repassar esses custos aos consumidores, esse ônus arcado pelas empresas pode deixá-la menos competitiva em relação as outras que não investem na manutenção recursos naturais. Nos países ricos, atualmente, as empresas na maioria dos casos conseguem repassar aos consumidores os gastos decorrentes da melhoria dos processos, produtos e serviços desde que tenham sido perfeitamente administrados.

Quando se fala em meio ambiente, no entanto, o empresário imediatamente pensa em custo adicional. Dessa maneira passam despercebidas as oportunidades de uma redução de custos. Sendo o meio ambiente um potencial de recursos ociosos ou mal aproveitados, sua inclusão no horizonte de negócios pode resultar em atividades que proporcionem lucro ou pelo menos se paguem com a poupança de energia, ou de outros recursos naturais.

Para Moura (2000, p.35) a qualidade ambiental, integrada ao sistema global da organização, pode e deve ser mensurada em termos de custos, embora existam no início do processo, dificuldades em se quantificar, o que significa realmente que a qualidade ambiental não seja uma tarefa fácil de enquadrar os custos ambientais nos sistemas contábeis normais da empresa. A linguagem dos custos além de ser universal, é aquela mais compreendida pela alta direção, permitindo-lhe realizar as escolhas corretas e visualizar de forma precisa (quantificada) grande parte dos benefícios e lucros decorrentes da gestão ambiental.

Existe a necessidade de que as previsões de custos quando conhecidas com um bom nível de detalhes podem gerar ações programadas e um acompanhamento contábil dos custos efetivos, de modo a identificar os benefícios, compensações e reduções de custos a médio prazo ou por outro lado, eventuais dispêndios sem o retorno esperado pela empresa, em seus estudos de planejamento. É importante, assim que a empresa conheça bem seus custos ambientais, para que possa, caso contrário, redirecionar suas estratégias de negócios e investimentos.

A existência de um sistema de custos ambientais possibilita a empresa demonstrar as despesas envolvidas e as vantagens financeiras resultantes, criando um acompanhamento sistemático dos custos ambientais, dentro de um sistema de gestão.

O Sistema de Gestão Ambiental (SGA) levará uma identificação cada vez mais definida dos custos ambientais, possibilitando os seguintes benefícios à empresa que o utilizar:

- Otimização da adoção de recursos;
- Identificação de oportunidades de melhoria para a redução dos custos diretos e indiretos;
- Identificação ao longo do tempo dos custos e benefícios intangíveis;



- Possibilidade de comparação entre custos ambientais decorrentes da implementação do SGA e os custos com os quais a empresa teria que arcar sem a implementação desse sistema;
- Otimização da elaboração do plano de ação nas rodadas subseqüentes do SGA, pelo maior conhecimento pela empresa dos custos envolvidos.

## 6 CONCLUSÃO

A gestão dos custos ambientais em face de todo o exposto se faz vital para a continuidade das empresas na atualidade e no futuro, seja através do SGA ou de qualquer outro controle do meio ambiente diretamente ligado as atribuições da empresa em estudo.

Fica evidente, que para o sistema de controle trazer resultado, há necessidade de um profundo conhecimento da empresa, de suas atribuições e dos processos produtivos. Somente com o efetivo reconhecimento da importância do papel da empresa perante seus colaboradores diretos, e pela sociedade como um todo é que ficará possível retratar o meio ambiente como parte integrante e de suma importância, para que, a mesma possa respeitar o princípio da contabilidade geralmente aceito – princípio da continuidade – mantendo-se em atividade por tempo indefinido sem causar danos ao meio ambiente em que se encontra inserida, muito pelo contrário tirando deste vantagens competitivas.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. G. M.; HAJJI, Z. S. *Mensuração e avaliação do ativo: uma revisão conceitual e uma abordagem do Goodwill e do ativo intelectual*. Caderno de Estudos. São Paulo, FIPECAFI, Vol. 9. N. 16. Jul/dez 1997.
- AMÂNCIO, R. *Introdução ao estudo de gestão e manejo ambiental*. Minas Gerais: UFLA/FAEPE, 2000.
- ANTONIUS, P. A. J. *A Exploração dos Recursos Naturais Face à Sustentabilidade e Gestão Ambiental: Uma Reflexão Teórico-Conceitual*. Belém: NAEA, 1999.
- CAMPOS, L.M.S.; et al. O processo de gestão dos custos da qualidade ambiental. *Revista Brasileira de Custos*. São Leopoldo. Vol. 1, N.1, maio/agosto 1999.
- CARVALHO, N. L.; MATOS, E. R. J.; MORAES, R. O. *Contabilidade Ambiental*. Pensar Contábil. Rio de Janeiro, ano III, n. 8, mai/jul, 2000.
- CAVALCANTE, C. (org.) *Meio Ambiente Desenvolvimento sustentável e políticas Públicas*. Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 1997.
- CSILLAG, J. M. *Análise do Valor*. 4. Ed. São Paulo: Atlas, 1995.
- DE LUCA, Márcia M. Mendes; MARTINS, Eliseu. *Ecologia via Contabilidade*. *Revista Brasileira de Contabilidade*, Brasília, ano 24, Nº. 86. Mar 1994.
- DONAIRE, D. *Gestão ambiental na empresa*. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1999.
- DIAS, G. F. *Educação Ambiental Princípios e práticas*. São Paulo: Ed. Gaia S.P. Global, 1998.
- DIELL, C. A. *Proposta de um sistema de avaliação de custos intangíveis*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1997.
- KRAEMER, M. E. P. *Contabilidade ambiental como sistema de informações*. *Pensar Contábil*. Rio de Janeiro. v. III, n. 09, p. 19-26, ago/out-2000.
- LEONE, G. S. G. *Curso de Contabilidade de Custos*. São Paulo: Atlas, 1997.
- MARTINS, E. *Contabilidade de Custos*. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- MOURA, L. A. A. *Economia ambiental: gestão de custos e investimentos*. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2000.
- Qualidade e gestão ambiental: sugestões para implantação das normas ISO 14.000 nas empresas*. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2000.
- OTÁVIO, R. *Gestão Ambiental: porque as empresas devem adotar estratégias empresariais que levem em conta a questão ambiental e ecológica?* *Makron Books Informa*. São Paulo, Abril/Maio, 2000.
- PENTEADO, H. D. *Meio Ambiente e formação de Professores*. São Paulo: Cortez, 1997.
- PNMA/PRONEA. *Ministério do Meio Ambiente explanada dos Ministérios*. Brasília. DF. 1999.



RIBEIRO, M. S. *Custeio das atividades de natureza ambiental*. 1998. Tese (Doutorado em Ciências Contábeis) – Faculdade de Economia e Administração, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

ROCHA, w.; RIBEIRO, M.S. *Gestão Estratégica dos Custos Ambientais*. VI Congresso Brasileiro de Custos. Julho de 1999, São Paulo: Anais...São Paulo: USP, 1999.

SÁ, A. L. Ativo intangível e potencialidades dos capitais. *Revista Brasileira de Contabilidade*, nº 125, pag. 48, Set/out 2000.

## Adoção de tecnologia de informação como aliadas para o desenvolvimento na gestão rural



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-023>

**Luiz Fernando Almeida Costa Melo**

Graduação em Administração UFAL

**Ana Paula Lima Marques Fernandes**

Doutora em Ciências em Engenharia

Docente UFAL

**Lucas Silva de Amorim**

Docente -UFAL

Mestrando em Admin. Pública Docente UFAL

**Ronaldo Ribeiro Fernandes**

Docente Uninassau

Mestre em Tecnologia da Informação.

### RESUMO

O tema tecnologia da informação (TI) correlacionada, nos últimos anos, ao desempenho organizacional têm aumentado, pois as empresas sempre visam maximizar a lucratividade e

facilidade no gerenciamento e nas vendas. Este estudo teve como objetivo descrever a relação entre a adoção de TI e seu impacto no desempenho organizacional na gestão rural. Trata-se de uma revisão de literatura onde a metodologia utilizada foi pesquisar artigos dos anos de 2000 a 2022 nas bases de dados: Scielo, Google Acadêmico e Periódicos, com o auxílio das palavras-chaves: tecnologia da informação e gestão rural, na língua portuguesa brasileira, sendo selecionados 37 artigos para análise de dados. Espera-se que esta pesquisa possa instigar os empreendedores a investir na TI e a planejar seus investimentos em TI de forma mais eficaz na gestão, entendendo que a TI influencia positivamente na gestão rural. Desta forma pode-se concluir que as empresas que investiram em TI de forma planejada apresentaram melhor desempenho comparado a outras, pois conseguem ter uma visão holística para tomada de decisões mais assertivas, principalmente na redução de custos operacionais.

**Palavras-chave:** Tecnologia de informação, Gestão rural, Adoção de TI, Desempenho organizacional.

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

A tecnologia da informação (TI) pode se destacar como objeto de gestão fazendo com que o agronegócio pecuário seja sistematicamente integrado a todas as suas atividades, aumentando a velocidade de compartilhamento de informações e reduzindo despesas. Na área rural, a tecnologia é chamada de agroinformática, onde são encontrados diversos sistemas, programas de computador e portais de internet sobre o agronegócio, porém é importante evidenciar que a TI não significa apenas o uso de softwares e computadores (MOREIRA, 2021).

Furlan e Ivo (1992, p.3) descrevem a tecnologia como “aquela que abrange toda forma de gerar, armazenar, veicular, processar e reproduzir informação” evidenciando outras aplicações para a TI.

Na gestão rural pode-se incluir o uso de aparelhos eletrônicos no setor pecuário, a qual gera informações favoráveis sobre a genética, nutrição e condições sanitárias dos animais, canais de



televisão (que prestam serviços específicos da pecuária e informações), e telecomunicações fixas e móveis (MACHADO, 2002).

Cada vez mais a gestão rural no contexto do agronegócio vem sendo utilizada no Brasil, em especial por empreendedores rurais. É de grande importância buscar e implementar uma gestão rural de eficiência e que consiga abranger atividades que são desenvolvidas pela propriedade (SCHROER, 2017).

Segundo Reis (2012), é necessário que os produtores rurais mantenham controle de todas as operações, por isso, precisam de uma boa gestão para controlar a produção, receitas, custos e despesas, desta forma, estudam quanto terá que vender a produção para que não tenham prejuízo e obtenham lucro.

Seguindo a mesma linha de pensamento, observam-se vários pontos importantes dentro do processo produtivo que fazem com que seja possível que o produtor rural tenha esse efetivo controle relacionado ao financeiro de suas atividades. Um exemplo, quanto está sendo utilizado de insumos em determinada área produtiva, quanto está sendo custoso de recursos em manutenção, reparos e demais detalhes em determinado maquinário que podem ser interpretados de maneira eficiente quando a propriedade utiliza tecnologias de informação a seu favor (RUSSINI, 2022).

A assistência técnica relacionada à extensão rural, se bem estruturada, ajudará garantir melhorias no desempenho da organização, tendo por objetivo elevar o nível e não só isto, mas também, disseminar e transferir técnicas úteis e sustentáveis de trabalho, produção e comercialização aos produtores rurais por meio de métodos educativos, e de fácil acesso e manejo.

São propostas de melhorias na qualidade das matérias-primas produzidas em termos de composição e qualidade microbiológica, e ganhos em termos de pagamento do produto (GONÇALVES, 2014). Por isto pode-se pontuar que a prática expansionista tem sido um elemento fundamental nesse segmento, não só por sua prática nos serviços de extensão, como também na abordagem que visa à sustentabilidade, onde tem como missão a expansão rural reforça o autor.

Na atividade rural é necessário que o produtor controle, organize e planeje a produção, de forma que ele consiga viabilizar o uso dessa tecnologia de informação, para auxiliar nas ações administrativas e gerenciar as propriedades, agregando a utilizando a tecnologia (AP) Agricultura de Precisão e a (AD) Agricultura Digital. Muitos agricultores consideram os conceitos de agricultura de precisão e agricultura Digital, também conhecida por agricultura inteligente, como semelhantes, mas sabemos que existem diferenças entre elas.

A AP compõe-se de estratégias de gestão, usando tecnologias de informação, assim podendo entender melhor o ambiente produtivo, mas a agricultura de precisão contribui na aplicação de insumos à taxa variada e na avaliação econômica e ambiental dos resultados (MOREIRA, 2021).



A agricultura inteligente, mais conhecida como agricultura Digital (AD), pode ser vista como uma expansão da AP salientando os procedimentos de produção não só por obtenção de dados relevantes e seu tratamento, mas também por meio de 12 funções de decisão para melhoria do processo agrícola, utilizando tecnologias de inteligência artificial (MOREIRA, 2021).

O nível de qualificação dos agricultores não se explica só pelo fato da falta de tecnologia adequada, ao contrário disso, em muitos casos mesmo com toda tecnologia necessária e disponível, não traz inovação devido à falta de capacitação e condições para inovar e é por este fato que é tão importante a adoção de tecnologia de informação para o desenvolvimento rural. Um conjunto de fatores e agentes que formam um sistema é importante e necessário para o conhecimento e a viabilidade dos agricultores, isso será integrado à cadeia agroindustrial no qual requer uma abordagem sistêmica (RUSSINI, 2022; GONÇALVES, 2014).

O aumento da eficiência, otimização do planejamento, aumento de capacidade na tomada de decisão, economia de tempo e recursos, a melhoria na qualidade dos alimentos e produtos, diminuição nos impacto ambiental e aumento da segurança alimentar, tudo isso vem quando se otimiza a gestão por meio da tecnologia inteligente, das máquinas agrícolas conectadas, redes e sensores, internet das coisas, essa tecnologia tem um gerenciamento por meio de redes de sensores sem fio (RSSF), onde coletam e armazenam informações através da computação em nuvem, que é conhecido como ciência da computação um conceito mais atual (MOREIRA, 2021).

Há diversos pontos e estudos que mostram que a implantação de tecnologia de informação e a inovação rural é um desafio, não só no sentido educacional já que em pesquisas cerca de 66,7% dos produtores/gerentes não possuem segundo grau completo, mas também no âmbito tecnológico básico, pois mais de 90% dos produtores não possuem computadores em suas propriedades.

A junção desses pontos constitui o processo produtivo diário da propriedade rural, por isso é necessário um controle mais abrangente, principalmente para dar esse direcionamento financeiro para que o produtor possa ter lucro em sua atividade.

Posto isto, esta pesquisa buscou respostas para a seguinte questão norteadora: Como é a adesão da tecnologia da informação na gestão rural?

## 1.2 OBJETIVOS

### 1.2.1 Objetivo Geral

Descrever a relação entre a adoção de TI e seu impacto no desempenho organizacional na gestão rural.

### 1.2.2 Objetivos Específicos

- Identificar como é a associação da tecnologia de informação na gestão rural;



- Verificar como a adesão da tecnologia da informação pode influenciar na gestão rural;
- Analisar o impacto da tecnologia da informação no desenvolvimento organizacional.

### 1.3 JUSTIFICATIVA E RELEVÂNCIA

As diversas mudanças observadas na área rural nos últimos 30 anos exigiram dos produtores uma adequação a uma nova realidade em que a produção de sustentação deu lugar à complicados sistemas agroindustriais onde as fronteiras entre o rural e o urbano ficaram cada vez mais frágeis e difundidas, fazendo com que o conhecimento tenha deixado de ser um privilégio para se tornar um fator de desenvolvimento agrícola.

No ano de 1990 aconteceu o surgimento Sociedade da Informação e do Conhecimento, com a consequente disseminação maciça das novas Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) (MCLUHAN, 1964; CASTELLS, 1999).

No mesmo ano, a agricultura sucedeu um caráter comercial, e a gestão dos empreendimentos agropecuários passou a precisar de informações gradativamente mais sistemáticas para garantir o sucesso e o aperfeiçoamento das atividades. Nessa circunstância, a inclusão digital trata-se de um canal beneficiado para igualar oportunidades para que todos da sociedade, sejam eles urbanos ou rurais, se aproximem da cidadania e da inclusão social. No entanto, devido ao reconhecimento tardio da relevância do tema no contexto das políticas públicas e à carência de fontes 14 organizadas de informação, são poucos os diagnósticos do conceito de inclusão e exclusão digital no contexto brasileiro, principalmente no meio rural.

O meio rural tem sofrido variações, sobretudo nas últimas décadas. Os produtores têm que se adaptar às mudanças na produção, comercialização e até nas relações sociais, o que significa insistir na inovação tecnológica, repensar a gestão dos direitos de propriedade e se adequar à visão empreendedora da gestão dos negócios.

Diante de todo exposto, a disseminação da tecnologia da informação, principalmente da Internet, fez com que houvesse a necessidade no meio rural e urbano, pretendendo suprir a necessidade de conhecimento e informação de forma atualizada e contínua.

Este estudo busca analisar a adoção da tecnologia da informação na gestão rural, visto que há uma grande necessidade de a área rural ter tecnologias de informação, para um bom desempenho organizacional.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 GESTÃO RURAL

#### 2.1.1 Administração Rural

O agronegócio divide-se em várias etapas, e sua expressão significa a somatória de todos os processos produtivos e de distribuição de suprimentos agrícolas, onde envolve as unidades de produção, armazenamento, processamento e distribuição de alguns produtos, e de itens produzidos a partir deles (GUBERT, 2016). Barbosa (2011) e Schroer (2017) relatam que não importa a dimensão da propriedade rural, todas possuem um valor para o agronegócio, com ênfase no fato da existência da imensa demanda por produtos agrícolas.

Por este fato, existe a necessidade do conhecimento ao que diz respeito ao produtor rural relacionado ao seu setor, pois isso faz com que ele produza mais, e com menos empenho de recurso financeiro, levando em consideração que uma propriedade rural mais produtiva depende de uma gestão rural eficiente.

Devido a todas as mudanças e desafios que o mercado se encontra, de acordo com esse cenário se faz necessário uma gestão rural com uma ferramenta eficaz para suportar o que vivemos atualmente. Com uma boa gestão rural, obtém-se uma análise melhor referente aos resultados, podendo fazer do negócio uma fonte segura e capaz de gerar um resultado satisfatório para a economia da propriedade, com um bom lucro (SCHROER, 2017).

#### 2.1.2 Gestão Rural e a Tecnologia

É necessário ter uma visão ampla e holística da produção para que as melhores decisões venham ser tomadas, nos dias atuais, pois a gestão do agronegócio apresenta várias especificidades. A atenção dos produtores rurais ao clima, ter uma assessoria de pesquisadores que atuam em gestão agrária, como também, volume de produção, ciclo de produção, perecibilidade, custos e escoamento da mesma são alguns dos pontos principais que refletem na gestão do agronegócio.

Em relação ao clima os produtores possuem ferramentas para prever, mas não podem controlá-lo, o que pode acarretar perdas na produção (ARBAGE, 2006; BATALHA; SILVA, 2007).

Stair e Reynolds (2015) relatam que os Sistemas de Informação (SI) são um conjunto de elementos que prestam atividade de coleta, processamento e transformação dos dados convertidos em informações.

Esses autores asseguram que todos os gestores devem saber e entender os conceitos de informação, o qual é confundido com o conceito de dados. A forma bruta de informação são os dados, e nele está inserido partes não organizadas, pode-se citar como exemplo de dados o número de horas trabalhadas pelos empregados. No entanto, quando os dados são somados aos outros, organizados e



processados, tem-se a informação, por exemplo, o número de vendas equivalente ao total de horas trabalhadas por equipe (STAIR; REYNOLDS, 2015).

Propriedades rurais que não possuem um sistema informatizado adequado para controlar a atividade, sentem dificuldade na gestão da propriedade. Fica evidente que o problema se dá pela falta de preparo, e não da não existência de softwares e demais tecnologias de gestão.

Outro ponto que merece destaque é o custo para investimento, pois para a implantação de sistemas que realize a gestão demanda custos e esses custos envolvem software onde alguns produtores rurais dizem ser desnecessário (SANTINI, 2017).

Ao falar da implantação de softwares de gerenciamento rural, deve-se ter consciência de que as pessoas que estarão envolvidas nos procedimentos devem ter conhecimento e saber utilizar essa tecnologia.

Este é outro obstáculo para o produtor rural que precisa que os trabalhadores conheçam as tecnologias e façam uma boa gestão da propriedade. Para outros, é tentar rever a forma como estão acostumados a trabalhar, fazendo com que aprendam a utilizar uma tecnologia que na maioria das vezes não faz sentido para eles (LIMA, 2018; FICAGNA, 2020).

Lima (2018), salienta que mesmo com a existência de vários softwares que fazem parte da gestão agrícola para diversos segmentos e dimensões de produção, é difícil encontrar um que atenda às necessidades de uma propriedade específica. Fator este que pode ser determinante para a produção, mesmo visualizando que algumas partes desse processo não estariam amparadas por um controle efetivo.

Cada propriedade tem suas peculiaridades, e para serem bem atendidas necessitam de um sistema próprio para seu controle e gestão. Observando o histórico do agronegócio por completo, pode-se afirmar que a realidade de hoje não é a mesma de anos atrás. Cada vez mais a tecnologia ganha mais espaço, conforme as pessoas acessam a internet, tanto na capital ou interiores e no meio rural. Se faz necessário adaptar e inovar, tendo em mente o fator que 17 impacta diretamente em sua produtividade, e consequentemente, na lucratividade (SANTINI, 2017, BRASIL, 2019).

A internet se torna cada vez mais importante na gestão do rural e isso é indiscutível, entretanto segundo Mendes, Buainain e Fasiaben (2014), há uma diversidade relacionada ao acesso à tecnologia básica no meio rural, pois a conexão à internet se torna inviável em algumas propriedades, sendo assim mais um ponto que dificulta o aprendizado e o dia a dia dos produtores rurais.

## 2.2 IMPACTO DA TI NO DESEMPENHO ORGANIZACIONAL

Apesar dos significativos investimentos feitos em TI pelas agroindústrias, pouco se discute sobre como esses investimentos afetam o desempenho. Isso porque é difícil determinar como esses



investimentos afetam os fatores econômicos e estratégicos das organizações (CANUTO; CHEROBIM, 2010).

O uso eficaz da TI pode ajudar as empresas a aumentar a produtividade, as vendas, a redução de custos, a base de clientes e a qualidade da tomada de decisões. Esses benefícios estão intimamente ligados à eficiência operacional das organizações e ajudam as empresas a criar produtos e serviços novos e inovadores (MENDES; BUAINAIN; FASIABEN, 2014).

Desta forma o impacto da tecnologia da informação no desempenho das organizações tem um fator altamente significativo, como benefícios podem ser destacados produtividade elevada dos funcionários, comunicação mais ágil entre funcionários internos e produtores, auxílio na contabilidade, elevada eficiência, como também armazenamento dos dados com maior segurança e proteção.

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Trata-se de uma revisão de literatura, e para guiar esta revisão, elaborou-se a seguinte questão norteadora: Como é a adesão da tecnologia da informação na gestão rural? Foi realizada no período de maio (2022) a dezembro de 2022, nas seguintes bases de dados: Scielo, Google Acadêmico e Periódicos, com o auxílio das seguintes palavras-chaves: tecnologia da informação e gestão rural, na língua portuguesa brasileira. Para seleção do material utilizado neste trabalho, foram utilizados critérios de inclusão, como: artigos publicados em português, inglês e artigos publicados nos referidos bancos de dados nos últimos vinte e dois anos (no período de 2000 a 2022). Os critérios de exclusão foram todos os artigos com publicações anteriores a 2000, com linguagem distinta e os que não se enquadravam com o tema em questão.

Os principais artigos consultados para esta pesquisa estão descritos na tabela 1.



Tabela 1: Autores e temas.

Publicação (AUTOR, ANO)	Título do artigo	Objetivo do estudo
Albano, 2001	Problemas e ações na adoção de novas tecnologias de informação: um estudo em cooperativas agropecuárias do Rio Grande do Sul.	Verificar com que intensidade um conjunto pré estabelecido de problemas e de ações se manifesta ou é utilizado quando da adoção de novas tecnologias de informação, bem como identificar a tecnologia de informação utilizada nas organizações.
Canuto e Cherobim, 2010	Análise da relação entre investimentos em tecnologia da informação e desempenho organizacional.	Contribuir para o debate testando duas hipóteses de pesquisa com base na revisão teórica empreendida: 1) Os grupos de organizações com maior nível de investimentos em TI apresentam melhores indicadores relativos ao desempenho; e 2) Indicadores distintos para cada variável de pesquisa geram diferentes resultados.
Lima, 2018	Gerenciamento da propriedade rural: Implantação de um software como sistema de gerenciamento da propriedade rural.	Implantar um software para o gerenciamento da propriedade rural, a partir da elaboração de um estudo de caso de abordagem qualitativa.
Lunardi, Dolci, Maçada, 2010	Adoção de tecnologia de informação e seu impacto no desempenho organizacional: um estudo realizado com micro e pequenas empresas.	Analisar o relacionamento existente entre a adoção da TI e o seu impacto no desempenho organizacional percebido.
Machado, 2007	Adoção da tecnologia da informação na pecuária de corte.	Estudar o uso e a difusão da TI na pecuária de corte, a partir de fatores que influenciaram a adoção; descrever recursos, procedimentos e ações necessárias para o funcionamento da mesma; segmentar os empreendimentos rurais a partir do nível tecnológico; e elaborar propostas para intensificar o uso da TI na atividade pecuária.
Mendes, Buainain, Fasiaben, 2014	Heterogeneidade da agricultura brasileira no acesso às tecnologias da informação.	Descrever o acesso do agricultor brasileiro a alguns instrumentos de tecnologias da informação – computador e internet.



Moreira, 2021	A Importância Das Tecnologias Da Informação E Comunicação (Tics), Nos Dias Atuais.	Demonstrar de que maneira as tecnologias da informação e comunicação estão presentes na vida cotidiana das pessoas e instituições, quais são seus benefícios e malefícios e de que forma as sociedades e organizações são influenciadas por estas tecnologias.
---------------	--	--

Fonte: própria, 2022.

Após realização da busca dos artigos, os estudos selecionados foram lidos e avaliados de acordo com os critérios de inclusão. Deste modo a estratégia de busca utilizada resultou na obtenção de 1.527 artigos nas bases de dados consultadas. Foram então selecionados 37 artigos para análise de dados.

#### 4 ANÁLISE DOS DADOS, RESULTADOS E DISCUSSÃO

Francisco e Pino (2004), realizaram um estudo acerca do uso da internet nos trabalhos rurais no estado de São Paulo, onde averiguaram que a chance de adoção era mais elevada em unidades com características empresariais e com nível tecnológico maior na administração, e na produção as chances de adoção se elevavam devido aos produtores terem nível mais alto de escolaridade, serem mais jovens e que possuíam outro trabalho econômico além da unidade de produção agropecuária.

Dentre as várias tecnologias atualmente disponíveis, a internet é repleta de várias possibilidades e formas de uso, e é sem dúvida a de maiores alterações e oportunidades de empreendimentos nos negócios.

No estudo de Delgado (2005), apenas 22% dos estabelecimentos agropecuários em 2006 mencionaram ter recebido orientações e assistência técnica ao acesso à informações e novas tecnologias. Ao comparar a macrorregião, há uma diferença ao mencionar o uso de adubação, inseminação artificial, transferência de embriões e corretivo de pH de solo, pois também há a desigualdade na adoção de algumas tecnologias.

Todos esses fatores são relevantes para a adoção da tecnologia de informação no segmento rural, concentrando-se nos estados de Mato Grosso do Sul (19%), Mato Grosso (17%), Goiás (17%), Minas Gerais (12%) e São Paulo (9%). Machado (2007) demonstra que as regiões Sudeste e Centro-Oeste se destacam pela maior utilização e difusão da TI na pecuária de corte, com 100% dos inovadores localizados na Região Centro-Oeste, sendo 85,7% dos adotantes adiantados e 79% da maioria adiantada nas Regiões Sudeste e Centro-Oeste.

Já nas regiões Norte, Nordeste e Sul compõem 42% do grupo, com recuo da maioria, com destaque para a região Norte. Com esses resultados, embora seja impossível generalizar o impacto da localização no uso e disseminação da TI, uma vez que essas duas regiões juntas representam cerca de



72% do total da amostra, observam-se tendências maiores no desenvolvimento de tecnologia, principalmente em São Paulo e Mato Grosso do Sul.

O autor relatou que entre os entrevistados, apenas 25,81% possuíam internet em casa e na propriedade. Na maioria dos casos, 69,35% possuíam apenas em casa e apenas 4,84% não possuíam em casa ou no imóvel e 41,07% dos produtores demonstraram hesitação em adquirir serviços de internet para suas propriedades.

Em 2017 o SEBRAE Nacional fez uma pesquisa com o intuito de identificar o grau de acesso à tecnologia da informação e comunicação (TIC) por parte dos agronegócios.

Foram entrevistados 4.567 produtores rurais, e a amostra foi distribuída entre as 27 Unidades Federativas. 95,8% dos entrevistados utilizam celular, 7,60% utilizam para questões relacionadas ao negócio rural. 39,5% utilizam internet por meio do computador e 70% utilizam internet móvel (3G/4G).

Os produtores que fazem uso de internet para uso rural utilizam para: Acesso a serviços financeiros, acesso a serviços do governo, uso do e-mail, pesquisas de preço/fornecedores /fórum/comunidade virtual/ web conferência, divulgação da empresa via site, compra de insumos ou mercadorias e exposição de produtos da empresa.

A maioria dos produtores rurais (74%) não utiliza ferramentas digitais na gestão do seu negócio. Quase metade (43%) faz a gestão no papel e 27% utilizam um programa de controle financeiro no computador. Os produtores que não possuem programa de controle financeiro relataram que se tivessem uma ferramenta digital para auxiliar no gerenciamento do negócio rural, eles utilizariam.

Dentre eles, 50% responderam que usaria no computador, e os outros 50% responderam que não usaria ferramentas de gestão digital. Os produtores rurais ainda não estão inseridos no e-commerce e apenas 4% dos produtores rurais já realizaram vendas pela internet.

O estudo descobriu que 71% dos donos de microempresas rurais e 85% dos donos de pequenas empresas rurais usam seus smartphones para acessar a internet, e acreditam que quanto mais informações e conexões tiverem, mais lucrativo e competitivo será seu negócio.

A modernização agrícola e a transformação digital não se trata apenas de um movimento das grandes propriedades, as pequenas propriedades também estão adotando processos para digitalizar as atividades dentro da fazenda, melhorando a gestão e aumentando a produtividade.

O estudo realizado pelo Comitê Gestor da Internet no Brasil em 2012 mostra que na área urbana, quase a metade da população tinham computador com internet, mas apenas 16% da sociedade tinham esta TI em casa. 63% das pessoas entrevistadas apontaram que o custo do equipamento é alto, 45% dizem não ter essa necessidade e 32% apontam não ter habilidade para usar (CGI, 2012)



Em relação ao que os smartphones possibilitou como o acesso a internet no campo, sem precisar ter um computador, no entanto a Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio – PNAD, feita em 2015, apontou que 88,4% dos domicílios rurais utilizam o celular para acessar a internet (IBGE, 2015).

Entretanto, várias vezes, as funções do celular não são exploradas pelos agricultores, usa-se apenas para se comunicar, que não significa de fato um desenvolvimento rural sustentável (MIRANDA; ASSIS, 2015).

Na busca de tecnologia para amparar os agricultores familiares em seu segmento, as tecnologias da Informação se destacam (AFFONSO; HASHIMOTO; SANT'ANA, 2015).

A tecnologia da Informação representa o uso da internet, do smartphone e computador, e ainda possibilita a troca de informações, fornecendo ferramentas para o processo de controle e gestão de sua propriedade, ampliando a interação entre os agricultores e facilitando a organização relacionada ao meio rural (DEPONTI; FELIPPI; DORNELES, 2015).

A TI (Tecnologia da informação) torna a comunicação mais rápida e segura, possibilitando que um amplo volume de operações numéricas sejam executadas com alta velocidade, assim como também possibilita o armazenamento de informações de grande escala (PATEL; SAYYED, 2014; BORGES, 2015).

Com a tecnologia da informação é possível auxiliar os procedimentos de coleta e armazenamento de uma grande quantidade de dados utilizado nas atividades específicas no meio agrícola, de forma a receber informações mais específicas e exatas para a tomada de decisão (SARTORELLI; MONTANHA, 2015, p.1).

Observa-se que seu uso aumenta a eficiência do trabalho, assim reduzindo os custos, deixando as informações mais organizadas de várias formas, gerando relatórios precisos, conforme o desejo do usuário (RIGI, 2014; BORGES, 2015).

Oliveira (2011) relata que o sistema de informação é crucial e apoia as empresas quando é necessário tomar uma decisão na escolha da estratégia competitiva, também ajuda no processo de adaptação e imprevistos, na precisão ao gerar relatórios, no ganho de clientes, novos parceiros e fornecedores, onde direciona as campanhas de marketing e além disso diminui custos internos a partir da maior evidência nas tarefas.

Dessa forma, mesmo existindo várias TI no meio rural, sua disponibilidade não é utilizada de forma a ajudar os agricultores de forma efetiva e não aperfeiçoa as práticas agrícolas dessas famílias (AFFONSO et al., 2015).

Com isso, a internet ainda vem se aprimorando pelos agricultores familiares de forma estratégica para que tenha uma comunicação entre o mercado consumidor (CONCEIÇÃO, 2017).

Sendo assim, usar estas ferramentas como ajuda no aprimoramento na área rural para se tornar sustentável ainda assim é um grande desafio (NAGEL, 2012).



Em relação às informações e gestão do negócio no estudo de Ferreira (2019), os agricultores foram questionados em relação ao armazenamento das informações da propriedade, e se os dados armazenados são utilizados para tomada de decisão.

Embora haja a presença de internet, computadores e smartphones, os agricultores entrevistados, quase que em sua totalidade, recorrem ainda ao uso de agendas para armazenamento das informações e dados (74,3%), seguido de livroscaixa (22,9%), e ainda, 20% armazena as informações ‘de cabeça’.

O uso de computadores e celulares para armazenamento de dados do empreendimento é utilizado respectivamente por apenas 14,3% e 11,4% dos entrevistados, sendo um índice extremamente baixo.

Dessa maneira, apenas 20% dos entrevistados possuem algum tipo de backup das informações armazenadas. Estes dados corroboram com a pesquisa realizada por Borges (2015), em que 29% dos agricultores pesquisados utilizam o computador e apenas 3% o celular para armazenamento de dados da propriedade.

Os próximos questionamentos foram referentes a utilização de programas para gestão da propriedade e tomada de decisão. Nesse sentido, apenas um 1 entrevistado respondeu positivamente em relação ao uso de programa de computador para gestão da propriedade, estando satisfeito com o uso do programa.

Sendo que 60% dos agricultores entrevistados não conhecem os benefícios que um programa de gestão pode trazer e apenas 11,4% acredita que o programa de gestão pode ser utilizado como apoio à tomada de decisão.

Dentre os motivos mais citados pelos agricultores entrevistados pela não utilização de um programa de gestão estão: falta de costume (31,4%), não gosta ou possui desinteresse em mexer no computador (25,7%), consideram perda de tempo (2,9%), falta de conhecimento técnico em gestão (5,7%), e 25,7% não souberam responder (FERREIRA, 2019). Esse quadro não somente é percebido dentre os agricultores, mas entre muitas cooperativas em que esses agricultores são afiliados.

De acordo com a União das Cooperativas de Agricultura Familiar e Economia Solidária – UNICAFES, a maior parte ainda fazia uso de planilhas para administração da cooperativa (UNICAFES, 2018).

O uso de software de gestão pelas cooperativas ainda pode incentivar os afiliados a tornarem seu empreendimento mais eficiente para a tomada de decisão. Percebe-se que o uso do celular ainda é grande para atividade de lazer e comunicação e pouco utilizado para as atividades de gestão do empreendimento ou venda e comercialização dos produtos.

Conforme Felippi et al. (2017) e Deponti et al. (2015) em relação a apropriação da TI por agricultores no Vale do Café/RS, os resultados das pesquisas apontaram que, ainda que as famílias possuíssem acesso às mídias e ofertas de tecnologias de informação (celulares, internet e



computadores), o uso ainda fica restrito às atividades de lazer da família, não sendo utilizadas para o processo de gestão da unidade produtiva e tomada de decisão.

E por fim, ao serem questionados sobre a possível utilização de um aplicativo de celular para controle das vendas dos produtos, comercialização ou gestão do empreendimento familiar, 62,9% dos entrevistados responderam positivamente a possibilidade de utilização.

A crescente incorporação da tecnologia da informação na agricultura tem um impacto positivo no campo, pois substitui a mão de obra, concede mais controle sobre as atividades agrícolas e permite que os agricultores tenham mais acesso ao mercado. Além disso, a TI pode melhorar a conexão entre as propriedades e o mercado, o que, por sua vez, permite coletar informações com mais facilidade.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O acesso à internet e aos computadores (e mais recentemente a outros aparelhos eletrônicos como celulares e tablets) é uma das condições necessárias para que os produtores rurais usufruam dos benefícios esperados do uso da tecnologia da informação aplicada no campo.

Apesar da disponibilidade de computadores, tablets, smartphones e internet na zona rural, seu uso permanece restrito a atividades de lazer e comunicação, confirmando achados de outros estudos.

Contudo, merece destaque que embora os agricultores não utilizem a TI para o desenvolvimento do negócio, existem pontos positivos na análise do acesso dos agricultores a grupos de discussão como Facebook, Whatsapp, interesse em treinamentos online, uso de dados armazenados (mesmo que não por meio de TI) e aplicativos para celular para o interesse da gestão empresarial.

Vale ressaltar que diversos fatores ainda dificultam o acesso dos produtores à tecnologia da informação, sendo a falta de habilidade das novas tecnologias o ponto mais marcante.

Apesar de nem todos os produtores utilizem a TI, os produtores rurais que utilizam a TI entendem a importância de utilizá-la como recurso de apoio à gestão no setor rural, e por isso configuram o acesso à TI como fator importante na tomada de decisão, para a oferta de apoio ao desenvolvimento sustentável da propriedade rural revela-se como um caminho promissor.

É essencial que os empreendedores rurais implementem softwares de gestão em suas propriedades para que possam ter uma visão holística do negócio e não apenas serem rentáveis, mas alavancarem seus ganhos gerando mais com menos gastos de recursos, para que então haja melhorias no desempenho organizacional.

A tecnologia da informação é importante para todos os tipos de negócios, principalmente nas áreas rurais. Quando a teoria é combinada com as respostas dos chefes dos departamentos de gestão da propriedade, os objetivos podem ser alcançados, mostrando que a tecnologia da informação pode auxiliar no enfrentamento das adversidades na gestão financeira da propriedade rural, que é um dos benefícios de saber quanto um produtor precisa precificar seu produto para obter lucro.



Além disso, ao verificar gastos desnecessários no imóvel, como maquinário, pode-se tomar a decisão de substituir o maquinário que produziu o prejuízo. Sem um sistema de gestão financeira dentro de uma empresa rural, a tomada de decisão é limitada.

Alguns produtores relatam que o único controle que eles têm é o escritório de contabilidade repassando os relatórios da propriedade. No entanto, isso não abrange todos os pontos necessários para uma boa gestão.

Quando se trata de boa gestão, refere-se ao momento em que as informações nas mãos do produtor rural se transformam em relatórios e gráficos que podem ser visualizados e compreendidos com tanta rapidez que ele pode tomar uma decisão em minutos, gerando uma posição financeira positiva na produção.

Isso demonstra a importância da tecnologia na produção agrícola em seu desempenho organizacional, e o papel cada vez mais fundamental dos sistemas de informação na gestão do agronegócio.

Este estudo é importante para as empresas rurais, pois faz com que os produtores reflitam sobre o processo de maximização da implantação dos sistemas.

Esta pesquisa também será utilizada como material para outros interessados na área, para pesquisas acadêmicas ou para gestores rurais que pretendam melhorar o desempenho de suas propriedades.

## 5.1 RECOMENDAÇÕES FUTURAS

Diante dessa situação, é preciso ampliar o acesso dos produtores rurais ao computador e à Internet como uma das condições para que possam usufruir dos benefícios esperados do uso da informática no meio rural, mas à custa do aumento das assimetrias entre a chamada de agricultura moderna e atrasada.

Para esse propósito, ações coordenadas e integradas estão vinculadas a políticas de inclusão digital que estimulem a adoção da tecnologia de informação (TI) pelos agricultores por meio de diversas instituições públicas e privadas (instituições de pesquisa, ensino, extensão), bem como facilitem o acesso à TI pelas populações mais excluídas. Porém se o setor rural não estiver apto a capacitar, absorver e utilizar inovações e tecnologias da informação em geral, isso poderá prejudicar a competitividade dinâmica do setor.



## REFERÊNCIAS

- AFFONSO, E. P.; HASHIMOTO, C. T.; SANT'ANA, R.C.G. Uso de tecnologia da informação na agricultura familiar: Planilha para gestão de insumos. *Biblios*, v 60, p 45-54, 2015. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5265903.pdf>.
- ARBAGE, A. P. Fundamentos de Economia Rural. Chapecó: Argos. p. 176-179. 2006.
- BARBOSA, F. F. Agronegócio: Economia Rural. Montes Claros, MG: Unimontes, 2011.
- BATALHA, M. O.; SILVA, A. L. Gerenciamento de sistemas agroindustriais: definições especificidades e correntes metodológicas. In: BATALHA, Mário O. (org.). *Gestão Agroindustrial*. 3.ed. v.1. São Paulo: Altas. 40-41, 2007.
- BRASIL. Governo Federal. Pesquisa mostra que 82,7% dos domicílios brasileiros têm acesso à internet. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3xveD2z>. Acesso em 19 de ago de 2022.
- BORGES, V. de O. A Tecnologia de Informação e Comunicação como ferramenta de apoio ao produtor rural no processo de gestão. (Dissertação de Mestrado). Mestrado Profissional em Desenvolvimento Regional e Meio Ambiente. Faculdades Integradas do Sudoeste Mineiro. UEMG. Minas Gerais, Brasil. 2015. Recuperado de: <https://sucupira.capes.gov.br/>
- CANUTO, Kleber; CHEROBIM, Ana Paula MussiSzabo. Análise da relação entre investimentos em tecnologia da informação e desempenho organizacional. *RAI Revista de Administração e Inovação*, v. 7, n. 4, p. 21-42, 2010.
- CASTELLS, M. A Sociedade em rede. São Paulo: Paz e Terra. (Coleção A era da informação: economia sociedade e cultura, v. 1.2000.
- CONCEIÇÃO, A. F. D. Do consumo à alimentação: as estratégias de comunicação e criação de novos mercados para agricultura e consumidores na sociedade contemporânea. Anais do 55o Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. 55o SOBER. Santa Maria, RS, Brasil. 2017. Recuperado de: <http://sober.org.br/congresso2017/>
- CGI – Comitê Gestor da Internet no Brasil. CGI.br. Pesquisa sobre o uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no Brasil: TIC domicílios e empresas. 2012. Disponível em: <https://www.cgi.br/publicacao/pesquisa-sobre-o-usodas-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-no-brasil-tic-domicilios-e-empresas-2012/>.
- CGI – Comitê Gestor da Internet no Brasil. CGI.br/NIC.br. Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), Pesquisa sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos domicílios brasileiros - TIC Domicílios, 2016. Recuperado de: <http://cetic.br/publicacao/pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-ecomunicacao-nos-domicilios-brasileiros-tic-domicilios-2016/>.
- DELGADO, G. C. A questão agrária no Brasil: 1950-2003. In: JACCOUD, L. (Org.). *Questão Social e Políticas Sociais no Brasil Contemporâneo*. Brasília, DF: Ipea, p. 51-90. 2005.
- DEPONTI, C. M.; FELIPPI, A. C. T.; DORNELLES, M. Os usos e as apropriações das Tics na agricultura familiar em regiões do sul do Brasil. Anais do VII Seminário Internacional sobre Desenvolvimento Regional. Globalização em Tempos de Regionalização– Repercussões no Território, Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, 2015.



FERREIRA, Thayse Ana et al. Uso e apropriação de tecnologias da informação e comunicação (tics) como estratégia para o desenvolvimento de empreendimentos familiares rurais no oeste do paraná. *Orbis Latina*, v. 9, n. 2, p. 87-101, 2019.

FELIPPI, A. C. T.; DEPONTI, C. M.; DORNELLES, M. TICs na Agricultura Familiar: os usos e as apropriações em regiões do Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional*, v13, n1,p 3-31.2017. Recuperado de: <http://www.rbgdr.net/revista/index.php/rbgdr/article/view/2727/0>

FICAGNA, A. V. O. et al. Gerenciamento da propriedade rural: Implantação de um software como sistema gerenciador da propriedade rural. v1,p. -388-416. Belo Horizonte: Atena Editora, 2020.

FRANCISCO, V. L. F. S.; PINO, F. A. Fatores que afetam o uso da internet no meio rural paulista. *Agricultura em São Paulo*, São Paulo, v. 51, n. 2, p. 27-36, jul/dez, 2004.

FURLAN, J. D.; IVO, I. M. Megatendências da tecnologia da informa o. São Paulo: Makron Books, p. 88,1992.

GONÇALVES, Ana Carolina Siqueira et al. Assistência técnica e extensão rural: sua importância para a melhoria da produ o leiteira. Relato de caso. *Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal*, v. 8, n. 3, p. 47-61, 2014.

GUBERT, F. et al. Agronegócio: um olhar sobre a produ o científica brasileira na Base Spell. In: II SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INOVA O EM CADEIAS PRODUTIVAS DO AGRONEGÓCIO.2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional de por Amostra de Domicílios. PNAD/IBGE.2015.

LIMA, C. et al. Gerenciamento da propriedade rural: Implantação de um software como sistema de gerenciamento da propriedade rural. Faculdade de Agronomia: Porto Alegre, 2018.

LUNARDI, Guilherme Lerch; DOLCI, Pietro Cunha; MAÇADA, Antônio Carlos Gastaud. Ado o de tecnologia de informa o e seu impacto no desempenho organizacional: um estudo realizado com micro e pequenas empresas. *Revista de Administra o*, v. 45, n. 1, p. 5-17, 2010.

MACHADO, J. G. C. F. Ado o da tecnologia da informa o na pecuária de corte. 216 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produ o) – Universidade Federal de São Carlos. 2007.

MACHADO, J. G. C. F. A ado o da identifica o eletrônica de animais na gestão do empreendimento rural: um estudo multicaso na pecuária de corte. p.129. Disserta o (Mestrado em Engenharia de Produ o) - Universidade Federal de São Carlos. 2002.

MENDES, Cássia Isabel Costa; BUAINAIN, Antônio Márcio; FASIABEN, M. Heterogeneidade da agricultura brasileira no acesso às tecnologias da informa o. 2014.

MIRANDA, J. C., & DE ASSIS, R.L. Tecnologias da informa o e desenvolvimento rural sustentável. *Ciência da Informa o*, v44, n 3,p 381-395, 2015.

MOREIRA, Vitória Maria Chagas, et al. A IMPORTÂNCIA DAS TECNOLOGIAS DA INFORMA O E COMUNICA O (TICs), NOS DIAS ATUAIS. In: Congresso de Tecnologia-Fatec Mococa. 2021.



MCLUHAN, M. Os meios de comunicação como extensões do homem. São Paulo: Cultrix,1964.

NAGEL, J. Principales barreras para la adopción de las TIC en la agricultura y en las áreas rurales. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. 2012. [http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4011/S2012079\\_es.pdf;jsessionid=310EC2228206A10F89EA3A527F53B8D9?sequence=1](http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/4011/S2012079_es.pdf;jsessionid=310EC2228206A10F89EA3A527F53B8D9?sequence=1).

OLIVEIRA, D. P. R. Sistemas, organização e métodos: uma abordagem gerencial, 20a ed. São Paulo: Atlas.2011.

PATEL, S.; SAYYED, U. I. Impact of information technology in agriculture sector. International Journal of Food, Agriculture and Veterinary Sciences, v 4 , n2,p 17-22, 2014.[https://www.researchgate.net/publication/275339675\\_IMPACT\\_OF\\_INFORMATIONTECHNOLOGY\\_IN\\_AGRICULTURE\\_SECTOR](https://www.researchgate.net/publication/275339675_IMPACT_OF_INFORMATIONTECHNOLOGY_IN_AGRICULTURE_SECTOR).

REDIN, E. Muito Além da Produção e Comercialização. Perspectivas em Políticas Públicas. Vol. VI- Nº 12. P.111-151. Belo Horizonte, 2013.

REIS, R. Contábeis o Portal da Profissão Contábil. Artigos. Contabilidade Rural.2012 Disponível em: <http://www.contabeis.com.br/artigos/767/contabilidaderural/>. Acesso: em 21 ago. 2022.

RIGI, K., et al. The role of information technology in agricultural development. Journal of Novel AppliedSciences. v 3,n , p: 203-205, 2014. Recuperado de: <http://jnasci.org/wp-content/uploads/2014/03/203-205.pdf>

RUSSINI, Alexandre et al. ADOÇÃO DE TECNOLOGIAS AGRÍCOLAS EM PROPRIEDADES RURAIS NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL. Tecnológica, v. 26, n. 1, p. 109-117, 2022. SANTINI, R. B. Avaliação de um ERP para Pequenas Propriedades Rurais. Universidade de Caxias do Sul. Exatas - Área do Conhecimento de Ciências Exatas e Engenharias, 2017.

SARTORELLI, T. R.; MONTANHA, J. K. Tecnologias da informação aplicadas na agricultura. 4a Jornada Científica e Tecnológica da FATEC de Botucatu.2015. Recuperado de: <http://www.fatecbt.edu.br/ocs/index.php/IVJTC/IVJTC/paper/viewFile/239/479>.

SEBRAE. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO-O Produtor Rural e as Tecnologias de Informação. 2019. Disponível em: . Acesso em: 12 de set. 2022.

SEBRAE. TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO NO AGRONEGÓCIO. 2017. Disponível em: . Acesso em 13 set.2022.

SCHROER, C. A. Contribuições da administração na gestão de propriedade rural. 2017.

STAIR, R. M.; REYNOLDS, G. W. Princípios de Sistemas de Informação. Tradução da 11ª edição norte-americana. Editora Noveritis do Brasil, 2015. Disponível em: [https://issuu.com/cengagebrasil/docs/9788522118625\\_livreto](https://issuu.com/cengagebrasil/docs/9788522118625_livreto). Acesso em: 11 de ago de 2022.

UNICAFES – União Nacional das Cooperativas de Agricultura Familiar e Economia Solidária. Notícias, 2018. Recuperado de: <http://unicafes.org.br/unicafes/unicafesdisponibilizara-software-especializado-para-gestao-das-cooperativas>

## Detecção de organismos geneticamente modificados em soja: Uma análise de diferentes técnicas de detecção



<https://doi.org/10.56238/tecnocienagrariabiosoci-024>

### Ariane Pereira de Souza

Centro Universitário Integrado, Brasil  
E-mail: arianepereirawedewer@gmail.com

### André Ricardo Peron dos Santos

Centro Universitário Integrado, Brasil  
E-mail: andreperoff@gmail.com

### Laís de Souza Braga

Centro Universitário Integrado, Brasil  
E-mail: biomedicina@grupointegrado.br

### RESUMO

Devido a criação de novas cultivares de soja e regulamentações acerca de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs), tem-se a necessidade de detecção e análise dessas sementes que pretendem ser comercializadas. O presente trabalho tem por objetivo realizar um levantamento de protocolos de detecção de OGMs em soja. Trata-se de uma revisão de literatura sistemática, cuja busca foi realizada no banco de dados Pubmed, com

a utilização dos seguintes termos em conjunto: “Plants, Genetically Modified; Organisms, Genetically Modified; Multiplex Polymerase Chain Reaction; Real-Time Polymerase Chain Reaction; Polymerase Chain Reaction; Soybeans”. Houve também aplicação de filtros para refinamento dos resultados, com um número final de 217 resultados. Em pesquisa, observou-se que diferentes protocolos estão sendo utilizados e dentre eles, métodos mais excêntricos como a utilização de LAMP (Amplificação Isotérmica Mediada por Loop), ou uma adaptação de método de Sion. O uso de PCR Digital, Multiplex e em Tempo Real se fez presente dentre os demais protocolos, cada um contendo suas variações. A tecnologia presente aplicada na execução destes requer um alto capital, pois grande parte dos materiais são de origem estrangeira, demandando tempo e custo elevado. Há importância de estabelecer um protocolo padrão onde tenha qualidade e custo-benefício que se adeque às demandas do laboratório para a pesquisa e identificação de OGMs em amostras de soja.

**Palavras-chave:** Soja, Reação em Cadeia da Polimerase, DNA.

## 1 INTRODUÇÃO

A soja é conhecida cientificamente como *Glycine Max* (L.) Merrill, originária da Ásia Oriental e considerada a principal oleaginosa cultivada anualmente no mundo, fazendo parte do conjunto de culturas agrícolas com maior destaque no mercado mundial. (RHODEN *et al.*, 2020). Sendo o principal produto da agricultura brasileira, a soja tem sua produtividade em grandes escalas nas últimas décadas no Brasil, onde a utilização de sementes transgênicas vem sendo essencial a esse aumento. (MENDONÇA, 2017).

Segundo Miranda *et al.* (2017), os organismos geneticamente modificados (OGMs) são organismos que sofrem modificações em seu DNA, sendo possível a transferência de genes de um organismo para outro, utilizando as técnicas de Engenharia Genética. O foco dos OGMs é a busca por apresentar alimentos com valores nutricionais elevados com a utilização da tecnologia do DNA recombinante. O melhoramento de plantas ofereceu um aumento de 100% na produção em relação a



um aumento de 12% da área plantada, sendo assim, a prática produtiva por área apresentou mudanças significativas, juntamente com a facilidade na adaptação de diferentes condições divergentes. Esses valores podem ser maiores com o avanço de pesquisas nessa área. (COSSETIN; DURANTE, 2018).

A técnica de PCR (Reação em Cadeia da Polimerase) é essencial para o melhoramento vegetal e baseia-se na amplificação *in vitro* de um segmento específico de DNA, gerando ao final dos ciclos milhões de cópias que poderão ser analisadas. Para realizar a reação é necessário uma amostra do DNA que será amplificado, uma enzima Taq DNA polymerase, dNTPs e primers projetados para delimitar uma região de interesse. Essa técnica é bastante utilizada em laboratórios de melhoramento genético para a identificação de amostras geneticamente modificadas. (ANDERLE, 2021).

É por meio da detecção precisa de OGMs na soja que podemos proteger a saúde humana, garantir a precisão da rotulagem de alimentos e atender às regulamentações de comércio internacional. (SOGA *et al.*, 2020).

Considerando a importância do cultivo de soja e os avanços tecnológicos na área de modificação genética para melhoramento de produção, este trabalho tem o intuito de avaliar protocolos descritos na literatura que otimizam e flexibilizam os processos em programas de melhoramento genético, além de aumentarem a eficiência das técnicas.

## 2 METODOLOGIA

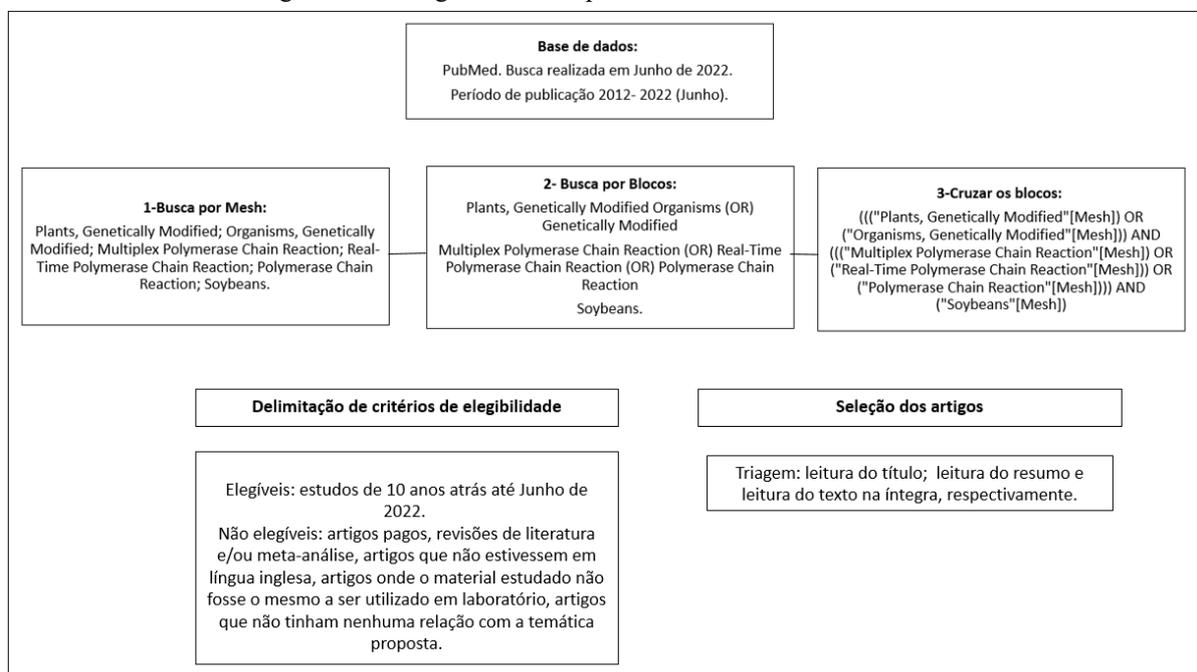
O presente estudo se trata de uma revisão sistemática. Seguiu-se um padrão de pesquisa que consistiu na busca virtual, com a utilização da base de dados Pubmed em Junho de 2022 por três pesquisadores de forma independente e síncrona sob validação do especialista. Para isso utilizaram-se os seguintes “Mesh terms”: Plants, Genetically Modified; Organisms, Genetically Modified; Multiplex Polymerase Chain Reaction; Real-Time Polymerase Chain Reaction; Polymerase Chain Reaction; Soybeans. Na sequência foram colocados termos agrupados em: Plants, Genetically Modified Organisms (OR) Genetically Modified. Multiplex Polymerase Chain Reaction (OR) Real-Time Polymerase Chain Reaction (OR) Polymerase Chain Reaction.Soybeans. Para finalizar esta etapa, cruzamos os blocos, (((“Plants, Genetically Modified”[Mesh]) OR (“Organisms, Genetically Modified”[Mesh])) AND (((“Multiplex Polymerase Chain Reaction”[Mesh]) OR (“Real-Time Polymerase Chain Reaction”[Mesh])) OR (“Polymerase Chain Reaction”[Mesh])) AND (“Soybeans”[Mesh]).

Foram delimitados também critérios de elegibilidade, onde foram considerados elegíveis todos os estudos de 10 anos atrás até Junho de 2022 (Figura 1). Foram excluídos artigos pagos, revisões de literatura e/ou meta-análise, artigos que não estivessem em língua inglesa, estudos onde o material estudado não fosse o mesmo a ser utilizado em laboratório e também artigos que não possuíam nenhuma relação com a temática proposta. A busca, portanto, consistiu inicialmente na seleção de



artigos pelo título, onde os que apresentaram relação com o objetivo do estudo foram incluídos, e, posteriormente, tiveram seus devidos resumos submetidos a uma leitura, onde mantiveram-se os que possuíam em seu conteúdo métodos para a detecção de organismos geneticamente modificados em soja, cumprindo os requisitos do estudo. Por fim, a etapa de seleção concluiu-se pela leitura dos artigos completos, dos quais permitiriam que fosse realizada uma análise comparativa entre as diversas técnicas de detecção de OGMs em diferentes tipos de amostras de soja, além da recuperação de referências presente nesses estudos, que possibilitou uma maior fonte de informações para a construção desse estudo. Existem ainda dados complementares que poderão ser incluídos nesse trabalho em formato de tabela.

Figura 1. Estratégia de busca aplicada na base de dados Pubmed.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Mediante aplicação de filtros, obtiveram-se um total de 217 artigos. A triagem e seleção dos estudos para inclusão na revisão sistemática consistiu na leitura do título, resumo e texto na íntegra. Após a análise do título obteve-se um N de 165 artigos. Com a remoção de triplicatas e leitura do resumo, o resultado do N foi de 40. A leitura do texto completo filtrou ainda mais esse valor, resultando em um N de 20 artigos. Por fim, foram incluídos seis artigos nesta revisão bibliográfica sistemática, na qual um é proveniente da China, outro da Noruega e os demais do Japão.

As cultivares de soja geneticamente modificadas (GM) são produzidas em todo o mundo e cabe às autoridades administrativas de cada país suas devidas regulamentações acerca destas (SOGA *et al.*, 2020). Desde 1996, onde teve sua completa comercialização, culturas geneticamente modificadas foram substanciais economicamente, beneficiando o setor agrícola, de distribuição e consumidor.



(TSUKAHARA *et al.*, 2016). Um exemplo é o Japão, onde tradicionalmente sua culinária tem a inclusão da soja, porém o país produz menos de 10% do que consome, sendo a maior parte importada dos Estados Unidos e Brasil, onde até 2018, 96% da soja cultivada no Brasil era geneticamente modificada. (SOGA *et al.*, 2020).

### 3.1 PCR CONVENCIONAL VERSUS PCR EM TEMPO REAL

Para iniciar as análises metodológicas de identificação de OGM em soja, o estudo de Tsukahara *et al.* (2016) tem como proposta o uso de PCR para um evento específico (MON87701) para detecção quantitativa de OGMs. A obtenção de amostra e preparo da extração de DNA se deu por meio de sementes secas de soja GM e não GM que foram homogeneizadas e incorporadas após moagem. Para obtenção do material genético utilizou-se o kit de extração DNeasy® Plant Maxi, de tecnologia alemã. (TSUKAHARA *et al.*, 2016).

Juntamente às amostras, para amplificação, as seguintes proporções de reagente foram adotadas: 25ng de DNA, 200 mM de dNTP, 1,5 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,625 U de polimerase AmpliTaq Gold® e 0,5 mM par de primers foram adicionados em 25 µL de volume final de solução de reação. Os primers utilizados foram MON87701 direto (5'-TGGTGATATGAAGAT ACATGCTTAGCAT-3'); MON87701 reverso (5'-CGTTTC CCGCCTTCAGTTTAAA-3'). A sonda utilizada foi a MON87701 (5'-TCA GTGTTTGACACACACACTAAGCGTGCC-3'). O programa de amplificação utilizado seguiu a ciclagem de 10 min a 95°C, 40 ciclos de 30 seg a 95°C, 30 seg a 60°C e 30 seg a 72°C. (TSUKAHARA *et al.*, 2016).

Para a PCR em tempo real, as amostras foram preparadas em volume final de 25 µL, contendo 50 ng DNA, 12,5 µL Universal Master Mix, par de primers de 0,5 mM e sonda de 0,2 mM em triplicata para cada amostra. Sua ciclagem foi de 2 min a 50°C, 10 min a 95°C, 45 ciclos de 30 seg a 95°C e 1 min a 59°C. (TSUKAHARA *et al.*, 2016).

Em relação a veracidade e precisão, foram avaliados os seguintes vieses: repetibilidade do desvio padrão relativo e reprodutibilidade do RSD. Para o limite de quantificação, fora estabelecido como a menor concentração que pode ser determinada quantitativamente com um nível aceitável de precisão e exatidão de acordo com o padrão internacional de quantificação de OGM, de modo que ao final do estudo o método desenvolvido teve sua veracidade e precisão semelhante a estudos anteriormente realizados, com variações de 2,3 a 7,0%, de 3,5 a 10,2%, e de 16,8 a 24,4%, com o valor de Cf totalizando 1,24 para o ABI7900, cujo desempenho se mostrou adequado para monitoramento de grãos de soja do Japão. (TSUKAHARA *et al.*, 2016).



### 3.2 PCR EM TEMPO REAL TRIPLEX

No trabalho realizado por Soga et al. (2020), os autores obtiveram uma análise qualitativa e quantitativa por meio de um protocolo comparativo baseado em 3 etapas de PCR em tempo real. (SOGA *et al.*, 2020). Após a obtenção de suas sementes, submeteu-as a um processo de limpeza e secagem com solução de dodecil sulfato de sódio a 5% (p/v), enxágue com água e, posteriormente secas a 40°C durante o período de 16h. Apenas um grão de soja individual foi moído usando um Multibeads Shocker. As amostras foram submetidas a um ciclo de moagem regulado em 1000 rpm por 15 segundos, seguido de 2000 rpm por 15 segundos e 2500 rpm por 15 segundos. (SOGA *et al.*, 2020).

Para extração de DNA, foi utilizado o kit de extração GM quicker 96. A concentração e a qualidade de cada amostra de DNA foram estimadas medindo a absorbância. Os primers e sondas escolhidos pelo autor foram: RRS 01-5' RRS 01-3' RRS-Taq, MON89788-F MON89788-R MON89788-P, KVM175 SMO001 TM031, SHA003 SHA004 TM058, MON 87705-1, MON 87705-2, MON 87705-sonda, MON87769 iniciador 1, MON87769 iniciador 2, sonda MON87769, MON 87701-1, MON 87701-2, MON 87701-sonda. (SOGA *et al.*, 2020).

A replicação ocorreu por três métodos de PCR em Tempo Real Triplex, projetados para rastrear a presença de soja GM em amostras. As sequências alvos foram amplificadas e monitoradas por meio da intensidade de fluorescência de corantes 6-carboxifluoresceína (FAM), TexasRed® e Sulfo-Cyanine5 (Cy5). As reações foram realizadas com um volume final de 20µL, onde continha 50ng de DNA, 10µL FastStart Universal Probe Master (Sem ROX), 0,1µL de cada 50-µM Iniciador M, 0,2µL de cada 10-µM sonda e H2O para completar. Enquanto a ciclagem térmica foi definida da seguinte forma: 95°C por 10min, seguido por 45 ciclos de 95°C por 15s e 55°C por 1min. Um controle positivo foi utilizado na reação. (SOGA *et al.*, 2020).

A reação foi realizada por PCR em Tempo Real, com volume de reação de 25 uL (5ng de DNA, 12,5uL FastStart Universal Probe Master (ROX) (Roche Diagnostics KK), 0,8µM cada primer, 0,1µM Sonda e H2O). A reação foi definida com desnaturação inicial de 95°C por 10 minutos, seguidas de 45 ciclos de 95°C por 15s e 55°C por 1 minuto. Reações com valores de Cq inferiores a 35 e gráficos de amplificação exponencial foram classificados como positivos. As reações com valores de Cq inferiores a 35, mas sem amplificação exponencial, foram classificadas como positivas, enquanto as reações com valores de Cq superiores a 35 foram classificadas como negativas. (SOGA *et al.*, 2020).



O método consiste em 3 etapas tendo como função triar os genes transgênicos mais amplamente utilizados e sequências específicas de eventos usando três métodos de PCR em Tempo Real Triplex. O DNA genômico preparado a partir de um único kernel foi usado como molde em cada poço de uma placa de PCR de 96 poços. (SOGA *et al.*, 2020). A 1ª etapa tem por objetivo detectar Cp4-epsps, Pate MON87708, que cobrem mais de 80% de todos os eventos de soja GM autorizados no Japão (total de 25 eventos), com a utilização do método de PCR em Tempo Real Triplex. Todos os eventos restantes foram detectados usando PCR em Tempo Real Triplex na 2ª e 3ª etapas. Para testar a confiabilidade do sistema de detecção de grãos de soja GM desenvolvido, o DNA genômico preparado a partir de grãos GM genuínos ou CRMs foi testado como modelo. Todos os três métodos de PCR em Tempo Real Triplex projetados detectaram com sucesso as sequências alvo em cada evento de soja GM em valores de Cq de 22,05–32,71. (SOGA *et al.*, 2020).

### 3.3 PCR DIGITAL E 6-PLEX

Descrito pela primeira vez na década de 90, a PCR digital (dPCR) foi proposta no estudo de Kosir *et al.* (2017). A técnica tem por finalidade a amplificação de alvos específicos dentro de uma amostra. Cada replicação funciona como um teste qualitativo se apresentando como “Positivo” ou “Negativo” independentemente da amplitude do sinal. Ao contar as partições negativas e positivas, o número de cópias de DNA em uma amostra pode ser calculado usando a distribuição de Poisson<sup>20</sup>. O autor relaciona a técnica de dPCR com o ensaio 6-plex que tem como alvo todos os cinco eventos GM de soja (p35S, tNOS, ctp2-cp4-epsps, bar e pat). (KOSIR *et al.*, 2017).

O DNA foi obtido por meio de extração e purificado por meio do método *In House* a partir de 200mg de material para todas as amostras, usando um protocolo de brometo de cetiltrimetilamônio (CTAB), com RNase-A e proteinase-K, para remoção de RNA e proteína das amostras. (KOSIR *et al.*, 2017). Essa técnica foi realizada com a utilização do Autodimer, aparelho responsável por executar o alinhamento local de todos os primers e sondas em um ensaio de PCR Multiplex sem a inclusão de lacunas. Durante esse processo, o aparelho atribui um valor de +1 para cada correspondência encontrada e um valor de -1 para cada incompatibilidade identificada. De acordo com as diretrizes, uma pontuação de no mínimo 7 é considerada como um indicativo de uma interação significativa. (KOSIR *et al.*, 2017).

No total, 15 conjuntos de primers e sondas foram preparados para as reações simplex que visavam o evento GM individual de soja. Todas as sondas para os eventos GM e endogene (FAM) foram marcadas com 6-carboxifluoresceína, enquanto endogene Le1 foi marcada com 5'-hexacloro-fosforamidite de fluoresceína. (KOSIR *et al.*, 2017).



Primers e sondas foram projetados para as reações simplex, duplex e multiplex, inclusive para a Le1. Para a reação duplex obteve-se 15 conjuntos, cada um contendo primers e sondas individuais de cada evento, mais os primers e sondas para Le1. 7-plex e 11-plex fizeram uso dos mesmos primers e sondas, no entanto, para a 11-plex houve adição de primers e sondas correspondentes a amostras GM de FG72, DAS-44406-6, DAS-81419-2 e DAS-68416 -4. (KOSIR *et al.*, 2017).

As PCR digitais foram realizadas em um volume final de 20uL, para isso receberam as seguintes proporções: 10 uL 2×ddPCR Supermix para sonda (sem dUTP), 6 uL de primer e mistura de sonda (correspondente 6-plex, 7 -plex ou 11-plex) , 4 uL de DNA, para o branco 4uL de H2O ultra pura. Gotas geradas em cartuchos DG8, por meio de gerador de gotas QX100 Droplet Digital System. As emulsões (água em óleo) foram aplicadas em uma placa de 96 poços para amplificação em um ciclador de PCR T100. A ciclagem se deu da seguinte forma: 10 minutos a 95°C, 40 ciclos de de duas etapas (15 s a 95°C e 60 s a 60°C, a uma taxa de rampa de 2,5°C/s), e incubação final a 98°C por 10 min, e, posteriormente o resfriamento a 4°C. (KOSIR *et al.*, 2017).

Ao fim da ciclagem, as placas passaram por um leitor de gotas QX100 Droplet Digital System. A análise dos dados se deu por meio do software QuantaSof, versão 1.6.6. Gotículas positivas que continham produtos amplificados foram separadas das que não continham, aplicando um limiar de amplitude de fluorescência. (KOSIR *et al.*, 2017).

Uma série de diluição de cópias alvo foi preparada misturando DNA de todos os 15 eventos GM de soja transgênica alvo. Cada amostra GM obteve 128 cópias alvo/ $\mu$ L, com exceção de A2704-12 e MON89788, que atingiram 49 e 92 cópias/ $\mu$ L, respectivamente. A quantidade de material genético de cada amostra foi verificada por duplex ddPCR. O número de cópias de quantificação e detecção para PCR digital receberam determinações baseadas nesses experimentos. Te LOQ (absoluto e relativo) determinou-se de acordo com a menor concentração que gerou um desvio padrão relativo (RSD) <25%<sup>26, 27</sup>. Todas as técnicas aplicadas apresentaram viabilidade na detecção em amostras de soja GM com a utilização de diluições de 1:10 e de 2:10 e, posteriormente, com amplificações do tipo 6-plex, 7-plex e 11-plex também efetivadas com sucesso. (KOSIR *et al.*, 2017).

### 3.4 LAMP E PCR NESTED

Diferentemente dos demais estudos que trazem investigação e avaliação por métodos de PCR, este propõe a detecção de OGM em soja ao montar um estudo que possibilita a visualização a olho nu. Para a execução, utilizou-se amostras identificadas como GM e não GM, que foram moídas para a extração do material genômico utilizando o método *In House* com brometo de cetiltrimetilamônio (CTAB). (LIU *et al.*, 2009).

Para identificação através do método em LAMP foram projetados dois primers internos, sendo eles, com suas respectivas sequências genômicas: FIP (50 -CGGAAAGGCCAGAGGATTGCG-



TTTT-CAGCCTGCATGCTTCACG-30) e BIP (50-CGATCTCCCACCGGTCCTTCAT-TTTT-CGTCCTCGCCTTCCAGAA-30), e dois primers externos, com suas respectivas sequências genômicas: F3 (50 -CCTTTAGGATTTTCAGCATCAGTG-3) e B3 (50 -CATGGCCTTGCCCCGTATT-30). O preparo do analito total de 25uL volume de reação contendo 0,8mM cada um de FIP e BIP, 0,12mM cada um dos primers F3 e B3, 1,6 mM dNTPs, 1M betaína, 20mM Tris-HCl (pH 8,8), 10 mM KCl, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 2mM MgSO<sub>4</sub>, 0,1% Triton X-100, 8 unidades do Bst Fragmento grande de DNA polimerase e 1mL de DNA alvo.

A reação foi mantida em incubação por 45min a 65°C e foi finalizada elevando a temperatura a 80°C por 3 min. Foram feitos testes em temperaturas diferentes a fim de avaliar qual seria a temperatura ótima para amplificação, sendo elas: 60°C, 62°C, 64°C e 66°C. Entretanto, o produto testado a 64°C exibiu um pouco menos de DNA do que aquele que estava um grau acima. Nenhum produto foi detectado nas outras temperaturas. (LIU *et al.*, 2009).

O DNA de plasmídeo p18RR diluído 1:10 foi usado como modelo para LAMP e a reação de PCR Nested. Para detectar amplicons LAMP diretamente no tubo de reação a olho nu, 1,0uL de SYBR Green I diluído 1:10 foi adicionado ao tubo. Na presença de amplicons LAMP a cor da solução se tornaria verde ao invés do laranja original. Géis de agarose a 2% foram feitos para determinar as condições ideais dos produtos LAMP. (LIU *et al.*, 2009).

A reação de LAMP se apresentou com um limite de cinco cópias em 70 min. A mistura de reação LAMP que continha fragmentos amplificados ficou verde imediatamente após a adição de SYBR Green I, enquanto uma solução sem amplicons manteve a cor laranja original de SYBR Green I. O plasmídeo incorporado às amostras (p18RR) funcionou como controle positivo e água destilada como controle negativo. Todas as respectivas amostras GM e não GM acusaram suas procedências. Paralelo a isto, a PCR Nested também foi realizada para as mesmas amostras simultaneamente, e os mesmos resultados foram obtidos (LIU *et al.*, 2009).

### 3.5 MÉTODO DE SION

O trabalho de Harikai tem a proposta de detectar sequências de DNA alvo a olho nu, do qual baseia-se na integração entre PCR e extensão de primer em uma placa plástica. (HARIKAI *et al.*, 2009).

As sementes foram obtidas secas e previamente moídas. Para a extração do DNA, foi utilizado o kit de extração DNeasy® Plant Mini Kit, de tecnologia alemã. No preparo das amostras, utilizou-se 25uL da mistura de reação que continha 12,5uL, QuantiTect Multiplex PCR Master Mix, 0,1mM em cada um dos primers, 0,5mM em cada um dos primers para GA21, uma amostra de DNA de 100 ng e água esterilizada para completar o volume final da reação. (HARIKAI *et al.*, 2009).

Para a PCR Multiplex (8-plex), a ciclagem foi a seguinte: 2min a 50-C e 15min a 95-C, seguido



de amplificação do DNA por 35 ciclos de 60s a 94-C e 60s a 61-C. Os produtos de PCR foram posteriormente utilizados para a reação de extensão do primer. As placas tratadas com primers de extensão modificados com ligantes amino na extremidade 5' e foram sintetizadas e purificadas em coluna de fase reversa. A placa também recebeu um polímero fosfolipídico biocompatível único e uma fração éster funcional altamente ativa para ligar covalentemente o sítio de ligação para oligonucleotídeos ligados a amino sob condições alcalinas. 1 uL de primer de ligação amino em solução alcalina foi adicionado na placa. A placa se manteve incubada por 3 horas e, posteriormente, foi tratada com uma solução de 0,1M de hidróxido de sódio para realização do bloqueio das reações éster. Na sequência, foi lavada com água quente, seca ao ar e armazenada a 4°C. (HARIKAI *et al.*, 2009).

A mistura de reação de extensão do primer (50ml) consistiu em 5U TERMIPol DNA polimerase 7h7 1 - tampão de reação C, 2mM MgCl<sub>2</sub>, 50mg/ml, DNA de esperma de salmão, 0,05% triton-X 100, 100mM dATP, 100mM dGTP, 100 mM dCTP, 65 mM dTTP, 35mM biotina-11-dUTP, 5ml de produtos de PCR e água esterilizada para completar o volume final da reação. As amostras foram incubadas à 95°C por 5 min e então aplicadas na placa previamente aquecida à 72°C que se manteve a essa temperatura por 3 min. A placa foi lavada em 0,1% de triton X-100 em 50 mM de tris (pH 7,5) e depois em 50 mM tampão tris (pH 7,5). Foi incubada novamente por 20 min à 37°C com biotina conjugada + fosfatase alcalina + complexo de avidina (com 200 vezes o volume de 2% BSA e 0,01% de DNA de esperma de salmão em 50mM tampão tris (pH 7,5) e pré-incubado por 20 min em temperatura ambiente antes do uso). A placa foi lavada novamente em 0,1% de triton X-100 em 50 mM tris (pH 7,5) e depois em 50 mM tampão tris (pH 7,5). Posteriormente, foi realizada a incubação da placa à 37° por 10 min com adição de solução NBT/BCIP. Para finalizar a reação, a placa foi lavada com água ultra pura e deixada ao ar seco. (HARIKAI *et al.*, 2009).

Ao final da reação, foi possível a visualização a olho nu dos halos escuros na placa. Estes resultados indicam que este método possibilita identificar amostras contendo 1% de material GM. Entretanto, amostras com menor intensidade de sinal do que aquelas contendo 1% de OGM são invisíveis a olho nu. (HARIKAI *et al.*, 2009).

### 3.6 TÉCNICA DE PCR MULTIPLEX

Diferentemente dos demais estudos anteriormente descritos, este propõe uma avaliação de métodos de triagem de sementes para detecção de cultivar GM. O trabalho realiza uma análise acerca da confiabilidade de detecção de laboratórios usando eventos de teste contendo diversos segmentos-alvo comuns. Para isso utilizaram amostras de cultivares RRS, A2704-12 e MON89788. (TAKABATAKE *et al.*, 2012).



As sementes secas foram obtidas íntegras para posterior moagem e a extração foi realizada por meio do kit de extração DNeasy® Plant Maxi, de tecnologia alemã. Para a análise quantitativa, cada uma das amostras continham um nível diferente de mistura de materiais de teste, ou seja, 0%, 0,50%, 1,0%, 5,0% e 10,0%. Feito isso, foram determinadas as análises interlaboratoriais baseadas no fator de conversão. (TAKABATAKE *et al.*, 2012).

A determinação do valor de Cf do segmento P35S foi realizada com amostras de soja RRS e A2704-12. RRS possui a inserção única do cassete do transgene, enquanto A2704-12 detém duas cópias de todos os segmentos recombinantes que inclui o P35S. Ao analisar os gráficos formados pela PCR em Tempo Real foi possível verificar a separação dos eventos RRS e A2704-12 em relação ao segmento P35S. Os valores de Cf alcançaram razões estimadas (número de cópias), sendo elas RRS = 1,0 e A2704-12 = 2,0. Para MON89788, o Cf foi medido por meio do número de cópias de Le1. (TAKABATAKE *et al.*, 2012).

Os métodos quantitativos de triagem podem ocasionalmente superestimar a quantidade de Organismos Geneticamente Modificados (OGMs) presentes em uma amostra. No entanto, durante a triagem prática é mais importante evitar a subestimação dos valores, pois quantidades de OGMs misturadas que ultrapassam o limite de rotulagem estabelecido podem ser erroneamente estimadas como muito baixas. Portanto, para determinar o valor de Cf para o gene P35S, foi escolhido o método RRS. (TAKABATAKE *et al.*, 2012).

Ao longo deste trabalho é possível verificar diferentes métodos aplicados para identificação de soja GM e, na maioria deles, o único elemento em comum é a PCR. Entretanto, sua aplicabilidade também varia, podendo ser Convencional, em Tempo Real, Multiplex e Nested.

### 3.7 COMPARAÇÃO DE TÉCNICAS MOLECULARES

Tsukahara *et al.* (2016), propõe um comparativo entre a PCR Convencional e a PCR em Tempo Real na detecção quantitativa de evento GM em seus eventos dentro do mesmo estudo.

Soga *et al.* (2020) faz uso PCR em Tempo Real e Multiplex, utiliza protocolo comparativo baseado em 3 etapas para uma análise qualitativa e quantitativa de soja GM. É curioso analisar que para desenvolver seu trabalho, Kosir *et al.* (2017) utiliza PCR Digital, porém para a extração do material genético faz uso do método *In House*. Com a proposta de técnica de visualização a olho nu de OGM em soja, para Liu *et al.* (2009), a PCR é apenas uma etapa do método de LAMP e assim como Kosir *et al.* (2017), o autor faz o uso de *In House* para extração de material genético, com diferentes protocolos.

Harikai *et al.* (2009), da mesma forma que Liu *et al.* (2009), apresenta um estudo cujo objetivo é a detecção de sequências de DNA alvo a olho nu, e neste trabalho a PCR também representa apenas uma das etapas.



Takabatake et al. (2012), diferentemente dos demais estudos, propõe uma avaliação de triagem de sementes para detecção de cultivar GM, realizando uma análise acerca da confiabilidade de detecção de laboratórios usando eventos de teste contendo diversos segmentos-alvo comuns, observando assim se cada laboratório envolvido estava atendendo o requisito de triagem nacional estabelecido. Partindo do princípio que cada estudo exhibe suas metodologias e resultados de maneira singular, a comparação entre eles seria um viés por se tratar de protocolos tão distintos entre si. A análise de diferentes técnicas de triagem de sementes de soja GM ocorre em nível molecular em países distintos (predominantemente no Japão). É válido pensar que a utilização da maioria dos materiais citados nos estudos são provenientes de tecnologia japonesa ou européia e no caso da implementação de protocolos que necessitam destes materiais, analisar a logística e a relação custo-benefício é fundamental. O estudo acerca de tais metodologias faz-se necessário para avaliação dos meios empregados a fim de obter uma padronização de técnicas viáveis, adequadas e confiáveis para implementação na realidade laboratorial.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em síntese, após o levantamento e avaliação de diferentes técnicas empregadas para detecção de OGM em soja presentes na literatura, alguns dos protocolos apesar de apresentarem uma proposta de detecção que chama atenção, sua aplicabilidade não se mostrou eficiente. Protocolos que ainda usam o método *In House* para extração demonstraram que essa técnica não é um empecilho no teste. A triagem para detecção de OGM baseada em 3 etapas apresentou maior eficiência e fidedignidade quando comparada aos demais estudos. Acredita-se que a partir de protocolos eficazes e fidedignos é possível promover alterações nos mesmos para que se adequem à realidade do laboratório sem perder seu padrão de qualidade.



## REFERÊNCIAS

ANDERLE, L. Z.; GUIMARÃES, F. C. M.; KAWAKAMI, J.. Seleção assistida por marcadores moleculares no melhoramento genético da soja. *Revista Técnico-Científica*, n. 25, 2021.

BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Acompanhamento da safra brasileira: grãos - safra 2018/19 – Terceiro levantamento. Companhia Nacional de Abastecimento, v. 7, n. 3, p. 1-28, 2019.

COSSETIN, M. R.; DURANTE, M. C. J.. Soja transgênica no Brasil: Aspectos Positivos e Negativos. *ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL EM VARIEDADE DE FEIJÃO PRETO.*, p. 573. 2018.

HARIKAI, Naoki *et al.* Optical Detection of Specific Genes for Genetically Modified Soybean and Maize Using Multiplex PCR Coupled with Primer Extension on a Plastic Plate. *Bioscience, Biotechnology, And Biochemistry*, [S.L.], v. 73, n. 8, p. 1886-1889, 23 ago. 2009. Oxford University Press (OUP). <http://dx.doi.org/10.1271/bbb.90215>. Disponível em: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/bbb/73/8/73\\_90215/\\_pdf](https://www.jstage.jst.go.jp/article/bbb/73/8/73_90215/_pdf).

KOSIR, Alexandra Bogožalec *et al.* Development and inter-laboratory assessment of droplet digital PCR assays for multiplex quantification of 15 genetically modified soybean lines. *Scientific Reports*, [S.L.], v. 7, n. 1, 17 ago. 2017. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41598-017-09377-w>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28819142/>.

LIU, Mei *et al.* Sensitive and Rapid Detection of Genetic Modified Soybean (Roundup Ready) by Loop-Mediated Isothermal Amplification. *Bioscience, Biotechnology, And Biochemistry*, [S.L.], v. 73, n. 11, p. 2365-2369, 23 nov. 2009. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1271/bbb.80723>. Disponível em: <https://academic.oup.com/bbb/article/73/11/2365/5947783>.

MENDONÇA, R. S. A segurança alimentar e nutricional no Brasil diante da produção da soja transgênica. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

MIRANDA, D. M. et al. A cultura da soja transgênica no Brasil. *PESQUISA & EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA*, n. 6, 2017.

RHODEN, A. C. et al. Análise das tendências de oferta e demanda para o grão, farelo e óleo de soja no Brasil e nos principais mercados globais. *Desenvolvimento em Questão*, v. 18, n. 51, p. 93-112, 2020.

SMALCI, A. et al. Fatores determinantes e condicionantes para inovação e competitividade no setor do agronegócio brasileiro. *Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233)*, v. 10, n. 1, p. 6, 2020.

SOGA, Keisuke *et al.* Development and Testing of an Individual Kernel Detection System for Genetically Modified Soybean Events in Non-identity-preserved Soybean Samples. *Biological And Pharmaceutical Bulletin*, [S.L.], v. 43, n. 8, p. 1259-1266, 1 ago. 2020. Pharmaceutical Society of Japan. <http://dx.doi.org/10.1248/bpb.b20-00382>. Disponível em: [https://www.jstage.jst.go.jp/article/bpb/43/8/43\\_b20-00382/\\_article/-char/en](https://www.jstage.jst.go.jp/article/bpb/43/8/43_b20-00382/_article/-char/en)

TAKABATAKE, Reona *et al.* Development and Interlaboratory Validation of Quantitative Polymerase Chain Reaction Method for Screening Analysis of Genetically Modified Soybeans. *Biological And Pharmaceutical Bulletin*, [S.L.], v. 36, n. 1, p. 131-134, 2013. Pharmaceutical Society of Japan.



<http://dx.doi.org/10.1248/bpb.b12-00766>.

Disponível

em:

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/bpb/36/1/36\\_b12-00766/\\_article/-char/ja/](https://www.jstage.jst.go.jp/article/bpb/36/1/36_b12-00766/_article/-char/ja/).

TSUKAHARA, Keita *et al.* Development and Evaluation of Event-Specific Quantitative PCR Method for Genetically Modified Soybean MON87701. Food Hygiene And Safety Science (Shokuhin Eiseigaku Zasshi), [S.L.], v. 57, n. 6, p. 187-192, 25 dez. 2016. Japanese Society for Food Hygiene and Safety. <http://dx.doi.org/10.3358/shokueishi.57.187>.

Disponível

em:

[https://www.jstage.jst.go.jp/article/shokueishi/57/6/57\\_187/\\_article](https://www.jstage.jst.go.jp/article/shokueishi/57/6/57_187/_article)

## Automatização processo de soldagem MIG/MAG na produção de implementos agrícolas



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-025>

### Raphael Silva Lins

Faculdade de Talentos Humanos - FACTHUS, Rua Manoel Gonçalves de Rezende, 230 - Bairro Vila São Cristóvão - Uberaba/MG. Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM, Rua Edmundo Borges de Araújo, 539 – Bairro São Benedito – Uberaba/MG

E-mail: [raphael.lins@uftm.edu.br](mailto:raphael.lins@uftm.edu.br)

### Francisco de Queiroz Mantovani

Faculdade de Talentos Humanos - FACTHUS, Rua Manoel Gonçalves de Rezende, 230 - Bairro Vila São Cristóvão - Uberaba/MG.

E-mail: [francisco@mantovani.agr.br](mailto:francisco@mantovani.agr.br)

### Gervásio Pegoraro

Universidade Federal do Triângulo Mineiro - UFTM, Rua Edmundo Borges de Araújo, 539 – Bairro São Benedito – Uberaba/MG.

E-mail: [gervasio.pegoraro@uftm.edu.br](mailto:gervasio.pegoraro@uftm.edu.br)

### Alexandre de Oliveira Dias

Universidade de São Paulo - USP - Escola Politécnica, Av. Prof. Mello de Moraes, 2373 – Bairro Butantã - São Paulo/SP.

E-mail: [alexandredias@usp.br](mailto:alexandredias@usp.br)

### RESUMO

Este artigo apresenta uma melhoria no processo de soldagem linear de uma indústria de implementos

agrícolas. Em busca de maior competitividade, foi estudado um projeto em que aumentasse a capacidade interna de produção a fim de se obter uma redução de tempo no processo de soldagem em um lead-time pré-definido visando aumentar a produtividade de implementos agrícolas fabricados, sem aquisição de novas máquinas, reaproveitando os recursos disponíveis. O implemento agrícola, foco da pesquisa, constitui-se de partes e conjuntos com longas extensões de solda linear onde se é exigido um alto rendimento no processo. Para executar uma soldagem linear de baixo grau de automatização, são necessários controle direcional de velocidade de deslocamento e parâmetros de soldagem. A viabilização desta melhoria foi consolidada com a adaptação de uma máquina pantográfica de oxicorte fora de uso. Como o pantógrafo oxicorte é munido destes requisitos, adaptou-se uma tocha de solda, do processo MIG/MAG, onde se encontrava o maçarico de corte, sendo desenvolvido um dispositivo para apoio e travamento das peças. Com isto foi possível aumentar o lote econômico de produtos no lead-time determinado. A capacidade de soldagem disponível aumentou o rendimento e a eficiência, sem aumentar o quadro de trabalhadores ou turnos de trabalho. Além da redução de custo, testes de resistência mecânica foram realizados com o objetivo de constatar uma garantia do processo.

**Palavras-chave:** Automatização, soldagem linear, lead-time, implemento agrícola, processo MIG-MAG.

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com dados da FAS-USDA, referentes as safras (2022/2023) e (2023/2024) o Brasil é o maior produtor mundial de soja, seguido dos Estados Unidos da América (EUA) e Argentina, sendo que possui extensa área agricultável, alta tecnologia de produção tropical, que propicia até duas safras anuais, com amplo desenvolvimento do mercado interno e externo. Com vista a atender o mercado interno, uma ampla rede de indústria de máquinas e implementos agrícolas no país tem buscado



aumentar a sua presença no mercado. Nesse contexto, a indústria nacional de implementos agrícolas, além de atender e sobressair às expectativas funcionais de seus clientes, oferecem produtos com preços competitivos.

O capital nacional e estrangeiro, confere a este amplo mercado a característica de maduro e competitivo.

Uma vez que a oferta atende à demanda, a concorrência entre as indústrias é alta. O mercado demanda produtos com maior tecnologia, inovação, melhores serviços de pós-vendas, preços competitivos, entre outras exigências.

Nesse contexto, é salutar que uma indústria nacional de implementos agrícolas, além de atender e sobressair às expectativas funcionais de seus clientes, possam oferecer produtos com preços competitivos. E assim o termo redução de custo é termo recorrente e importante no planejamento estratégico desta indústria.

Em tempos, movimentos e métodos é a busca contínua por uma produção enxuta e com o máximo de valor agregado para o produto através de coletas e interpretações de dados, ferramentas da qualidade como Lean Manufacturing, assim como Kaizen, mudanças de layouts, etc.

De acordo com Womack e Jones (1998) o ponto de partida principal para o pensamento enxuto é o valor, que só pode ser destacado pelo cliente final, onde suas necessidades são atendidas, definindo tempo específico e preço, itens primordiais para a satisfação do cliente.

O produto em que será objeto de estudo nesse artigo trata-se de um Guincho Hidráulico Agrícola, com capacidade de 2000 kg, exemplificado na “Figura 1” acoplado em tratores agrícolas com potência superior a 75cv.

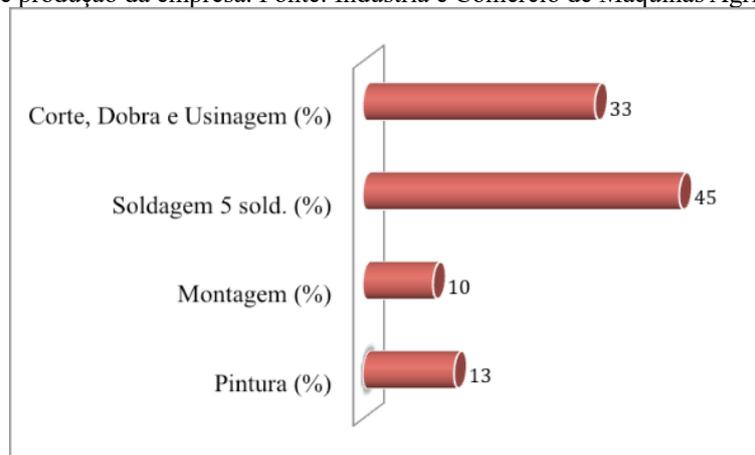
Figura 1. Guincho hidráulico de 2.000 kg. Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2020.



É um implemento agrícola versátil, podendo ser utilizado de inúmeras tarefas em uma propriedade rural desde o plantio a colheita, tanto para suspensão ou descarga de inúmeros insumos e produtos, como sementes e fertilizantes e a própria produção. Este implemento é empregado no carregamento e descarregamento de sementes, fertilizantes e outros insumos acondicionados, onde utiliza-se contentores flexíveis de volumes variados sendo os mais comuns de 500 kg a 1000 kg, denominados big bag. É formado por um chassi principal, apoiado em duas rodas oscilantes, com uma

lança com movimento vertical e lateral, acionado por cilindros hidráulicos acoplados no trator. O processo de soldagem utilizado era manual, sendo a produção feita em lotes de 12 unidades, com lead-time de quinze dias. Cada lote demanda 1015m de solda, executados por cinco soldadores, em turno único. Conforme o gráfico da “Figura 2”, este processo de soldagem corresponde a 45% (quarenta e cinco por cento) do lead-time total, compostas de várias etapas em que a produção inicia e finaliza, associando ao custo da logística da empresa, definindo como um processo de grande importância para a organização, PAOLESCHI (2009). Toda a soldagem era realizada de forma manual e em gabaritos e dispositivos.

Figura 2. Lead time de produção da empresa. Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2020.



E assim o termo redução de custo é termo recorrente e importante no planejamento estratégico deste setor. No presente artigo, será apresentada a melhoria no processo de soldagem linear, através do processo MIG/MAG (GMAW - Gas Metal Arc Welding), com um custo de implantação inferior a 4% (quatro por cento) do valor da aquisição de um processo a arco submerso (SAW - Submerged Arc Welding), ideal ao processo já utilizado. A comprovação dos resultados se dá por meio de Especificação de Procedimento de Soldagem, no qual os ensaios de resistência mecânica e também de ensaios não destrutivos de corpo de prova extraídos de metal base similar aos itens produzidos via mecanização do processo de soldagem. O que confere um avanço na padronização do processo de fabricação e melhoria de processo em vários aspectos: garantia do produto, melhor uso dos recursos energéticos, de mão de obra e qualidade do produto final.

No presente artigo, será apresentada a melhoria no processo de soldagem linear em suas partes e conjuntos.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS



O processo de soldagem MIG/MAG é utilizado na produção do Guincho Hidráulico Agrícola 2000kg (Figura 1). É formado por um chassis principal, apoiado em duas rodas oscilantes, com uma lança com movimento vertical e lateral, acionado por cilindros hidráulicos acoplados no trator.

É produzido durante todo o ano, com aumentos na produção em março, abril, maio, julho, agosto e setembro, períodos em que ocorre o plantio da safrinha e safra.

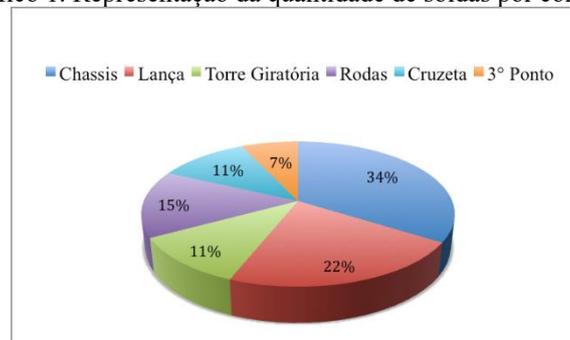
O produto é subdividido em sete partes para sua produção:

- Conjunto Chassis.
- Conjunto Lança.
- Conjunto Torre Giratória.
- Conjunto das Rodas.
- Conjunto da Cruzeta.
- Conjunto do 3º Ponto.
- Conjunto Acessórios.

O processo de fabricação do produto envolve etapas como usinagem, cortes, dobras, soldagem, pintura e montagem. Foi feito um estudo em termos de lead-time para cada uma destas etapas. Foi observado que o processo de produção em que mais incorpora o lead-time é a soldagem, que é o foco deste trabalho. Especificamente a etapa de perfis com soldagem linear em juntas de topo. A seguir será discutida a análise das etapas de soldagem.

Foram coletadas as informações relacionadas ao comprimento de solda por subconjunto em relação ao comprimento total de solda. O conjunto do chassi e lança são os de maiores expressões em soldagem obtendo 56% (cinquenta e seis por cento) da totalidade processada, representados no gráfico da “Figura 3”. Verificou-se então, que grandes parcelas destas soldas nestes dois conjuntos citados se tratavam de soldagens lineares.

Gráfico 1. Representação da quantidade de soldas por conjunto.



Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2020.



De acordo com o Gráfico 1 de todos os conjuntos, o chassi totaliza o maior percentual de soldagem, que mostram que este tipo de processo abrange cerca de 34% (trinta e quatro por cento) em todo implemento. Isto mostra que dos 1015m de solda, 345m são referentes a partes onde é exigido linearidade na soldagem.

No processo de soldagem é realizada a junção das partes através da solda tipo MAG (Metal Active Gas). O abastecimento é feito através de arames sólidos de 1,2 mm de diâmetro em bobinas de 18 kg, através do uso de fonte retificadora de 450 A.

A reconfiguração para soldagem automatizada linear teve como base um oxicorte pantógrafo, modelo White Martins MCPE – 1500. Dispositivo similar foi usado por Dias (2009), na soldagem FCAW (Flux Cored Arc Welding). Foram realizados testes preliminares com o objetivo de padronizar o cordão de soldagem na condição otimizada. A “Tabela 1” apresenta estes valores em termos da velocidade de soldagem, velocidade de alimentação do arame e amperagem.

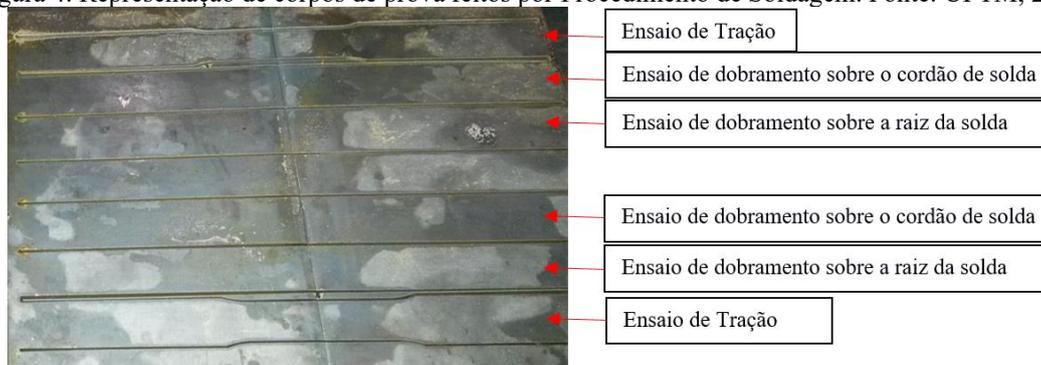
Tabela 1. Parâmetros de Soldagem Mecanizada e Automatizada.

Velocidade de soldagem	381 mm/min
Velocidade de alimentação do arame	6000 mm/min
Corrente de Soldagem	375 A

Aplicando-se a norma ASME (2010) foram produzidos os corpos de prova para realização dos ensaios destrutivos de dobramento e tração e estabelecer uma comparação entre o processo manual e o processo automatizado implementado.

Após soldados, as juntas apresentavam dimensões de 6,5mm x 100mm x 150mm, a partir dos quais foram confeccionados 3 corpos de prova para cada procedimento de soldagem, sendo preparados através do corte de jato d’água, visando não mudar as propriedades metalúrgicas e mecânicas após o processo de soldagem e padronizando os corpos de prova com dimensões de 6,5mm x 16mm x 150mm. Conforme ilustrado na “Figura 4”.

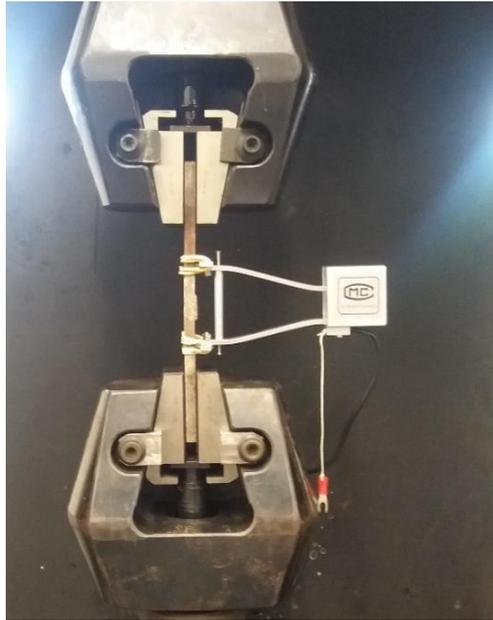
Figura 4. Representação de corpos de prova feitos por Procedimento de Soldagem. Fonte: UFTM, 2021.



Os ensaios de tração e dobramentos foram realizados em uma máquina de testes universal, fabricada pela TIME GROUP INC, modelo WDW-100E, classe 1, número de série 415, com capacidade máxima de 100 KN.

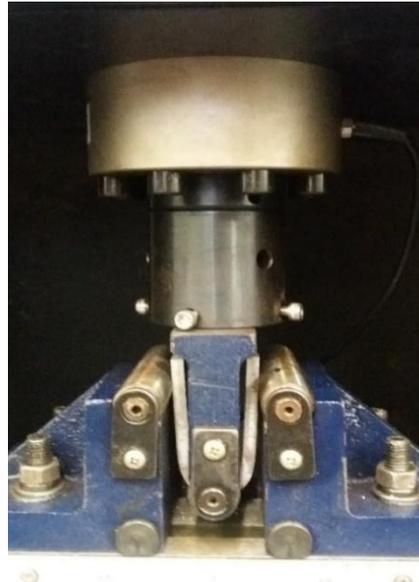
O software utilizado para processamento dos dados coletados pelos sensores foi Win Wdw Eletronic Universal Testing Machine Measurind Control Software. Foram confeccionados 12 corpos de provas para os ensaios de tração conforme “Figura 5”, sendo 6 para processo de soldagem manual e 6 para o processo mecanizado e automatizado, aplicando-se uma velocidade de 0,5 mm/min e um extensômetro de 50 mm.

Figura 5. Ensaio destrutivos: Ensaio de dobramento. Fonte: UFTM, 2021.



Os ensaios de dobramento foram realizados em 12 corpos de prova uma força de compressão aplicada sobre o cordão de solda, também denominado de dobramento de face. Os outros 12 corpos de prova receberam a força de compressão sobre a raiz da solda. Sendo aplicada uma velocidade de 5mm/min e uma distância entre os apoios de 70mm.

Figura 6. Ensaio destrutivos: Ensaio de dobramento. Fonte: UFTM, 2021.



Os ensaios de dobramento foram realizados em 12 corpos de prova uma força de compressão aplicada sobre o cordão de solda, também denominado de dobramento de face. E outros 12 corpos de prova receberam a força de compressão sobre a raiz da solda. Sendo aplicada uma velocidade de 5mm/min e uma distância entre os apoios de 70mm.

Nos corpos de provas que foram aplicados a compressão sobre a raiz de soldagem não houve propagação de trincas e o material dobrou 180° como podemos observar na “Figura 6”.

Devido ao processo produtivo da empresa determinou-se que a solda seria realizada na posição plana (1G) e o tipo junta aplicada de topo, com chanfro reto e sem espaçamento entre as chapas.

Foi detectado que tanto no processo manual quanto no processo automatizado não houve a formação da raiz de solda, sendo comprovado no ensaio não destrutivo de líquido penetrante com inspeção visual conforme “Figura 7”, obtendo-se resultados diferentes no ensaio de dobramento na face e na raiz. Foram inspecionados por este método 24 corpos de prova.

Figura 7. Ensaio não destrutivo por líquido penetrante. Fonte: UFTM, 2021.

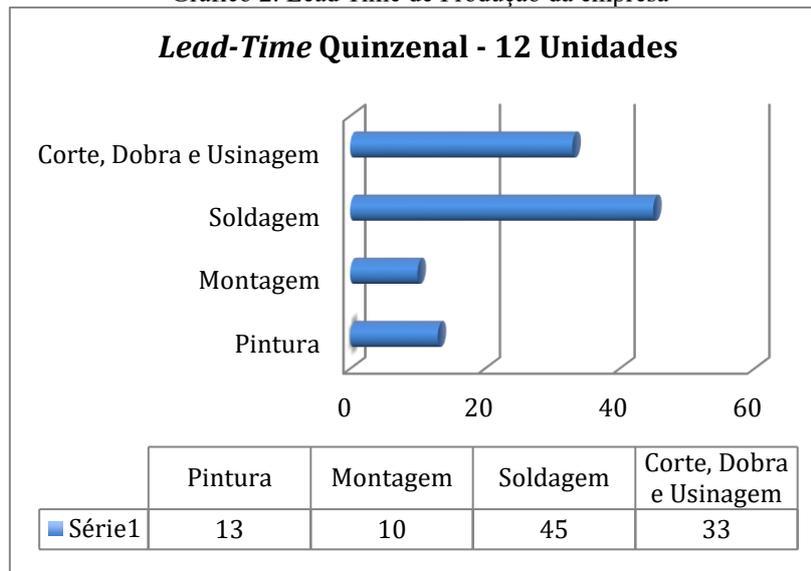


Referente ao lead time é necessário mencionar que este conceito é utilizado para designar o tempo de início das atividades e seu encerramento, sendo as etapas em que a produção inicia e finaliza, relacionando o custo da logística da empresa, definindo como um processo de grande importância para a organização. (PAOLESCHI, 2009)

Desta maneira, a produção inicia-se pelo setor de corte e dobra conformando os aços planos nos formatos desejados, e em paralelo o setor de usinagem. Esta sincronia deve ser mantida de modo que todas as peças e partes cheguem em simultaneidade no setor de montagem pois seus tempos são equivalentes de acordo com a demanda.



Gráfico 2. Lead Time de Produção da empresa



Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2020.

Foi relatado pela empresa o problema da carência de soldadores qualificados na cidade sede, em vista da ausência de centros de treinamentos e concorrência com as usinas sucroenergéticas instaladas na região. Por conta disto sofre gargalos para atender os picos de produção tendo em vista a sazonalidade do mercado.

Para atingir os objetivos da empresa é realizado com periodicidade reuniões para se discutir e planejar as ideias propostas para todo tipo de alteração. Como a melhoria é baseada em processos produtivos têm-se a participação direta desde o colaborador até o gerente industrial.

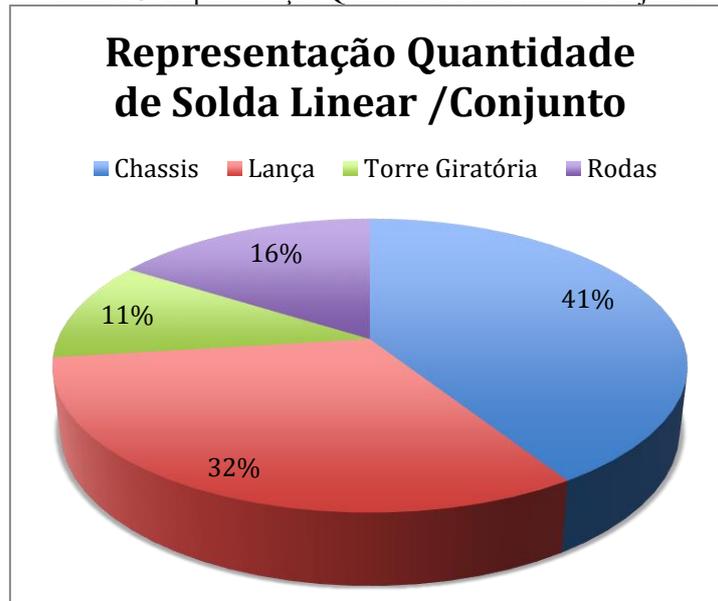
Como o processo de produção em que mais abrange o lead-time é a soldagem, foi elaborado um brainstorming com todas ideias possíveis em prol do objetivo almejado, e sempre viabilizando as de menores custos e maior rentabilidade.

Vale destacar que o conceito sobre brainstorming é utilizado para designar as técnicas da equipe da empresa, sendo tarefas utilizadas para o desenvolvimento criativo do grupo, explorando a criatividade e colocando à disposição da organização, com metas de alcançar os objetivos. (SCARTEZINI, 2009)

O conjunto dos chassis e lança são os de maiores expressão em soldagem obtendo 56% (cinquenta e seis por cento) da totalidade processada (Gráfico 3). Foi verificado então que maiores parcelas destas soldas nestes dois conjuntos citados se tratavam de soldagens lineares.

Correlacionando todos os conjuntos e explanado os índices de soldagem linear, mostrou-se que este tipo de processo abrange cerca de 34% (trinta e quatro por cento) em todo implemento. Isto mostra que dos 1015 metros de soldas 345 metros são referentes a partes onde se é exigido linearidade na soldagem.

Gráfico 3. Representação Quantidade solda linear/ Conjunto

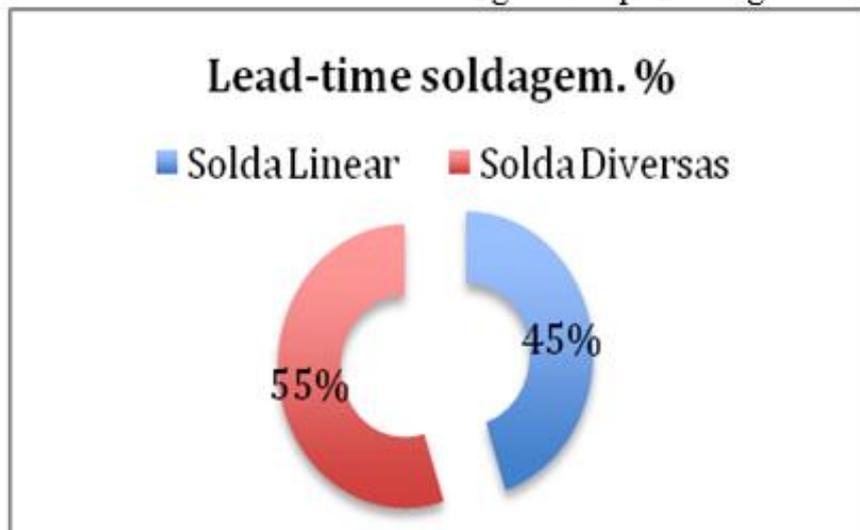


Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2020.

Dos 44% (quarenta e quatro por cento) do lead-time gastos nos processos de soldagem, cerca de 45% (quarenta e cinco por cento) desta totalidade trata-se de soldas lineares (Gráfico 4).

Este tempo padrão é referente com a utilização de 5 soldadores em um único turno, sendo que os inícios da soldagem são para as junções das peças e partes de maiores comprimentos e posteriormente são alocados em outros postos de trabalho para construção dos conjuntos.

Gráfico 4. Lead-time soldagem em porcentagem



Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2020.

Referente ao destaque do tempo-padrão mensura-se que é um recurso utilizado dentro de uma empresa, para uma análise referente à produtividade de seus processos, com várias relevâncias sobre a rotina dos trabalhadores, em que são submetidos em impactos de tempo, para que a fabricação seja



concluída no tempo certo, onde na empresa em destaque utilizou-se maior demanda de mão de obra em um serviço de soldagem, garantindo que a fabricação do implemento seja concluída (CRUZ, 2008).

Foram levantadas duas opções para melhoria do processo soldagem: aquisição de uma máquina de solda tipo arco submerso e a aquisição de um robô de solda. Em ambos investimentos haveria redução do lead time.

O processo do arco submerso (SAW) é uma técnica automática, em que o calor é ministrado por um arco desenvolvido entre um eletrodo de arame sólido ou tubular deixando tanto o metal base quanto a cavidade de fusões submersas em dilúvios granulados garantindo assim a proteção contra a atmosfera (SENAI, 2013).

Menciona nesse requisito que no procedimento de arco submerso promove a qualidade da solda e sua precisão, visto que não ocorrerão intervenções de pessoas durante o trabalho, e este processo proporciona movimentos com altas taxas de deposição e uma flexibilidade ao controle do arco elétrico.

Contudo a solda robotizada se tornaria uma saída fantástica, pois além de executar a tarefa de linearidade também poderia fazer todo tipo de soldagem exigida independentemente da complexidade, direção e sentido.

Porém o alto investimento tinha que ser agregado de forma que todas as peças e fragmentações obtivessem uma alta padronização nos seus processos primários para não ocorrer erros (LIMA & BRACARENSE, 2007).

De acordo com as menções anteriores proferidas, pode-se comentar que a solda robotizada seria um processo incrível para a qualidade e produtividade em todos os aspectos, porém seu valor é muito elevado, pois ainda teria a necessidade de confeccionar dispositivos automatizados para auxiliar o desempenho da função.

Mesmo que fossem dispositivos como um carro de automação para soldagem e corte em trilho rígido, o Gullco Rigid KAT® “Figura 8”; o qual é posicionado em uma base móvel adaptável para soldagem em todas as posições, com excessão aos tubos.

Figura 8. Carro de automação Gullco Rigid KAT®.



Desta forma, Santos (2012) menciona que demandaria a substituição de máquinas mecânicas como guilhotina e dobradeira por máquinas CNC (Controle Numérico Computadorizado) e um dispositivo inteligente para auxiliar o robô “Figura 9” nas posições de soldagem. Demandaria um alto investimento e exigiria um longo prazo de retorno.

Figura 9. Robô de soldagem Fonte: INFOSOLDA, 2022.



O processo arco-submerso (SAW) “Figura 10” demandaria um investimento menor e mais acessível, com retorno mais rápido do que a solda robótica, entretanto maior que um carro de automação “Figura 8”.

Figura 10. Máquina de solda tipo Arco submerso. Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2018.



Contudo, a empresa não dispunha de plano de investimento para aquisição de máquinas para solda. Assim, a melhoria deveria ser concretizada com recursos internos. No levantamento destes recursos, apresentou-se uma máquina a qual se encontrava desativada e poderia ser utilizada na melhoria.

Tratava-se de um oxicorte pantógrafo “Figura 11” modelo White Martins MCPE - 1500 cujo seu trabalho era somente executado para cortes de chapas com espessura acima de 19 mm. A demanda por peças com tais dimensões era baixa, o que tornou vantajoso a empresa adquirir as peças prontas no mercado ao invés de estocar por longos períodos esses materiais.

Figura 11. Pantógrafo Oxicorte MPCE – 1500.



Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2018.

Marques, Modenesi e Bracarense (2009) definem que oxicorte é um processo termoquímico no qual o corte do metal é conquistado pela reação do oxigênio puro com o metal em alta temperatura, conhecido como oxicorte pantógrafo, esta máquina executa a leitura de desenhos em escala 1:1 em cartolinas através de um sensor óptico que enviam sinais que direcionam os motores de passos nos eixos X e Y e comandos para controle e ajuste de velocidades.

Iniciaram-se então os trabalhos para aprovação do projeto, realizando um levantamento de custos de adaptação e criação do dispositivo de soldagem. Como a semelhança do princípio de

funcionamento do equipamento entre oxicorte e a soldagem automatizada linear é bem pronunciada, os gastos para a adaptação foram relativamente baixos.

Foram gastos cerca de 4% do valor da aquisição de um processo arco submerso, incluindo materiais, mão-de-obra e alguns componentes elétricos para a conclusão da adaptação da tocha de solda “Figura 12” no local onde se mantinha a tocha de oxicorte e a fabricação de um dispositivo de soldagem “Figura 13”, como demonstrado na “Figura 14” o novo modelo da máquina.

Figura 12. Tocha de solda adaptada.



Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2018.

Figura 13. Dispositivo de Soldagem.



Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2018.



Para a realização na implantação do projeto, primeiramente foram mensurados os dados atuais para se ter os parâmetros da melhoria proposta. A máquina foi instalada em um galpão equipado com ponte rolante para facilitar e aumentar o rendimento do processo de troca de peças.

Figura 14. Pantógrafo oxicorte modificado.



Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2018.

O cabeçote da retificadora foi instalado em certa altura, de modo que o arame tivesse melhor regularidade auxiliado pela gravidade. A retificadora ficou instalada em um ponto fixo e próximo à máquina, com o intuito de facilitar as regulagens e não prejudicar o deslocamento do pantógrafo. Foi utilizada uma tocha de solda de 5 metros seminova onde foi realizada apenas uma manutenção e substituído sua guia espiral conduíte.

Foi desenvolvido um dispositivo de solda para travar todas as peças, de menor ao maior comprimento. Confeccionado com materiais simples, tem como sistema de travamento das peças o tipo morsa com parafusos sextavados distribuídos em 4 partes.

Foram realizados alguns testes para se criar o ponto ideal de soldagem entre a velocidade de soldagem, velocidade de alimentação e taxa de deposição do arame, juntamente com a corrente de soldagem condizente. A Tabela 1 demonstra os parâmetros de soldagem automatizada.

A execução do trabalho consiste em o soldador, munido da ponte rolante, alocar a peça içada através de correntes com ganchos até o dispositivo de soldagem. Uma vez alocada, o soldador inicia-se o travamento da peça através da morsa de parafusos (4 parafusos) em sua extensão e o posicionamento da tocha até o início da soldagem.

O início do processo por se tratar de uma automatização de baixo grau, isto é, depende ainda do homem para executar a tarefa, o operador liga a máquina e simultaneamente é realizado o armamento da tocha através de um botão adaptado substituindo o gatilho. Ao finalizar o processo o operador desliga ambas as máquinas e iça novamente a peça para ser soldado a outra face.

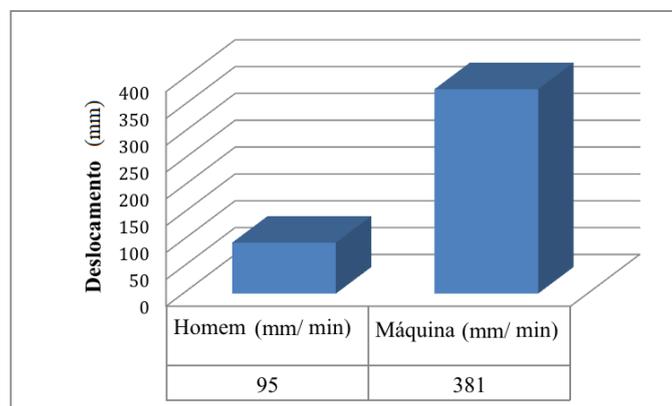


Os tempos coletados para a mensuração dos dados foram todos de ciclos de trabalho, onde se obtém o tempo inicial, inclusos movimentações e set-up até a conclusão do trabalho. Na coleta de dados constatou um ganho de 4 vezes em relação ao tempo de ciclos do processo manual.

### 3 RESULTADOS

Com a conclusão dos testes, constatou-se que a máquina manteve uma cadência de trabalho contínua e ininterrupta, ao invés do soldador, que sofreu desgaste físico e falta de continuidade em decorrência da limitação do ser humano nessas condições de trabalho. o Gráfico 5 a relação de velocidade de soldagem desenvolvida entre homem e máquina.

Gráfico 5. Velocidade de soldagem - Homem x Máquina



Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2021.

Nas Figuras 15, 16 e 17, posteriormente demonstradas, refere-se ao resultado obtido referente ao trabalho realizado pela máquina, é possível observar que a qualidade é quase total, visualizado pelos respectivos graus de erros.

Figura 15. Longarina Chassis.



Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2018.



Os resultados obtidos na proposta de melhoria do processo foram mensurados e analisados tendo pleno êxito nas reduções do lead-time de solda do lote econômico abordado, sem grandes investimentos, conforme estabelecido pela empresa.

Reduziu-se o lead-time quinzenal de soldagem em 3% conciliando-se com a velocidade de soldagem; na nova proposta o processo de soldagem linear foi 83% (oitenta e três por cento) mais rápida, proporcionando um aumento do lote econômico de 12 para 18 unidades, aproveitando-se o mesmo quadro de colaboradores e turno de trabalho.

Figura 16. Conjunto roda. Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2018.



A melhoria colaborou no aumento da capacidade de produção e assim maior oferta de produtos nos períodos de alta sazonalidade. Também houve a redução de custos de produção, uma vez que ocorreu a utilização plena da capacidade instalada de solda da empresa, sem necessitar novas contratações ou abertura de turnos extras. Por parte do processo de suprimentos, houve ganhos na escala de compras e giro do estoque.

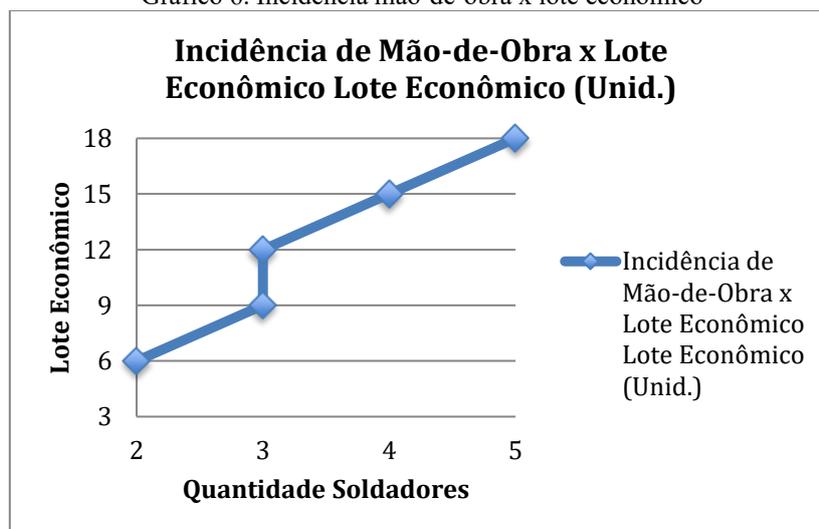
Figura 17. Conjunto lança. Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2018.



Atualmente, apenas um soldador executa a tarefa de soldagem linear, tendo tempo de disponível para abastecer os outros quatro soldadores que irão iniciar as soldagens dos conjuntos. No final do processo de soldagem linear ainda se tem uma ociosidade de tempo para este soldador continuar os trabalhos em conjuntos com o restante da equipe.

Em épocas de baixa demanda, tem se a opção de se reduzir o quadro de colaboradores de acordo com a necessidade e quantidade exigida deste implemento (Gráfico 6). Caso a demanda por outros produtos do portfólio da empresa tenha ascensão, pode haver o remanejamento de soldadores para suprir a demanda, tornando-os polivalentes com a inserção em outros postos de trabalho.

Gráfico 6. Incidência mão-de-obra x lote econômico



Fonte: Indústria e Comércio de Máquinas Agrícolas Mantovani, 2021.

O equipamento oxi-corte não perdeu sua funcionalidade original, pois as alterações e adaptações para seu aproveitamento não houve mudanças estruturais, apenas remoção de partes e



componentes dos fluxos dos gases. Caso haja uma futura demanda pelo processo, é possível remontar o equipamento e efetuar o processo oxicrote.

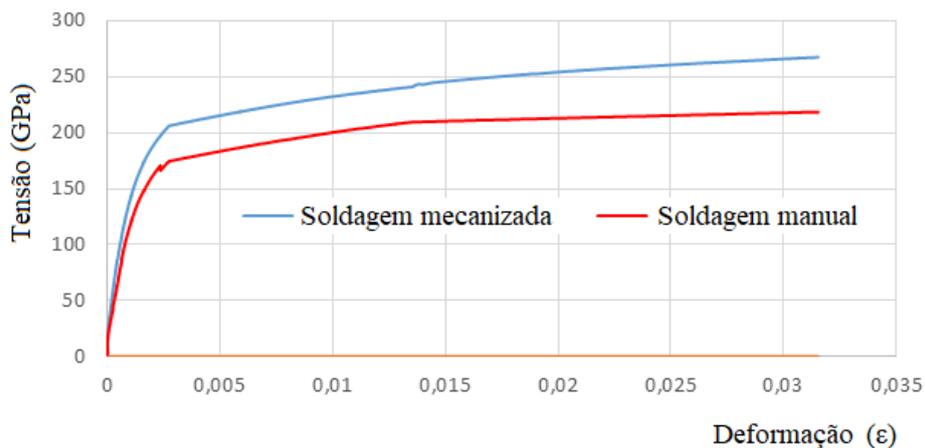
Notoriamente foi observado o grande ganho na estética do trabalho, como também a qualidade da solda na deposição e penetração, concluído através dos ensaios de dobramento. Para Chiaverini (1986) o ensaio é mais qualitativo do que quantitativo, sendo seu objetivo principal é verificar a ductilidade do material.

Analisando os dados obtidos no ensaio destrutivo de tração determinou-se que o módulo de elasticidade apresentado no processo mecanizado foi superior ao manual. Houve um aumento de 8% (118GPa a 128GPa), como pode ser observado no Gráfico 7.

Segundo GARCIA (2012) o módulo de elasticidade do aço ABNT 1020, de corpos de prova inteiros, é de aproximadamente 210 GPa.

Demonstrando que os corpos de prova, mesmo sem uma solda de raiz, apresentaram um módulo de elasticidade considerável de cerca de 61% para soldagem mecanizada e 56% para soldagem manual.

Gráfico 7. Comparação de ensaio de tração entre soldagem Mecanizada e manual.



Fonte: UFTM, 2021.

Ainda é possível perceber um aumento no limite de escoamento para os corpos de prova relativo ao processo mecanizado, em cerca de 14%. Isto mostra que a implementação no processo aumenta a resistência da junta soldada.

O valor obtido de tenacidade, ou seja, a energia absorvida até a ruptura, para o processo mecanizado é cerca de 25% maior do que o processo manual.

Nos ensaios destrutivos de dobramento aplicados na raiz de solda os dados obtidos apresentaram em média um módulo de elasticidade no processo mecanizado e manual, foram 123GPa, 525GPa e 121,263 GPa, respectivamente, conforme mostra “Figura 8”.

Além disso, nos ensaios de dobramento em que a força foi aplicada sobre o cordão de solda (face) os corpos de prova apresentaram ruptura por cisalhamento.



Acredita-se que o ocorrido se deve ao fato de a solda ter penetrado em média 5,5 mm apenas e não ter produzido uma raiz efetiva, ao ser realizado o ensaio destrutivo houve propagação da trinca.

Por meio da automatização do sistema de soldagem foi possível reduzir o lead-time quinzenal de soldagem em 3% (três por cento). Isto proporcionou o aumento do lote econômico de 12 para 18 unidades aproveitando-se o mesmo quadro e turno de trabalho. Atualmente o processo de soldagem mecanizado linear é 83% (oitenta e três por cento) mais rápida do que o processo de soldagem manual.

#### 4 CONCLUSÃO

Foi concluído neste presente trabalho que há grandes possibilidades em intervir diretamente em uma melhoria interna de processos utilizando-se o máximo de seus recursos internos com o menor investimento possível. A realização e consolidação deste projeto foram obtidas através da interação e comprometimento de toda equipe que se dispuseram de seus tempos e conhecimentos.

A criatividade é uma das chaves do sucesso de melhorias como esta, basta-se que todos envolvidos em toda cadeia de determinado produto e/ou processo, e com o auxílio de ferramentas como brainstorming surtem ideias correlacionadas com os objetivos almejados e planejados. Cria-se assim o sentimento em que todos são responsáveis mesmo que seja em uma mínima fração e que sua opinião é de extrema relevância para o sucesso do conjunto.

#### 5 PROPOSTAS FUTURAS

A fim de se obter uma melhor eficiência e rendimento do equipamento foram sugeridas algumas propostas. Utilizar arame tubular 2,0 mm onde se conseguiria aumentar a taxa de deposição de material e conseqüentemente um aumento de velocidade na soldagem.

Além do fato do aumento da deposição, podemos citar que o arame tubular é vantajoso pelas possíveis melhores propriedades mecânicas como tenacidade ao impacto. Recomenda-se a aquisição de uma tocha de solda refrigerada, com objetivos de evitar inconveniências e possíveis problemas referentes ao aquecimento excessivo do processo, garantindo assim uma maior durabilidade do conjunto e estabilidade do arco elétrico.

A diminuição da porcentagem de gás inerte de solda transformando-a em uma mistura mais reativa, onde o rendimento de soldagem pode chegar até 3 vezes mais do que a mistura de argônio e CO<sub>2</sub>. Levando em consideração que o custo do M3 é relativamente 40% (quarenta por cento) abaixo da mistura. O uso do CO<sub>2</sub> puro pode ser uma opção interessante, pois o potencial de ionização do CO<sub>2</sub> favorece a estabilização da raiz do arco, no entanto, de forma antagônica parece aumentar a tensão superficial metal líquido/meio ambiente. De acordo com (SCOTTI; PONOMAREV, 2008), o CO<sub>2</sub> e o N<sub>2</sub> aumentam o calor adicionado ao metal base, melhoram a forma e o acabamento superficial do cordão de solda e proporcionam alta velocidade de soldagem.



A elaboração de um projeto para um novo dispositivo de solda pneumático rotativo, onde as peças são fixadas e presas através de cuícas de freios de caminhões substituindo os atuais de aperto tipo morsa. Inserir a função de rotacionamento do dispositivo, pois todas as peças exigem soldas em ambos os lados tendo a habilidade de girar 180 graus.

Em sistemas automatizados o tempo no qual ele se mante produtivo é maior diminuindo os custos de produção, definem os autores Wainer, Brandi e De Mello (2011) para dispositivos automatizados.

Atualmente este processo é realizado a soldagem em uma das faces, erguido com auxílio de uma ponte e posicionado novamente com a face a ser soldada.



## REFERÊNCIAS

ASME IX - “Qualification standard for welding in brazing procedures, welders, brazers, and welding and brazing operators”, The American Society of Mechanical Engineers – July 1, 2010.

CHIAVERINI, Vicente. Tecnologia Mecânica. V I, 2º. ed. Editora Markon. São Paulo: Pearson, 1986. 266 p.

CRUZ, Juliana Martins. Melhoria do Tempo-Padrão de Produção em uma Indústria de Montagem de Equipamentos Eletrônicos. [Juiz de Fora] 2008 VI, 38P. 29,7 cm (EPD/UFJF, Graduação, Engenharia de Produção, 2008) Monografia - Universidade Federal de Juiz de Fora, Departamento de Engenharia de Produção.

DIAS, A. O. Análise da Influência dos Parâmetros de Pulsação na Soldagem do Aço Inoxidável AISI 304 Através do Arame Tubular AWS E316LT1-4. Dissertação de Mestrado. UNIFEI. Itajubá-MG. 2009. 116p.

EMBRAPA. Cultivo de soja safra 2016/2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1>. Acesso em: 05 de mar. 2017.

GARCIA, Amauri. Ensaio dos materiais/ Amauri Garcia, Jaime Spim, Carlos Alexandre dos Santos. 2.ed. – Rio de Janeiro: LTC, 2012

LIMA, Eduardo José; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. Soldagem robotizada com eletrodo revestido, utilizado controle de comprimento do arco elétrico com compensação da temperatura do eletrodo. Revista tecnologia em metalurgia e materiais. V.4, nº 2, São Paulo, 2007, 33p.

MARQUES, Paulo Villani; MODENESI, Paulo José; BRACARENSE, Alexandre Queiroz. Soldagem – Fundamentos e Tecnologia. 3ºed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009. 362 p.

PAOLESCI, Bruno. Logística integrada: do planejamento, produção, custo e qualidade à satisfação dos clientes. 2º ed. Editora Érica. São Paulo. 2009.

SANTOS, Ricardo Adriano. Curso de programação CNC. Apostila. São Paulo. 2012. 3p.

SCARTEZINI, Luís Maurício Bessa. Análise e melhoria de processos. Apostila. Goiânia, 2009, 22 p.

SCOTTI, A.; PONOMAREV, V. Soldagem MIG/MAG – Melhor entendimento Melhor desempenho. 1º ed. São Paulo: Editora Artliber, 2008. 284 p.

SENAI, 2013. Soldagem: área metalúrgica: informações tecnológicas. Coleção Tecnologia Senai. São Paulo: Senai-SP, 2013. 720 p.

INFOSOLDA. Soldagem robotizada. Disponível em: < <https://infosolda.com.br/223-soldagem-robotizada/> >. Acesso: 01 set. 2022.

WAINER, Emílio; BRANDI Sérgio Duarte; DE MELLO, Fábio Décourt Homem. Soldagem – Processos e Metalurgia. 8º. ed. São Paulo: Blucher, 2011.

WEISS, Almiro. Soldagem. Curitiba: Editora do Livro Técnico, 2010. 126p.

WOMACK, James e JONES, Daniel T. A Mentalidade Enxuta nas Empresas. 7º ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998. 427 p.

## Qualidade da silagem do resíduo agroindustrial de acerola com três tipos de farelos: Farelo de milho, de trigo e de arroz



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-026>

**Raquel Nascimento da Cunha**

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

**Karollayne de Sousa Dib**

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

**Ronaldo Francisco de Lima**

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

**Andréa Krystina Vinente Guimarães**

Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA)

E-mail: [andreavinente@gmail.com](mailto:andreavinente@gmail.com)

### RESUMO

Este artigo apresenta uma melhoria no processo de soldagem linear de uma indústria de implementos agrícolas. Em busca de maior competitividade, foi estudado um projeto em que aumentasse a capacidade interna de produção a fim de se obter uma redução de tempo no processo de soldagem em um lead-time pré-definido visando aumentar a produtividade de implementos agrícolas fabricados, sem aquisição de novas máquinas, reaproveitando os recursos disponíveis. O implemento agrícola,

foco da pesquisa, constitui-se de partes e conjuntos com longas extensões de solda linear onde se é exigido um alto rendimento no processo. Para executar uma soldagem linear de baixo grau de automatização, são necessários controle direcional de velocidade de deslocamento e parâmetros de soldagem. A viabilização desta melhoria foi consolidada com a adaptação de uma máquina pantográfica de oxicorte fora de uso. Como o pantógrafo oxicorte é munido destes requisitos, adaptou-se uma tocha de solda, do processo MIG/MAG, onde se encontrava o maçarico de corte, sendo desenvolvido um dispositivo para apoio e travamento das peças. Com isto foi possível aumentar o lote econômico de produtos no lead-time determinado. A capacidade de soldagem disponível aumentou o rendimento e a eficiência, sem aumentar o quadro de trabalhadores ou turnos de trabalho. Além da redução de custo, testes de resistência mecânica foram realizados com o objetivo de constatar uma garantia do processo.

**Palavras-chave:** Nutrição animal, subproduto, análises bromatológicas, ensilagem.

### 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é possuidor de uma ampla variedade de frutas, destacando-se mundialmente por sua grande produção, sendo que parte dela é destinada ao processamento em agroindústrias, o que acaba originando uma grande quantidade de resíduos, embora existam muitas alternativas, seu aproveitamento ainda é escasso (1). Um dos aproveitamentos dos resíduos é a adição na silagem.

A silagem é um processo de fermentação anaeróbica, realizado a partir do armazenamento de determinado produto, geralmente forragens verdes, com o intuito de preservar e conservar este material (2).

A fim de minimizar alto teor de umidade, concentração de carboidratos solúveis e baixa massa ensilada, tem-se promovido no momento da ensilagem a adição de produtos ricos em matéria seca



e/ou carboidratos solúveis, como o aditivo de acerola (3), que também expressa grande disposição de vitamina C proveniente do fruto, além de compostos antioxidantes (4).

A utilização do subproduto da acerola (*Malpighia emarginata*) acrescidos na silagem visa os aumentos nos teores de matéria seca e PB (5). O uso dos resíduos desidratados da acerola é escolhido a fim de proporcionar elevado teor de EE e garantir esse aumento a cada 1% de inclusão do resíduo da acerola (3).

Os aditivos são visados com o objetivo de proporcionar melhorias na fermentação, valor nutritivo, reduzir perdas por gases e efluentes, assim, aditivos providos de coprodutos de agroindústrias buscam unir esses resultados e proporcionar um destino mais econômico e ambientalmente racional (6).

O farelo de milho apresenta composição bromatológica, cerca de 89% de MS, 8,22% de PB, 1,60% de FDA e 20,98% de FDN (CQBAL – MILHO FARELO). (7) apresentou que os valores de FDN do farelo de glúten de milho são mais altos que os de alimentos concentrados tradicionais.

Foi observado por (8) que a adição de 20% de farelo de trigo foi suficiente para garantir alta recuperação e teor da matéria seca ensilada de capim-mombaça e reduziu a fração fibrosa da silagem, as perdas por gases e efluentes, recuperou maior quantidade de matéria seca, reduziu o pH, promoveu elevação do teor protéico e reduziu a fração fibrosa da silagem.

E (9) mostraram que o farelo de arroz apresenta 70% de nutrientes digestíveis totais com 13 a 15% de proteína bruta.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade sensorial, recuperação de matéria seca e composição bromatológica da silagem de resíduo de acerola com aditivos sequestrantes de umidade: farelos de milho, arroz e trigo.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no laboratório de Bromatologia da Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA), unidade Tapajós, Santarém-PA, com latitude 02° 25' 56" S e longitude 54° 41' 27.

O resíduo de acerola foi adquirido em uma agroindústria localizada no município de Santarém-PA, no bairro Aldeia. Os farelos utilizados como aditivos foram provenientes do mercado municipal do mesmo município.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições, sendo eles: T1 - resíduo de acerola sem adição de farelos; T2 - resíduo de acerola mais 20% do farelo de milho, T3- resíduo de acerola mais 20% do aditivo farelo de arroz; T4: resíduo de acerola mais 20 % do resíduo de trigo.

Os resíduos de acerola e os aditivos foram homogeneizados individualmente em recipientes e compactados manualmente com soquetes de madeira em silos laboratoriais de PVC com 100 mm de



diâmetro, comprimento e raio de 5 cm, de forma a atingirem uma densidade de 600 kg/m<sup>3</sup>. Antes de ensilar, amostras das misturas dos farelos com os resíduos foram retiradas amostras de 500g para realizar análises da composição bromatológicas (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição químico-bromatológica dos ingredientes in natura utilizados para confecção das silagens.

Silagem de resíduo de acerola (%) constituinte <sup>1</sup>				
	T1	T2	T3	T4
MS	37,49	39,17	38,52	38,13
PB	13,63	12,82	15,28	17,66
MO	97,73	98,09	96,20	95,63
MM	2,26	1,90	3,83	4,36
EE	11,30	11,32	11,30	11,33
FDN	94,29	97,82	97,90	95,22
FDA	96,11	97,70	98,23	96,08

MS-matéria seca; PB – proteína bruta; MO-matéria orgânica; MM-matéria mineral; EE-extrato etéreo; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido. Fonte: Elaborado pelo autor.

Os silos foram fechados com tampas de PVC, providos de válvula de escape dos gases oriundos de fermentação, lacrados com fita adesiva, pesados e armazenados. Aos 30 dias da ensilagem os silos foram novamente pesados, com o propósito de avaliar matéria seca e recuperação de matéria seca, após, abertos onde foram descartados os primeiros 5 cm de silagem executando assim as avaliações.

A avaliação sensorial das silagens ocorreu de acordo com metodologia descrita por (10).

Foram considerados aspectos relacionados ao odor, coloração e manipulação (teor de Matéria Seca), para os quais as silagens receberam pontuações e, a partir da soma das pontuações classificadas com relação ao valor nutritivo e valor sanitário.

Foram retiradas amostras de 500g de silagem, colocadas em sacos de papéis e levados à estufa de circulação forçada de ar a 55 °C por 72h para determinação dos teores de matéria pré-seca, por conseguinte, as amostras foram moídas em moinho de facas, em peneira de malha de 1 mm de diâmetro e posteriormente determinados os valores de MS segundo a metodologia do (11).

A determinação de recuperação de Matéria Seca foi calculada de acordo com a equação descrita por (12):

$$\text{RMS} = ((\text{MFab} \times \text{MSab})) / ((\text{MFfe} \times \text{MSfe})) \times 100$$

Onde:

RMS= Índice de recuperação de matéria seca;

MFab= Massa de forragem na abertura;

MSab= Teor de massa na abertura;

MFfe= Massa de forragem no fechamento;



MSfe= Teor de matéria seca da forragem no fechamento.

As composições químicas – bromatológicas, do resíduo de acerola com adição de farelos foram obtidas de acordo com técnicas descritas por (11), para matéria seca (MS), mineral (MM) e orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE).

Os valores de MO (matéria orgânica) foram estimados pelas seguintes fórmulas:

Em que:

$$\text{MO} = 100 - \text{MM};$$

Sendo que para EE houve uma adaptação, consistindo na pesagem de 2 g de amostra em cartuchos de papel filtro, posteriormente colocados nos tubos com 170 ml de éter etílico, realizada com a amostra mergulhada no éter por 4 horas à 50°C. Logo após o processo os cartuchos foram retirados e levados em estufa a 105°C, por 12 horas, e pesados para obtenção do EE.

As análises de Fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com (13).

Os teores de compostos nitrogenados insolúveis em detergente ácido (NIDA) foram estimados nos resíduos obtidos após extração das amostras no detergente ácido, respectivamente (13), por intermédio do procedimento de micro Kjeldahl (11).

Para a determinação do nitrogênio amoniacal, foi utilizado amostras previamente congeladas, onde foram retiradas 25 g de amostras de silagens, seguindo a metodologia de (14).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade da matéria seca (DMS) foram estimados conforme (15), pelas equações:

$$\text{NDT} = 87,84 - (0,7 \times \% \text{ FDA}) \text{ e } \text{DMS} = 88,9 - (0,779 \times \% \text{ FDA}).$$

Os carboidratos totais (CT) e carboidratos-não-fibrosos (CNF) foram avaliados de acordo com (16), através das respectivas equações:

$$\text{CT} = 100 - (\% \text{ PB} + \% \text{ EE} + \% \text{ cinzas}) \text{ e } \text{CNF} = 100 - (\text{FDN} + \text{CZ} + \text{PB} + \text{EE})$$

As médias das variáveis, recuperação de matéria seca, nitrogênio amoniacal e composição bromatológica foram submetidas a análise de variância, e comparadas pelo teste de Tukey. O software utilizado para as análises foi o SISVAR versão 5.6(17).



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas tabelas 2 e 3 estão descritas as avaliações sensoriais das silagens de resíduo de acerola com adição de farelos respectivamente: T1 - sem adição; T2 - com farelo de milho, T3 - farelo de arroz e T4 - farelo de trigo. De acordo com as avaliações todas as silagens apresentaram características com classificação “Boa a muito boa”

Tabela 2 - Avaliação sensorial das silagens de resíduo de acerola com adição de farelos quanto às características associadas ao valor nutritivo.

Tratamentos	Pontuação	Classificação*	Parâmetro*
T1	21	Boa a muito boa	21 – 25
T2	21	Boa a muito boa	21 – 25
T3	24	Boa a muito boa	21 - 25
T4	24	Boa a muito boa	21 - 25

\*Conforme critérios estabelecidos por (10).

Em relação as características associadas ao valor nutritivo, as silagens sem adição de farelo e com farelos de milho e de arroz apresentaram parâmetros que as classificaram como produto de qualidade (Boa a muito boa), não se observou presença de leveduras, o odor estava ácido característico, coloração esverdeada e teor de matéria seca (através da manipulação) apropriado, o que sugere quantidades adequadas de ácidos desejáveis para uma boa fermentação do material. Entretanto, as silagens com farelo de trigo apresentaram características que as classificaram como “avaliar as possibilidades de risco”.

Tabela 3 - Avaliação sensorial das silagens de resíduo de acerola com adição de farelos quanto as características associadas ao aspecto sanitário.

Tratamentos	Pontuação	Classificação*	Parâmetro*
T1	-2	Boa a muito boa	-0 a -5
T2	-2	Boa a muito boa	-0 a -5
T3	-8	Avaliar as possibilidades de risco	-6 a -10
T4	-2	Boa a muito boa	-0 a -5

\*Conforme critérios estabelecidos por<sup>(10)</sup>

Na tabela 4, estão apresentados os resultados da composição bromatológica e recuperação da matéria seca após a análise de variância e comparação de médias, o EPM (Erro padrão da média) e a probabilidade.



Tabela 4 - Composição química – bromatológica e recuperação de matéria seca das silagens de resíduo de acerola com adição de farelos no tempo 0 horas com 30 dias de fermentação.

VARIÁVEL	Nível de adição (da matéria natural)					EPM	P
	T1	T2	T3	T4			
MS	16,2 b	27,7 a	27,0 a	28,0 a	0,41	<0,1	
MM	2,09 b	1,67 b	4,23 a	4,39 a	0,14	<0,1	
MO	97,9 a	98,33 a	95,7 b	95,6 b	0,14	<0,1	
EE	12,1 b	17,9 a	13,3 b a	13,2 b a	1,26	0,01	
FDN	69,4 a	34,7 b	40,3 b	46,0 b	3,17	<0,1	
FDA	65,8 a	20,4 c	28,5 b	23,8 c b	1,39	<0,1	
PB	10,1 c	14,1 b	18,1 a	17,5 a	0,80	<0,1	
NH <sub>3</sub> /N	14,8 a	7,81 a	8,38 a	10,5 a	3,70	0,53	
NDT	41,7 c	73,5 a	67,8 b	71,1 b a	0,97	<0,1	
DMS	37,5 c	72,9 a	66,7 b	70,3 b a	1,08	<0,1	
CNF	5,43 c	34,1 a	21,8 b a	16,9 c b	3,38	<0,1	
CT	75,6 a	66,2 b	64,3 b	64,8 b	1,49	<0,1	

MS – Matéria seca, MM – matéria mineral, MO – matéria orgânica, EE – Extrato etéreo, FDN – fibra em detergente neutro, FDA – fibra em detergente ácido, PB – Proteína bruta, NH<sub>3</sub> – nitrogênio amoniacal, NDT – nutrientes digestíveis totais, DMS – digestibilidade da matéria seca, CNF – carboidratos não fibrosos e CT – carboidratos totais. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey.

A utilização dos aditivos proporcionou um aumento significativo ( $P < 0,1$ ) nos teores de matéria seca em todas as silagens aditivadas com os farelos. Quando a silagem foi somente de resíduos de acerola, o teor de MS foi de 16,2 %, já com adição de farelo de trigo chegou a 28 %, o que corroborou com (8), que observaram aumento na MS da silagem de capim-mombaça com introdução de 20% do farelo de trigo. (12) reitera, que apesar da riqueza nutricional dos resíduos agroindustriais úmidos de frutas na confecção de silagem, os mesmos apresentam um alto teor de umidade, podendo facilitar a presença de bactérias indesejáveis, o que acaba favorecendo as perdas.

Os teores de MM foram maiores nas silagens com a inclusão dos farelos de trigo e arroz ( $P < 0,1$ ). Por outro lado, essas silagens tiveram maiores valores de MO. Esses valores não expressaram alterações que pudessem representar uma silagem mal conservada.

De acordo com (18) quando a conservação da forragem ocorre de modo inadequado acomete perdas de MO, aumentando conseqüentemente a MM, destacando que um teor de cinzas bem reduzido pode indicar uma silagem bem conservada, já um aumento na MM pode simbolizar contaminação com o solo.

Quanto aos valores de EE, houve diferenças significativas ( $P < 0,1$ ) entre os tratamentos. As silagens com inclusão dos farelos apresentaram teores de EE superiores as silagens sem inclusão, no tratamento com farelo de milho foi observado o maior valor 17,9 %, com um aumento de 5,8 pontos percentuais em relação a testemunha.

No entanto, de acordo com a literatura esses teores estavam fora do padrão preconizado, (19) relata em sua pesquisa que dietas com teor de lipídeo acima de 6% pode inibir a fermentação e o crescimento microbiano ruminal, com redução da digestibilidade da fibra e na taxa de passagem dos



alimentos. Portanto, esses altos valores destacados em todos os tratamentos mostram que essas silagens podem apresentar dificuldade na digestibilidade.

Com relação a FDN, as silagens sem inclusão de farelos apresentaram teores elevados, 69,4% em relação aos demais tratamentos, o que corroborou com resultados encontrados por (20), que ao pesquisar as características físico-químicas de subprodutos da agroindústria processadora de frutas, obteve o valor de 71, 87% de FDN no subproduto da acerola.

Em contrapartida as silagens que foram submetidas ao uso dos aditivos sequestrantes de umidade reduziram esse valor.

Segundo (21), dietas contendo menor teor de FDN possibilita maior ingestão de MS pelo animal, em razão do menor efeito físico de enchimento do rúmen, pelo material não fibroso, fato que pode propiciar uma maior taxa de passagem, estimulando o consumo.

O mesmo efeito foi observado em relação aos teores de FDA, as silagens sem aditivos também apresentaram altos valores de FDA e reduções nos teores com a adição dos farelos. Isto poderia comprometer a digestibilidade da matéria seca, uma vez que (3) relataram alto teor de lignina como um dos problemas que podem ocorrer ao se fazer uso dos subprodutos da acerola.

A adição de farelos sequestrantes de umidade não influenciou significativamente ( $p>0,1$ ) a relação  $NH_3/NT$  das silagens. Com valores entre 7,8 e 14,8, no entanto, o valor preconizado para silagens por (22) é de no máximo 10%.

Observou-se diferença estatística entre os tratamentos ( $p<0,1$ ) em relação a PB. As silagens acrescidas com os farelos apresentaram maiores valores de PB, os teores variaram de 10,1 % a 18, 1 %. De acordo com (13), para efetiva fermentação microbiana ruminal os alimentos fornecidos aos animais ruminantes devem conter no mínimo 7% de PB. Assim, os teores de PB das silagens produzidas estão acima do mínimo necessário de 7g/kg para garantir o crescimento da microbiota ruminal.

Os teores de NDT, DMS e CNF foram maiores nas silagens com adição dos farelos ( $P<0,0001$ ). Com relação ao NDT, os teores variaram de 41,7 a 73,5 %. De acordo com (23), o teor energético de uma silagem deve estar entre 64% a 70% de NDT. Esses teores encontrados revelam que os valores observados nas silagens do T1 estão abaixo do preconizado e os valores de T2 e T4 estão acima. A silagem com adição de farelo de milho (T2) apresentou o maior teor de DMS, 72,9 % ( $P<0,1$ ).

O maior valor de CNF foi encontrado nas silagens de resíduo de acerola com adição de farelo de milho, com 34,1% e o menor valor no tratamento controle com 5,43%.

O aumento de CNF pode ter ocorrido em função da alta concentração de amido no farelo de milho, visto que, (24) relata a abundante presença do amido nos grãos de cereais, sendo um dos componentes energéticos mais importantes na alimentação dos ruminantes.



Em relação aos CT houve diferença significativa entre as silagens ( $P < 0,1$ ), onde o maior valor foi expresso na silagem de resíduo de acerola sem uso de aditivos. No entanto, todos os tratamentos mantiveram-se dentro dos padrões desejáveis (entre 50% a 80%), como sugere (13).

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As silagens com uso de aditivos indicaram boa fermentação e conservação através dos valores de MM e MO, elevaram os teores de MS e PB em todos os tratamentos indicando uma boa qualidade nutritiva, aumentaram também os teores de DMS, indicando uma boa digestibilidade.

Entretanto, os altos teores de FDN podem inviabilizar o consumo da silagem de resíduos de acerola.



## REFERÊNCIAS

- 1Gomes JAF, Leite ER, Ribeiro TP. Alimentos e alimentação de ovinos e caprinos do semiárido brasileiro. Sobral: Embrapa Caprinos. 2007. 1:23p.
- 2Cardoso EG, Silva JM. Silos, Silagem e ensilagem. Embrapa Gado de Corte. Campo Grande. 1995; 2:6p. (<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139015/1/cnpgc-divulga-02.pdf>)
- 3Ferreira ACH, Neiva JNM, Rodriguez NM, Lopes FCF, Lôbo RNB. Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. Revista Ciência Agronômica. 2010; 41(4):693-701. (<https://doi.org/10.1590/S1806-66902010000400025>)
- 4Sousa MSB, Vieira LM, Silva MJM, Lima A. Caracterização nutricional e compostos antioxidantes em resíduos de polpas de frutas tropicais. Ciência e Agrotecnologia. 2011; 35(3):554-559. (<https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000300017>)
- 5Maia ISAS, Braga APB, Guerra DGF, Lima Júnior DM. Valor nutritivo de silagens de capim elefante com níveis crescentes de resíduo da agroindústria da acerola. Acta Veterinaria Brasilica. 2015; 9(2)190-194.
- 6Negrão FM, Zanine AM, Souza AL, Cabral LS, Ferreira DJ, Dantas CCO. Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. 2016; 17(1):13-25. (<https://doi.org/10.1590/S1519-99402016000100002>)
- 7Pedroso AM, Santos FAP, Bittar CMM. Substituição do milho em grão por farelo de glúten de milho na ração de vacas em lactação em confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia. 2009; 38(8):1614-1619. (<https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000800028>)
- 8Zanine AM, Santos EM, Ferreira DJ, Pereira OG, Almeida JCC. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-mombaça. Braz. J. vet. Res. anim. Sci. 2006; 43(6):803-809.
- 9Goes RHTB, Kennyson LHXS, Souza A. Alimentos e alimentação animal. Editora UFGD, 2013. 80p. (<http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/3074>)
- 10Meyer H, Bronsch K, Liebetzeder J. Supplemente zu Vorlesungen und bungen in der Tierernahrung. Verlag M. e H. Schaper, Hannover, 1989.
- 11AOAC. Association of official analytical chemists' Official methods of analysis. Arlington. 1990; 15(1):1117p. (<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>)
- 12Schmidt P, Souza CM, Bach BC. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar? In: Jobim CC, Cecato U, Canto MW, Bankuti FI (eds.). Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas. 2014; 5: 21p. Anais... Maringá: UEM, 2014. (<https://wp.ufpel.edu.br/govi/files/2010/09/Aditivos-em-silagens-uso-estrat%C3%A9gicoQuando-e-como-usar.pdf>)
- 13Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. 2nd. Ed. Ithaca: Cornell University. 1994; 476p.



14Bolsen KK, Lin BE, Brent BE, Feverherm AM, Urban JE, Aimutis WR. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silage. *Journal of Dairy Science*. 1992; 75(11):3066-3083.

15 Rodrigues RC. Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos. Pelotas: embrapa clima temperado, 2010.

16Sniffen CJ, O'Connor JD, Van Soest PJ, Fox DG, Russel JB. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and 34 protein availability. *Journal of Animal Science*. 1992; 70(11):3562-3577. (DOI: 10.2527/1992.70113562x)

17Ferreira DF. Sisvar: A computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*. 2011; 35(6): 1039-1042. (<https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>)

18Ashbell G, Weinberg ZG, Hen Y, Filya I. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. *Journal of Indian Microbiology and Biotechnology*. 2002; 28(5):261–263. (DOI: 10.1038/sj/jim/7000237)

19Kozloski GV. Bioquímica dos ruminantes. Editora UFSM. 2002; 140p.

20Lousada Júnior JE, Costa JMC, Neiva JNM, Rodriguez NM. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. *Revista Ciência Agronômica*. 2006; 37(1):70-76.

21Resende FD, Queiroz AC, Fontes CAA. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 1994; 23(3):366-376.

22Kung JRL, Shaver RD, Bolsa RJ, Schmidt RJ. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101(5):4020-4033. (doi: 10.3168/jds.2017-13909)

23Keplin LAS. Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93. *Revista Batavo*. 1993; 8:16-19.

24Oliveira VS, Neto JAS, Valença RL, Silva BCD, Santos ACP. Carboidratos fibrosos e nãofibrosos na dieta de ruminantes e seus efeitos sobre a microbiota ruminal. *Portal de periódicos UFU*. 2016; 22(2):1-19.

## Criação de material educativo como guia para promover saúde aos usuários do programa Hiperdia



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-027>

### Izabel Karolayne Cesário da Silva

Graduanda do Curso de Enfermagem na Faculdade Centro Universitário Cesmac.  
E-mail: izabelacademico1@gmail.com

### Lania Kimberly Costa Lima

Graduanda do Curso de Enfermagem na Faculdade Centro Universitário Cesmac  
E-mail: ania-kimberly@hotmail.com

### Maria José Ribeiro Sampaio Silva

Mestra em Ciências da Educação; Docente Mestre do Curso de Enfermagem da Faculdade Centro Universitário Cesmac.  
E-mail: mjrsampaio@yahoo.com.br

### Jandson de Oliveira Soares

Mestre em Enfermagem; Docente Mestre do Curso de Enfermagem da Faculdade Centro Universitário Cesmac.  
E-mail: jandson.oliveira@cesmac.edu.br

### Ingrid Martins Leite Lucio

Doutora em Enfermagem; Docente Doutora do Curso de Enfermagem e Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade Federal de Alagoas.  
E-mail: ingridmll@eenf.ufal.br

### RESUMO

Introdução: As Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT) mais prevalentes são a Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) e Diabetes Mellitus (DM), que apresentam valores

semelhantes e estão frequentemente associadas. Uma das maiores dificuldades que as Unidades Básicas de Saúde encontram é a falta de adesão dos usuários ao programa de HIPERDIA e a ausência dos mesmos nas consultas periódicas. Objetivo: Criar um manual educativo que agregue ao HIPERDIA, sendo uma ferramenta da promoção de saúde a fim de melhorar a qualidade de vida dos hipertensos e diabéticos. Metodologia: Trata-se de um estudo descritivo, com abordagem qualitativa, do tipo relato de experiência, descrevendo as etapas envolvidas por acadêmicas de enfermagem, autoras e construtoras do recurso didático: “MANUAL DE HIPERDIA”, no qual se estabeleceu importantes etapas instrutivas a serem seguidas como forma de organização para a elaboração do material. Resultados e Discussão: O recurso educativo aborda os aspectos da Hipertensão Arterial e do Diabetes Mellitus a fim de orientar os usuários sobre como conviver de forma saudável com essas condições crônicas, apresentando de forma lúdica, acessível e descomplicada para o público-alvo. O material possui 48 páginas, contendo orientações em saúde como: sugestões de atividades físicas, cardápios e fitoterápicos, espaço para controle de medicações, glicemia e pressão arterial. Considerações finais: O manual apresenta-se relevante e mostra-se como novo material de ensino nas atividades de educação em saúde, com o objetivo de motivar o usuário portador de doença crônica e desenvolver práticas em saúde de forma simples, rápidas e eficazes no controle dessas patologias.

**Palavras-chave:** Enfermagem, hipertensão, diabetes mellitus, atenção primária à saúde.

## 1 INTRODUÇÃO

O processo de transição demográfica, caracterizado pelo envelhecimento populacional de forma acelerada e sem precedentes, associado à transição epidemiológica, processo relacionado à mudança no perfil de adoecimento e mortalidade, favorece o envelhecimento populacional e, por consequência, mudança nos padrões de adoecimentos, com a incidência de doenças crônicas e



degenerativas tornando-se as principais responsáveis pela mortalidade da população (OLIVEIRA, 2019).

As Doenças Crônicas não Transmissíveis (DCNT), principalmente as doenças cardiovasculares e diabetes, são causadas por vários fatores ligados às condições de vida dos sujeitos. Os principais fatores de riscos comportamentais para o adoecimento por DCNT são: tabagismo, consumo de álcool, alimentação não saudável e inatividade física (BRASIL, 2021).

As DCNTs mais prevalentes são: Hipertensão Arterial Sistêmica (HAS) e Diabetes Mellitus (DM), que apresentam valores semelhantes. Além de prevalentes, estas doenças estão frequentemente associadas. A HAS e DM são doenças crônicas e não têm cura, mas podem ser controladas com medicamentos e bons hábitos de vida. Ao contrário, as duas doenças costumam ter consequências graves, sendo responsáveis por morbidade e mortalidade globais significativas (BRASIL, 2021).

O tratamento da HAS e do DM são similares, sendo constituído por educação e modificação no estilo de vida, incluindo aumento de atividade física, reorganização de hábitos alimentares e, se necessário, uso de medicamentos. A dificuldade do paciente em usar a medicação prescrita, fazer atividade física, seguir a dieta ou modificar seu estilo de vida, de acordo com as orientações da equipe multiprofissional, é um problema sempre presente na prática clínica da Unidade Básica de Saúde (UBS) (SOUZA, COSTA, 2020).

Segundo a portaria GM/MS 235, em 20 de fevereiro de 2001, foi instituído o Plano de Reorganização da Atenção à Hipertensão Arterial e Diabetes Mellitus (HIPERDIA), que se destina ao cadastramento e acompanhamento de portadores de HAS e/ou DM atendidos pelo Sistema Único de Saúde (SUS), permitindo gerar informação para aquisição, dispensação e distribuição de medicamentos de forma regular e sistemática a todos os pacientes cadastrados.

A Atenção Primária à Saúde (APS), é caracterizada por um conjunto de ações e de cuidados, situada no primeiro nível de atenção, visando a promoção e proteção da saúde, prevenção de agravos, diagnóstico e tratamento, ações de reabilitação e manutenção no âmbito individual e coletivo. Sendo considerada a principal e mais adequada forma de acesso das pessoas ao sistema de saúde, estando diretamente associada a uma distribuição equânime da saúde entre populações (BRASIL, 2017).

A equipe da APS, tem encontrado várias demandas na adesão dos usuários ao programa HIPERDIA, tendo como os maiores problemas, a dificuldade em mudar o estilo de vida, seguir a prescrição terapêutica e o pouco conhecimento sobre a doença. Portanto, é relevante a participação e o apoio da família/cuidador, na adoção de atitudes mais saudáveis de vida, incentivando e auxiliando na mudança de rotina (SOUZA, COSTA, 2020, p. 4).

A atuação da enfermagem na APS, envolve ações de promoção, prevenção de agravos, proteção e recuperação da saúde de pessoas que residem no território de abrangência da unidade de saúde, no espaço individual e nos espaços coletivos. (FERNANDES et al., 2022, p. 3). A educação



em saúde, faz parte do processo de trabalho do enfermeiro, como uma ferramenta que contribui substancialmente no processo de aprendizagem do usuário, promovendo novos hábitos, aceitação de novos valores e estímulo a criatividade, tornando-se uma inovação do cuidado orientado, pautado na autonomia e na qualidade de vida (COSTA, et al., 2020).

Dessa forma, o enfermeiro como integrante da equipe multidisciplinar, assume a corresponsabilidade das ações do cuidado para a promoção da saúde e na assistência de pacientes com hipertensão e diabetes, tendo em vista, sua responsabilidade no rastreamento, diagnóstico, tratamento e prevenção das doenças crônicas. Com isso, a promoção da saúde é tida como uma das estratégias para buscar a melhoria da qualidade de vida da população (SARNO; BITTENCOURT; OLIVEIRA, 2020).

Portanto, diante desta temática, pontuando e reavaliando as dificuldades da adesão dos usuários ao HIPERDIA, surgiu a seguinte questão: quais ferramentas poderiam ser usadas para aperfeiçoar a adesão dos usuários ao programa HIPERDIA?

O presente estudo tem como objetivo o fomento de um manual educativo que agregue ao HIPERDIA, como uma ferramenta da promoção de saúde, que oportunize saberes ampliados e resolutivos ao usuário, estimulando sua autonomia e interesse nas informações para melhoria de sua qualidade de vida.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 TIPO DE PESQUISA

Trata-se de um estudo descritivo, com abordagem qualitativa, do tipo relato de experiência, descrevendo as etapas envolvidas por acadêmicas de enfermagem, autoras e construtoras do recurso didático: “MANUAL DE HIPERDIA”, no qual se estabeleceu importantes etapas instrutivas a serem seguidas como forma de organização para elaboração do material, embasado em textos científicos com a finalidade de fornecer informações seguras sobre o conteúdo abordado.

### 2.2 A SISTEMATIZAÇÃO DO CONTEÚDO

Para o levantamento da bibliografia, foram utilizados os materiais disponibilizados pelo Ministério da Saúde (MS), e feito um levantamento sobre o assunto “hipertensão arterial e diabetes mellitus na atenção primária à saúde”, utilizando as bases de dados Scientific Electronic Library Online (SciELO), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS) e Google Acadêmico para a busca dos artigos científicos. A busca foi delimitada também pelo idioma, incluindo estudos apenas em português, delimitando os períodos de 2019 a 2023. Os Descritores em Ciência da Saúde (DeCS) utilizados para acessar as publicações foram: Enfermagem; Hipertensão; Diabetes Mellitus; Atenção Primária à Saúde.



## 2.3 ILUSTRAÇÕES, LAYOUT E DESIGN DO MANUAL EDUCATIVO

Considerou-se a necessidade de incluir ilustrações no manual, com o intuito de tornar a leitura atrativa e de fácil compreensão. Definiu-se que seriam incluídas ilustrações prontas, a partir do Canva®, plataforma de design e comunicação visual. Além disso, para torná-lo ainda mais dinâmico, utilizou-se textos de linguagem simples, QR Codes para exibição de vídeos no aparelho móvel e sugestões de cardápios pautados nas políticas de atenção ao paciente com doença crônica e guias alimentares do MS. O layout e design do material são criação das autoras do estudo, efetivados com o auxílio da plataforma citada previamente. O manual foi elaborado com tamanho de formatação de 21cm de altura e 15cm de largura.

Por se tratar de um estudo descritivo de construção de um recurso educativo, o presente estudo não precisou ser submetido à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A construção do manual educativo desenrolou-se após a definição do tema e foi elaborado de modo sequencial em três etapas: na primeira foi feito o levantamento bibliográfico do conteúdo a ser abordado, na segunda ocorreu a escolha do título e na terceira etapa foi feita a montagem do manual.

### 3.1 DEFINIÇÃO DA TEMÁTICA

A definição da temática, surgiu a partir das experiências das autoras enquanto acadêmicas de enfermagem no estágio supervisionado da disciplina de Integração, Serviço, Ensino e Comunidade (ISEC).

Pois, percebeu-se que, durante os atendimentos aos pacientes hipertensos e diabéticos, através do programa HIPERDIA, haviam lacunas a serem preenchidas, embora exista uma excelente assistência prestada nas unidades de saúde que ultrapassam as consultas, exames e medicações.

Com isso, mostrou-se necessário a integração do paciente para que conseguisse compreender como viver com essas condições de forma equilibrada, e para isso, seria necessária uma reeducação.

Foi então, através desta análise, que resolveu-se produzir um material abordando essas DCNTs, com o intuito de aumentar o nível de informação aos pacientes hipertensos e diabéticos, bem como, melhorar a prevenção e promover saúde ao público-alvo.

### 3.2 PRIMEIRA ETAPA DO MANUAL: LEVANTAMENTO BIBLIOGRÁFICO

Após definir o tema a ser abordado, foi realizada a seleção dos conteúdos que seriam utilizados na construção.

Essa seleção teve a finalidade de embasar cientificamente as informações ofertadas no recurso educativo. Foi realizado um levantamento bibliográfico nas bases de dados utilizando artigos obtidos



através da plataforma Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), anexados nas bases de dados ScieELO, LILACS e Google Acadêmico, publicados nos últimos cinco anos e que abordassem a temática proposta deste trabalho. Para o levantamento do estudo foram aplicados os descritores “Enfermagem”, “Hipertensão”, “Diabetes Mellitus” e “Atenção Primária à Saúde” no idioma português, cadastrados no Descritores de Ciências em Saúde (DeCS).

Os artigos encontrados, foram selecionados através da leitura dos seus resumos, e aqueles que mais se adequavam ao tema e estavam disponíveis na íntegra foram utilizados. Após a aplicação dos critérios de elegibilidade, estabeleceram-se 4 artigos na quantidade final (Quadro 1).

Quadro 1. Amostra da revisão

<b>Título</b>	<b>Tipo de publicação</b>	<b>Ano de publicação</b>	<b>Periódico</b>	<b>Objetivo</b>
Perfil de pacientes com hipertensão arterial e/ou diabetes mellitus de unidades de Atenção Primária à Saúde	Artigo	2020	Instituto Israelita de Ensino e Pesquisa Albert Einstein	Analisar as características de pacientes com hipertensão arterial e/ou diabetes mellitus de unidades de Atenção Primária à Saúde.
Percepção de Hipertensos e Diabéticos sobre a Adesão ao Tratamento Farmacológico e Não Farmacológico	Artigo	2022	Revista Saúde em Redes	Identificar a percepção dos pacientes hipertensos e diabéticos acompanhados pela ESF sobre os motivos de não adesão ao tratamento farmacológico e não farmacológico.
HIPERDIA: programa para a melhoria do controle dos pacientes com hipertensão arterial e diabetes mellitus da estratégia da saúde da família do “Santinho I e II” em Barras-Piauí	Artigo	2020	UNASUS	Estimular a adesão dos hipertensos e diabéticos no programa do HIPERDIA da Estratégia da Saúde da Família - ESF Santinho I e II e desenvolver atividades educativas sobre hábitos saudáveis, como prática de atividades físicas e alimentação saudável.
Transição demográfica, transição epidemiológica e envelhecimento populacional no Brasil	Artigo	2019	Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde	Discorrer acerca das doenças típicas do envelhecimento e a liderança das enfermidades que mais acometem a população e que ocasionam a maior parte das mortes.

### 3.3 SEGUNDA ETAPA DO MANUAL: A ESCOLHA DO TÍTULO

A escolha do título “MANUAL DE HIPERDIA” se deu a partir da percepção da dimensão de pacientes que possuem ambos os diagnósticos, e a alta probabilidade de já tendo uma patologia, com o passar do tempo adquirir a outra, tornando-se assim um material de sobremaneira completo.

### 3.4 TERCEIRA ETAPA DO MANUAL: ELABORAÇÃO E MONTAGEM

O manual educativo foi intitulado como “MANUAL DE HIPERDIA” a fim de facilitar a identificação de profissionais da saúde e leitores sobre o teor do material, tendo em vista, o intuito da disponibilização do material no meio eletrônico. Nesse sentido, está sendo representado nas figuras (1 e 2) a parte inicial do material.

Figuras 1 e 2. Capa e ficha técnica do “Manual de HIPERDIA”.



Fonte: Acervo pessoal, 2023

Para a elaboração do material foi utilizada a versão paga da plataforma de design online Canva®, que permite a criação de conteúdos visuais utilizando diversas imagens, fontes, modelos e ilustrações.

O manual é composto por 48 páginas contendo várias informações indispensáveis ao público-alvo, dentre elas: fatores de risco, sinais e sintomas, complicações, prevenção, tratamento farmacológico e não farmacológico das duas DCNTs mencionadas previamente (figuras 3 a 16).



Figura 3 e 4. Sumário da HAS e DM.

SUMÁRIO		SUMÁRIO	
<b>Hipertensão Arterial (ou pressão alta).....</b>	<b>3</b>	<b>DIABETES MELLITUS.....</b>	<b>20</b>
O que é a Hipertensão Arterial?.....	5	O que é Diabetes Mellitus?.....	21
Fatores de risco.....	6	Tipos de Diabetes Mellitus.....	22
Sinais e sintomas.....	7	Fatores de risco.....	23
Complicações da hipertensão.....	7	Sinais e sintomas.....	24
Prevenção.....	8	Complicações da Diabetes.....	25
Tratamento não farmacológico.....	9	Prevenção.....	26
Atividades físicas.....	10	Tratamento não farmacológico.....	27
Práticas Integrativas e Complementares.....	12	Alimentação.....	28
Alimentação.....	13	Atividades físicas.....	30
Controle da pressão arterial.....	15	Práticas Integrativas e Complementares.....	31
Controle de medicações.....	17	Tratamento farmacológico.....	32
Falsas crenças.....	19	Cuidados importantes.....	33
		Controle da glicemia.....	38
		Controle de medicações.....	40

Fonte: Acervo pessoal, 2023

Figura 5 e 6. Definição e fatores de risco da HAS

## HIPERTENSÃO ARTERIAL

### O QUE É ?

Uma pessoa é considerada hipertensa quando os níveis da pressão arterial estão altos e se mantém assim por várias medições seguidas. Ela é considerada uma doença crônica, isso significa que se desenvolve lentamente e dura por muito tempo, podendo chegar a vida inteira.

**Tabela 1** - Classificação da Pressão Arterial (PA) a partir de 18 anos de idade

CLASSIFICAÇÃO	PAS (mmHg)	PAD (mmHg)
PA ótima	< 120	< 80
PA normal	120-129	80-84
Pré-Hipertensão	130-139	85-89
Hipertensão	140 ou +	90 ou +

PA: pressão arterial; PAS: pressão arterial sistólica; PAD: pressão arterial diastólica  
Fonte: Diretrizes Brasileiras de Hipertensão Arterial, 2020.

A pressão normal ótima é a que registra números abaixo de 120 mmHg x 80 mmHg. Para as medições em consultório, os valores de referência para hipertensão são de 140 mmHg x 90 mmHg.

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | Página 5

## FATORES DE RISCO

Segundo a Sociedade Brasileira de Cardiologia (2020), os principais fatores de risco são:



**A genética** é responsável por cerca de 30% a 50% dos casos de hipertensão arterial.



**A idade**, pois a medida que envelhecemos, as nossas artérias tornam-se mais rígidas e menos resistentes, tendo assim, como consequência o aumento da pressão.



**O sedentarismo** causa problemas no corpo que podem consequentemente levar a hipertensão arterial, como é o caso da obesidade.

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | Página 6

Fonte: Acervo pessoal, 2023



Figura 7 e 8. Sinais e sintomas, complicações e prevenção da HAS

<h3>SINAIS E SINTOMAS</h3> <p>Os sintomas da hipertensão costumam aparecer somente quando a pressão sobe muito, podem ocorrer: <b>dores no peito, dor de cabeça, tonturas, zumbido no ouvido, fraqueza, visão embaçada, falta de ar e sangramento nasal.</b></p> <h3>COMPLICAÇÕES DA HIPERTENSÃO</h3> <p>Com o passar do tempo, caso a hipertensão não seja controlada, existe o risco do endurecimento das artérias, podendo levar a ruptura do vaso sanguíneo em decorrência do aumento da pressão. Existem inúmeras complicações, dentre elas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li> No <b>coração</b> aumenta o risco de infarto do miocárdio;</li><li> No <b>cérebro</b> pode ocasionar um acidente vascular cerebral/derrame;</li><li> Nos <b>rins</b> ocorre obstrução das artérias causando insuficiência renal.</li></ul> <p>Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos   <b>Página 7</b></p>	<h3>PREVENÇÃO</h3> <p>A pressão alta não tem cura, mas tem tratamento e pode ser controlada. Além dos medicamentos disponíveis atualmente, é importante adotar um estilo de vida saudável como:</p> <ul style="list-style-type: none"><li> <b>PRATICAR ATIVIDADES FÍSICAS NO DIA A DIA</b></li><li> <b>NÃO ABUSAR DO SAL</b></li><li> <b>DIMINUA OU ABANDONE O CONSUMO DE ÁLCOOL</b></li><li> <b>EVITAR ALIMENTOS GORDUROSOS, PROCESSADOS E EMBUTIDOS</b></li><li> <b>UTILIZAR MEDICAMENTOS SOMENTE COM INDICAÇÃO MÉDICA</b></li></ul> <p>Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos   <b>Página 8</b></p>
--	--

Fonte: Acervo pessoal, 2023

Figura 9 e 10. Definição e alguns tipos da DM

<h3>O QUE É?</h3> <p>A Diabetes Mellitus (DM) é uma doença causada pela <b>produção insuficiente ou má absorção de insulina</b>, hormônio que regula a glicose no sangue e garante energia para o organismo.</p> <p><b>O bom controle da glicemia depende de:</b></p>  <p>Fonte: Hospital Israelita Albert Einstein, São Paulo, Brasil.</p>  <p>Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos   <b>Página 21</b></p>	<h3>TIPOS DE DIABETES:</h3> <p>A diabetes pode se apresentar de diversas formas e possui diversos tipos diferentes. Dentre eles:</p> <p><b>TIPO 1</b></p> <p>Resultado de uma destruição autoimune que ocorre no organismo. Ocorre em cerca de 5% a 10% dos diabéticos. A causa desse tipo de diabetes ainda é desconhecida, mas a hereditariedade é um indicativo de risco para adquiri-la.</p>  <p><b>TIPO 2</b></p> <p>É o tipo mais comum e afeta cerca de 90% dos diabéticos no Brasil. Ocorre quando o corpo não aproveita adequadamente a insulina produzida. A causa do diabetes tipo 2 está diretamente relacionado ao sobrepeso, sedentarismo, triglicérides elevados, hipertensão e hábitos alimentares inadequados.</p>  <p>Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos   <b>Página 22</b></p>
---	---

Fonte: Acervo pessoal, 2023

Figura 11 e 12. Fatores de risco e sinais e sintomas da DM

### FATORES DE RISCO

Além dos fatores genéticos e a ausência de hábitos saudáveis, existem outros fatores de risco que pode contribuir para o desenvolvimento do diabetes:

Diagnóstico de pré-diabetes;
Pressão alta;
Colesterol alto ou alterações na taxa de triglicerídeos no sangue;
Sobrepeso;
Doenças renais crônicas;
Diabetes gestacional.

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | Página 23

### SINAIS E SINTOMAS

Apesar da Diabetes Mellitus se apresentar de diferentes formas e possuir diversos tipos diferentes, os sinais e sintomas são semelhantes. Vejamos alguns deles:

**Figura 1. Sinais e sintomas da Diabetes**

perda de peso      visão embaçada      excesso de urina

cicatrização lenta      muita sede      fadiga

Fonte: DUCLIN, 2022

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | Página 24

Fonte: Acervo pessoal, 2023

Figuras 13 e 14. Prevenção e complicações da DM

### COMPLICAÇÕES DA DIABETES?

Os níveis de glicose que permanecem elevados durante um longo tempo fazem com que vasos sanguíneos estreitem. Tal ação reduz o fluxo de sangue para várias partes do corpo e leva a problemas como:

- Acúmulo de colesterol nas paredes das artérias, causando obstrução do fluxo sanguíneo.
- Acúmulo de gordura no fígado
- O excesso de glicose no sangue leva a um mal funcionamento dos rins.
- Afeta nervos das mãos e pés, causando dor e formigamento

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | Página 25

### PREVENÇÃO E CONTROLE

- Reduza o consumo de açúcar e carboidratos
- Evite ou pare de fumar
- Coma diariamente verduras, frutas e legumes
- Use corretamente a medicação
- Beba bastante água
- Pratique atividades físicas de forma regular
- Mantenha o peso adequado
- Evite alimentos ultraprocessados

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | Página 26

Fonte: Acervo pessoal, 2023

Figura 15 e 16. Tratamento não farmacológico e farmacológico da DM



Fonte: Acervo pessoal, 2023

Além disso, na confecção gráfica, respeitou-se critérios de conteúdo, ilustrações, estilo de escrita e adequação cultural. Sendo essa etapa primordial, visto que a leitura, estudo e pesquisa sobre os assuntos fornece segurança em disponibilizar e ofertar um material educativo adequado e com boas referências, objetivando a aprendizagem e compreensão por parte do público-alvo.

Cabe destacar, que a sabedoria popular e o conhecimento científico dos profissionais, devem interagir para a elaboração de um material educacional multidisciplinar completo, e desta forma, promover a assistência à saúde e fortalecer as estratégias da APS. Durante a construção do material, foi visto a importância de utilizar estratégias que o tornasse dinâmico para os leitores e que de fato fosse uma ferramenta proveitosa para quem o beneficiar.

Sabe-se que, a HAS e DM podem ser controladas pelo uso correto das medicações, contudo, o tratamento não farmacológico mostra-se um forte aliado no que se refere ao tratamento desses indivíduos (KREMER et al., 2022). Por essa razão, foi incluso no material, páginas de orientações acerca das boas práticas de alimentação e atividades físicas.

Com isso, construiu-se um espaço interativo direcionado as atividades físicas, onde o leitor pode aproximar a câmera do aparelho celular para as páginas onde estão alguns QR Codes que o direcionarão para vídeos na plataforma YouTube, com o intuito de facilitar a condução da atividade física em casa, de forma fácil e acessível, fazendo uso de materiais que comumente se tem em casa, como a vassoura (figuras 17 e 18).

Figura 17 e 18. Atividades físicas para hipertensos e diabéticos

**SUGESTÕES DE ATIVIDADES FÍSICAS:**

- 1 Procure se na sua unidade de saúde tem algum grupo de atividades físicas;
- 2 Faça atividades físicas pelo menos 3x na semana no mínimo 30 minutos (ideal entre 40 e 50 minutos).  
Ex: andar, correr, dançar, pedalar, nadar, entre outras.

Aponte a câmera do seu celular para os QR Codes abaixo e realize as atividades físicas propostas, no conforto da sua casa de forma fácil.

ALONGAMENTO

ATIVIDADE UTILIZANDO CABO DE VASSOURA PARA IDOSOS

AERÓBICO UTILIZANDO UMA VASSOURA

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | Página 9

**SUGESTÕES DE ATIVIDADES FÍSICAS:**

- 1 Procure se na sua unidade de saúde tem algum grupo de atividades físicas;
- 2 Faça atividades físicas pelo menos 3x na semana no mínimo 30 minutos (ideal entre 40 e 50 minutos).  
Ex: andar, correr, dançar, pedalar, nadar, entre outras.

Aponte a câmera do seu celular para os QR Codes abaixo e realize as atividades físicas propostas, no conforto da sua casa de forma fácil.

AERÓBICO PARA FAZER EM CASA

ORIENTAÇÕES SOBRE ATIVIDADES FÍSICAS PARA OS DIABÉTICOS

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | Página 9

Fonte: Acervo pessoal, 2023

Além disso, também foram mencionadas algumas sugestões de cardápios e alimentos para o controle ou prevenção das patologias. O plano alimentar proposto foi a dieta DASH, que é caracterizada pela adoção de um hábito alimentar com quantidades elevadas de frutas e vegetais, elevado consumo de leite e derivados e consumo reduzido de gordura saturada (Sociedade Brasileira de Hipertensão, 2019), como representado nas figuras 19 e 20.



Figura 19 e 20. Sugestões de cardápios para hipertensos e diabéticos

**SUGESTÃO DE CARDÁPIO:** **DASH DIET**

CAFÉ DA MANHÃ	LANCHE DA MANHÃ	ALMOÇO	LANCHE DA TARDE	JANTAR
2 fatias de mamão com chia e aveia + 1 ovo mexido com tomate e um pouco de orégano	1 fruta + 5 castanhas	Feijão + arroz + filé de frango assado acompanhado de purê de batata doce e salada de legumes + 1 tanjerina	1 copo de vitamina (abacate ou banana) + 1 colher de chá de chia	Macarrão integral com molho de tomate natural + carne moída + salada + 1 colher de chá de azeite e vinagre + 2 fatias de abacaxi

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | Página 11

**SUGESTÕES DE CARDÁPIO**

Na alimentação do paciente diabético, de modo geral, é importante ressaltar a importância de evitar o consumo de alimentos ricos em carboidratos (pães, massas, tortas) e também o consumo de açúcar, mel, doces, refrigerantes.

Vejamos abaixo boas opções de lanches para serem feitos entre uma refeição e outra:

SUGESTÕES DE ALIMENTOS PARA CONSUMIR NOS INTERVALOS DAS REFEIÇÕES
Pêra, maçã, banana, goiaba, mamão, abacate, dentre outras
Castanhas, amendoim, amêndoa, dentre outras
Chá de sua preferência + bolachas integrais

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | Página 23

Fonte: Acervo pessoal, 2023

Na sequência, utilizou-se algumas páginas para discorrer sobre as Práticas Integrativas e Complementares em Saúde (PICS), sendo elas recursos terapêuticos que buscam a prevenção de doenças e a recuperação da saúde (BRASIL, 2022), notou-se a relevância de adicionar ao material sugestões de fácil acessibilidade para serem realizadas pela população. Incluiu-se então, sugestões de fitoterápicos indicados para hipertensos e diabéticos, ofertando receitas para o tratamento não farmacológico. (figuras 21 e 22).



Figuras 21 e 22. Fitoterápicos para hipertensos e diabéticos

### PRÁTICAS INTEGRATIVAS E COMPLEMENTARES EM SAÚDE (PICS)

As Práticas Integrativas e Complementares (PICS) são tratamentos que utilizam recursos terapêuticos baseados em **conhecimentos tradicionais**, voltados para prevenir diversas doenças como a diabetes e hipertensão.

**Importante:** As PICS **não** substituem o tratamento tradicional. Elas são um adicional, um complemento no tratamento e indicadas por profissionais específicos conforme as necessidades de cada caso.

#### FITOTERAPIA

##### Receita de chá de capim-cidreira

**Modo de preparo:** Infusão preparada com 1 colher de sobremesa das folhas frescas rasuradas para 1 xícara (200 ml) de água fervente, após abafar por 15 minutos, ingerir até 3 vezes ao dia por no máximo duas semanas.

A infusão das folhas é utilizada como calmante, digestiva, febrífuga, antiespasmódica, diurética, depurativa do sangue. Utilizado ainda para sintomas relacionados à pressão alta, problemas nervosos, má digestão, enjoos e diarreia.



### PRÁTICAS INTEGRATIVAS E COMPLEMENTARES EM SAÚDE (PICS)

As Práticas Integrativas e Complementares (PICS) são tratamentos que utilizam recursos terapêuticos baseados em **conhecimentos tradicionais**, voltados para prevenir diversas doenças como a diabetes e hipertensão.

**Importante:** As PICS **não** substituem o tratamento tradicional. Elas são um adicional, um complemento no tratamento e indicadas por profissionais específicos conforme as necessidades de cada caso.

A pata-de-vaca tem como sua principal função a ação hipoglicemiante, que pode ser utilizada no tratamento do diabetes mellitus tipo 2, também apresentam ação antioxidante, importante para a prevenção das complicações do diabetes.

#### FITOTERAPIA

##### Receita de chá pata-de-vaca

**Modo de preparo:** em uma xícara adicionar 2 a 5 g das folhas secas da pata-de-vaca, previamente cortadas em pequenos pedaços. Adicionar 150 mL de água fervente, abafar e deixar em repouso por 10-15 min. Após esse período, deve-se coar e o chá estará pronto para o consumo.



Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | **Página 12** Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | **Página 31**

Fonte: Acervo pessoal, 2023

Ao que se refere a DM, no seu espaço dentro do manual, foram adicionados alguns cuidados essenciais aos diabéticos, a fim de orientá-los e educá-los sobre algumas práticas importantes no cotidiano e que muitos desconhecem, como: o armazenamento, preparo, cuidado com os pés, descarte e aplicação da insulina (figuras 23 a 26).

Figuras 23 e 24. Armazenamento, preparo e descarte da insulina

### CUIDADOS IMPORTANTES

**COMO ARMAZENAR A INSULINA?**

- Armazenar em temperatura ambiente;
- De preferência nas prateleiras do meio da geladeira, em recipiente plástico ou de metal com tampa;
- A insulina não deve ser congelada (*se isso acontecer, deve ser descartada*)

Quadro 1 - Orientações acerca do armazenamento da insulina

APRESENTAÇÃO	TEMPERATURA	VALIDADE
INSULINA LACRADA	2º A 8º C	2 A 3 ANOS A PARTIR DA DATA DE FABRICAÇÃO
INSULINA EM USO	2º A 8º C E FORA DA GELADEIRA ATÉ 30º	4 A 8 SEMANAS APOS ABERTA

Fonte: TelessaúdeRS-UFRGS, 2022

**O PREPARO DA INSULINA**

- Retirar a insulina da geladeira entre 15 e 30 minutos antes da aplicação; reduz a dor e irritação no local de injeção
- Lavar as mãos com água e sabão e secá-las
- Proceder a assepsia da borracha do frasco de insulina com álcool 70%

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | **Página 33**

### DESCARTE DA INSULINA

O descarte deve ser feito em uma embalagem própria (denominada *descarpack*) vendida em farmácias, ou em frascos de plástico resistente com tampa rosqueável, como por exemplo, garrafas resistentes. Após descartar o material em uma dessas opções, há necessidade de encaminhá-lo ao serviço de saúde mais próximo.

Descarte agulhas, seringas e lancetas dentro de um recipiente rígido.

Entregue na unidade de saúde mais próxima.

**O DESCARTE INCORRETO RESULTA EM:**

- CONTAMINAÇÃO DO MEIO AMBIENTE
- FERIMENTOS EM QUEM MANUSEIA O LIXO
- TRANSMISSÃO DE INFECÇÕES

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | **Página 34**

Fonte: Acervo pessoal, 2023

Figura 25 e 26. Aplicação da insulina e cuidado com os pés

### LOCAIS DE APLICAÇÃO DE INSULINA:

Figura 3. Locais para aplicar insulina

Fonte: Tua Saúde, 2022

**RODÍZIO DE APLICAÇÕES:**

É importante fazer um rodízio na aplicação da insulina para prevenir o inchaço na pele, conhecido como lipodistrofia, que ocorre quando a insulina é aplicada no mesmo local por longos períodos de tempo, e também, e o descontrole glicêmico (Diretrizes Sociedade Brasileira de Diabetes, 2020).

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | **Página 35**

### CUIDADOS COM OS PÉS

- Corte sempre as unhas dos pés
- Mantenha os pés sempre hidratados
- Escolha sapatos confortáveis, de preferência fechados
- Evite andar descalço e não tire calos e cutículas
- Lave os pés com sabão e seque bem entre os dedos
- Examine seus pés todos os dias

Dicas para cuidados com os pés. Aproxime a câmera do celular

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | **Página 36**

Fonte: Acervo pessoal, 2023



Por fim, ao término dos capítulos designados a cada DCNT abordada, incluiu-se no material, tabelas para coordenar os valores da pressão arterial, glicose e medicações, como ferramenta de controle para a HAS e DM. Como estão representadas nas figuras (27, 28 e 29).

Figura 27 e 28. Tabelas para controle da P.A e glicose

<b>CONTROLE DA PRESSÃO ARTERIAL</b>			
DATA	P.A.	DATA	P.A.

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | **Página 15**

<b>CONTROLE DA GLICEMIA</b>			
DATA	GLICOSE	DATA	GLICOSE

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | **Página 38**

Fonte: Acervo pessoal, 2023



Figura 29. Tabela para controle de medicações

<b>CONTROLE DE MEDICAÇÕES</b>			
<b>MEDICAÇÃO E DOSAGEM</b>	<b>MANHÃ</b> 	<b>TARDE</b> 	<b>NOITE</b> 

Manual educativo para Hipertensos e Diabéticos | Página 40

Fonte: Acervo pessoal, 2023

#### 4 EXPERIÊNCIA E PROCESSO DE CONSTRUÇÃO

No momento da idealização do “Manual de HIPERDIA”, as autoras realizaram o seguinte questionamento, de que forma poderiam contribuir para a educação em saúde aos usuários do Programa HIPERDIA da Estratégia Saúde da Família (ESF)?

O intuito é propalar esse material educativo no meio digital e, principalmente, dentro das unidades de saúde, não só para os indivíduos que são portadores de alguma das DCNT, mas àqueles que tem familiares próximos com algum dos diagnósticos ou fatores de risco. Ainda aos usuários que sejam analfabetos, esse recurso pode ser entregue a um familiar para que possa assim contribuir na promoção à saúde do indivíduo.

Os alunos de graduação em enfermagem, chegam aos seus campos de estágio, inseguros e ansiosos sobre como poderão exercer a futura profissão da melhor maneira. Com isso, as consultas na rotina dentro da APS, abriram os olhos das acadêmicas para a importância da construção desse recurso educativo em saúde.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção do “MANUAL DE HIPERDIA” envolveu conhecimento científico e trabalho em equipe, o mesmo é relevante e se apresenta como novo material de ensino nas atividades de educação em saúde, com o objetivo de motivar o usuário portador de doença crônica e desenvolver práticas em saúde de forma simples, rápidas e eficazes no controle da hipertensão e diabetes.

Sabe-se que, são vários os fatores que contribuem para a adesão de uma doença crônica, como: a hereditariedade, falta de conhecimento, falta de autocuidado, o sedentarismo ou a vida moderna da atualidade. Portanto, o manual estimula de forma prática e ativa que o usuário tenha informações suficientes para obter o controle do seu tratamento cotidianamente, desde fazendo boas escolhas na hora de se alimentar, até registrando suas aferições e medicações.

O referencial teórico utilizado na construção do manual, cada etapa e critérios adotados, foram compatíveis para obtenção de um recurso educativo viável a ser utilizado e aprovado pelo público-alvo.

O material vem como forma de contribuir para uma enfermagem mais observadora aos cuidados da comunidade e com olhar na educação em saúde das Doenças Crônicas não Transmissíveis.

Assim, podemos perceber que o manual de HIPERDIA dentro da educação em saúde, com rodas de conversas e apresentações orais, será uma ferramenta de apoio para a promoção da saúde de famílias e comunidades.



## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Ministério da Saúde. Vigilância das Doenças e Agravos Não Transmissíveis (DANT). Secretária de Vigilância em Saúde e Ambiente. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svsa/vigilancia-de-doencas-cronicas-nao-transmissiveis/vigilancia-das-doencas-e-agravos-nao-transmissiveis-dant>. Acesso em: 01 jun. 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de Atenção Básica. Secretária de Atenção Primária à Saúde. Brasília, 2017. Disponível em: [https://aps.saude.gov.br/noticia/2457#:~:text=Minist%C3%A9rio%20da%20Sa%C3%BAde%20p%C3%9Ablica%20a,CIT\)%20no%20final%20de%20agosto](https://aps.saude.gov.br/noticia/2457#:~:text=Minist%C3%A9rio%20da%20Sa%C3%BAde%20p%C3%9Ablica%20a,CIT)%20no%20final%20de%20agosto). Acesso em: 01 jun. 2023.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Política Nacional de Práticas Integrativas e Complementares no SUS. Secretária de Atenção Primária À Saúde. Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/saps/pics>. Acesso em: 30 mai. 2023
- COSTA, D. A et al. Enfermagem e educação em saúde. Revista Científica da Escola Estadual de Saúde Pública de Goiás, p. 2-9, 2020. Disponível em: <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2020/10/1123339/enfermagem-e-a-educacao-em-saude.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2023
- FERNANDES, M. T. O.; CALDAS, C. P.; SOARES, S. M. As relações da enfermagem no cuidado ao idoso na atenção primária. Revista Uruguaya de Enfermería, Uruguai, v. 17, n.2, p.1-13, ago. 2022. Semestral. DOI 10.33517/rue2022v17n2a10. Disponível em: <http://rue.fenf.edu.uy/index.php/rue/article/view/372/454>. Acesso em: 12 jun.2023
- GOWDAK, Marcia. 10 aspectos relevantes da dieta Dash. Sociedade Brasileira de Hipertensão, 2019. Disponível em: <https://www.sbh.org.br/arquivos/artigos/10-aspectos-relevantes-da-dieta-dash/>. Acesso em: 15 mai. 2023
- KREMER, C. M. S. et al. Percepção de hipertensos e diabéticos sobre a adesão ao tratamento farmacológico e não farmacológico. Revista Saúde em Redes, v. 8, n. 2, p. 131-143, 2022. DOI 10.18310/2446-4813.2022v8n2p131-143. Disponível em: <http://revista.redeunida.org.br/ojs/index.php/rede-unida/article/view/3511>. Acesso em: 02 jun. 2023.
- OLIVEIRA, A. S. Transição demográfica, transição epidemiológica e envelhecimento populacional no Brasil. Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, v. 15, n. 32, p. 69-79, jun. 2019. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/view/48614/27320>. Acesso em: 20 mar. 2023
- SARNO, F. et al. Perfil de pacientes com hipertensão arterial e/ou diabetes mellitus de unidades de Atenção Primária à Saúde. Einstein (São Paulo), v. 18, 6 p. Instituto Israelita de Responsabilidade Social, Hospital Israelita Albert Einstein, 2018. DOI 10.31744/einstein\_journal/2020AO4483. Disponível em: [https://journal.einstein.br/wp-content/uploads/articles\\_xml/2317-6385-eins-18-eAO4483/2317-6385-eins-18-eAO4483-pt.pdf](https://journal.einstein.br/wp-content/uploads/articles_xml/2317-6385-eins-18-eAO4483/2317-6385-eins-18-eAO4483-pt.pdf). Acesso em: 02 jun. 2023.
- SOUSA, A. O.; COSTA, A. V. M. HIPERDIA: programa para a melhoria do controle dos pacientes com hipertensão arterial e diabetes mellitus da estratégia da saúde da família do “Santinho I e II em Barras-Piauí. UNASUS [internet], p. 01-16, 2020. Disponível em: <https://ares.unasus.gov.br/acervo/handle/ARES/14803>. Acesso em: 20 abr. 2023

## Avaliação da atividade reológica e imunomodulatória das células mononucleares do sangue de bovinos estimuladas pelo óleo de soja



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-028>

### Patrícia Gelli Feres de Marchi

Doutora/ Universidade Federal de Mato Grosso  
 E-mail: pgfmarchi.ufmt@gmail.com

### Ellen Fernanda Brito da Costa

Agrônoma/ Universidade Federal de Mato Grosso.

### Aron Carlos de Melo Cotrim

Doutor/ Universidade Federal de Mato Grosso.

### Gabriela Feres de Marchi

Graduação em agronomia / Universidade Federal de Mato Grosso.  
 E-mail: pgfmarchi.ufmt@gmail.com

### Kênia Maria Rezende Silva

Mestre/ Universidade Federal de Mato Grosso

### Daniela Lacerda Alves da Silveira

Médica veterinária.

### Cassio Toledo Messias

Doutor/Universidade Federal do Acre.

### Naiá Carla Marchi de Rezende-Lago

Doutora/ Centro Universitário Moura Lacerda

### RESUMO

Os óleos vegetais e gorduras vegetais podem ser designados como produtos constituídos especialmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais. A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivada no Brasil para a produção de grãos é uma planta herbácea, da classe Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae. O

óleo de soja surgiu como um subproduto do processamento do farelo de soja e tornou-se um dos líderes mundiais no mercado de óleos. Emulsões lipídicas preparadas com óleos de soja são usadas para nutrição parenteral desde 1961 com início na Europa. Os ácidos graxos auxiliam em diversos aspectos celulares como: integridade das membranas, regulação da permeabilidade e ainda atuam como percussores de alguns dos principais moduladores de respostas do sistema imunológico. A *Escherichia coli* é uma bactéria bastante conhecida, pertence à família das Enterobacteriaceae e tem como principal alvo o intestino de humanos e animais. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as características reológicas do sangue periférico bovino na presença do óleo de soja refinado. Além de avaliar a viabilidade e o efeito microbida de fagócitos mononucleares do sangue periférico bovino na presença do óleo de soja refinado. Concluiu-se que as características reológicas do sangue periférico bovino não houve diferença estatisticamente na presença do óleo de soja. A viabilidade de fagócitos mononucleares do sangue periférico bovino com a presença do óleo de soja refinado não obteve diferença estatísticas. E também o efeito microbida dos fagócitos do sangue bovino não obteve resultados estatísticos.

**Palavras-chave:** EPEC, fagocitose, *Glycine max* (L.) Merrill., óleos vegetais, reologia

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a resolução nº 270 de 22 setembro 2005, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os óleos e as gorduras vegetais podem ser designados como produtos constituídos



especialmente de glicerídeos de ácidos graxos de espécies vegetais, podendo englobar pequenos grupos de outros lipídeos, como fosfolipídios, constituintes insaponificáveis e ácidos graxos livres naturalmente presentes no óleo ou gordura” (BRASIL, 2005). Ao passar dos anos, os óleos vegetais foram cada vez mais utilizados e procurados, sendo a sua maior utilização no ramo alimentício. No entanto, além de sua propriedade nutricional, também apresentam importância industrial e farmacológica (BROCK et al., 2008; MENDONÇA, 2005).

A literatura descreve que os óleos vegetais apresentam uma grande diversidade de antioxidantes naturais, tais como: os tocóis ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - e  $\delta$ -tocoferol e tocotrienol); os carotenoides, que são pigmentos lipossolúveis podendo ser amarelo, vermelho e laranja, encontrados em vários frutos e vegetais; os compostos fenólicos que são fracionados em flavonoides e não flavonoides e são bastantes encontrados na natureza, e nos vegetais são mais comuns o grupo dos flavonoides e os esteróis que também são bastantes distribuídos na natureza, onde o  $\beta$ sitosterol é um dos principais sintetizados pelas plantas (CHAIYASIT et al., 2007; SILVA, et al., 2015).

O óleo essencial bastante conhecido mundial e o óleo de soja. A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivada no Brasil para a produção de grãos é uma planta herbácea, da classe Rosidaeae, ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Papilionoideae, tribo Phaseoleae, gênero *Glycine* L. espécie max. (NEPOMUCENO et al., 2021)

A soja é cultivada em todo o mundo. Devido a sua grande demanda industrial se encontra de alguma forma na mesa do consumidor, por exemplo, como óleo, margarinas, panificação, massas alimentícias, leite de soja dentre outros.

No Brasil, a soja foi inserida em meados de 1882 na Bahia, mas sem sucesso (NUNES, 2020). Somente em 1892 foi cultivada pela primeira vez no Instituto Agrônômico de Campinas. Nos anos de 1970 se intensificou ainda mais a expansão da soja no Brasil com a industrialização e uma variedade de utilização dentre elas: adubação verde, alimentação humana (óleo, margarina, panificação, massas alimentícias, simulados de carne, leite de soja etc.), nutrição animal (planta fenada, silagem, farelo, soja torrada), entre outros (CAMARA, 2015).

Nesse período de expansão o agricultor foi fortemente atraído a mudar outras culturas pela soja e a ampliar suas áreas exploradas em razão das altas cotações no mercado internacional (BONATO; BONATO, 1987).

A expansão dos plantios de soja no Brasil sempre esteve agregada ao desenvolvimento acelerado de tecnologias e pesquisas focadas no atendimento da demanda externa (APROSOJA, 2023).

Um dos importantes intermediários desse processo de crescimento da sojicultura brasileira foi a Embrapa, que tem avançado desde esse período novas cultivares adaptadas às condições climáticas das regiões produtoras como, Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná (APROSOJA, 2023).



A soja é uns dos principais produtos de pauta de exportação brasileira. O Brasil, no ano de 2019, ocupou o segundo lugar como maior produtor de soja no ranking mundial com 114.843 milhões de toneladas, (CONAB, 2019). As maiores produções vêm dos estados de Mato Grosso (28%), Rio Grande do Sul (16%), Paraná (14%) e Goiás com 10% (EMBRAPA, 2019).

A produção brasileira de grãos na safra de 2022/23 pode chegar a 309,9 milhões de toneladas. Quase metade desse volume total é em razão das lavouras de soja, o que representa uma colheita em torno de 151,4 milhões de toneladas, como mostra o 6º Levantamento da Safra de Grãos 2022/23 segundo a CONAB.

A soja tem em sua composição aproximadamente 40% de proteínas, 20% de lipídios, 17% de celulose e hemicelulose, 7% de açúcares, 5% de fibra e 6% de cinzas. Na atualidade, ela tem dominado o mercado mundial tanto de proteína vegetal como de óleo comestível. O óleo de soja surgiu como um subproduto do processamento do farelo de soja e se tornou um dos líderes mundiais no mercado de óleos (JORGE, 2009).

Existem várias formas para que seja realizada a extração de óleos vegetais, a forma utilizada depende das características da origem oleaginosa. No entanto, existem etapas que são consideradas essenciais nos processos que são: a prensagem mecânica, extração à solvente ou autoclavagem (RAMALHO; SUAREZ, 2013).

O óleo de soja é composto por glicerídeos, fosfatídeos, matéria insaponificável (esteróis, tocoferóis, esqualenos), ácidos graxos livres e traços de metais (ferro e cobre). Dentre os grupos citados os que estão em maior abundância são os glicerídeos (95 a 97% em peso do óleo) este grupo é formado por ácidos graxos saturados e insaturados (MORETO; ALVES, 1986; GUNSTONE, 2005).

Os ácidos graxos saturados são compostos por: Láurico, Mirístico, Palmítico, Esteárico e Arquidico. E os ácidos graxos insaturados são compostos por: Palmitoleico, Oleico, Linoleico e Linolênico.

Conforme as características do óleo, como grau de preparação e qualidade, podemos classificar o óleo de soja em 3 grupos: bruto ou cru (modo a qual foi extraído o grão); degomado ou purificado (no qual foi feito a extração de fosfolipídios); refinado (ó óleo que é neutralizado, clarificado e desodorizado).

Emulsões lipídicas preparadas com óleos de soja são usadas para nutrição parenteral desde 1961 com início na Europa. Os ácidos graxos auxiliam em diversos aspectos celulares como: integridade das membranas, regulação da permeabilidade e ainda atuam como percussores de alguns dos principais moduladores de respostas do sistema imunológico (CARPENTIER et al., 2000).

O sistema imunológico é constituído por diversas células e moléculas espalhadas por todo o organismo e define biologicamente pela competência de reconhecer em específico determinadas



estruturas moleculares ou antígenos e evoluir uma resposta efetora diante destes estímulos ocasionando a sua destruição ou inativação (MARTÍNEZ. ALVAREZ-MON, 1999).

A *Escherichia coli* uma cepa capaz de se aderir à parede do intestino, causando inflamação e alterando a capacidade deste em absorver água e alimentos, o que resulta em diarreia aquosa. Adultos costumam ganhar imunidade contra esta cepa, daí o motivo desta diarreia ser mais comum em crianças e bebês.

A *Escherichia coli* é uma bactéria bastante conhecida, pertence à família das Enterobacteriaceae e tem como principal alvo o intestino de humanos e animais. Essa espécie de bactéria é dividida em seis subtipos, sendo a EPEC a bactéria mais preocupante entre as diarreiogênicas desde a sua descoberta em 1940 (SOUZA, 2016).

A literatura reporta que o ácido graxo presente em óleos vegetais é um dos nutrientes que podem modular a funções do sistema imunológico, sendo este um dos componentes presentes no óleo de soja.

Apesar de existirem poucos estudos sobre os componentes dos óleos vegetais na modulação de células imunológicas, alguns trabalhos mostram que isso pode ocorrer por ação direta principalmente de ácidos graxos, sendo o ômega-6 um dos principais.

O óleo de soja é rico em tocoferóis, como a vitamina E, que além de poderoso antioxidante também parecem modular componentes celulares que participam das respostas imunológicas (MEYDANI et al., 1997), contribuindo para a produção de anticorpos, proliferação de linfócitos, produção de citocinas, fagocitose e atividade microbica (LESSARD et al., 1991; FINCH; TURNER 1996; ROOKE et al., 2004).

Animais ruminantes domésticos e silvestres, principalmente bovinos, são considerados reservatórios naturais de *E. coli* patogênica e a principal fonte de contaminação de alimentos, que pode ocorrer após contaminação fecal direta ou indireta.

Esses animais podem ser contaminados por esses microrganismos e transportá-los no trato intestinal como assintomáticos. Uma vez no ambiente de abate e processamento, os microrganismos podem se disseminar e contaminar o produto final.

Assim, as carnes no varejo derivadas desses animais podem atuar como potenciais veículos de transmissão para humanos (ISLAM et al., 2008; XIA et al., 2010).

De acordo com SANTOS et al. (2005), o principal parâmetro obtido no estudo reológico de soluções é a viscosidade, utilizada para caracterizar a textura do fluido.

A temperatura também é um parâmetro importante e geralmente aparece em equações reológicas. A viscosidade em óleos vegetais aumenta com o comprimento da cadeia dos ácidos graxos dos triglicerídeos e diminui com o grau de insaturação.



O presente trabalho tem por objetivo avaliar as características reológicas do sangue periférico bovino na presença do óleo de soja refinado. Ainda, verificar a viabilidade de fagócitos mononucleares do sangue periférico bovino na presença do óleo de soja refinado e também, avaliar o efeito microbicida dos fagócitos do sangue bovino na presença do óleo de soja refinado.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 AQUISIÇÃO DO ÓLEO DE SOJA REFINADO

O óleo refinado foi obtido através de doação de uma fábrica localizada na cidade de Primavera do Leste MT, à quantidade de 500 ml. As amostras foram diluídas de forma seriada com solução salina tamponada (PBS) até à concentração utilizada neste trabalho de 100 ng/mL.

### 2.2 CARACTERIZAÇÃO DAS AMOSTRAS DE SANGUE BOVINO

As amostras de sangue periférico utilizadas foram coletadas em seis bovinos da raça Gir, saudáveis e criados a pasto, em fazenda situada no Município de Torixoréu /MT. As amostras de sangue foram coletadas por punção da veia caudal do animal em tubos contendo anticoagulante EDTA transportados em caixa isotérmica contendo gelo.

### 2.3 ANÁLISE REOLÓGICA

Foi realizada análise através do Modular Compact Rheometer – MCR 102. Para a avaliação reológica foi feita em três grupos: primeiro grupo PBMC (Célula mononuclear do sangue periférico) viabilidade contendo 600 uL de sangue bovino total, segundo grupo PBMC (Célula mononuclear do sangue periférico) +EPEC+CONTROLE com 600uL de sangue bovino total e terceiro grupo PBMC+EPEC com 600uL de sangue total e 60uL de estímulo óleo de soja refinado (OSR).

As amostras foram aplicadas sobre a placa de leitura e retirado o excesso. As interpretações das análises foram feitas com contínuo controle do gap de medição com suporte TruGap™ em 0,099 mm, a célula de medida foi a do tipo cone Toolmaster™ CP 50 com ângulo de 1° e controle ajustável de temperatura por meio do TReady™, usando Software Rheoplus V3.61 tanto para o controle de temperatura, quanto para formação dos gráficos reológicos.

Através do controle da tensão de cisalhamento ( $\tau$ ) onde 0 a 5 Pa representa a curva ascendente e 5 a 0 Pa a curva descendente, será possível determinar padrões para as curvas de viscosidade e fluxo.

Os ensaios foram realizados sob a temperatura de 37°C e utilizado um total de 18 amostras (6 amostras para cada grupo).

A área de histerese (representa o grau de diferença entre a curva ascendente e descendente) foi obtida através da curva de fluxo de cada amostra.



O fluxo newtoniano surge a partir do valor da área de histerese entre  $0 \pm 1$  Pa.s e o fluxo não-newtoniano com tixotropia (indício de não linearidade na curva de 12 viscosidade) do tipo reopéxico depende de valores menores que  $-1$  Pa.s, já o fluxo não newtoniano com tixotropia do tipo pseudoplástico depende de valores maiores que  $+1$  Pa.s.

## 2.4 OBTENÇÃO DOS FAGÓCITOS DO SANGUE PERIFÉRICO BOVINO

A separação das células do sangue foi feita com Ficollpaque (Pharmacia), adicionou-se 3ml de Ficoll e 5ml de sangue no tubo falcon (15ml), centrifugou por 10 minutos a 1600 rpm em temperatura ambiente.

Após isso, a coleta do anel de fagócitos mononucleares foi realizada e lavada com solução salina tamponada (PBS). A partir disso a contagem foi realizada na câmara de Neubauer e ajustada a uma concentração de  $2 \times 10^6$  células/mL.

## 2.5 VIABILIDADE CELULAR

Após o ajuste das células pipetou-se 250 uL em um tubo de ensaio e depois foi centrifugado por uma rotação de 1600 rpm durante 10 minutos.

O sobrenadante foi descartado e o pellet homogeneizado, em seguida foi pipetado 200 uL de Acridina Orange ficando por um minuto nas células e depois acrescentou-se 5ml de PBS.

As amostras foram novamente centrifugadas durante 10 minutos a 1600 rpm e repetidas mais duas vezes (processo denominado de lavagem).

Após a lavagem o sobrenadante foi retirado, o pellet foi homogeneizado e pipetou-se 20 uL de células na lâmina, colocou-se a lamínula e realizou-se a contagem em microscópio de fluorescência na objetiva de 40X.

Para este ensaio foram utilizados os 3 grupos descritos anteriormente nas análises reológicas.

## 2.6 LINHAGEM E CULTURA DE ESCHERICHIA COLI ENTEROPATOGÊNICA (EPEC)

Foi utilizada Escherichia coli enteropatogênica (EPEC), sorotipo 0111:H- AL-, eae+, eaf+, bfp+ conservada à  $-70^\circ\text{C}$ .

A cultura estoque foi mantida em ágar semissólido a temperatura ambiente e em ausência de luz, e a partir dela foram feitos repiques em tubos 20 contendo 8 mL de TSB (Tryptic Soy Broth – Difco) e estes foram incubados em estufa a  $37^\circ\text{C}$  por 18 horas.

Após o crescimento, as bactérias foram lavadas duas vezes em PBS e a concentração ajustada para  $1 \times 10^7$  bactérias por mL, medida com espectrofotômetro (620 nm).



## 2.7 FAGOCITOSE E ÍNDICE MICROBICIDA

A fagocitose e atividade microbicida dos fagócitos foram avaliadas através de microscopia de fluorescência, utilizando o corante Acridina Orange.

Após o período de incubação, a suspensão de células e EPEC foram centrifugadas por 10 minutos a 160 G.

O sobrenadante foi desprezado e o pellet foi corado com 200µL de alaranjado de acridina (concentração 14,4 mg. mL<sup>-1</sup> por 1 minuto).

As amostras foram centrifugadas (10 minutos a 160 G) e lavadas com solução salina tamponada (PBS) por duas vezes.

Depois disso, foram montadas lâminas com 20µL das células e analisadas em microscopia de fluorescência (Nikon Eclipse E200).

As análises de viabilidade e fagocitose são representadas em porcentagem a partir da contagem de 100 células.

Para análise de viabilidade as células são classificadas como vivas (verde) e mortas (vermelha) perante a coloração diferencial.

Para a análise de fagocitose as células são classificadas de acordo com a ocorrência de fagocitose e de morte intracelular de bactéria.

## 2.8 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

As análises estatísticas foram realizadas pelo programa BioEstat 5.0. A identificação das curvas de fluxo e viscosidade Reoplus, SOD, MTT e viabilidade foram realizadas usando Análise de Variância (ANOVA), seguido por comparações múltiplas através do teste de Tukey. Foram consideráveis os valores de  $p < 0,05$ .

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi possível encontrar estudos que tenham utilizado especificamente a combinação de sangue bovino e óleo de soja na curva de fluxo.

No entanto, estudos utilizando outras combinações de fluidos apresentaram resultados semelhantes.

Em estudo realizado por ZandParsa et al. (2017) utilizou sangue bovino e solução de glicerol como fluidos e concluiu que a adição da solução de glicerol não alterou significativamente a curva de fluxo inicial.

Outro estudo realizado por Jafari et al. (2016) utilizou sangue bovino e solução de glicose como fluidos e também não observou diferenças significativas na curva de fluxo inicial após adição da solução de glicose.



Esses estudos sugerem que a combinação de sangue bovino com outros fluidos pode não alterar significativamente a curva de fluxo inicial.

Na tabela 1 estão os dados dos parâmetros reológicos obtidos através do modelo reológico de Ostwald de Waele (Lei da Potência).

Os resultados obtidos foram classificados como não newtoniano e classificação dependentes do tempo.

Na classificação dependentes do tempo, ainda tem a subclassificação tais como: Fluidos reopéticos e fluidos tixotrópicos (FERREIRA et al., 2005).

Após análises, concluiu que a subclassificação é tixotrópico. Esta subclasse apresentam uma diminuição da viscosidade com o tempo, quando submetidos a uma taxa de cisalhamento constante, voltando a ficar viscosos com a redução da tensão.

Tabela 1. Parâmetros reológicos do óleo se soja Refinado

Análises	Taxa de Cisalhamento	<i>p</i> -valor	Viscosidade	<i>p</i> -valor
Sangue bovino	1.255	0,446	0,00747	0,772
Sangue + Óleo Soja	1.335		0,00357	

Em outro estudo feito com óleos vegetais incluindo o óleo de soja mostrou resultados diferentes, foram classificados como fluidos newtonianos, entretanto, no estudo as amostras foram avaliadas em diferentes faixas de temperaturas, variando de 20° a 70° C (BROCK. et al., 2008).

No presente estudo, foi feito a análises em apenas uma temperatura de 37° C.

No estudo de BROCK (2008) também avaliou a viscosidade dos óleos vegetais, que foi influenciada pela temperatura, conforme o aumento da temperatura houve uma importante diminuição na taxa da viscosidade.

Nas figuras 1 e 2 estão os resultados da curva de fluxo e viscosidade dos dois grupos: sangue bovino e sangue bovino + Óleo de soja.

Os grupos testados apresentaram valores de curva fluxo semelhantes (figura 1), sangue bovino (média 1200±1310) e sangue bovino + óleo de soja (média 1270±1400).

O sangue bovino mesmo na presença do óleo de soja não alterou significativamente sua característica inicial da curva de fluxo.

Não foi possível encontrar estudos que tenham utilizado especificamente a combinação de sangue bovino e óleo de soja na curva de fluxo.

No entanto, estudos utilizando outras combinações de fluidos apresentaram resultados semelhantes.

Um estudo realizado por ZandParsa et al. (2017) utilizou sangue bovino e solução de glicerol como fluidos e concluiu que a adição da solução de glicerol não alterou significativamente a curva de fluxo inicial.



Outro estudo realizado por Jafari et al. (2016) utilizou sangue bovino e solução de glicose como fluidos e também não observou diferenças significativas na curva de fluxo inicial após adição da solução de glicose.

Esses estudos sugerem que a combinação de sangue bovino com outros fluidos pode não alterar significativamente a curva de fluxo inicial.

A viscosidade também mostrou resultados semelhantes, sangue bovino ( $0,00394 \pm 0,0038$ ) e sangue bovino + óleo de soja ( $0,00394 \pm 0,00357$ ). O óleo de soja não alterou a viscosidade inicial do sangue bovino.

Não foi possível encontrar estudos que tenham utilizado especificamente a combinação de sangue bovino e óleo de soja na curva de viscosidade. No entanto, alguns estudos utilizaram outros tipos de óleos vegetais em combinação com fluidos biológicos e obtiveram resultados semelhantes.

Um estudo realizado por Chu et al. (2019) utilizou óleo de palma em combinação com soro humano e concluiu que a adição do óleo de palma não afetou significativamente a viscosidade do soro humano.

Outro estudo realizado por Kwiatkowski et al. (2019) utilizou misturas de óleo de cozinha e plasma humano e também não observaram diferenças significativas na viscosidade.

Esses estudos sugerem que pode ser possível utilizar óleos vegetais em combinação com fluidos biológicos sem alterar significativamente a viscosidade.

No entanto, é importante ressaltar que os resultados podem variar de acordo com o tipo de óleo e fluido utilizados, assim como as condições experimentais.

Figura 1: Curvas de fluxo do sangue bovino com óleo de Soja Refinado, dados representam a média obtida do óleo feito em triplicata com diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ).

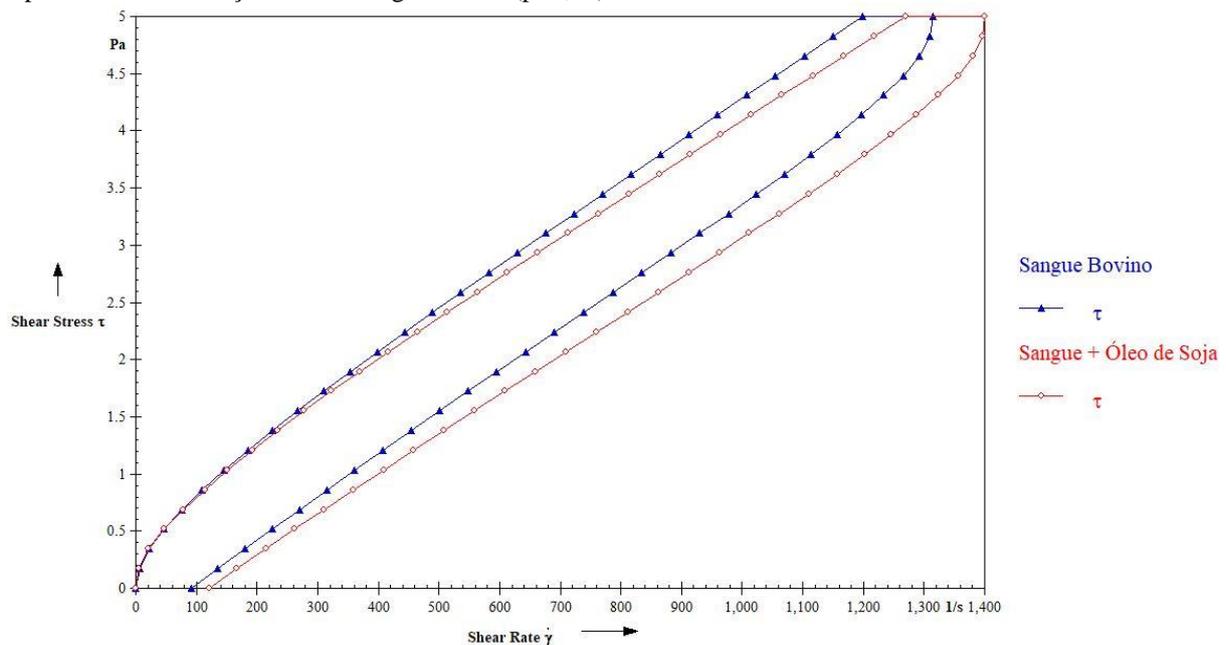
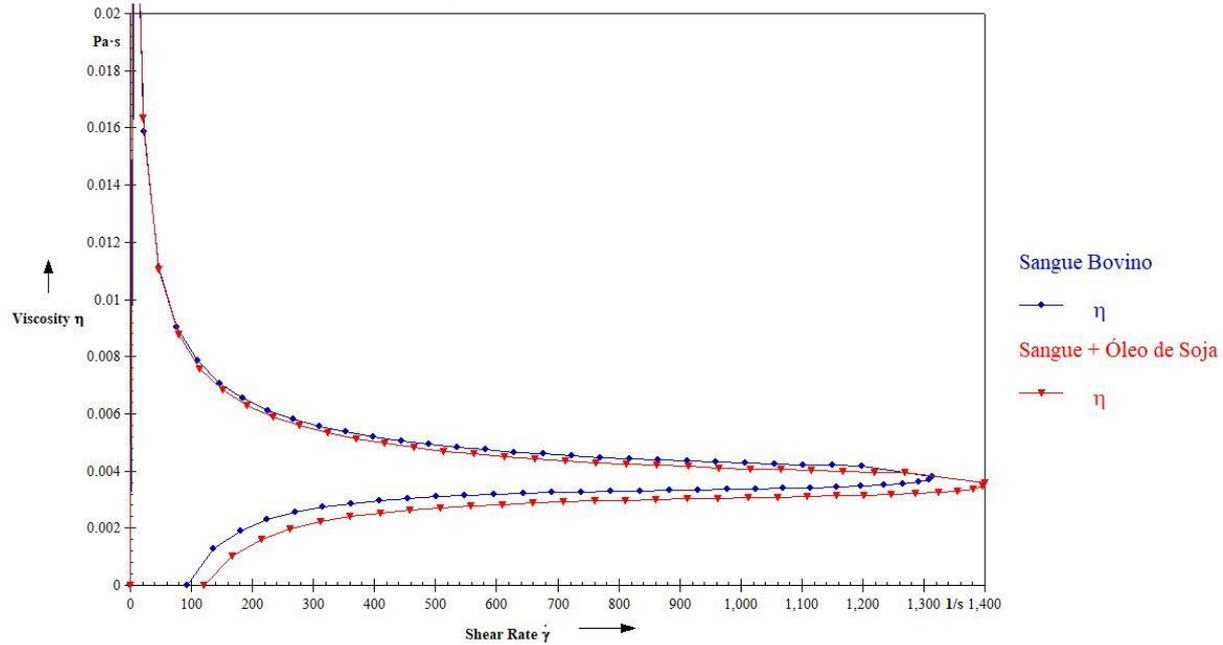


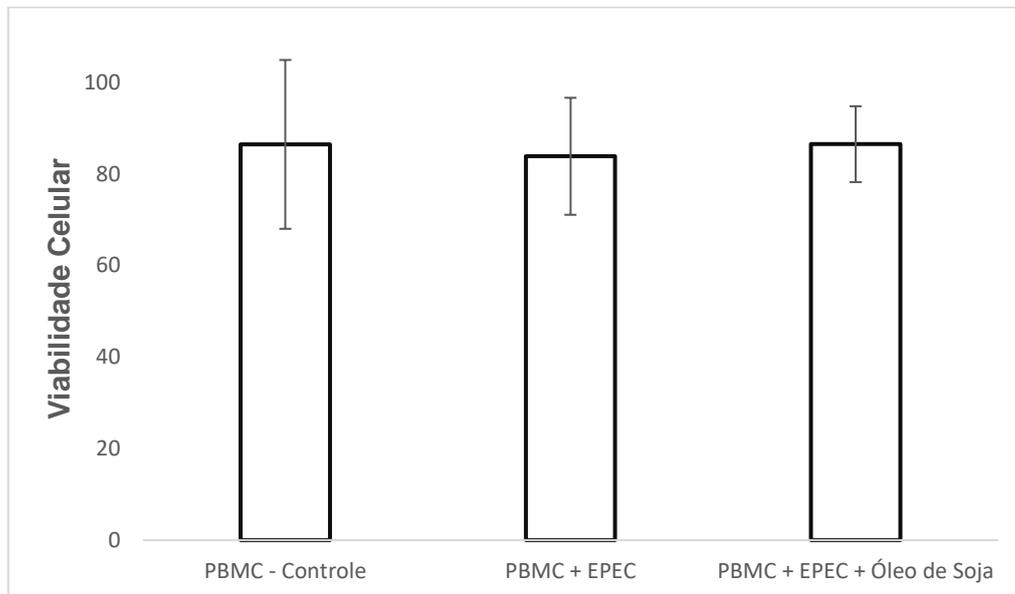


Figura 2: Curvas de viscosidade do sangue bovino com o óleo de soja Refinado, dados representam a média obtida do óleo feito em triplicata com diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ).



No ensaio de viabilidade das células do sangue, os índices foram superiores a 80%, grupo controle ( $86,42 \pm 18,44$ ), PBMC (Célula mononuclear do sangue periférico) + EPEC ( $83,82 \pm 12,78$ ) e PBMC (Célula mononuclear do sangue periférico) + EPEC + Óleo de soja ( $86,47 \pm 8,28$ ). Constata-se que o óleo de soja não foi tóxico às células.

Figura 3: Ensaio de viabilidade das células do sangue bovino periférico. Os resultados representam a média do desvio padrão.



A análise de viabilidade é comum em estudos que aferem a capacidade farmacológica de produtos naturais, pois é apto de determinar a toxicidade do material testado. Em 2014, Pessoa e colaboradores analisaram a viabilidade de células MN do sangue periférico estimulados por uma

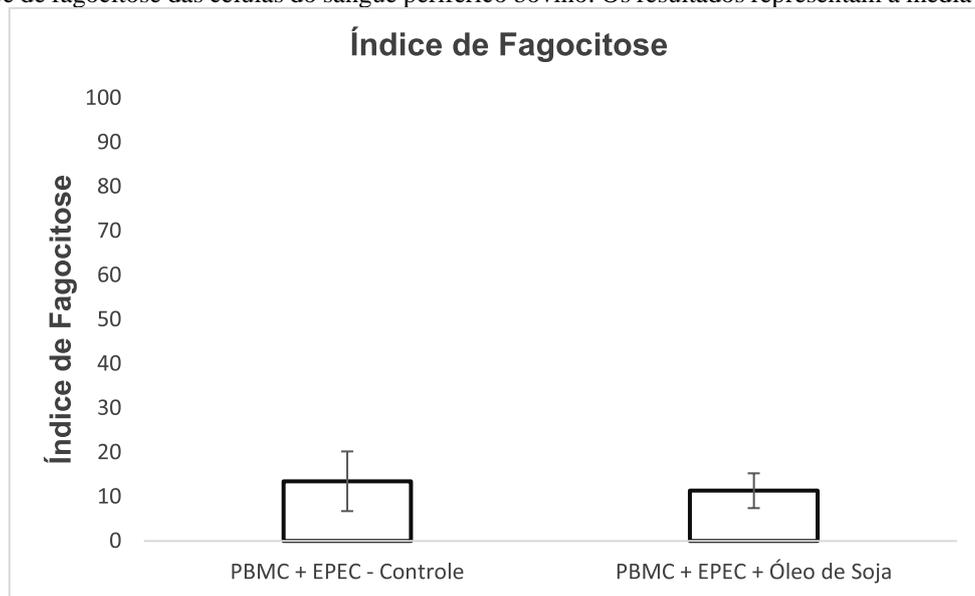


microemulsão de óleo do babaçu, os autores observaram que a Microemulsão de óleo de babaçu apresentou baixa toxicidade celular (PESSOA, et al., 2014).

Na figura 4 observa-se a fagocitose de células mononucleares do sangue periférico bovino. Tanto na presença de EPEC + Óleo de soja, e EPEC – Controle não houve aumento na atividade fagocítica.

Wang et al. (2017) investigaram o efeito da suplementação dietética com óleo de soja em vacas leiteiras e observaram uma melhora na atividade das células fagocitárias do sangue periférico. O estudo conclui que a adição de óleo de soja na dieta pode melhorar a imunidade celular das vacas.

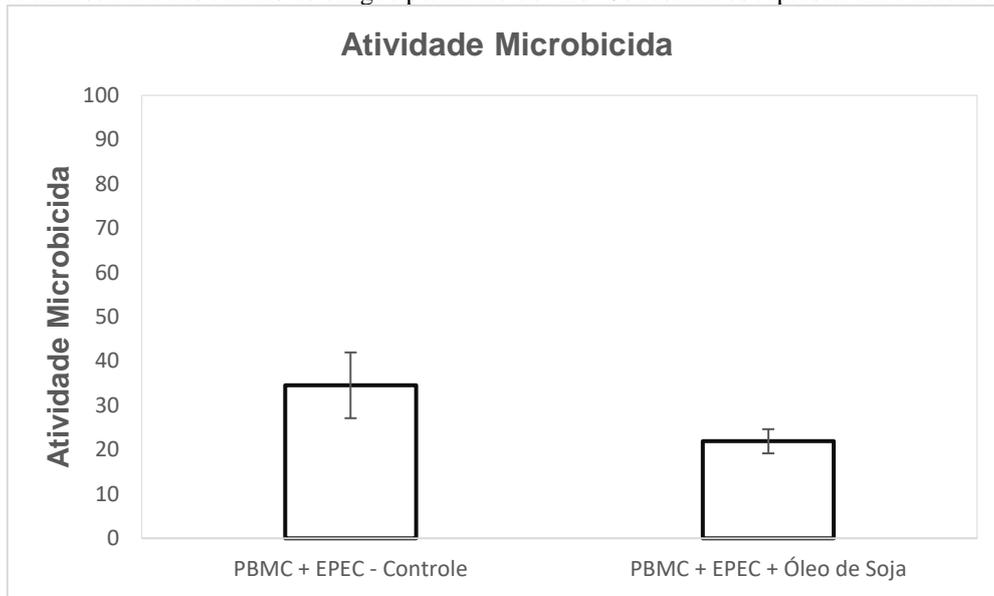
Figura 4: Índice de fagocitose das células do sangue periférico bovino. Os resultados representam a média e desvio padrão.



Na análise do índice microbicida (figura 5) o grupo controle não diferiu do grupo das células sanguíneas na presença do Óleo de soja. Alguns estudos sugerem que os ácidos graxos presentes no óleo de soja podem ter efeitos imunomoduladores, ou seja, podem afetar a função das células do sistema imunológico.



Figura 5: Índice microbicida das células do sangue periférico bovino. Os resultados representam a média e desvio padrão.



#### 4 CONCLUSÃO

No presente trabalho concluiu-se que não houve alteração nas características reológicas do sangue periférico bovino na presença do óleo de soja.

A viabilidade de fagócitos mononucleares do sangue periférico bovino com a presença do óleo de soja refinado não obteve diferença estatísticas.

E também o efeito microbicida dos fagócitos do sangue bovino não obteve resultados diferentes entre si.



## REFERÊNCIAS

- Aprosoja brasil. A soja. Associação brasileira dos produtores de soja 2023. Último acesso em 10 de março 2023. Publicado; 2019.
- Bonato e. R, bonato a. L. V. A soja no brasil: história e estatística. Londrina: embrapa, cnps. (embrapa, cnps. Documentos, 21) 61 p. 1987.
- Brasil. Agência nacional de vigilância sanitária. Resolução nº 270, de 2 de setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Diário oficial da união (dou), Brasília, df.
- Brock j, nogueira m. R, zakrzewski c, et al., determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 28(3): 564-570, 2008.
- Câmara g.m.s. Introdução ao agronegócio soja. Texto básico da disciplina essencial lpv 0584: graduação em engenharia agrônômica da usp/esalq. 30 p. 2015.
- Carpentier, y. A.; dupont, i. E. Advances in intravenous lipid emulsions. World j.surg. 24; 1493–1497; 2000.
- Chaiyasit, w. Elias, r. J. McClements, d. J. Decker e. A. Role of physical structures in bulk oils on lipid oxidation. Critical reviews in food science and nutrition. 47, p. 299-317, 2007.
- Chu, k. K., wong, a., & hoque, m. E. Viscosity of palm oil in combination with human serum. Journal of food science and technology, vol. 56, p. 1764-1771, 2019.
- Conab; companhia nacional de abastecimento. Último acesso em 09 de abril de 2023. Publicado; 2023. Embrapa; embrapa soja: soja em números (safra 2018/19); último acesso em 10 de março de 2023. Publicado; 2019.
- Ferreira, e. E. Et al. Reologia de suspensões minerais: uma revisão. Rev. Esc. Minas.vol. 58, n. 1, p. 83-87, 2005.
- Finch, j.m.; turner, r.j. Effects of selenium and vitamin e on the immune responses of domestic animals. Research in veterinary science, v. 60, p. 97–106, 1996.
- Gunstone, frank d. Vegetable oils. In: shahidi, fereidoon. Bailey's industrial oil & fat products: edible oil & fat products chemistry, properties & health effects. New jersey: wiley interscience. 6(1): cap. 6, 213-268, 2005.
- Islam, m. A. Et al. Prevalence and genetic characterization of shiga toxin-producing escherichia coli isolates from slaughtered animals in bangladesh. Applied and environmental microbiology, v. 74, n. 17, p. 5414–5421, 2008.
- Jafari, a., soltani, r., & vedadhir, a. Blood flow behavior in stenosed carotid artery bifurcation: comparison of different blood models with and without red blood cells. Frontiers in physiology, vol. 7, p. 414, 2016.
- Lessard, m. Et al., cellular immuneresponses in pigs fed a vitamin e - and selenium - deficient diet. Journal of animal science, v. 69, p. 1575–1582, 1991.



Martínez, a. C.; alvarez-mon, m. O sistema imunológico (i): conceitos gerais, adaptação ao exercício físico e implicações clínicas. Revista brasileira de medicina do esporte, v. 5, n. 3, mai-jun, 1999.

Mendonça, c. R. B., desenvolvimento de metodologias para análise direta de óleos vegetais empregando microemulsões de água em óleos e meios não aquosos. 2005. 224f. Tese de doutorado - ufrgs. Porto alegre. 2005

Meydani, s. N., et al. Vitamin e supplementation and in vivo immune response in healthy elderly subjects: a randomized controlled trial. Jama, v.277, n. 7, p. 1380-6, 1997.

Moreto e, alves r. F. Óleos e gorduras vegetais: processamento e análises, ufsc: florianópolis, 1: 179. 1986.

Nepomuceno, a. L. Farias; j.r.b.; neumaier, n. Características da soja. Embrapa soja, 2021.

Neuza jorge. Química e tecnologia de óleos vegetais. São paulo: cultura acadêmica: universidade estadual paulista, pró-reitoria de graduação, 165 p. 2009.

Nunes, c. A. Tecnologia de óleos e gorduras para engenharia de alimentos. Texto acadêmico. Lavras, editora ufla, 2013, 69p.

Pessoa r. S, França e. L, ribeiro e. B, et al., microemulsion of babassu oil as a natural product to improve human immune system function. Drug design, development and therapy. (9): 21-31, 2014.

Ramalho h. F, suarez p. A. Z. A química dos óleos e gorduras e seus processos de extração e refino. Resvista vidual de química. 5 (1), 2-15, 2013.

Rooke, j. A; robinson, j.; arthur, j. R. Effects of vitamin e and selenium on the performance and immune status of ewes and lambs. Journal of agricultural science, 142, p. 253–262, 2004

Santos, j. C. O.; santos i. M. G.; souza, a. G. Effect of heating and cooling on rheological parameters of edible vegetable oils. Journal of food engineering, n°. 67, pp. 401–405, 2005.

Silva, l. E da.; quadros, d. A de.; neto, a. J. M.; estudo etnobotânico e etnofarmacológico de plantas medicinais utilizadas na região de matinhos – pr. Rev. Ciência e natura, v. 37, n. 2, p. 266 – 276, maio-agosto, 2015.

Souza, c. De o. Escherichia coli enteropatogênica: uma categoria diarreio gênica versátil. Revista pan-amazônica de saúde, v.7, n. 2, p. 79-91, 2016.

Wang, l.; zhang, g.; wei, z.; zheng, n.; tong, q.; zhao, s.; gao, p. Soybean oil improves the immune function of dairy cows by enhancing the activity of peripheral blood mononuclear cells. Journal of dairy science, v. 100, n.2, p. 1364-1376, 2017.

Xia, x. Et al. Presence and characterization of shiga toxin-producing escherichia coli and other potentially diarrheagenic e. Coli strains in retail meats. Applied and environmental microbiology, v. 76, n. 6, p. 1709–1717, 2010.

Zandparsa, m., sabouni, f., & mohebbi-kalhari, d. A hybrid computational model for non-newtonian blood flow simulations: an application to the study of stenotic models. Journal of biomechanics, vol. 53, p. 102-10

## Aplicação de biomassa de banana verde em sorvete vegano sabor Piña Colada



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-029>

### Giovanni Cesar Teles

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8762-4654>  
 Universidade Estadual de Maringá - UEM, Brasil  
 E-mail: giovanycesar@hotmail.com

### Aline Gouveia Fiori

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7858-6572>  
 Universidade Estadual de Maringá - UEM, Brasil  
 E-mail: alinegouf1@gmail.com

### Pablo Ricardo Sanches de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2380-3506>  
 Universidade Estadual de Maringá - UEM, Brasil  
 E-mail: prsanchesoliveira@gmail.com

### Juliana Harumi Miyoshi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1234-9608>  
 Universidade Estadual de Maringá - UEM, Brasil  
 E-mail: jhm\_1992@hotmail.com

### Natália Santos Pretes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8990-5460>  
 Universidade Estadual de Maringá - UEM, Brasil  
 E-mail: nataliapretes@gmail.com

### Grasiele Scaramal Madrona

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1204-525X>  
 Universidade Estadual de Maringá, Brasil  
 E-mail: gsmadrona@uem.br

### RESUMO

A busca por alimentos naturais que venham conferir benefícios à saúde aumenta cada vez

mais. A biomassa de banana verde é composta por amido resistente com funções prébióticas, das quais são conhecidas por alterar de forma específica a composição e/ou a atividade da microbiota gastrointestinal, conferindo efeitos benéficos ao consumidor. Um alimento que agrada diversas idades é o sorvete, e a produção de um sorvete vegano prébiótico apresenta ter grande interesse ao mercado. Com isso, o objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar sensorialmente um sorvete vegano sabor Piña Colada com base de biomassa de banana verde. Por meio de testes preliminares foi definida as formulações utilizadas, realizando a produção da calda de abacaxi, da biomassa de banana verde, e homogeneização desses com os demais ingredientes. Variou-se a quantidade em gramas da biomassa de banana verde, sendo denominadas S21 e S11, essas amostras foram analisadas sensorialmente em relação aos atributos cor, aroma, sabor, consistência e aparência global, e no mesmo formulário havia a análise de intenção de compra. O índice de aceitação em geral foi superior a 90% e não houve diferença significativa entre as amostras em nenhum dos atributos avaliados. Assim, ambas as formulações apresentaram ser potencialmente interessantes para serem comercializadas.

**Palavras-chave:** EPEC, fagocitose, Glycine max (L.) Merrill., óleos vegetais, reologia

## 1 INTRODUÇÃO

O interesse por alimentos saudáveis vem crescendo rapidamente pelo mundo todo devido à conscientização dos consumidores sobre saúde e bem-estar. Sendo assim, a demanda por alimentos enriquecidos, que possuam funcionalidade e alto teor nutricional, também teve um aumento significativo (Jones & Jew, 2007; Granato et al., 2018).



Outro caminho que vem ganhando espaço é o veganismo, onde não há consumo de nenhum produto animal, seja ele carne, leite, mel, ovos, entre outros.

Aqui, além do foco na saúde, inclui-se também razões éticas, morais, bem-estar animal e intolerâncias alimentares (Chen et al., 2019).

A The Vegan Society (2021), demonstrou que a quantidade de indivíduos veganos na Grã-Bretanha quadruplicou entre 2014 e 2019, e em 2021 uma pesquisa da The Grocer mostrou que 15% dos britânicos cortaram o consumo de laticínios e outros 42% reduziram a ingestão (Selwood, 2021).

Além disso, foi visto nos Estados Unidos, um aumento das vendas em dólar de alimentos veganos em 54% entre 2018 e 2021 (GFI, 2021).

O sorvete é um sistema de emulsão com cristais de gelo, glóbulos de gordura dispersos e células de ar, estruturas hidrocoloides de proteína e uma fase aquosa descongelada.

Quanto maior a desestabilização da gordura, maior a estabilização da fase de ar, trazendo uma melhora nas propriedades de derretimento e textura.

Para esse fim, a proteína do leite animal é uma boa escolha, isso por suas propriedades de fusão, desestabilização dos glóbulos de gordura, estabilização de bolhas de ar e aumento da viscosidade da fase congelada, evitando a formação de cristais de gelos muito grandes (Goff, 2013; Paula et al., 2022).

O Ministério da Saúde em sua Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999 traz a definição de gelados comestíveis, sendo o sorvete produzido com leite e os gelados de frutas ou Sorbets elaborados com frutas, pedaços de frutas ou sucos, podendo conter outros alimentos em sua matriz, e que devem conter em sua composição pelo menos 3% de fruta fresca, polpa ou suco, e a composição de sólidos totais devem ser de pelo menos 20% do volume total do produto final (Brasil, 1999).

A Piña Colada é um coquetel doce originário de San Juan, Porto Rico, feito com rum, leite de coco e polpa de abacaxi (February, 2020).

A biomassa de banana verde é um produto obtido do cozimento de bananas nos estágios 1 e 2 de maturação, com alto índice de minerais como potássio, magnésio, fósforo, cálcio e ferro, além das vitaminas, fibras e compostos bioativos (Riquette et al., 2019).

Pela sua composição, baixa retro gradação, baixa propriedade de inchamento e alta resistência ao calor é considerada uma excelente alternativa para a substituição de ingredientes, participando como agente espessante, estabilizador e gelificante (Padam et al., 2014).

Se destaca como um alimento prébiótico a banana em seu estado verde, por possuir em sua constituição cerca de 60 a 80% de carboidratos indigeríveis, tais como, amido resistente, celulose, hemicelulose e lignina, que podem ser fermentados pelas bactérias probióticas presentes no intestino, produzindo ácidos graxos de cadeia curta, o que promove o crescimento do próprio probiótico (Powthong et al., 2020; Rezende, et al., 2021; Teles et al., 2022).



Assim, visando obter um produto inovador para atender as necessidades do público vegano em crescimento no Brasil e no mundo, este trabalho desenvolveu um novo produto tipo “sorvete” a base de biomassa de banana verde sabor piña colada.

Diante da importância em desenvolver produtos com substituição do leite de origem animal por vegetal, integrando diferentes tipos de consumidores, sendo eles veganos ou os que buscam alimentos funcionais que possam trazer benefícios a sua saúde.

Assim, este trabalho teve como objetivo a produção de um sorvete vegano, com base de biomassa de banana verde e posterior avaliação sensorial e pesquisa de mercado.

## 2 METODOLOGIA

Os ingredientes foram obtidos em uma rede de supermercado local. A biomassa de banana verde e a calda de abacaxi foram preparadas conforme descrito abaixo, estando em temperatura ambiente antes da incorporação com os demais ingredientes.

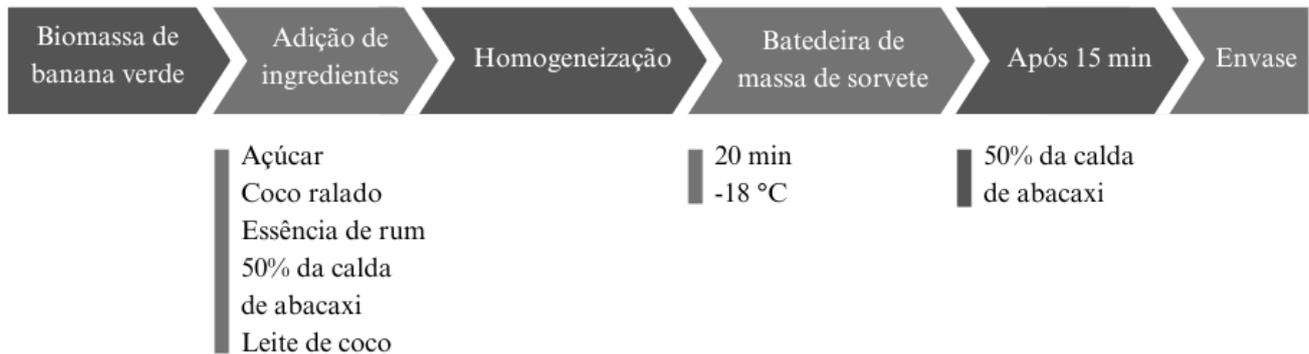
### 2.1 DESENVOLVIMENTO DO SORVETE VEGANO SABOR PIÑA COLADA COM BASE DE BIOMASSA DE BANANA VERDE

A calda de abacaxi foi preparada misturando o abacaxi cortado a açúcar e água, cozidos na pressão por 10 minutos. Separou-se a calda do abacaxi e conservou-se ambos sob refrigeração. Para o preparo da biomassa, em uma panela de pressão adicionou-se a banana verde e a água quente até cobrir, deixou-se na pressão por 6 minutos, logo após as bananas cozidas foram descascadas e trituradas em liquidificador juntamente com a calda de abacaxi até ficar homogêneo.

Após testes preliminares foi determinada a metodologia conforme descrito a cima, bem como a formulação dos sorvetes veganos (tabela 1). Como pode ser observado no fluxograma da Figura 1, todos os ingredientes foram misturados e adicionados na produtora contínua de sorvete, após 15 minutos adicionou-se o restante dos pedaços de abacaxi provenientes da calda de abacaxi e, ao final dos 20 minutos, o sorvete foi envasado em potes de plásticos próprios para sorvete. As amostras se deferiam em relação ao teor de biomassa de banana verde adicionado, sendo ele de 21% (S21) e 11% (S11).



Figura 1 - Fluxograma da produção do sorvete vegano sabor piña colada com base de biomassa de banana verde.



Fonte: Autor (2022)

Tabela 1: Formulações em porcentagem e gramas do sorvete vegano sabor Piña Colada

Ingredientes	S21	S11
Abacaxi	36,66% (500 g)	40,95% (500 g)
Açúcar	11,00% (150 g)	12,28% (150 g)
Leite de coco	28,28% (385,6 g)	31,58% (385,6 g)
Coco ralado	2,20% (30 g)	2,46% (30 g)
Essência de rum	0,95% (13 g)	1,06% (13 g)
Biomassa banana verde	21,00% (285 g)	11,67% (142,5 g)

Fonte: Autor (2022).

## 2.2 PESQUISA MERCADOLÓGICA E ACEITAÇÃO SENSORIAL

Uma pesquisa de mercado foi, previamente, realizada a fim de definir o tema e o produto a ser elaborado. Por meio de um formulário online, 100 pessoas com mais de 18 anos responderam ao questionário de acordo com a preferência de consumo no mês de abril de 2022.

A pesquisa atingiu as seguintes faixas etárias: 58% afirmaram ter entre 18 e 28 anos; 26%, entre 29 e 39; e os demais, acima de 40 anos.

A análise sensorial foi realizada conforme a metodologia descrita por Ferreira et al., (2000), foi aplicado o Teste de Aceitação com 100 provadores não treinados, com idade mínima de 18 anos, de ambos os sexos, utilizando escala hedônica de 9 pontos (sendo 9 “gostei muitíssimo” e 1 “desgostei muitíssimo”) de forma monádica em relação aos atributos cor, aroma, sabor, consistência e aparência global das amostras, e uma escala de 3 pontos (sendo 1 “certamente não compraria” e 3 “certamente compraria”) utilizada para análise de intenção de compra.

Em uma bandeja foram servidas duas amostras de 15 g a cada provador, cada uma em copo plástico descartável codificado com três dígitos aleatórios, acompanhadas de duas colheres descartáveis, guardanapo de papel e água potável.

Até o momento da análise sensorial, as amostras de sorvete foram mantidas em temperatura de -18 °C.

Os provadores limpavam o palato, antes de provar cada amostra, com água mineral em temperatura ambiente que foi servida junto às amostras.



Os resultados obtidos na análise sensorial foram avaliados utilizando-se de análises de variância (ANOVA) e teste de Tukey, com intervalo de confiança de 95% no Microsoft Excel (2021).

O índice de aceitabilidade dos produtos foi realizado por meio da média obtida nos diferentes atributos (média do atributo x 100/9), considerando o mínimo de 70% como limite para que o produto seja considerado bem aceito pelos consumidores (Dutcosky, 2011).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ANÁLISE SENSORIAL E PESQUISA DE MERCADO

Os critérios para avaliação de aceitação foram, cor, aroma, sabor, consistência e aparência global. No mesmo formulário continha análise de intenção de compra e ainda espaço para comentários abertos. Em relação ao critério aparência (cor), a nota média alcançada foi 7,95 e 7,79 respectivamente para a amostra S21 e S11, situados em “gostei regularmente”.

O atributo aroma a média foi de 8,03 e 7,86, situando entre “gostei muito” e “gostei regularmente”. Para o quesito sabor a média foi de 8,20 e 7,53 estando entre “gostei regularmente” e “gostei muito”. O item consistência teve a melhor média entre os itens avaliados, de 8,28 e 7,96.

Sabatini et al. (2011) elaboraram um sorvete utilizando alfarroba onde constaram um alto índice de aceitabilidade, superior à 87%, corroborando com a ótima aceitação de produtos alimentícios alternativos.

Fernandes et al. (2017) desenvolveram um frozen funcional com biomassa de banana verde onde destacam o índice de aprovação da textura superior à 84%, ainda reforçam que a modificação de produtos com textura desejável através da melhoria da estrutura do alimento impacta na palatabilidade, sendo um dos quesitos mais importantes na aceitação.

Um Índice de Aceitabilidade superior a 70% indica que o produto foi aceito de acordo com Dutcosky (2011).

Como ilustrado na Tabela 2, todos os atributos avaliados são superiores ao Índice de Aceitabilidade.

Destacam-se os índices consistência (92,0%) e aparência global (91,7%), valores semelhantes foram relatados por Beltran, et al. (2020), onde produziram sorvete vegano de chocolate formulado com batata doce e leite de coco.

Os elevados resultados confirmam que o sorvete à base de biomassa de banana verde, formulado neste trabalho, apresenta potencial de consumo e dessa maneira ser produzido em grande escala para comercialização.

Em reação a intenção de compra a amostra S21 apresentou média de 2,76 (na escala de 1 a 3) e a amostra S11 obteve média de 2,48, assim conforme os resultados obtidos no presente estudos os provadores comprariam ambas as amostras.



Tabela 2 - Média da aceitação sensorial do sorvete.

Amostra	Cor	Aroma	Sabor	Consistência	Aparência global	Intenção de compra
S21	7,95 <sup>a</sup>	8,03 <sup>a</sup>	8,20 <sup>a</sup>	8,28 <sup>a</sup>	8,26 <sup>a</sup>	2,76 <sup>a</sup>
S11	7,79 <sup>a</sup>	7,86 <sup>a</sup>	7,53 <sup>a</sup>	7,96 <sup>a</sup>	7,95 <sup>a</sup>	2,48 <sup>a</sup>

Fonte: Autor (2022) - Médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Na pesquisa de mercado, das 100 pessoas, 73% eram do gênero feminino; 26%, do gênero masculino; 1% preferiu não dizer a qual gênero se identifica.

Cerca de 93% do público afirmou consumir produtos de origem animal com frequência, ao passo que 98% afirmam que consumiriam um produto vegano (sem adição de produtos de origem animal). 59% confirmaram conhecer os benefícios da biomassa de banana verde, enquanto 41% desconhecem seus benefícios.

Ainda, 93% não consomem produtos à base de biomassa, sendo somente 7% os que consomem. Em relação à intenção de consumo de produtos com funcionalidade prébiótica, 99% afirmaram que consumiriam.

Sobre a frequência de consumo de um sorvete funcional, 71% da população consumiria ocasionalmente; 23%, raramente; e, somente 6% nunca consumiria.

Questionados sobre o que mais chamou atenção, o “sabor descrito” obteve o primeiro lugar com 54% de adesão, seguido pela “qualidade nutricional” e a “funcionalidade”, com 51% e 42%, respectivamente, enquanto “ser uma opção vegana” ficou na quarta posição, atingindo o gosto de 32% das pessoas (obs.: mais de uma opção poderia ser escolhida).

Quanto à frequência de consumo, 79% tomam sorvete ocasionalmente; 16%, uma vez na semana; os demais 5%, de duas a três vezes na semana. Sobre qual seria o tamanho ideal da porção, 60% preferem embalagens de 250 ml; 34%, 500 ml; 4%, 1 L; e 2% embalagens de 750 ml.

Em relação ao preço que estariam dispostos a pagar no produto, 42% pagariam entre R\$ 10,00 e R\$ 14,99; 36%, entre R\$ 5,00 e R\$ 9,99; 15%, entre R\$ 15,00 e R\$ 19,99; enquanto 7%, entre R\$ 20,00 e R\$ 25,00. Para concluir, 88% acham o sabor abacaxi e rum uma boa combinação, enquanto 12% não concordam.

## 4 CONCLUSÃO

Analisando os dados apresentados neste trabalho, pode-se concluir que a biomassa de banana verde, fonte de amido resistente, foi bem aceita como base para o sorvete vegano, tornando um produto funcional e que tem bom mercado, destaca-se que outros testes devem ser realizados para a confirmação de tal funcionalidade.



De acordo com os resultados da avaliação sensorial ambas as formulações apresentaram ser potencialmente interessantes para serem comercializadas, com índice e aprovação em geral superior a 90% e sem diferença entre as amostras, podendo se utilizar a biomassa de banana verde em concentrações de 11 ou 21%.

### **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem ao CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo suporte financeiro concedido.



## REFERÊNCIAS

- Beltran, L. B., Raspe, D. T., Castilho, P. A., Sousa, L. C. S. de Fioroto, C. K. S., Vieira, A. M. S., & Madrona, G. S. (2020). Desenvolvimento de sorvete vegano de chocolate formulado com batata doce e leite de coco. *Brazilian Journal of Development*, 6(3), 15274-15284. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n3-413>
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria nº 379, de 26 de abril de 1999. Brasília, 1999. <https://www.gov.br/saude/pt-br>
- Chen, W., Liang, G., Li, X., He, Z., Zeng, M., Gao, D., Frang, Q., Goff, H. D., & Chen, J. (2019). Effects of soy proteins and hydrolysates on fat globule coalescence and meltdown properties of ice cream. *Food Hydrocolloids*, 94, 279-286. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2019.02.045>
- Dutcosky, S. D. (2011). Análise sensorial de alimentos. In *Análise sensorial de alimentos* (pp. 426-426).
- Estados Unidos. Department of Agriculture. USDA.gov - United States Department of Agriculture. 2019. <https://fdc.nal.usda.gov/>
- FEBRUARY, Rafael Cartay. (2020). Pineapple: The Queen of Tropical Fruits. Disponível em: <https://delamazonas.com/en/flora1/fruit/pineapple/>.
- Fernandes, R. D. C. D. S., Pitombo, V. C., Morais, N. A. R. de, Salvador, A. C. D. A., Rezende, L. S., Matias, A. C. G., Furquim, N. R., & Pereira, I. R. O. (2017). Desenvolvimento e avaliação sensorial de sorvete de iogurte (frozen) funcional com biomassa de banana verde e frutas vermelhas. *Uningá Review*, 30(2).
- FERREIRA, V. L. P. Análise sensorial – Testes discriminativos e afetivos. (2000) Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos, (pp. 73-77).
- Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013). *Ice cream* (7th ed.), Springer, New York, NY.
- Good Food Institute (GFI). 2021 retail market data - plant-based foods. by Emma Ignaszewski.
- Granato, D., Santos, J. S., Salem, R. D., Mortazavian, A. M., Rocha, R. S., & Cruz, A. G. (2018). Effects of herbal extracts on quality traits of yogurts, cheeses, fermented milks, and ice creams: a technological perspective. *Current Opinion in Food Science*, 19, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2017.11.013>
- Jones, P. J., & Jew, S. (2007). Functional food development: concept to reality. *Trends in Food Science & Technology*, 18(7), 387-390. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2007.03.008>
- Padam, B. S., Tin, H. S., Chye, F. Y., & Abdullah, M. I. (2014). Banana by-products: an under-utilized renewable food biomass with great potential. *Journal of food science and technology*, 51(12), 3527-3545. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0861-2>
- Paula, N. R. F. de., Sousa, I. O. de, & Araújo, É. de O. (2022). Agregação de valor ao *Theobroma grandiflorum* pela elaboração de sorvete artesanal. *Research, Society and Development*, 11(10), e292111032950. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i10.32950>
- Powthong, P., Jantrapanukorn, B., Suntornthiticharoen, P., & Laohaphatanalert, K. (2020). Study of prebiotic properties of selected banana species in Thailand. *Journal of food science and technology*, 57(7), 2490-2500. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04284-x>



Rezende, A. C. dos R., Pires, C. V., Silva, L. S., Gonçalves, A. C. A., & Silva, W. A. da. (2021). Desenvolvimento e caracterização de queijo Petit suisse adicionado de biomassa de banana verde com cobertura de calda de maracujá. *Research, Society and Development*, 10(6), e27410615833. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15833>

Riquette, R. F. R., Ginani, V. C., Santos L. D., E., Alencar, E. R. D., Maldonade, I. R., Aguiar, L. A. D., Souza, A. G. M., Mariano, D. R. H., & Zandonadi, R. P. (2019). Do production and storage affect the quality of green banana biomass? *LWT*, 111, 190-203. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.04.094>

Sabatini, D. R., Silva, K. M. D., Picinin, M. E., Santo, V. R. D, Souza, G. B. D., & Pereira, C. A. M. (2011). Centesimal and mineral composition of powdered carob and its use on preparation and acceptability of an ice cream/Composicao centesimal e mineral da alfarroba em po e sua utilizacao na elaboracao e aceitabilidade em sorvete. *Alimentos e Nutrição (Brazilian Journal of Food and Nutrition)*, 22(1), 129-137.

SELWOOD, D. Consumer research: What are shoppers thinking about dairy and the environment? *The Grocer*. 2021. Disponível em: <https://www.thegrocer.co.uk>.

Teles, G. C., Miyoshi, J. H., Crozatti, T. T. da S., Oliveira, P. R. S. de Luckesi, D., & Barros, R. de A. (2022). Biomassa de banana verde: alimento funcional, uma revisão. *Research, Society and Development*, 11(14), e355111435339. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i14.35339>

The Vegan Society. Statistics. Disponível em: <https://www.vegansociety.com/news/media/statistics/>.

## Análise do processo de internacionalização da cachaça com registro de Indicação Geográfica



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-030>

### Valdir Silva da Conceição

Universidade Federal da Bahia – UFBA  
Mestrando do Programa de Pós-Graduação Em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação – PROFNIT  
E-mail: valdirconceicao@gmail.com

### Dayana Ferraz Silva

Universidade Federal da Bahia – UFBA  
Bacharel em Biotecnologia  
E-mail: biotec.dayferraz@gmail.com

### Marcelo Santana Silva

Instituto Federal da Bahia – IFBA  
Doutor em Energia e Ambiente – UFBA  
Professor do Programa de Pós-Graduação Em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação – PROFNIT  
E-mail: profmarceloifba@gmail.com

### Benjamim de Almeida Mendes

Faculdade Ruy Barbosa  
Doutor em Engenharia de Alimentos  
E-mail: benjaalmendes@gmail.com

### Angela Machado Rocha

Universidade Federal da Bahia  
Doutor em Energia e Ambiente – UFBA  
Professora do Programa de Pós-Graduação Em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação – PROFNIT  
E-mail: anmach@gmail.com

### RESUMO

A cachaça é uma bebida genuinamente brasileira, tem identidade própria, é um elemento cultural e um grande símbolo nacional. A internacionalização da bebida requer alguns pressupostos que devem ser atendidos. O presente artigo objetiva descrever os parâmetros necessários e fundamentais para a internacionalização da cachaça, impulsionada pelo seu registro como uma Indicação Geográfica. A metodologia utilizada foi uma pesquisa bibliográfica, qualitativa e estudo de caso com a utilização de dados primários e secundários. A Indicação Geográfica é uma ferramenta muito importante para combater as falsificações e garantir a procedência do produto, valorizar o saber-fazer, preservar a cultura e a tradição, agregar valor, reduzir a informalidade, gerar desenvolvimento econômico e demonstrar qualidade. A participação da cachaça na exportação brasileira está aquém da sua capacidade produtiva, pois a sua produção é direcionada para o mercado interno. Os produtores têm capacidade de ampliar a produção para atender o aumento da demanda externa após o seu registro como uma Indicação Geográfica, sem desabastecer o mercado interno. Conclui-se que a cachaça reúne os pressupostos para se internacionalizar e aumentar a sua participação na balança comercial brasileira.

**Palavras-chave:** Mercado-alvo, exportação, indicação geográfica.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil passou por diversas transformações no campo social, econômico, tecnológico, comportamental e essas condições foram, em parte, resultado das políticas públicas implantadas, atitudes e rearranjos feito pelos governantes. A estabilização econômica e a inserção do país no



mercado global requerem mudanças de comportamento e em relação aos produtos, há necessidade de colocar no mercado aqueles que tenham procedência e qualidade (REIS, 2018; COLETTI, 2022).

A partir de 2002, houve um crescimento econômico do país acompanhado pela redistribuição da renda, que potencializou o aumento do consumo e reduziu a pobreza e a miséria. A partir de 2016, ocorreram mudanças políticas e econômicas e essa condição fez aumentar a miséria e a fome no país, o que também reflete no consumo, fazendo o país regredir em diversos índices de desenvolvimento, com o aumento do desemprego e da ocupação informal, resultando na redução da renda (SILVA, 2020; COLETTI, 2022).

No período de crescimento econômico, o setor de bebidas também acompanhou essa tendência, adequando-se ao mercado e às necessidades dos consumidores, o que foi reflexo do aumento da disponibilidade da renda, principalmente para as classes C e D, que são os maiores consumidores de bebidas alcoólicas que custam pouco, sem priorizar a qualidade do produto. Nesse período, houve aumento e geração de empregos no setor, principalmente na cachaça, que teve que resistir à concorrência das cervejas, vinhos e destilados importados em função da valorização do real frente às demais moedas, e seguiram a tendência de modernização do parque produtivo com a incorporação de tecnologias (COLETTI, 2022).

As organizações necessitam crescer e buscar resultados significativos para aumentar a sua lucratividade, levando-as a explorar mercados promissores dentro ou fora de suas fronteiras geográficas, direcionando-as para a internacionalização do empreendimento. Há diversos estudos relacionados à internacionalização de empresas no cenário globalizado (CAVALCANTI; MOREIRA; PEREIRA, 2021).

Existem alguns programas que visam estimular e apoiar a internacionalização das entidades, com a inserção de pequenas e médias empresas na agenda governamental. Os programas funcionam prestando consultoria para melhorar a competitividade das empresas perante o mercado externo (VIANA, 2020; CAVALCANTI; MOREIRA; PEREIRA, 2021).

O mundo globalizado está cada mais integrado economicamente e essa condição pressiona os parceiros comerciais a venderem produtos que tenham qualidade, procedência e sustentabilidade, o que é uma reivindicação do consumidor, exigindo das empresas um grande esforço criativo e inovador, o que as obriga a modificar e atualizar suas estratégias de acordo com o cenário (CASTRO, FILGUEIRAS, 2018; BASSO, 2020; RAMALHO; SOUSA; ARAUJO, 2021) e uma das ferramentas utilizadas para atender esse pleito é o registro do produto como IG.

A internacionalização é um fator essencial para o crescimento econômico e para a competitividade das empresas, necessitando que os entes públicos gerem políticas direcionadas para a exportação, atrair investimento para as pequenas e médias empresas (CALABRESE; MANELLO, 2018). O mercado internacional gera uma acirrada concorrência dos produtores para captar a atenção



dos consumidores e comercializar os seus produtos, gerando em alguns casos uma concorrência desleal, onde os grandes conglomerados sufocam os pequenos produtores ao venderem produtos mais baratos do que os seus custos de fabricação, visando se estabelecer e eliminar os concorrentes (OLIVEIRA, 2021).

O processo de internacionalização das empresas é feito de forma gradual e sequencial, pois há necessidade de alocar recursos e mão-de-obra qualificada para a sua consecução, que nem sempre está disponível imediatamente, constituindo-se em um conjunto de atividades multiestágio. Uma das primeiras etapas é a escolha do representante comercial no país em que deseja penetrar, reduzindo a alocação de recursos necessário para a execução da atividade no mercado pretendido e vai permitir que o produto chegue ao cliente final em um curto prazo (COELHO, 2014; VOGEL, 2020).

As bebidas alcoólicas estão presentes nas festividades, ocasiões especiais e são utilizadas como acompanhamento nas refeições de muitas pessoas. O mercado é diversificado e alguns países possuem bebidas espirituosas, que de certa forma acompanharam a história social e política dessas nações (BASTIAN et al., 2019). Algumas bebidas são industrializadas, mas há produção artesanal feita por pequenos produtores, utilizando como mão-de-obra o seio familiar. O produtor da cachaça artesanal geralmente também controla o processo de cultivo da cana-de-açúcar.

A cachaça surgiu no Brasil no período colonial, fazendo parte do cotidiano e acompanhando a história do país, consolidando a sua presença nas diversas esferas socioeconômicas e políticas. É um destilado cuja matéria-prima é a cana-de-açúcar, sendo obtida pela destilação do mosto fermentado da cana-de-açúcar. É uma bebida protegida pelo governo brasileiro desde 2001 através de uma lei específica, de forma que, em termos globais, as denominações “Cachaça”, “Brasil” e “Cachaça do Brasil” não podem ser utilizadas para nenhum destilado feito fora do Brasil e que tenha a cana-de-açúcar como matéria-prima, por se tratar de um produto genuinamente brasileiro, além de utilizar diferentes tipos de madeira em seu processo de envelhecimento, o que a torna versátil (BRASIL, 2001). É uma bebida que vem rompendo barreiras e estereótipos históricos ao longo do tempo, sendo aceita atualmente pelas classes econômicas que a estigmatizavam como uma bebida sem qualidade e que não dava status a quem a consumia.

No Brasil, a cachaça ocupa o segundo lugar no consumo de bebidas alcoólicas, representando cerca de 72% do mercado de destilados. Em termos globais, a cachaça encontra-se em terceiro lugar, sendo suplantada apenas pela vodca e pelo soju (OLIVEIRA; TEIXEIRA; ANDRADE, 2017; CONCEIÇÃO; ROCHA; SILVA, 2019). É um setor muito importante no segmento econômico nacional. Os principais mercados importadores da cachaça são Estados Unidos da América, Paraguai, Portugal, Alemanha e Itália (IBRAC, 2021).

O setor da cachaça investiu recursos para aprimorar o seu controle de qualidade, fez marketing prospectivo no mercado internacional para melhorar a imagem, sofisticou as embalagens e rótulos para



atender as exigências do mercado externo, visando sua internacionalização, aceitação do produto no mercado interno e externo e reduzir o preconceito que algumas camadas econômicas tinham sobre a bebida (ROQUE et al., 2021).

A propriedade intelectual é um direito que protege qualquer obra do espírito humano, de forma que sejam respeitados os produtos e/ou processos do conhecimento, quer sejam tangíveis ou intangíveis e são de três tipos: *sui generis* (Lei n.º 9.456/97; 11.484/2007; 13.123/2015), direito autoral (Lei n.º 9.610/98) e propriedade industrial (Lei n.º 9.279/96).

A Indicação Geográfica (IG) é uma das divisões da Propriedade Intelectual que diz respeito ao reconhecimento de um produto ou serviço como originário de um local, sendo atribuída uma reputação, possuindo valor intrínseco e característica relacionada com a sua origem geográfica e que o distingue de outros produtos similares produzidos em outras regiões (OMPI, 2012). Com o passar do tempo há uma conscientização dos produtores sobre as vantagens advindas do registro de uma IG e essa condição está influenciado no seu crescimento, pois o bem tende a gerar uma vantagem competitiva, estimular o desenvolvimento local, favorecer a penetração em outros mercados, alavancar o turismo, gerar emprego e renda, valorizar a cadeia produtiva e beneficiar os atores envolvidos, fixar o indivíduo nas suas comunidades e território entre outros benefícios (PELLIN, 2019).

Em 2020, havia 1.131 produtores de Aguardente e Cachaça registrados e os dez estados com o maior número de estabelecimentos registrados eram em ordem decrescente Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraíba, Goiás, Paraná e Bahia. Em relação aos estados e o Distrito Federal, apenas Amapá e Roraima não possuíam estabelecimentos registrados (IBRAC, 2021).

Atualmente existem três cachaças registradas como Indicação Geográfica na modalidade Indicação de Procedência: as cachaças de Paraty em 2007, Salinas em 2012 e Abaíra em 2014 (INPI, 2022). O consumo da cachaça ocorre mais no mercado interno, porém, em decorrência do seu registro como IG, há uma grande possibilidade de expansão para o mercado externo e para a sua consecução é necessário adequar a bebida de acordo com as exigências impostas por outros países. A internacionalização do mercado tem entre os seus objetivos atenuar os efeitos das crises econômicas e servir de estímulo à competição entre os produtores, a melhoria da qualidade do produto, a saída da informalidade, o aumento da produtividade e da eficiência, além de ser um propulsor das estratégias voltadas para penetrar nos mercados globais ou locais.

A cachaça da Microrregião de Abaíra é produzida nos municípios de Abaíra, Jussiape, Mucugê e Piatã, cidades que ficam na Chapada Diamantina, que fica na região central do estado da Bahia (INPI, 2022). A Chapada Diamantina possui outros 19 municípios, mas não se encontram inseridos no território de abrangência da Indicação Geográfica. É uma região de extrema beleza natural composta



de cachoeiras, grutas, rios e serras, que favorecem as atividades turísticas nesse território (IBGE, 2022).

O objetivo geral é verificar os parâmetros necessários para a internacionalização da cachaça pós IG.

## 2 METODOLOGIA

A natureza da pesquisa foi qualitativa, por meio da revisão bibliográfica e estudo de caso descritivo. A metodologia utilizada foi uma pesquisa bibliográfica no site do Portal da Capes e na plataforma Google Acadêmico.

Na pesquisa foi utilizado o descritor “estratégia de internacionalização da cachaça”, “estratégia de internacionalização da tequila”, “cachaça internationalization strategy” e “tequila internationalization strategy”.

A busca por publicações acadêmicas e mercadológicas sobre a internacionalização da cachaça nas bases de dados Capes e Google Acadêmico gerou diversos resultados. Na base da Capes houve o retorno de 35 artigos relacionados com a cachaça e outras bebidas, além do agronegócio. Na base de dados do Google Acadêmico, utilizando o descritor “estratégias de internacionalização da cachaça”, no período entre 2015 e 2022 resultou em 531 artigos, mas somente 84 artigos abordavam o tema pesquisado. No Portal Capes foram encontrados 22 artigos, mas relacionado ao tema havia somente 5 artigos.

Na busca nessas plataformas no idioma inglês “cachaça internationalization strategy”, foram encontrados 115 artigos no Google Acadêmico, mas apenas 20 atendiam ao cerne da questão. Em relação ao Portal Capes, foram encontrados 25 artigos, porém apenas 11 artigos atendiam ao tema pesquisado.

O descritor foi alterado para “estratégia de internacionalização da tequila” e foram encontrados 137 artigos na plataforma Google Academic. Após o refinamento, foram aceitos 5 trabalhos, pois, havia alguns repetidos e outros já estavam mapeados na outra pesquisa. No Portal Capes foram encontrados apenas 5 artigos e somente 1 atendia ao tema da pesquisa.

Na busca no idioma inglês com o descritor “tequila internationalization strategy”, na plataforma Google Acadêmico, foram encontrados 336 artigos e apenas 27 atendiam ao tema pesquisado. No Portal Capes, foram encontrados 101 trabalhos, mas somente 10 abordavam o tema. O quadro 1 mostra o resultado da pesquisa. O período utilizado foi de 2015 a 2022.



Quadro 1 – Resultado da estratégia de pesquisa

Descritor	Portal da Capes		Google Acadêmico	
	Total	Selecionados	Total	selecionados
estratégia de internacionalização da cachaça	22	5	531	84
cachaça internationalization strategy	25	11	115	20
estratégia de internacionalização da tequila	5	1	137	5
tequila internationalization strategy	101	10	336	27
Total	153	27	1119	136

Fonte: Autoria própria (2022)

No total foram encontrados 1272 trabalhos e foram selecionados 163 trabalhos.

## 3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 3.1 INDICAÇÃO GEOGRÁFICA

Alguns produtos possuem características inatas e outras a obtêm através da intervenção humana relacionada ao processo de transformação e/ou ao método de produção, pertinente ao saber-fazer, que está enraizada na tradição e cultura local (MORAES; FERREIRA; SABA, 2017; SILVA; REZENDE; SILVA, 2018; CONCEIÇÃO, ROCHA, 2019).

A falsificação de produtos está alinhada com a baixa renda da população que é instigada a possuir e consumir produtos que possuem alto valor agregado, mas as suas condições financeiras não permitem apropriar-se dos bens originais e autênticos produzidos em um determinado território (VALENTE et al., 2012; ALMEIDA et al., 2014).

De acordo com o INPI (2020) o conceito de IG é a seguinte:

As Indicações Geográficas se referem a produtos ou serviços que tenham uma origem geográfica específica. Seu registro reconhece reputação, qualidades e características que estão vinculadas ao local. Como resultado, elas comunicam ao mundo que certa região se especializou e tem capacidade de produzir um artigo/prestar um serviço diferenciado e de excelência (INPI, 2020).

Segundo a Organização Mundial de Propriedade Intelectual (OMPI), o registro de um produto como IG só pode ser conferido se houver características inerentes ao local de origem, o que contribui para diferenciá-los dos similares, conferindo-lhe credibilidade, identificação própria e valor agregado (OMPI, 2012).

O primeiro registro de produto brasileiro concedido ocorreu em 2002, na modalidade Indicação de Procedência para os vinhos espumantes, tinto e branco do Vale do Vinhedo, no Rio Grande do Sul (INPI, 2022).

O registro de uma IG gera como benefício a união dos produtores, a promoção do produto, agregação de valor, redução dos custos de produção, melhoria do desenvolvimento regional e sustentável, redução das desigualdades regionais, geração de emprego e renda, manutenção das pessoas à terra, desenvolvimento rural, local e territorial, preservação da biodiversidade, patrimônio genético, recursos naturais, conhecimento tradicional, identidade local e cultural, promoção e



facilidade de inserção nos mercados internos e externos entre outros (BRASIL, 2008; VALENTE, 2011; MORAES; FERREIRA; SABA, 2017; CONCEIÇÃO, ROCHA, 2019; QUEIROZ et al., 2021).

Segundo Dallabrida (2014, p. 273) a IG proporciona “a integração da agricultura familiar e das populações marginalizadas, preservação de culturas locais (autóctones e localizadas por migração), preservação da biodiversidade e acesso à terra”.

A Lei de Propriedade Industrial (LPI) nº 9.279/96 atende ao acordo Trips (em inglês: Agreement on Trade-Related Aspects of Intellectual Property Rights, em português: Acordo sobre Aspectos dos Direitos de Propriedade Intelectual Relacionados ao Comércio), definindo os tipos de IG em Denominação de Origem (DO) e Indicação de Procedência (IP). A DO é um instrumento usado para proteger produtos oriundos de um local, cujas qualidades ou características estejam relacionadas com o meio geográfico, incluindo fatores naturais e humanos. Por sua vez, a IP diz respeito a notoriedade que o local possui como um centro de atração, produção ou fabricação de determinado produto ou serviço (BRASIL, 1996; CONCEIÇÃO, ROCHA, 2019; TONIETTO; BRUCH, 2021).

O órgão que normativa e regulamenta a Propriedade Industrial no Brasil é o Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), uma autarquia federal vinculada ao Ministério da Economia, cuja principal função é executar as normas reguladoras da PI em nível nacional, concedendo patentes, registro de marcas e de IG, averbação de contratos de transferência de tecnologia entre outras atribuições (BRASIL, 1996).

A Portaria/INPI/PR nº 04/2022 cita as recomendações que devem ser seguidas pelos requisitantes do registro de uma IG (INPI, 2022).

A bebida alcoólica possui álcool em uma proporção igual ou superior a 0,5% em volume (BRASIL, 1994; BRASIL, 2009). As bebidas alcoólicas destiladas possuem teor alcoólico entre 15% a 54% Alc. Vol. A cachaça possui um teor alcoólico entre 38% e 48% em volume, a 20 °C, obtido pela destilação do mosto fermentado da cana-de-açúcar (BRASIL, 2021).

A Portaria nº 339/2021 define a cachaça da seguinte forma:

Cachaça é a denominação típica e exclusiva da aguardente de cana produzida no Brasil, com graduação alcoólica de trinta e oito a quarenta e oito por cento em volume, a vinte graus Celsius, obtida pela destilação do mosto fermentado do caldo de cana-de-açúcar com características sensoriais peculiares, podendo ser adicionada de açúcares (BRASIL, 2021, 1.3).

O Decreto nº 4.062/2001 determina que a expressão “Cachaça”, “Brasil” e “Cachaça do Brasil” são exclusivos do país e restrito aos produtores estabelecidos em território brasileiro, não podendo ser utilizado por outros países para as bebidas produzidas com cana-de-açúcar (BRASIL, 2001).

O processo produtivo pode ser industrial ou artesanal. O industrial também é denominado de coluna, cuja fabricação é feita em larga escala, utilizando como matéria-prima a cana-de-açúcar produzida em grandes áreas ou de diferentes procedências. Utiliza o processo produção contínuo, sem



a separação das três frações: cabeça, coração e cauda. Na cabeça e na cauda estão os componentes prejudiciais à saúde humana, enquanto o coração é a parte nobre e própria para consumo. A produção é dominada pelos grandes conglomerados e latifundiários (SEBRAE, 2014; SEBRAE, 2016; IBRAC, 2019; CONCEIÇÃO; ROCHA; SILVA, 2019).

O processo produtivo tradicional é denominado de artesanal ou de alambique, cuja produção ocorre em pequena escala, dominada pelos pequenos produtores, que utilizam geralmente a mão-de-obra familiar, utilizando na fabricação da cachaça apenas a fração coração, sendo o processo produtivo empírico ou rudimentar, baseado no senso comum e no conhecimento adquirido dos ancestrais, produzindo em bateladas. O seu processo de fermentação é mais demorado porque utiliza leveduras naturais (SEBRAE, 2014; SEBRAE, 2016; IBRAC, 2019; CONCEIÇÃO; ROCHA; SILVA, 2019).

### **3.2 A CACHAÇA E A SUA INTERNACIONALIZAÇÃO**

A política pública diz respeito a ação do ente público de qualquer esfera ou de entes privados que tenham legitimidade e concessão para fazê-la, objetivando interferir na realidade e suprir a carência de uma comunidade ou da sociedade como um todo ou resolver um problema social. As políticas públicas são instrumentos fundamentais para o desenvolvimento regional, pois vai direcionar os recursos para suprir as necessidades da sociedade (SOUZA, 2021).

A internacionalização das empresas diz respeito a sua inserção no mercado globalizado para realizar operações comerciais com os países parceiros e ampliar o fluxo de transações no mercado externo. Também diz respeito a uma estratégia de desenvolvimento e crescimento econômico da empresa com capacidade de expandir-se para outras áreas geográficas, amplificando o aproveitamento da instalação, melhorando a produtividade e otimizando os custos de produção. É um tema que interessa aos empresários e investidores, pois tem o potencial de aumentar o consumo, evitar eventuais crises, principalmente quando o produto está atrelado em sua maioria a um determinado mercado (CHRIST, 2020; CAVALCANTI; MOREIRA; PEREIRA, 2021).

Existem diversas teorias relacionadas à internacionalização que são classificadas de acordo com a perspectiva de análise, levando em consideração o campo econômico, as teorias comportamentais e as suas diversas interpretações em relação às operações realizadas entre a empresa e o mercado externo (CHRIST, 2020; VOGEL, 2020; CAVALCANTI; MOREIRA; PEREIRA, 2021).

Para ingressar no mercado internacional há necessidade de incentivos fiscais e políticas públicas voltadas para a exportação, realização de acordos comerciais com os países parceiros, incluindo a derrubada de barreiras para facilitar a penetração do produto, implementar uma legislação voltada para a preservação do meio ambiente e para a conscientização dos atores envolvidos na cadeia produtiva (MINERVINI, 2021; SOUZA, 2021). O conhecimento do mercado é o item fundamental para a internacionalização da empresa (CALABRESE. MANELLO, 2018).



Os incentivos podem ser financeiros ou não financeiros. Os não financeiros podem ser de espécie regulatória e fiscal. Também podem ser medidas fiscais, assistência técnica, garantia de seguros, aumento de acesso ao mercado, garantia de transferência de tecnologia entre outros (CALABRESE. MANELLO, 2018).

Para auxiliar no processo de internacionalização o governo federal deve auxiliar as empresas sobre o processo de exportação através do Programa de Qualificação para Exportação, que é oferecido pela Agência Brasileira de Promoção de Exportações e Investimentos, PEIEX ou Apex-Brasil. Também vai necessitar do apoio do Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas, SEBRAE, pois o segmento da cachaça artesanal é composto de micro e pequenas empresas (MINERVINI, 2021; SOUZA, 2021).

Outra ação dos entes públicos diz respeito a redução dos juros dos empréstimos voltados para a expansão e inovação do setor, redução dos impostos pagos pelo setor como uma forma de melhorar a competitividade das empresas, que vai ter como consequência a redução dos preços das mercadorias sem comprometer a lucratividade (MINERVINI, 2021).

Existem algumas variáveis que podem servir de barreira para a entrada da cachaça em alguns mercados e são os seguintes: preço, o produtor deve conhecer a estrutura de custos de importação, logística, exportação e comercialização do produto de forma que possa oferecer um bem com preço baixo com condições de concorrer com as outras bebidas substitutas (MINERVINI, 2021).

O mercado externo sempre deseja produtos com preços baixos e o custo da exportação do produto pode inviabilizar a sua entrada no mercado. A estratégia utilizada para perceber a aceitação do produto é através da participação em feiras e outros eventos similares, principalmente para verificar a possibilidade de atualização do seu processo de produção (MINERVINI, 2021).

O produtor deve acompanhar o desenvolvimento da economia do país que deseja inserir o seu produto, o que vai ajudar a potencializar a sua inserção no mercado e gerar condições de competitividade (MINERVINI, 2021). Deve-se monitorar a variação do câmbio, pois a depender da flutuação, o produto pode ter a competitividade comprometida (MINERVINI, 2021).

Alguns países restringem a publicidade de bebidas alcoólicas, sendo um fator de impedimento para a divulgação do produto. Para penetrar nos mercados internacionais há necessidade de adequação dos rótulos para atender a legislação vigente e a cultura local, o que vai impactar nos custos. O idioma também pode ser um fator impactante, pois alguns países possuem restrições quanto ao uso de outro idioma que não seja o pátrio, que pode ser um fator impactante na entrada do produto em certos mercados (AGÊNCIA SENADO, 2005; MAGALHÃES, 2011; LIMA; MELO FILHO, 2011; VAN DALEN, 2018).

A internacionalização da empresa gera benefícios e dificuldades para a empresa. Entre os benefícios pode-se citar a ampliação do tamanho do mercado; maiores retornos sobre o investimento



de capital ou de novos produtos e processos; economia de escala, escopo e aprendizagem mais ampla; vantagem competitiva sobre o local de instalação das atividades internacionais. As dificuldades são: a perda da vantagem competitiva em decorrência da transferência dos recursos para o exterior; criação de uma desvantagem devido a transferência dos recursos para outro país; e falta de recursos complementares necessários para operar no exterior (CHRIST, 2020).

### 3.3 CHAPADA DIAMANTINA

A região foi povoada inicialmente pelos colonizadores portugueses e posteriormente com a exploração de diamantes e ouro ocorreu o crescimento populacional, político e econômico do território. Com o esgotamento do ciclo mineral, houve um declínio populacional na região, com as pessoas sendo atraídas para os cafezais paulistas e a sua industrialização (SANTOS, 2014)

A Chapada Diamantina é um território localizado na região central da Bahia sendo composto de 24 municípios. Possui uma área de 32.664 km<sup>2</sup>, população urbana de 187.274 habitantes e população de 189.116 habitantes. O território apresentava em 2010 o Índice Gini 0,557, PIB R\$ 4,4 bilhões e PIB per capita de 11.406,75 R\$. É um local com grande potencial turístico em razão das suas belezas naturais como serras, cachoeiras, rios, lagoas, poços, cavernas e monumentos históricos que são atrativos para a realização do ecoturismo e do turismo de aventura e essa condição vai contribuir favorecer o marketing da cachaça (IBGE, 2022).

Os índices econômicos e sociais dos municípios que fazem parte da IG são os seguintes:

Quadro 2 – Dados econômicos e sociais da Microrregião de Abaíra

Município	Grau de urbanização (%)	PIB per capita (R\$ 1,00)	PIB (R\$ milhões)	Participação do PIB no território (%)
Abaíra	44,9	4.720,82	40.878	1,4
Jussiape	38,2	4.463,39	33.623	1,4
Mucugê	39,6	27.543,94	279.433	10,1
Piatã	42,3	5.543,81	95.669	3,1

Fonte: Autoria própria baseado nos dados do IBGE-2010 (2022)

O Quadro 2 mostra que Abaíra possui o maior grau de urbanização, e Mucugê apresenta o maior PIB e PIB per capita, inclusive com uma contribuição maior para o Território de Identidade Chapada Diamantina

A cidade de Abaíra está localizada na Chapada da Diamantina, na Bahia. O município fica a 600 km de Salvador, caracterizado por uma estação muito seca nos meses de abril a outubro (SEBRAE, 2016). Possui uma população estimada de 8.681 habitantes (2021), uma área territorial de 538,7 km<sup>2</sup>, IDHM de 0,603 e PIB per capita de 7.168,52 R\$. O município tem vocação para o turismo e essa condição vai favorecer o marketing para a cachaça (IBGE, 2021).

Os primeiros nativos foram os índios e, a partir do século XVII, chegaram à região os portugueses e os africanos negros escravizados, e posteriormente teve como habitante os quilombolas.



Com descoberta de ouro e diamantes e o início do ciclo do garimpo o município atraiu muitas pessoas. Na primeira metade do século XX o garimpo entrou em decadência. Abaíra na língua Tupi-Guarani significa Aba = abundância e Ira = mel (SEBRAE, 2016).

A história da cachaça da região de Abaíra se confunde com a história do Brasil e da região da Chapada Diamantina, pois a sua produção acontece a mais de 450 anos, embora não haja um registro confiável sobre o início da produção da bebida, se iniciativa dos povos escravizados ou dos senhores de engenho (SEBRAE, 2016).

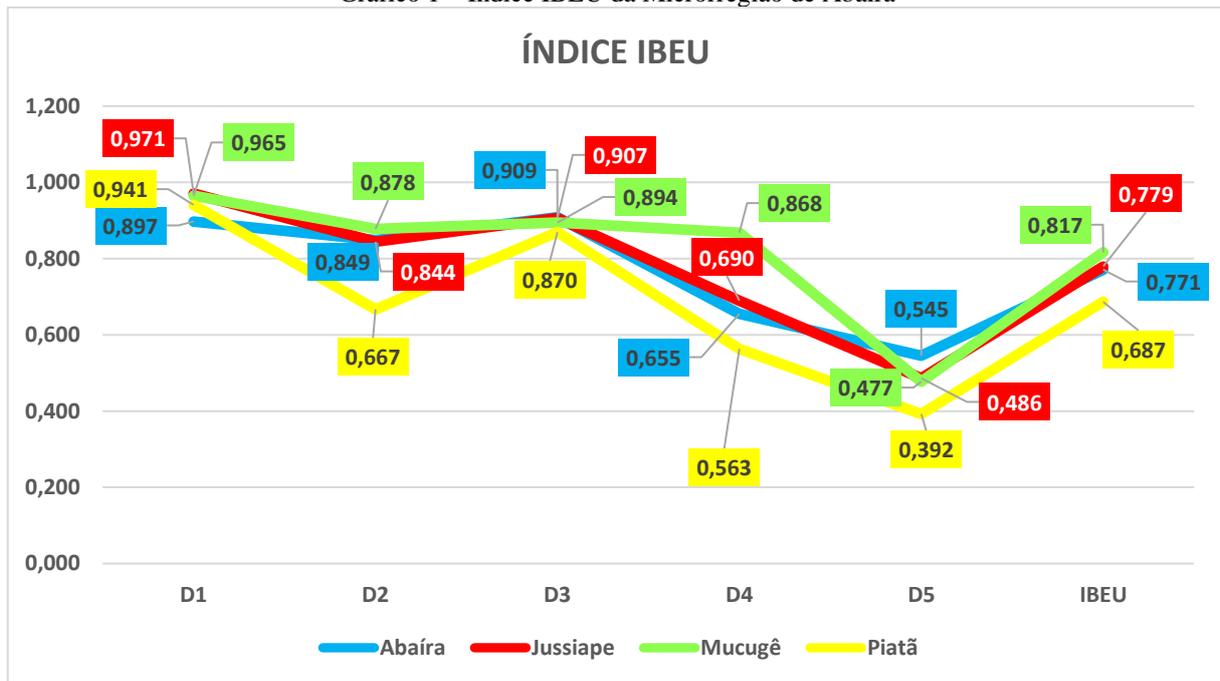
Na década de 1980, iniciou-se a preocupação dos pequenos produtores com a qualidade da bebida e nas melhorias na forma de produção, ocorrendo o trabalho visando o beneficiamento da cachaça em todos os seus aspectos (SEBRAE, 2016).

A terceira região a receber o registro da cachaça como IG foi Abaíra. Em 2014, a Associação dos Produtores de Aguardente de Qualidade da Microrregião de Abaíra (APAMA) conseguiu o registro da cachaça como IP, em uma área de abrangência composta das cidades de Abaíra, Jussiape, Mucugê e Piatã, que estão localizados na Chapada Diamantina (SEBRAE, 2016) e que tem vocação para o turismo rural e o ecoturismo, destacando-se as inúmeras cachoeiras, rios cachoeiras e cavernas e essa atividade contribui significativamente para a economia local e estadual. Outra atividade regional é a extração de lenha, madeira, carvão vegetal e umbu. A lenha outrora fazia parte do processo produtivo da cachaça, mas aos poucos vai sendo reduzida a sua participação. (SEBRAE, 2016).

A maior parte da população está concentrada na zona rural e existem vários índices para verificar a parte econômica da população, as condições em que vive e o grau de satisfação com as políticas públicas. O Índice IBEU é um dos índices que mensura o bem-estar da população, possuindo as seguintes dimensões: mobilidade urbana (D1), que diz respeito ao deslocamento casa-trabalho; condições ambientais urbanas (D2), cujos parâmetros são a arborização, esgoto a céu aberto e lixo acumulado; condições habitacionais urbanas (D3), que busca saber informações sobre a espécie de domicílio, a aglomeração subnormal, material da parede das moradias e a densidade domiciliar; atendimento de serviços coletivos urbanos (D4), verificando o atendimento adequado dos serviços de água, energia, esgoto e coleta de lixo; infraestrutura urbana (D5), que diz respeito a iluminação pública, pavimentação, logradouros, rampa para cadeirante, calçada, meio fio. O resultado pode ser visto no Gráfico 1.



Gráfico 1 – Índice IBEU da Microrregião de Abaíra



Fonte: Autoria própria baseada no Índice IBEU de 2016 (2023)

O Gráfico 1 mostra que o município que apresenta o melhor índice geral é Mucugê e o que apresenta o pior índice é Piatã. Para quem deseja exportar a infraestrutura é fundamental, pois o serviço de água e energia elétrica é fundamental para o desenvolvimento do setor, que consome muita água para reduzir o Brix

Para a divulgação da bebida há o Festival da Cachaça e outras manifestações culturais como as festas dos Padroeiros, de Reis, do São João, o Bumba meu boi, além de atividades turísticas como o ecoturismo, que atrai visitantes do Brasil e do exterior (SEBRAE, 2016).

A cachaça produzida na Região de Abaíra não pode ser fabricada com cana-de açúcar transgênica, como recomenda o Caderno de especificações Técnicas, CET

#### 4 RESULTADO

No Brasil, a maioria dos produtores estão na informalidade e para poder vender a bebida nos mercados, há necessidade de registrar as bebidas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Para facilitar a comercialização, o produto deve possuir certificação de origem e de qualidade, que é obtida por meio de registro como IG.

Os fabricantes têm possibilidade de aumentar a sua produção com a ampliação da planta fabril e essa condição gerará aumento da renda e emprego na região onde o empreendimento está instalado.

O fabricante de tequila estabeleceu escritórios de representação e de fiscalização sobre o cumprimento dos acordos comerciais sobre o uso do nome da bebida por produtores fora da região de Denominação de Origem e essa condição pode ser feita pelo setor de cachaça.



Há necessidade de políticas públicas por parte dos entes públicos de todas as esferas para estimular o setor na internacionalização do produto, além de ser imprescindível um programa de apoio à exportação. Também precisa da ampliação dos acordos comerciais para criar uma área de livre comércio e reduzir as barreiras para novos entrantes. Os produtores devem buscar parcerias com importadores, distribuidores, compradores entre outros, para facilitar a inserção da bebida no comércio externo.

Não há muitos especialistas em comércio exterior no mercado, com fluência em inglês e/ou espanhol, exigindo que o governo faça políticas educacionais e de capacitação para formar essa mão-de-obra, além de outras voltadas para os que já atuam nesse setor.

Na promoção da bebida, há necessidade de adequação das embalagens e rótulos conforme a legislação vigente nos países importadores e para atender a cultura local. A promoção pode ser feita nas redes sociais e/ou em um website da empresa, utilizando a linguagem, o idioma e o conteúdo adequados ao mercado internacional, além da participação em feiras e eventos similares para criar relações comerciais com novos mercados objetivos.

Os bancos públicos devem conceder empréstimos para os produtores com juros mais baixos ou subsidiar a inovação e a modernização do processo produtivo em toda a cadeia. Deve-se também reduzir a carga tributária deve ser reduzida como uma forma de desoneração do setor. A taxa de câmbio é outro fator impactante para a comercialização dos produtos no exterior.

A infraestrutura deve ser melhorada para facilitar o escoamento dos produtos para os mercados, pois as empresas encontram-se instaladas no entorno do canal e estão localizadas no campo, onde a maioria das estradas é precária.

O nicho de mercado terá como foco as classes A/B por possuírem maior poder aquisitivo. Será realizada uma análise SWOT para avaliar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças para cada país importador da bebida.

Os artigos compilados descreveram os resultados e a implicações das IGs para a internacionalização da cachaça e a sua expansão para os mercados como pode ser visto na análise SWOT representada no Quadro 3.

Quadro 3 – Análise SWOT da internacionalização da cachaça

<b>AMBIENTE INTERNO</b>	
<b>PONTOS FORTES</b>	<b>PONTOS FRACOS</b>
Conscientização dos produtores na manutenção da qualidade	Necessidade de melhoria contínua da qualidade dos produtos e embalagens
Baixo nível de endividamento do setor	Tributação influencia no preço final do produto
Não dependem de sazonalidade	Distância entre os produtores e os consumidores
Matéria-prima própria e que não dependem de fornecedores externos a área de abrangência	Necessidade melhoria tecnológica na produção das matérias-primas em relação a produtividade e melhoria das variedades
Instalações permitem aumento da produção	Em período de estiagens prolongadas há dificuldade de obtenção de água para a irrigação



Alta qualidade do produto	A presença de atravessadores na comercialização é prejudicial para o setor
Empresa familiar e tradicional com grande experiência na produção da bebida	Infraestrutura viária precária e falta de sinalização informativa adequada
Produto bem aceito em outros mercados	Falta de pessoal na área internacional
Marca conhecida mundialmente, transmitindo a imagem do Brasil para o mundo	Pouca experiência na internacionalização e futura exportação da cachaça
Presença de empresas centenárias envolvidas na produção da bebida	Desenvolvimento cultural e capacitação profissional insuficientes para atender a demanda
Produto registrado como IG	Pequenas empresas
Preservação do saber-fazer	Infraestrutura hoteleira subdesenvolvida
Gestão e controle coletivo	Alto grau de informalidade
Garantia de proteção ao nome	Falta de coordenação entre os diferentes atores públicos e privados na geração e desenvolvimento de iniciativas
Aumento de venda dos produtos	Incapacidade das pequenas empresas competir em mercados dominados por grandes empresas
	Encarecimento dos insumos
<b>AMBIENTE EXTERNO</b>	
<b>OPORTUNIDADE</b>	<b>AMEAÇAS</b>
A IG estimula a união em toda a cadeia produtiva	Burocracia na regularização de empreendimentos
A IG pode trazer bons resultados para toda a região no seu entorno	Estiagens prolongadas afeta a produção da matéria-prima, pela necessidade de irrigação
Ampliação da área de abrangência, com a inclusão de outros municípios ou de novos produtores na região de abrangência	Falta de recursos financeiros para as micro e pequenas empresas
Possibilidade diversificação da produção para a obtenção de outros produtos com a utilização da mesma matéria-prima	Desconhecimento por parte dos consumidores sobre a qualidade da bebida com registro como IG e a sua diferenciação no preço
Possibilidade de aproveitamento dos resíduos para outros fins	Forte concorrência com as bebidas produzidas em outras regiões e com os produtos substitutos
Diversificação do território para fins turísticos	Alta carga tributária
Melhoria da qualidade de vida dos atores envolvidos	Política pública incipiente para a cadeia produtiva
Aumento da demanda pós IG	Forte concentração interna
Gosto dos clientes por produtos tradicionais	Anúncios sobre o consumo de bebidas alcoólicas
Diversidade de recursos naturais, culturais e históricos na área que podem promover a criação de produtos turísticos complementares (turismo de natureza, aventura, saúde, cultural, religioso, empresarial e convenções...)	A imagem de insegurança no Brasil percebida em todo o mundo.
Recursos humanos: hospitalidade e espírito de serviço	Instabilidade econômica global.
Os locais de produção da bebida já possuem força turística, e essa condição irá facilitar o marketing	A legislação em outros mercados dificulta a entrada de bebidas alcoólicas
Geração de emprego	Perda dos valores tradicionais.
Internacionalização do produto	O aumento da produção das bebidas pode causar escassez de matéria-prima.
Possibilidade de perpetuação do negócio com a sua transmissão para a geração seguinte	O aumento da demanda pelas bebidas gera um aumento na oferta de cachaça de má qualidade.
Acordos internacionais	Articulação precária entre os entes públicos e privados

Fonte: Autoria própria baseado nos dados da pesquisa bibliográfica e documental (2022)

A análise SWOT do Quadro 3 comprova que existem vantagens competitivas para os produtores da cachaça que possuem registro como IG, o que vai servir como um fator que vai influenciar os produtores que o possuem a se inserir nesse grupo, porém, para comercializar o produto vai ser necessário sair da informalidade.



Nos pontos fortes que vão permitir a redução de barreiras para novos entrantes nos mercados internacionais encontra-se o registro como IG que vai garantir a qualidade do produto, que é uma exigência do consumidor, principalmente os estrangeiros. A sua valoração permitirá a difusão da cultura da cachaça como uma bebida exclusiva do Brasil, impedindo o uso indevido da denominação e a sua falsificação nos mercados em que tenham a política de IG nos seus produtos. A venda da bebida nos mercados externos vai trazer divisas para o país e alavancar a economia local.

A preservação do saber-fazer vai permitir a sua perpetuação e o conhecimento do processo produtivo pelas gerações futuras, que terão como replicar o processo produtivo, que com a IG, estarão registrados no Caderno de Especificações Técnicas, além de se obter produtos padronizados, manter a tradição em todas as fases produtivas e as características do produto.

A gestão e controle coletivo tende a fortalecer a relação do grupo e a cooperação entre todos os atores da cadeia produtiva, o que vai proporcionar ganhos para os envolvidos.

Há um grande potencial de expansão da produção sem afetar a sua qualidade, com o aumento da planta produtiva, o que vai gerar emprego e conseqüentemente o aumento da renda da população local.

O turismo serve como um instrumento de atração de potenciais consumidores e como marketing sobre o produto, gerando renda para o negócio e para os demais ramos de atividades que estão ligadas de forma direta ou indireta com o setor turístico, pois o seu efeito é multiplicador. É um setor estratégico para construir um relacionamento internacional e ajudar na penetração nos mercados, portanto, há necessidade de políticas públicas voltadas para atender esse segmento.

Existem alguns entraves que poderão dificultar a inserção da bebida em determinados mercados, mas a intervenção estatal vai ser de grande utilidade para romper barreiras e facilitar a penetração do produto nos mercados dos parceiros comerciais do Brasil.

A redução da carga tributária e o incentivo para que os empreendimentos saiam da informalidade vai impactar positivamente no aumento da produção e na precificação da bebida para comercialização nos mercados internos e externos, sem reduzir a lucratividade do setor.

Outro fator positivo com o registro da IG é o aumento da demanda que vai ter como consequência a geração de emprego. Há também a possibilidade da cachaça aumentar a sua influência na pauta de exportação, o que vai contribuir para o aumento da geração de empregos diretos e indiretos e melhorar a balança comercial com outros países.

O valor agregado vai beneficiar toda a cadeia produtiva, com a sua distribuição para todos os atores envolvidos, resultando no desenvolvimento das atividades nas zonas de abrangência da cadeia produtiva e que no caso da cachaça é a zona rural, que geralmente é desfavorecida em relação as políticas públicas implementadas pelos entes públicos.



Para garantir a qualidade do produto há necessidade de fazer investimentos no controle de qualidade, na modernização das plantas, no marketing para mudar o status em que a bebida se encontra e prospectar o mercado, na infraestrutura, principalmente, nas vias de escoamento da produção.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo foi verificar os parâmetros necessários e fundamentais para a inserção da cachaça no mercado externo. As empresas estão mais voltadas para os aspectos produtivos do que os comerciais, necessitando de investimentos para modernização e aumento da produção, além de inovar a gestão e os processos.

A IG é uma ferramenta que permite a inserção da cachaça nos mercados externos e é fundamental para o desenvolvimento socioeconômico do Brasil e das regiões produtoras, gerando o aumento da renda e do emprego na cadeia produtiva, proporcionando satisfação para os atores envolvidos, vantagens competitivas, rompimento de barreiras de entrada de novos produtos, fortalecimento da comercialização por meio de um marketing agressivo e com linguagens adequadas a cada país importador.

A associação dos produtores tende a aumentar a cooperação, reduzir custos, gerenciar coletivamente o empreendimento, negociar com os fornecedores de material e equipamentos menores preços e com os clientes preços mais vantajosos para a cadeia produtiva.

Os pressupostos levantados para a internacionalização da cachaça também podem ser utilizados por outros segmentos que desejam comercializar com o mercado externo e exportar os seus produtos, inclusive para os que não possuem registros como IG.



## REFERÊNCIAS

Agência Senado. Propaganda de bebidas é alvo de proibição em outros países. 2005. Disponível em: <https://bit.ly/3tobiwu>. Acesso em: 3 mai. 2021  
Almeida, A. F. R. A autonomia jurídica da denominação de origem. Wolters kluwer Portugal sob a marca Coimbra Editora. Coimbra: Almedina, 2010. 1475 p.  
Basso, M. As indicações geográficas e o processo de comoditização da economia internacional. Na pauta online. 23 out. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3kwragg>. Acesso em: 4 jul. 2023.

Bastian, S. E. P. Et al. Alcoholic beverages in context. Context, p. 605-630, 2019.

Brasil. Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996. Regula direitos e obrigações relativos à propriedade industrial. Disponível em: <https://bit.ly/33mrphs>. Acesso em: 20 jun. 2023.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 6.871, de 4 de junho de 2009. Regulamenta a lei no 8.918, de 14 de julho de 1994, que dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas. Disponível em: <https://bit.ly/2qasygq>. Acesso em: 11 mai. 2023.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 4.062, de 21 de dezembro de 2001. Define as expressões "cachaça", "Brasil" e "Cachaça do Brasil" como indicações geográficas e dá outras providências. Disponível em: <https://bit.ly/3jqus3w>. Acesso em: 2 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. Lei nº 8.918, de 14 de julho de 1994. Dispõe sobre a padronização, a classificação, o registro, a inspeção, a produção e a fiscalização de bebidas, autoriza a criação da comissão intersectorial de bebidas e dá outras providências. Disponível em: <https://bit.ly/3wdyuv5>. Acesso em: 11 mai. 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Guia para a solicitação de registro de indicação geográfica para produtos agropecuários. 2008. Disponível em: <https://bit.ly/3ctxodr>. Acesso em: 29 jun. 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Curso de Propriedade Intelectual & Inovação no Agronegócio: Módulo II, Indicação Geográfica. Luiz Otávio Pimentel (org.) 4. Ed. Florianópolis: Mapa/Funjab, 2014. 415 p. Disponível em: <https://bit.ly/35zdevr>. Acesso em: 3 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 13, de 29 de junho de 2005. Aprova o regulamento técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade para aguardente de cana e para cachaça. Disponível em: <https://bit.ly/3uv2tl7>. Acesso em: 7 mai. 2023.

\_\_\_\_\_. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 339, de 28 de junho de 2021. Submete à consulta pública pelo prazo de 75 (setenta e cinco) dias a contar da data de publicação desta portaria, a minuta de portaria e respectivo anexo que estabelece os padrões de identidade e qualidade da aguardente de cana e da cachaça e revoga atos normativos com matérias pertinentes. Disponível em: <https://bit.ly/3vsnrj>. Acesso em: 29 abr. 2023.

Calabrese, G.; Manello, A. Firm internationalization and performance: evidence for designing policies. Journal of Policy Modeling, v. 40, n. 6, p. 1221-1242, 2018.

Castro, A. C.; Filgueiras, F. (ed). The state in the 21st century. Brasília: Enap, 2018. Disponível em: <https://bit.ly/2q3ofs6>. Acesso em: 6 jul. 2023.

Cavalcanti, G. M. De B.; Moreira, V. F.; Pereira, Y. V. Internacionalização da cachaça paraibana. Ciências Sociais Aplicadas em Revista, [s. L.], v. 20, n. 38, p. 1-22, 2021. Doi: 10.48075/csar.v20i38.23353. Disponível em: <https://bit.ly/3ytw3ez>. Acesso em: 12 maio. 2023.



Christ, m. L. Do cacau ao chocolate: internacionalização do chocolate tree to bar da bahia à luz do tripé da estratégia. 2020. 166 f. Dissertação (mestrado em administração) – universidade federal de penambuco, recife, 2020.

Coelho, d. B. Empresas e governo no contexto da economia global: o papel do governo brasileiro na internacionalização das empresas brasileiras de bens de capital mecânicos. 2014. 443 f. Tese (doutorado em ciências) - universidade de são paulo, são paulo, 2014.

Coletti, g f. Mercado de bebidas no brasil e no mundo. São paulo: editora senac, 2022.

Conceição, v. S.; rocha, a. M. Indicações geográficas: agregação de valor da renda de bilro de saubara. Cadernos de prospecção – salvador, v. 12, n. 1, p. 219-230, mar. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/3mym6hf>. Acesso em: 29 jun. 2023.

Conceição, v. S.; rocha, a. M.; silva, m. S. A indicação geográfica da cachaça como um fator de inovação. Simpósio de engenharia, gestão e inovação, 2. Águas de lindóia, mai. 2019.

Dallabrida, v. R. (org.). Desenvolvimento territorial: políticas públicas brasileiras, experiências internacionais e a indicação geográfica como referência. 1 ed. São paulo: lieberars, 2014.

Instituto brasileiro da cachaça. Notícias do ibrac. 2015. Disponível em: <https://bit.ly/35zupby>. Acesso em: 13 mai. 2023.

\_\_\_\_\_. Mercado interno. Disponível em: <https://bit.ly/2rpf4p4>. Acesso em: 13 mai. 2023.

\_\_\_\_\_. Informações à imprensa. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2oclejs>. Acesso em: 13 mai. 2023.

\_\_\_\_\_. Mercado externo. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/35xxmcy>. Acesso em: 13 mai. 2023.

Instituto nacional de propriedade industrial – inpi. Manual de indicações geográficas. 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3htrru>. Acesso em: 13 mai. 2023.

\_\_\_\_\_. Indicações geográficas. Perguntas frequentes. 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3mm991g>. Acesso em: 21 jun. 2023.

\_\_\_\_\_. Portaria/inpi/pr nº 04, de 12 de janeiro de 2022. Estabelece as condições para o registro das indicações geográficas, dispõe sobre a recepção e o processamento de pedidos e petições e sobre o manual de indicações geográficas. Disponível em: <https://bit.ly/3emejkj>. Acesso em: 22 jun. 2023.

Lima, l. L. A.; melo filho, a. B. M. Tecnologia de bebidas. Recife: edufrpe, 2011.

Magalhães, a. Gestão de marketing. Natal: edunp, 2011.

Minervini, n. O exportador: construindo o seu projeto de internacionalização. 7 ed. São paulo: almedina. Digitaliza conteúdo, 2021.

Moraes, f.; ferreira, d.; saba, h. Indicação de procedência: potencial do recôncavo da bahia no reconhecimento da produção artesanal de licores de frutas. Conj. & planej., salvador, n. 193, p. 63-77, jul.-dez. 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2gsrzye>. Acesso em: 2 jul. 2023.

Oliveira, a. N. As indicações geográficas como forma de valorização dos atributos territoriais de produtos alimentares. Caminhos de geografia, v. 22, n. 83, p. 47–65, 2021.



Oliveira, a. V.; teixeira, c. C.; andrade, s. J. M. Aplicação de hidrociclone ao processo de produção da cachaça de alambique. 2017. 42 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharel em engenharia química) – centro universitário do leste de minas gerais, coronel fabriciano, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/34jsvqz>. Acesso em: 15 jun. 2023.

Pellin, v. Indicações geográficas e desenvolvimento regional no brasil: a atuação dos principais atores e suas metodologias de trabalho. *Interações*, v. 20, n. 1, p. 63-78, campo grande, ms, jan./mar. 2019. Disponível em: <https://bit.ly/2pyb4nl>. Acesso em: 6 jul. 2023.

Queiroz, f. I. De et al. Expansion of geographical indications to boost the development of brazilian cachaça. *Research, society and development*, [s. L.], v. 10, n. 12, p. E323101220682, 2021. Doi: 10.33448/rsd-v10i12.20682. Disponível em: <https://bit.ly/3ytshbo>. Acesso em: 12 mai. 2023.

Ramalho, p. J. P.; souza, a. J. C.; araujo, j. L. P. Estratégias para o setor vitivinícola brasileiro, em contexto global: desenvolvimento de gestão no rio grande do sul e no vale do são francisco. *Organizações em contexto*, são bernardo do campo, issne 1982-8756 • v. 17, n. 33, jan.-jun. 2021.

Reis, c. F de b. Hits and misses of public investment strategy in brazil. In: *the political economy of lula's brazil*. Routledge, 2018. P. 131-161.

Roque, d. W. B. Et al. Avaliação do perfil das embalagens e rótulos de cachaça artesanal de brejo. *Brazilian journal of animal and environmental research*, curitiba, v. 4, n. 4, p. 6062-6071, out./dez.. 2021.

Santos, c. S. A chapada diamantina: uma experiência arlequiniana de desenvolvimento territorial no brasil. 2014. 160f. Dissertação (mestrado em desenvolvimento e gestão social) – universidade federal da bahia, salvador, 2014.

Sebrae agronegócio. Mudança do perfil do consumidor de cachaça avaliado na expocachaça 2014. Disponível em: <https://bit.ly/2xmyc5v>. Acesso em: 1 jul. 2023.

\_\_\_\_\_. Estudo de mercado para a cachaça da bahia. 2016. Disponível em: <https://bit.ly/33fiyhh>. Acesso em: 26 jun. 2023.

Silva, d. C. A. Desenvolvimento do nordeste: uma análise do desenvolvimento e os efeitos econômicos e sociais na região nos governos do pt (2003–2016), a partir do programa bolsa família e do programa de aceleração do crescimento-pac. 2020. 138 f. Dissertação mestrado em economia) - universidade federal de pernambuco, recife, 2020.

Silva, d. T.; rezende, a. A.; silva, m. S. A coopama e a cadeia de produção da cachaça baiana “abaíra”. *Revista de extensão e estudos rurais*, v. 7, n. 2, p. 241-265, jul./dez. 2018. Disponível em: <https://bit.ly/35iqcig>. Acesso em: 22 jun. 2023. <https://doi.org/10.36363/rever722018241-265>.

Souza, j. P. Paradiplomacia e políticas de internacionalização: o caso de sergipe. 2021. 72 f. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado em relações internacionais) – universidade federal de sergipe, são cristóvão, 2021.

Tonietto, j.; bruch, k. L. A indicação de procedência da lei nº 9.279/1996 e demandas de aprimoramento do marco legal. Bento gonçalves: embrapa uva e vinho, 2021. Disponível em: <https://bit.ly/3emqd2z>. Acesso em: 12 mai. 2023.

Valente, m. E. R. Indicação geográfica de alimentos e bebidas: comparação de regulamentos brasil e união européia e estudo de caso com os produtores de cachaça da região de ouro preto - mg. 2011. 232



f. Dissertação (mestrado em ciência e tecnologia de alimentos) - universidade federal de viçosa, viçosa, 2011. Disponível em: <https://bit.ly/36fxnkh>. Acesso em: 29 jun. 2023.

Valente, m. E. R.; perez, r.; ramos, a. M.; chaves, j. B. P. Indicação geográfica de alimentos e bebidas no brasil e na união europeia. *Ciência rural*, v. 42, n. 3, mar. 2012, p. 551-558. Disponível em: <https://bit.ly/3vreeby>. Acesso em: 30 jun. 2023.

Van dalen, w. E.; alcohol marketing restrictions in europe. European centre for monitoring alcohol marketing. Disponível em: <https://bit.ly/3tr3k93>. Acesso em: 2 mai. 2023.

Viana, a. L. Internacionalização de cooperativas agropecuárias brasileiras: ampliação da estratégia competitiva nacional. 2020. 182 f. Tese (doutorado em estudos estratégicos internacionais) – universidade federal do rio grande do sul, porto alegre, 2020.

Vogel, j. L. Internationalization of brazilian specialty food: an analysis of exports to portugal. 2020. 133 f. Dissertação (mestrado em negócios internacionais) - instituto politécnico de leiria, leiria, 2020.

## Implementação e análise de micro gerador hidrelétrico no campus da Facens



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-031>

### Jefferson Juliano Cardoso

Centro Universitário Facens - Sorocaba, SP, Brasil

### João Vitor Messias

Centro Universitário Facens - Sorocaba, SP, Brasil

### Luan Alves Barbosa de Oliveira

Centro Universitário Facens - Sorocaba, SP, Brasil

### Kaique Soares Santos

Centro Universitário Facens - Sorocaba, SP, Brasil

### Joel Rocha Pinto

Centro Universitário Facens - Sorocaba, SP, Brasil

E-mail: joel.rocha@facens.br

### RESUMO

A crescente demanda por energia e as preocupações com a proteção ambiental têm impulsionado a exploração de fontes renováveis de energia como uma alternativa melhor em relação às fontes convencionais de energia. Além disso, as fontes de energia renovável permitem um fornecimento independente de energia para locais ou comunidades isoladas que não têm acesso à rede elétrica principal. Considerando essas afirmações, a utilização de micro centrais hidrelétricas representa uma opção conveniente e vantajosa de implantação. A implementação de micro gerador hidrelétrico no campus da Facens é utilizada devido a estrutura de fácil produção e baixo custo de instalação e tem a função, sobretudo, didático e pedagógica, fomentar o estudo, pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias e soluções aplicadas ao seguimento.

**Palavras-chave:** Microgeração, Comunidades, Campus Facens.

## 1 INTRODUÇÃO

A energia seja ela qual for é um elemento indispensável a sobrevivência humana. No âmbito da energia elétrica é indiscutível a importância dela para a sobrevivência e evolução da espécie. Em termos de suprimento energético, a eletricidade é uma das formas mais convenientes de energia (REIS, L. B. 2017).

O objetivo deste trabalho é fomentar e prosperar o tema de microgeração de energia no país para poder escalonar o assunto a níveis nos quais estão ligados diretamente a vida da população brasileira com ênfase na população ribeirinha e de áreas rurais nas quais tem um potencial energético considerável e pouco acesso a distribuidoras de energia. O potencial hidrelétrico analisado no campus da Facens apresenta níveis de potência pouco usuais levando em consideração projetos de PCHs, todavia o propósito final da energia elétrica gerada nesse trabalho é recarregar baterias de lítio.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Tendo definido detalhadamente o campo de atuação pretendido (tipologia de fluxo e gama de velocidades, e restrições dimensionais), a fase de projeto subsequente foi estruturada de acordo com o desenvolvimento e análise de arquiteturas alternativas capazes de fornecer a funcionalidade necessária e a escolha da solução considerada o mais eficaz.

Na Figura 1(a), pode-se notar a tomada de água via vertedouro na qual se foi idealizada. Mas o fluxo de água é de baixo volume e baixa velocidade de escoamento. Por esta razão fez-se necessário a implementação de um sistema de adução para condução da água seguindo o princípio de Bernoulli sobre a dinâmica dos fluídos conforme ilustra a Figura 1(b) (LIMA, D. R.).



Fonte: Autoria própria

Devido a variação de fluxo de água, projetou-se uma roda d'água com maior número de *blades*, pois, segundo Wenzel (2007), cada elemento de pá contribui nas características de torque e potência do rotor. A fabricação da roda d'água foi realizada em impressão 3D no laboratório do FabLab dentro do próprio Campus da Facens. A Figura 2 apresenta a impressão 3D da Roda D'Água.

A posição de montagem da roda d'água e dos geradores foi definida após análise da altura da barragem e da queda, visando o maior aproveitamento.

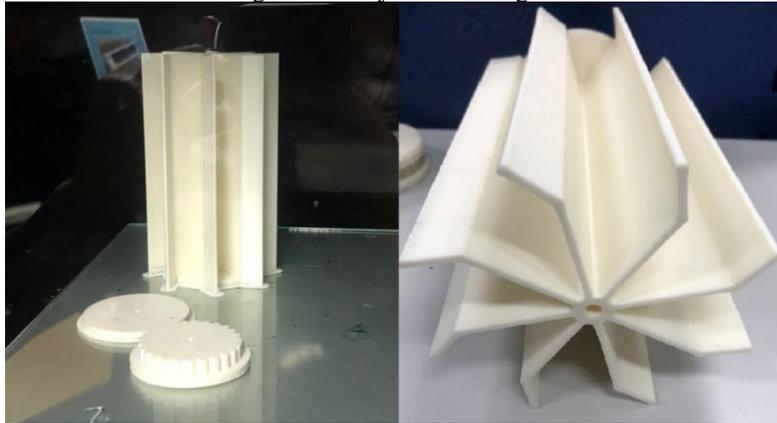
Tendo analisado detalhadamente a situação atual da barragem e altura da queda, a montagem da roda d'água contemplaram as seguintes condições, priorizando a instalação da tomada de água com o conduto forçado (tubo):

**Condição 1:** roda d'água acoplada ao gerador CA, com altura de 0,05 m.

**Condição 2:** roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,05 m.

**Condição 3:** roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,3 m.

Figura 2 - Projeto roda d'água.



Fonte: Autoria própria

A Figura 3 apresenta a condição na qual todo o sistema é fixado na barragem no local da implementação para a condição 1.

Figura 3 - Roda d'água e gerador fixados a barragem – condição 1.



Fonte: Autoria própria

A montagem da roda d'água para a condição 3 de análise ficou definida conforme observa-se na figura 4.

Definido os parâmetros do projeto com base no estudo das topologias dos conversores *flyback* e *Boost* a próxima etapa foi o desenvolvimento da fonte chaveada de acordo com a análise do campo de atuação. Na Figura 5, observa-se o esquemático de uma fonte chaveada. O circuito projetado traz a seguinte proposta: corrigir o problema de variação de tensão que ocorre na saída do gerador, sendo a principal função dessa fonte receber a tensão do gerador, ou seja, uma tensão de entrada baixa e entregar um nível de tensão mais alto na saída e com estabilidade. A tensão que placa recebe do gerador é regulada, será direcionada para alimentar a carga e para fazer o carregamento de uma bateria interna com uma tensão fixa de saída mesmo havendo uma oscilação na entrada e de uma baixa amplitude. Esse conversor trabalha como regulador de tensão, entra uma tensão de baixa amplitude e variável e sai uma tensão fixa com uma amplitude maior (HART, D. W. (2012).

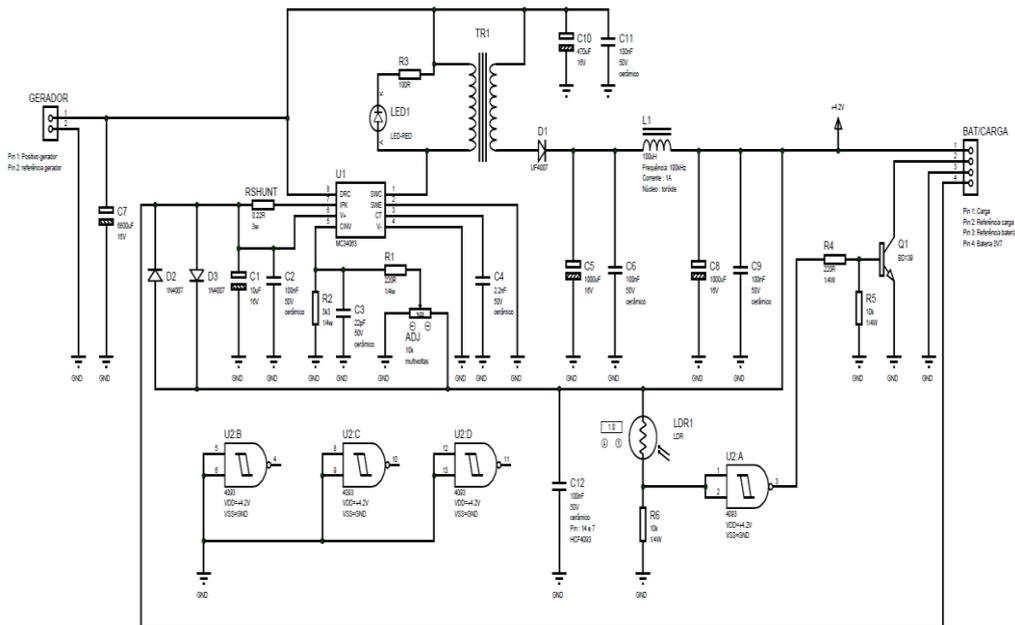
Figura 4 – Roda d’água e gerador acoplados na barragem (condição 3).



Fonte: Autoria própria

O gerador também auxilia na tensão do secundário aliviando o esforço magnético do núcleo. Ou seja, o secundário não gera uma tensão a partir do plano negativo, mas a partir da tensão de entrada do gerador. Nota-se um componente DC no sinal alternado de saída. O sinal de saída não é centralizado em 0V e sim na tensão que o gerador está enviado para o circuito.

Figura 5 - Esquemático da fonte chaveada.



Fonte: Autoria própria

O protótipo construído pode ser observado na Figura 6, no qual foi instalado ao sistema na última condição de testes.

Figura 6 - Protótipo Fonte Chaveada.



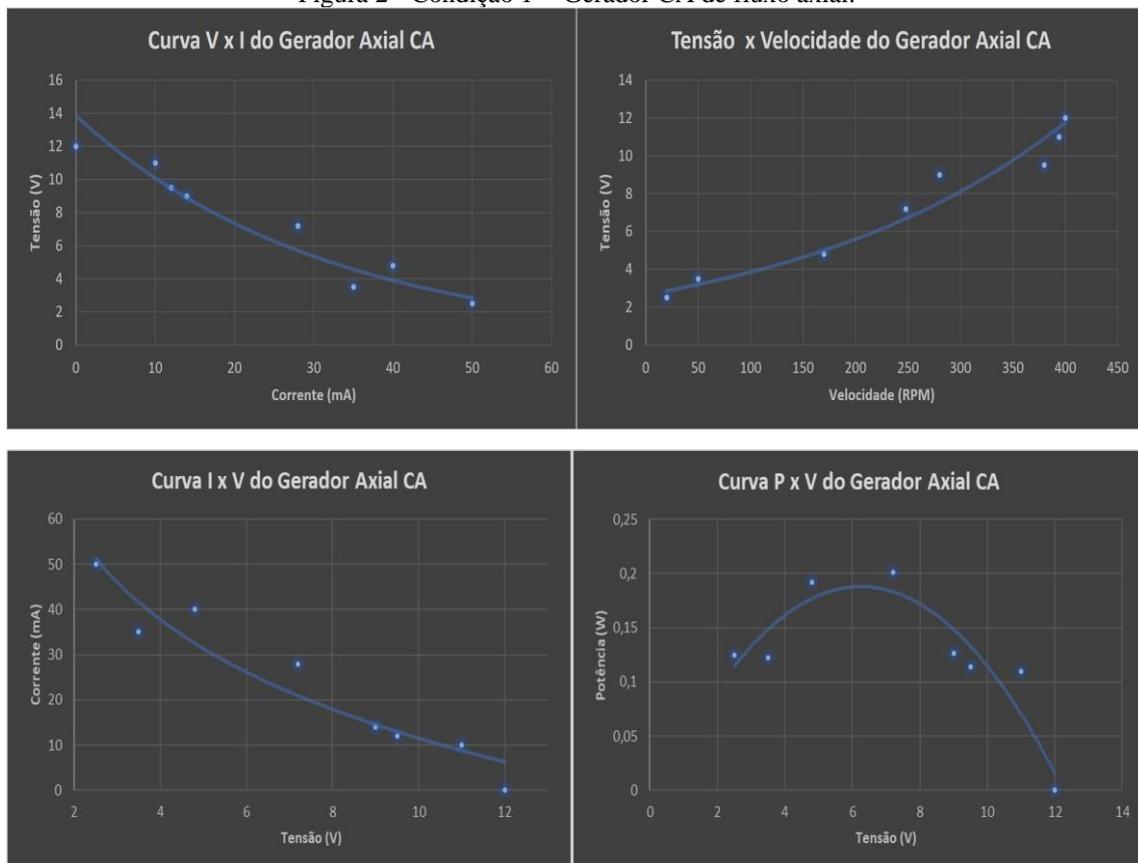
Fonte: Autoria própria.

### 3 ANÁLISE DE DADOS OBTIDOS

Para a condição 1 (roda d'água acoplada ao gerador CA de fluxo axial, com altura de 0,05 m) dos testes no local da implementação, o gerador CA foi acoplado a roda d'água, os testes no local da implementação foram iniciados e para obtenção de dados o gerador foi acionado pela roda d'água e submetido as diversas condição de carga.

A partir dos dados obtidos, foram construídos os gráficos referentes a Curva V x I do Gerador CA Tensão Gerada versus Velocidade, Curva I x V do Gerador CA e por fim e a Potência gerada em função da tensão gerada no gerador CA para a condição de testes 1 apresentados na Figura 7.

Figura 2 - Condição 1 - Gerador CA de fluxo axial.



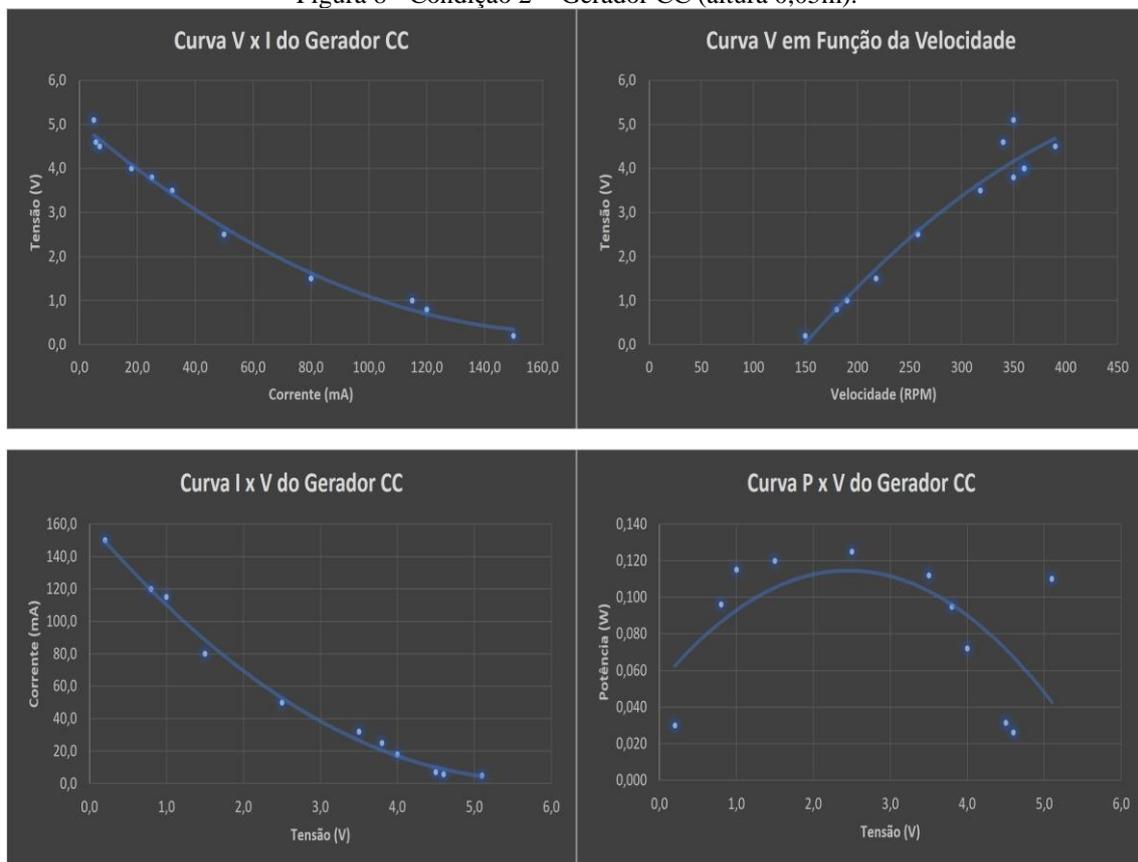
Fonte: Autoria própria



O gerador CA foi substituído pelo gerador CC, a condição da infraestrutura de acoplamento do gerador e posicionamento em relação ao duto se mantiveram os mesmos, para que fosse possível efetuar comparativos íntegros entre os dois modelos de geradores. Para obtenção de dados na condição 2 (roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,05 m) o gerador CC foi submetido as condições diversas de cargas resistivas, cargas nas quais foram utilizadas para os testes do gerador CA, assim obtendo os testes para a condição 2 de análise.

Foi possível produzir os gráficos no qual se pode observar a relação entre a Velocidade e a Tensão Gerada, a Curva V x I do Gerador CC, a Curva I x V do Gerador CC e a Potência gerada em relação a tensão gerada para gerador CC na condição 2 (roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,05 m). Os gráficos são apresentados na Figura 8.

Figura 8 - Condição 2 - Gerador CC (altura 0,05m).



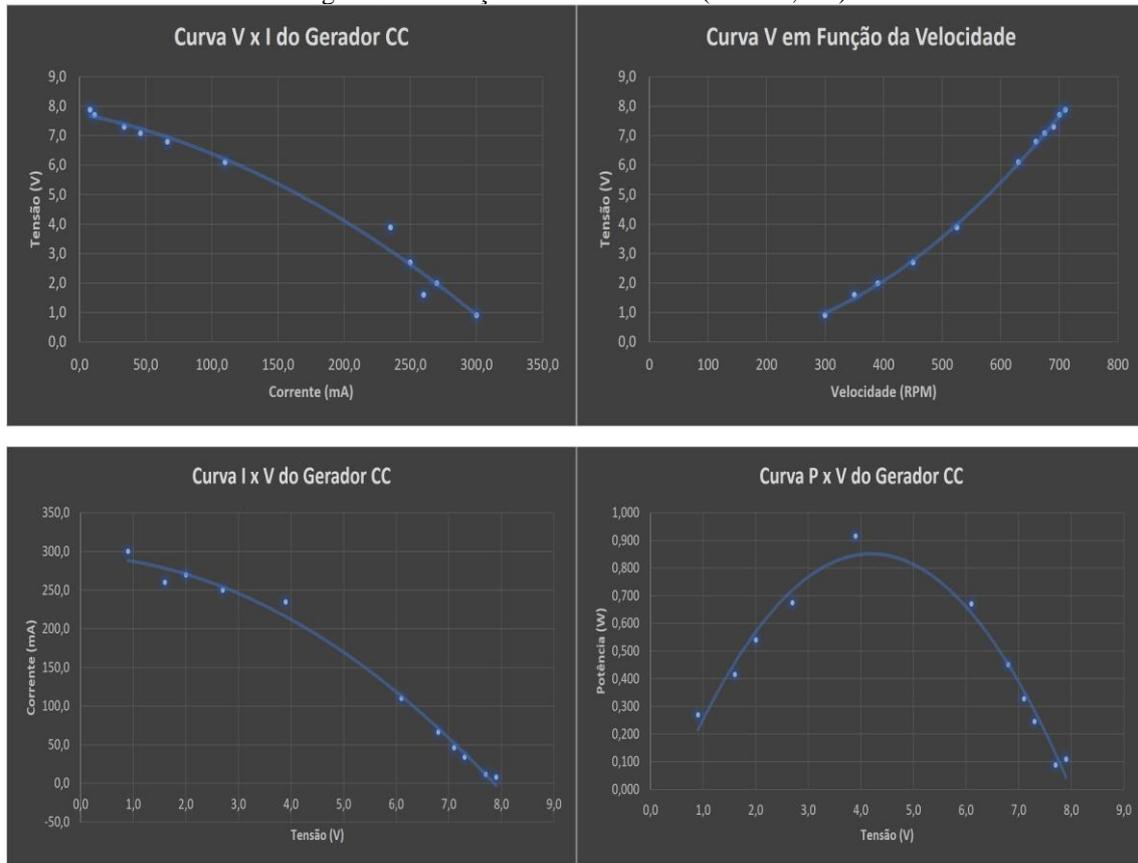
Fonte: Autoria própria

Após os testes realizados nas condições 1 e 2 foram efetuadas mudanças na fixação do arranjo físico da turbina e gerador CC à barragem, onde foi adicionado um cano PVC de 30 cm a saída do conduto forçado e também o novo cano teve sua ponta achatada com o objetivo de direcionar o fluxo de água por toda a roda d'água e assim obter um melhor aproveitamento em relação a torque exercido pela roda d'água. Após esta mudança na infraestrutura do sistema novos testes foram executados. Os gráficos relacionados a Velocidade e a Tensão Gerada, a Curva V x I do Gerador CC, a Curva I x V do



Gerador CC e a Potência gerada em relação a tensão gerada para gerador CC na condição 3 (roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,3 m) são apresentados nas Figuras 9.

Figura 9 - Condição 3 - Gerador CC (altura 0,3 m).



Fonte: Autoria própria

Os testes obtidos para a condição 3 (roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,3 m) permitem verificar o aumento da potência gerada em função da melhor performance do arranjo. Também é apresentada o Quadro 1 que possibilita uma rápida comparação entre as condições 1, 2 e 3 implementadas para a carga elétrica de 56 ohms.

Quadro 1 – Comparação de Geração entre as condições 1, 2 e 3 para a carga elétrica e 56 ohms.

Carga ( $\Omega$ )	Tensão (V)	Corrente (mA)	Potência (W)	Velocidade (RPM)	Condição de Análise
56	2,50	50	0,125	20	Condição 1 - Gerador CA (H=0,05m)
56	2,50	50	0,125	258	Condição 2 - Gerador CC (H=0,05m)
56	2,90	235	0,917	525	Condição 3 - Gerador CC (H=0,3m)

Fonte: Autoria própria

O Quadro 1 permite constatar a melhor performance do arranjo da condição 3 obtido, com um aumento de velocidade da turbina imposta ao gerador de mais de 100% quando comparado com a condição 2. E a potência gerada teve um aumento de 7,4 vezes o obtido na condição 2, perfazendo um aumento significativo de rendimento obtido na turbina e também no ponto de operação do gerador CC.

A potência estimada para essa condição 3 foi de 5,888 W, valor superior ao atingindo experimentalmente, mas ao considerarmos o rendimento de 70% da turbina, 60% do gerador e de 50% para o acoplamento multiplicador de velocidade, obtém um valor estimado de potência gerada de 1,236 W, sendo esse plausível com o obtido na prática para a carga elétrica de 56 ohms. Também se salienta que os rendimentos são estimados para essa condição 3, mas estão adequados para a nova topologia de arranjo implementada (GIERAS, J. F. (2010); CHAPMAN, S. J. (2013)).

Para a última condição de testes, denominada Condição Final, a infraestrutura de teste se mantém idêntica ao da condição 3, roda d'água acoplada ao gerador CC, com altura de 0,3 m. Para a condição de testes final a instalação da placa eletrônica de controle de cargas, também foram fixados ao poste outros dois componentes nos quais são de extrema importância para a condição final de testes, o LED no qual será alimentado pelo sistema de geração e o LDR (*Light Dependent Resistor* - Resistor Dependente de Luz).

A Figura 10(a) ilustra a infraestrutura ligando o gerador ao poste e conseqüentemente a luminária que aloja o LED cujo acionamento a partir da energia gerada por todo o sistema de microgeração concretizando o funcionamento do sistema, conforme apresenta a Figura 10(b).

Figura 10 – a) Instalação elétrica e montagem dos eletrodutos do gerador até o poste. b) Luminária com o LED instalado e em funcionamento.



(a)

(b)

Fonte: Autoria própria

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A implementação e análise de micro gerador hidroelétrico no Campus da FACENS foi desempenhada levando em consideração a condição imposta na forma estrutural e econômica, sendo as dificuldades principais no âmbito da estrutura do local no qual o sistema foi implantado.



Como apresentado em todas as condições de testes para a implementação no Campus, todo o sistema depende do fluxo de água disponível, quanto menor o fluxo de água menor é a velocidade e torque de giro para o eixo do gerador e assim refletindo diretamente ao rendimento do sistema de microgeração em questão, isso fica claro na condição de teste final. O carregamento eficiente da bateria requer uma tensão gerada de entrada por volta de 1,5V, logo, para um carregamento eficiente da bateria há a dependência direta do fluxo de água no início do sistema.

Este trabalho permitiu colaborar para a evolução do estudo e desenvolvimento no tema de energia e concluir que a microgeração de energia poderá mudar um meio, uma comunidade, uma sociedade como método de geração em comunidades afastadas nas quais se tem a carência de energia elétrica.



## REFERÊNCIAS

- CHAPMAN, S. J. (2013). Fundamentos de máquinas elétricas 5. ed. Porto Alegre: AMGH.
- GIERAS, J. F. (2010). Permanent Magnet Motor Technology: Design And Applications Edition: 3rd. Taylor & Francis CRC Press Group.
- Hart, D. W. (2012). Fontes de Alimentação CC. in: Eletrônica de Potência. AMGH.
- HART, D. W. (2012). Fontes de Alimentação CC. in: Eletrônica de Potência. AMGH.
- LIMA, D. R. (1 de Julho de 2020). Micro Central Hidroelétrica: como funciona, vantagens e benefícios. Fonte: OAK Energia: <https://oakenergia.com.br/micro-central-hidreletrica-producao-energia/>
- REIS, L. B. (2017). Geração de Energia Elétrica. 3.ed. . Barueri: Manole.
- Schreiber, G. P. (1978). Centrais Hidrelétricas. São Paulo, São Paulo, Brasil: Blucher.
- WENZEL, G. M. (2007). Projeto Aerodinâmico de Pás de turbinas Eólicas de Eixo Horizontal. Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil.

## Avaliação zootécnica e sanitária de bovinos utilizados na romaria de carros de boi em Trindade – Goiás



<https://doi.org/10.56238/tecnocienagrariabiosoci-032>

### Luiz Henrique Batista Margarida

Médico veterinário, Mestre em Desenvolvimento Rural Sustentável - Universidade Estadual de Goiás, Auditor fiscal federal agropecuário do Ministério da Agricultura.

### Rodrigo Zaiden Taveira

Zootecnista, Doutor em Zootecnia, Docente Universidade Estadual de Goiás.

### Karyne Oliveira Coelho

Médico Veterinário, Doutor em Ciência Animal, Docente Universidade Estadual de Goiás.

### Priscilla Cássia de Oliveira

Médica Veterinária, Mestre em Ciência Animal, Universidade Federal de Goiás.

### Vinicius Ribeiro Nunes

Médico Veterinário, Universidade Estadual de Goiás.

### Rodrigo Caetano Campos

Médico Veterinário, Universidade Estadual de Goiás.

### Oswaldo José da Silveira Neto

Médico Veterinário, Doutor em Ciência Animal, Docente Universidade Estadual de Goiás.

### RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar as diferentes formas de manejos zoossanitários aos quais os bovinos de tração (carro de boi) são submetidos,

resgatando a cultura e a origem desse secular meio de transporte. Com ênfase na seleção genética e escolha racial, manejo racional, sanidade, localização geográfica e no controle das principais endoparasitoses desses animais. Foram entrevistados 164 carreiros, no dia do desfile da romaria da festa do Divino Pai Eterno em Trindade, Goiás, Brasil em julho de 2019. Foi aplicado um questionário e foi realizado a análise das amostras de fezes, pela técnica do OPG. Através da estatística descritiva, foram obtidos dados em relação à frequência de parâmetros avaliados. Os municípios de Anicuns (10,97%), Trindade (7,92%), Inhumas e Ouro Verde (6,70%), foram os que mais tiveram representantes naquele ano. Quanto ao uso de vermífugos, 75,61% usam algum composto químico, 20,73% deles não informaram ou não usam e 3,66% não souberam responder. A raça caracu foi a que mais predominou com 43,90%, seguido da nelore (9,14%) e do curraleiro e mestiço com 7,93%. São animais bem criados, rústicos, fortes e resistentes. Os principais parasitas encontrados foram os protozoários do gênero *Eimeria* sp. (17,52%), os strongilídeos (6,18% com infecção alta) e o cestódeo *Moniezia* sp. (1,03%). Pode-se concluir que, a vermifugação usada pelos carreiros associada à prática de manejos corretos e adequados, não eximem esses ruminantes das infecções parasitárias. O risco epidemiológico-sanitário quanto ao deslocamento e aglomeração desses “bois de carros” na romaria dos carreiros, mostrou ser insignificante, frente aos resultados obtidos.

**Palavras-chave:** Bovino, Goiás, Parasitologia, Raça, Tração.

## 1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura é um sistema de produção animal de grande importância para a pecuária nacional. Ao longo da história, o desenvolvimento da humanidade e da vida em sociedade esteve associado à produção pecuária. Mesmo na atualidade, a população mundial depende em grande parte



da produção animal para se alimentar. Com quase 215 milhões de cabeças existentes hoje no país, faz do rebanho brasileiro o maior rebanho comercial do mundo permitindo o Brasil ocupar a posição de segundo maior produtor e maior exportador de carne bovina (MAMEDE, 2020).

O carro de boi tem um papel importante para a cultura e para o desenvolvimento do Estado de Goiás e porque não dizer do Brasil de uma forma geral. Foi um meio de transporte utilizado para inúmeras atividades, desde a construção das cidades a cortejos fúnebres, bem como para ações que envolviam a prática da paz ou até mesmo da guerra. Na atualidade, diante da modernização, o carro de boi tem o seu uso muito reduzido na zona rural, porém, ele é destaque na cultura de muitos municípios goianos. Em Trindade-GO, na romaria dos carreiros da tradicional festa em louvor ao Divino Pai Eterno, ele se destaca e faz daquela festa, um dos dias mais esperados por milhares de devotos e romeiros (FRANCO, 2018).

Participaram do desfile dos carreiros no ano de 2019, um total de 351 carros de boi. Todos eles eram identificados, por uma equipe de servidores da Secretaria Municipal de Educação e Cultura, a fim de terem seus nomes anunciados ao chegarem mais adiante nas arquibancadas, momento esse que culminava com o recebimento das bênçãos da autoridade católica local.

Os modelos de exploração pecuária na criação de bovinos de corte, encontram-se entrelaçados entre o meio ambiente e a genética. Isso nos alerta para que a essência da produção animal esteja diretamente ligada à harmonização desses dois componentes. Diante da grandiosa flexibilidade genética dentro das raças de bovinos existentes no Brasil, cabe ao selecionador decidir qual o modelo mais adequado para o seu sistema de produção (JOSAHKIAN, 2013).

É do conhecimento da grande parte daqueles que frequentam a festa de Trindade, especificamente aquelas pessoas que aguardam para assistir o desfile dos carreiros, o quanto é significativo o número de bois que se aglomeram nas ruas da cidade. Esse resgate histórico-cultural do povoamento do Brasil, mistura-se, de forma indireta, aos riscos epidemiológicos da possibilidade de transmissão de doenças.

O objetivo da realização deste trabalho foi de realizar a avaliação zootécnica e sanitária de bovinos utilizados na romaria de carros de boi em Trindade-GO, a fim de verificar a existência ou não de risco epidemiológico às infecções parasitárias. A elaboração de um manual de boas práticas de criação de bovinos de tração, também foi uma propositura desse trabalho científico.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Esse estudo foi realizado no município de Trindade, localizado na região central e metropolitana à capital do Estado de Goiás (Goiânia), durante a festa em louvor ao santo padroeiro da cidade: Divino Pai Eterno, do ano de 2019. Foram feitas 164 entrevistas com os carreiros que



participaram dessa grande romaria, no dia em que eles apresentavam seus animais, no tradicional desfile de carros de boi, do dia 04 de julho daquele ano.

As entrevistas foram realizadas por meio da aplicação de um questionário pré- definido, contendo perguntas objetivas: diretas e/ou indiretas. Nesse documento eram registrados, com apoio de uma equipe multidisciplinar e capacitada, informações que compreendiam basicamente: o nome do carreiro e origem dos animais, tipos de pastagens e aguadas, tempo de viagem na estrada, identificação da raça dos bovinos e tipos de manejos sanitários (vacinações e vermifugação). Uma atenção especial ao bem-estar foi concedida, tendo em vistas a necessidade da preservação da integridade física e fisiológica desses bovinos de tração.

Com o intuito de também se avaliar o possível risco sanitário que esses bovinos apascentados em Trindade por alguns dias poderiam trazer, foi feito ademais um exame coproparasitológico, a fim de se obter informações sobre os principais endoparasitas comumente diagnosticados.

Com o auxílio de uma luva plástica e descartável (troçadas a cada coleta), foi realizada a coleta de 97 amostras de fezes de alguns desses animais, preferencialmente coletadas no exato momento da defecação do bovino, pegando a parte superior da massa fecal, àquela que não teve contato com o chão. Esse método de colheita é relatado por Taylor et al., (2017).

As amostras foram acondicionadas em uma caixa térmica com controle de temperatura (a fim de evitar a eclosão dos ovos, haja vista que a identificação de larvas é uma tarefa mais difícil que o reconhecimento dos ovos) e após um quantitativo de 4 a 6 delas (envoltas com a luva plástica e identificadas), foram encaminhadas para um laboratório que foi montado nas dependências de uma escola, que ficava próximo ao local onde eram realizadas as entrevistas.

Para a realização das análises laboratoriais, foi usado a pesquisa dos ovos nas fezes desses ruminantes, sob à aplicação da técnica de McMaster. Essa técnica é bem rápida, simples e prática, que consiste na identificação dos ovos dos nematódeos, mensurando-os pelo quantitativo em “ovos por grama de fezes”, mais conhecido pela sigla: OPG, conforme também descreve a EMBRAPA (2008).

Com o uso de uma solução iodada “Lugol” (que também tem a função de corante), pegamos uma pequena amostra de fezes e aplicamos, em uma proporção (1:1) desse corante, uma quantidade de solução fisiológica (0,5 a 1ml). Após isso, todo o conteúdo foi homogeneizado. Esse procedimento visa facilitar e melhorar a visualização dos ovos.

O método utilizado condiz com o prescrito por Monteiro (2017), onde é feita a uniformização de uma pequena quantidade de amostra fecal em uma gota de solução salina fisiológica a 0,9% colocando-se tal amostra, logo em seguida a essa mistura, em uma lamínula microscópica, na qual é realizado o diagnóstico parasitológico (BOWMAN, 2010).

A quantidade dessas amostras fecais colhidas, foi condizente com o que Minho et al., (2015), descreve como sendo o ideal a ser analisado, não podendo ser inferior a quatro gramas.



A leitura no microscópico, foi realizado sob as lentes objetivas (5x e 10x), girando as mesmas até atingir o foco desejado, evitando-se qualquer tipo de refringência, fato esse que, quando presente, é sugestivo de “bolhas de ar”.

Para a análise dos resultados, diante da impossibilidade de se calcular a população exata de vermes existentes no hospedeiro, existe um parâmetro a ser seguido para a sua correta interpretação. No caso dos ruminantes, por exemplo, a contagem de ovos acima de 1000 OPG, em geral, é considerada indicativa de infecções intensas e aquela acima de 500 é considerada como infecção moderada. Entretanto, um OPG baixo não é necessariamente indicativo de infecções muito baixas ou mesmo inexistentes (TAYLOR et al., 2017).

Diante da grande quantidade de tipos de endoparasitos, a sua identificação é facilitada com o auxílio de alguns manuais ou livros. Existem também atlas eletrônicos e virtuais, disponíveis na internet. No nosso caso em específico, foram utilizadas as seguintes referências: Taylor et al., 4ª edição 2017, Sílvia Monteiro, 2ª edição 2017 e o Atlas de Parasitologia Veterinária da UFMG/CRMV-MG de 2019.

Para fins de obtenção dos dados foi empregado a estatística descritiva, utilizando-se o Microsoft Excel. Esse método é um ramo da estatística que visa sumarizar e descrever qualquer conjunto de dados. Ela encontra-se mais focada em sintetizar os dados de maneira direta, preocupando-se menos com variações e intervalos de confiança dos elementos. Utiliza-se, por exemplo: a média, o desvio padrão e a mediana.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como foi admito a forma de mensuração dos resultados encontrados, por meio da estatística descritiva, foi adotado o formato de discorrer sobre alguns elementos que nortearam todo esse trabalho, sendo esses itens ou elementos, num total de 11 aspectos. O primeiro deles é sobre os dados de localização geográfica e o último item a ser discorrido será sobre os resultados laboratoriais encontrados nos OPG's.

No que diz respeito à origem desses animais submetidos à tração dos carros de boi, bem como as distâncias e o tempo de viagem por muitos deles percorridos, até chegar ao município de Trindade-GO, encontramos informações muito relevantes. Diante das respostas encontramos por exemplo, tinham carreiros que estavam há mais de 11 dias viajando nas estradas, em peregrinação à fé cristã. Segue abaixo a descrição dos principais resultados encontrados.

- Localização geográfica (origem):

Daqueles entrevistados, três carros de boi eram oriundos do município de Arcos-MG, dois de Formiga-MG e um outro de Presidente Olegário, também do estado mineiro. Sem dúvidas a grande



maioria eram carreiros de cidades do Estado de Goiás, mais especificamente da região metropolitana da capital goiana.

Muitas dessas cidades goianas, tem também a tradição em romarias de carros de bois, como é o caso de: Caturai, Damolândia e Mossâmedes. Outros vieram de cidades mais distantes, como os carreiros de: Cromínia, Gameleira de Goiás, Itapuranga, Jataí, Morrinhos, Orizona, Pirenópolis, São Miguel do Passa Quatro e Vianópolis. Em sua grande maioria, o tempo médio gasto nas estradas, foi de um a cinco dias.

Dentre àqueles 164 entrevistados, contabilizamos 45 municípios que trouxeram representantes para a romaria do Divino Pai Eterno; no aspecto de representatividade, os municípios que mais se destacaram em quantidades de carros de bois presentes na festividade de 2019, advindos das cidades do Estado de Goiás, se distribuíram conforme a tabela dois, abaixo:

Tabela 2 – Representatividade dos carreiros por localização geográfica, daqueles participantes da romaria do Divino Pai Eterno em Trindade-GO (2019).

Município	N.º de Carros de bois	Representatividade (%)
Anicuns	18	10,47
Trindade	13	7,92
Inhumas	11	6,70
Ouro Verde	11	6,70
Damolândia	09	5,48
Orizona	09	5,48
Itaberaí	08	4,87
Mossâmedes	08	4,87
Abadiânia	05	3,04
Caturai	05	3,04
TOTAL	97	58,57

- Manejo sanitário:

Quanto ao manejo sanitário e a utilização de endectocidas (vermífugos), o questionário perguntava se era adotado a prática vacinal e quais das principais vacinas eram aplicadas: antiaftosa, antirrábica e contra clostridioses. Já para a utilização dos vermífugos, encontramos em quase 100% das respostas obtidas, que a via de administração mais usada é a parenteral, mediante ao não emprego da balança como forma de estimativa do peso animal.

A tabela três a seguir, expressa os números encontrados durante as entrevistas realizadas com os carreiros em 2019. Já na tabela quatro está discriminado a porcentagem de carreiros que fazem uso de vermífugos (endectocidas).



Tabela 3 – Utilização de vacinas em manejos sanitários dos bois carreiros em suas propriedades de origem.

Tipo de manejo vacinal	% representativa
Antiaftosa+Antirrábica+Clostridioses	68,90
Não usam as três vacinas conjuntamente/Não informaram	24,39
Não souberam responder	6,71

Tabela 4 – Utilização de vermífugos em manejos sanitários dos bois carreiros em suas propriedades de origem.

Tipo de manejo parasitário (endectocida)	% representativa
Utilização de algum composto químico	75,61
Não informaram ou não usam	20,73
Não souberam responder	3,66

Dados similares a esses, foram encontrados por Pereira (2014), no seu estudo, no município de Pindamonhangaba-SP, sobre as práticas adotadas pelos criadores de bovinos com aptidão leiteira para o controle da verminose em 40 propriedades rurais, mediante entrevista com produtores ou administradores das propriedades, aplicando-se também um questionário específico.

Em um rebanho de animais parasitados, existe a possibilidade de animais resistentes terem um desempenho superior. Isso é muito observado nos ovinos, onde animais mais resistentes toleram uma maior carga parasitária, não apresentando perdas produtivas, quando comparados com animais mais sensíveis. A identificação desses animais menos resistentes, com seu posterior descarte, favorece à seleção de grupamentos geneticamente melhoradores (NICIURA, 2021).

- Manejo nutricional:

Esses bovinos em peregrinação são desafiados continuamente quanto à disponibilidade de alimento, tanto em quantidade quanto em qualidade. Nos chamados “pousos” (locais onde os carreiros se arrancham para dormir e descansar também os animais), existe a oferta de pastagens diversas além de água de bebida, para que esses ruminantes de tração possam recompor suas energias ao próximo dia. Desde o início da romaria foi grande a utilização dos carros de boi como transporte rumo à festa de Trindade. A longa viagem parece não cansar os romeiros, enfrentam poeira, sol e chuva por dias e noites. Durante a viagem acampam nas estradas e fazendas para os pousos. Chegando à cidade, os carreiros tratam de se alojar em quintais alugados para o período da festa (CASTRO, 2011).

Nesse aspecto nutricional (tipo de pastagem e água de bebida), as perguntas que fizemos foram bem objetivas, onde esperava-se responder, de forma rápida, prática e sucinta, os tipos que eram ofertados/oferecidos aos bovinos, lá no dia a dia, da propriedade rural. Na tabela cinco, está descrito a representatividade, de cada fonte de água consumida pelos bois carreiros, em suas propriedades de origem.



Tabela 5 – Fonte de água de bebida fornecida aos bois carreiros em suas propriedades de origem.

Tipo de fonte de água	% representativa
Córregos	31,71
Represas	9,14
Poço artesiano	5,49
Rios	3,66
Cacimbas e tanques	2,44

Algumas propriedades afirmaram possuir mais de uma fonte de água de bebida, aos quais seus animais teriam acesso.

Nesse mesmo seguimento de manejo nutricional, os proprietários foram perguntados sobre a predominância de tipos de pastagens em suas áreas. Chama a atenção o gênero *Brachiaria*, onde predominou em 43,29% das pastagens onde esses bovinos são criados. As gramas e o capim Tanzânia, não foram mencionados por nenhum dos carreiros entrevistados.

Na tabela seis abaixo podemos observar com detalhes a predominância das principais forrageiras oferecidas aos bois carreiros em suas propriedades de origem.

Tabela 6 – Tipo de pastagem forrageira fornecida aos bois carreiros em suas propriedades de origem.

Tipo de pastagem	% representativa
<i>Brachiaria</i>	43,29
Mombaça	7,32
Massai	1,22
Jaraguá	1,22
<i>Andropogon</i>	0,61
Nativo (vaqueiro)	0,61

Assim como na questão do fornecimento de água aos bovinos, alguns criadores afirmaram também possuir mais de um tipo de pastagem, aos quais seus animais teriam acesso.

- Aspectos raciais:

Dando seguimento aos dados obtidos no nosso estudo, no aspecto racial, dez raças ou categorias raciais contemplaram os dados extraídos no trabalho. Já fazendo a correlação desse quesito racial, com as suas respectivas representatividades e participações dentre os entrevistados, identificamos, conforme tabela sete a seguir:



Tabela 7 – Participação quanto ao aspecto racial, dos animais que desfilaram na romaria do Divino Pai Eterno em Trindade-GO (2019).

Raça	Participação (%)
Caracu	43,90
Nelore	9,14
Curraleiro “pé-duro”	7,93
Mestiço (leite/corte)	7,32
Gir	7,32
Franqueiro	4,27
Guzerá	1,83
Girolando	1,22
Anelorados	1,22
Nelore variedade de pelagem “Nelore pintado”	0,61
TOTAL	84,76

Com base nas nossas observações e análises visuais, podemos dizer que esses bovinos usados para tração, são animais muito resistentes, rústicos, mansos e muito bem cuidados. Chamam a atenção pelo porte, expressão racial, tamanho dos seus chifres, pelagens e pela versatilidade. Informações que tivemos condição de abstrair nas conversas com esses carreiros.

Via de regra, essas raças mais resistentes e mais adaptadas ao clima tropical brasileiro e principalmente, ao cerrado goiano, desempenham de forma muito satisfatória o trabalho de tração. São animais originalmente campeiros, fortes e que, sem nenhum tipo de maus tratos, obedecem aos comandos e aos ensinamentos dados pelos carreiros.

- Seleção dos animais (escolha):

O tipo de criação a que são submetidos, o critério na doma e também, quando for o caso, na compra e aquisição de animais para essa finalidade (força motriz), exigem, além de muita experiência, a sensibilidade e o critério para tal método de seleção. Esses critérios vão desde a percepção por parte do criador/carreiro, no sentido de saber escolher (apartar) àqueles animais mais dóceis, mais astutos e que respondem bem aos comandos; até àqueles bovinos mais fortes, rústicos, bonitos e com aparência imponente.

Esses bovinos, em sua grande maioria, são escolhidos dentro do próprio plantel ou adquiridos de criadores de algumas raças específicas, de acordo com a intenção ou propósito do carreiro, como observado por exemplo, quando foram citados às escolhas pelas raças Caracu e Nelore pintado. A primeira pela facilidade na domesticação dos animais e a segunda pela sua beleza racial, explícita nos mais variados tons de pinturas e cores espalhadas pelo corpo do animal.



Em consonância com o que relatou Souza (1958), observamos que não existe hoje em dia, entre os objetivos comerciais da criação do gado bovino o da produção de animais para o trabalho na fazenda (tração). Não existem raças tão somente selecionadas com vistas aos serviços do campo. A prática e a experiência de muitos e muitos anos é que tem garantido essas escolhas dos melhores animais para tração.

Rosa et al., (2003), citam que, para poder auxiliar na tomada de decisão sobre quais animais poderão ser descartados ou não, alguns indicadores são de importante observação: a anatomia dos bovinos, as características relacionadas à fertilidade e a conformação frigorífica, além das características raciais.

Para a correta seleção de bovinos a um determinado sistema de produção, é necessário primeiramente identificar para qual finalidade se deseja submeter o animal pretendido. A avaliação visual é de suma importância. Embora usemos indicadores fenotípicos, os selecionadores trabalham, na verdade, tentando identificar o valor ou mérito genético dos animais (JOSAHKIAN, 2013).

Ferraz (2005), diz que o desempenho de um animal, também denominado fenótipo, resulta do valor genético que ele possui (genótipo), somado aos efeitos do meio ambiente e ainda com a interação entre os efeitos do genótipo e do meio ambiente, entre si.

Segundo Rosa et al., (2013), o objetivo do melhoramento genético, é alcançar níveis mais elevados de produção, produtividade e/ou de qualidade do animal em sintonia com o sistema de produção e às exigências do mercado.

Os chamados “bois de carro ou bois carreiros” no Brasil, foram e são comumente tirados dos próprios rebanhos criados nas propriedades rurais ou adquiridos em manadas, que os negociantes de gado (boiadeiros/catireiros) fazem as permutas, para atender às suas necessidades específicas (SOUZA, 1958).

- Adestramento (doma):

A doma, historicamente, é um processo de dominação e submissão do animal às vontades do homem, utilizando-se de técnicas que, conforme seu uso, podem até ocasionar traumas e manejos de repulsa. A doma racional é um conjunto de técnicas utilizadas para amansar os animais, a fim de que eles sejam condicionados a obedecer sem brutalidade, aos comandos do homem, resultando em animais mais confiáveis e com maior produtividade (MARTINS et al., 2015).

Quando questionados sobre os principais métodos e maneiras que iniciavam a domesticação desses bovinos, foi unânime a informação de que eles preferem iniciar a doma dos animais ainda jovens.

Por volta dos 8 meses de idade aproximadamente, pela maior facilidade em contê-los e mais: os carreiros “trelam” os pares (com o uso de cordas) para aprenderem a andar em duplas “lado-a-lado”



(juntas de boi), logo após começam a amarrar objetos leves e de fácil manuseio (pequenos pedaços de madeira e pneus por exemplo), para que aprendam a fazer força e saibam tracionar.

Com idade acima de 12 meses, eles colocam a “canga” e por volta de 18 meses esses animais já podem ser colocados diretamente no carro de boi. Segundo relatos de alguns carreiros, a única raça que eles já colocaram direto a “canga”, sem ser necessário passar pelo treinamento inicial da “trela”, é a raça Caracu. Muito possivelmente é por esse motivo que temos visto um grande número de animais dessa raça, nos desfiles de carros de boi.

- Manejo do carro de boi:

Em sua grande maioria os carros eram compostos por 4 a 6 juntas de bois, ou seja, de 8 a 12 bovinos, tendo em vistas que cada “junta de boi”, é composta por 2 animais emparelhados (lado-a-lado). Em algum ou outro carro de boi, foi possível identificar a existência de 7 ou até 8 juntas, totalizando 14 ou 16 bovinos.

O carro de boi pode ser puxado por uma, duas ou mais juntas ou parelhas. Cada junta possui dois bois, que trabalham um ao lado do outro, unidos pela “canga”. Os bois se acostumam de tal forma com o carreiro que, muitas vezes a um simples chamado dele, se dirigem vagarosamente e ficam parados próximo ao local onde são normalmente “encangados”. Batizados com nomes pitorescos, como por exemplo: “Lampião, Rochedo, Pacote, Cara Preta, Presidente, Azulão, Lavareda, Malhado, Pachola, Curió” dentre tantos outros já ouvidos, atendem pelo nome ao chamado do seu guia (GASPAR, 2009).

Para que possa ser possível obter um ruído que na verdade os carreiros chamam de “canto do carro de boi” (som característico resultante do atrito entre o eixo que suporta a mesa do carro e conecta-se com as rodas de madeira), os candeeiros usam o óleo de mamona. Esse líquido, obtido dessa planta (*Ricinus communis* L.), é armazenado em um chifre de boi preso a uma correia (que eles chamam de “azeiteiro”), sendo usado constantemente para a lubrificação e produção desse som.

O atrelamento dos bois compreende várias operações que os sertanejos dizem, no seu expressivo linguajar, como: “encanzilar, encharcetar, cangar”. Existem no Brasil, duas formas diferentes de proceder essa atividade. Enquanto que em quase todos os estados brasileiros, a operação de “cangar os bois” é iniciada pela junta da frente ou da guia, sucedendo-se às demais até a do coice ou do cabeçalho; no Rio Grande do Sul e no sul de Mato Grosso, os carreiros fazem ao contrário: isto é, “cangam” os bois do coice para a guia ou ponta (SOUZA, 1958).

- Resistência e rusticidade:

Nesse trabalho de pesquisa, foi identificado que as três principais raças de bovinos predominantes nas nossas avaliações, foram a Caracu, Nelore e o Curraleiro “pé-duro” (vide tabela 7). Convergingo para o que a literatura apresenta como raças típicas, rústicas e muito adaptadas ao clima brasileiro, em especial, ao cerrado goiano. A partir de exames coproparasitológicos, hematológicos



e até mesmo sorológicos é possível identificar esses animais que resistem melhor ao parasitismo e conseqüentemente, demonstram um melhor desempenho que seus pares para a realização das funções/atividades que lhes são atribuídas. Quer seja por influência genética (racial), do meio ambiente e/ou manejos diversos.

Os bovinos Caracu, como discorrido no item de adestramento/doma, é a mais presente entre todas àquelas demais raças, escolhidas pelos carreiros. Trata-se de uma raça desenvolvida aqui no Brasil colonial (com descendências ibéricas), dotados de uma extraordinária adaptação aos climas tropical e sub tropical.

Fazendo uma análise de alguns dos principais fatores que podem estar correlacionados com a tolerância e resistência dos bovinos às infecções parasitárias, cientistas já discorreram sobre o tema. Pereira et al., (2005), relatam que a idade, por exemplo, é um dos principais. Animais com idade entre a desmama e 24-30 meses, são mais afetados pelos efeitos das verminoses que os adultos.

O fator racial é outro importante quesito a ser observado. Há cada vez mais evidências de que a suscetibilidade de muitas raças de animais aos parasitas varia e é determinada geneticamente. Ao serem comparadas as raças de bovinos *Bos indicus*, observa-se que esses são mais resistentes aos carrapatos e outros insetos hematófagos que as raças *Bos taurus* (TAYLOR et al., 2017).

O sexo também pode ser um fator de predisposição; pois, há evidência de que animais machos inteiros são mais suscetíveis que fêmeas, a algumas infecções por helmintos (TAYLOR et al., 2017).

Pereira et al., (2005) e Taylor et al., (2017), comentam que outros fatores, tais como: estado nutricional, imunológico e fisiológico, tipo de dieta, fases de lactação e/ ou gestação e terapia com esteroides, podem predispor os bovinos às parasitoses.

- Bem-estar animal:

É nítido ver o quanto esses animais são muito bem zelados pelos proprietários. Eles têm um carinho, respeito, paciência e apego muito grande por esses bovinos.

Não existem maus-tratos; muito pelo contrário, pode ser observado que os animais com alguma simples contusão foram deixados para trás, nos piquetes, para que pudessem se recuperar e serem estabilizados. Inclusive tivemos até mesmo a oportunidade de atender alguns desses bovinos, dando suporte ao seu proprietário.

Diante do fortalecimento do conceito de bem-estar animal, tem-se buscado maneiras de realizar a doma e o manejo desejado dos animais por meio de métodos não repugnantes (MARTINS et al., 2015).

Os carreiros donos desses “bois de carro”, chegam a recusar ofertas financeiras tentadoras nesses animais, bem como no próprio veículo de tração (carro de boi). O que observamos durante a realização desse estudo, vai de encontro ao mesmo que fora relatado por Segundo Souza (1958). Os preços de bovinos de carro de boi, dentro de cada estado, variam, às vezes, de região para região,



subordinados antes do mais à sua riqueza econômica e às necessidades. Porém é óbvio que o seu custo depende da qualidade dos animais, de sua raça, de suas características, das suas habilidades e até mesmo da sua estimação.

No desenvolvimento desta nossa pesquisa, em nenhum daqueles 351 carros de bois observados, tivemos a oportunidade de ver que, nenhum animal foi submetido à “obrigação” em tracionar o carro de boi, estando esse contundido ou machucado. Não encontramos animais lesionados que impediria o mesmo de andar de forma calma, tranquila e mansa.

A lesão mais comum que foi observada, foram apenas pequenos abscessos de reação vacinal e/ou medicamentosa; trata-se de um processo inflamatório muito comum nos mais diversos tipos de criação e exploração pecuária existentes no Brasil.

Os bovinos que vão à Trindade, seja para participar do desfile ou somente pelo fato de cumprir a tradição religiosa em peregrinação e romaria, em sua grande maioria, são animais oriundos de municípios da região metropolitana da capital, Goiânia. Sendo assim, a distância percorrida por esses bovinos de tração, não são grandes; também não ficam expostos e submetidos, esses animais, a um número exorbitante de horas durante o desfile dos carreiros.

Como já é de costume de muitos desses carreiros, por anos e anos irem até Trindade, para pagar promessas ou, simplesmente, pelo fato de darem continuidade ao que seus antepassados sempre fizeram (nesses mais de 180 anos de devoção); alguns municípios sempre se destacam no quesito de presença marcante na romaria.

Como lá exposto na tabela dois, carreiros e seus animais advindos dos municípios de Anicuns, Damolândia, Inhumas, Itaberaí, Mossâmedes... por exemplo, já tem seus itinerários previamente definidos, com antecedência suficiente para a reserva de seus posos, oferta de água, comida e descanso dos seus animais. Esses carreiros já deixam tudo conversado com os donos das fazendas por onde eles passarão nas estradas vicinais, a fim de que na programação deles, nada dê errado. Tão logo que cumprem seu trecho, seja no percurso para o desfile como também lá nas estradas, quando chegam aos pousos, os “bois de carros” já são soltos em seus piquetes para descanso e consumo de água e comida disponíveis. É válido ressaltar que, tendo em vistas que alguns carreiros que vem de um pouco mais distantes, no dia de voltarem às suas origens, tanto seus bois carreiros quanto o seu veículo de tração: o carro de boi, retornam embarcados em caminhões automotores.

O homem deve fornecer os recursos necessários para a adaptação dos bovinos aos sistemas de produção, evitando, assim, prejuízos ao bem-estar animal e ao retorno econômico. Para domar e manejar corretamente os bovinos, é necessário aprender a se comunicar com eles, escutando-os e respeitando-os para estabelecer uma liderança e ensiná-los a seguir os comandos (MARTINS et al., 2015).

- Risco sanitário em eventos pecuários:



Tendo em vistas a questão do risco sanitário-epidemiológico que esse trânsito e deslocamento de animais pode provocar, posteriormente às suas aglomerações em qualquer tipo de evento agropecuário, foi mais um dos fatores de propulsão para “rastrear” essas origens dos bovinos para o município de Trindade.

O documento oficial para o transporte de animais no Brasil é a GTA, que contém as informações sobre: a origem, o destino, as condições sanitárias e sobre a finalidade do transporte animal. Cada espécie animal possui uma norma específica para a emissão dessa guia. Essas normas estão resumidas nos manuais de emissão de GTA, para cada espécie, publicados pelo MAPA (AGRODEFESA, 2021).

No caso em particular do desfile dos carreiros no festejo em louvor ao Divino Pai Eterno em Trindade, o evento encontra-se registrado sob o número 504; número esse que serve como referência para que àqueles carreiros e criadores de um modo geral, que desejam guiar corretamente seus animais para participarem da romaria, possam emitir a GTA e a nota fiscal específica.

Com referência ao ano de 2019, foi registrado uma entrada de 712 bovinos no sistema informatizado da Agrodefesa, o SIDAGO – Sistema de Defesa Agropecuária de Goiás, por meio de 64 GTA's eletrônicas. O que demonstra que esse quantitativo de animais transitou corretamente com as documentações zoossanitárias, exigidas pelo órgão de defesa estadual.

Um importante fator a ser observado, quando se fala em trânsito e deslocamento de animais, é o risco epidemiológico e sanitário que esses animais podem gerar. De acordo com as informações divulgadas pela Agrodefesa (2021), o trânsito e movimentação de animais é um dos principais disseminadores de doenças infectocontagiosas. O seu monitoramento, juntamente com a vigilância epidemiológica ativa, favorece a prevenção e diminuição de doenças. O conhecimento da origem, destino, sazonalidade e fluxo são necessários ao desenvolvimento de estratégias para o seu controle.

- Resultados laboratoriais obtidos:

Nos resultados obtidos das análises laboratoriais desses bovinos usados para tração, os principais parasitas que encontramos foram: os protozoários do gênero *Eimeria* spp., os strongilídeos (helmintos da ordem Strongylinae) e também os helmintos da classe Cestoda (*Moniezia* sp.). Pelo fato de termos utilizado a técnica do OPG, os resultados não evidenciaram as espécies; somente os gêneros.

Quanto a identificação dos principais helmintos, Fonseca (2021) e Monteiro (2017), descrevem que em alguns casos pode ser possível identificar até a espécie no OPG. Para a identificação dos ovos de strongilídeos, conforme a qualidade da amostra e a prática do técnico, pode ser que se identifique até o gênero.

Das 97 amostras coletadas, 17 delas foram positivas para *Eimeria* sp., praticamente todos desses positivos, apresentaram contagem de OPG até 100, eram bovinos oriundos dos municípios de: Abadiânia, Anicuns, Caturai, Hidrolândia, Indiara, Inhumas, Itauçu, Palmeiras de Goiás e Terezópolis.



A tabela oito a seguir, faz a representação numérica dos parasitos que foram identificados, o grau de infecção, bem como sua correlação com os municípios de origem dos bovinos de tração.

Tabela 8 – Resultados obtidos das análises laboratoriais das fezes dos bois carreiros coletadas durante a romaria do Divino Pai Eterno em Trindade-GO (2019).

Tipo de parasita	OPG	Origem	Total
Eimeria sp.	100	*A	17
Estrongilídeos	> 600	*B	06
Cestoda	100	*C	01
Total de amostras analisadas	---	45 municípios	97

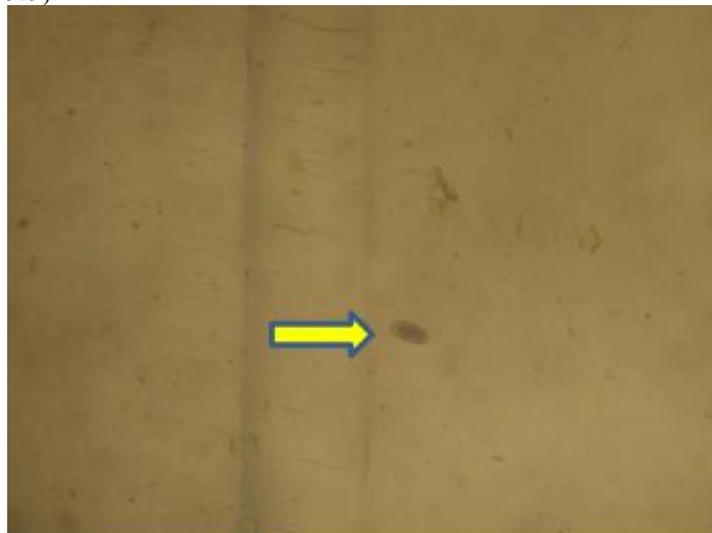
\*A: Abadiânia (300 OPG), Anicuns, Caturai (900 OPG), Hidrolândia, Indiara, Inhumas (300 OPG), Itauçu, Palmeiras de Goiás e Terezópolis (200 OPG).

\*B: Abadiânia (900 OPG), Avelinópolis (600 OPG), Caturai (700 OPG), Itauçu (900 OPG) e Palmeiras de Goiás (1700 OPG). Uma única amostra apresentou OPG de 3000.

\*C: Palmeiras de Goiás.

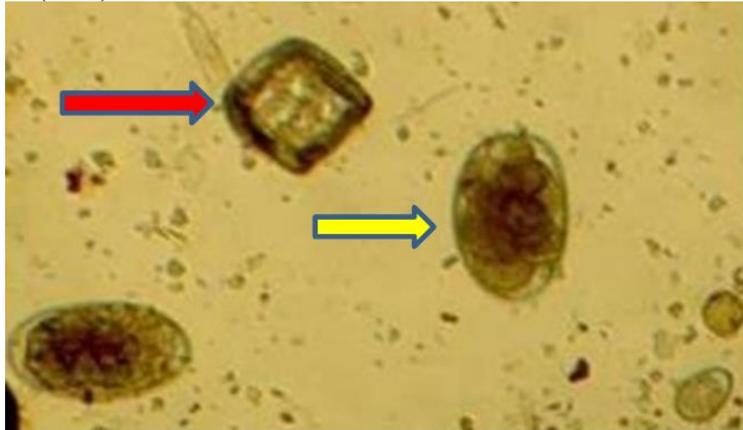
As figuras quatro e cinco a seguir, ilustram alguns achados laboratoriais que foram identificados durante as análises realizadas nas amostras dos “bois carreiros”.

Figura 4: Imagem de um ovo de estrongilídeo obtida durante o estudo realizado com os carreiros na romaria do Divino Pai Eterno em Trindade-GO (2019).



Fonte: arquivo próprio, (2021).

Figura 5: Imagem de uma infecção mista por *Eimeria* spp. e *Moniezia* sp. obtida durante o estudo realizado com os carreiros na romaria em Trindade-GO (2019).



Fonte: arquivo próprio, (2021).

De acordo com Taylor et al., (2017), podemos identificar os diferentes níveis de infecção (leve, moderada e intensa), usando um guia para interpretação dos resultados, conforme a tabela nove a seguir:

Tabela 9 – Contagem de ovos de vermes de bovinos: guia para interpretação.

Espécie de parasita	Leve	Moderada	Intensa
Infecção mista	100	200 a 700	+ 700
<i>Haemonchus</i>	200	200 a 500	+ 500
<i>Ostertagia ostertagi</i>	150	---	+ 500
<i>Trichostrongylus</i> spp.	50	50 a 300	+ 500
<i>Bunostomum</i>	20	20 a 100	+ 100
<i>Cooperia</i>	500	500 a 3000	+ 3000

Fonte: TAYLOR et al., (2017)

Em sua grande maioria, os resultados foram negativos ou abaixo de 400 OPG; 91 amostras, representando 93,81% do total, enquadraram-se nesse parâmetro de infecção. Considerando que a média de bovinos existentes em cada carro de boi eram de 10 animais (como já discorrido anteriormente), daqueles 351 carros ( $\pm$  3510 bovinos) e daquelas 164 entrevistas ( $\pm$  1640 bovinos), o percentual de coletas de amostras que atingimos foram, respectivamente 2,76% e 5,91%.

Nematóides estrongilídeos compõem os principais parasitos gastrointestinais de ruminantes domésticos, sendo as espécies pertencentes aos gêneros *Cooperia* spp. e *Haemonchus* spp. as mais prevalentes em bovinos (BORGES et al., 2001).

Traçando um paralelo, os rebanhos bubalinos, além de apresentarem as espécies prevalentes dos bovinos, também tem prevalência de infecção por *Paracooperia* spp. (STARKE et al., 1983).

Os resultados encontrados estão em similaridade àqueles encontrados por Soldá et al., (2016), no estudo realizado com animais em três feiras agropecuárias no Estado de Santa Catarina. Nesse



trabalho, os autores encontraram uma positividade de 45% a algum tipo de parasitismo gastrointestinal (coccídeo e/ou helminto). Concluindo que àqueles animais presentes nas feiras agropecuárias estavam parasitados por helmintos do gênero *Trichostrongylus*, *Haemonchus*, *Teladorsagia*, *Cooperia* e *Oesophagostomum*, bem como pelo coccídeo *Eimeria* spp.

#### 4 CONCLUSÕES

Diante dos fatos apresentados, foi concluído que, os bovinos utilizados para a tração como é o caso daqueles que puxam os carros de boi, devem ser avaliados, tendo como critério de seleção, fatores tais como: a raça, a índole e o temperamento, a rusticidade e adaptabilidade, além da resistência e força física.

Os “bois de carro”, pelo fato de terem características intrínsecas ou pertinentes a eles, não quer dizer que os mesmos estão imunes às infecções parasitárias. Necessitam, pois, de cuidados e manejos sanitários adequados, tão quanto os demais ruminantes criados nos mais diversos tipos de exploração pecuária do Brasil.

Respeitando sempre o bem-estar animal, os criadores de bovinos para uso desses na aplicação da força motriz, demonstram os bons tratos aos quais esses animais são submetidos e que os mesmos respondem a contento aos comandos dos seus guias, para a execução das mais diversas atividades a que são atribuídos.

Resumidamente podemos afirmar que, embora muitos bovinos tenham dado resultado positivo para algum tipo de helminto, a carga parasitária da grande maioria daqueles ruminantes, foi muito baixa.

Quanto ao risco sanitário-epidemiológico desses bovinos que se deslocam e aglomeram em Trindade-GO, para a romaria dos carreiros na tradicional festa do Divino Pai Eterno, ficou comprovado que se trata de um risco insignificante, tendo em vistas os resultados laboratoriais obtidos.



## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA GOIANA DE DEFESA AGROPECUÁRIA (AGRODEFESA). Eventos Pecuários. Disponível em: <<https://www.agrodefesa.go.gov.br/defesa-sanitaria-animal/eventos-agropecuarios.html>>. Acesso em: 06 abr. 2021.

BOWMAN, D. D. Georgis – Parasitologia Veterinária. 9. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010. 432 p.

BORGES, F.A.; DA SILVEIRA, D.M.; GRAMINHA, E.B.N.; CASTAGNOLLI, K. C., SOARES; DO NASCIMENTO, A.A.; DA COSTA, A.J. Fauna helmintológica de bovinos da região de Jaboticabal, Estado de São Paulo, Brasil. Semina: Ciências Agrárias, v.22, n.1, p.49-53, 2001.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Comunicado Técnico 64: Instruções para coleta e envio de material para exame parasitológico das fezes – OPG e coprocultura para ruminantes. Isabella Cabral Hassum. Bagé, RS: EMBRAPA, 2008, (1. ed.). 2 p.

CASTRO, M. A. de. Romaria de carros de boi: A comunidade em foco. Fragmentos de Cultura, Goiânia, v. 21, n. 4/6, p. 209-227, abr./jun. 2011.

FERRAZ, J. B. S. Seleção e avaliação de bovinos para corte. Revista Visão Agrícola-ESALQ/USP. n.º 3, jan-jun, 2005.

FONSECA, A. H. Disciplina de Doenças Parasitárias. Material Didático (Cálculo da Carga Patogênica/L3 de Helminthos de Ruminantes/Técnica de MacMaster e Coprocultura). MEC UFRRJ, 2021. Site do autor. Disponível em: [http://r1.ufrj.br/adivaldofonseca/wp-content/uploads/2014/06/2\\_Tecnica\\_de\\_McMaster\\_e\\_Coprocultura.pdf#new\\_tab](http://r1.ufrj.br/adivaldofonseca/wp-content/uploads/2014/06/2_Tecnica_de_McMaster_e_Coprocultura.pdf#new_tab)>. Acesso em: 01 mai. 2021.

FRANCO, M. A. B. O Carro de Boi como Manifestação Cultural no município de Cezarina-GO. Patrimônio, Direitos Culturais e Cidadania. UFG-CEGRAF, Goiânia- GO, p. 465-478, 2018. Disponível em: <<https://publica.ciar.ufg.br/ebooks/eipdcc-propostas-praticas-acoesdialogicas/artigos/artigo43.html#:~:text=O%20carro%20de%20boi%20hoje,desfiles%2C%20cavalgadas%2C%20entre%20outros>>. Acesso em: 08 abr. 2021.

GASPAR, L. Carro de boi. Pesquisa Escolar Online, Fundação Joaquim Nabuco, Recife. Disponível em: <[http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=533](http://basilio.fundaj.gov.br/pesquisaescolar/index.php?option=com_content&view=article&id=533)>. Recife, PE. Atualizado em 25 de agosto de 2009. Acesso em: 08 abr. 2021.

JOSAHKIAN, L. A. Melhoramento Genético Aplicado a Gado de Corte: Programa Geneplus-Embrapa. Capítulo 15: Avaliação Zootécnica e Funcional em Gado de Corte. Brasília – DF. 2013. 257 p.

MAMEDE, R. R. Pesquisas da Embrapa Gado de Corte acompanham pecuária nacional desde 1977. EMBRAPA Gado de Corte. Brasília-DF. Artigo (publicação on-line), 27 abril de 2020. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/51809474/artigo---pesquisas-da-embrapa-gado-de-corte-acompanham-pecuaria-nacional-desde-1977>>. Acesso em: 21 abr. 2021.

MARTINS, N. R. da S.; SANTOS, R de L.; MARQUES JÚNIOR, A. de P.; SILVA, N. da. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia. (Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG). Doma Racional de Bovinos n.º 78 – 2015. ISSN 1676- 6024. FEPMVZ Editora, novembro de 2015. 90 p.



MINHO, A. P.; GASPAR, E. B.; YOSHIHARA, E. Manual de Técnicas Laboratoriais e de Campo para a Realização de Ensaio Experimentais em Parasitologia Veterinária: Foco em Helmintos Gastrointestinais de Ruminantes. Bajé-RS, EMBRAPA, 2015, (1. ed.). EMBRAPA PECUÁRIA SUL. (Documento 148), 33 p.

MONTEIRO, S. G. Parasitologia na Medicina Veterinária. (2. ed.). Rio de Janeiro: Roca, 2017. 594 p.

NICIURA, S. Controle da verminose em ovinos vai além da vermifugação. EMBRAPA Pecuária Sudeste. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/58841600/controlada-verminose-em-ovinos-vai-alem-da-vermifugacao#:~:text=O%20controle%20da%20verminose%20nos,redu%C3%A7%C3%A3o%20dos%20casos%20na%20propriedade.&text=O%20uso%20de%20ovinos%20mais%20resistentes%20%C3%A9%20uma%20op%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 01 abr. 2021.

PEREIRA, J. R.; Práticas para controle de verminose de bovinos leiteiros em Pindamonhangaba, São Paulo, Brasil. Pesquisa & Tecnologia – APTA Regional. São Paulo, 2014, v. 11, n. 1, 4 p.

PEREIRA, A. B.; da L.; LEITE, R. C.; BIANCHIN, I. Verminoses dos bovinos: parte I: epidemiologia e efeitos sobre os animais: parte II: controle. In: SIMPÓSIO PFIZER SOBRE VERMINOSE BOVINA, 2, 2005, Evento ocorreu em cerca de 61 cidades. Anais... Campo Grande, MS. EMBRAPA/CNPGC, 2005, 14 p.

ROCHA, B. D.; LOBATO, Z. I. P.; MARQUES JÚNIOR, A. de P.; MARTINS, N. R. da S.; Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia. (Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG). Atlas de Parasitologia Veterinária n.º 92 – 2019. ISSN 1676-6024. FEPMVZ Editora, maio de 2019. 76 p.

ROSA, A. N.; MENEZES, G. R. O.; EGITO, A. A. Recursos genéticos e estratégias de melhoramento. In: Antônio do Nascimento Rosa; Elias Nunes Martins; Gilberto Romeiro de Oliveira Menezes; Luiz Otávio Campos da Silva. (Org.). Melhoramento Genético Aplicado em Gado de Corte - Programa Geneplus-Embrapa. (1. ed.). Campo Grande: Embrapa, v. 1, p. 11-26, 2013.

ROSA, A. do N.; SILVA, L. O. C. da.; AMARAL, T. B. do. Avaliação Zootécnica e Funcional de Touros na Fazenda. Campo Grande-MS, EMBRAPA, Comunicado Técnico n.º 82, agosto de 2003, 4 p.

SOLDÁ, N. M.; SILVA, A. S. da.; GLOMBOWSKY, P.; CHIOCCA, M.; CUCCO, D. de C.; OLIVEIRA, T. C.; MACHADO, G. Parasitos gastrointestinais em vacas leiteiras presentes em exposições agropecuárias na região oeste de Santa Catarina, Brasil. Acta Veterinária Brasília, v.10, n.4, p.373-377, 2016.

SOUZA, B. J. de. Ciclo do carro de bois no Brasil. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1958. 557 p.

STARKE, W.A.; MACHADO, R.Z.; ZOCOLLER, M.C.; HONER, M.R. Infestação por em Búfalos no Estado de São Paulo, Brasil. Arquivos de Medicina Veterinária e Zootecnia, p.93-99, 1983.

TAYLOR, M. A.; COOP, R. L.; WALL, R. L. Parasitologia Veterinária. (4. ed.). Rio de Janeiro: Guanabara Koogan SA., 2017. 3789 p.

## A precificação no mercado de máquinas agrícolas: O valor percebido pelo cliente



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-033>

### Euselia Pavaglio Vieira

Doutora em Administração - UFMS  
Universidade Regional do Noroeste do Estado do  
RS - Unijui

### Leonardo Bernardi Rohenkohl

Mestre em Contabilidade - FURB  
Universidade Regional do Noroeste do Estado do  
RS - Unijui

### Jorge Oneide Sausen

Pós Doutor em Administração  
Universidade Regional do Noroeste do Estado do  
RS - Unijui

### RESUMO

Classificada como descritiva, de levantamento e quantitativa, esta pesquisa teve como objetivo relacionar e ranquear os atributos de valor percebido pelo cliente na escolha por máquinas agrícolas. A população analisada abrangeu 150 produtores rurais, indicados pelas principais empresas do ramo agrícola, e contou com o retorno de 94 respondentes, que tiveram suas propriedades classificadas em pequeno, médio e de grande porte. Neste estudo, os 5 Ps do Marketing foram analisados: Preço, Praça, Promoção, Produto e Pós-

venda, no qual a análise estatística descritiva para o levantamento de informações e ambientação da amostra estudada foi realizada, bem como aplicados dois métodos quantitativos multivariados: a análise de Entropia da Informação, proposta por Zeleny (1982) e o Topsis, desenvolvido por Hwang e Yoon (1981). Constatou-se que, independentemente do tamanho, o “P” referente ao pós-venda, que compõe fatores como bom tratamento das necessidades do cliente, bons serviços prestados, qualidade na assistência técnica, elevado conhecimento técnico dos profissionais e garantias, nessa ordem, representam as principais características consideradas relevantes e que agregam valor às máquinas agrícolas. Além do pós-venda, em segundo lugar, fatores ligados ao produto, como qualidade, custo de reposição, durabilidade, confiabilidade, tecnologia, inovação e satisfação são pontos fortemente analisados. Infere-se que a perspectiva de venda de uma experiência/finalidade agrega mais valor, ou é mais considerada pelos respondentes do que uma perspectiva de produto. Essa informação é relevante e pertinente para as montadoras de maquinário agrícola para que o investimento em inovação e novas tecnologias se estenda à experiência do agricultor na pós-venda, e não somente no produto.

**Palavras-chave:** Precificação, Máquinas agrícolas, Perspectiva do cliente, Agricultura.

## 1 INTRODUÇÃO

O ramo de máquinas agrícolas é um setor que cresceu muito nos últimos 20 anos, posto que a população mundial aumentou, criando a necessidade de produção de mais alimentos. Nesse contexto, a evolução técnica do setor é constante e gera uma crescente oferta de equipamentos que utilizam tecnologias cada vez mais avançadas de sistemas produtivos, com qualidade igual à dos principais produtores mundiais. Brum (2011) afirma que é na tentativa de atender a demanda crescente de alimentos que a agricultura incorpora novos elementos que viabilizem o aumento da produção. É justamente por essa necessidade que ela oferece um mercado crescente aos produtos de capital



industrial, tais como maquinários agrícolas, demonstrando que a competitividade e a estratégia são temas ténues nesse setor.

Quanto as estratégias competitivas, as indústrias de máquinas e implementos agrícolas têm, na inovação constante dos produtos existentes ou desenvolvimento de novos produtos, baseados no forte investimento em pesquisa e desenvolvimento. Para o lançamento de um produto com o seu respectivo preço de venda, são analisadas com profundidade diversas variáveis, tanto externas quanto internas (KOPF; BRUM, 2019).

Para Hinterhuber (2008) e Bruni e Famá (2019), as estratégias de precificação levam em consideração três importantes aspectos: preços embasados nos custos, na concorrência e no valor percebido pelo cliente. As ligações entre essas variáveis são intercambiáveis, contudo, pertinentes de serem visualizadas de forma individual, visto os impactos que cada uma tem sobre a outra, visto que o mercado define o preço, a gestão estratégica de custos busca sua otimização e o valor percebido pelo cliente final vai garantir que essa equação seja objetivada, atingindo-se o resultado financeiro esperado pela empresa.

Dentro desse “triângulo” da precificação, destaca-se a precificação com base na perspectiva do cliente, apontada por Nagle e Holden (2003) como o preço pela satisfação absoluta do cliente. O apreçamento baseado em valor envolve estratégias de marketing que visem a criação e a comunicação do valor percebido pelo cliente, enfatizando os benefícios e as características do produto/serviço que a empresa está oferecendo. Para Hinterhuber (2010, p. 109) esse tipo de precificação “adota o valor que um produto ou serviço transmite para os clientes como o principal fator para a determinação dos preços”. Ainda, segundo o autor, essa é a melhor abordagem, pois considera a perspectiva que o cliente tem perante o produto.

Salienta-se, entretanto, que uma estratégia de precificação desse porte possui algumas fragilidades, em razão de que os dados são difíceis de se obter e interpretar. Esse tipo de abordagem pode conduzir a preços relativamente mais altos. É preciso levar em consideração, então, a rentabilidade de longo prazo, o ciclo de vida do produto e que o valor percebido pelo consumidor não é entregue, mas precisa ser comunicado. Para Zornig (2010, p. 115), “as dificuldades para essa estratégia de precificação impactam nas questões de custos e a aversão aos riscos de mudanças”. Os executivos relutam, muitas vezes, em alterar estratégias de preços, segmentação de clientes e políticas comerciais, com receio do impacto que essas trarão para a lucratividade do negócio.

Com base na bibliografia e pesquisas realizadas, nota-se que o sucesso dessa estratégia de precificação passa pela diferenciação do produto, ou seja, esse produto tem que oferecer benefícios diferenciados ao cliente para que o seu valor seja percebido, da mesma forma que atinge uma segmentação de mercado de maior poder aquisitivo. Para que esse objetivo seja alcançado é necessário que a empresa consiga agregar o maior valor possível ao produto (benefícios percebidos pelo cliente



*versus* o custo percebido pelo cliente) ao menor custo possível (HINTERHUBER, 2010). Quanto maior for o valor percebido pelo cliente e menor o custo da empresa, maior será a sua margem de lucro e a capacidade de competitividade da empresa e, ao mesmo tempo, o cliente estará mais satisfeito com o preço. A percepção dos benefícios e dos custos diverge muito de cliente para cliente, obrigando a empresa a definir uma segmentação de mercado ou manter uma política flexível de preços e de composição de produtos (BRUNI; FAMÁ, 2019).

Ciente das fragilidades desse tipo de precificação, e levando em consideração a alta competitividade do segmento de máquinas agrícolas, essa pesquisa apresenta a seguinte questão norteadora: Quais são os principais atributos de valor percebido pelo cliente na escolha de máquinas agrícolas? Como objetivo, busca-se relacionar e ranquear os atributos de valor percebido pelo cliente na escolha por máquinas agrícolas.

Como justificativa do estudo, indica-se que as indústrias de máquinas agrícolas são de grande porte, com tecnologia de ponta e investem fortemente em pesquisa e desenvolvimento de produtos, chegando a 3% do seu faturamento bruto total (BRUM, 2011). Assim, a inovação é constante e a gestão estratégica e operacional é padrão em âmbito mundial, ou seja, o que ocorre nos processos de produção, precificação e gestão aqui no Brasil é o mesmo em qualquer unidade da empresa no mundo.

Dessa forma, essas empresas são referência na gestão estratégica de custos e preços, principalmente por utilizarem o custeio-alvo na definição estratégica de lançamento de novos produtos, assim como na inovação e reposicionamento de produtos existentes, além de ter um processo de precificação diferenciado, quando o preço-alvo é definido com a integração de diversas áreas, como marketing, comercial, financeiro, produção, controladoria, qualidade, entre outros. Neste sentido, as empresas de menor porte se espelham no processo de gestão dessas indústrias para desenvolver seus produtos e conseguir seu posicionamento no mercado.

Outra justificativa para o estudo é o perfil dos clientes dessas indústrias. Segundo a Associação Brasileira de Marketing Rural & Agronegócio (ABMR&A, 2005) em um horizonte temporal de 13 anos, o perfil do agricultor se modificou, deixando de ser um público com uma grande expressão de integrantes analfabetos, com um foco ao mecânico e técnico, para um público diversificado em quantidade produzida (tamanho), sexo, ideologias, idades e foco, contanto com profissionais voltados à pesquisa e à inovação no campo. Essa diversidade e posicionamentos ecléticos, torna a pesquisa das expectativas desses clientes, sob diferentes recortes amostrais, de muita pertinência para o setor. O artigo está estruturado com os preceitos teóricos que sustentaram a pesquisa, a metodologia da pesquisa adotada, os resultados obtidos, e, por fim, as considerações finais do trabalho.



## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O MERCADO DE MÁQUINAS AGRÍCOLAS NO BRASIL

O aumento da população mundial e a necessidade da produção de mais alimentos fomentou o crescimento e a modernização do ramo de máquinas e implementos agrícolas. Nesse contexto, a evolução técnica do setor é constante e gera uma crescente oferta de equipamentos que utilizam tecnologias cada vez mais avançadas de sistemas produtivos, com qualidade igual à dos principais produtores mundiais. Kopf e Brum (2019) afirmam que é na tentativa de atender a demanda crescente de alimentos que a agricultura incorpora novos elementos que viabilizem o aumento da produção. É justamente por essa necessidade que ela oferece um mercado crescente aos produtos de capital industrial, tais como maquinários agrícolas.

As montadoras que fabricam máquinas agrícolas geralmente não atuam na montagem de automóveis comerciais leves, caminhões e ônibus. Os maquinários agrícolas mais produzidos são colheitadeiras, tratores, cultivadores e retroescavadeiras. Apenas a Agrale atua também na fabricação de caminhões e ônibus. No Brasil, essas unidades de produção estão localizadas em seis Estados, sendo eles: Rio Grande do Sul, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Goiás (ANFAVEA, 2020, p. 117).

O setor é oligopolizado e há atuação de grandes *players* internacionais. Apenas a Agrale é de capital nacional. Considerando as empresas produtoras de tratores de rodas e colheitadeiras, os quais representam 92% do setor, apenas seis empresas dominam o mercado: AGCO (marca no Brasil), Massey Ferguson (EUA) e Valtra (adquirida pela AGCO em setembro de 2005), CNH (Case e New Holland – Itália), John Deere (EUA) e Agrale (Brasil). Além dessas, há as seguintes empresas que fabricam apenas tratores de esteira, escavadeiras e retroescavadeiras: Caterpillar (EUA) e Komatsu (Japão).

De acordo com anuário disponibilizado pela ANFAVEA (2020), constata-se que na região Sul do Brasil é onde se concentra a maior produção de máquinas e implementos agrícolas, atingindo 71,40% da produção brasileira. No Estado do Rio Grande do Sul estão localizadas três indústrias de máquinas agrícolas – a John Deere, a AGCO e a Agrale – que produzem tratores, colheitadeiras e implementos, e estão divididas em seis unidades de produção. Essas seis unidades são responsáveis por 59,7% do total da produção da região Sul, e os tratores e colheitadeiras representam em torno de 87% dessa produção.

Particularmente, no caso do Rio Grande do Sul, ocorre na década de 1970 a formação do aglomerado industrial de máquinas agrícolas na região Noroeste do Estado, pois a mesma apresentava o ambiente econômico favorável, com importante e crescente mercado baseado na produção de grãos. Também havia a pré-existência de uma indústria de implementos agrícolas, com capacidade de reconversão, e infraestrutura de ensino voltada às necessidades produtivas locais (KOPF; BRUM,



2019). A partir desse período, todavia, ainda que as empresas tenham ampliado sua capacidade produtiva, por meio da criação de novas unidades, da evolução de sistemas informatizados e do uso da alta tecnologia, ou do aumento das já existentes, não se verificou mais a entrada de novas empresas no mercado de máquinas e implementos agrícolas de forma significativa (VIAN, ANDRADE JUNIOR, 2010).

As três empresas produtoras de máquinas agrícolas no Estado são: AGCO - unidades nas cidades de Canoas, Ibirubá e Santa Rosa, de capital estrangeiro, que produz tratores e colheitadeiras; a John Deere – unidades Horizontina e Montenegro, com capital estrangeiro, que fabrica tratores, colheitadeiras e implementos agrícolas; e a Agrale, localizada em Caxias do Sul, com capital nacional, que produz tratores de rodas. A região Noroeste do Estado do RS integra 13 microrregiões, com 68 municípios, que respondem pela maior parte da produção de máquinas e implementos agrícolas, sendo a sede de duas grandes empresas vinculadas a fortes grupos internacionais, AGCO e John Deere, empresas objetos desta pesquisa. As importações de tratores representam 2% das vendas internas; o índice médio de nacionalização de peças é de 80%. O Estado do Rio Grande do Sul, nos últimos anos, possui a maior produção de máquinas agrícolas, chegando, em 2019, a 43,60% do total (ANFAVEA, 2020).

## 2.2 O VALOR PERCEBIDO PELO CLIENTE E A PRECIFICAÇÃO

É necessário que os gestores verifiquem as questões pertinentes ao preço pelo conceito dos seus clientes. Para Kotler e Armstrong (2015) o aumento de preço pode causar uma recusa por parte dos clientes em relação ao produto da empresa e os mesmos podem optar pelo produto do concorrente ou por um produto similar. As organizações procuram, portanto, saber quanto os clientes estão dispostos a pagar por determinado produto ou serviço, delimitando os preços e, em contrapartida, a empresa produz esses produtos de acordo com o custo-alvo determinado.

Coelho (2009) ressalta que é importante que as organizações saibam que não é somente o preço que influencia na decisão de compra dos consumidores, mas que outros aspectos necessitam ser analisados, entre eles a localização, o atendimento e os atributos disponibilizados para os clientes, a diferenciação, o valor, além de identificar e conhecer as características percebidas pelos consumidores, sabendo explorá-las da forma correta. Assim, influenciar na otimização dos resultados das empresas é o ponto chave para o sucesso de qualquer negócio.

Santos (2017) salienta que, quando o valor percebido é superior aos preços, os fatores motivacionais correspondem ao interesse pessoal do comprador, ou seja, pelo reconhecimento social que o produto proporciona, consumo para as necessidades básicas ou consumo supérfluo, comodidade, busca por novidades, consumo por prazer, por aprovação no círculo em que o consumidor vive, autorrealização, etc. As características de um produto percebidas pelo cliente são o início para despertar



nele o interesse em adquiri-lo, como qualidade, durabilidade, facilidade de consertos, estilo, *design*, funcionalidade, permanente manutenção, forma de pagamento, embalagem, entre outros.

No entanto, Costa, Ferreira e Saraiva Júnior (2010) orientam no sentido de que um dos principais fundamentos da formação de preços é a percepção do valor. Atualmente, a formação de preços não é somente baseada em custos e, outras variáveis precisam ser levadas em consideração. Os autores sugerem que a responsabilidade do cálculo dos preços da empresa precisa ser compartilhada entre o setor financeiro, marketing ou vendas, pois estão mais próximos dos clientes e percebem o valor que esses estão dispostos a pagar pelos produtos.

Nagle e Holden (2003, p. 6) esclarecem que “o propósito do apreçamento baseado no valor não é simplesmente criar clientes satisfeitos. O propósito é trabalhar o preço de modo mais lucrativo pela captura de mais valor, não necessariamente vendendo mais”. Também apontam o cuidado para que a satisfação dos clientes não seja comprada com descontos vantajosos nos preços. Quando os profissionais de marketing confundem o primeiro objetivo – vender com descontos considerados vantajosos pelos clientes – com o segundo – obter sucesso nas vendas –, caem na armadilha de definir o preço levando em consideração o que os clientes estejam dispostos a pagar, não importando qual seja o verdadeiro valor do produto. Embora tal decisão permita ao profissional de marketing alcançar os objetivos de vendas, ela invariavelmente acaba prejudicando a lucratividade de longo prazo.

Bruni e Famá (2019) alertam que é a partir da visão dos clientes que as empresas sabem quais as características, desejos, aspectos, razões, motivos que fazem os consumidores adquirir determinados produtos. As empresas precisam estar atentas às tendências, hábitos e preferências que nortearam o consumo e a satisfação da clientela, que é importante para a consolidação do produto e da empresa. Os gestores carecem de entender que não é somente a realização da receita o suficiente para alcançar o sucesso; esse pode incorrer por meio da consolidação da marca, da confiança por parte dos consumidores, do relacionamento contínuo com a clientela, dos benefícios gerados pelos produtos e das atividades de pré e pós-vendas realizadas de forma adequada.

Muitos consumidores nem sempre conseguem distinguir as características dos produtos na sua primeira impressão e visualização, o que pode ocorrer por meio da imagem dos mesmos. Da mesma forma, nem sempre percebem a sua funcionalidade e sim, as características que ele julga importantes, partindo para o lado emocional e psicológico, que consiste na influência de compras a partir das propagandas e da reputação da imagem (KOTLER; KELLER, 2019). Também é importante destacar que o consumidor relaciona o preço a uma suposta qualidade: quanto mais caro for determinado produto, melhor ele é, o que nem sempre é verdadeiro, e o inverso também pode acontecer.

Na percepção de Kotler e Armstrong (2015), Churchill e Peter (2013) e Santos (2017), os clientes dividem-se em quatro grupos, 1) Os clientes que compram por necessidade ou hábito são aqueles que necessitam do produto ou serviços essenciais, não interessando o preço, pois suas



vantagens são relevantes, pois os necessitam para conseguir manter sua sobrevivência. 2) Os consumidores que compram por aspectos intangíveis são os que adquirem um produto de renome, de marca; nesse caso, o consumidor, além de levar em conta o preço de compra, ele considera também o *status* que o produto traz, pois, comprando produtos de determinada marca, o consumidor carrega consigo a imagem da empresa, a exclusividade e o prestígio da compra, supondo que quanto mais caro o produto melhor sua qualidade. Assim, percebe-se que nesse grupo de consumidores o preço é considerado na hora da compra, mas, ao mesmo tempo, seu nível de preço mais elevado traz satisfação para quem comprou o produto.

Esses mesmos autores avaliam que 3) os clientes que não estão dispostos a pagar pelos benefícios de um produto, por não serem relevantes o suficiente ou não serem representativos, se interessam por um produto de preço baixo e fazem uma análise do tipo custo/benefício para escolher um mesmo produto, mas com duas marcas diferentes. Para esses clientes, o custo se torna relevante para a decisão de compra ou não do produto, posto que o benefício trazido por ambos os produtos de marcas diferentes é semelhante, e o resultando será a escolha pelo produto mais barato. 4) Já os clientes que compram um produto porque enxergam os benefícios gerais proporcionados por ele, são aqueles que visualizam os benefícios futuros nos produtos, fazendo com que seja menor sua sensibilidade em relação ao preço. Por exemplo, um produtor que quer trocar sua colheitadeira convencional por uma automatizada, vai escolher na hora da compra a máquina de última geração ou o último modelo, mesmo pagando um maior preço por ela, porque os benefícios percebidos na nova máquina compensam o maior preço pago, pois irá ganhar em termos de controle, produtividade e qualidade do produto escolhido. Ainda, vai conseguir postergar a necessidade de adquirir uma nova máquina, uma vez que possui uma mais moderna e que pode ser utilizada por um longo período.

Alguns consumidores valorizam a exclusividade de adquirir e possuir algum produto de determinadas marcas. Os consumidores potenciais buscam tê-los antes dos demais clientes, podendo pagar ágio para ter o produto antecipadamente. Em casos em que o produto é exclusivo por possuir características estabelecidas, somente determinados clientes conseguem adquiri-lo. O risco acontece quando o consumidor adquire um produto sem conhecê-lo. A experiência que o consumidor viveu com o produto é que determinará o risco, pois o mesmo será alto se o cliente obteve uma experiência passada ruim e se não conhecer o produto ou a empresa. Já o risco será baixo se acontecer o inverso do mencionado (KOTLER; KELLER, 2019).

Para minimizar esses riscos, de acordo com Coelho (2009) e Churchill e Peter (2013), as empresas apostam em *test drives*, em que os clientes experimentam os produtos antes de realizar a compra. Os fatores situacionais são aqueles que fazem parte do processo de adquirir o produto. Entre eles estão a forma de pagamento, o processo de compra com menos burocracia, formas de entrega diferenciada e redução do tempo de espera. Esses fatores acarretarão uma menor sensibilidade do



cliente quanto ao preço do produto. Já o valor de referência pode ser representado pela comparação dos produtos e serviços pelos clientes com os dos concorrentes, fazendo com que se tornem mais sensíveis ao preço, dificultando a venda de certo produto em determinada empresa, e a percepção de alternativas de consumo funciona com os produtos substitutos que os clientes podem adquirir. O preço-referência é o ideal visto pelos clientes. Abaixo dele, os clientes percebem os produtos como de baixa qualidade e, acima dele, os clientes percebem os produtos como onerosos demais (SANTOS, 2017).

Para as empresas, a realização de pesquisas para conhecer profundamente o cliente trazem como consequência receitas adicionais ou diminuição dos custos, focando apenas em determinado produto ou serviço; portanto, essas pesquisas sondam os clientes quanto a suas necessidades e quanto a problemas e experiências passadas vividas com esse produto, e como os mesmos lidaram com tais problemas (CHURCHILL; PETER, 2013).

Outra forma é uma técnica experimental, que ajuda a empresa a identificar o valor de diferenciação de características e atributos de determinado produto, ajudando a projetar novos produtos características e atributos que os clientes desejam e estão dispostos a pagar (NAGLE; HOLDEN, 2003). Os dados extraídos para a análise de solução de compromisso são originados das respostas às perguntas que são aplicadas aos consumidores. Essas respostas não são suas intenções de compra, mas o que faz o consumidor comprar o produto e quais suas preferências para tal compra. Assim, com dados semelhantes de uma quantidade representativa de consumidores, consegue-se verificar o grupo ou segmento de mercado que compraria produtos de determinada marca a preços e atributos específicos, como valor econômico e uma variedade de outras características. Destaca-se que esse método traz muitas informações confiáveis, mesmo que seu custo seja um pouco mais elevado.

### 3 METODOLOGIA

Com a finalidade de atender o objetivo proposto, metodologicamente optou-se por uma pesquisa descritiva, de levantamento (*Survey*) e de análise quantitativa. Os sujeitos pesquisados neste estudo são produtores rurais da região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, apontados pelas principais empresas do ramo. A região foi escolhida por ser proeminente agrícola, contando com as maiores empresas desse segmento, e também, o Estado do Rio Grande do Sul é reconhecido na fabricação de máquinas agrícolas. Para a coleta de dados desta pesquisa, foi necessário aplicar um questionário fechado aos produtores rurais da região.

O questionário foi elaborado com base nos 5 Ps do marketing, fundamentados nos estudos de Kotler e Armstrong (2015) e Churchill e Peter (2013), ou seja, o “P” do Produto com 11 opções de avaliação, e os outros “Ps” – Preço, Praça, Promoção e Pós-vendas com 5 itens cada um. Para a análise dos dados, independentemente do número de alternativas em cada “P”, considerou-se o mesmo peso para todos os grupos, isto é, cada “P” correspondeu ao peso de 20% na análise final. Utilizou-se de



notas de importância de 1 a 5, em que a nota 1 considerou o teor de “sem relevância”, 2 “pouco relevante”, 3 “relevante”, 4 “muito relevante” e 5 “totalmente relevante”. A finalidade foi verificar o grau de relevância de cada alternativa na decisão de compra pela percepção do cliente.

A partir da criação dos questionários, os produtores rurais foram consultados, subdivididos em categorias de acordo com a área de terras referente a sua propriedade. Os questionários foram entregues depois de um contato inicial por telefone, em que foi combinada a forma de entrega. Alguns foram enviados por e-mail, outros foram entregues pessoalmente. No total, foram entregues 150 questionários no ano de 2019 aos clientes de quatro empresas que haviam comprado algum tipo de máquinas ou implementos agrícolas nos últimos três anos, conforme a lista de contatos dos clientes disponibilizada pelas empresas pesquisadas.

Dos respondentes, 29 produtores rurais são de pequeno porte (até 50 hectares de área cultivada), 23 de médio porte (de 51 até 100 hectares cultivados) e 42 de grande porte (mais de 100 hectares cultivados), totalizando 94 respondentes. Essa classificação seguiu a escala proposta por Mantelli (2006, p. 3), que destaca que para a região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Brasil –, “em termos de áreas, considera-se que: (a) pequenas propriedades, com área inferior a 50 hectares; (b) médias propriedades, que abrangem entre 50,1 e 100 hectares; (c) grandes propriedades, com área superior a 100 hectares”.

Assim, foi realizada uma análise de estatística descritiva para o levantamento de informações e ambientação da amostra estudada, sendo que, conforme Fávero *et al.* (2009, p. 51), “a estatística descritiva permite ao pesquisador uma melhor compreensão do comportamento dos dados por meio de tabelas, gráficos e medidas-resumo, identificando tendências variabilidade e valores atípicos”. Além disso, foram aplicados dois métodos quantitativos multivariados, a análise de entropia da informação, proposta por Zeleny (1982) e o *Technique for Order Preference by Smilarity to Ideal Solution (Topsis)*, desenvolvido por Hwang e Yoon (1981), para evidenciar, condensar e ranquear as informações obtidas conforme os questionários, de forma que se pudesse evidenciar os fatores predominantemente importantes a serem considerados.

A entropia da informação, segundo Shannon (1948), tem por finalidade a mensuração da quantidade de informação com base na incerteza (entropia), de forma que quanto maior a disparidade da fonte informacional, maior seu potencial de informação. A entropia refere-se à incerteza probabilística relacionada a uma distribuição de probabilidade, sendo que altos níveis de incerteza refletem em uma maior dispersão da distribuição de probabilidade. Nesse sentido, o grau de incerteza é reflexo de uma determinada distribuição e de diferentes distribuições, e está relacionado a distintos graus de improbabilidade (MATTOS; VEIGA, 2002).

A partir dos pressupostos supracitados por Zeleny (1982) quanto a entropia informacional, foram utilizados os seguintes passos para a análise dos agrupamentos de respostas do questionário: a)



tabulação das notas apresentadas nos questionários, tendo um somatório para cada alternativa; b) criação da matriz de decisão composta pelos indicadores selecionados; c) criação da matriz resultante da divisão de cada indicador pelo indicador máximo; d) criação da matriz normalizada pela divisão de cada valor da coluna pela soma da própria coluna; e) cálculo das entropias parciais e dos pesos dos atributos.

Para computar a medida agregada das informações pesquisadas com os produtores rurais, aplicou-se o método de análise multicritério, conhecido como *Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (Topsis)*, desenvolvido por Hwang e Yoon (1981). O processo do *Topsis* inicia com a matriz de dados originalmente tabulados, utilizando critérios de valores de notas de 1 a 5, como demonstrado nas sessões anteriores. Em seguida, transforma-se a matriz original em matriz normalizada, para então determinar o ranking das informações. O *Topsis* é baseado no ranking de possibilidades para obter a melhor amostra alternativa, a qual está próxima da solução ideal, levando em consideração a distância da solução ideal e da solução não ideal (BULGURCU, 2012). De acordo com essa técnica, a melhor alternativa espera-se ser aquela que está mais próxima da solução ideal e o mais distante da solução não ideal (BENITEZ; MARTIN; ROMAN, 2007). Assim, considerando os passos necessários para a elaboração do método *Topsis*, foi possível realizar um ranqueamento das informações apuradas pelos questionários, evidenciando, então, as particularidades da percepção de valor do cliente e a relação com a precificação da indústria de máquinas e implementos agrícolas.

#### 4 ANÁLISE DOS DADOS

Considerando os 150 questionários enviados aos produtores rurais, o retorno total foi de 94, ou seja, 62,66% do total enviado. Desses, 30,85% (29 respondentes) são de pequenas propriedades com produção de até 50 ha. As médias propriedades, que correspondem de 50,1 ha a 100 ha, apresentaram um total de 24,47% (23 respondentes). Já as grandes propriedades, com mais de 100 ha, tiveram a maior participação, com um total de 44,68% (42 respondentes). Vale destacar que para o atributo do valor percebido, cada um dos Ps tem a mesma importância na formação do preço, independentemente do número de afirmações, e cada um dos Ps representa 20%, totalizando 100%, uma vez que o valor percebido é formado pelos 5 Ps.

Conforme os dados no que se refere ao produto, com as 11 afirmações e a média das respostas dos pesquisados, de acordo com o porte da propriedade, está demonstrado na média da pontuação atingida no grupo P – Produto, que envolve aspectos relacionados à confiabilidade da marca, à qualidade, à tecnologia, ao *design*, à inovação, ao custo de reposição das peças, à durabilidade, à diversidade, ao *status*, à satisfação e à lealdade. A maior pontuação refere-se ao custo de reposição das peças.



Considerando uma escala de 1 a 5, o *status* foi o item que ficou em torno de 2 pontos para as grandes propriedades. Isso significa que esse atributo tem pouca importância na escolha de uma máquina ou implemento agrícola para aquisição. A diversidade dessa linha de produtos, a recomendação de parentes e amigos e o *design* do produto, atingiram uma pontuação média entre 2 e 3, aproximando-se do grau de relativa importância. O atributo da inovação do produto e a satisfação e lealdade, ficaram em uma faixa de 3 a 4 pontos, aproximando-se de muito importante na escolha de um produto. A confiabilidade da marca, a qualidade percebida nos produtos, a tecnologia e o conforto, o custo de reposição das peças e a durabilidade do produto, são os atributos que mais se aproximam da escala como totalmente importantes na escolha de um produto. Consta-se que nesses itens, dos 94 respondentes, existe um alinhamento da escala de pontuação, independentemente do porte da propriedade.

Na sequência, foi identificado acerca da observação dos respondentes nos 5 itens que compõem o segundo P – Preço e a média das respostas obtidas, conforme o porte da propriedade. Seguindo a mesma escala de 1 a 5, tratando-se da média dos 94 questionários respondidos, o fator preço apresenta uma significativa pontuação, ficando todos os itens superiores a 3,62 pontos da escala. Somente o atributo estimativa de valor do produto após a compra fica nessa faixa de 3,62 a 3,98 pontos, destacando-se que na pequena propriedade ele tem um grau de importância menor e para os produtores de média e grandes propriedades se aproxima do grau de muito importante. O preço do produto em relação à concorrência, os descontos e bonificações e as condições de financiamento, atingem uma pontuação superior, muito próxima aos 4 pontos. Menciona-se, ainda, que para os pequenos e grandes produtores, o item que trata da negociação comercial é um dos elementos considerado totalmente importante na escolha de um produto.

Referente ao terceiro P – Praça, apresentam-se as constatações a respeito dos 5 itens que o compõem e a média das respostas obtidas, que aborda as questões de acesso aos canais de vendas e distribuição, localização e facilidades de contato com a empresa, as médias dos respondentes ficaram na faixa de 3,26 a 3,90, entre importante e muito importante. O que se destaca aqui como totalmente importante é a questão da disponibilidade do produto, os prazos e logística na entrega. Nesse item é bastante uniforme os resultados médios, e também não apresenta grandes diferenças entre o grau de relevância conforme o porte das propriedades.

No quarto P – Promoção, apresentam-se as constatações a respeito dos 5 itens que o compõem e a média das respostas obtidas, conforme o porte da propriedade. Dos pontos observados no P – Promoção, o portal de vendas *on-line* não se configura como relevante para os produtores, ficando em uma faixa de 2,17 a 2,71 pontos. Nas pequenas e médias propriedades constata-se que as informações sobre os novos produtos se apresentam como importante, enquanto nas grandes propriedades fica mais próximo de muito importante, o que se repete na questão de relacionamento com vendedores e gerente



de vendas, assim como, no recebimento de promoções de produtos, peças e serviços e no conhecimento do produto por meio de feiras, eventos e visita dos vendedores. Observa-se que a pontuação máxima chega próximo de muito importante, mas em nenhum item, na média, superou os 4 pontos.

Por fim, apresentam-se as constatações a respeito dos 5 itens que compõem o quinto P – Pós-vendas e a média das respostas obtidas, considerando os 94 respondentes, conforme o porte da propriedade. O último bloco do questionário aborda o pós-vendas. Neste item, cabe realizar uma análise por porte das propriedades. Constata-se que o grau de importância na percepção dos produtores se diferem um pouco, mas o pós-vendas foi o item que teve a pontuação superior aos 4 pontos da escala em todas as opções: nos serviços prestados no pré e no pós-vendas, na assistência técnica, nas garantias, no conhecimento dos profissionais e no tratamento do cliente. As pequenas propriedades ficaram com médias mais próximas do muito importante, enquanto as médias e grandes se aproximam do totalmente importante.

O Quadro 1 apresenta a nota correspondente a cada “P” pesquisado por porte da propriedade, o que resultou na nota proporcional ao tipo de propriedade e a sua representação.

Quadro 1 – Nota proporcional por tipo de propriedade

Propriedades / indicadores	PEQUENA	MÉDIA	GRANDE	TOTAL
Número de questionários aplicados	29	23	42	94
Percentual de representatividade	30,85%	24,47%	44,68%	100,00%
<b>Nota Correspondente</b>				
Produto	1,1858	1,2623	1,3164	
Preço	0,6440	0,6424	0,6590	
Praça	0,6096	0,5989	0,6398	
Promoção	0,5161	0,5288	0,5799	
Pós-vendas	0,7108	0,7251	0,7366	
<b>TOTAL</b>	<b>3,6663</b>	<b>3,7574</b>	<b>3,9316</b>	
<b>Nota proporcional ao tipo de propriedade</b>	<b>0,7333</b>	<b>0,7515</b>	<b>0,7863</b>	
<b>Representação</b>	<b>0,2262</b>	<b>0,1839</b>	<b>0,3513</b>	

Fonte: Dados conforme pesquisa (2020).

Para a validação da estatística descritiva supracitada foi feito um ranqueamento das respostas de cada questão pelo método multivariado *Topsis*, para que pudesse ser evidenciada a importância de cada uma das afirmativas que resultaram do agrupamento dos 5 Ps do marketing para o cliente pesquisado, de forma a criar um padrão considerando os agrupamentos (pequeno, médio e grande produtor) e também um padrão geral para a amostra. Foram analisadas 31 afirmativas, contudo, por uma questão de espaço, apresenta-se apenas as 10 melhores colocadas no ranking. Nesse sentido, a Tabela 1 representa o ranqueamento das questões estudadas, levando em conta as respostas dos produtores de pequeno porte.

Pela Tabela 1 pode ser evidenciado que para os produtores de pequeno porte as questões ligadas ao pós-venda tiveram as maiores pontuações. Pode-se afirmar que entre todos os fatores que formam os Ps do marketing, as questões que abordaram a *assistência técnica: serenidade e agilidade*,



conhecimento dos profissionais que prestam o serviço, serviços prestados no pré e no pós-vendas, garantias oferecidas nos serviços prestados e tratamento do cliente no atendimento de suas necessidades, predominaram em comparação com o restante dos fatores. Esses dados inferem que os produtores agrícolas de pequeno porte dão muita importância à continuidade do produto, para que eles perdurem e façam valer a pena o investimento, considerando a grande importância acumulada à assistência técnica.

Tabela 1 – Ranqueamento pelos produtores de pequeno porte

<b>AFIRMATIVAS – AGRUPAMENTO</b>	<b><math>C_i^*</math></b>	<b>RANQUEAMENTO</b>
<b>Assistência Técnica: seriedade e agilidade – PÓS-VENDA</b>	<b>0,859</b>	<b>1º</b>
<b>O conhecimento dos profissionais que prestam o serviço – PÓS-VENDA</b>	<b>0,811</b>	<b>2º</b>
<b>Serviços prestados no pré e no pós-vendas – PÓS-VENDA</b>	<b>0,792</b>	<b>3º</b>
<b>Garantias oferecidas nos serviços prestados – PÓS-VENDA</b>	<b>0,788</b>	<b>4º</b>
<b>Tratamento do cliente no atendimento de suas necessidades – PÓS-VENDA</b>	<b>0,773</b>	<b>5º</b>
Qualidade percebida nos produtos – PRODUTO	0,753	6º
Negociação comercial – prazos de pagamentos – PREÇO	0,751	7º
Disponibilidade do produto – PRAÇA	0,736	8º
Durabilidade do produto – PRODUTO	0,733	9º
Preço do produto em relação à concorrência – PREÇO	0,708	10º

Fonte: Dados conforme pesquisa (2020).

Quanto aos fatores que menos indicaram pontuação no ranking, pode-se destacar os equivalentes ao produto, como *recomendação de um parente ou amigo, design, diversidade de linhas de produtos na marca e status*, dentre as cinco últimas colocações do ranking. Infere-se que os produtores de pequeno porte compram seus equipamentos com foco exclusivamente na melhoria da sua produção e não por ter um *design* diferenciado ou quantidade de produtos, levando em conta as particularidades da sua propriedade, posto que desconsideram indicações de amigos ou parentes.

Outro fator que está dentre os menos votados é o *portal de vendas on-line*, ligado à promoção do produto. Esse dado pode ser considerado importante, uma vez que, com a globalização da agricultura, esperava-se que fatores relacionados a meios eletrônicos ou internet se destacassem como diferenciais, o que não ocorreu. Dessa forma, pode-se inferir que os produtores de pequeno porte valorizam a venda em pontos de venda (PV) físicos, em que a empresa pode apresentar e vender seu produto ao produtor, criando laços de confiança. Assim, para esse tipo de produtor as empresas deveriam investir especialmente em um posicionamento voltado ao pós-venda, à continuidade do produto e à elevação da vida útil, com atendimento e produtos personalizados ao cliente.

Tendo como foco os produtores de médio porte, a Tabela 2 evidencia o resultado obtido pelo método *Topsis* ( $C_i^*$ ), bem como o ranqueamento dos fatores mais relevantes para esse recorte da amostra. Nesse sentido, pode-se realizar a análise das preferências desse tipo de produtor, bem como encontrar fatores irrelevantes e que não agregam valor ao produto.



Tabela 2 – Ranqueamento pelos produtores de médio porte

<b>AFIRMATIVAS – AGRUPAMENTO</b>	<b><math>C_i^*</math></b>	<b>RANQUEAMENTO</b>
<b>Custo de reposição das peças – PRODUTO</b>	<b>0,852</b>	<b>1°</b>
<b>Serviços prestados no pré e no pós-vendas – PÓS-VENDA</b>	<b>0,842</b>	<b>2°</b>
<b>Tratamento do cliente no atendimento de suas necessidades – PÓS -VENDA</b>	<b>0,842</b>	<b>3°</b>
<b>Garantias oferecidas nos serviços prestados – PÓS-VENDA</b>	<b>0,831</b>	<b>4°</b>
<b>Qualidade percebida nos produtos – PRODUTO</b>	<b>0,826</b>	<b>5°</b>
O conhecimento dos profissionais que prestam o serviço – PÓS-VENDA	0,826	6°
Assistência Técnica: seriedade e agilidade – PÓS-VENDA	0,818	7°
Durabilidade do produto – PRODUTO	0,769	8°
Preço do produto em relação à concorrência – PREÇO	0,725	9°
Tecnologia e conforto do produto – PRODUTO	0,719	10°

Os dados demonstrados na Tabela 2 evidenciam que os cinco primeiros lugares do ranking não estão preenchidos somente com fatores relacionados ao pós-venda, como nos produtores de pequeno porte. No caso dos produtores de médio porte, os fatores *custo de reposição das peças* e a *qualidade percebida dos produtos*, que são relacionados ao produto, ocupam o primeiro e o quinto lugares, respectivamente. Os fatores relacionados ao pós-venda, *serviços prestados no pré e no pós-vendas*, *tratamento do cliente no atendimento das suas necessidades* e *garantias oferecidas nos serviços prestados*, completam os cinco primeiros lugares do *ranking*, em segundo, terceiro e quarto lugares, respectivamente.

Referindo-se aos fatores que ficaram no topo do *ranking*, pode-se inferir que os produtores de médio porte consideram o *custo de reposição das peças do produto comprado* um fator de grande importância; posto que o mesmo fator para os produtores de pequeno porte encontrou-se apenas na 17ª posição. Essa diferença pode ser em razão de os produtores de médio porte terem uma maior quantidade de equipamentos em suas propriedades em relação aos produtores de pequeno porte, evidenciando, assim, a necessidade de repor um maior número de peças em equipamentos de custos mais elevados, bem como, a qualidade do produto.

Quanto aos fatores relacionados ao pós-venda, pode-se perceber que os produtores de médio porte dão muita importância a forma como são atendidos e as garantias que obterão com a compra do produto, fatores que devem ser levados em consideração pelas empresas do ramo. Em se tratando dos fatores que ocupam o final do *ranking*, pode-se perceber que são os mesmos encontrados no final do *ranking* referente as respostas dos produtores de pequeno porte, podendo ser entendido que a opinião sobre esses fatores não se modifica conforme o tamanho da propriedade, sendo algo inerente aos produtores de médio e pequeno porte.

A Tabela 3 considera somente as respostas dos produtores de grande porte, ranqueando as notas ( $C_i^*$ ) pelo método *Topsis*. Dessa forma, observa-se os fatores levados em consideração por esses produtores, evidenciando, assim, o que é tido como importante na hora da compra.



Tabela 3 – Ranqueamento pelos produtores de grande porte

<b>AFIRMATIVAS – AGRUPAMENTO</b>	<b><math>C_i^*</math></b>	<b>RANKING</b>
<b>Assistência Técnica: seriedade e agilidade – PÓS-VENDA</b>	<b>0,866</b>	<b>1°</b>
<b>Serviços prestados no pré e no pós-vendas – PÓS-VENDA</b>	<b>0,839</b>	<b>2°</b>
<b>Qualidade percebida nos produtos – PRODUTO</b>	<b>0,825</b>	<b>3°</b>
<b>Garantias oferecidas nos serviços prestados – PÓS-VENDA</b>	<b>0,787</b>	<b>4°</b>
<b>O conhecimento dos profissionais que prestam o serviço – PÓS-VENDA</b>	<b>0,786</b>	<b>5°</b>
Tratamento do cliente no atendimento de suas necessidades – PÓS-VENDA	0,786	6°
Confiabilidade na Marca – PRODUTO	0,786	7°
Custo de reposição das peças – PRODUTO	0,775	8°
Tecnologia e conforto do produto – PRODUTO	0,762	9°
Durabilidade do produto – PRODUTO	0,754	10°

Fonte: Dados conforme pesquisa (2020).

De acordo com a Tabela 3, que considera apenas as respostas dos produtores de grande porte, pode-se observar que existem diferenças na ordem dos fatores se comparada com os clientes produtores de pequeno e médio porte. Os fatores, contudo, tendem a se repetir, tendo no pós-venda, também, os principais fatores relevantes para os produtores de grande porte. Assim, em primeiro e segundo lugar estão os fatores *Assistência técnica: seriedade e agilidade e serviços prestados no pré e pós-vendas*, demonstrando que, para os produtores de grande porte, a assistência técnica e os serviços prestados são de extrema relevância.

Em terceiro lugar encontra-se o mesmo fator do agrupamento de produto que também é extremamente relevante para os produtores de médio porte, que é a *Qualidade percebida nos produtos*. Para os produtores de médio porte, porém, esse fator se encontra somente no quinto lugar, e para os de grande porte está em terceiro. Dessa forma, percebe-se que o recorte da amostra que mais observa as questões de qualidade percebida pelo produto são os grandes produtores. Em quarto e quinto lugar estão os fatores *Garantias oferecidas nos serviços prestados e O conhecimento dos profissionais que prestam o serviço*, ambos fatores de pós-venda. Em últimos lugares encontram-se os mesmos fatores que estão presentes nas respostas.

Na Tabela 4 são resumidas as médias das notas ( $C_i^*$ ) levantadas pelo método *Topsis*, ranqueando, assim, os agrupamentos dos fatores (os 5 Ps do marketing) com os agrupamentos dos respondentes (pequeno, médio e grande produtor). Com isso, pode-se observar a nota final de cada agrupamento, demonstrando, então, a sua importância ante os demais.



Tabela 4 – Ranqueamento pela média de cada fator pesquisado

	Pequeno Porte		Médio Porte		Grande Porte		Total	
	$C_i^*$	Ranking	$C_i^*$	Ranking	$C_i^*$	Ranking	$C_i^*$	Ranking
<b>PÓS-VENDA</b>	0,805	1°	0,832	1°	0,813	1°	<b>0,811</b>	1°
<b>PREÇO</b>	0,693	2°	0,681	2°	0,686	2°	<b>0,684</b>	2°
<b>PRAÇA</b>	0,649	3°	0,626	3°	0,668	3°	<b>0,649</b>	3°
<b>PRODUTO</b>	0,554	4°	0,573	4°	0,611	4°	<b>0,583</b>	4°
<b>PROMOÇÃO</b>	0,526	5°	0,513	5°	0,578	5°	<b>0,544</b>	5°

Fonte: Dados conforme pesquisa (2020).

Considerando a Tabela 4, pode-se observar que para o produtor o mais importante a ser ressaltado na hora da compra de um equipamento são as seguranças de um pós-venda de qualidade. Após isso, vem o pagamento por um preço justo e com possibilidade de atendimento presencial e possibilidade de financiamento e pronta entrega do produto. Após, são consideradas características próprias dos produtos, como tecnologia, conforto, qualidade e durabilidade e, por último, aspectos promocionais, como feiras, portal *on-line* e relacionamento com os vendedores.

Para a análise das diferenças encontradas nas respostas dos respondentes foi aplicado o método de análise da entropia da informação. Dessa maneira, nas informações encontradas na Tabela 5 pode-se observar quais os fatores com maiores divergências nas notas dadas pelos clientes, aspectos que devem ser levados em consideração por não apresentarem uma homogeneidade na resposta.

Tabela 5 – Entropia da informação referente à perspectiva do cliente

	Entropia	Peso	Média
<b>PRODUTO</b>			
2 – Qualidade percebida nos produtos	0,997	0,023	4,479
6 – Custo de reposição das peças	0,996	0,037	4,309
7 – Durabilidade do produto	0,996	0,036	4,319
1 – Confiabilidade na marca	0,995	0,044	4,223
3 – Tecnologia e conforto do produto	0,995	0,039	4,149
5 – Inovação, novidades no produto	0,993	0,061	3,745
11 – Satisfação e lealdade	0,99	0,083	3,415
4 – <i>Design</i> (modelo) do produto	0,986	0,121	2,936
8 – Diversidade da linha de produtos dessa marca	0,986	0,125	2,957
9 – Recomendação de um parente ou amigo	0,98	0,178	2,713
10 – <i>Status</i>	0,971	0,253	1,904
<b>PREÇO</b>			
4 – Negociação comercial – prazos de pagamentos	0,995	0,160	4,138
1 – Preço do produto em relação à concorrência	0,994	0,192	4,053
3 – Descontos e bonificações oferecidos	0,994	0,195	4,043
2 – Estimativa de valor do produto após a compra	0,993	0,225	3,819
5 – Condições de financiamentos	0,993	0,229	4,106
<b>PRAÇA</b>			
1 – Disponibilidade do produto	0,995	0,154	4,032
3 – Prazo de entrega – logística rápida	0,994	0,170	4,021
2 – Acesso a canais de vendas e distribuição	0,993	0,217	3,585
5 – Facilidade de contatos	0,993	0,204	3,904
4 – Localização da empresa	0,992	0,255	3,691
<b>PROMOÇÃO</b>			
3 – Conhecimento do produto por meio de feiras, eventos, visitas vendedores	0,994	0,117	3,713
5 – Recebimento de promoção de produtos, peças, serviços...	0,993	0,136	3,681
1 – Informações sobre novos produtos	0,989	0,204	3,436
4 – Relacionamento com vendedores e gerentes de vendas	0,989	0,193	3,638
2 – Portal de vendas <i>on-line</i> – virtual	0,981	0,350	2,511



PÓS-VENDA	Entropia	Peso	Média
5 – Tratamento do cliente no atendimento de suas necessidades	0,9980	0,197	4,404
1 – Serviços prestados no pré e no pós-vendas	0,9980	0,185	4,500
2 – Assistência Técnica: seriedade e agilidade	0,9980	0,139	4,638
4 – O conhecimento dos profissionais que prestam o serviço	0,9970	0,246	4,511
3 – Garantias oferecidas nos serviços prestados	0,9970	0,233	4,447

Fonte: Dados conforme pesquisa (2020).

Observando os dados demonstrados na Tabela 5, é possível analisá-los de acordo com a sua entropia, seu peso e a média das notas de 1 a 5 que os entrevistados responderam. Conforme Zeleny (1982), quanto maior for a entropia, menor é a informação comunicada, e quanto mais próximo de zero for o peso da informação, maior é o grau de entropia presente, ou seja, o fator com um peso próximo de zero representa um consentimento entre os respondentes, pois representa uma informação mais homogênea. Assim, analisando juntamente com a média, é possível inferir quais fatores apresentam maior ou menor entropia informacional.

Dentre os 11 fatores relacionados ao produto, é possível inferir que o *design*, *diversidade da linha de produtos*, *recomendação de um parente ou amigo* e o *status* são os que apresentam altos pesos. Esses dados trazem disparidade em suas respostas, não tendo uma homogeneidade. Considerando as médias das notas desses fatores, pode-se observar que elas estão abaixo de três pontos. Com isso, é possível inferir que por mais que os dados possuam uma alta entropia, eles não representam notas altas e não são levados em conta pelos respondentes.

Quanto aos 5 fatores relacionados ao preço, observa-se uma certa homogeneidade nos pesos, e essa regra somente não se aplica à *negociação comercial – prazos de pagamentos*, que teve um peso de 0,160, considerado baixo. Pode-se inferir que há uma unanimidade em relação aos prazos de entrega do produto, e que essa unanimidade está relacionada a uma alta nota de importância, visto que a média desse fator ficou acima de quatro pontos.

Referindo-se aos fatores relacionados à praça, pode-se observar que a disponibilidade do produto e a entrega rápida possuem baixos pesos, sendo 0,154 e 0,170 respectivamente. Assim, considerando as médias acima de 4 pontos, pode-se concluir que há uma certa unanimidade dentre os respondentes de que esses fatores são muito importantes. *A localização da empresa* apresentou, contudo, uma nota acima de 3, considerada mediana, e um peso de 0,255. Sendo assim, esse fator, por mais que tenha uma média alta, tem uma alta disparidade de notas, sendo importante para alguns produtores e não tão importante para outros.

De acordo com os fatores relacionados à promoção do produto, esses não apresentaram médias abaixo de 4, fator importante para esses atributos não estarem em boas posições no *ranking* gerado pela metodologia *Topsis* supracitada. Essa informação, no entanto, não é totalmente homogênea, pois o fator sobre os *portais on-line* obteve um peso 0,350. Com isso, pode-se inferir que, por mais que esse fator ficasse nas últimas posições em todos os *rankings*, não é uma informação unânime. Ou seja, há



um número de produtores que não considera esse fator algo de não importância, demonstrando, assim, uma heterogeneidade na amostra.

Quanto aos fatores voltados para o pós-venda, é possível observar uma homogeneidade nos valores dos pesos. Adicionalmente, pode-se constatar as altas médias (acima de 4) das pontuações desses fatores, demonstrando que o fato de esses fatores serem considerados de alta importância pelo método *Topsis* é verdadeiro, com informações homogêneas.

## 5 CONCLUSÃO

Com o conseqüente aumento da concorrência em todos os segmentos da indústria de máquinas e implementos agrícolas, em um mercado totalmente internacionalizado, está cada vez mais difícil posicionar um novo produto no mercado, e as ineficiências durante a fase de desenvolvimento não são mais permitidas. A premissa de que o preço final do produto é calculado somando ao custo do produto a margem de lucro não é mais verdadeira; a equação mudou. Hoje, os preços de venda dos produtos são regulados pelo mercado e pelo cliente, e a sua margem de lucro será tão maior quanto for a capacidade de reduzir os custos de produção.

A constatação da necessidade de entendimentos adicionais acerca do processo de precificação da indústria metalmeccânica, levando-se em consideração o valor percebido e o conseqüente reflexo na gestão estratégica de custos das organizações, foi a motivação para a realização desta pesquisa. Para tanto, por meio de estudo *survey*, em que foi realizada pesquisa com 94 produtores rurais, de pequeno, médio e grande porte, identificou-se de forma mais precisa quais fatores, sob diferentes recortes, são mais relevantes para a criação do preço percebido pelo cliente na hora da realização da compra de uma máquina agrícola.

O entendimento da configuração da variável externa valor percebido do preço pelo cliente, pode levar a melhorias no direcionamento das estratégias de formação de preços de um produto. Concluiu-se que o cliente é quem define o preço, e os atributos de produto, ou seja, o valor máximo que pretende pagar de acordo com o seu nível de desejo, necessidade e perspectivas. Dessa forma, fica claro que independentemente do porte do produtor rural, os fatores ligados ao pós-venda, como o bom tratamento das necessidades do cliente, serviços prestados, assistência técnica, conhecimento dos profissionais e garantias, nessa ordem, representam as principais características consideradas relevantes e que agregam valor às máquinas agrícolas. Além do pós-venda, em segundo lugar fatores ligados ao produto, como qualidade, custo, durabilidade, confiabilidade, tecnologia, inovação e satisfação são pontos fortemente analisados por esses produtores rurais, independentemente do seu tamanho.

Conclui-se que a perspectiva de venda de uma experiência/finalidade agrega mais valor, ou é mais considerado pelos respondentes, do que uma perspectiva de produto (características de uma



colheitadeira, ou de um trator). Essa informação é relevante e pertinente para as montadoras de maquinário agrícola, para que o investimento em inovação e novas tecnologias se estenda à experiência do agricultor na pós-venda, e não somente no produto em si. Além disso, é de suma importância que as estratégias de vendas deixem claro aos produtores rurais quais os benefícios e possibilidades que o mesmo terá no pós-venda do produto, destacando os serviços disponibilizados, bem como as equipes que poderão lhe atender.

Como limitações desta pesquisa, observa-se que somente uma das variáveis de precificação está sendo observada no estudo, sendo relevante a análise de outras variáveis, como a concorrência e os custos dessas empresas para uma possível criação de um modelo de precificação. Com esta pesquisa, buscou-se isolar somente a variável de valor percebido pelo cliente, durante a sua realização não se encontrou estudos empíricos que objetivem investigar o efetivo uso da gestão estratégica de custos na precificação dos produtos, levando-se em consideração as variáveis custos, mercado e valor percebido. Assim, sugere-se o desenvolvimento de estudos utilizando outros tipos de negócios e organizações, o que pode trazer elementos que podem contribuir na compreensão dos resultados de pesquisa como esta apresentada. Investigar com maior amplitude as possíveis alternativas das estratégias de precificação pode, também, contribuir para uma análise crítica da teoria até então desenvolvida.



## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS FABRICANTES DE VEÍCULOS AUTOMOTORES (ANFAVEA). Anuário da Indústria Automobilística Brasileira 2020. São Paulo: Janeiro 2020. Disponível em: <http://www.anfavea.com.br/anuario2020/anuario>. Acesso em: Abr. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE MARKETING RURAL & AGRONEGÓCIO (ABMR&A). Perfil Comportamental e Hábitos de mídia do Produtor Rural Brasileiro. Maio 2005. Disponível em: [http://www.abmr.com.br/pesquisa/pesquisa\\_abmra.pdf](http://www.abmr.com.br/pesquisa/pesquisa_abmra.pdf). Acesso em: Fev. 2020.
- BENITEZ, J. M.; MARTIN, J. C.; ROMAN, C. *Using fuzzy number for measuring quality of service in the hotel industry*. *Tourism Management*, v. 28, n. 2, p. 544-555, 2007.
- BULGURCU, B. K. *Application of TOPSIS Technique for financial performance evaluation of technology firms in Istanbul Stock Exchange Market*. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*, v. 62, n. 24, p. 1.033-1.040, 2012.
- BRUM, A. J.; O desenvolvimento econômico brasileiro. Petrópolis: Vozes. 2011.
- BRUNI, A.L.; FAMÁ, R. Gestão de custos e formação de preços. 7ª ed. SP: Atlas, 2019.
- CHURCHILL G. A.; PETER, J. P.; Marketing: criando valor para o cliente. 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2013.
- COELHO, F. S.; Formação estratégica de precificação: como maximizar o resultado das empresas. 2 ed. São Paulo: Atlas. 2009.
- COSTA, R. P.; FERREIRA, H. A. S.; SARAIVA JÚNIOR, A. F.; Preços, orçamentos e custos industriais. Rio de Janeiro: Elsevier. 2010.
- FÁVERO, L. P. et al. Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões. Rio de Janeiro: Elsevier. 2009.
- HWANG, C. L; YOON, K. *Multiple attribute decision making: methods and applications a state-of-the-art survey*. *Springer Science & Business Media*. 1981.
- HINTERHUBER, A.; *Customer value-based pricing strategies: why companies resist*. *Journal of business strategy*, 2008. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight>. Acesso fev 2020.
- HINTERHUBER, A. Valor e preço. HSM Management informação e conhecimento para gestão empresarial (revista), Ed. Barueri, v. 78, p. 108-116, jan./fev. 2010.
- KOPF, J. C; BRUM, A. L.; As exportações do setor metalomecânico agrícola como fator de desenvolvimento: o caso da região funcional de planejamento 7 do Rio Grande do Sul. *Brazilian Journal of Development*, v. 5, n. 10, p. 19287-19307, 2019. Disponível em: <http://www.brjd.com.br/index.php/BRJD/article/view/3779/3580>. Acesso em: Fev 2020.
- KOTLER, P. ARMSTRONG, G. Princípios de marketing. 15. ed. Rio de Janeiro: Pearson Education do Brasil. 2015.
- KOTLER, P.; KELLER, K. L.; Administração de marketing. 15. ed. Rio de Janeiro. Pearson Education do Brasil 2019.



MANTELLI, J.; O setor agrário da região noroeste do Rio Grande do Sul. Florianópolis: Geosul, v. 21, n. 41, p. 87-105, jan./jun. 2006.

MATTOS, R. S.; VEIGA, A. Otimização de entropia: implementação computacional dos princípios Maxent e Minxent. Pesquisa Operacional, v. 22, n. 1, p. 37-59. 2002.

NAGLE, T. T.; HOLDEN, R. K.; Estratégias e táticas de preços: um guia para decisões lucrativas. 3. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2003.

SANTOS, J. J. Manual de contabilidade e análise de custos. 7. ed. São Paulo: Atlas. 2017.

SHANNON, C. E. *A Mathematical Theory of Communication*. *Bell System Technical Journal*, n. 27, p. 379-423 e p. 623-656, jul./out. 1948.

VIAN, C. E. F.; ANDRADE JUNIOR, A. M. Evolução histórica da indústria de máquinas agrícolas no mundo: origens e tendências. In: Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Sober, 48., Campo Grande. 2010.

ZELNY, M. *Multiple criteria decision making*. Nova York: McGraw-Hill, 1982.

ZORNIG, F.; Mais obstáculos: custo e aversão a risco. HSM Management: Informação e Conhecimento Para Gestão Empresarial (revista), SP: Ed. Barueri, v. 78, jan./fev. 2010.

## Políticas públicas aplicadas ao meio rural: Uma análise do desenvolvimento local e social de pequenos e médios produtores rurais em Catalão (GO), Brasil



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-034>

### Acrísio José do Nascimento Jr

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFCAT.

E-mail: [acrisiojr@gmail.com](mailto:acrisiojr@gmail.com)

### João Donizete Lima

Professor Doutor do Programa de Pós-Graduação em Geografia/UFCAT.

E-mail: [jodoligeo@ufcat.edu.br](mailto:jodoligeo@ufcat.edu.br)

### RESUMO

O presente texto apresenta uma análise detalhada sobre as políticas públicas aplicadas ao meio rural, mais precisamente direcionada aos pequenos e médios produtores rurais. A partir dos programas de financiamento existentes, os produtores rurais podem procurar se enquadrar em um deles e promoverem o desenvolvimento de sua área rural, trazendo benefícios para sua propriedade e também para todos aqueles que estejam direta ou indiretamente envolvidos naquela propriedade rural.

**Palavras-chave:** Políticas públicas. Financiamento, Desenvolvimento, Alimentação.

## 1 INTRODUÇÃO

Uma dúvida permeou este autor, quando da escrita deste artigo, que seria começar por entender a diferença entre os termos: *rural* e *agrário*. Disto, uma das explicações encontradas foi a seguinte: “O rural, ou, mais precisamente, o meio rural, é um termo mais amplo que envolve todo o espaço não constituído por cidades. Ele envolve práticas agrárias e não agrárias. Por outro lado, o meio agrário é aquele em que se realizam práticas econômicas e sociais eminentemente relacionadas sobretudo com o setor primário, sejam elas agrícolas, pecuárias ou extrativistas. Portanto, o espaço rural é composto por paisagens que, nem sempre, são humanizadas, envolvendo áreas de reservas florestais não ocupadas ou não diretamente transformadas pelas atividades humanas. Assim sendo, podemos dizer que nem todo o meio rural é um espaço geográfico, ou seja, aquele espaço composto pelas sociedades e suas práticas.” (PENA, 2022)

Agora, como desenvolver este meio agrário com responsabilidade social, como uma política de governo, onde não se objetiva apenas o lucro, mas também o bem social das pessoas que lá habitam e de lá tiram seu sustento. Outra atenção a este assunto é garantir o desenvolvimento neste meio, para que as pessoas não migrem para a área urbana já cheia de problemas, que não tem capacidade para absorver todas estas pessoas com empregos e renda que lhes confira qualidade de vida. Aliás, atualmente o agrário também não tem sido sinônimo de qualidade de vida para a maioria das pessoas,



principalmente aquelas que não tem um certo grau de estudos. Porque a vida no campo é dura, principalmente quando não se utiliza das ferramentas atuais de manejo do campo.

## 2 POLÍTICAS PÚBLICAS

Políticas públicas são instrumentos por meio do qual o governo se faz presente junto à sua população. No caso deste artigo, o interesse se dá para a área do desenvolvimento do campo, seus habitantes, suas necessidades e, claro, no limite que o Estado tem de ofertar auxílios a esta população e por um prazo determinado.

Falando mais claramente, as políticas a serem tratadas aqui serão aquelas que tratam de financiamento rural para custeio, investimento ou comercialização de tudo que se produz no campo. Para isso, o Estado se instrumentaliza por meio de seus órgãos institucionais, que no final acaba sendo uma extensão das políticas do governo federal para a área, por meio do *crédito rural*. Para ter acesso a este crédito rural, o produtor rural tem de fazer um cadastro na EMATER (Instituto de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária) de seu estado (<https://www.emater.go.gov.br/wp/credito-rural/>). No caso a ser abordado aqui, o estado de Goiás (mas não significa que valha apenas para o Estado de Goiás, quando se tratar de política federal de financiamento). Este crédito rural financia todos os bens e serviços necessários e imagináveis ao empreendimento, incluindo inovação tecnológica, meio ambiente, reforma e construção de moradia, itens de gestão do empreendimento, etc.

Tratando das modalidades de financiamento rural (EMATER-GO):

- Custeio: O crédito de custeio pode ser agrícola ou pecuário. Agrícola são os custeios anuais das lavouras, do plantio à colheita. Pecuário refere-se à manutenção do animal, aquisição de itens, como ração ou sal mineral, e pode incluir limpeza e recuperação de pastagens, fenação, silagem e formação de forragens periódicas de ciclo não superior a 02 (dois) anos. Para efeito de crédito de custeio, a apicultura, a avicultura, a piscicultura, a sericultura e a aqüicultura são consideradas exploração pecuária.
- Investimento: O crédito de investimento refere-se a aplicações em bens ou serviços cujo desfrute se estenda por vários períodos de produção, ou seja, vários anos. Itens como aquisição de matrizes; construção, reforma/ampliação de benfeitorias e instalações permanentes; aquisição de máquinas, equipamentos e veículos utilitários; formação de lavouras permanentes; formação ou recuperação de pastagens; proteção, correção e recuperação do solo; aquisição de animais para produção, reprodução ou cria; aquisição de veículos, tratores, colheitadeiras e implementos.
- Comercialização: O crédito de comercialização é concedido ao produtor rural para cobrir despesa posterior à colheita ou para converter em espécie os títulos oriundos da venda a prazo.



Quais são as vantagens ou benefícios em se ter acesso a este crédito rural (segundo a EMATER-GO)? Fortalecer o setor rural; incentivar a introdução de métodos racionais no sistema de produção, visando ao aumento da produtividade, à melhoria do padrão de vida das populações rurais e à adequada proteção do solo, recomposição e preservação do meio ambiente; ao agricultor familiar estimular a geração de renda e o melhor uso da mão-de-obra familiar.

Quem pode buscar este crédito rural? Produtores rurais (pessoa física ou jurídica), do mini ao grande produtor, as cooperativas de produtores rurais e os agricultores familiares, incluídos os assentados da reforma agrária e do crédito fundiário, os quilombolas, os indígenas, os extrativistas que tenham DAP (Declaração de Aptidão ao PRONAF).

Quais são os requisitos necessários para poder concorrer ao crédito rural? A concessão de crédito rural subordina-se às seguintes exigências:

- idoneidade do tomador; apresentação de toda documentação exigida no cadastro, seja do produtor, do imóvel, dos intervenientes, que são o cônjuge, avalistas, etc.
- apresentação de orçamento, plano ou projeto.
- oportunidade, suficiência e adequação dos recursos.

Ao agricultor familiar, inclui a apresentação da Declaração de Aptidão ao PRONAF – DAP. O agricultor consegue esta declaração fazendo sua inscrição junto à EMATER de seu estado, caso ele se enquadre nas normas exigidas por este programa.

Quais são os bancos que trabalham com esta modalidade de crédito? Praticamente todos os agentes financeiros têm sua pasta de crédito rural. Algumas agências bancárias operam e se dedicam mais ao crédito rural, enquanto outras, ao crédito a empreendimentos urbanos.

O PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) é disponibilizado através do Banco do Brasil, Sistema de Crédito Cooperativo – Sicredi, Sistema de Cooperativas de Crédito-Sicoob e, a Caixa Econômica Federal trabalha com o PRONAF na modalidade Custeio.

Os governos têm algumas políticas aplicadas aos produtores rurais (PRONAF, FCO – Fundo para o Centro-Oeste, PAA – Programa de Aquisição de Alimentos, PNAE – Programa Nacional de Alimentação Escolar). Mas, aqui serão abordadas mais detalhadamente as políticas que tratam do PRONAF. A maioria destas políticas são de abrangência nacional, exceto o FCO (que é regional). Elas também são aplicadas a pequenos produtores rurais, mas não quer dizer que médios ou grandes produtores não tenham acesso a alguma destas políticas. O que vai diferenciar, para o caso de financiamento, são as taxas de juros.

## 2.1 PRONAF

Este é um programa nacional (governo federal), com aporte financeiro por parte do Tesouro Nacional (representado pelo BNDES – Banco Nacional do Desenvolvimento Social). Mas, a



quantidade de recursos disponibilizados é restrita. Ou seja, a cada ano o governo federal disponibiliza um volume de recursos a ser destinado ao PRONAF.

Este ano (2022), o governo federal disponibilizou um total de R\$ 60,1 bilhões de reais para o plano safra 2022/2023 (AGÊNCIA BRASIL, 2022), embora no dia 30 de agosto de 2022 o governo, por meio do BNDES, tenha comunicado que os recursos disponibilizados já tenham sido alcançados em sua totalidade, que não teria mais recursos extraordinários para serem disponibilizados para financiamento rural (BNDES AVISO, 2022).

O motivo é que estes recursos são subsidiados pelo Tesouro Nacional, com taxas de juros na faixa de 5,0% – 6,0%. Mas, todos os agricultores podem recorrer a recursos de financiamento disponibilizados pelos bancos do Sistema Financeiro cadastrados junto ao Banco Central do Brasil (BC, 2022). Também é limitado o tamanho da propriedade rural que pode concorrer a estes recursos: 4 módulos fiscais. No estado de GO, no município de Catalão, cada módulo fiscal tem o tamanho de 40 hectares. (EMBRAPA, 2022).

Neste artigo, trataremos do PRONAF pelos subprogramas disponibilizados pelo BNDES. O BNDES tem vários subprogramas para enquadrar no PRONAF, que são tratados abaixo (BNDES PRONAF, 2022).

### 2.1.1 PRONAF Custeio (BNDES PRONAF, 2022)

Financiamento destinado às despesas normais do ciclo produtivo de lavouras periódicas, da entressafra de lavouras permanentes ou da extração de produtos vegetais espontâneos ou cultivados e ao atendimento das despesas normais de exploração pecuária.

Taxa de juros:

- **Para operações destinadas ao cultivo:** taxa efetiva de juros prefixada de **até 5% a.a.**
- **Para aquisição de animais destinados à recria e à engorda:** taxa efetiva de juros prefixada de **até 6% a.a.**

Participação do BNDES: Até 100% do valor dos itens financiáveis. Válido para todos os subprogramas do PRONAF BNDES (BNDES PRONAF, 2022).

Valor máximo do financiamento: Até R\$ 250 mil por beneficiária final e por Ano Agrícola, observado o disposto no MCR 10-1-34 (MCR – Micro Crédito Rural).

Prazos de reembolso do custeio agrícola:

- para as culturas de açafrão e palmeira real (palmito): até 3 anos;
- para as culturas bienais: até 2 anos;
- para as culturas permanentes: até 14 meses;
- para as demais culturas: até 1 ano.

Prazos de reembolso do custeio pecuário:



- no financiamento para aquisição de bovinos e bubalinos para engorda em regime de confinamento: até 6 meses;
- quando o financiamento envolver a aquisição de bovinos e bubalinos para recria e engorda em regime extensivo e o crédito abranger as duas finalidades na mesma operação: até 2 anos;
- nos demais financiamentos, podendo esse prazo ser estendido por mais 1 ano quando o crédito se destinar à aquicultura, conforme o ciclo produtivo de cada espécie contido no plano, proposta ou projeto: até 1 ano.

Todo agricultor deve prover garantias ao pagamento dos recursos financiados. Tanto mais que estes recursos são oriundos do Tesouro Nacional.

A garantia é de livre convenção entre a Beneficiária Final e a Cooperativa Central de Crédito Credenciada, que devem ajustá-las de acordo com a natureza e o prazo do crédito, observadas as normas pertinentes do Conselho Monetário Nacional, válida para todos os subprogramas do PRONAF no BNDES (BNDES PRONAF, 2022).

Quem pode solicitar?

Agricultores e produtores rurais que compõem as unidades familiares de produção rural, observado o disposto no item 5.7<sup>1</sup>, e que comprovem seu enquadramento mediante apresentação da "Declaração de Aptidão ao PRONAF – DAP" ativa e:

- Explorem parcela de terra na condição de proprietário, posseiro, arrendatário, comodatário, parceiro ou concessionário do Programa Nacional de Reforma Agrária, ou permissionário de áreas públicas;
- Residam na propriedade ou em local próximo, considerando as características geográficas regionais;
- Não detenham, a qualquer título, área superior a 4 (quatro) módulos fiscais, contíguos ou não, quantificados conforme a legislação em vigor, observado o disposto no item 5.2<sup>2</sup>;
- No mínimo, 50% (cinquenta por cento) da renda bruta familiar seja originada da exploração agropecuária e não agropecuária do estabelecimento, observado o disposto no item 5.3<sup>3</sup>;

---

<sup>1</sup> Para concessão de financiamento direcionado à atividade pesqueira, exceto para aquicultura (cultivo), a Instituição Financeira Credenciada deve exigir da Beneficiária Final o comprovante de inscrição no Registro Geral da Atividade Pesqueira (RGP), sendo que, quando se tratar de financiamento de embarcações de pesca extrativa, deve ser exigida, também, a Permissão Prévia de Pesca (PPP), conforme normas específicas do órgão da Administração Pública Federal responsável pela emissão desses documentos.

<sup>2</sup> Deverão ser feitas as adaptações às particularidades de cada Programa, sendo livre a inclusão de novas cláusulas, desde que não conflitem com as Normas Operacionais vigentes.

<sup>3</sup> Para concessão do crédito, as Instituições Financeiras Credenciadas deverão exigir da Beneficiária Final assinatura de Termo de Consentimento para o compartilhamento das informações com os órgãos gestores dos programas de crédito e com a Controladoria-Geral da União (CGU) e o Tribunal de Contas da União (TCU).



- Tenham o trabalho familiar como predominante na exploração do estabelecimento, utilizando mão de obra de terceiros de acordo com as exigências sazonais da atividade agropecuária, podendo manter empregados permanentes em número menor ou igual ao número de pessoas da família ocupadas com o empreendimento familiar;
- Tenham obtido renda bruta anual familiar nos últimos 12 (doze) meses de produção normal que antecedem a solicitação da DAP de até R\$ 500.000,00 (quinhentos mil reais), considerando neste limite a soma de 100% (cem por cento) do Valor Bruto de Produção (VBP), 100% do valor da receita recebida de entidade integradora e das demais rendas provenientes de atividades desenvolvidas no estabelecimento e fora dele, recebida por qualquer componente familiar, excluídos os benefícios sociais e os proventos previdenciários decorrentes de atividades rurais.

O que pode ser financiado?

Linha Custeio Agrícola:

- Itens de custeio diretamente relacionados com a atividade agrícola desenvolvida;
- Despesas de soca e ressoca de cana-de-açúcar, abrangendo os tratos culturais, a colheita e os replantios parciais;
- Aquisição antecipada de insumos, observado o MCR 3-2-10;
- Aquisição de silos (bags), limitada a 5% (cinco por cento) do valor do custeio.

Linha Custeio Pecuário:

- São financiáveis os itens de custeio diretamente relacionados com a atividade pecuária desenvolvida;
- Aquisição de animais para recria e engorda, quando se tratar de empreendimento conduzido por produtor rural independente;
- O projeto ou proposta de financiamento para aquisição de animais deve comprovar que os demais fatores necessários ao bom desempenho da exploração são suficientes, especialmente, alimentação e fornecimento de água, instalações, mão de obra e equipamentos;
- Aquisição de insumos, em qualquer época do ano;
- Medicamentos, vacinas, antiparasitários, sais minerais, vitaminas e outros defensivos fundamentais para a preservação da sanidade dos rebanhos, elevação da produtividade e melhoria dos padrões dos produtos.

Como solicitar (Válido para outros subprogramas do PRONAF BNDES onde este item não for explicitado mostrando a diferença destes modos abaixo citados)?

Apoio indireto: O interessado deve dirigir-se à instituição financeira credenciada de sua preferência para obtenção de informações sobre a documentação necessária à negociação da operação,



que será analisada com base em projeto técnico a ser apresentado, além de Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP), fornecida por agente credenciado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário.

Após aprovada, a operação será encaminhada ao protocolo do BNDES para homologação e posterior liberação dos recursos.

Apoio direto (para empresas que faturem acima de R\$ 40 milhões e pedidos de financiamento acima de R\$ 10 milhões): Antes do envio da solicitação de apoio direto, é necessário que o cliente possua habilitação junto ao BNDES. Para isso, é necessário acessar o Portal do Cliente. Cabe destacar que o sistema realiza diversas análises automáticas e que o seu pleito poderá ser redirecionado para outros canais.

Após a conclusão dessa etapa, você poderá acessar o mesmo Portal do Cliente e protocolar o seu pedido de financiamento, na parte de Solicitações de Financiamento.

### **2.1.2 PRONAF Agroindústria (BNDES PRONAF, 2022)**

Financiamento a agricultores e produtores rurais familiares (pessoa física e jurídica) e a cooperativas, para investimento em beneficiamento, armazenagem, processamento e comercialização agrícola, extrativista, artesanal e de produtos florestais; e para apoio à exploração de turismo rural.

Taxa de juros: pré-fixada de até 6,0% a.a.

Participação do BNDES: Até 100% do valor dos itens financiáveis.

Valor máximo do financiamento: Segue valores da Figura 1.

Prazo:

- Empreendimentos em geral: até 10 anos, com carência de até 3 anos;
- Caminhonete de carga: até 5 anos, com carência de até 1 ano.

Quem pode solicitar?

Pessoas físicas enquadradas como agricultores familiares do PRONAF desde que, no mínimo, 80% da produção a ser beneficiada, processada ou comercializada seja própria.

Empreendimentos familiares rurais que apresentem DAP pessoa jurídica ativa para a agroindústria familiar e que, no mínimo, 70% da produção a ser beneficiada, processada ou comercializada seja produzida por seus membros; e

Cooperativas, singulares ou centrais, que comprovem que:

- o mínimo, 60% de seus participantes ativos são beneficiários do Pronaf, comprovado pela apresentação de relação com o número da DAP ativa de cada cooperado ou associado;
- no mínimo, 55% da produção beneficiada, processada ou comercializada são oriundos de cooperados ou associados enquadrados no PRONAF.



Figura 1 – Valores máximos dos recursos do PRONAF Agroindústria

BENEFICIÁRIO/INVESTIMENTO	VALOR MÁXIMO
Pessoa física	R\$ 200 mil por beneficiário
Pessoa jurídica – empreendimento familiar rural	R\$ 7 milhões (condomínio de produtores de leite)
	R\$ 400 mil (demais empreendimentos familiares rurais)
Pessoa jurídica – cooperativa da agricultura familiar	R\$ 35 milhões, observado o limite de R\$ 45 mil por associado relacionado na DAP emitida para a cooperativa

Fonte: Brasil. BNDES, disponível em:

[https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-agroindustria/!ut/p/z1/tZLBJpswEIafpQeOxCY2BXqjbdY0IUqyaZrAZWWDVfBZo1Jdt--huZQVdmseqglS-PxWP8\\_3xhk4AgyQc68IppLQU7mnGafn73tPIpD7CTzxJnC7d7fbHd-jNYRBoexAL6zQgiy--9\\_gAxkudCtrkFKRcG6Zy46zXWfjw4sWMuGWbDkgoick4YJLTsLnrioSWe3SlaKNCYqe1EMFyYjSGmTSkkuir7TipNBo815AdLcwQ4y284DQm3su1M7oDi3XeoXuecEOaPk2tMd09n9lhcfNW2oTtUqWIXGFtG1zUUupwfGmc1PKf768ZKGhJIVmrxoc\\_xumwwDKWF\\_4SRQHGcbw8cmF4eb7E5rhBYK76bUgCZazGK9hsv6GZjCMo8TFs6UzD9C14A6d1ND1\\_qCz3Hhw68ZfPS8xCg8uOJw5u4C9kKoxP3D3j8OLR\\_7VSdLf3zcUFPkGtGIU0xNemXStdZt98WCFrxcLpOR56SS5wlVJtMOeK TSA9WOa3aT7Uiw6K-BQXILq5adGdffEqBt9o2P3uyMviHIN01E\\_ZV200-AA2yeSA!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/>](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-agroindustria/!ut/p/z1/tZLBJpswEIafpQeOxCY2BXqjbdY0IUqyaZrAZWWDVfBZo1Jdt--huZQVdmseqglS-PxWP8_3xhk4AgyQc68IppLQU7mnGafn73tPIpD7CTzxJnC7d7fbHd-jNYRBoexAL6zQgiy--9_gAxkudCtrkFKRcG6Zy46zXWfjw4sWMuGWbDkgoick4YJLTsLnrioSWe3SlaKNCYqe1EMFyYjSGmTSkkuir7TipNBo815AdLcwQ4y284DQm3su1M7oDi3XeoXuecEOaPk2tMd09n9lhcfNW2oTtUqWIXGFtG1zUUupwfGmc1PKf768ZKGhJIVmrxoc_xumwwDKWF_4SRQHGcbw8cmF4eb7E5rhBYK76bUgCZazGK9hsv6GZjCMo8TFs6UzD9C14A6d1ND1_qCz3Hhw68ZfPS8xCg8uOJw5u4C9kKoxP3D3j8OLR_7VSdLf3zcUFPkGtGIU0xNemXStdZt98WCFrxcLpOR56SS5wlVJtMOeK TSA9WOa3aT7Uiw6K-BQXILq5adGdffEqBt9o2P3uyMviHIN01E_ZV200-AA2yeSA!/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/>) acesso em out. 2022.

O que pode ser financiado?

Projetos de investimento ou aquisição isolada de bens e serviços.

Dentre os itens financiáveis pelo PRONAF, o PRONAF Agroindústria permite investimentos, inclusive em infraestrutura, que visem ao beneficiamento, armazenagem, processamento e comercialização da produção agropecuária, de produtos florestais e do extrativismo, ou de produtos artesanais, e a exploração de turismo rural, incluindo-se:

- implantação de pequenas e médias agroindústrias, isoladas ou em forma de rede;
- implantação de unidades centrais de apoio gerencial, nos casos de projetos de agroindústrias em rede, para a prestação de serviços de controle de qualidade do processamento, de marketing, de aquisição, de distribuição e de comercialização da produção;
- ampliação, recuperação ou modernização de unidades agroindustriais de agricultores familiares já instaladas e em funcionamento, inclusive de armazenagem;
- aquisição de equipamentos e de programas de informática voltados para melhoria da gestão das unidades agroindustriais, mediante indicação em projeto técnico;
- capital de giro associado, limitado a 35% do financiamento para investimento;
- integralização de cotas-parte vinculadas ao projeto a ser financiado;
- investimento em tecnologias de energia renovável, como o uso de biomassa, eólica, miniusinas de biocombustíveis e a substituição de tecnologia de combustível fóssil por renovável nos equipamentos e máquinas agrícolas de uso na agroindústria;



### 2.1.3 PRONAF Mulher (BNDES PRONAF, 2022)

Financiamento à mulher agricultora integrante de unidade familiar de produção enquadrada no PRONAF, independentemente do estado civil.

Formas de concessão de crédito:

Individual: formalizado com uma produtora, para finalidade individual;

Coletivo: formalizado com grupo de produtoras, para finalidades coletivas. Operações coletivas são exclusivas para o financiamento de construção, reforma ou ampliação de benfeitorias e instalações permanentes, máquinas, equipamentos, inclusive de irrigação, e implementos agropecuários e estruturas de armazenagem, de uso comum.

Taxa de juros: Para os empreendimentos e finalidades abaixo listados, **taxa de juros prefixada de até 5% a.a.:**

- adoção de práticas conservacionistas de uso, manejo e proteção dos recursos naturais, incluindo a correção da acidez e da fertilidade do solo e a aquisição, transporte e aplicação dos insumos para estas finalidades;
- formação e recuperação de pastagens, capineiras e demais espécies forrageiras, produção e conservação de forragem, silagem e feno destinados à alimentação animal;
- implantação, ampliação e reforma de infraestrutura de captação, armazenamento e distribuição de água, inclusive aquisição e instalação de reservatórios d'água, infraestrutura elétrica e equipamentos para a irrigação;
- aquisição e instalação de estruturas de cultivo protegido, inclusive os equipamentos de automação para esses cultivos;
- construção de silos, ampliação e construção de armazéns destinados à guarda de grãos, frutas, tubérculos, bulbos, hortaliças e fibras;
- aquisição de tanques de resfriamento de leite e ordenhadeiras; e
- exploração extrativista ecologicamente sustentável.

Para as demais finalidades, **taxa de juros prefixada de até 6% a.a.**

Valor máximo do financiamento: Limites por ano agrícola.

#### **Limite individual:**

- R\$ 400 mil para as atividades de suinocultura, avicultura, aquicultura, carcinicultura (criação de crustáceos) e fruticultura;
- R\$ 60 mil para construção ou reforma de moradias no imóvel rural de propriedade da beneficiária final ou de terceiro cujo CPF conste na DAP da unidade familiar; e
- R\$ 200 mil para as demais finalidades.

#### **Limite coletivo:**



- R\$ 20 milhões, exclusivamente para o financiamento de construção, reforma ou ampliação de benfeitorias e instalações permanentes, máquinas, equipamentos, inclusive de irrigação, e implementos agropecuários e estruturas de armazenagem, de uso comum, respeitados os limites individuais descritos anteriormente.

**Prazo:**

- Para aquisição de caminhonetes de carga, até 5 anos, sem carência;
- Para aquisição de tratores e implementos associados, colheitadeiras e suas plataformas de corte, assim como máquinas agrícolas autopropelidas para pulverização e adubação, até 7 anos, com prazo de carência de até 14 meses;
- Para demais itens financiáveis, até 10 anos, incluídos até 3 anos de carência.

Quem pode solicitar?

Mulheres agricultoras integrantes de unidades familiares de produção, que apresentem DAP válida. **Observação:** Para as beneficiárias enquadradas no Grupo “B” do PRONAF (microcrédito rural), as condições financeiras, incluindo taxas, limites e prazos, serão as mesmas estabelecidas para a Linha Pronaf Microcrédito (Grupo “B”).

O que pode ser financiado?

São financiáveis os bens e serviços necessários ao empreendimento, desde que diretamente relacionados com a atividade produtiva e de serviços.

Como solicitar?

A interessada deve dirigir-se à instituição financeira credenciada de sua preferência para obtenção de informações sobre a documentação necessária à negociação da operação, que será analisada com base em projeto técnico a ser apresentado, além da Declaração de Aptidão ao Pronaf (DAP), fornecida por agente credenciado pelo Ministério do Desenvolvimento Agrário.

#### **2.1.4 PRONAF ABC+ Agroecologia (BNDES PRONAF, 2022)**

Financiamento para agricultores e produtores rurais (pessoas físicas) para investimento em sistemas de produção agroecológicos ou orgânicos, incluindo-se os custos relativos à implantação e manutenção do empreendimento.

Formas de concessão de crédito: como já colocado no subprograma acima.

Taxa de juros: prefixada em 5,0% a.a.

Limite individual:

- R\$ 400 mil para as atividades de suinocultura, avicultura, aquicultura, carcinicultura (criação de crustáceos) e fruticultura; e
- R\$ 200 mil para as demais finalidades.

Prazo: Até 10 anos, incluídos até 3 anos de carência.



Quem pode solicitar?

Agricultores familiares (pessoas físicas) que apresentem DAP válida, desde que apresentem proposta simplificada ou projeto técnico para:

- sistemas de produção de base agroecológica, ou em transição para sistema de base agroecológica, conforme normas estabelecidas pela Secretaria da Agricultura Familiar do Ministério do Desenvolvimento Agrário;
- sistemas orgânicos de produção, conforme normas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

O que pode ser financiado?

Investimento em sistemas de produção agroecológicos ou orgânicos, incluindo-se os custos relativos à implantação e manutenção do empreendimento.

### 2.1.5 PRONAF ABC+ Bioeconomia (BNDES PRONAF, 2022)

Financiamento a agricultores e produtores rurais familiares (pessoas físicas) para investimento na utilização de tecnologias de energia renovável, tecnologias ambientais, armazenamento hídrico, pequenos aproveitamentos hidroenergéticos, silvicultura e adoção de práticas conservacionistas e de correção da acidez e fertilidade do solo, visando sua recuperação e melhoramento da capacidade produtiva.

Taxa de juros:

- **Para a silvicultura, entendendo-se por silvicultura o ato de implantar ou manter povoamentos florestais geradores de diferentes produtos, madeireiros e não madeireiros:** taxa de juros prefixada de **até 6% a.a.**
- **Para as demais finalidades:** taxa de juros prefixada de **até 5% a.a.**

Valor máximo do financiamento: R\$ 200 mil por ano agrícola.

Prazo: segue a Figura 2 abaixo.

A mesma unidade familiar de produção pode contratar até dois financiamentos consecutivos, condicionada a concessão do segundo ao prévio pagamento de pelo menos três parcelas do primeiro financiamento e à apresentação de laudo de assistência técnica que ateste a situação de regularidade do empreendimento financiado e capacidade de pagamento.



Figura 2 – Prazos de acordo com as culturas adotadas com os recursos do PRONAF Bioeconomia

FINALIDADES	PRAZO MÁXIMO DE FINANCIAMENTO	PRAZO MÁXIMO DE CARÊNCIA
Cultura da seringueira	20 anos	8 anos
Cultura do dendê	14 anos	6 anos
Silvicultura	12 anos	8 anos
Demais itens financiáveis	10 anos	5 anos

Fonte: Brasil. BNDES, disponível em:

[https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-bioeconomia!/ut/p/z0/fY7LDoJADEW\\_xQVLUkCjbAkLiJEoMSY4G1JggCp0EAYff-\\_o2ri7bU9OLwjlQDDeqUFNirEz81ms800ahXGwcnfRzvWc9OQf0qMfL\\_fhCrYg\\_gPG4I1JmDQgBtStTVwryIbR6Gu7ICVLxaon\\_IB0ud1EAMKstHxqyAqu5JQTT5r0XH4rWU6remk5NTFySdhL1mqynl64xck24mbE3qR65upz-PFqulri9QgWb03dhno!/>](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-bioeconomia!/ut/p/z0/fY7LDoJADEW_xQVLUkCjbAkLiJEoMSY4G1JggCp0EAYff-_o2ri7bU9OLwjlQDDeqUFNirEz81ms800ahXGwcnfRzvWc9OQf0qMfL_fhCrYg_gPG4I1JmDQgBtStTVwryIbR6Gu7ICVLxaon_IB0ud1EAMKstHxqyAqu5JQTT5r0XH4rWU6remk5NTFySdhL1mqynl64xck24mbE3qR65upz-PFqulri9QgWb03dhno!/) acesso em out. 2022.

### Quem pode solicitar?

Agricultores e produtores rurais familiares, pessoas físicas, que apresentem DAP válida, que cumpram os requisitos para enquadramento e que apresentem proposta ou projeto implantar, utilizar e/ou recuperar:

- tecnologias de energia renovável, como o uso da energia solar, da biomassa, eólica, miniusinas de biocombustíveis e a substituição de tecnologia de combustível fóssil por renovável nos equipamentos e máquinas agrícolas;
- tecnologias ambientais, como estação de tratamento de água, de dejetos e efluentes, compostagem e reciclagem;
- armazenamento hídrico, como o uso de cisternas, barragens, barragens subterrâneas, caixas d'água e outras estruturas de armazenamento e distribuição, instalação, ligação e utilização de água;
- pequenos aproveitamentos hidro energéticos;
- silvicultura, entendendo-se por silvicultura o ato de implantar ou manter povoamentos florestais geradores de diferentes produtos, madeireiros e não madeireiros; ou
- adoção de práticas conservacionistas e de correção da acidez e fertilidade do solo, visando à sua recuperação e ao melhoramento da capacidade produtiva.

### O que pode ser financiado?

Projetos de investimento que visem implantar, utilizar e/ou recuperar:



- pequenos aproveitamentos hidro energéticos e tecnologias de energia renovável, como o uso da energia solar, da biomassa, eólica, miniusinas de biocombustíveis e a substituição de tecnologia de combustível fóssil por renovável nos equipamentos e máquinas agrícolas;
- sistemas produtivos de exploração extrativista e de produtos da sócio biodiversidade ecologicamente sustentável;
- tecnologias ambientais, como estação de tratamentos de água, de dejetos e efluentes, compostagem e reciclagem;
- projetos de adequação ambiental como implantação, conservação e expansão de sistemas de tratamento de efluentes e de compostagem, desde que definida no projeto técnico a viabilidade econômica das atividades desenvolvidas na propriedade para pagamento do crédito;
- adequação ou regularização das unidades familiares de produção à legislação ambiental, inclusive recuperação da reserva legal, áreas de preservação permanente, recuperação de áreas degradadas e implantação e melhoramento de planos de manejo florestal sustentável, desde que definida no projeto técnico a viabilidade econômica das atividades desenvolvidas na propriedade para pagamento do crédito;
- implantação de viveiros de mudas de essências florestais e frutíferas fiscalizadas ou certificadas;
- silvicultura, entendendo-se por silvicultura o ato de implantar ou manter povoamentos florestais geradores de diferentes produtos, madeireiros e não madeireiros;
- sistemas agroflorestais;
- projetos de turismo rural que agreguem valor a produtos e serviços da sócio biodiversidade por meio de infraestrutura e equipamentos para hospedagem, eventos, processamento, acondicionamento e armazenamento de produtos que valorizem a gastronomia local;
- projetos de construção ou ampliação de unidades de produção de bioinsumos e biofertilizantes na propriedade rural, para uso próprio;
- práticas conservacionistas de uso, manejo e proteção do sistema solo-água-plantas, incluindo correção de acidez e fertilidade do solo, e aquisição, transporte, aplicação e incorporação de insumos (calcário, remineralizadores com registro no Mapa, e outros) para essas finalidades;
- formação e recuperação de pastagens, capineiras e demais espécies forrageiras, produção e conservação de forragem, silagem e feno destinados à alimentação animal;
- implantação, ampliação e reforma de infraestrutura de captação, armazenamento e distribuição de água, inclusive aquisição e instalação de reservatórios d'água, infraestrutura elétrica e equipamentos para a irrigação;



- exploração extrativista ecologicamente sustentável;
- sistemas de integração lavoura-pecuária, lavoura-floresta, pecuária-floresta ou lavoura-pecuária-floresta.

### 2.1.6 PRONAF Mais Alimentos (BNDES PRONAF, 2022)

Financiamento a agricultores e produtores rurais familiares para investimento em sua estrutura de produção e de serviços.

Formas de concessão de crédito: como mostrado no subprograma PRONAF MULHER.

Taxa de juros: **Para os empreendimentos e finalidades abaixo listados, taxa de juros prefixada de até 5% a.a.:**

- aquisição e instalação de estruturas de cultivo protegido, inclusive os equipamentos de automação para esses cultivos;
- construção de silos, ampliação e construção de armazéns destinados à guarda de grãos, frutas, tubérculos, bulbos, hortaliças e fibras;
- aquisição de tanques de resfriamento de leite e ordenhadeiras;
- aquicultura e pesca.

**Para os demais empreendimentos e finalidades, taxa de juros prefixada de até 6% a.a.**

**Valor máximo do financiamento: como já citado no PRONAF Mulher.**

Prazos:

Para aquisição de caminhonetes de carga e motocicletas adaptadas à atividade rural, até 5 anos. Para aquisição de tratores e implementos associados, colheitadeiras e suas plataformas de corte, assim como máquinas agrícolas autopropelidas para pulverização e adubação, até 7 anos, com prazo de carência de até 14 meses. Para demais itens financiáveis, até 10 anos, incluídos até 3 anos de carência.

Quem pode solicitar?

Agricultores e produtores rurais familiares, pessoas físicas, que apresentem Declaração de Aptidão ao PRONAF (DAP) válida e que cumpram os requisitos para enquadramento.

O que pode ser financiado?

Projetos de investimento ou aquisição isolada de:

- bens e serviços que estejam diretamente relacionados com a implantação, ampliação ou modernização da estrutura das atividades de produção, de armazenagem, de transporte ou de serviços agropecuários ou não agropecuários, no estabelecimento rural ou em áreas comunitárias rurais próximas;
- equipamentos e de programas de informática voltados para melhoria da gestão dos empreendimentos rurais, de acordo com projetos técnicos específicos.



As observações sobre este financiamento podem ser vistas em (BNDES MAIS ALIMENTOS, 2022).

### 2.1.7 PRONAF Jovem (BNDES PRONAF, 2022)

Financiamento a agricultores e produtores rurais familiares (pessoas físicas), para investimento nas atividades de produção, desde que os beneficiários sejam maiores de 16 anos e menores de 29 anos, entre outros requisitos.

Formas de concessão de crédito:

**Individual:** formalizado com um produtor, para finalidade individual; **Coletivo:** formalizado com grupo de produtores, para finalidades coletivas.

**Taxa de juros: prefixada de até 5,0% a.a.**

**Valor máximo do financiamento:**

R\$ 20 mil, observado que só podem ser concedidos **até** três financiamentos para cada cliente, ficando condicionada a nova contratação à previa liquidação do crédito anterior. O financiamento para mais de um jovem produtor rural pode ser formalizado no mesmo instrumento de crédito, respeitado o limite de financiamento por cliente.

Prazo:

Até 10 anos, incluídos até 3 anos de carência, que poderá ser ampliada para até 5 anos quando a atividade assistida exigir esse prazo e o projeto técnico comprovar a sua necessidade.

Quem pode solicitar?

Pessoas físicas com idade entre 16 e 29 anos, integrantes de unidades familiares que, além da apresentação de DAP ativa, atendam a uma ou mais das seguintes condições:

- tenham concluído ou estejam cursando o último ano em centros familiares rurais de formação por alternância, que atendam à legislação em vigor para instituições de ensino;
- tenham concluído ou estejam cursando o último ano em escolas técnicas agrícolas de nível médio ou, ainda, há mais de um ano, curso de ciências agrárias ou veterinária em instituição de ensino superior, que atendam à legislação em vigor para instituições de ensino;
- tenham orientação e acompanhamento de empresa de assistência técnica e extensão rural reconhecida pela SAF/MDA e pela instituição financeira; e
- tenham participado de cursos de formação do Programa Nacional de Acesso ao Ensino Técnico e Emprego (Pronatec) ou do Programa Nacional de Educação no Campo (Pronacampo).

O que pode ser financiado?

Investimentos diretamente relacionados com a implantação, ampliação ou modernização da estrutura das atividades de produção, de armazenagem, de transporte ou de serviços agropecuários ou



não agropecuários, no estabelecimento rural ou em áreas comunitárias rurais próximas, sendo passível de financiamento, ainda, a aquisição de equipamentos e de programas de informática voltados para melhoria da gestão dos empreendimentos rurais, de acordo com projetos técnicos específicos (descrição do item 4 da seção 5 do capítulo 10 do Manual de Crédito Rural).

### **2.1.8 PRONAF Microcrédito (Grupo B) (BNDES PRONAF, 2022)**

Financiamento a agricultores e produtores rurais familiares (pessoas físicas) que tenham obtido renda bruta familiar de até R\$ 23 mil, nos 12 meses de produção normal que antecederam a solicitação da Declaração de Aptidão ao PRONAF (DAP).

Taxa de juros: 0,5% a.a.

Valor máximo do financiamento:

Individual: R\$ 6 mil.

Por família: R\$ 18 mil, considerando-se o somatório dos financiamentos concedidos com direito a bônus de adimplência. A concessão de novos créditos nesta linha fica condicionada à prévia liquidação do financiamento anterior.

Prazo: até 2 anos.

Bônus de adimplência:

O cliente terá direito a um bônus (desconto) de 25% sobre cada parcela da dívida que for paga até a data de seu vencimento.

Esse bônus será de 40% quando o financiamento se destinar a empreendimento localizado no semiárido da área de abrangência da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) e desde que sejam destinados a projetos que contemplem financiamentos de itens referentes às seguintes ações:

- sistemas produtivos com reserva de água;
- sistemas produtivos com reserva de alimentos para os animais;
- recuperação e fortalecimento de cultivos alimentares regionais;
- recuperação e fortalecimento da pecuária e pequenas criações;
- agroindústria para diversificação e agregação de valor à produção; e
- agricultura irrigada do semiárido.

Quem pode solicitar?

Agricultores e produtores rurais que compõem as unidades familiares de produção rural, que comprovem seu enquadramento mediante apresentação da DAP ativa, e que:

- tenham obtido renda bruta familiar nos últimos 12 meses de produção normal, que antecedem a solicitação da DAP, de até R\$ 23 mil, considerando neste limite a soma de 100% do Valor Bruto de Produção (VBP), 100% do valor da receita recebida de entidade



integradora e das demais rendas provenientes de atividades desenvolvidas no estabelecimento e fora dele, recebida por qualquer componente familiar, excluídos os benefícios sociais e os proventos previdenciários decorrentes de atividades rurais;

- não contratem trabalho assalariado permanente.

O que pode ser financiado?

- Investimentos em atividades agropecuárias e não agropecuárias desenvolvidas no estabelecimento rural ou em áreas comunitárias rurais próximas.
- Implantação, ampliação ou modernização da infraestrutura de produção e prestação de serviços agropecuários e não agropecuários, observadas as propostas ou planos simples específicos. Entende-se por prestação de serviços as atividades não agropecuárias como, por exemplo, o turismo rural, produção de artesanato ou outras atividades que sejam compatíveis com o melhor emprego da mão de obra familiar no meio rural; e
- Qualquer outra demanda que possa gerar renda para a família atendida, sendo facultado ao beneficiário utilizar o financiamento, ao menos em uma das atividades listadas na proposta simplificada de crédito, sem efetuar aditivo ao contrato.

### 2.1.9 PRONAF Cotas-partes (BNDES PRONAF, 2022)

Financiamento para integralização de cotas-partes por beneficiários do Pronaf associados a cooperativas de produção rural; e aplicação pela cooperativa em capital de giro, custeio, investimento ou saneamento financeiro.

Taxa de juros: prefixada em até 6,0% a.a.

Valor máximo do financiamento:

**Produtor rural:** R\$ 40 mil reais.

**Cooperativa de produção agropecuária:** R\$ 40 milhões, respeitado o limite de R\$ 40 mil por associado participante do projeto financiado.

O crédito pode ser concedido em uma ou mais operações, observado que o somatório dos valores das operações de crédito contratadas pelo mesmo cliente não pode ultrapassar os limites acima.

Prazo: Até 6 anos, incluída a carência, a ser fixada pela instituição financeira credenciada.

Quem pode solicitar?

Pessoas físicas que apresentem DAP válida que sejam associadas a cooperativas de produção agropecuária que:

- tenham, no mínimo, 60% de seus sócios ativos classificados como beneficiários do PRONAF;



- tenham, no mínimo, 55% da produção beneficiada, processada ou comercializada oriunda de associados enquadrados no Pronaf, cuja comprovação seja feita pela apresentação de relação escrita com o número da DAP de cada associado;
- que tenham patrimônio líquido mínimo de R\$ 25 mil; e
- tenham, no mínimo, um ano de funcionamento.

Cooperativas de produção que atendam aos requisitos previstos acima, desde que observado, ainda, o disposto no Manual de Crédito Rural (MCR 5-3).

O que pode ser financiado?

Integralização de cotas-partes por beneficiários do PRONAF associados a cooperativas de produção rural; e

Crédito aplicado pela cooperativa em capital de giro, custeio, investimento ou saneamento financeiro.

O BB (Banco do Brasil) é um agente do governo federal para implementação de suas políticas públicas. Em locais onde não há agências do BNDES, o BB faz este papel, integralizando todas as modalidades já abordadas do BNDES.

### 3 CONSIDERAÇÕES PRELIMINARES

Podemos observar que as políticas públicas aplicadas ao meio rural são muito importantes no que se refere à fixação do homem do campo, diminuindo a migração para os centros urbanos, criando condições para que a produção de alimentos não cesse (criando assim um problema para os centros urbanos), gerando renda para o homem do campo, desenvolvimento social destes habitantes, desenvolvimento da área rural, etc.

Ou seja, os centros urbanos dependem do meio rural, assim como o meio rural depende dos centros urbanos. Equacionar o desenvolvimento destas duas áreas é um desafio em termos de políticas públicas.

Quebrar os velhos padrões da época colonial, onde ainda hoje persistem com as grandes propriedades rurais obtendo recursos federais e continuando todo o ciclo de poderio, esquecendo que as pequenas propriedades rurais é quem são responsáveis pela produção da maioria dos alimentos consumidos nos centros urbanos, é um desafio para as gerações atual e futura.

Não permitir que as atuais políticas públicas de financiamento se declinem, que consigam mais recursos, mais apoio técnico por parte dos órgãos federais e estaduais, é também outro desafio para as atuais gerações e futuras.



## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA BRASIL. Disponível em < <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2022-08/pronaf-disponibilizara-r-60-bi-para-financiar-plano-safra-202223>> acesso em 11/12/2022.

AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. *Geomorfologia*, São Paulo, no 18, p. 1- 23, 1969.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Apresentação de Projetos de Aterros Sanitários de Resíduos Sólidos. São Paulo: ABNT, 1984.

BB. Banco do Brasil. Disponível em <[https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/imprensa/n/66932/bb-ja-desembolsou-r-42-5-bilhoes-na-safra-2022-2023#/>](https://www.bb.com.br/pbb/pagina-inicial/imprensa/n/66932/bb-ja-desembolsou-r-42-5-bilhoes-na-safra-2022-2023#/) acesso em 30/10/2022.

BC. Banco Central do Brasil – Sistema Financeiro Nacional. Disponível em <<https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/sfn>> acesso em 30/10/2022.

BNDES AVISO. Banco Nacional de Desenvolvimento Social. Disponível em <<https://www.bndes.gov.br/wps/wcm/connect/site/f222a3d7-6786-4eee-b550-cd14effc9514/AVISO+SUPADIG+N%C2%BA+252022-BNDES.pdf?MOD=AJPERES&CVID=obLTSCf>> acesso em 30/10/2022.

BNDES MAIS ALIMENTOS. Programa BNDES PRONAF Mais Alimentos. Disponível em <[https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-mais-alimentos!/ut/p/z1/tZJBk5owFMc\\_Sw8cMYEEgd4otVLFUddaJZedAAHskYQNUXe\\_fQProdOxdnpoTi8v\\_8z7v997gIAjIIJeeE0114KezD0j02d\\_O4-TCDvpPHVcuN0Hm-0uSNA6xuAwCuAfTgQBefz\\_OyCAFEJ3ugFZLkrWP3PRa67PxejAgo1smQUrLqgoOG2Z0LK34ImLhvZ2p2StaGui6izK4cFkBK3slvLepif-rh-KdAUvQYbd0C9cB9IF5Yc2xgW1aTCtbA9TNHVQWJZ5cWvqgWvyuOf37o2WF21ile1sUV1Y3NRSXC8b91o-Y-XFxiZTIJo9qrB8f-BOgyojPIFkMZJiGEKvzx5MNp8e0IzvEBw594EabicJXgN0\\_VXNINREqcen2deYhuggd8MsPX\\_4XPcuPDrZd88v3UVPjsgcOFsyvYC6las4S7fxxfMk6gPsn8fYMjkaPAoFasYoqpyVmZdKN113-0oAWv1-tkBDqp5WWSK5PpBj5S6QFrzzW7C3dEWJ5vgWF5r1YjezOv30uArt23AXqzSf6GIN-0cR6stJd9-Am1q2Bl/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/>](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf-mais-alimentos!/ut/p/z1/tZJBk5owFMc_Sw8cMYEEgd4otVLFUddaJZedAAHskYQNUXe_fQProdOxdnpoTi8v_8z7v997gIAjIIJeeE0114KezD0j02d_O4-TCDvpPHVcuN0Hm-0uSNA6xuAwCuAfTgQBefz_OyCAFEJ3ugFZLkrWP3PRa67PxejAgo1smQUrLqgoOG2Z0LK34ImLhvZ2p2StaGui6izK4cFkBK3slvLepif-rh-KdAUvQYbd0C9cB9IF5Yc2xgW1aTCtbA9TNHVQWJZ5cWvqgWvyuOf37o2WF21ile1sUV1Y3NRSXC8b91o-Y-XFxiZTIJo9qrB8f-BOgyojPIFkMZJiGEKvzx5MNp8e0IzvEBw594EabicJXgN0_VXNINREqcen2deYhuggd8MsPX_4XPcuPDrZd88v3UVPjsgcOFsyvYC6las4S7fxxfMk6gPsn8fYMjkaPAoFasYoqpyVmZdKN113-0oAWv1-tkBDqp5WWSK5PpBj5S6QFrzzW7C3dEWJ5vgWF5r1YjezOv30uArt23AXqzSf6GIN-0cR6stJd9-Am1q2Bl/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/>)> acesso em 30/10/2022.

BNDES PRONAF. Banco Nacional de Desenvolvimento Social – Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar. Disponível em: <<https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/financiamento/produto/pronaf>> acesso em 30/10/2022.

EMATER-GO. Disponível em <<https://www.emater.go.gov.br/wp/credito-rural/>> acesso em 11/12/2022.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em <<https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>> acesso em 30/10/2022.

MENDES, Estevane de Paula P. A Produção rural familiar em Goiás: as comunidades rurais no município de Catalão (GO). *Presidente Prudente*, 294p., 2005.



PENA, Rodolfo F. A. Diferença entre rural e agrário. Disponível em <<https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/diferenca-entre-rural-agrario.htm>> acesso em 03 dez. 2022.

PRADO JUNIOR, Caio. A questão Agrária no Brasil. Apresentação por José Eli da Veiga. 5 ed. São Paulo. Basiliense. 2007.

## Caracterização sensorial de sorvete a base de polpa de jambolão (*Syzygium cumini*)



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-035>

### Alessandra Regina Vital

Mestre

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6366-5884>

E-mail: [alessandra.vital@ifmg.edu.br](mailto:alessandra.vital@ifmg.edu.br)

### Elisa Norberto Ferreira Santos

Doutora

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5596-8842>

E-mail: [elisasantos@iftm.edu.br](mailto:elisasantos@iftm.edu.br)

### Sonia de Oliveira Duque Paciulli

Doutora

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3167-2953>

E-mail: [sonia.paciulli@ifmg.edu.br](mailto:sonia.paciulli@ifmg.edu.br)

### Cintia Cristina de Oliveira

Mestre

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8670-6244>

E-mail: [cintia@iftm.edu.br](mailto:cintia@iftm.edu.br)

### Luciene Lacerda Costa

Mestre

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9919-2369>

E-mail: [luciene@iftm.edu.br](mailto:luciene@iftm.edu.br)

### Fernanda Barbosa Borges Jardim

Doutora

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4072-9889>

E-mail: [fernanda.jardim@iftm.edu.br](mailto:fernanda.jardim@iftm.edu.br)

### RESUMO

Nos últimos anos, tem crescido o interesse da indústria alimentícia pela pesquisa de novos

alimentos que atendam um público que busca uma alimentação mais nutritiva e saudável. O jambolão é uma fruta tropical que apresenta compostos bioativos e apresenta-se como uma opção de ingrediente em alimentos, porém é necessário que o produto seja aceito pelo consumidor potencial. O presente trabalho teve como objetivo analisar sensorialmente sorvetes com diferentes proporções de polpa de jambolão (0%, 5%, 10%, 15% e 20%). Como critérios de segurança foram realizadas análises microbiológicas conforme legislação vigente. O teste de aceitação sensorial foi conduzido com 60 provadores não treinados, utilizando-se a escala hedônica de nove pontos (para os atributos sabor, aroma, cor, textura e impressão global) e escala de cinco pontos para intenção de compra. A partir dos resultados obtidos do teste de aceitação, foram determinados os índices de aceitação. As formulações apresentaram resultados de aceitação superiores à nota seis em todos os atributos, com exceção apenas da amostra T5 (20% de polpa de jambolão). A formulação controle (T1) foi a que obteve menor aceitação em relação à cor e maior nota para o atributo textura. Em relação ao atributo sabor, a formulação T5 recebeu a menor nota para o atributo sabor, o que pode ser explicado pelo efeito da presença de maior proporção de polpa de jambolão. Quanto ao aroma, todos os tratamentos diferiram entre si, mas o tratamento T4 (15% de polpa de jambolão) obteve maior média. Em termos de impressão global, o tratamento T4 foi a mais aceita e com diferenças significativas em relação aos demais tratamentos. O tratamento T4 (15% de polpa de jambolão) apresentou, em geral, maior aceitação sensorial para os atributos cor, sabor, aroma, impressão global e intenção de compra. Os índices de aceitabilidade (IA) foram maiores para os tratamentos T4 (15% de polpa de jambolão) e T3 (10% de polpa de jambolão) e menores para os tratamentos T2 (5% de polpa de jambolão) e T5 (20% de polpa de jambolão). Os julgadores deram preferência para os sorvetes com adição de proporções intermediárias de polpa de jambolão quando comparadas à amostra controle. Todas as formulações apresentaram resultados positivos, com índices de aceitabilidade superiores a 80%, indicando potencial inserção da polpa de jambolão



no desenvolvimento de sorvetes com apelo nutricional.

**Palavras-chave:** Análise sensorial, Gelados comestíveis, Jambolão.

## 1 INTRODUÇÃO

A alimentação é de extrema importância para o bem-estar físico e mental da população, sendo a nutrição um importante meio de promoção e manutenção da saúde durante toda a vida, além de um eficaz meio de prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (BOTELHO; LAMEIRAS, 2018; SILVA et al, 2019)

A busca permanente da indústria por inovações têm gerado a criação de novos produtos, com os avanços dos conhecimentos sobre a relação entre alimentação e saúde, as preocupações pretendem ir além do conhecido papel nutricional dos alimentos (SALES et al., 2008). Com isso, muitas pesquisas relatam que as frutas, além de possuir componentes importantes para a saúde, também são fontes de compostos bioativos diretamente associados à prevenção de doenças (FALLER; FIALLO, 2009).

Em meio a inúmeras frutas ricas em compostos bioativos, o jambolão pertencente à família Myrtaceae, botanicamente classificada como *Eugenia jambolona*, e, em seguida, reclassificada, como *Syzygium cumini*. Esta difundida em quase todo o Brasil, principalmente em regiões de clima quente e úmido. A fruta é pequena e ovóide, quando completamente madura se torna roxa escura e sua pele é fina, brilhante e aderente. A polpa é carnosa e envolve um caroço único e grande e também contém uma coloração roxa. Seu sabor é um pouco adstringente mais agradável ao paladar (RODRIGUES et al., 2015).

O jambolão (*Syzygium cumini*) é uma fruta pertencente à família Mirtaceae, possui vários nomes populares pelo Brasil como jamelão, cereja, jalão, kambol, jambú (Soares & Pereira, 2020), possui uma coloração roxa devido ao alto teor de pigmentos antocianídicos, sua frutificação acontece de janeiro a maio, sendo uma fruta de sabor adstringente muito consumida *in natura* e na forma de sucos ou geleias (Tavares et al., 2016). O jambolão é uma fruta alternativa para uso em produtos alimentícios, contribuindo para características sensoriais e inserção de compostos bioativos (Martins et al., 2020).

Portanto, o mercado de alimentos tem buscado novos produtos alimentares, que forneça além da função nutricional para os consumidores, valor funcional. O sorvete é um produto de boa aceitação sensorial, apreciado por pessoas de todas as idades e classes sociais, sendo considerado uma sobremesa muito consumida no Brasil. Apesar de essas características, possui elevada densidade energética, com alto teor de ácidos graxos trans e saturados, o que limita o seu consumo na maioria das dietas prescritas pelos nutricionistas. A qualidade do sorvete depende da qualidade dos ingredientes utilizados e do equilíbrio entre os componentes, incluindo a quantidade de sólidos totais, gorduras, açúcares, estabilizantes, emulsificantes e aromatizantes. Outras características envolvem custo, viscosidade,



ponto de congelamento, taxa de aeração, aparência, sabor, textura e valor nutricional (SILVA, 2019)

A análise sensorial de produtos alimentares fornece indicações fundamentais para a produção e comercialização de produtos, no tocante às preferências e exigências do consumidor além de desempenhar papel de destaque no desenvolvimento de novos produtos (STONE-SIDE; 2004). Portanto, este trabalho teve como objetivo analisar sensorialmente, a partir de testes de aceitação e intenção de compra, diferentes formulações de sorvete adicionado de polpa de jambolão.

## 2 METODOLOGIA

Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM), Uberaba – MG, aprovado sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) n° 82363318.900005154. Todos os indivíduos que aceitaram participar voluntariamente da pesquisa assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) após informações detalhadas sobre os objetivos do estudo e procedimentos utilizados. Foram garantidos o sigilo e o anonimato dos participantes, conforme a Resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde do Ministério da Saúde (CNS/MS).

Amostras de sorvetes foram produzidos utilizando uma formulação padrão (sorvete convencional), denominada tratamento controle (T1), e quatro tratamentos de sorvetes com adição de 5% (T2), 10% (T3), 15% (T4) e 20% (T5) de polpa de Jambolão. A polpa de jambolão utilizada foi obtida de frutos colhidos na região de Medeiros, MG.

Análises microbiológicas nas amostras de sorvetes foram realizadas no laboratório de Microbiologia do IFMG – Campus Bambuí, MG, em triplicatas, de acordo com as exigências da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Foram realizadas as contagens de Coliformes a 45°C e Estafilococcus coagulase positiva e detecção de Salmonella sp. (DOWNES; ITO, 2001). Este procedimento foi realizado antes da avaliação sensorial a fim de garantir a segurança do alimento aos julgadores, requisito este exigido pelo Comitê de Ética em Pesquisa. Os resultados foram comparados com os parâmetros da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n°12/2001 da ANVISA (BRASIL, 2001).

### 2.1 ANALISE SENSORIAL

As amostras de sorvetes foram avaliadas sensorialmente no Laboratório de Análise Sensorial do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Bambuí, MG. Foram utilizados 60 julgadores não treinados e o teste foi realizado em cabines individuais, no período matutino (09:00 h as 11:00 h) e vespertino (14:00 h as 16:00 h).



As amostras foram codificadas com números de três dígitos, apresentadas sob luz ambiente, e oferecida a cada um dos 60 julgadores. Alíquotas de 20 gramas de sorvete acondicionadas em copos descartáveis brancos foram servidas de forma monádica a temperatura de  $-10^{\circ}\text{C}$ .

Foi aplicado o teste de aceitabilidade, a partir de uma escala hedônica estruturada de nove pontos (ABNT, 2003) e os atributos avaliados foram textura, cor, aroma, sabor e impressão global.

## 2.2 PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Os resultados da análise sensorial de aceitação e intenção de compra foram submetidos ao delineamento em blocos casualizados. Os efeitos dos tratamentos foram submetidos ao Teste de Friedman a 5% de probabilidade. Os resultados foram submetidos à análise estatística.

Para o cálculo de Índice de Aceitabilidade do produto, foi adotada a expressão, descrita por Durcosk (2013):

$$\text{IA (\%)} = A \times 100 / B$$

Onde: IA = índice de aceitabilidade; A= nota média obtida para o produto e B= nota máxima dada ao produto.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas das amostras de sorvetes a base de jambolão estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Resultados das análises microbiológicas de amostras de sorvete a base de polpa de jambolão.

Análise Microbiológica					
Parâmetros	T1	T2	T3	T4	T5
Coliformes a $45^{\circ}\text{C}$ NMP $\text{g}^{-1}$	<3	<3	<3	<3	<3
Estafilococcus UFC $\text{g}^{-1}$	< $1,0 \times 10^1$				
Salmonella sp.	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência

NMP  $\text{g}^{-1}$ : Número Mais Provável por grama de amostra; UFC  $\text{g}^{-1}$ : Unidades Formadoras de Colônias por grama de amostra; T1 = sorvete formulação padrão; T2 = Sorvete com 5% de polpa de jambolão; T3 = Sorvete com 10% de polpa de jambolão; T4 = Sorvete com 15% de polpa de jambolão; T5 = sorvete com 20% de polpa de jambolão.

Fonte: próprio autor.

A partir dos resultados obtidos na Tabela 1, pôde-se afirmar que as cinco formulações estavam adequadas ao consumo no que diz respeito aos padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2001).



### 3.2 RESULTADOS SENSORIAIS

Os resultados do teste de aceitação e intenção de compra dos sorvetes a base de polpa de jambolão podem ser visualizados na Tabela 2.

Tabela 2. Resultados das análises sensoriais de amostras de sorvete a base de polpa de jambolão.

Atributos	Tratamentos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Cor	6,48 <sup>d</sup>	7,17 <sup>c</sup>	7,72 <sup>b</sup>	8,28 <sup>a</sup>	8,53 <sup>a</sup>
Textura	7,97 <sup>a</sup>	7,27 <sup>b</sup>	7,20 <sup>b</sup>	6,95 <sup>b</sup>	5,72 <sup>c</sup>
Sabor	7,73 <sup>a</sup>	6,68 <sup>b</sup>	7,73 <sup>b</sup>	7,88 <sup>a</sup>	5,05 <sup>c</sup>
Aroma	7,38 <sup>b</sup>	6,20 <sup>d</sup>	6,78 <sup>c</sup>	7,77 <sup>a</sup>	5,83 <sup>e</sup>
Impressão Global	7,68 <sup>b</sup>	6,75 <sup>c</sup>	7,77 <sup>b</sup>	8,05 <sup>a</sup>	6,00 <sup>d</sup>
Intenção de Compra	4,52 <sup>a</sup>	3,77 <sup>b</sup>	4,38 <sup>a</sup>	4,53 <sup>a</sup>	3,00 <sup>c</sup>

\*Médias seguidas da mesma letra na mesma linha não diferem entre si pelo Teste de Friedman  $<0,05$ ; T1= Sorvete sem adição de polpa de jambolão; T2= sorvete com 5% de polpa de jambolão; T3= sorvete com 10% de polpa de jambolão; T4= sorvete com 15% de polpa de jambolão; T5= sorvete com 20% de polpa de jambolão.

Fonte: próprio autor.

O produto para ser considerado aceito deve obter maior frequência de notas maiores ou iguais a 6 (gostei ligeiramente) no teste de aceitação, conforme descrito por Stone e Sidel (2004). Com base nos resultados obtidos (Tabela 2), os sorvetes apresentaram notas superiores a 6 em todos os atributos, com exceção apenas de T5.

As formulações de sorvetes T4 e T5 não diferiram estatisticamente entre si em relação ao atributo cor, mas diferiram das demais formulações (Tabela 2). Observou-se que houve preferência significativa para as formulações de sorvetes com maiores proporções de polpa de jambolão (15% e 20%). A formulação controle (T1) foi a que obteve menor aceitação em relação à cor, significando que a presença da polpa de jambolão foi positiva para o atributo cor das amostras de sorvetes.

Quanto à textura (Tabela 2), a amostra controle obteve maior aceitação e a amostra com maior proporção de jambolão (T5) foi a que obteve menor valor, com diferenças significativas. Os tratamentos T2, T3 e T4 não diferiram entre si e apresentaram valores intermediários de aceitação. Percebeu-se que a textura é afetada negativamente com a adição de polpa de jambolão, porém até 15% de adição, o efeito foi menos percebido pelos julgadores.

Em relação ao atributo sabor, T1, T3 e T4 não diferiram entre si, mas diferiram das demais formulações (T2 e T5) (Tabela 2). A formulação T5 recebeu a menor nota para o atributo sabor, o que pode ser explicado pelo efeito da presença de maior proporção de polpa de jambolão. Nesse sentido, torna-se necessário o estabelecimento de uma tecnologia adequada para a reformulação do produto, visando maior aceitabilidade (ROESLER et al., 2008)

Quanto ao aroma, todos os tratamentos diferiram entre si, sendo que os tratamentos T4 e T5 obtiveram a maior e menor nota, respectivamente (Tabela 2). Apesar da tendência observada de maior



aceitação para as formulações com menor proporção de polpa jambolão, a proporção de 15% foi considerada ideal em termos de aroma. Os atributos foram julgados com notas médias entre “gostei moderadamente” e “gostei ligeiramente”, para todas as formulações, escores similares ao encontrado por Bezerra (2015), que estudou frozen yogurt com adição de polpa e pó de jambolão.

Em termos de impressão global, o tratamento T4 foi o mais aceito e com diferenças significativas em relação aos demais tratamentos (Tabela 2). As formulações de sorvete T1 e T3 não diferiram estaticamente entre si e as menores notas foram obtidas pelos tratamentos T2 e T5. O comportamento foi o mesmo observado nos resultados de aroma, ou seja, apesar da tendência observada de maior aceitação para as formulações com menor proporção de polpa jambolão, a proporção de 15% foi considerada ideal em termos de impressão global.

Não houve diferenças nos resultados de intenção de compra para os tratamentos T1, T3 e T4. O tratamento T2 obteve resultado intermediário e T5 obteve o menor valor, com diferenças significativas (Tabela 2). Esses resultados representam que os consumidores aceitaram os produtos e estão seguros quanto à compra dos mesmos para as formulações de sorvetes com até 15% de polpa de jambolão. Mesmo o sorvete sendo elaborado com polpa de jambolão, produto não disponível no mercado, houve potencial de compra por parte dos julgadores. Um fato que pode ter fortalecido a decisão na hora da compra foi a aparência dos sorvetes com polpa de jambolão, com cores mais fortes (rosa) e presença de traços de casca dispersos na massa.

Entretanto, alguns julgadores relataram na ficha de avaliação a percepção da presença de casca de jambolão mais evidente na formulação com 20% de polpa, o que foi considerado um interferente negativo para tratamento T5.

Os resultados do índice de aceitabilidade dos sorvetes a base de polpa de jambolão podem ser visualizados na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados do índice de aceitabilidade de amostras de sorvete a base de polpa de jambolão.

Tratamentos					
Atributos	T1	T2	T3	T4	T5
Cor (%)	81,00	79,66	85,77	92,00	94,77
Textura (%)	88,55	90,87	90,00	83,87	81,71
Sabor (%)	85,88	83,50	85,88	87,55	72,14
Aroma (%)	82,00	77,50	84,75	86,33	83,28
Impressão Global (%)	85,33	84,37	86,33	89,44	85,00
Intenção de Compra (%)	30,40	75,40	87,60	90,60	75,00
IA (%)	85,52	81,88	86,72	88,79	81,98

IA = índice de aceitabilidade; T1= Sorvete sem adição de polpa de jambolão; T2= sorvete com 5% de polpa de jambolão; T3= sorvete com 10% de polpa de jambolão; T4= sorvete com 15% de polpa de jambolão; T5= sorvete com 20% de polpa de jambolão.

Fonte: próprio autor



Os resultados de índice de aceitabilidade (IA) foram maiores para os tratamentos T4 (15% de polpa de jambolão) e T3 (10% de polpa de jambolão) e menores para os tratamentos T2 (5% de polpa de jambolão) e T5 (20% de polpa de jambolão). Os julgadores deram preferência para os sorvetes com adição de proporções intermediárias de polpa de jambolão quando comparadas à amostra controle (Tabela 3).

Segundo Dutcosk (2001), para que um produto seja aceito quanto a suas características sensoriais, é necessário que seu índice de aceitabilidade seja, no mínimo, 70%. Nesse estudo, todos os atributos dos tratamentos receberam notas superiores a 80%, demonstrando que os sorvetes obtiveram uma aceitação sensorial satisfatória.

Colaborando com este estudo, Soares (2015) desenvolveu sherbet de jambolão com diversas proporções de polpa e açúcar e perceberam que todos os atributos avaliados no teste de aceitabilidade (cor, aroma, sabor, textura), obtiveram escores em média 7. A formulação com maior aceitabilidade (16% de polpa de jambolão) apresentou escores médios para cor, sabor, textura, aroma e impressão global de 8,3; 6,3; 7,7; 6,4 e 7,1 respectivamente. Estes resultados corroboram com os encontrados no presente estudo para a amostra T4 (adição de 15% de polpa de jambolão).

Pode-se perceber que a intenção de compra teve relação direta com o índice de aceitação dos sorvetes, principalmente para T4 que apresentou intenção de compra de 90,60% e índice de aceitabilidade de 88,79%, sendo a amostra preferida pelos julgadores

#### 4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos, foi possível concluir que os sorvetes elaborados atenderam os padrões microbiológicos estabelecidos na legislação, estando apto para realização da análise sensorial.

O sorvete T4 (adição de 15% de polpa de jambolão) apresentou maior aceitação sensorial, entretanto todas as outras formulações apresentaram resultados positivos, com notas próximas ou acima de 7,0, indicando potencial inserção no mercado de sorvetes adicionados com polpa de jambolão.

#### AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro (IFTM) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio à pesquisa de mestrado.



## REFERÊNCIAS

- Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. NBR 12806: análise sensorial de alimentos e bebidas: terminologia. Rio de Janeiro, 2003.
- Ayyanar M.; Subssh-Babu P. *Syzygium cumini* (L.) Skeels: A review of its phytochemical constituent and traditional uses. *Journal of Tropical Biomedicine, Asian Pacific*, v. 2, n. 3, p. 240-246, 2012.
- Bezerra, M. F. Polpa de jambolão (*Eugenia jambolana* Lam) fresca e desidratada: características físico-químicas, biotativas e funcionais, efeitos biológicos em *Caenorhabditis elegans* e uso para produção de frozen yogurt caprino probiótico. 2015. 112 f. (Tese Doutorado Ciência e Tecnologia em Alimentos). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal
- Botelho, G.; Lameiras, J.; Adolescente e obesidade: considerações sobre a importância da educação alimentar. *Acta Port Nutr, Porto*, n. 15, p. 30-35, dez. 2018.
- Brasil. Ministério da Saúde. Resolução – RDC n.12, de 2 de janeiro de 2001. Aprova o Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, em seus anexos I e II. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, seção 1, 10 jan. 2001.*
- Downes, F.P.; ITO, K. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. 4. ed. Washington: American Public Health Association, 2001 . 676p.
- Dutcosky, S. D. *Análise sensorial de alimentos*. 4. ed. Curitiba: Champagnat, 2001. 531 p.
- Faller, A. L. K.; Fialho E. Polyphenol availability in fruits and vegetables consumed in Brazil. *Revista de Saúde Pública, São Paulo*, v. 43, n. 2, p. 211-218, 2009.
- Instituto Adolfo Lutz (IAL). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos* São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. 1020 p.
- Martins, D. R. dos S., Sanches, K. F. M., Sanjinez-Argandoña, E. J., & Tobal, T. M. (2020). Grumixama (*Eugenia brasiliensis*) and jambolan (*Eugenia jambolana*): source of bioactive compounds and viability in the preparation of jams and yogurts. *Research, Society and Development*, 9(7), e800974816. <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4816>
- Meilgaard, M.; Civille, G. V.; Carr, B. T. *Sensory evaluation techniques*. 2nd ed. Boca Raton: CRC Press, 1991. 354 p
- Rodrigues, K.A. F.; Amorim, L.V.; Dias, C. N.; Moraes, D.F. C.; Carneiro, S. M. P.; Carvalho, F. A. A. *Syzygium cumini* (L.) Skeels essential oil and its major constituent - pinene exhibit anti-leishmania activity through immunomodulation invitro. *Journal Ethnopharmacol, Limerick*, v. 160, n. 3, p. 32–40. 2015.
- Roesler, P. V. S. O.; Gomes, S. D.; Moro, E.; Kummer, A. C. B.; Cereda, M. P. Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no oeste do Paraná. *Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá* v. 30, n. 1, p. 117-122, 2008.
- Sales, R. L. de; Volp, A. C. P.; Barbosa, K. B. F.; Dantas, M. I.de. S.; Duarte H. S.; Minim, V. P. R. Preferencem apof high-fiber ice cream. *Food Science and Technology, Campinas*, v. 28, n. 1, p. 27-31, 2008.



Seolin, V. J.; SCAPIM, M. R. da S.; PIERETTI, G. G.; TONON, L. A. C.; MADRONA, G.S. Substituição de sacarose por frutooligosacarídeo em sorvete. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial*, Ponta Grossa, v. 7, n. 2, p. 106-1073, 2013.

Silva, M. A. et al. O consumo de produtos ultraprocessados está associado ao melhor nível socioeconômico das famílias das crianças. *Ciênc. Saúde coletiva*, Rio de Janeiro, v. 24, n. 11, p.4053-4060, nov. 2019.

Soares, J. C. Aproveitamento alimentar de jambolão. Goiânia, 2015. 208 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

Soares, A. C., & Pereira, N. R. (2020). Secagem da polpa de jambolão (*Syzygium cumini*) em secador de leito de jorro: efeito da clara de ovo como agente carreador de secagem na qualidade do produto. *Brazilian Journal of Food Technology*, 23, e2019075. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.07519>

Stone, H.; Sidel, J. L. *Sensory evaluation practices*. 3. ed. New York: Academic Press. 2004. 408 p.

Vasconcelos C. M.; Martins, J. F. L.; Rafael, V. C.; Ferreira, C. L. L. F. Development and sensory evaluation of symbiotic potentially milk dessert. *Revista Instituto Laticínios Cândido Tostes*, Juiz de Fora, v. 68, n. 391, p. 11-17, 2013.

## Identificação dos pontos críticos de controle em um abatedouro de aves inspecionado pelo serviço de inspeção sanitária no estado do Pará, Brasil



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-036>

### Mylla Christy da Silva Dufossé

Universidade do Estado do Pará, especialização em Gestão da Qualidade na Indústria de Alimentos  
Universidade Federal do Pará, Laboratório de Microbiologia, Instituto de Medicina Veterinária.

### Joelson Sousa Lima

Universidade Federal do Pará, Laboratório de Microbiologia, Instituto de Medicina Veterinária.

### Sérvulo Murivaldo Rangel Brandão

Universidade Federal do Pará, Laboratório de Microbiologia, Instituto de Medicina Veterinária.

### Ana Paula Presley Oliveira Sampaio

Universidade Federal do Pará, Laboratório de Microbiologia, Instituto de Medicina Veterinária.

### Vanderson Vasconcelos Dantas

Universidade do Estado do Pará, Departamento de Tecnologia de alimentos.

### Elen Vanessa Costa da Silva

Universidade do Estado do Pará, Departamento de Tecnologia de alimentos.

### Josyane Brasil da Silva

Universidade do Estado do Pará, Departamento de Tecnologia de alimentos.  
E-mail: [josybrasil@uepa.br](mailto:josybrasil@uepa.br)

### RESUMO

O sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle estabelece padrões de qualidade em matadouros para melhorar a segurança alimentar de carnes de aves. A implantação de ferramentas de qualidade é necessária para redução dos perigos físicos, químicos e biológicos, para garantir a qualidade do produto final. O trabalho teve como objetivo, identificar os Pontos Críticos de Controle (PCC's), de um abatedouro de aves localizado na região metropolitana de Belém, estado do Pará, visando avaliar a eficácia do sistema de APPCC. A árvore decisória foi aplicada para identificação dos PCC's, nas etapas do fluxograma de abate da linha de produção do abatedouro estudado. Foram identificados os perigos Biológicos (PB); Físicos (PF) e Químicos (PQ), onde foi possível observar perigo químico(PQ1) na etapa de recepção, além de cinco como perigos biológicos (PB1 a PB5) nas etapas de recepção, escaldagem, evisceração, pré resfriamento e resfriamento, entretanto em nenhuma das etapas da linha de abate foram identificadas perigos físicos (PF). Concluímos que o controle dos PC da indústria analisada é de extrema relevância para a redução de condenação e que o estudo dos referidos pontos é necessário nas diversas indústrias, uma vez que se referem a características específicas de cada estabelecimento.

**Palavras-chave:** Frango, Árvore decisória, Perigos.

## 1 INTRODUÇÃO

As indústrias do setor avícola no Brasil, são de fundamental importância para o desenvolvimento econômico pois apresentam dados relevantes de produção, exportação e consumo (ABPA, 2019). A cadeia da avicultura tem apresentado grande dinamismo desde que surgiu, passando por significativas mudanças nas formas de produção, industrialização, comercialização e consumo em todo o mundo, com isso as novas tecnologias empregadas nessa cadeia, são refletidas nos ganhos de produtividade no decorrer dos últimos anos, o que resultou em queda progressiva dos custos de produção e no preço da carne de frango, quando comparado às outras cadeias (Junior et al., 2020).



Além disso, destaca-se um aumento do consumo per capita do brasileiro para a carne avícola, que passou de 37,02/quilos/ano em 2007, para 41,99 quilos/ano em 2018, um crescimento de 13,42% (ABPA, 2019). O frango é conhecido globalmente por ser um animal fornecedor de proteína de custo acessível, todavia é frequentemente associado a morbimortalidade em todo mundo, principalmente devido sua associação com patógenos alimentares (Feye et al., 2020). De acordo com a legislação brasileira, os produtos à base de carne devem ser processados sob condições higiênicas e sanitárias para evitar problemas físicos, contaminação química e microbiológica (Brasil, 2017).

Os abatedouros possuem diferentes sistemas para controlar possíveis incidentes, relacionados a qualidade, como a utilização do sistema de Pontos de Controle. De acordo com Martins et al. (2019), o APPCC atua preventivamente para garantir um produto livre de contaminantes físicos, químicos ou biológicos, nas etapas de fabricação, permitindo um controle antes da transformação final de produto, utilizando medidas corretivas e preventivas, para eliminar os perigos. Gabaron et al (2020), enfatizam que os alimentos de origem animal não são totalmente isentos de risco à saúde, pois sua riqueza em proteínas e água, facilitam a rápida deterioração e proliferação de micro-organismos que tenham sido adquiridos na criação das aves ou até mesmo na falha de manuseio na cadeia produtiva.

A carne de aves, possui baixa acidez e favorece a proliferação de patógenos de origem alimentar, como *Campylobacter* spp., *Escherichia coli*, *Salmonella enteritidis* e *Staphylococcus aureus*, especialmente quando as condições de processamento não são higiênicas (Oloo et al., 2017). *Salmonella* spp. tem sido associado a carne de aves e seus produtos, como uma das principais causas de gastroenterite em humanos, em decorrência de relatos a prevalência desse patógeno em ambientes de produção e plantas de processamento, associados ao tratamento inadequado durante o manuseio, cozimento ou pós cozimento e armazenamento (Waghmare et al .,2019). Assim, na indústria avícola faz-se necessário a identificação dos Pontos Críticos de Controle, nas etapas da produção que podem oferecer perigos à saúde do consumidor, na forma de intoxicações alimentares e Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's), principalmente causadas por *Salmonella* spp. (Souza, et al 2017).

A Análise de Perigos e o Pontos Críticos de Controle (APPCC), é baseada em um processo para identificar, controlar, reduzir ou eliminar quaisquer perigos em potencial para garantir a segurança dos alimentos (Oloo et al., 2017). Considerada uma ferramenta de gestão que surgiu na década de 1960, o sistema APPCC, tem sido amplamente empregado em diversos serviços de produção de alimentos sendo recomendado pelo *Codex Alimentarius* e pela FAO, o que levou a sua rápida expansão e aceitação (Pulido et al., 2017). Nesse sentido, o estudo de incidentes de perigos físicos, químicos e biológicos em produtos à base de carnes, pode ser útil para a administração da indústria avaliar o impacto desses perigos e tomar ações diferentes para resolver os problemas (Cavalheiro et al., 2020). O presente trabalho objetiva identificar os PCCs (pontos críticos e controle) em um abatedouro de



aves, sob fiscalização do Serviço de Inspeção Estadual (SIE), localizado na região metropolitana de Belém, estado do Pará.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

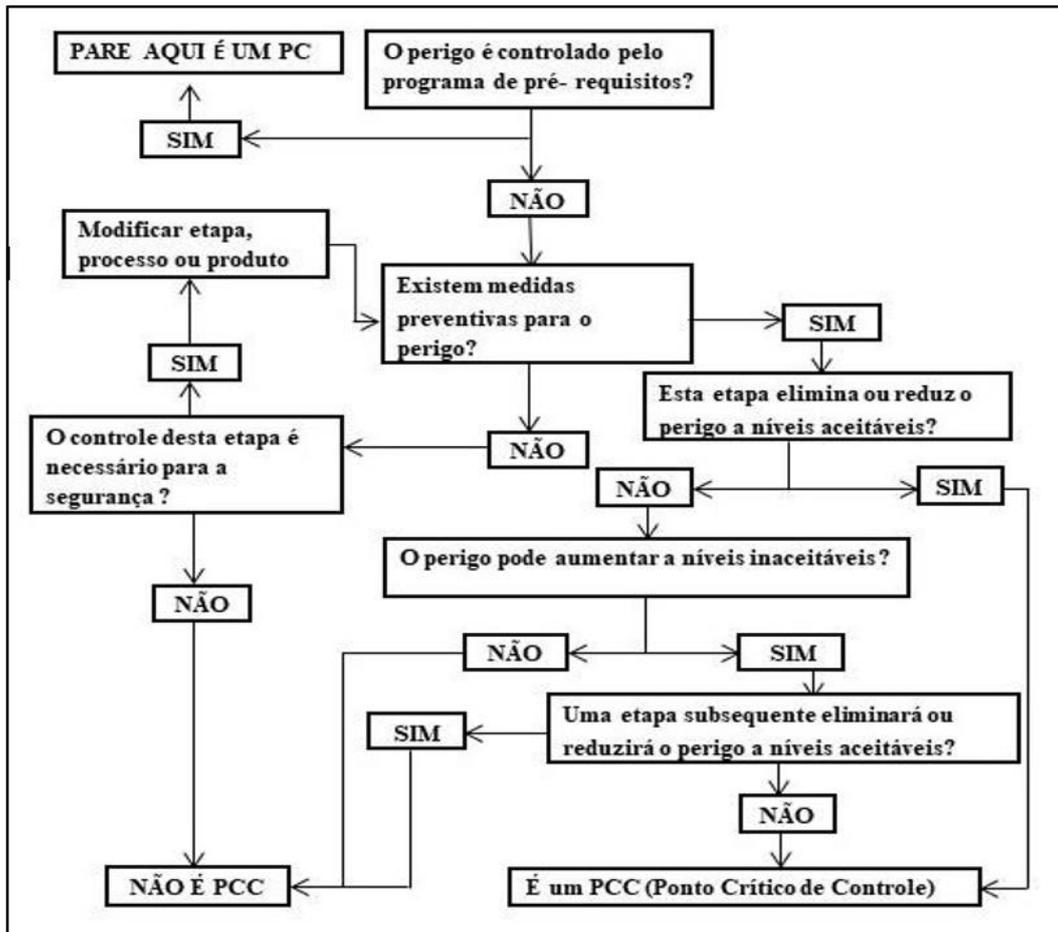
O estabelecimento realiza abate de aves e possui selo de Inspeção Estadual (SIE). Encontra-se localizado em perímetro urbano, no município de Santa Izabel do Pará, no estado do Pará, Brasil, possui capacidade média de 10.000 abates de aves/dia e sua produção é destinada ao mercado interno. Apresenta alvará de funcionamento apresentando-se

em conformidade a legislação vigente. O Abatedouro estudado possui certificações de programas de qualidade como, Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e as Boas Práticas de Fabricação (BPF).

A pesquisa possui caráter exploratório-descritivo, sendo enquadrada em um estudo de caso. Para identificar os pontos críticos, foi utilizada parte da ferramenta do programa APPCC, tendo como base o fluxograma de processamento de abate das aves. A determinação dos pontos críticos de controle, foi feita a partir de uma avaliação lógica de todos os perigos e de suas medidas de controle, essa avaliação utiliza como ferramenta a árvore decisória (Figura 1). Ferramenta essa estabelecida pela Portaria 46, de 10/02/1998, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA (BRASIL, 1998). Os PCC's identificados, foram classificados de acordo com sua característica em Perigo Biológico (PB), Perigo Físico (PF) e Perigo Químico (PQ).



Figura 1: Árvore Decisória utilizada para a identificação dos Pontos Críticos (PC's) e Pontos Críticos de Controle (PCC's)



Fonte: adaptado da Portaria 46, de 10/02/1998, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

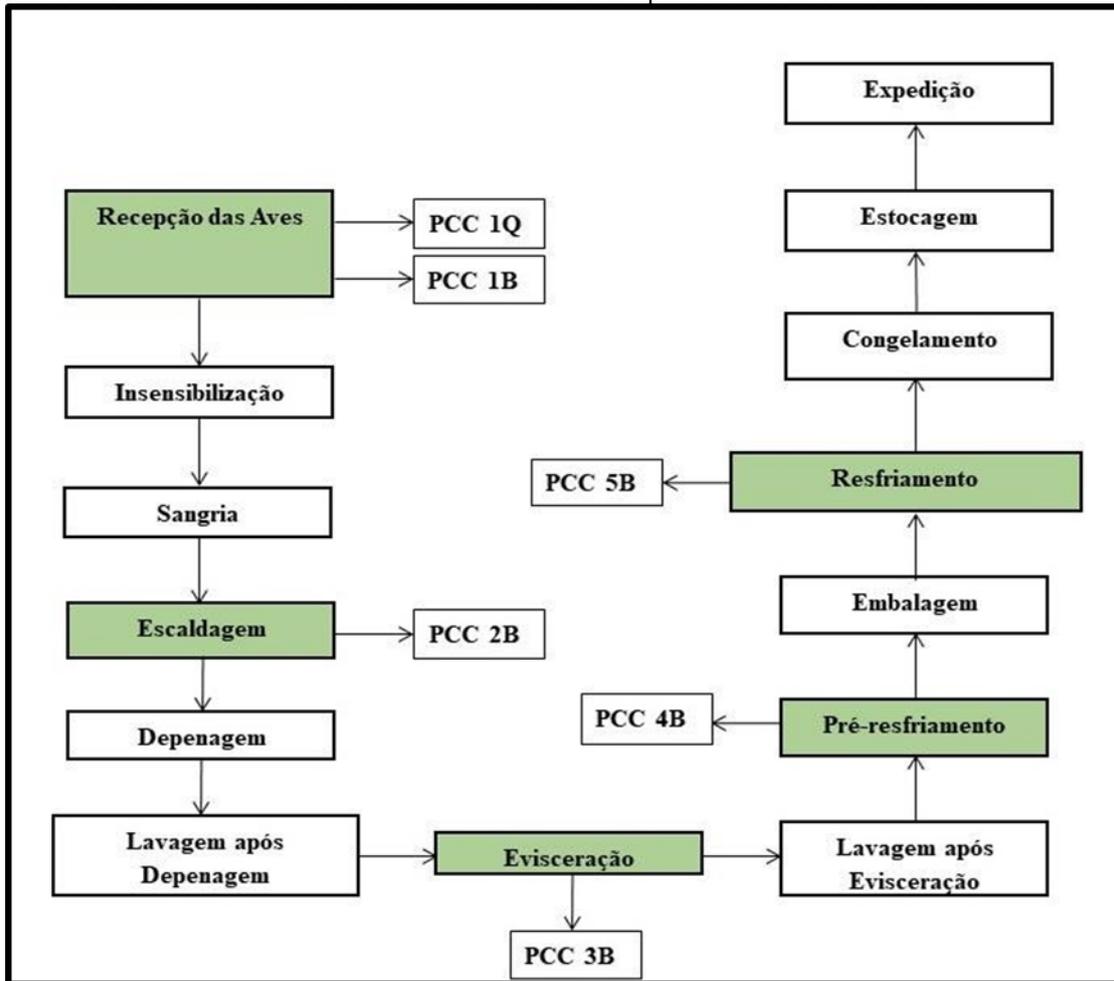
A aplicação da árvore decisória, na linha de abate, foi por meio de inspeção visual, 'In locu'.

### 3 RESULTADOS

Com as observações realizadas *in loco* na linha de abate, foi possível traçar um fluxograma de abate de aves do referido estabelecimento, realizar a aplicação da árvore decisória nas referidas etapas, e podem ser observadas na figura 2.



Figura 2: Fluxograma de abate de aves e relação com os Pontos Críticos de Controle (PCC's) identificados a partir da aplicação da Árvore Decisória em um abatedouro de aves no município de Santa Izabel do Pará-PA.



Com utilização da árvore decisória, nas etapas distintas do fluxograma de abate de aves, foi possível identificar os pontos críticos e os Perigos Biológicos (PB), Perigos Físicos (PF) e Perigos Químicos (PQ). E estão dispostos na tabela 1.



Tabela 1. Respostas da aplicação da Árvore Decisória para identificação dos Pontos Críticos de Controle (PCC's) e Perigos Biológicos (PB), Perigos Físicos (PF) e Perigos Químicos (PQ em um abatedouro de aves localizado no município de Santa Izabel do Pará-PA.

Aplicação da árvore decisória	Etapas do Processamento				
	Recepção das Aves	Escaldagem	Evisceração	Pré-Resfriamento	Resfriamento
Perigos significativos	Químico/ Biológico	Biológico	Biológico	Biológico	Biológico
O perigo é controlado pelo programa de pré-requisitos?	Não	Não	Não	Não	Não
O controle dessa etapa é necessário para a segurança do produto?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Existem medidas preventivas para o perigo?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Está etapa elimina ou reduz o perigo a níveis aceitáveis?	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
O perigo pode aumentar a níveis inaceitáveis?	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Uma etapa subsequente eliminará ou reduzirá o perigo a níveis aceitáveis?	Não	Não	Não	Não	Não
<b>PCC</b>	<b>PQ1 / PB1</b>	<b>PB2</b>	<b>PB3</b>	<b>PB4</b>	<b>PB5</b>

\*PQ: perigo químico e PB: perigo biológico.

Os resultados obtidos demonstraram que, no abatedouro em análise, foram identificados seis PCC's. Desses, um perigo foi identificado como possível risco químico (PQ1) e os outros cinco como perigos Biológicos (PB2 a PB5). O PCC's PQ1 e PB1 foram identificados inicialmente na etapa de recepção das aves, uma vez que durante esse procedimento deve-se verificar se há ou não a presença de resíduos químicos, ou seja, cumprimentos de prazos de medicamentos aplicados no decorrer do crescimento das aves, até mesmo pesticidas, bem como a presença de patógenos, causando sinais clínicos como febre, sob peso, e outros, fazendo a necessidade de avaliações visuais nos animais recepcionados no abatedouro. Além, de atender as normas vigente de *Salmonella spp.*

Já na etapa de Escaldagem identificamos com PCC, onde foi caracterizado PB2, principalmente por enterobactérias, pois existe o controle da temperatura da água para que não ocorra proliferação desses agentes microbianos. Durante a realização do trabalho, observou-se que a temperatura da escaldagem oscilava entre 50°C a 60°C, ressaltando, a troca da água do tanque era feita com o tempo maior do que o permitido pela legislação vigente. Também temos PCC's, durante as etapas de Evisceração (PB3) Pré-Resfriamento (PB4) e Resfriamento (PB5) foram identificados perigos biológicos, pela possibilidade de contaminação fecal, biliar e de papo (no caso específico do PB3) e pela necessidade de monitoramento da temperatura, para que não ocorra contaminação bacteriana (PB4 e PB5).



## 4 DISCUSSÃO

O sistema de controle que aborda a segurança na cadeia do abatedouro se mostrou eficiente, pois conforme descrito por Lemos et al. (2018) o APPCC é um método embasado em princípios técnicos e científicos, visualizando cada etapa e seus perigos, onde se sabe pontualmente quando atuar no processo, retificar algum padrão que estiver fora do limite crítico de controle, além do mais, quais os critérios preventivas para que não ocorram problemas na cadeia produtiva. Em nosso estudo, identificamos a necessidade crucial de existência de um plano APPCC para apoiar esse princípio na melhoria de instalações e monitoramento.

Logo, esse sistema de qualidade foi capaz de identificar possíveis PCC's com base no fluxograma e a árvore decisória do APPCC. Para Berti e Santos (2016), O controle de qualidade de uma indústria alimentícia é regulamentado por leis que se baseiam em garantir que o alimento não possua contaminantes físicos, químicos ou biológicos, apesar disto, vários relatos retratam falhas na produção e produtos inadequados que foram liberados para venda no mercado consumidor.

O perigo químico (PQ1) identificado na etapa de recepção, se caracterizou como PCC, pois o monitoramento e a avaliação do boletim sanitário é realizado por lote, havendo o cuidado no prazo das drogas sendo aplicadas ao longo do desenvolvimento das aves, além do mais avalia com intuito de garantir que nenhuma droga não permitida tenha sido administrada, com isso, Brasil (1998), ressalta a necessidade de avaliar a presença de resíduos medicamentosos, como forma de controle sanitário. Assim como Lemos et al. (2018), afirmam que presença drogas veterinárias, podem apresentar perigo ao consumidor, devido ao não cumprimento do prazo de carência para o produto aplicado e sobre dosagem. De maneira semelhante, corroborando com os resultados obtidos, Bo et al. (2017), identificaram quatro pontos críticos de controle, ao realizarem uma pesquisa em um abatedouro de aves localizado na região de Nakuru, no Quênia, os referidos autores também consideraram a etapa de recepção como PCC, porém avaliaram que essa representava apenas um risco químico para o estabelecimento em análise. Outros Relatórios recentes de estudos de prevenção em alguns países destacaram os tecidos e órgãos de frango contaminados por metais pesados (Benouadah et al., 2015; Makanjuola, 2016; Ogu et al., 2017; Mottalibet al., 2018).

O *Codex alimentarius*, aconselha sobre a importância dos procedimentos de monitoramento e documentação em um plano HACCP para carne e produtos à base de carne (Codex, 2005). O sistema APPCC, tem a finalidade de analisar as etapas de produção de alimentos. E identificar os perigos potenciais a saúde dos consumidores através da ação de micro-organismos patógenos. Alguns autores (Zweifel et al, 2014; Althaus et al 2017), destacam a importância de avaliar o processo de abate e a identificação das etapas que podem aumentar ou diminuir a contaminação das carcaças. Bem como para Oloo et al (2017), a implementação de um sistema APPCC ainda apresenta a melhor maneira de garantir produtos seguros de carne e aves.



A etapa de recepção, foi considerada um PCC, não somente pela identificação do perigo químico, mas bem como, por apresentar perigo biológico PB1, por questões sanitárias como o risco da presença de *Salmonella* spp., principalmente no transporte, pois micro-organismos podem ser eliminados pelas fezes e de outros agentes que possam acometer o frango. De acordo com Maharjan et al. (2019), em abatedouro, na linha de produção, a recepção de aves é a principal fonte de contaminação com micro-organismos patogênicos.

De acordo com a Embrapa (2018), a etapa de Escaldagem, caracteriza-se como a etapa após a sangria, na qual as aves são imersas em um recipiente com água quente (55 a 60°C), durante um período de 90 a 120 segundos. Esse procedimento é realizado para facilitar a retirada das penas na etapa de depenagem, No presente estudo foi identificado um PCC a etapa de escaldagem, tendo como P2B, pois a falta de monitoramento da temperatura da água na etapa de escaldagem das carcaças evidencia um perigo distinto para a proliferação microbiana, de fato alguns autores (Zweifel, Althaus e Stephan, 2015; Belluco et al., 2016), afirmam que após aplicação de estudos correlatos, a contaminação microbiológica de carcaças de frangos apontaram que as maiores contagens de micro-organismos no abate de aves são evidenciadas entre as etapas de escaldagem e evisceração.

Em nossa abordagem na linha de abate do estabelecimento estudado, observou-se que a temperatura da escaldagem oscilava entre 50°C a 60°C. Lemos et al. (2018), afirmam que a temperatura de escaldagem deve se apresentar acima de 62°C, em virtude do risco de ocorrer uma contaminação bacteriana de carcaça por falha de temperatura nessa etapa. Também, identificamos no presente estudo que a água utilizada na etapa de depenagem permaneciam nos tanques por mais de quarenta minutos, que de acordo com Incili et al. (2018), a água utilizada na escaldagem deve ser substituída nos tanques por água limpa em um período menor que 30 min, para que o processo seja eficaz.

Outra etapa que corresponde a um ponto crítico de controle é a evisceração, nesta etapa foi identificado PB3, todas as carcaças são revisadas e aquelas que apresentarem algum tipo de contaminação (de origem biliar ou fecal) são retiradas da linha de abate para que se faça os cortes necessários, resultado que corroboram com o estudo de Alonso et al. (2012) no qual relatam o processo de evisceração ineficaz aliado a presença de ruptura do intestino, sendo esse atribuído a contaminação cruzada durante as fases de abate. Os processos de evisceração ineficientes podem contribuir para a dispersão desse e de outros enteropatógenos contribuindo significativamente para a contaminação das carcaças, e esteiras condutoras de cortes de frango (CDC, 2016).

Nas as etapas Pré-Resfriamento (PB5) e Resfriamento (PB6) foram identificados pontos críticos de controle, pela possibilidade de contaminação por meio relacionados a temperatura, para que não ocorra contaminação e proliferação bacteriana. Conforme Murray (2016) O controle dos perigos biológicos para a prevenção do crescimento de patógenos fundamenta-se em parâmetros de tempo e



temperatura, de forma a prevenir o crescimento exponencial de bactérias eventualmente presentes ou que no mínimo assegurem a manutenção das mesmas na fase lag, durante todo processo industrial. Esta situação é assegurada, pelo estabelecimento do limite crítico entre o binômio tempo e temperatura, onde, uma variação validada como base em estudos de microbiologia preditiva, de forma a garantir a ausência de multiplicação de patógenos e a produção de toxinas, respeitado o resfriamento dos cortes a 4°C em até quatro horas (BRASIL, 2019).

Resultados semelhantes aos obtidos no presente foram descritos por alguns autores, que ressaltam as etapas mais críticas na linha de abate. De acordo com Pacholewicz et al. (2015), os batedouros de aves localizados na Alemanha e na Holanda, as etapas de depenagem e evisceração, são as etapas mais críticas durante o processamento de abate. Já nos estudos de Souza et al. (2014), quando avaliaram a origem da carga microbiana de carcaças de frangos e seus derivados relataram que a origem da microbiota presente em carcaças de aves, detectaram que essa contaminação é proveniente de aves vivas ou incorporadas em qualquer uma das fases do abate, sendo as mais críticas a escaldagem, a depenagem e a evisceração.

Outras pesquisas realizadas em diferentes estabelecimentos são dadas pertinentes para a contribuição no estudo em questão, autores tem apresentados a identificação de pontos críticos na indústria de aves em diferentes localidades, obtendo resultados semelhantes ao nosso estudo, Kim et al. (2017), quando avaliaram pontos críticos de controle em abatedouros de aves nos EUA, verificaram que as etapas de escaldagem, depenagem, evisceração e resfriamento poderiam representar PCC's. Baptista et al. (2018), quando observaram a prevalência de patógeno em carcaças de aves, em um abatedouro na Região Centro-Sul Fluminense do estado do Rio de Janeiro, concluíram que pode ter sido influenciada pela contaminação cruzada ocorrida no processamento tecnológico resultante do abate de lotes distintos no mesmo matadouro. Os dados acima expostos reafirmam que a particularidade da identificação dos PCC da linha de produção ocorre de acordo com o fluxograma analisado de cada empresa.

## 5 CONCLUSÃO

Conforme os principais pontos críticos de controle observados no estabelecimento, foram no momento do recebimento e beneficiamento devido ao controle principalmente da temperatura, assim com o tempo de processamento de abate até que as carcaças fossem congeladas. Para o estabelecimento atingir um produto final de alta qualidade, deve-se adotar medidas de controle na linha de produção e estabelecer a correta ação contínua de programas de qualidade. Ressaltando que o estudo dos referidos pontos é necessário nas diversas indústrias, uma vez que se referem a características específicas de cada estabelecimento.



## REFERÊNCIAS

- ABPA –ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL. Relatório anual 2019. Disponível em: < <http://abpa-br.org/mercados/#relatorios>> Acesso em: 20 de janeiro de 2020.
- ALONSO, M. Z. et al. Enteropathogenic (EPEC) and Shigatoxigenic Escherichia coli (STEC) in broiler chickens and derived products at different retail stores. *Food Control*, v. 23, n. 2, p. 351–355, 2012.
- ALTHAUS, D.; ZWEIFEL, C.; STEPHAN, R. Analysis of a poultry slaughter process: influence of process stages on the microbiological contamination of broiler carcasses. *Italian journal of food safety*, v. 6, n. 4, 2017.
- AZEVEDO, G. S. et al. Produção de aves em sistema orgânico. *PUBVET*, Maringá, v. 10, n. 4, p. 327-333, abr. 2016.
- BAPTISTA, D. Q. et al. Prevalence and antimicrobial susceptibility of Salmonella spp. serotypes in broiler chickens and carcasses in the State of Rio de Janeiro, Brazil. *Pesquisa Veterinária Brasileira*, v. 38, n. 7, p. 1278-1285, 2018.
- BENOUADAH, A.; DIAFAT, A.; DJELLOUT, B. Assessment of trace heavy metals contents of chicken from Algeria. *Int. J. Plant Anim. Environ. Sci*, v. 5, n. 2, p. 45-50, 2015.
- BRASIL. Portaria nº 46, de 10 de fevereiro de 1998. Institui o Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle – APPCC. *Diário Oficial da União*, Seção 1, p. 24, 1998.
- BRASIL. Portaria nº 210, de 10 de novembro de 1998. Regulamento técnico da inspeção tecnológica e higiênico-sanitária de carne de aves. *Diário Oficial da União*, Seção 1, p. 226, 1998.
- BRASIL. Instrução Normativa, nº8 de 17 de fevereiro de 2017. Detecção de *Salmonella* spp. em aves e abate. *Diário Oficial da União*, Seção 1, p.32, 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto nº 9.013, de 29 de março de 2017. Regulamenta a Lei nº 1.283, de 18 de dezembro de 1950, e a Lei nº 7.889, de 23 de novembro de 1989, que dispõem sobre a inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 29 mar. 2017.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Departamento de inspeção de produtos de origem animal. Secretaria de defesa agropecuária. Regulamento técnico de Inspeção Tecnológica e Higiênica Sanitário de Carnes de Aves. Portaria n. 74, 7 maio. 2019. Disponível em: . Acesso em: 20 out. 2019.
- Brasil. *Acta Scientiae Veterinariae* [Internet]. 2012 [Acesso Agosto 2019]; 40(1):1021. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/actavet/40-1/PUB%201021.pdf>. Portuguese.
- CAVALHEIRO, C. P. et al. Physical hazards in meat products: Consumers' complaints found on a Brazilian website. *Food Control*, v. 108, p. 106892, 2020.
- Centers for Diseases Control and Prevention (CDC). Food Safety. Disponível em: <<http://www.cdc.gov/foodsafety/diseases/index.html#c>>. Acessado em 26 agosto 2020.
- EMBRAPA. Estatísticas e Desempenho da Produção em 2017. Suínos e Aves. Disponível em: <https://www.embrapa.br/suinos-e-aves/cias/estatisticas/frangos/brasil>. Acesso em: 15 agosto 2020.



DE ALMEIDA GABARON, D. et al. Micro-organismos indicadores de contaminação de um abatedouro de frangos coloniais situado na região noroeste do estado do Paraná. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 8, p. 60998-61007, 2020.

FERREIRA, T. Z.; SESTERHENN, R.; KINDLEIN, L. Perdas econômicas das principais causas de condenações de carcaças de frangos de corte em Matadouros-Frigoríficos sob Inspeção Federal no Rio Grande do Sul, Brasil. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 40, n. 1, p. 1-6, 2012.

JUNIOR, A. B. F. et al. Influenza aviária: vigilância ativa em criações avícolas de subsistência no entorno do Sítio de aves migratórias de Panaquatira, Maranhão, Brasil/Avian influenza: active surveillance on subsistence poultry farms around the Panaquatira migratory bird site, Maranhão, Brazil. *Brazilian Journal of Development*, v. 6, n. 4, p. 17773-17782, 2020.

KIM, S. A. et al. Assessment of chicken carcass microbiome responses during processing in the presence of commercial antimicrobials using a next generation sequencing approach. *Scientific Reports*, v. 7, n. 1, p. 1-14, 2017.

LEMOS, G. M., et al. Implantação Do Sistema Appcc Integrado Ao Controle Estatístico De Processo No Abatedouro Industrial Agrolusa-São Luís, Ma. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.20, n.2, p.143-156, 2018.

MAKANJUOLA, O. M. Assessment of heavy metal in raw meat sold in some notable garages in Ogun State, South West, and Nigeria. *Int J Res Studies Biosci*, v. 4, n. 9, p. 10-13, 2016.

MAHARJAN, S. et al. Microbial quality of poultry meat in an ISO 22000: 2005 certified poultry processing plant of Kathmandu valley. *International Journal of Food Contamination*, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2019.

MASCHIO, M. M.; RASZL, S. M. Impacto financeiro das condenações post-mortem parciais e totais em uma empresa de abate de frango. *Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial-ISSN-1983-1838*, p. 26-38, 2012.

MENDES, A. A. Critérios de condenações: impactos nos resultados produtivos e na qualidade do produto: a visão da indústria. *Anais do XIV Simpósio Brasil Sul de Avicultura e V Brasil Sul Poultry Fair*, p. 23, 2013.

MOTTALIB, Md Abdul et al. Assessment of trace metals in consumer chickens in Bangladesh. *Journal of health and pollution*, v. 8, n. 20, p. 181208, 2018.

MURRAY, H. Connecting chromosome replication with cell growth in bacteria. *Current Opinion in Microbiology*, v. 34, p. 13-17, 2016.

OGU, Gideon Ikechukwu et al. Exposure assessment of chicken meat to heavy metals and bacterial contaminations in Warri metropolis, Nigeria. *International Journal of Scientific Innovations*, v. 1, 2018.

OLIVEIRA, A. A. et al. Principais causas de condenação ao abate de aves em matadouros frigoríficos registrados no serviço brasileiro de inspeção federal entre 2006 e 2011. *Ciência Animal Brasileira*, v. 17, n. 1, p. 79-89, 2016.

OLOO, B. O. et al. Design of a HACCP plan for indigenous chicken slaughter house in Kenya. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development*, v. 17, n. 1, p. 11616-11638, 2017.



PACHOLEWICZ, E. et al. Influence of food handlers' compliance with procedures of poultry carcasses contamination: A case study concerning evisceration in broiler slaughterhouses. *Food Control*. v. 68, p. 367-378, 2016.

PULIDO, Y. A. G. et al. Application of the dictionary of activities to the food safety management system. *Revista Brasileira de Pesquisa em Turismo*, v. 11, n. 3, p. 387-412, 2017.

SENAR. Balanço 2016/Perspectivas 2017. Manual da Confederação e Pecuária do Brasil- CNA. 2016.

SOUZA, G. C. et al. Característica microbiológica da carne de frango. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 10, n. 2, p. 12-17, 2014.

WAGHAMARE, R. N. et al. Quantifying the *Salmonella* spp. at critical stages of poultry processing by miniature MPN techniques (mMPN). *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 7(2):1089-1093, 2019.

ZWEIFEL, C.; CAPEK, M.; STEPHAN, R. Microbiological contamination of cattle carcasses at different stages of slaughter in two abattoirs. *Meat science*, v. 98, n. 2, p. 198-202, 2014.

ZWEIFEL, C.; ALTHAUS, D.; STEPHAN, R. Effects of slaughter operations on the microbiological contamination of broiler carcasses in three abattoirs. *Food Control*, v. 51, p. 37-42, 2015.

ZWEIFEL, C.; CAPEK, M.; STEPHAN, R. Microbiological contamination of cattle carcasses at different stages of slaughter in two abattoirs. *Meat science*, v. 98, n. 2, p. 198-202, 2014.

## A problemática da resistência aos antimicrobianos na avicultura e a busca por produtos alternativos como o extrato de *Pereskia aculeata* Mill



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-037>

### **Taniara Suelen Mezalira**

Médica Veterinária. Doutora em Ciência Animal. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos, Universidade Paranaense, UNIPAR, Umuarama, PR

### **Gabriela Rocha Santos**

Médica Veterinária. Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos, UNIPAR

### **Luiz Paulo de Oliveira**

Engenheiro Agrônomo. Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos, UNIPAR

### **Ezilda Jacomassi**

Farmacêutica. Professora do Mestrado Profissional em Plantas Medicinais e Fitoterápicos na Atenção Básica, UNIPAR, Umuarama, PR

### **Rafaela Galves Ferreira**

Médica Veterinária. Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos, UNIPAR

### **Maria Augusta Dorigan Bondezan**

Médica Veterinária. Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos, UNIPAR

### **Camila de Cuffa Matusaiki**

Médica Veterinária. Mestranda pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos, UNIPAR

### **Izabela Camilotti Dorneles**

Médica Veterinária. Doutoranda pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos, UNIPAR

### **Kecilly Nogueira Martins**

Acadêmica do curso de Engenharia Agrônômica, UNIPAR.

### **Marina Pereira da Silva Bocchio Barbosa**

Enfermeira. Mestranda pelo Mestrado Profissional em Plantas Medicinais e Fitoterápicos na Atenção Básica, UNIPAR

### **Maria Eduarda da Silva Melo**

Acadêmica do Curso de Medicina Veterinária, UNIPAR.

### **Luciana Kazue Otutumi**

Médica Veterinária. Professora do curso de Medicina Veterinária e do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal com Ênfase em Produtos Bioativos, UNIPAR.

### **RESUMO**

Na avicultura diversos microrganismos geram preocupações, entre elas, enterobactérias que possuem a capacidade de causar doenças no homem e nos animais, tais como a *Escherichia coli* e *Salmonella spp.* A prevenção e o controle são as melhores soluções para garantir a sanidade das aves, no entanto, com os avanços da produtividade da cadeia avícola, o uso de diversas classes de antimicrobianos para o tratamento de infecções ou como melhoradores de desempenho muitas vezes é necessário, o que tem contribuído para o aparecimento de cepas bacterianas resistentes ou multirresistentes, tornando-se uma preocupação em termos de saúde única, visto que bactérias com perfil de resistência têm sido detectadas em carcaça de frango de corte. Dessa forma, há uma busca por produtos alternativos, como a *Pereskia aculeata* Mill, popularmente conhecida como Ora-pro-nóbis. As plantas destacam-se por apresentarem diferentes compostos bioativos. No entanto, as diferentes formas de extração, podem justificar as diferenças em seus efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios ou antioxidantes. Na literatura, a maioria dos trabalhos avalia o efeito da *Pereskia aculeata* Mill. em função de seu alto valor nutritivo. Por outro lado, têm crescido os estudos relacionados à sua capacidade antioxidante e antimicrobiana. O objetivo desta revisão foi abordar os problemas relacionados com a resistência de bactérias da cadeia produtiva avícola e a busca por novos



agentes com capacidade antimicrobiana, tais como a Ora-pro-nóbis.

**Palavras-chave:** Enterobactérias, Ora-pro-nóbis, Plantas medicinais.

## 1 INTRODUÇÃO

No cenário brasileiro do agronegócio, a avicultura é uma das áreas que mais avançou nos últimos anos. Segundo a Associação Brasileira de Proteína Animal [1], em 2021, o Brasil se manteve como o maior exportador e terceiro maior produtor mundial de carne de frango e o consumo *per capita* da carne de frango em relação aos anos anteriores aumentou consideravelmente, chegando a 45,56 kg por habitante.

Diante desta grande demanda, e associado ao crescimento da indústria avícola, a mesma proporcionou uma fonte de proteína de rápida disponibilidade e de baixo custo. Contudo, por ser uma criação intensiva e de alta densidade, a utilização de antimicrobianos se torna necessária seja para o controle ou prevenção de infecção das aves [2, 3]. Isso aumentou a necessidade de cuidados com a prevenção de doenças e as medidas de controlar ou eliminar microrganismos indesejáveis [4], aumentando o uso de antimicrobianos como melhoradores de desempenho ou de forma terapêutica. Por outro lado, o aumento de bactérias resistentes a múltiplos agentes antimicrobianos tornou-se uma ameaça à saúde pública, pois pode não haver nenhum agente antimicrobiano eficaz para o tratamento das infecções [5].

Isso demonstra a necessidade de busca de produtos alternativos, tais como os extratos de plantas medicinais. Nesse contexto, a *Pereskia aculeata* Miller, conhecida no Brasil como Ora-pro-nóbis, se destaca por sua capacidade antioxidante [6] mas que ainda foi pouco explorada como antimicrobiana na produção animal.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

Na avicultura, alguns dos microrganismos que geram preocupações são as bactérias da ordem Enterobacteriales, que constituem um grupo de bactérias Gram-negativas comumente encontradas na microbiota intestinal de animais, como nas aves, e no homem, podendo ainda ser encontradas no solo, na água e vegetações [7].

As enterobactérias são reconhecidamente capazes de causar doença no homem e animais, sendo responsáveis por inúmeras Infecções Relacionadas à Assistência em Saúde (IRAS) como infecções urinárias, sepse, entre outras e intestinais em muitos países [8, 9 e 10].

Diversos microrganismos de importância para a saúde humana têm sido isolados em carne de frango, como por exemplo, *Escherichia coli*, *Pseudomonas* spp., *Klebsiella* spp., *Salmonella* spp. e *Citrobacter* spp. Entre eles, destacam-se as bactérias do gênero *Salmonella*, visto que estão associadas a um grande número de casos envolvendo toxinfecção alimentar em humanos [11] que atualmente tem sido enquadrada dentro do grupo de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar (DTHA) no Brasil.



De acordo com o informe 2022 do Ministério da Saúde [12] entre os anos de 2012 a 2021 foram notificados 6347 surtos de DTHA, tendo como os agentes etiológicos mais identificados nos surtos as bactérias *E. coli* (29,6%), *Staphylococcus aureus* (12,9%) e *Salmonella* spp. (11,2%).

A *E. coli* é uma das principais bactérias da família Enterobacteriaceae de importância nas aves causadoras de infecções, podendo atuar como agente primário ou secundário, acarretando perdas econômicas, principalmente em decorrência de condenações no abate [13]. Diante dessas infecções, a *E. coli* tem sido constantemente desafiada pelo uso de antimicrobianos, favorecendo a cepas comensais da microbiota dos animais adquirirem genes de resistência e como consequência o desenvolvimento de resistência [14].

As cepas de *E. coli* podem ser separadas em grupos filogenéticos de acordo com seus genes [15], sendo algumas conhecidas por serem patogênicas e causarem doenças fora do intestino, sendo assim denominadas de *E. coli* patogênica extraintestinal (ExPEC), ao qual inclui a *E. coli* patogênica aviária (APEC), que é responsável por uma série de enfermidades na produção avícola [16].

Sendo assim, sua patogenicidade está relacionada com a presença de genes que expressam fatores de virulência e por sua vez apresentam maior resistência a drogas antimicrobianas, dificultando os tratamentos e gerando uma grande preocupação em termos de saúde única, visto que cepas de *E. coli* com genes de resistência foi detectada em carcaças de frango de corte [17].

A presença de *Salmonella* spp., também se destaca como uma importante bactéria em frangos de corte, encontrada em uma ampla variedade de ambientes de produção animal e que apresenta importância a saúde pública mundial associada ao consumo de produtos de origem animal contaminados [18], inclusive carcaças e produtos derivados de frangos, ocasionando surtos de DTHA em seres humanos [19, 20]. No entanto, a contaminação *Salmonella* spp. varia de acordo com as condições de manejo, produção e criação das aves, assim como as medidas higiênico-sanitárias de abatedouros [21]. Este microrganismo reside no trato intestinal das aves, levando a prejuízos na produção, mortalidade dos animais, além de contaminar carcaças abatidas e consequentemente os produtos para o consumo humano, provocando prejuízos financeiros e riscos à saúde humana [22].

Devido ao grande impacto na saúde que as enterobactérias apresentam, a prevenção e o controle são as melhores soluções para barrar o problema e garantir a sanidade das aves, no entanto, o uso de diversas classes de antimicrobianos para o tratamento de possíveis infecções ou a utilização de antimicrobianos como melhoradores de desempenho tem contribuído para o aparecimento de cepas bacterianas resistentes [23], tornando-se uma preocupação para saúde pública mundial e uma limitação para segurança alimentar [24].

Além disso, podem surgir bactérias multirresistentes, ou seja, resistentes a diferentes classes de antimicrobianos e as enterobactérias se destacam entre esses microrganismos e que causam diferentes tipos de infecções nos hospitais e na comunidade, gerando resultado significativo no uso de



antibióticos e nos resultados de pacientes [25] e que podem estar relacionados ao uso intensivo de antimicrobianos na produção animal, tanto de forma profilática quanto terapêutica, ou mesmo como melhoradores de desempenho (aditivo de ração) [26].

Segundo o critério estabelecido por Magiorakos et al. (2012) [5], bactérias são consideradas multirresistentes quando não suscetíveis a pelo menos um agente em três ou mais classes antimicrobianas. Entretanto, os autores não englobam os antimicrobianos beta-lactâmicos em uma única categoria.

De acordo com Silva e Lincopan (2012) [26] os antimicrobianos beta-lactâmicos incluem penicilinas, cefamicinas, cefalosporinas, monobactâmicos e carbapenêmicos. O principal mecanismo associado à resistência aos beta-lactâmicos se relaciona à produção de beta-lactamases, o qual juntamente com o uso de antimicrobianos na produção animal tem favorecido a seleção de enterobactérias produtoras de ESBL com potencial para disseminação por meio de contato direto e consumo de alimentos contaminados. Estes microrganismos oriundos do ciclo de produção animal são alarmantes para o Brasil diante da importância que a exportação de carnes assume para o agronegócio além de grande problema de saúde pública.

Frente à preocupação com a saúde única, e diante das restrições do uso de antimicrobianos na produção, intensificaram-se as pesquisas por novos agentes antimicrobianos e aditivos alternativos capazes de prevenir patógenos e ingredientes que promovam a integridade, o desenvolvimento e o bom funcionamento do intestino [27, 28].

Diante disso, pensando em substitutos aos antimicrobianos melhoradores de desempenho e aditivos alimentares que possam potencializar efeitos benéficos no trato gastrointestinal destacam-se os ácidos orgânicos, enzimas exógenas, probióticos, prebióticos, simbióticos, óleos e extratos vegetais [29, 27, 30, 31].

Estudos têm demonstrado que tais aditivos promovem efeito benéfico na microbiota intestinal. O uso de probióticos, fontes de microrganismos viáveis, geralmente compostos por bactérias do gênero *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Bacillus* e *Bifidobacterium* [32, 33] e prebióticos, substâncias extraídas de plantas e leveduras [34], melhoram a conversão alimentar em relação à dieta sem aditivos para frangos de corte [30].

Atualmente trabalhos têm sido desenvolvidos com o uso de óleos essenciais ou extratos de plantas como alternativa aos antimicrobianos na nutrição de aves [35, 36, 37].

As plantas destacam-se como fonte de novos agentes antimicrobianos por apresentar uma diversidade molecular superior àquela derivada dos processos de síntese química [28].

Os compostos e substâncias ativas provenientes das plantas resultam em efeitos benéficos, no entanto, a grande dificuldade está em identificar e quantificar os efeitos de cada composto disponível entre as diversas variedades de espécies e inúmeras substâncias existentes [38, 39].



Os extratos vegetais são obtidos das plantas por meio de diferentes processos de extração com o objetivo de selecionar substâncias bioativas [40] capazes de apresentar efeitos antimicrobianos, anti-inflamatórios ou antioxidantes [41, 42, 43] o que é determinado pela presença de diferentes princípios ativos ou ainda pelos seus componentes secundários [42].

Um dos extratos avaliados na nutrição de frangos de corte é o extrato de orégano. Bozkurt et al. (2009) [44], avaliaram seu uso na dieta de frangos de corte no período de um a 21 dias e verificaram melhora do desempenho e redução nos índices de conversão alimentar. Além disso, o extrato de orégano apresentou propriedades antimicrobianas frente a isolados oriundos do ceco das aves aos 42 dias de idade, relacionados à presença de compostos como carvacrol e timol [36].

A utilização de extratos vegetais na alimentação animal apresenta predileção por parte dos consumidores, por tratar-se de produtos naturais, que remetem a ideia de produtos mais seguros sem risco à saúde humana [45, 34]. Por outro lado, é crescente os estudos sobre a atividade biológica das plantas como novos agentes antimicrobianos, e nesse contexto, a *Pereskia aculeata* Miller, conhecida no Brasil como Ora-pro-nóbis possui vantagens relacionadas ao alto valor nutritivo das folhas [46], mas que foi pouco estudada em termos de efeito antimicrobiano [47].

A *Pereskia aculeata* pertence à família Cactacea, é originária dos trópicos, nativa das Américas e possui 22 sinonímias de acordo com *Royal Botanic Gardens- Plants of the World Online* [48]. Além disso, apresenta característica perene, possui caules finos na forma de trepadeira, podendo atingir dez metros de altura, com ramos longos, folhas pequenas, carnudas e suculentas, com presença de mucilagem [46, 49, 50]. Os frutos de Ora-pro-nóbis são pequenos e amarelos, além disso, a planta possui falsos espinhos (acúleos) no caule [51].

A Ora-pro-nóbis (OPN) está distribuída do Nordeste ao Sul do Brasil [52], sendo considerada bastante resistente à seca, rica em proteína, vitaminas e minerais, e por isso considerada de grande potencial para utilização como complemento alimentar de populações tradicionais no âmbito mundial [51].

Na medicina popular, utilizam-se folhas de Ora-pro-nóbis como emoliente externo devido sua ação anti-inflamatória, principalmente para tratamentos de pele por queimaduras [53, 50, 54, 55] e na forma de chás com ação expectorante com destaque para os frutos [54], além de ser boa fonte de carotenóides, demonstrando sua atividade antioxidante [6]. Salienta-se ainda que a Ora-pro-Nóbis, possui floração rica em pólen e néctar, podendo ser utilizada para fins produtivos de mel [51].

Por seu alto teor de proteínas, a Ora-pro-nóbis é chamada de “carne de pobre”, cujo teor varia de 16,6% a 23,8% [56] no entanto, Takeiti et al. (2009) [57], encontraram maiores níveis (28,4%), sendo por isso considerada um complemento alimentar para humanos com acesso limitado à proteína animal [58, 59], prevenindo ou tratando deficiência nutricional a este nutriente [60].



A concentração de proteína em Ora-pro-nóbis é elevada até quando comparada com o arroz (7,6%), feijão (18,2%), grão de bico (8,9% de matéria seca- MS) e lentilhas (9,0 % de MS) [61, 62, 57].

Rocha et al. (2008) [63] determinaram a composição química da Ora-pro-nóbis desidratada e obtiveram 3,64% de lipídeos, 22,93% de proteína, 93,47 % de matéria seca e outros 12,64% de fibras. Já as análises feitas em folhas do Ora-pro-nóbis demonstraram a presença de 25% de proteína, sendo sua digestibilidade alta (85%). Além disso, possui aminoácidos essenciais, em teores elevados, destacando-se a lisina, cujo teor foi superior ao de vários alimentos comparados, como milho, couve, alface e espinafre com 0,23%, 0,05%, 0,05% e 0,16% de MS, respectivamente [64], e o aminoácido triptofano (5,52%) essencial para síntese de serotonina, hormônio regulador do sono e do humor, sendo esta concentração expressa mesmo comparada a do arroz e feijão, 0,87% e 0,27%, respectivamente [61, 62, 57]. As folhas de Ora-pro-nóbis são as tradicionais formas de consumo da planta, sendo utilizadas em preparações de farinhas, sopas, saladas, refogados, tortas, massas [60, 63, 54].

Destaca-se também como fonte de minerais, com grande quantidade de ferro, cálcio e zinco podendo ser comparada com a couve, espinafre e abobora por serem fontes ricas nestes minerais [59, 57]. Alguns estudos com folhas de Ora-pro-nóbis, destacam o elevado teor de cálcio e ferro [46, 63] tanto no caule como na folha [58]. Além disso, Duarte e Hayashi (2005) [50] e Mercê *et al.* (2001) [65] verificaram alto teor de fibras nas folhas desta planta.

A vitamina C e o ácido fólico apresentam-se em concentrações elevadas em folhas de Ora-pro-nóbis, 185,8 mg/100g de massa fresca e 19,3 mg/100g de massa fresca, respectivamente, dessa maneira, pode-se considerar que 50g de folhas de Ora-pro-nóbis diariamente seria suficiente para suprir as necessidades de um adulto para estas vitaminas [57].

Além das características nutricionais, a Ora-pro-nóbis, tem demonstrado interesse farmacêutico devido suas propriedades antioxidantes [6]. A presença de compostos fenólicos [6, 66] e atividade antioxidante da Ora-pro-nóbis já foram relatados na literatura [66]. Augusta e Nascimento (2013) [66] obtiveram teores de compostos fenólicos equivalentes a 495 mg/100 g de ácido gálico do extrato de folhas de Ora-pro-nóbis por meio do método de determinação de compostos fenólicos totais e outro com base no sequestro do radical livre 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH), sendo maiores do que os encontrados por Agostini-Costa et al. (2012) [6], onde avaliando o teor de compostos fenólicos dos frutos de Ora-pro-nóbis obtiveram 64,9 mg de equivalente de ácido gálico, porém neste estudo, foi possível detectar substâncias bioativas presentes também nos frutos de Ora-pro-nóbis.

Os compostos fenólicos destacam-se como sendo as principais substâncias relacionadas com a atividade antioxidante, estando presente de forma significativas nas folhas de Ora-pro-nóbis [67], além destes, flavonoides e alcaloides apresentam grande potencial antioxidante e citotóxico, não havendo atividade sobre células normais [68].



De acordo com Sousa et al. (2022) [69], os compostos fenólicos são normalmente as substâncias associadas com o potencial antioxidante de uma planta e estão largamente distribuídos na natureza e geralmente são encontrados em todo reino vegetal, estando presentes como uma mistura de diferentes compostos.

Em termos de efeito antimicrobiano, Souza et al. (2016) [70] comprovaram o potencial dos extratos de *Pereskia aculeata*, frente a microrganismos Gram-positivo e Gram-negativo, assim como para agentes fúngicos. Também a caracterização e quantificação dos compostos fenólicos e antibacterianos de *Pereskia grandifolia* registram a mesma como fonte alternativa de compostos benéficos à saúde, e com potencial antimicrobiano [71].

A atividade antimicrobiana do óleo essencial de Ora-pro-nóbis foi relatado por Belo et al. (2020) [72], por meio da avaliação da capacidade antimicrobiana frente aos microrganismos *Staphylococcus epidermidis* e *Klebsiella pneumoniae*, em concentrações até 90%, não obtendo resultados efetivos abaixo dessa concentração, demonstrando que a concentração de substâncias ativas com alta capacidade antimicrobiana no óleo essencial da planta têm atividade antimicrobiana sobre estes patógenos.

De forma similar, Pimenta et al. (2020) [73], avaliaram a capacidade antimicrobiana do óleo essencial de *Pereskia aculeata* frente a microrganismos encontrados nos jalecos de profissionais de saúde e evidenciaram atividade antimicrobiana contra diversas cepas bacterianas, sejam elas Gram-positivas, como cepas *Staphylococcus spp.* e *Bacillus spp.*

Os avanços da cadeia produtiva avícola, devido ao grande crescimento da produção nacional, da demanda e a exigência por parte dos consumidores por alimentos que sejam produzidos com alta qualidade e segurança alimentar, além do melhoramento genético, nutrição, manejo e sanidade que são considerados os principais pontos na obtenção do sucesso produtivo da cadeia, a presença de bactérias da ordem Enterobacteriales na produção avícola é de grande importância, uma vez que a ave é a espécie animal epidemiologicamente mais afetada por diversas espécies entéricas.

Diante do exposto, faz-se necessário a busca por novas substâncias com potencial antimicrobiano principalmente os compostos ou extratos vegetais, tal como o extrato de Ora-pro-nóbis, devido à suas propriedades já destacadas, no intuito de se garantir melhor desenvolvimento das matrizes de frangos de corte sem comprometer sua produtividade, garantindo a qualidade na produção de ovos e posteriormente progênie capaz de expressar as características desejadas na produção do frango de corte, como maior ganho de peso, baixa conversão alimentar e baixa mortalidade, além de um bom rendimento de carcaça e baixos níveis microbiológicos.



## REFERÊNCIAS

- ABPA. Associação Brasileira de Proteína Animal. Relatório anual 2021. São Paulo (SP): ABPA; 2022. [8 dez 2022]. Disponível em: <<https://abpa-br.org/wp-content/uploads/2022/05/Relatorio-Anual-ABPA-2022-vf.pdf>>.
- Magnusson U, Leweein SS, Eklund G, Rozstalnyy A. "Prudent and efficient use of antimicrobials in pigs and poultry." Roma: FAO Animal Production and Health Manual 23; 2019. [19 mar 2023]. Disponível em: <https://www.fao.org/3/ca6729en/CA6729EN.pdf>.
- Roth N, Käsbohrer A, Mayrhofer S, Zitz U, Hofacre C, Domig KJ. The application of antibiotics in broiler production and the resulting antibiotic resistance in *Escherichia coli*: A global overview. *Poult Sci*. 2019;98(4), 1791-1804, doi: 10.3382/ps/pey539
- Simas VS, Santos FFD, Gouvêa R, Aquino MHCD, Abreu DLDC, Nascimento ERD, Pereira VLDA. Pré-resfriamento na redução de coliformes em carcaças de frango de corte. *Cienc Rural*. 2013;43(9): 1618-1622.
- Magiorakos AP, Srinivasan A, Carey RB, Carmeli Y, Falagas ME, Giske CG, et al. Multidrug resistant, extensively drug resistant and pandrug resistant bacteria: an international expert proposal for interim standard definitions for acquired resistance. *Clin Microbiol Infect*. 2012;18: 268-281, doi: 10.1111/j.1469-0691.2011.03570.x
- Agostini-Costa TDS, Wondracek DC, Rocha WDS, Silva DBD. Carotenoids profile and total polyphenols in fruits of *Pereskia aculeata* Miller. *Rev Bras Frutic*. 2012;34:234-238, doi: 10.1590/S0100-29452012000100031
- García AP, Rodríguez FM. Enterobacterias. *Medicine*. 2010;10(51):3426-3431.
- Costa M, Rodrigues GMC, Gomes WM, Júnior AAR, Cardoso FMN. Principais micro-organismos responsáveis por infecções relacionadas à assistência em saúde (iras) em UTIs: uma revisão integrativa. *Revista Eletrônica da Faculdade Evangélica de Ceres*. 2019;8(1):30-30, doi: <https://doi.org/10.37951/refacer.v8i1.4480>
- Ewers C, Grobbel M, Stamm I, Kopp PA, Diehl I, Semmler T, et al. Emergence of human pandemic O25: H4-ST131 CTX-M-15 extended-spectrum- $\beta$ -lactamase-producing *Escherichia coli* among companion animals. *J antimicrob chemoth*. 2010;65(4):651-660, doi: 10.1093/jac/dkq004
- Kaper JB, Nataro JP, Mobley HL. Pathogenic *Escherichia coli*. *Nat Rev Microbiol*. 2004;2(2):123-140.
- Maciel WC, Freitas CMP, Pascoal Filho NM, Beleza AJF, Sousa Jucá MA, Castro Teixeira RS. Pesquisa de *Salmonella* e outros relevantes microrganismos em carcaças frescas e congeladas de codornas (*Coturnix coturnix*). *Conjecturas*. 2022;22(2):563-573.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Surtos de Doenças de Transmissão Hídrica e Alimentar. Informe 2022. Brasília (DF): MS; 2022. [16 jan 2023]. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dtha/publicacoes/surtos-de-doencas-de-transmissao-hidrica-e-alimentar-no-brasil-informe-2022/view>
- Camargo LRP, Suffredini IB. Impacto causado por *Escherichia coli* na produção de animais de corte no Brasil: revisão de literatura. *J. Health Sci. Inst*. 2015;33(2):193-97.



Szmolka A, Nagy B. Multidrug resistant commensal *Escherichia coli* in animals and its impact for public health. *Front Microbiol.* 2013;4:258, doi: 10.3389/fmicb.2013.00258.

Koga VL, Scandorieiro S, Vespero EC, Oba A, Brito BG, Brito KC, et al. Comparison of antibiotic resistance and virulence factors among *Escherichia coli* isolated from conventional and free-range poultry. *Biomed Res Int.* 2015;2015, doi: 10.1155/2015/618752

Agostinho JMA, Cardozo MV, Borzi MM, Marin JM. Antibiotic resistance and virulence factors among *Escherichia coli* isolates from avian organic fertilizer. *Cienc Rural.* 2020;50(2):e20180849, doi: 10.1590/0103-8478cr20180849

Seo KW, Lee YJ. Prevalence and characterization of plasmid mediated quinolone resistance genes and class 1 integrons among multidrug-resistant *Escherichia coli* isolates from chicken meat. *J Appl Poultry Res.* 2019;28(3):761-770, doi: 10.3382/japr/pfz016

Baptista DQ, Santos AF, Aquino MHC, Abreu DL, Rodrigues DP, Nascimento ER, et al. Prevalência e susceptibilidade antimicrobiana de sorotipos de *Salmonella* spp. isolados de frangos vivos e carcaças no estado do Rio de Janeiro. *Pesqui Vet Bras.* 2018;38(7):1278-1285, doi: 10.1590/1678-5150-PVB-5289

Kottwitz LBM, Back A, Leão JA, Alcocer I, Karan M, Oliveira TCRM. Contaminação por *Salmonella* spp. em uma cadeia de produção de ovos de uma integração de postura comercial. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2008;60(2):496-498, doi: 10.1590/S0102-09352008000200034

Tessari ENC, Cardoso ALSP, Castro AGMD, Zanatta GF. Prevalência de *Salmonella enteritidis* em carcaças de frango industrialmente processadas. *Hig Aliment.* 2003;17(1047):52-55.

Menezes LDM, Lima AL, Pena EC, Silva GR, Klein RWT, Silva CA, et al. Caracterização microbiológica de carcaças de frangos de corte produzidas no estado de Minas Gerais. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 2018;70(2):623-627, doi: 10.1590/1678-4162-9912

Gil de los Santos JR, Turnes CG. Probióticos em avicultura. *Cienc Rural.* 2005;35(3):741-747, doi: 10.1590/S0103-84782005000300042

Bezerra WGA, Horn RH, Silva ING, Teixeira RSC, Lopes ES, Albuquerque ÁH, Cardoso WC. Antibióticos no setor avícola: uma revisão sobre a resistência microbiana. *Archivos de zootecnia.* 2017;66(254):301-307, doi: 10.21071/az.v66i254.2335

Morales JFB, Godoy MDPD. Guía de uso prudente de antimicrobianos en la producción avícola. Colombia:Agrosavia; 2020.

Rodríguez-Baño J, Gutiérrez-Gutiérrez B, Machuca I, Pascual A. Treatment of infections caused by Extended-Spectrum-Beta-Lactamase-, AmpC-, and carbapenemase-producing Enterobacteriaceae. *Clin Microb Rev.* 2018;31(2):e00079-17, doi:10.1128/CMR.00079-17

Silva KC, Lincopan N. Epidemiology of extended-spectrum beta-lactamases in Brazil: clinical impact and implications for agribusiness. *J Bras Patol Med Lab.* 2012;48(2):91-99, doi: 10.1590/S1676-24442012000200004

Nunes AD, Vaz ACN, Raspantini LE, Silva EM, Albuquerque R. Desempenho e morfologia intestinal de frangos de corte alimentados com rações contendo aditivos alternativos a antimicrobianos. *Braz J Vet Res Anim Sci.* 2009;46(6):500-506, doi: 10.11606/S1413-95962009000600009



Silva VK, Silva JD, Gravena RA, Marques RH, Hada FH, Moraes VM. Yeast extract and prebiotic in pre-initial phase diet for broiler chickens raised under different temperatures. *Rev. Bras. Zootec.* 2010;39:165-174, doi: 10.1590/S1516-35982010000100022

Dalólio FS, Moreira J, Valadares LR, Nunes PB, Vaz DP, Pereira HJ, et al. Aditivos alternativos ao uso de antimicrobianos na alimentação de frangos de corte. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável.* 2015;5(1):86-94, doi: 10.21206/rbas.v5i1.281

Paz AS, Abreu RD, Costa MCM, Jaeger SMPL, Rocha APD, Ferreira BP, et al. Aditivos promotores de crescimento na alimentação de frangos de corte. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal.* 2010;11(2):395-402.

Souza LFA, Araujo DN, Lima Astolpho JL, Ambiel AC, Santos LS, Carmo AJ, et al. Probiótico e antibiótico como promotores de crescimento para frangos de corte. *Colloquium Agrariae.* 2010;6(2):33-39.

Bertechini AG. *Nutrição de monogástricos.* Lavras: UFLA; 2012.

Fuller, R. Probiotic in man and animals. *Journal of Applied Bacteriology.* 1989;66(5):365-378.

Torres RNS, Dreher A, Simioni TA. Uso de antibióticos como promotor de crescimento e seus possíveis substitutos ao seu uso em frangos de corte. *Nutritime Revista Eletrônica.* 2015;12(6):4348-4358.

El-Hack AME, El-Saadony MT, Saad AM, Salem HM, Ashry NM, Ghanima MMA, et al. Essential oils and their nanoemulsions as green alternatives to antibiotics in poultry nutrition: a comprehensive review. *Poult Sci.* 2022; 101(2):101584, doi: 10.1016/j.psj.2021.101584

Fukayama EH, Bertechini AG, Geraldo A, Kato RK, Murgas LDS. Extrato de orégano como aditivo em rações para frangos de corte. *Rev Bras Zootec.* 2005;34(6):2316-2326, doi: 10.1590/S1516-35982005000700018

Galli GM, Griss LG, Boiago MM, Petrolli TG, Glombowsky P, Bissacotti BF. Effects of curcumin and yucca extract addition in feed of broilers on microorganism control (anticoccidial and antibacterial), health, performance and meat quality. *Res Vet Sci.* 2020;132:156-166, doi: 10.1016/j.rvsc.2020.06.008

Kamel C. A novel look at a classic approach of plant extracts. *Feed Mix.* 2000;18(6):19-24.

Pasquali GAM, Pimenta GEM. Aditivos fitogênicos: uma alternativa ao uso de antibióticos promotores de crescimento na alimentação de aves. *Enciclopédia Biosfera.* 2014;10(18):147-173.

Marques LC. Preparação de extratos vegetais. *Jornal Brasileiro de Fitomedicina.* 2005;3(2):74-76.

Botsoglou NA, Florou-Paneri P, Christaki E, Fletouris DJ, Spais AB. Effect of dietary oregano essential oil on performance of chickens and on iron-induced lipid oxidation of breast, thigh and abdominal fat tissues. *Br Poult Sci.* 2002;43(2):223-230, doi: 10.1080/00071660120121436

Oetting LL, Utiyama CE, Giani PA, Ruiz UDS, Miyada VS. Efeitos de extratos vegetais e antimicrobianos sobre a digestibilidade aparente, o desempenho, a morfometria dos órgãos e a histologia intestinal de leitões recém-desmamados. *Rev Bras Zootec.* 2006;35(4):1389-1397, doi: 10.1590/S1516-35982006000500019



Utiyama CE, Oetting LL, Giani PA, Ruiz UDS, Miyada VS. Efeitos de antimicrobianos, prebióticos, probióticos e extratos vegetais sobre a microbiota intestinal, a frequência de diarreia e o desempenho de leitões recém-desmamados. *Rev Bras Zootec.* 2006;35(6):2359-2367, doi: 10.1590/S1516-35982006000800023

Bozkurt M, Küçükyılmaz K, Çatlı AU, Çınar M. Effect of dietary manna oligosaccharide with or without oregano essential oil and hop extract supplementation on the performance and slaughter characteristics of male broilers. *S Afr J Anim Sci.* 2009;39(3):223-232, doi: 10.4314/sajas.v39i3.49157

Catalan AA, Gopinger E, Lopes DC, Gonçalves FM, Roll AA, Xavier EG, et al. Aditivos fitogênicos na nutrição animal: *Panax ginseng*. *Rev port ciênc vet.* 2012;107:15-21.

Almeida MEFD, Junqueira AMB, Simão AA, Corrêa AD. Caracterização química das hortaliças não-convencionais conhecidas como Ora-pro-nóbis. *Biosci J.* 2014;30(1):431-439.

Colacite J, Batista AP, Reis SLM, Assumpção J. Avaliação da atividade antimicrobiana de diferentes extratos das folhas de Ora-Pro-Nóbis Evaluation of the antimicrobial activity of different extracts of Ora-Pro-Nobis Leaves. *Braz J Dev.* 2022;8(5):33207-33216, doi: 10.34117/bjdv8n5-040

Powo. Plants of the world online. Royal Botanic Gardens. *Pereskia aculeata*. 2023. 16 jan. 2023. Disponível em: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:137452-1>

Tofanelli MBD, Resende SG. Sistemas de condução na produção de folhas de Ora-pro-nóbis. *Pesqui Agropecu Trop.* 2011;41(3):466-469, doi: 10.5216/pat.v41i3.12497

Duarte MR, Hayashi SS. Estudo anatômico de folha e caule de *Pereskia aculeata* Mill. (Cactaceae). *Rev Bras Farmacogn.* 2005;15(2):103-109, doi: 10.1590/S0102-695X2005000200006

BRASIL. Ministério da agricultura, pecuária e abastecimento. Manual de hortaliças não-convencionais. Brasília (DF): MAPA ; 2010. Citado em 23 ago 2019. Disponível em: <[http://www.abcsem.com.br/docs/manual\\_hortalicas\\_web.pdf](http://www.abcsem.com.br/docs/manual_hortalicas_web.pdf)>

Sharif KM, Rahman MM, Zaidul ISM, Jannatul A, Akanda MJH, Mohamed A, Shamsudin SH. Pharmacological relevance of primitive leafy cactuses *Pereskia*. *Res J Biotechnol.* 2013;8(12):134-142.

Barbalho SM, Guiguer EL, Marinelli PS, Santos PCB, Pescinini-Salzedas LM, Santos MCB, et al. *Pereskia aculeata* Miller. Flour: metabolic effects and composition. *J Med Food.* 2016;19(9):890-894, doi: 10.1089/jmf.2016.0052

Rosa SM, Souza LA. Morfo-anatomia do fruto (hipanto, pericarpo e semente) em desenvolvimento de *Pereskia aculeata* Miller (Cactaceae). *Acta Sci Biol Sci.* 2003;25(2):415-428, doi: 10.4025/actascibiolsci.v25i2.2046

Sartor CFP, Amaral V, Guimarães HET, Barros, KN, Felipe DF, Cortez LER. Estudo da Ação Cicatrizante das Folhas de *Pereskia aculeata*. *Revista Saúde e Pesquisa.* 2010;3(2):149-154

Botrel N, Godoy RDO, Madeira NR, Amaro GB, Melo RDC. Estudo comparativo da composição proteica e do perfil de aminoácidos em cinco clones de Ora-pro-nóbis. Brasília (DF): EMBRAPA; 2019. 16 jan 2023. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1112949/1/BPD196291020192b1.pdf>



Takeiti CY, Antonio GC, Motta EM, Collares-Queiroz FP, Park KJ. Nutritive evaluation of a non-conventional leafy vegetable (*Pereskia aculeata* Miller). Int J Food Sci Nutr. 2009;60(sup1):148-160, doi: 10.1080/09637480802534509

Girão LVC, Silva-Filho, JC, Pinto JEBP, Bertolucci SK. Avaliação da Composição Bromatológica de Ora-pro-nóbis. Horti Bras. 2003; 21(2):411-403.

Paulucio VA, Brunoro GP, Assunção GR, Cordeiro MD, Oliveira LRS, Gai ZT. Produção de sementes e mudas como fontes proteicas alternativas na alimentação animal. Alegre (ES): CAUFES; 2014. 10 jan 2023. Disponível em: [https://zootecnia.alegre.ufes.br/sites/zootecnia.alegre.ufes.br/files/field/file/cartilha\\_formato\\_online.pdf](https://zootecnia.alegre.ufes.br/sites/zootecnia.alegre.ufes.br/files/field/file/cartilha_formato_online.pdf)

Queiroz CRADA, Andrade RRD, Moraes SALD, Pavani LC. Growing *Pereskia aculeata* under intermittent irrigation according to levels of matric potential reduction. Pesqui Agropecu Trop. 2015;45(1)1-8, doi: 10.1590/1983-40632015v4527210

Souza PA, Souza HBA, Santos JE, Freitas O. Avaliação físico-química e nutricional de grãos de feijão guandu (*Cajanus cajan* L Mill sp). Alim Nutr. 1991;3:51-62.

Wright KH, Pike OA, Fairbanks DJ, Huber CS. Composition of *Atriplex hortensis*, sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds. J Food Sci. 2002;67(4):1383-1385, doi: 10.1111/j.1365-2621.2002.tb10294.x

Rocha DRC, Pereira Jr GA, Vieira G, Pantoja L, Santos AS, Pinto NAVD. Noodles added of Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Miller) dehydrated. Braz J Food Nutr. 2008;19(4):459-65.

Almeida-Filho J, Cambraia J. Estudo do valor nutritivo do “Ora-pro-nóbis” (*Pereskia aculeata* Mill.). Revista Ceres. 1974;21(114):105-111.

Mercê ALR, Landaluze JS, Mangrich AS, Szpoganicz B, Sierakowski MR. Complexes of arabinogalactan of *Pereskia aculeata* and Co<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, and Ni<sup>2+</sup>. Bioresour Technol. 2001;76(1):29-37, doi: 10.1016/S0960-8524(00)00078-X

Augusta M, Nascimento KO. Avaliação do teor de compostos fenólicos e atividade antioxidantes de Ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill). Hig Alim. 2013;27(1):218-219.

Santana CS, Kwiatkowski A, Queiros AM, Silva, AMS, Minas RS. Desenvolvimento de suplemento alimentar utilizando ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*). Cadernos de Agroecologia. 2018;13(2):10-10.

Pinto NDCC, Santos R, Machado DC, Florêncio JR, Fagundes EMS, Antinarelli LMR. Cytotoxic and antioxidant activity of *Pereskia aculeata* Miller. PharmacologyOnline. 2012;3:63-69.

Sousa MRF, Pinheiro AP, Caldas FRL, Machado MIR, Garcia FFF, Silva JH. Revisão integrativa: compostos fenólicos em plantas da família apiaceae. In: Miranda MLD, editor. Fitoquímica: potencialidades biológicas dos biomas brasileiros. Guarujá (SP): Científica Digital; 2022. p. 170-184.

Souza LF, Caputo L, Barros IBI, Fratianni F, Nazzaro F, Feo V. *Pereskia aculeata* Muller (Cactaceae) Leaves: chemical composition and biological activities. Int J Mol Sci. 2016;17(9):1478, doi: 10.3390/ijms17091478



Vicente NFD, Martins HHDA, Campidelli MLL, Silva DMD, Aazza S, Souza ECD. Determination of the phenolic, antioxidant and antimicrobial potential of leaf extracts of *Pereskia grandifolia* Haw. Res Soc Dev. 2020;9(10):e2979108483, doi: 10.33448/rsd-v9i10.8483

Belo TCA, Pimenta PC, Vanzele PAR, Nasser TF, Santos HCAS, Bani GMAC. Analysis of the antimicrobial capacity of *Pereskia aculeata* in front of bacterial microorganisms: *Staphylococcus epidermidis* and *Klebsiella pneumoniae*. Braz J Dev. 2020;6(6):40025-40033, doi: 10.34117/bjdv6n6-512

Pimenta PC, Belo TCA, Vanzele PAR, Nasser TF, Santos HCAS, Bani GMAC. Avaliação da capacidade antimicrobiana do óleo essencial de *Pereskia aculeata*: interação com microrganismos encontrados em jalecos de profissionais de saúde. Braz J Dev. 2020;6(6):40046-40058, doi: 10.34117/bjdv6n6-514

## Hidrolisados enzimáticos como suplementos alimentares



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-038>

### Ana Luiza Furtado Almeida

Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Campus Universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejos, chácaras 69/72, Gurupi-TO

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1072-0727>

### Gabriel Nascimento Ciribelli

Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Campus Universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejos, chácaras 69/72, Gurupi-TO

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7794-0831>

### Kymbely Kaylany Ribeiro de Medeiros

Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Campus Universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejos, chácaras 69/72, Gurupi-TO

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0085-0010>

### Leticia Oliveira Santana

Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Campus Universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejos, chácaras 69/72, Gurupi-TO

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-9532-2744>

### Luciana Pereira Araujo

Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Campus Universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejos, chácaras 69/72, Gurupi-TO

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-8030-4757>

### Erika Carolina Vieira-Almeida

Farmácia, Universidade de Gurupi, Rua Guanabara, Gurupi-TO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0714-9775>

### Roze Anne Ferreira Lima

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campus Universitário de Palmas, Universidade Federal do Tocantins, Avenida NS 15, ALCNO-14, Palmas-TO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3518-2911>

### Catarina Francisca Morais Lima

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campus Universitário de Palmas, Universidade Federal do Tocantins, Avenida NS 15, ALCNO-14, Palmas-TO

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5748-3478>

### Alex Fernando de Almeida

Engenharia de Bioprocessos e Biotecnologia, Campus Universitário de Gurupi, Universidade Federal do Tocantins, Rua Badejos, chácaras 69/72, Gurupi-TO

Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campus Universitário de Palmas, Universidade Federal do Tocantins, Avenida NS 15, ALCNO-14, Palmas-TO

E-mail: [alexfernando@mail.uft.edu.br](mailto:alexfernando@mail.uft.edu.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5391-4621>

### RESUMO

Hidrolisados enzimáticos são os produtos obtidos pela hidrólise proteica, que quebram ligações peptídicas, gerando peptídeos de diferentes tamanhos e aminoácidos livres. Os peptídeos podem ser obtidos por fontes como animais, plantas e microrganismos. A partir dessas, a bioatividade adquirida através da hidrólise agrega maior valor ao hidrolisado. Dentre as propriedades bioativas, destacam-se os efeitos antioxidante e antibacteriano, que contribuem para a saúde humana e preservação dos alimentos. A composição química varia em função do substrato, das condições de hidrólise e da purificação aplicada. Quando as proteínas são hidrolisadas, aumentam sua solubilidade e digestibilidade, podendo facilitar a absorção de nutrientes, pois os peptídeos e aminoácidos resultantes são geralmente de tamanho menor e mais facilmente absorvidos pelo trato gastrointestinal. Os hidrolisados são de extrema importância e por isso muito explorados pela indústria alimentícia, que pode utilizá-los para o melhoramento de texturas, aumento do valor nutricional e até mesmo realçar o sabor.



## 1 INTRODUÇÃO

Hidrolisados enzimáticos são produtos obtidos pela hidrólise de proteínas por enzimas proteolíticas que quebram ligações peptídicas e geram peptídeos de diferentes tamanhos e aminoácidos livres. Devido às suas propriedades funcionais, nutricionais e bioativas esses produtos possuem diversas aplicações nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética. Dentre as propriedades bioativas dos hidrolisados enzimáticos destacam-se os efeitos antioxidante e antibacteriano que contribuem para a saúde humana e preservação dos alimentos (SCHEUERMANN et al., 2019).

Os efeitos antioxidantes dos hidrolisados enzimáticos estão relacionados à sua capacidade de doar elétrons ou hidrogênio aos radicais livres, espécies reativas que causam danos celulares e estão envolvidos em processos inflamatórios, degenerativos e carcinogênicos. Além disso, os hidrolisados enzimáticos podem quelar metais, inibir oxidases e aumentar a atividade de enzimas antioxidantes endógenas. O efeito antimicrobiano dos hidrolisados enzimáticos reside na sua capacidade de interagir com as membranas das células microbianas, modificar a sua permeabilidade e provocar a sua lise. No entanto, os produtos da hidrólise enzimática inibem a síntese de proteínas, ácidos nucleicos e da parede celular microbiana (BARBOSA et al, 2010).

Existem diferentes tipos de hidrolisados enzimáticos dependendo da fonte de proteína, tipo de enzima, condições de hidrólise e grau de hidrólise. O grau de hidrólise é uma medida do grau de clivagem da ligação peptídica que afeta as propriedades físico-químicas e biológicas do hidrolisado. Os hidrolisados enzimáticos podem ser obtidos de origem animal ou vegetal, sendo as fontes animais mais comumente utilizadas leite, colágeno, soro de leite e peixe (CENTENARO et al, 2009).

Os hidrolisados enzimáticos são considerados superiores aos hidrolisados químicos ou térmicos devido à sua maior seletividade, menor formação de subprodutos indesejados, menor alteração das propriedades organolépticas e melhor preservação da atividade biológica. Além disso, os hidrolisados enzimáticos podem ser regulados selecionando a enzima apropriada para cada fonte de proteína e para a finalidade apropriada. Os biocatalisadores mais utilizados para a produção de hidrolisados são as proteases, que podem ser classificadas como endopeptidases ou exopeptidases dependendo do sítio de ação da cadeia peptídica. As endopeptidases clivam as ligações terminais das cadeias peptídicas, produzindo peptídeos menores ou aminoácidos livres (HOOPER, 2002).

A indústria tem utilizado cada vez mais os hidrolisados enzimáticos como suplementos alimentares devido às suas vantagens como maior digestibilidade, melhor absorção intestinal, maior valor nutricional e maior bioatividade. O hidrolisado enzimático pode ser usado como suplemento para idosos, atletas, recém-nascidos e pacientes com limitações de proteínas ou aminoácidos (NEVES et al, 2004). Os hidrolisados enzimáticos podem ainda fornecer aminoácidos essenciais, que o corpo não pode sintetizar e deve obter através da dieta, e aminoácidos condicionalmente essenciais, que o corpo pode sintetizar, mas pode tornar-se deficiente em situações de estresse ou doença, mas eles são



peptídeos bioativos, que são peptídeos que têm efeitos fisiológicos específicos, além da nutrição, também podem ser fornecidos. Os hidrolisados enzimáticos são, compreensivelmente, produtos de grande interesse para a indústria e para a saúde humana devido às suas propriedades funcionais, nutricionais e bioativas que auxiliam na prevenção e tratamento de diversas doenças, bem como na melhoria da qualidade de vida (BIASUTTI et al, 2008).

## 2 FONTES DE HIDROLISADOS ENZIMÁTICOS PARA USO ANIMAL E HUMANO

As proteínas são uma importante fonte de hidrolisados por conter peptídeos com atividades biológicas. Esses peptídeos bioativos são codificados em sequências de proteínas e liberados através da proteólise enzimática, que ocorre na digestão gastrointestinal ou por hidrólise *in vitro* utilizando enzimas. Os peptídeos podem ser obtidos por fontes alimentares, como animais, plantas, microrganismos e seus produtos ou por recursos marinhos, como algas e frutos do mar (XIE et al., 2019).

Os peixes são uma fonte de proteínas importante na área de suplementação alimentar. As enzimas proteolíticas são capazes de solubilizar a proteína do peixe e produzir hidrolisados enzimáticos de duas frações: insolúvel, que pode ser usada como ração animal; e solúvel, onde está presente a proteína hidrolisada, sendo empregada como ingrediente alimentar. Ao desidratar o hidrolisado solúvel, também é possível obter um produto rico em proteínas, em pó e mais estável (OVISSIPOUR et al., 2012). Grandes quantidades de peixe de baixo valor e de pequeno tamanho oriundo das fábricas de processamento são utilizados para alimentação animal ou apenas descartados como resíduos, por não haver tentativas de recuperação dos nutrientes, acabam causando distúrbios no meio ambiente. Resíduos de pesca contêm ácidos graxos ômega 3 e são ricos em proteínas e moléculas bioativas, mas esses resíduos são descartados em muitos países, enquanto pesquisas indicam o potencial uso para produzir produtos de maior valor agregado (KAUR et al., 2021).

Das fontes aquáticas possíveis de se obter hidrolisados enzimáticos para a suplementação alimentar, uma fonte que contém alto valor biológico e muito utilizada na indústria alimentícia são as microalgas comestíveis. Elas agregam valor por conter substâncias como proteínas, aminoácidos, antioxidantes, vitaminas, minerais e ácidos graxos. As algas possuem alto nível de proteína e algumas espécies chegam a ter o mesmo teor proteico de carnes, ovos, soja e leite (BLEAKLEY & HAYES, 2017). As microalgas apresentam-se como fonte de peptídeos bioativos, com elevado potencial de aplicação em indústrias de alimentos, farmácia e cosméticos (CUNHA e PINTADO, 2022).

Pesquisas foram realizadas ao longo dos anos com o objetivo de identificar o potencial dos peptídeos através da caracterização dos hidrolisados, como a possível ação antioxidante e antimicrobiana, com a finalidade de aplicar essas propriedades na indústria de alimentos (Tabela 1).



Tabela 1. Fontes aquáticas de hidrolisados enzimáticos.

Substrato	Enzima	Condições estudadas		Ação principal do hidrolisado	Autores
		T (°C)	pH		
Camarão ( <i>Heterocarpus reedi</i> )	Flavourzyme	30	7	Antioxidante em ração de peixe	LEIVA-PORTILLA et al., (2023)
Atum amarelo ( <i>Thunnus albacares</i> )	Alcalase	50	8,5	Nutriente em ração	PHAM et al. (2021)
Mexilhão azul ( <i>Mytilus edulis L.</i> )	Protease neutra	50	7,5	Regeneração e formação óssea	QIAO et al. (2023)
Microalga ( <i>Arthrospira platensis</i> )	Papaína, Ficina, Pepsina e Alcalase	90	7,0	Antioxidante	VILLARO et al. (2023)
Ossos, carcaça e barbatanas de <u>tilápia do Nilo</u> ( <i>Oreochromis niloticus</i> )	Alcalase	42-58	7,2-8,8	Inibição da acetilcolinesterase	MOREIRA et al. (2022)
Farinha de peixe de atum ( <i>Thunnus sp.</i> )	Alcalase e Novozym	60	8,0	Antioxidante	BAREA et al. (2023)
Gelatina de peixe	Pancreatina	50	8,0	Antioxidante	LE et al. (2023)

As proteínas alimentares são uma fonte proteica de alta qualidade por serem um ingrediente natural em alimentos funcionais. São proteínas derivadas de plantas e animais, como carne, leite, ovo, peixe, soja, trigo, entre outros. Com relação à fonte proteica animal, o elevado teor nutricional



encontrado nas proteínas do soro de leite bovino transformou o soro em um substrato de alto valor para as indústrias de alimentos (DULLIUS et al., 2018).

Um subproduto de procedência animal que se origina de uma grande demanda humana e é descartado por não haver uma recuperação são os resíduos da bovinocultura. As indústrias de alimentos vêm buscando aplicar diferentes tecnologias para converter essa matéria prima em produtos com valor agregado. O coproduto originado do gado apresenta alta qualidade proteica, as quais podem ser hidrolisadas por proteases para que sejam obtidos peptídeos bioativos, com funções nutricionais e terapêuticas, em especial para aplicação em produtos lácteos. Com relação a utilização desses hidrolisados do gado em ração animal, o objetivo é obter ingredientes mais baratos para melhorar o ganho de peso e a produção de leite (KAUR et al., 2021).

As aves também apresentam uma fonte proteica que contém alta quantidade de aminoácidos essenciais, sendo importante fonte antioxidante. Os subprodutos compõem cerca de 30% do peso corporal total e são em sua maioria descartados, contudo, são ricos em enzimas proteolíticas e em proteínas. Com isso, pesquisas sobre os peptídeos em hidrolisados de aves possuem potencial na suplementação alimentar, tanto humana quanto animal (KAUR et al., 2021). A Tabela 2 apresenta estudos que utilizaram diferentes fontes de origem animal para produzir hidrolisados e apresentaram potencial uso na suplementação alimentar humana e/ou animal.

Tabela 2: Fontes animais de hidrolisados enzimáticos.

Substrato	Enzima	Condições estudadas		Ação principal do hidrolisado	Autores	
		T (°C)	pH			
Soro do leite	Alcalase	65	8,5	Agente antioxidante e retentor de água	KONG et al. (2023)	
Sangue suíno	Protease	55	5,2	Suplementação alimentar	RESENDE et al. (2023)	
Carne de foca	Alcalase	25	7,5	Suplementação alimentar e antioxidante	ZHANG et al. (2022)	
Leite de cabra	Alcalase	60	6,8	Antioxidante	MAGALHÃES et al. (2022)	



Leite de vaca e camelo	Alcalase e Pronase E	50	7,0	Anti-hipercolesterêmico	MUDGIL et al. (2022)	
Osso bovino	Protease alcalina	50	5,0	Pré-tratamento para melhorar a eficiência enzimática	YAO et al. (2020)	
Casca de ovo	Protease extraída de <i>Pseudomonas</i>	45-50	7,0-8,0	Eliminação de radicais livres	SHINJI et al. (2019)	

A aplicação e o consumo de proteínas derivadas de animais com alto custo nas indústrias elevaram as emissões de gases do efeito estufa, diminuição da biodiversidade e a degradação climática. Com isso, a utilização de proteínas de fonte vegetal apresenta-se como possível substituto, por exemplo proteínas do amendoim, noz, soja e feijão (LIU et al., 2022). As plantas apresentam uma rica fonte de peptídeos bioativos antimicrobianos, que possibilitam o aumento da vida útil dos produtos. A utilização de peptídeos derivados das plantas para a indústria de alimentos pode prolongar o tempo de prateleira dos produtos ao desacelerar a deterioração de alimentos frescos, ou produtos à base de carne que estão sujeitos a peroxidação lipídica (RIVERO-PINO et al., 2023).

As indústrias de processamento de farinhas de matérias primas originadas de vegetais apresentam um potencial na identificação de compostos eficazes para desenvolver produtos que podem ser utilizados como fonte de energia, com aminoácidos regulatórios das propriedades físico-químicas dos alimentos e mais acessíveis, por meio de novas tecnologias de alta eficiência. Ao comparar o hidrolisado de plantas com a proteína bruta, observa-se que as propriedades fisiológicas e o rendimento são melhores no produto que passou pela hidrólise. Isso ocorre devido a liberação dos peptídeos bioativos da proteína bruta no processo da hidrólise enzimática (KAUR et al., 2021). A Tabela 3 apresenta algumas das fontes vegetais recentes que foram estudadas para suplementação animal e humana.

Tabela 3. Fontes vegetais de hidrolisados enzimáticos.

Substrato	Enzima	Condições estudadas		Ação principal do hidrolisado	Autores	
		T (°C)	pH			



Feijão ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	Pepsina (P7000)	37	8,0	Conservante de carne	SAAD et al. (2020)	
Arroz integral	Celulase	40	4,5	Melhoramento da qualidade de alimentos congelados à base de amido	LU et al. (2023)	
Feijão mungo	Neutrase, Papaína, Protamex e Flavourzyme	50	7,0	Antioxidante	LIU et al. (2022)	
Semente de Coix e flor de <i>Crisântemo morifolium</i>	Amilase e Protease	55	7,0	Bebida com potencial anti-inflamatório	RAO et al. (2023)	
Batata	Alcalase, Neutrase e Flavourzyme	50	8,0; 6,0 e 7,0	Suplementação alimentar	LIU et al. (2023)	
Soja	Neutrase	47	6,9	Suplementação alimentar e realçar sabores	GUO et al., (2018)	

Ainda há mais uma fonte para o desenvolvimento de hidrolisados amplamente estudada, os microrganismos, como algas, protozoários, fungos e bactérias. Os mais estudados são os fungos comestíveis e as algas. As algas foram citadas anteriormente como fonte aquática, contudo são pertencentes ao reino Protista e também se enquadram no grupo dos microrganismos. As microalgas possuem uma biomassa com capacidade de acumular proteínas, carboidratos e lipídios, o que possibilita a produção de uma abrangente gama de bioprodutos aplicáveis na indústria alimentícia e reaproveitamento dos resíduos através da hidrólise enzimática (ROJO et al., 2021). Os fungos comestíveis, os cogumelos, apresentam uma variedade de componentes, como proteínas, polissacarídeos, compostos medicinais e biofuncionais. Geram subprodutos que geralmente são descartados como resíduos de cozinha, mas o potencial uso desse subproduto pode aumentar o valor e melhorar a margem de lucro das empresas de processamento (YU et al., 2020).



A partir dessas fontes, a bioatividade obtida através da hidrólise enzimática agrega maior valor ao hidrolisado (CRUZ-CASAS et al., 2021; LEMES et al., 2016). A bioatividade descrita sobre peptídeos originados de alimentos são diversas. Alguns exemplos são as atividades antioxidante, anti-hipertensivo, antidiabético, ansiolítico, imunomodulador e anti-inflamatório, assim como também podem exercer atividade antimicrobiana, onde previnem doenças transmitidas por alimentos e a deterioração dos alimentos (AHMAD et al., 2023; NAGAOKA et al., 2021; RIVERO-PINO et al., 2020; SANTOS-SÁNCHEZ et al., 2022; KIM et al., 2013; SHARMA et al., 2022). A bioatividade que o peptídeo apresenta depende de sua estrutura, composição e sequência. O fator mais relevante para a escolha da proteína que irá liberar os peptídeos está relacionado a composição proteica, em associação às sequências determinadas, e a partir de uma enzima as proteínas liberam sequências específicas de aminoácidos. A partir da análise das possíveis fontes e suas propriedades, torna-se possível a produção de hidrolisados enzimáticos (AGUILAR-TOALÁ et al., 2019).

### 3 OBTENÇÃO E PRODUÇÃO DE HIDROLISADOS ENZIMÁTICOS

Como observado anteriormente, existem diferentes fontes para obtenção de hidrolisados enzimáticos, assim como diferentes métodos para obter e produzir. A hidrólise de proteínas pode ser realizada através da fermentação microbiana, hidrólise ácida, alcalina ou enzimática, onde afetam a aparência, sabor, dissolução e desempenho dos hidrolisados (SILA et al., 2014). Ao comparar as técnicas, o tratamento com enzima é mais vantajoso por atuar em condições mais brandas de pH, temperatura e por sua alta especificidade. O produto da hidrólise enzimática é mais consistente e não gera subprodutos, quando comparado aos outros tratamentos (ALAHMAD et al., 2022; NASRABADI et al., 2021).

As enzimas proteolíticas catalisam de forma específica a hidrólise de proteínas, onde ocorre a quebra da estrutura proteica e modificação ou aprimoramento das propriedades funcionais, biológicas e nutricionais (DE HOLANDA e Netto, 2006). Os hidrolisados, em especial os peptídeos bioativos, apresentam um valor potencial em comparação com as proteínas brutas, o que gera possibilidades comerciais para a reutilização de resíduos de pescados (ZOU et al., 2016).

Segundo o trabalho de Leiva-Portilla et al. (2023), proteínas extraídas dos resíduos de camarão podem ser utilizadas como ingredientes em ração animal e com a hidrólise enzimática por Flavourzyme, uma protease, é possível agregar maior valor ao hidrolisado, por apresentar propriedades antioxidantes. A extração proteica ocorreu em um agitador orbital, e foram posteriormente imersos em banho maria. Realizaram a avaliação do grau de hidrólise (DH) e a capacidade antioxidante (NIELSEN et al., 2001). Os dois testes demonstraram que dependendo da protease utilizada no processo, apresentam diferentes produtos. O trabalho demonstra um potencial conversão de resíduos de camarão em produtos de alto valor, através da hidrólise dos resíduos de camarão.



Os hidrolisados da proteína de peixe apresentaram atividades biológicas devido à ação de peptídeos bioativos, como antioxidante, antimicrobiana e imunomodulador (HOLLEN et al., 2016). Sendo usado em ração animal e como ingrediente alimentar, pesquisas foram realizadas para investigar diferentes formas de obtenção de hidrolisados enzimáticos provenientes da proteína de peixe. Um estudo de Pham et al. (2021) investigou a forma de suplementação enzimática de farinha do subproduto de aves (PB) e hidrolisado de atum (TH), onde modula o crescimento, nutrição e fisiologia do peixe, *Trachinotus blochii*. Prepararam o hidrolisado de peixe a partir dos resíduos das vísceras de atum, *Thunnus albacares*, em seguida, realizaram testes com diferentes dietas estudadas anteriormente. Ao final do estudo, identificou-se que a incorporação do TH aumentou significativamente a taxa de crescimento, ingestão de ração e o peso corporal final, assim como o nível de glicose no sangue foi reduzido pelo uso do TH, o que melhora a saúde dos peixes (JIA et al., 2018).

Outra fonte de obtenção dos hidrolisados enzimáticos, são os microrganismos. Adicionar produtos da hidrólise enzimática de fungos comestíveis tem se tornado uma prática viável, assim como um recurso para melhorar o sabor de alimentos e controlar a adição de sal (YANG et al., 2022). Uma pesquisa, realizada por Zhu et al. (2022), buscou tratar os subprodutos de cogumelos com hidrólise enzimática, para obter um hidrolisado com sabor ou função específica, com o objetivo de utilizá-lo na produção de outros produtos. O hidrolisado obtido apresentou melhor capacidade antioxidante, com uma cor marrom-amarelada e pouca volatilidade.

O uso de proteínas provenientes de plantas é uma área amplamente estudada. Os pesquisadores se concentram em hidrolisados enzimáticos derivados de plantas devido às suas ações biológicas e por aumentar as propriedades funcionais sem alterar o valor nutricional do alimento (XIE et al., 2019). Um estudo apresentado por Liu et al. (2022) analisou a ação de diferentes proteases para aplicação na indústria alimentícia, onde observaram a forma como essas enzimas afetam o resultado final da hidrólise da proteína de feijão mungo. Das enzimas testadas, a alcalase apresentou maior capacidade hidrolítica e o hidrolisado obtido por ela apresentou maior capacidade antioxidante.

Com frequência, hidrolisados são obtidos a partir de subprodutos ricos em proteínas, o que contribui para uma economia circular, onde há reaproveitamento (FAUSTINO et al., 2019). O sangue suíno é um subproduto da produção de carne e estima-se que 859 milhões de litros desse sangue são coletados em um ano. Eles são processados em farinha de sangue, possuem um baixo custo, são usados como fonte proteica em ração animal e em fertilizantes ou são apenas descartados (HARDY e BARROWS, 2002). Com a diminuição no preço da farinha de sangue, o processamento em hidrolisado sanguíneo apresenta um potencial que permite agregar maior valor às rações animais devido à geração de peptídeos bioativos (BAH et al., 2013).

O uso de hidrolisado sanguíneo em rações para animais aquáticos pode melhorar o consumo, crescimento e absorção de minerais, assim como apresentar ação imunomoduladora, melhorar o estado



oxidativo, aumentar a resposta de peixes ao estresse ou a infecções (BAH et al., 2013; RESENDE et al., 2022). Pesquisas anteriores indicaram que ao incluir hidrolisado sanguíneo de porco em uma dieta baseada em vegetais reduziu em oito vezes a mortalidade por infecção do robalo, *Tenacibaculum maritimum* (RESENDE et al., 2022).

Um dos principais motivos que induzem o tempo de prateleira dos produtos são a oxidação lipídica e a deterioração microbiana. Com o intuito de retardar esses efeitos, compostos antimicrobianos e antioxidantes podem ser utilizados como aditivos alimentares. A oxidação lipídica pode afetar as características sensoriais dos alimentos, assim como os produtos provenientes da oxidação podem prejudicar a saúde humana (LIMA et al., 2019). No estudo de Saad et al. (2020), o hidrolisado da proteína de feijão vermelho foi analisado devido à sua ação antioxidante e antimicrobiana. O trabalho realizou a obtenção do hidrolisado a partir da enzima pepsina e observaram que ao adicionar o produto à carne moída, houve um aumento de 7 dias de armazenamento seguro da carne, demonstrando assim um potencial uso como conservante.

Os peptídeos bioativos podem ser gerados de fontes contendo proteínas, como arroz, grão de bico, leite, queijo, carne, ovo e podem ser obtidos a partir de microalgas. O nome comercial para microalgas, *Arthrospira platensis* e *Arthrospira maxima*, é spirulina. Possuem um alto teor proteico, mas por dispor de uma baixa quantidade de peptídeos bioativos, faz-se necessário o processo de hidrólise para liberar os peptídeos derivados da *A. platensis* (VILLARO et al., 2023).

Ao longo dos anos, novos estudos foram realizados, como o desenvolvimento da cultura de células. Esse é um processo em que há o cultivo de células humanas, animais ou de insetos em um suporte artificial. A cultura de células animais é uma ferramenta usada nas áreas de pesquisas onde podem agregar um valor comercial e econômico, assim como pode ser aplicada em uma variedade de campos de pesquisa (VERMA et al., 2020). Com isso, tornou-se possível pesquisas acerca de culturas de células-tronco, assim como estudos os quais obtiveram resultados que indicavam o eventual uso de suplementação alimentar para aumentar a atividade de células-tronco musculares (FERNYHOUGH et al., 2010).

A partir de frangos de corte é possível obter um hidrolisado enzimático do tecido linfóide, que é usado para aumentar a imunidade em aves, assim como também é utilizado em pesquisas onde o hidrolisado é um imunomodulador e adicionado em vacinas (KOLBERG, 2017). O hidrolisado do tecido linfóide de frangos de corte se apresenta como um potencial fármaco, onde os pesquisadores Kolberg et al., (2021) avaliaram o mecanismo de ação do hidrolisado em diferentes grupos de células, para futuro uso como medicamento. Obtiveram resultados que possibilitam novos estudos na área da oncologia prática, a partir de peptídeos ativos isolados.

No trabalho de Souza et al. (2019), foi analisada a atividade antioxidante e antimicrobiana de uma outra fonte de proteína, o soro do leite. O hidrolisado obtido por diferentes proteases apresentou



maior atividade antioxidante quando utilizada a enzima Alcalase no processo de hidrólise, isso pode ocorrer devido a influência da enzima no número e na localização das ligações clivadas após a hidrólise, o que gera a liberação de peptídeos de diversos comprimentos e a composição de aminoácidos pode favorecer a ação antioxidante, por isso faz-se necessária a avaliação da composição dos hidrolisados.

#### 4 COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS HIDROLISADOS ENZIMÁTICOS

A proteína hidrolisada é a melhor proteína em termos de propriedades nutricionais e funcionais. Nas últimas décadas, a melhoria da qualidade da proteína hidrolisada tem sido estudada, e por isso, a aplicação de proteínas hidrolisadas em alimentos, rações. Hidrolisados enzimáticos são produtos produzidos pela quebra de macromoléculas como proteínas, carboidratos ou lipídios por enzimas específicas. A composição química dos hidrolisados enzimáticos pode variar em função do substrato utilizado, do tipo de enzima utilizada, das condições de hidrólise e do processo de purificação aplicado.

As selenoproteínas contêm selenocisteína como um aminoácido raro, mas nenhuma selenocisteína livre está presente em células animais. Mas tratando-se de hidrolisados enzimáticos de proteínas, cuja composição química está relacionada principalmente aos aminoácidos presentes, a hidrólise enzimática de proteínas quebra as ligações peptídicas, gerando peptídeos e aminoácidos livres. A composição de aminoácidos pode ser analisada por técnicas como cromatografia de aminoácidos ou espectrometria de massa. Com relação à hidrólise enzimática de carboidratos e lipídios, eles terão composições químicas diferentes refletindo os monossacarídeos e ácidos graxos produzidos pela quebra enzimática desses substratos (HOU, Y. et al.2017)

Os microrganismos liberam proteases para hidrolisar proteínas extracelulares em grandes peptídeos, pequenos peptídeos e aminoácidos livres. Pequenos peptídeos podem ser absorvidos pelos micróbios para sofrer hidrólise intracelular, produzindo aminoácidos livres. Os microrganismos também produzem outras enzimas além das proteases para degradar carboidratos e lipídios complexos. A fermentação proteica é classificada em um tipo de estado líquido ou sólido. A fermentação em estado líquido é realizada com substratos proteicos sob condições de fermentação de alta umidade, enquanto a fermentação em estado sólido é realizada sob condições de fermentação de baixa umidade.

O baixo nível de umidade da fermentação em estado sólido pode ajudar a reduzir o tempo de secagem dos hidrolisados proteicos. A escolha do método de hidrólise de proteínas depende de sua fonte. Produtos de origem animal (por exemplo, caseína, soro de leite, intestinos e carne) e componentes vegetais (por exemplo, soja, trigo, arroz, ervilha e proteínas de semente de algodão) são frequentemente submetidos a hidrólise microbiana enzimática ou geral. A proteólise por proteases



livres de células, microrganismos, ácidos ou bases resulta na produção de hidrolisados proteicos. Dependendo do método utilizado, os tempos de hidrólise podem variar (HOU, Y. et al.2017)

No caso da fermentação em estado líquido é realizada com substratos proteicos sob condições de fermentação de alta umidade, enquanto a fermentação em estado sólido é realizada sob condições de fermentação de baixa umidade. O baixo nível de umidade da fermentação em estado sólido pode ajudar a reduzir o tempo de secagem dos hidrolisados proteicos.

## 5 PROPRIEDADES FUNCIONAIS DOS HIDROLISADOS ENZIMÁTICOS

### 5.1 ENTRADA E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES

Os hidrolisados enzimáticos se destacam na indústria pelas suas propriedades funcionais que facilitam a entrada e a absorção de nutrientes no organismo. Quando as proteínas são hidrolisadas, elas são quebradas em peptídeos menores e aminoácidos, aumentando sua solubilidade e por consequência a digestibilidade. Essa quebra enzimática pode facilitar a absorção de nutrientes, pois os peptídeos e aminoácidos resultantes são geralmente de tamanho menor e mais facilmente absorvidos pelo trato gastrointestinal (SIEMENSMA et al., 1993).

A quebra das proteínas dietéticas em seus aminoácidos constituintes é necessária antes que qualquer benefício nutricional ou metabólico possa ser obtido. Acreditava-se que a quebra completa de proteínas em aminoácidos livres era necessária antes que a entrada nas células da mucosa intestinal fosse possível (SIEMENSMA et al., 1993) No entanto, ficou claro que a absorção de proteínas pode ocorrer com peptídeos ou aminoácidos, mas a absorção com peptídeos de cadeia curta (principalmente, dipeptídeo e tripeptídeo) é considerada um método mais eficiente de absorção de aminoácidos em comparação com uma quantidade equivalente de aminoácidos livres (CLEMENTE, 2000). Fato que é associado a disponibilidade de sistemas de transporte específicos de peptídeos e à subsequente fase terminal da digestão de peptídeos em aminoácidos pela ação de peptidases citoplasmáticas dentro dos enterócitos, antes do transporte para a circulação (SILK et al., 1980). Alguns aminoácidos como a cisteína e a glutamina apresentam instabilidade química ou insolubilidade em água, dificultando a administração em forma livre.

O uso de hidrolisados enzimáticos em formulações específicas é uma área crescente. Os principais produtos incluem a área clínica no tratamento de distúrbios de digestão, absorção, metabolismo de aminoácidos e desnutrição (CLEMENTE, 2000). Há diversos estudos em andamento avaliando a capacidade de hidrolisados enzimáticos reduzirem ou eliminarem a antigenicidade e a alergenicidade, como o do Liang et al., 2021, onde relatam a avaliação da antigenicidade e propriedades nutricionais do leite de vaca hidrolisado enzimaticamente reduzindo significativamente a antigenicidade do leite de 44,05% para 86,55%. No trabalho de Sung et al., 2014, foi estudado os efeitos da hidrólise enzimática da proteína do trigo sarraceno na antigenicidade e alergenicidade. Os



resultados mostraram que as peptidases do tipo serina parecem mostrar uma redução relativamente eficaz da alergenicidade do trigo sarraceno. No entanto, a antigenicidade medida com antissoro de coelho não correspondeu à alergenicidade medida com soro de pacientes humanos. A produção de proteína de trigo sarraceno menos alergênica pode ser possível usando hidrólise enzimática.

Os hidrolisados enzimáticos também podem apresentar propriedades funcionais específicas, como propriedades antioxidantes, anti-hipertensivas, imunomoduladoras ou estimulantes do crescimento muscular. Essas propriedades variam de acordo com o tipo de aminoácido e as condições do meio. Além de influenciarem a entrada e absorção de nutrientes no organismo de diferentes maneiras, proporcionando benefícios adicionais para a saúde (CLEMENTE, 2000).

## 5.2 LIMITAÇÕES

Mesmo que os hidrolisados enzimáticos proporcionem benefícios é necessário pontuar alguns fatores considerados limitantes para o hidrolisado. A qualidade e as propriedades funcionais dos hidrolisados variam de acordo com a fonte de proteína utilizada, enzima aplicada e dos parâmetros das condições. É necessário garantir uma seleção adequada das matérias primas utilizadas e controle dos parâmetros utilizados.

Tanto as etapas de *upstream* e *downstream* da produção de hidrolisados enzimáticos pode envolver processos complexos e demandar o uso de enzimas específicas, podendo levar a custos de produção dispendiosos, podendo se mostrar um grande desafio para a produção em larga escala. Parâmetros como temperatura, pH, concentração de substrato enzima, presença de oxigênio podem afetar a estabilidade dos hidrolisados, deixando-os vulneráveis a degradação e perda de atividade ao longo do tempo. Desse modo, é necessário a otimização do processo de produção e armazenamento para preservar a estabilidade e qualidade.

Apesar da hidrólise enzimática poder reduzir a alergenicidade de proteínas, ainda pode conter alérgenos residuais que possam representar um risco à saúde em pessoas sensíveis. É necessário fazer testes de alergenicidade atestando a segurança para indivíduos com restrições alimentares, como lentilha, soja e amendoim. Hidrolisados podem conferir características sensoriais indesejáveis, como sabor, textura e cor desagradável. Segundo Liang et al., 2021, foi reduzido significativamente a antigenicidade do leite de 44,05% para 86,55%, no entanto o leite adquiriu sabor amargo, adstringente e coloração amarelada escura. Produtos ou alimentos que contenham hidrolisados juntamente com peptídeos indesejados pode não ser bem aceito pelo consumidor final.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os hidrolisados enzimáticos são estudados devido às suas propriedades funcionais que são benéficas para saúde tanto humana, quanto animal, como a ação antioxidante, antimicrobiana, anti-



hipertensivas, anti-inflamatória e imunomoduladora, que depende da enzima, da matéria-prima a ser hidrolisada e das condições favoráveis de hidrólise. As enzimas hidrolisam as proteínas quebrando em fragmentos menores, peptídeos e aminoácidos pequenos, que são uma forma mais rápida e fácil de ser absorvida pelo organismo, fornecendo também uma melhor qualidade nutricional, que é buscada em tratamentos terapêuticos para pacientes com problemas de absorção, restrição e alergias alimentares. São de extrema importância e por isso muito explorados pela indústria alimentícia, que pode utilizá-los para o melhoramento de texturas, aumento do valor nutricional e até mesmo realçar o sabor.



## REFERÊNCIAS

- AGUILAR-TOALÁ, E.; HERNÁNDEZ-MENDOZA, A.; GONZÁLEZ-CÓRDOVA, A. F.; VALLEJO-CORDOBA, B.; LICEAGA, A. M. Potential role of natural bioactive peptides for development of cosmeceutical skin products. *Peptides*, v. 122, 2019.
- AHMAD, I.; XIONG, Z.; XIONG, H.; AADIL, R. M.; KHALID, N.; LAKHOO, A. B. J.; ZIA-UD-DIN, NAWAZ, A.; WALAYAT, N.; KHAN, R. S. Physicochemical, rheological and antioxidant profiling of yogurt prepared from non-enzymatically and enzymatically hydrolyzed potato powder under refrigeration. *Food Science and Human Wellness*, v. 12, pp. 69-78, 2023.
- AHMAD, M.; QURESHI, S.; AKBAR, M. H.; SIDDIQUI, S. A.; GANI, A.; MUSHTAQ, M.; HASSAN, I.; DHULL, S. B. Plant-based meat alternatives: Compositional analysis, current development and challenges. *Applied Food Research*, v. 2, 2022.
- BAH, C.S.F.; BEKHIT, A.E.-D.A.; CARNE, A.; MCCONNELL, M.A. Slaughterhouse blood: an emerging source of bioactive compounds. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.*, v. 12, pp. 314-331, 2013.
- BARBOSA, K.; COSTA, N.; ALFENAS, R.; PAULA, S.; MINIM, V.; BRESSAN, J. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. Campinas: Revista de Nutrição, 2010.
- BAREA, P.; MELGOSA, R.; ILLERA, A. E.; ALONSO-RIAÑO, P.; DÍAZ DE CERIO, E.; BENITO-ROMÁN, O.; BELTRÁN, S.; SANZ, M. T. Production of small peptides and low molecular weight amino acids by subcritical water from fish meal: Effect of pressurization agente. *Food Chemistry*, v. 418, 2023.
- BIASUTTI, E.; AFONSO, W.; JUNIOR, C.; COELHO, J.; SILVA, V.; SILVESTRE, M. Ação da pancreatina na obtenção de hidrolisados protéicos de soro de leite com elevado teor de oligopeptídeos. Belo Horizonte: Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, 2008. Vol. 44, n. 1.
- BIN ZOU, T.; HE, T. P.; BIN LI, H.; TANG, H. W.; XIA, E. Q. The structure-activity relationship of the antioxidant peptides from natural proteins molecules. *Molecules*, 21, pp. 1-14, 2016.
- BLEAKLEY, S.; HAYES, M. Algal proteins: Extraction, application, and challenges concerning production. *Foods*, v. 6, p. 33, 2017.
- CENTENARO, G.; HERNÁNDEZ, C.; MELLADO, M.; NETTO, F. Efeito da concentração de enzima e de substrato no grau de hidrólise e nas propriedades funcionais de hidrolisados proteicos de corvina (*Micropogonias furnieri*). Natal: Química Nova, 2009. Vol. 32, No.7.
- CLEMENTE, A. Enzymatic protein hydrolysates in human nutrition. *Trends in Food Science & Technology - TRENDS FOOD SCI TECHNOL.* 11. 254-262, 2000.
- CUNHA, S.; A.; PINTADO, M. E. Bioactive peptides derived from marine sources: Biological and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, v. 119, pp. 348-370, 2022.
- CRUZ-CASAS, D. E.; AGUILAR, C. N.; ASCACIO-VALDÉS, J. A.; RODRÍGUEZ-HERRERA, R.; CHÁVEZ-GONZÁLEZ, M. L; FLORES-GALLEGOS, A. C. Enzymatic hydrolysis and microbial fermentation: The most favorable biotechnological methods for the release of bioactive peptides. *Food Chemistry: Molecular Sciences*, v. 3, 2021.
- DE HOLANDA, H. D.; NETTO, F. M. Recovery of components from shrimp (*Xiphopenaeus kroyeri*) processing waste by enzymatic hydrolysis. *J. Food Sci.*, v. 71, pp. 298-303, 2006.



- DULLIUS, A.; GOETTERT, M. I.; DE SOUZA, C. F. V. Whey protein hydrolysates as a source of bioactive peptides for functional foods – Biotechnological facilitation of industrial scale-up. *Journal of Functional Foods*, v. 42, pp. 58-74, 2018.
- FAUSTINO, M.; VEIGA, M.; SOUSA, P.; COSTA, E. M.; SILVA, S.; PINTADO, M. Agro-food byproducts as a new source of natural food additives. *Molecules*, v. 24, p. 1056, 2019.
- FERNYHOUGH, M. E.; BUCCI, L. R.; FELICIANO, J.; DODSON, M. V. The effect of nutritional supplements on muscle-derived stem cells *in vitro*. *Int. J. Stem Cells*, v. 3, pp. 63 - 67, 2010.
- GUO, X.; SUN, X.; ZHANG, Y.; WANG, R.; YAN, X. Interactions between soy protein hydrolyzates and wheat proteins in noodle making dough. *Food Chemistry*, v. 245, pp. 500-507, 2018.
- HARDY, R. W.; BARROWS, F. T. Diet formulation and manufacture. J.E. Halver, R.W. Hardy (Eds.), *Fish Nutrition*, Academic Press, San Diego, pp. 505-600, 2002.
- HOLEN, E.; HE, J.; ARAUJO, P.; SELIUSSEN, J.; ESPE, P. Hydrolyzed fish proteins modulates both inflammatory and antioxidant gene expression as well as protein expression in a co culture model of liver and head kidney cells isolated from Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Fish & Shellfish Immunology*, v. 54, 2016.
- HOOPER, N. M. (2002). Proteases: um primer. *Ensaio em bioquímica*, 38, 1–8.
- HOU, Y. et al. Protein hydrolysates in animal nutrition: Industrial production, bioactive peptides, and functional significance. *Journal of animal science and biotechnology*, v. 8, n. 1, p. 24, 2017.
- JIA, Y.; GAO, Y.; CHEN, X.; HUANG, B. Determination of optimal fasting time before blood sampling to get baseline data on serum biochemical characteristics in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, v. 487, pp. 83-88, 2018.
- KAUR, A.; KEHINDE, B. A.; SHARMA, P.; SHARMA, D.; KAUR, S. Recently isolated food-derived antihypertensive hydrolysates and peptides: A review. *Food Chemistry*, v. 346, 2021.
- KIM, E. K.; KIM, Y. S.; HWANG, J. W.; KANG, S. H.; CHOI, D. K.; LEE, K. H.; LEE, J. S.; MOON, S. H.; JEON, B. T.; PARK, P. J. Purification of a novel nitric oxide inhibitory peptide derived from enzymatic hydrolysates of *Mytilus coruscus*. *Fish & Shellfish Immunology*, v. 34, pp. 1416-1420, 2013.
- KOLBERG, N. A. Tissue Preparation "Bursanatalcenter". Its Influence on Resistance and Immunity in Infectious Diseases. *Innovative Technologies in Agriculture*, pp. 21 - 34, 2017.
- KONG, L.; LIU, C.; TANG, H.; YU, P.; WEN, R.; PENG, X.; XU, X.; YU, X. Hygroscopicity and antioxidant activity of whey protein hydrolysate and its ability to improve the water holding capacity of pork patties during freeze–thaw cycles. *LWT*, v. 182, 2023.
- LE, Y.; LOU, X.; YU, C.; GUO, C.; HE, Y.; LU, Y.; YANG, H. Integrated metabolomics analysis of *Lactobacillus* in fermented milk with fish gelatin hydrolysate in different degrees of hydrolysis. *Food Chemistry*, v. 408, 2023.
- LEIVA-PORTILLA, D.; MARTÍNEZ, R.; BERNAL, C. Valorization of shrimp (*Heterocarpus reedi*) processing waste via enzymatic hydrolysis: Protein extractions, hydrolysates and antioxidant peptide fractions. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, v. 48, 2023.



LEMES, A. C.; SALA, L.; MINÉRIOS, J. D. C.; BRAGA, A. R. C.; EGEEA, M. B.; FERNANDES, K. F. A review of the latest advances in encrypted bioactive peptides from protein-rich waste. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 17, ed. 6, 2016.

LIANG, X., QIAN, G., SUN, J. et al. Evaluation of antigenicity and nutritional properties of enzymatically hydrolyzed cow's milk. *Scientific Representative* 11, 18623, 2021.

LIMA, K. O.; DE QUADROS, C. DE C.; DA ROCHA, M.; DE LACERDA, J. T. J. G.; JULIANO, M. A.; DIAS, M.; MENDES, M. A.; PRENTICE, C. Bioactivity and bioaccessibility of protein hydrolyzates from industrial byproducts of Stripped weakfish (*Cynoscion guatucupa*), *LWT*, v. 111, 2019.

LIU, H.; SUN, H. N.; ZHANG, M.; MU, T. H.; KHAN, N. M. Production, identification and characterization of antioxidant peptides from potato protein by energy-divergent and gathered ultrasound assisted enzymatic hydrolysis. *Food Chemistry*, v. 405, parte A, 2023.

LIU, X.; XUE, F.; LI, C.; ADHIKARI, B. Physicochemical properties of films produced using nanoemulsions stabilized by carboxymethyl chitosan-peptide conjugates and application in blueberry preservation. *International Journal of Biological Macromolecules*, v. 202, pp. 26-36, 2022.

LU, S.; MU, Y.; XU, M.; WEN, Y.; LI, H.; WANG, J.; SUN, B. Ultrasound-assisted cellulase pretreatment and cooking with enzymatic hydrolysates enhance the freeze-thaw stability of brown rice. *LWT*, v. 173, 2023.

MAGALHÃES, I. S.; GUIMARÃES, A. D. B.; TRIBST, A. A. L.; DE OLIVEIRA, E. B.; JÚNIOR, B. R. C. L. Ultrasound-assisted enzymatic hydrolysis of goat milk casein: Effects on hydrolysis kinetics and on the solubility and antioxidant activity of hydrolysates. *Food Research International*, v. 157, 2022.

MOREIRA, T. F. M.; PESSOA, L. G. A.; SEIXAS, F. A. V.; INEU, R. P.; GONÇALVES, O. H.; LEIMANN, F. V.; RIBEIRO, R. P. Chemometric evaluation of enzymatic hydrolysis in the production of fish protein hydrolysates with acetylcholinesterase inhibitory activity. *Food Chemistry*, v. 367, 2022.

MUDGIL, P.; BABA, W. N.; KAMAL, H.; FITZGERALD, R. J.; HASSAN, H. M.; AYOUB, M. A.; GAN, C. Y.; MAQSOOD, S. A comparative investigation into novel cholesterol esterase and pancreatic lipase inhibitory peptides from cow and camel casein hydrolysates generated upon enzymatic hydrolysis and in-vitro digestion. *Food Chemistry*, v. 367, 2022.

NASRABADI, M. N.; DOOST, A. S.; MEZZENGA, R. Modification approaches of plant-based proteins to improve their techno-functionality and use in food products. *Food Hydrocolloids*, v. 118, 2021.

NAGAOKA, S.; TAKEUCHI, A.; BANNO, A. Plant-derived peptides improving lipid and glucose metabolism. *Peptides*, v. 142, 2021.

NEVES, R.; MIRA, N.; MARQUEZ, U. Caracterização de hidrolisados enzimáticos de pescado. Campinas: Food Science and Technology, 2004.

NIELSEN, P. M.; PETERSEN, D.; DAMBMANN, C. Improved method for determining food protein degree of hydrolysis. *J. Food Sci.*, 66, pp. 642-646, 2001.



OVISSIPOUR, M.; ABEDIAN KENARI, A.; MOTAMEDZADEGAN, A.; NAZARI, R. M. Optimization of enzymatic hydrolysis of visceral waste proteins of Yellowfin Tuna (*Thunnus albacares*). *Food Bioprocess Technol.*, v. 5, pp. 696-705. 2012.

PHAM, H. D.; SIDDIK, A. B. D.; PHAN, U. V.; LE, H. M.; RAHMAN, M. A. Enzymatic tuna hydrolysate supplementation modulates growth, nutrient utilisation and physiological response of pompano (*Trachinotus blochii*) fed high poultry-by product meal diets. *Aquaculture Reports*, v. 21, 2021.

QIAO, X.; MA, H. L. Y.; XU, X.; YI, J.; EL-SEEDI, H. R.; DU, M. Effects of ethanol pretreatment on osteogenic activity and off-flavors in blue mussel (*Mytilus edulis* L.) enzymatic hydrolysates. *Food Research International*, v. 167, 2023.

RAO, H.; LIN, L.; ZHAO, M. Insights into a novel chrysanthemum-coix seed beverage prepared by enzymatic hydrolysis: Chemical profile, sensory quality, and functional property. *Food Bioscience*, v. 52, 2023.

RESENDE, D.; COSTAS, B.; SÁ, T.; GOLFETTO, U.; MACHADO, M.; PEREIRA, M.; PEREIRA, C. MARQUES, B.; ROCHA, C. M. R.; PINTADO, R.; VALENTE, L. M. P. Innovative swine blood hydrolysates as promising ingredients for European seabass diets: impact on growth performance and resistance to *Tenacibaculum maritimum* infection. *Aquaculture*, v. 561, 2022.

RIVERO-PINO, F.; ESPEJO-CARPIO, F. J.; GUADIX, E. M. Antidiabetic food-derived peptides for functional feeding: Production, functionality and in vivo evidences. *Foods*, v. 9, p. 883, 2020.

RIVERO-PINO, F.; LEON, M. J.; MILLAN-LINARES, M. C.; MONTSERRAT-DE LA PAZ, S. Antimicrobial plant-derived peptides obtained by enzymatic hydrolysis and fermentation as components to improve current food systems. *Trends in Food Science & Technology*, v. 135, pp. 32-42, 2023.

ROJO, E. M.; PIEDRA, I.; GONZÁLEZ, A. M.; VEGA, M.; BOLADO, S. Effect of process parameters on the valorization of components from microalgal and microalgal-bacteria biomass by enzymatic hydrolysis. *Bioresource Technology*, v. 335, 2021.

SAAD, A. M.; OSMAN, A. O. M.; MOHAMED, A. S. Enzymatic Hydrolysis of *Phaseolus vulgaris* Protein Isolate: Characterization of Hydrolysates and Effect on the Quality of Minced Beef During Cold Storage. *International Journal of Peptide Research and Therapeutics*, v. 26, pp. 567–577, 2020.

SANTOS-SÁNCHEZ, G.; PONCE-ESPAÑA, E.; LÓPEZ, J. C.; ÁLVAREZ-SÁNCHEZ, N.; ÁLVAREZ-LÓPEZ, A. I.; PEDROCHE, J.; MILLÁN, F.; MILLÁN-LINARES, M. C.; LARDONE, P. J.; BEJARANO, I.; CRUZ-CHAMORRO, I.; CARRILLO-VICO, A. A lupin (*lupinus angustifolius*) protein hydrolysate exerts anxiolytic-like effects in western diet-fed ApoE<sup>-/-</sup> mice. *International Journal of Molecular Sciences*, v. 23, 2022.

SCHEUERMANN, C.; HUBNER, D.; SEIBT, F.; HANAUER, G.; SEVERO, J.; OLIVEIRA, M. Cristina Beatriz *et al.* Suplementos alimentares: obtenção por bioprocessos. Santa maria: Boletim técnico-científico, 2019. Vol. 5, n. 2.

SHARMA, P.; KAUR, J.; SHARMA, G.; KASHYAP, P. Plant derived antimicrobial peptides: Mechanism of target, isolation techniques, sources and pharmaceutical applications. *Journal of Food Biochemistry*, v. 46, pp. 1-22, 2022.



SHINJI, T.; MOE, Y.; YUKIHIRO, K.; YOKO, Y.; HITOSHI, A. Characterization of an organic-solvent-stable elastase from *Pseudomonas indica* and its potential use in eggshell membrane hydrolysis. *Process Biochemistry*, v. 85, pp. 156-163, 2019.

SIEMENSMA, A. D., WEIJER, W. J., & BAK, H. J. The importance of peptide lengths in hypoallergenic infant formulae. *Trends in Food Science & Technology*, 4(1), 16–21, 1993.

SILA, A.; SAYARI, N.; BALTI, R.; MARTINEZ-ALVAREZ, O.; NEDJAR-ARROUME, N.; MONCEF, N.; BOUGATEF, A. Biochemical and antioxidant properties of peptidic fraction of carotenoproteins generated from shrimp by-products by enzymatic hydrolysis. *Food Chem.*, 148, pp. 445-452, 2014.

SILK, D. B. A., FAIRCLOUGH, P. D., CLARK, M. L., HEGARTY, J. E., ADDISON, J. M., BURSTON, D., MATTHEWS, D. M. Use of a Peptide Rather Than Free Amino Acid Nitrogen Source in Chemically Defined “Elemental” Diets. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 4(6), 548–553, 1980.

SOUZA, Renata S. C. D.; TONON, Renata V.; STEPHAN, Marília P.; SILVA, Caroline M.; PENTEADO, Ana L.; CABRAL, Lourdes M. C.; KUROZAWA, Louise E. Avaliação do potencial antioxidante de proteínas do soro de leite concentradas por ultrafiltração e hidrolisadas por diferentes proteases comerciais. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 22, p. e2018021, 2019.

SUNG DONG-EUN, LEE JEONGOK, HAN YOUNGSHIN, SHON DONG-HWA, AHN KANGMO, OH SANGSUK, DO JEONG-RYONG. Effects of enzymatic hydrolysis of buckwheat protein on antigenicity and allergenicity. *Nutrition Research and Practice*, v. 8, p. 278-283, 2014.

VERMA, A.; VERMA, M.; SINGH, A. Animal tissue culture principles and applications. *Anim. Biotechnol.*, pp. 269-293, 2020.

VILLARO, S.; JIMÉNEZ-MÁRQUEZ, S.; MUSARI, E.; BERMEJO, R.; LAFARGA, T. Production of enzymatic hydrolysates with in vitro antioxidant, antihypertensive, and antidiabetic properties from proteins derived from *Arthrospira platensis*. *Food Research International*, v. 163, 2023.

YANG, F.; LV, S.; LIU, Y.; BI, S.; ZHANG, Y. Determination of umami compounds in edible fungi and evaluation of salty enhancement effect of Antler fungus enzymatic hydrolysate. *Food Chemistry*, v. 387, 2022.

YAO, Y.; WANG, M.; LIU, Y.; HAN, L.; LIU, X. Insights into the improvement of the enzymatic hydrolysis of bovine bone protein using lipase pretreatment. *Food Chemistry*, v. 302, 2020.

YU, Q.; GUO, M.; ZHANG, B.; WU, H.; ZHANG, Y.; ZHANG, L.; EL-DEMERDASH F. M. Analysis of nutritional composition in 23 kinds of edible fungi. *Journal of Food Quality*, v. 2020, pp. 1-9, 2020.

ZHANG, Y.; RUI, X.; VAUGEOIS, R.; SIMPSON, B. K. Seal meat enzymatic hydrolysates and its digests: A comparison on protein and minerals profiles. *LWT*, v. 157, 2022.

## As ilhas de *clusia* na restinga de Jurubatiba e a fitoquímica de Guttiferae: Uma retrospectiva



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-039>

### Alphonse Kelecom

Universidade Federal Fluminense  
Instituto de Biologia - Departamento de Biologia Geral,  
Laboratório de Radiobiologia e Radiometria.  
E-mail: akelecom@id.uff.br

### Artur Maciel

Universidade Federal Fluminense  
Instituto de Biologia - Departamento de Biologia Geral,  
Laboratório de Radiobiologia e Radiometria.

### RESUMO

A orla costeira do Estado do Rio de Janeiro, de Maricá a Campos, incluindo a turística Região dos Lagos, vem sofrendo há muito tempo grande impacto devido a interesses antagônicos: especulação imobiliária versus proteção da biodiversidade. Toda essa área abriga manguezais, um frágil ecossistema berço da vida marinha. Intimamente associadas

aos manguezais, as restingas costeiras são constituídas por um conjunto de micro-ecossistemas onde se encontra uma vegetação típica. Apesar disso, poucos estudos foram realizados visando o conhecimento da diversidade química dessa vegetação. Neste trabalho, pretendemos resgatar trabalhos fitoquímicos e etnofarmacológicos pioneiros desenvolvidos primeiro na restinga de Maricá e, posteriormente, na restinga do Parque Nacional de Jurubatiba, apontando alguns dados recentes com vistas a usos econômicos potenciais. É apresentado um levantamento dos metabólitos secundários encontrados no gênero *Clusia* e das atividades farmacológicas e ecológicas associadas. Sendo a restinga de Jurubatiba situada numa região de afloramento de areias monazíticas, foram medidos em algumas plantas aquáticas os teores de polônio-210 – um radionuclídeo altamente radiotóxico marcador da série radioativa natural do urânio-238.

**Palavras-chave:** restinga de Jurubatiba, *Clusia* spp, perfil químico, metabólitos secundários, usos populares, atividades farmacológicas e ecológicas, proposta biogenética, polônio-210.

## 1 INTRODUÇÃO

O Estado do Rio de Janeiro é caracterizado por uma grande diversidade de ecossistemas costeiros que incluem costões rochosos, sistemas de lagoas, manguezais e restingas. Essa diversidade resulta numa grande variedade de comunidades vegetais, que vão desde resquícios, cada vez menores, da exuberante Mata Atlântica até a vegetação típica de restinga.

As restingas se formaram ao longo da costa brasileira durante o Holoceno, em consequência de seguidas transgressões e regressões marinhas. Elas se caracterizam por extensas planícies sedimentares arenosas, cortadas por cordões litorâneos de areia que isolam lagoas, charcos e brejos. Essa grande diversidade de condições físicas gera uma pluralidade de habitats, os quais abrigam



comunidades vegetais muito variadas (Pimentel *et al.* 2007). Isto confere às restingas estruturas complexas e de equilíbrio muito frágil onde se encontra uma flora típica adaptada às condições edáficas dessas regiões (Araujo e Lacerda 1987).

Interesses antagônicos se enfrentam há muito tempo na orla litoral do estado do Rio de Janeiro.

As belezas naturais das praias cariocas e fluminenses com seus imensos cordões arenosos alternados com áreas de mangue e costões rochosos mergulhando verticalmente no oceano são motivos de cobiça desde os primórdios da colonização portuguesa.

Tribos indígenas, franceses e portugueses livraram lá batalhas sangrentas. No século XIX, diversas missões científicas passam pelo Rio de Janeiro com o intuito de estudar sua riquíssima biodiversidade.

Botânicos famosos e até Darwin passaram por essas terras. Deixaram importantes relatos. No início do século XX, abrem-se no Rio de Janeiro túneis de acesso às praias da zona sul.

Nascem e crescem os bairros de Copacabana, Ipanema, Leblon. Depois da IIª Guerra Mundial, a pressão do capital e dos lucros fabulosos esperados da especulação imobiliária entram em jogo.

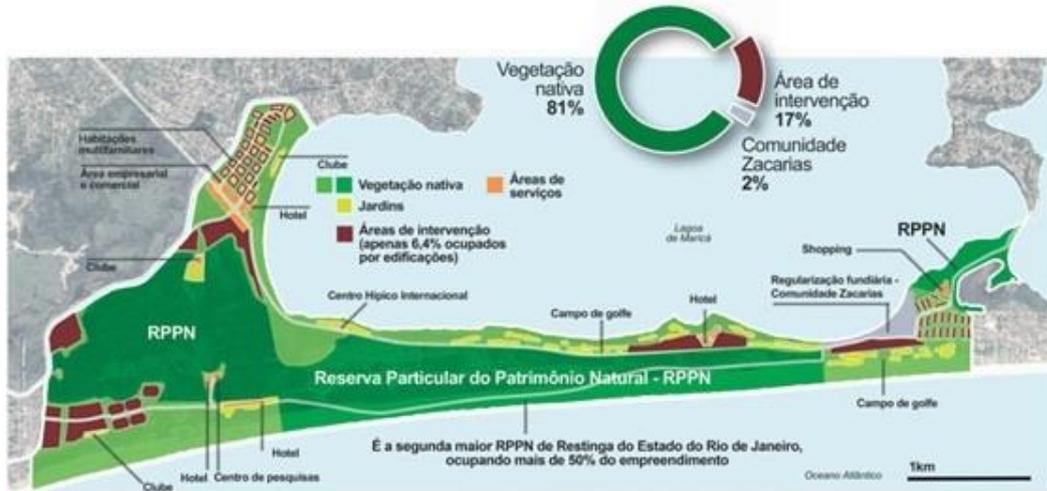
Um novo Rio de Janeiro se desenha abrangendo aos poucos as áreas de São Conrado, Barra da Tijuca e Recreio dos Bandeirantes comprometendo todo o sistema lagunar de Marapendi.

Fora da região metropolitana, as restingas do Estado do Rio de Janeiro têm sofrido intensas perturbações antrópicas, devido à especulação imobiliária (*e.g.* Fig. 1), às atividades de lazer e ao desmatamento que visa a utilização destas áreas para produção de coco entre outros.

As restingas, porém, têm solo arenoso pobre onde a vegetação cresce muito lentamente e onde os adubos nitrogenados são lixiviados para o lençol freático, poluindo as águas com resíduos de nitrato, não sendo assim muito adequado para o cultivo.

Isto resultou em ampla degradação da vegetação costeira, perda de informações básicas sobre o uso destas plantas e até na extinção de várias espécies endêmicas, fatores esses que motivaram há umas três décadas o início de investigações geomorfológicas, limnológicas, botânicas e ecológicas (Lacerda *et al.* 1982, 1984).

Figura 1. Projeto de implantação da Fazenda de São Bento, em Maricá, segundo EIA RIMA (INEA, 2012)



À visão imobiliária, que não será discutida aqui, há de contrapor os estudos de Silva e colaboradores que nas décadas de 80 e 90 do século passado levantaram a composição da flora da restinga de Maricá e descreveram ação hipoglicemiante de um extrato do pericarpo de romã (*Punica granatum* L.) coletada naquela região (Silva, 1996; Silva e Pereira, 1982, 1983; Silva e Somner 1983a, 1983b, 1984; Silva e Oliveira, 1992), desvelando a riqueza potencial dessa vegetação.

Entre as restingas do Estado do Rio de Janeiro, a Restinga de Jurubatiba é ainda pouco conhecida. Situada no Nordeste Fluminense, a aproximadamente 250 km da capital do estado (22° a 22° 23' S e 41°15' a 41°45' S) a Restinga de Jurubatiba se estende de Macaé, por Carapebus, até o município de Quissamã.

Tem subsolo arenoso rico em arreias monazíticas, típicas do sul do Espírito Santo; seu clima vai de quente e chuvoso no verão a seco no inverno; a temperatura média varia de 22 a 24° e as precipitações atingem de 1000 a 1350 mm.

Visando a preservação/ conservação das riquezas naturais da restinga, boa parte da sua área (14.860 hectares) foi transformada em 1998 no Parque Nacional de Jurubatiba (Brasília 1998, IBAMA 2002).

A Restinga de Jurubatiba apresenta uma rica vegetação relativamente bem preservada, com ocorrência de espécies endêmicas e em extinção, a qual foi objeto de numerosos estudos botânicos (Araujo *et al.* 1998, 2000; Dias *et al.* 2006; Imbassahy *et al.* 2009; Matallana *et al.* 2005; Pereira *et al.* 2004; Pimentel *et al.* 2007).

Suas lagoas também mereceram muita atenção (Branco 1998; Esteves 1998a, 1998b; Farjalla 1998; Fernandes 1998; Frota 1998; Melo e Suzuki 1998; Petrucio 1998; Petrucio e Faria 1998; Petrucio e Furtado 1998; Roland 1998; Sofiati 1998).



Já estudos da fauna endêmica são mais escassos (Hatano *et al.* 2001). Tais investigações apontaram para a necessidade de pesquisas de longa duração na Restinga de Jurubatiba focando aspectos de Ecologia, História Natural e Conservação (Rocha *et al.* 2004).

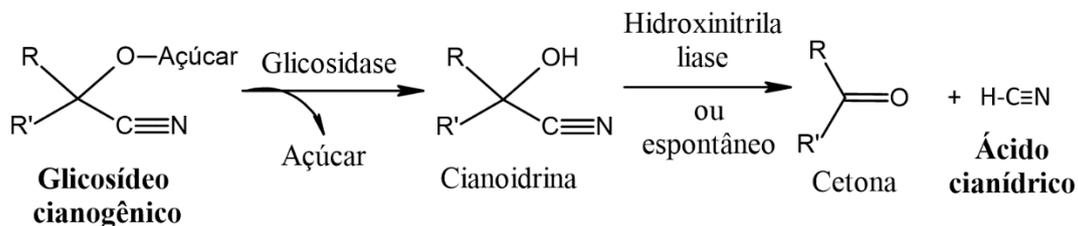
Segundo Araujo *et al.* (1998), a flora da restinga de Jurubatiba é constituída por diversas comunidades vegetais: floresta de restinga, floresta de pântano, habitats de *Clusia* ou ilhas de *Clusia* (Scarano *et al.*, 2005), habitats de Ericaceae e habitats de Palmae.

Existem áreas periodicamente inundadas, áreas permanentemente inundadas, lagoas e ambientes arenosos costeiros (praias). A distribuição da flora nessas comunidades vegetais foi descrita (Costa & Dias, 2001).

Encontrou-se um total de 618 espécies de plantas vasculares, pertencentes a 381 gêneros, vinculados a 120 famílias (Araujo *et al.* 2000). Algumas dessas plantas são usadas como alimento ou como plantas medicinais (Santos *et al.* 2009).

Do ponto de vista fitoquímico, pouco se sabia a respeito dos metabólitos secundários de plantas de restinga, com a exceção dos estudos de Kaplan e colaboradores sobre ceras foliares, glicosídeos cianogênicos e taninos (Kaplan *et al.* 1983, 1979-2000). Ação cianogênica (Fig.2) foi reestudada mais recentemente em Pteridofitas mostrando um complexo padrão de produção (Santos *et al.*, 2005).

Figura 2. Mecanismo de liberação de ácido cianídrico em plantas superiores.



De maneira geral, continuam faltando estudos fitoquímicos, e estudos das atividades ecológicas e farmacológicas destas plantas, embora se saiba que várias espécies de restinga são usadas na medicina popular.

Tais estudos poderiam significar a valoração econômica de determinadas espécies (Santos *et al.* 2003). Se de um lado isso poderia gerar impactos socioambientais positivos, trazendo alguma renda suplementar para as populações desses municípios que padecem com as oscilações da cultura da cana e do programa Proálcool, por outro lado é sabido que qualquer planta que venha a adquirir algum valor econômico se torna ameaçada de erradicação em razão do sobre-uso difícil de controlar.

Assim, objetivando o uso econômico da vegetação nativa e sua preservação, iniciou-se um estudo fitoquímico visando apontar plantas que possam ser aproveitadas como fontes de metabólitos naturais valiosos. Pensando na preservação da flora, apenas as partes renováveis, como folhas, flores e frutos,



foram consideradas. No que segue, serão descritos os trabalhos pioneiros, incluindo resultados não publicados.

## 2 RESULTADOS

### 2.1 RADIOECOLOGIA DE PLANTAS DA AQUÁTICAS DO PN DE JURUBATIBA (MUNICÍPIO DE CARAPEBUS)

Bancos de areias monazíticas se estendem do Norte Fluminense ao Sul do Espírito Santo. Tais areias possuem altos teores de metais pesados, entre eles o valioso nióbio, além de isótopos de tório e rádio e demais membros das famílias radioativas do urânio e do tório.

Areias monazíticas foram exploradas por décadas no município Norte-Fluminense de Buena pela INB (CNEN) e justificam das altas dose de radiação mesuráveis naquela região, e particularmente no Município de Guarapari onde a radiação ambiental média chega a 1,14  $\mu$ Sv/h, ou seja, até dez vezes mais alta do que na maioria das regiões do mundo.

Na Praia da Areia Preta essa dose pode ultrapassar aos 4  $\mu$ Sv/h o que, segundo a teoria da hormese, justificaria da fama terapêutica dessas areias, sendo principalmente indicadas para tratar artrite, dores reumáticas e afecções respiratórias.

Nesse contexto foram analisadas seis plantas aquáticas da lagoinha dita do “Blau-Blau”, situada no município de Carapebus para determinar seu teor em  $^{210}\text{Po}$ , radionuclídeo natural alfa- emissor da série do urânio.

Os resultados aparecem na Tabela 1 e indicam que os altos teores de  $^{210}\text{Po}$  estão relacionados principalmente com o teor do radionuclídeo no solo, podendo essas plantas servirem de bioindicador da contaminação radioativa do solo. Esse dado não deixa de ser surpreendente pois sabe-se que o polônio está normalmente associado com a coluna d’água (Kelecom *et al.*, 1999).

Tabela 1. Concentrações radioativas (em mBq/g, média  $\pm$  desvio padrão) de  $^{210}\text{Po}$  em plantas aquáticas de água doce da lagoa do “Blau-Blau” e solo associado, Restinga de Jurubatiba, Município de Carapebus, RJ, Brasil.

Planta	Folha	Caule	Raíz	Solo
<i>Ceratopteris thalictroides</i>	95,4 $\pm$ 11,5	n.d.	116,4 $\pm$ 10,5	121,4 $\pm$ 15,07
<i>Chara sp</i> (alga verde)	talo inteiro: 129,9 $\pm$ 23,4			
Cyperacea	colmo & folha: 20,3 $\pm$ 5,1		124,8 $\pm$ 19,9	158,6 $\pm$ 17,5
<i>Hedyotis thessifolia</i>	41,4 $\pm$ 11,6	16,3 $\pm$ 4,4	41,2 $\pm$ 13,7	60,0 $\pm$ 16,2
<i>Nymphaea ampla</i>	30,7 $\pm$ 9,5	19,1 $\pm$ 5,4	58,1 $\pm$ 19,7	125,5 $\pm$ 18,5
<i>Nymphoides humboldtianum</i>	25,0 $\pm$ 7,8	29,7 $\pm$ 10,1	71,2 $\pm$ 16,4	61,2 $\pm$ 29,0

### 2.2 ASPECTOS FITOQUÍMICA E ETNOFARMACOLÓGICOS DO GÊNERO CLUSIA

Na restinga, as espécies de *Clusia* participam de formações vegetais típicas, conhecidas como “Ilha de Clusias” (Araujo *et al.* 1998). São formações vegetais dominadas por um ou mais indivíduos de *Clusia spp* na sombra dos quais cresce uma grande variedade de arbustos e herbáceas. Dos pontos de vista botânico e fisiológico, o gênero *Clusia* chama atenção, pois a maioria das suas espécies é



dioica (Faria et al. 2006) e apresenta fotossíntese CAM ou fotossíntese intermediária C3/CAM (Grams et al. 1998; Herzog et al. 1999; Franco et al. 1999).

O gênero *Clusia* inclui 145 espécies que são encontradas principalmente nas regiões quentes das Américas, em Madagascar e na Nova Caledônia.

Várias espécies são citadas como fontes de resinas usadas em medicina popular para tratar feridas e em medicina veterinária (Tabela 2).

Também servem para confecção de bandagens e de gomas para captura de pássaros. As resinas podem ser obtidas dos caules, das cascas ou das flores. Atividades farmacológicas também foram descritas para várias espécies (Tabela 3).

A espécie *Clusia hilariana*, uma *Guttifera*, foi escolhida nessa investigação preliminar por ser das mais abundantes em Carapebus. Sua distribuição se estende da Bahia até o norte do Estado do Rio de Janeiro.

É uma espécie fotossintética CAM obrigatória cuja fisiologia vem sendo amplamente estudada (Franco et al. 1996; Scarano et al. 2005; Gessler et al. 2008).

Tabela 2. Usos Populares de *Clusia spp*

uso	material vegetal	origem	ref.
cicatrizar feridas	goma do caule	<i>Clusia flava</i>	Usher, 1984
	resina das flores	<i>Clusia insignis</i>	Usher, 1984
cicatrizar umbigo recém-nascido	resina	Clusiaceae	Salama, 1986ab
aliviar infecções da pele	látex do fruto	<i>Clusia alata</i>	
emético e diurético	fruto	<i>Clusia spp</i>	Mendes, 1995
tratamento de fraturas	resina	<i>Clusia spp</i>	Villalobos-Salazar e Hasbun 1986
germicida	resina	<i>Clusia spp</i>	
purgativo	resina	<i>Clusia spp</i>	
dor de cabeça	resina	Clusiaceae	Salama, 1986ab
lepra	resina	Clusiaceae	Salama, 1986ab
medicina veterinária	resina do caule	<i>Clusia fluminensis</i>	Usher, 1984
bandagens elásticas para atar hérnias em crianças	goma do caule	<i>Clusia minor</i>	Usher, 1984
medicinal	resina da casca, seiva	<i>Clusia plukeneth</i>	Usher, 1984
captura de pássaros	resina da casca, seiva	<i>Clusia plukeneth</i>	Usher, 1984
curtume	casca (16% taninos)	<i>Clusia spp</i>	Mendes, 1995
insenso p/igrejas na América Sul	goma do caule	<i>Clusia palmicicla</i>	Usher, 1984
confecção móveis e como lenha	caule	<i>Clusia rosea</i>	Usher, 1984

Tabela 3. Atividades Farmacológicas de *Clusia spp*.

atividades	substância ativa	origem	referências
antisséptico antimicótico bacteriostático adstringente	benzofenonas de própolis	<i>Clusia minor</i> , <i>Clusia major</i>	Tomás-Baberán et al., 1993
espasmo lítico			
anti-inflamatório	benzofenonas de própolis	<i>Clusia minor</i> , <i>Clusia major</i>	Tomás-Baberán et al., 1993



anestésico			
citotóxico	paralycolina-A	<i>Clusia paralycola</i>	Delle Monache <i>et al.</i> , 1987
anti HIV	gutiferona E	<i>Clusia rosea</i>	Gustavson <i>et al.</i> , 1992
anti HIV	xanthochymol	<i>Clusia rosea</i>	
anti HIV	extrato hexânico	<i>Clusia hilariana</i>	Kelecom <i>et al.</i> , 2000
hipotensor em cães	infusão folhas (epicatequina?)	<i>Clusia cociensis</i>	Barrios <i>et al.</i> , 1991 Villalobos-Salazar e Hasbun 1986
úlceras do gado	-	<i>Clusia sp</i>	Mendes, 1995
inibição da MAO	-	-	Suzuki <i>et al.</i> , 1980

## 2.3 PERFIL QUÍMICO DO GÊNERO CLUSIA

Com o objetivo de determinar o perfil químico do gênero *Clusia*, foi feito um levantamento preliminar da literatura desde 1905 até 1997, no Chemical Abstracts.

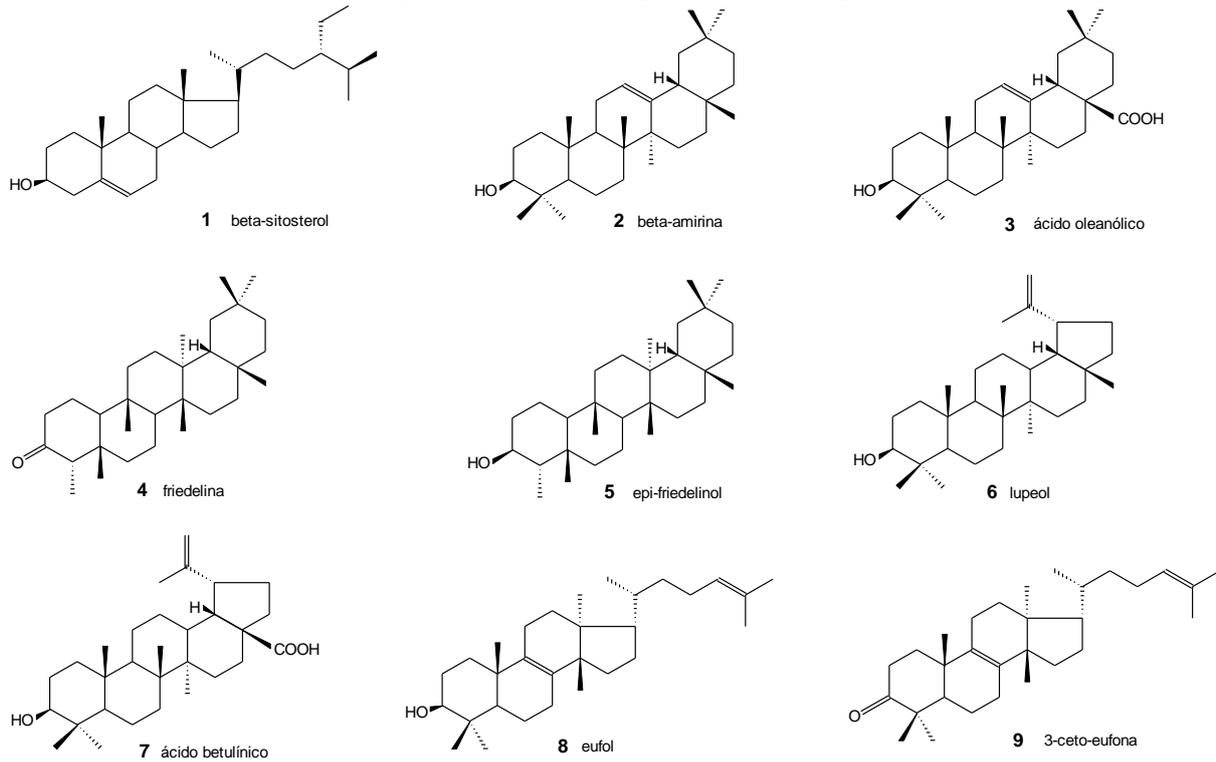
Foram também consultados os Livros de Resumos das Reuniões Anuais da Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência -SBPC- (1970-1995), da Sociedade Brasileira de Química -SBQ- (1990-1997) e das Reuniões Anuais sobre Evolução, Sistemática e Ecologia Micromoleculares - RESEM (1984-1997) para conhecer o estado das pesquisas fitoquímicas com o gênero *Clusia* no Brasil. Até início de 1995, não havia trabalhos com esse gênero.

Desde então, todos os grupos brasileiros de fitoquímica relataram diversos resultados sobre isolamento e identificação a partir de diversas espécies de *Clusia* de sesquiterpenos, benzofenonas e óleos essenciais. O levantamento da literatura permitiu esboçar seu perfil químico do gênero *Clusia*.

### 2.3.1 Triterpenos e esteróis

Entre os metabólitos identificados, foram relatados um **esterol** ( $\square$ -sitosterol, **1**) bastante comum em plantas superiores; oito **triterpenos** sendo seis triterpenos pentacíclicos:  $\square$ -amirina (**2**), ácido oleanólico (**3**), friedelina (**4**), epifriedelinol (**5**), lupeol (**6**), ácido betulínico (**7**) e dois eufanos: eufol (**8**) e 3-ceto-eufona (**9**) (Figura 3).

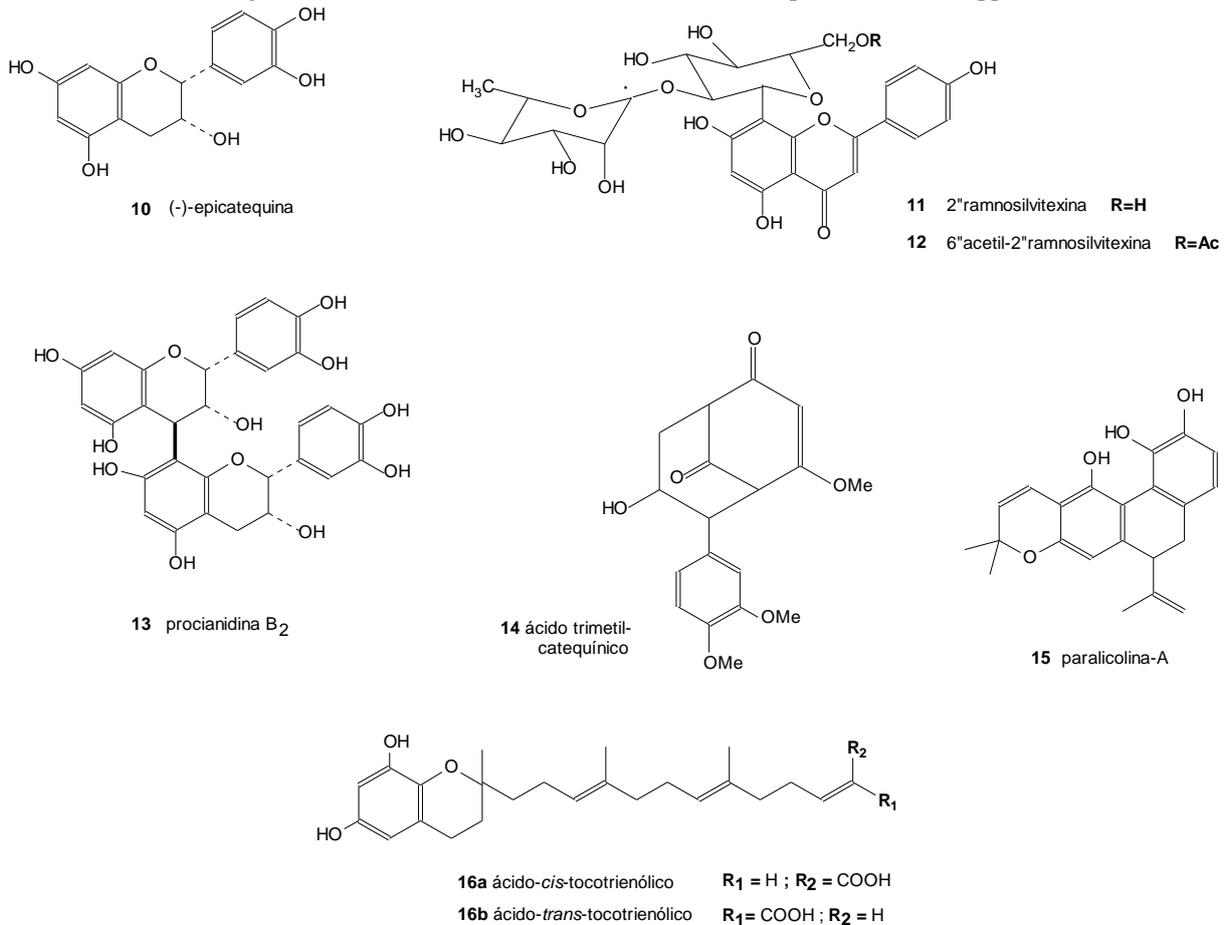
Figura 3. Esteróis e triterpenos de *Clusia* spp.



### 2.3.2 Miscelânea

Foram ainda identificados **flavonoides**: (-) -epi-catequina (**10**), 2'' ramnosil-vitexina (**11**), 6'' acetil-2'' ramnosil-vitexina (**12**), procianidina B2 (**13**) e ácido trimetilcatequínico (**14**); um **diidro-fenantreno** citotóxico e antimicrobial (paralicolina-A, **15**) e 2 **meroditerpenos** (os ácidos *cis* e *trans*-toco-trienolólicos, **16a** e **16b**) (Figura 4).

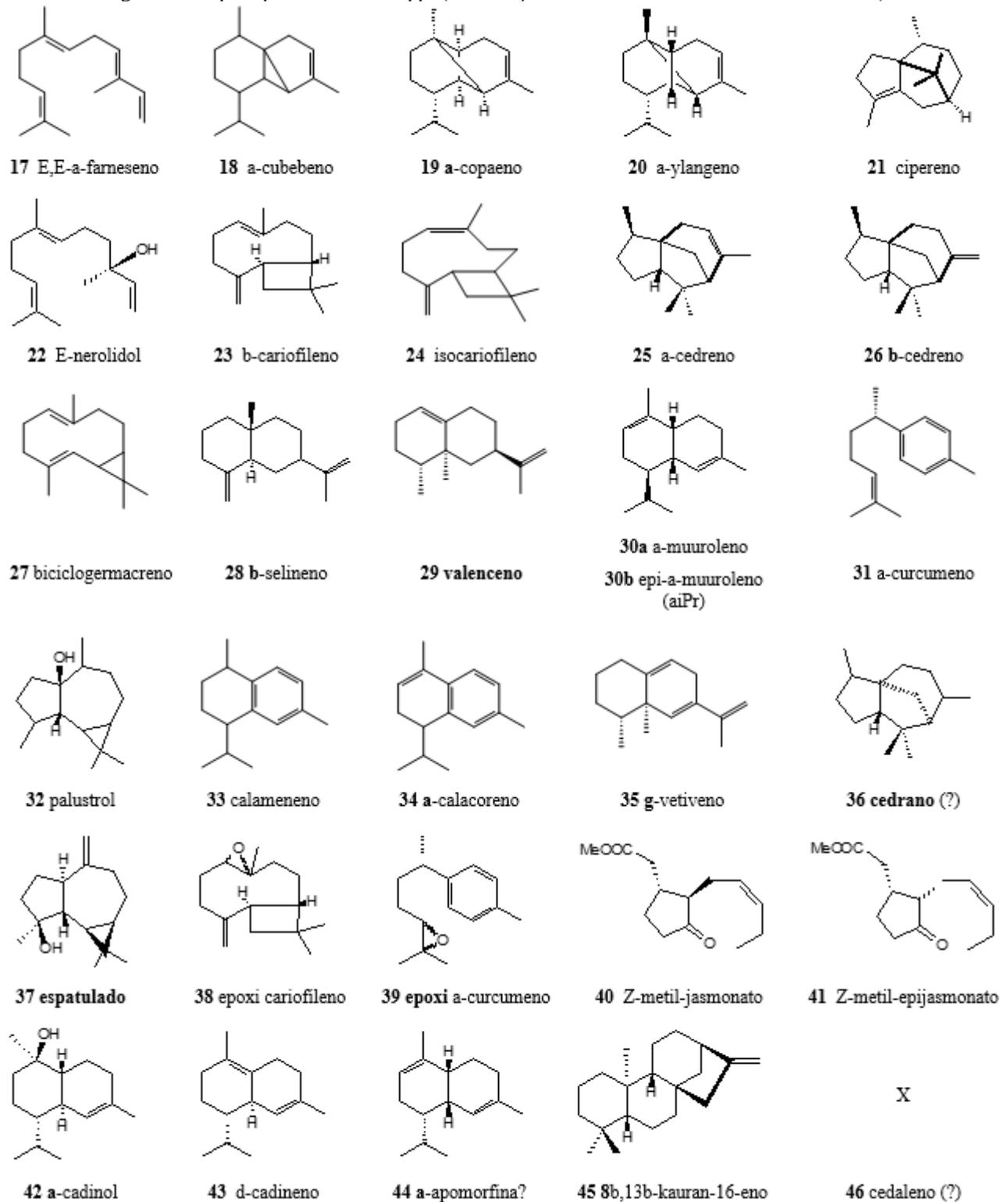
Figura 4. Flavonóides, diidrofenantreno e mero-diterpenos de *Clusia* spp.



### 2.3.3 Sesquiterpenos

Foram ainda encontrados em *Clusia* 27 **sesquiterpenos** de 13 tipos de esqueletos (Figura 5). Observou-se sesquiterpenos acíclicos, mono, bi e tricíclicos; 70% são hidrocarbonetos, os demais são oxigenados (com funções álcool terciário, epóxido, carbonila e éster metílico).

Figura 5. Sesquiterpenos de *Clusia spp.* (Observação: os “?” se referem a estruturas incertas.)



### 2.3.4 Benzofenonas

Por fim, foram descritas em Guttiferae em torno de **40 benzofenonas polipreniladas** (Ferraz, 2005) de origem biossintética mista e com estruturas únicas.

Esta classe, de grande interesse fitoquímico, foi encontrada em outras Guttiferae dos gêneros *Moronobea*, *Vismia* e *Garcinia*, e na própolis de abelhas da Venezuela, sendo concentradas a partir da



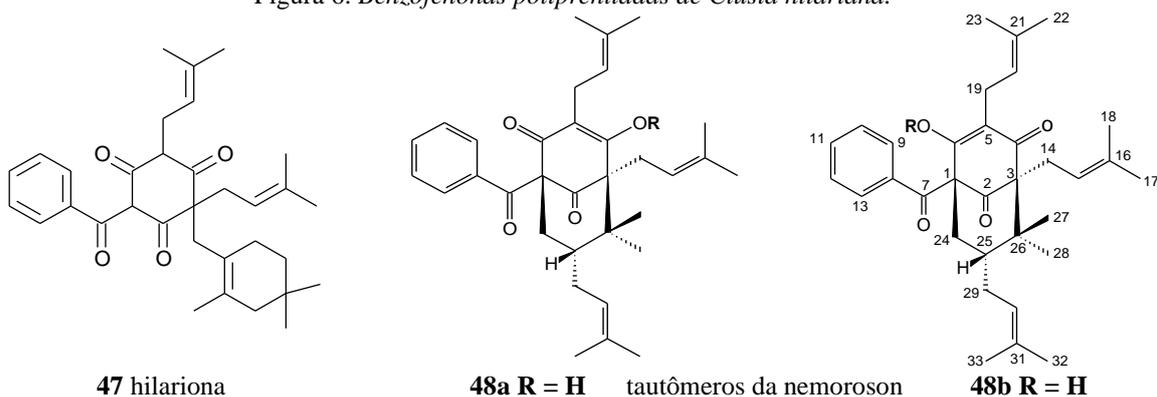
resina das flores de duas espécies de *Clusia*. Algumas benzofenonas possuem atividades farmacológicas. São antimicrobianas, antifúngicas e antivirais o que confere a essas substâncias um interesse todo particular.

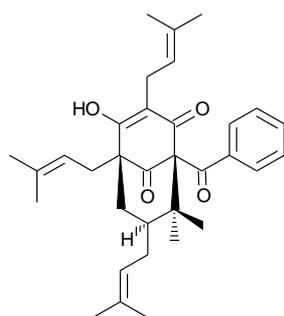
Kelecom *et al.* (2002a) estudaram os extratos hexânicos dos frutos e da resina das flores macho e fêmea de *C. hilarana*. Não houve diferença de composição entre os extratos de flores macho e fêmea. Os três extratos forneceram o triterpeno ácido oleanólico [3] presente em muito maior quantidade nos frutos do que nas flores.

Incontestavelmente, os metabólitos característicos da família Clusiaceae são as *benzofenonas poliisopreniladas* (Figura 6). Porto *et al.* (2000) descreveram a presença na resina de flores macho de *C. hilariana* de três benzofenonas: a inédita hilariona [47] (sem a determinação da configuração em C-3), e as nemorosona [48] e nemorosona II [49], do tipo biciclo[3.3.1]nona-2,4,6-triona, já descritas para a resina floral de *C. grandiflora* e *C. rosea* (Oliveira *et al.*, 1996, 1999). Traços de benzofenonas poliisopreniladas não identificadas foram detectados no látex de *C. hilariana* (Camara, 2001). É a segunda ocorrência de benzofenonas no látex de uma *Clusia* (Lokvam *et al.*, 2000). Embora Oliveira *et al.* (1999) afirmam que as benzofenonas presentes nas resinas das flores são certamente menos oxidadas que aquelas isoladas dos frutos e folhas, Kelecom *et al.* (2002a) isolaram a mistura tautomérica de nemorosonas [48a, b] dos extratos hexânicos de frutos e das resinas das flores macho e fêmea. Esses mesmos extratos ainda forneceram uma série de benzofenonas minoritárias, entre elas as hilarionas A [50] e B [51] (Maciel & Kelecom, 1997; Kelecom *et al.*, 1998). Mais recentemente, Anholeti *et al.*, (2015) descreveram a composição das ceras epicuticulares de *Clusia fluminensis*, investigaram aspectos quimiosistemáticos das benzofenonas e identificaram ainda o triterpeno lanosterol isolado a partir dos frutos da espécie, o qual demonstrou atividade anti-hemolítica (Oliveira *et al.*, 2014).

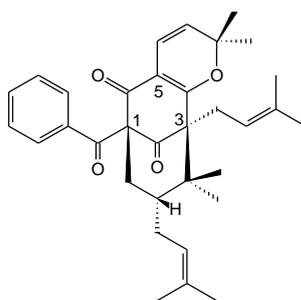
Kelecom e Maciel (dados não publicados) propuseram uma numeração única para todas as benzofenonas e construíram uma proposta biogenética geral, explicando a formação de benzofenonas enantioméricas. O detalhamento dessas propostas sai do âmbito dessa revisão.

Figura 6. Benzofenonas polipreniladas de *Clusia hilariana*.

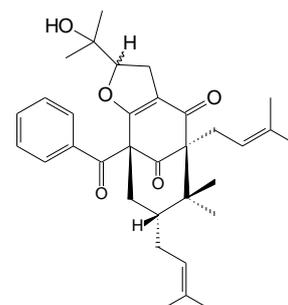




49 nemorosona II



50 hilariona A



51 hilariona B

### 2.3.4.1 Ações farmacológicas

As atividades farmacológicas de extratos brutos e de benzofenonas de Clusiaceae foram intensamente estudadas. O gênero *Clusia* apresenta ações antimicrobiana (Delle Monache *et al.*, 1987), antisséptica, antimicótica, bacteriostática, adstringente, espasmolítica e anestésica (Tomás-Baberán *et al.*, 1993), além de apresentar ações citotóxica (Delle Monache *et al.*, 1987) e anti HIV (Gustavson *et al.*, 1992) e de inibir a MAO (Suzuki *et al.*, 1980). Apresentam atividade hipotensora em cães (Barrios *et al.*, 1991; Vilalobos-Salazar & Hasbun, 1986) e são usados para tratar úlceras no gado (Mendes, 1995). Benzofenonas possuem ainda efeitos anti-inflamatório, antioxidante e antitumoral (Acuña *et al.*; 2009, Ferraz, 2011). São ativas contra *Plasmodium falciparum* agente causador da malária (Marti *et al.*, 2010) e apresentam atividade inibitória contra o mosquito da dengue, *Aedes aegypti* (Dhanya & Benny, 2014).

Testes bioautográficos, com o látex de 12 espécies de *Clusia*, entre elas *C. hilariana*, revelaram principalmente nas frações polares atividade bactericida em *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Rhodococcus equi*, *Staphylococcus aureus*, *Micrococcus luteus*, *Salmonella typhimurium*, e fungicida em *Aspergillus fumigatus*; *Aspergillus niger*; *Fusarium oxysporum*, *Rhizopus oryzae*, *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides* e *Candida albicans* (Camara, 2001).

A nemorosona [48], principal benzofenona de *C. hilariana* apresenta atividades antibacteriana moderada contra *S. aureus* ( $CI_{50} \pm DP 16,1 \pm 0,1 \mu M$ ), mas não em *E. coli* ( $> 64,0$ ), *T. rubrum* ( $> 64,0$ ) e nem contra o fungo *C. albicans* ( $> 64,0$ ) (Monzote *et al.*, 2011). Sua ação anti-protozoária foi descrita, sendo particularmente ativa contra o plasmódio da malária *P. falciparum* ( $CI_{50} \pm DP 0,4 \pm 0,2 \mu M$ ), e menos contra os tripanosomas da doença de Chagas *Trypanosoma cruzi* ( $12,5 \pm 1,7$ ), *Trypanosoma brucei* ( $17,5 \pm 1,9$ ), ou da leishmaniose *Leishmania infantum* ( $32,9 \pm 5,4$ ) e *Leishmania amazonensis* ( $11,2 \pm 0,6$ ) sendo a nemorosona [48] ligeiramente menos ativa contra Chagas e leishmaniose do que a guttiferona A cuja atividade é da ordem de 1 a  $5 \mu M$  (Fromentin *et al.*, 2013). Nemorosona [48] possui ainda ação anti-inflamatória (Farias *et al.*, 2012; Melo *et al.*, 2014) e citotóxica contra os carcinomas do epitélio (HeLa) e da epiderme (Hep-2), contra o câncer da próstata (PC-3) e o câncer do sistema nervoso central (U251). Exibe ainda ação antioxidante. Seu derivado metilado é menos ativo que o composto natural (Cuesta-Rubioa *et al.*, 2002). Tais atividades são bastante atraentes, mas Terrazas *et*

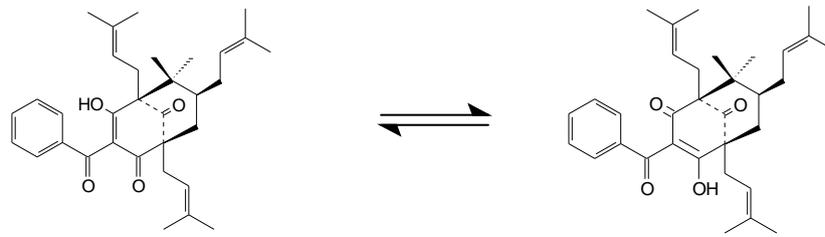


al. (2013) apontam para o caráter genotóxico da gutiferona A. O potencial farmacológico das benzofenonas foi recentemente objeto de revisões (Cuesta-Rubio *et al.*, 2005; Acuña, 2011).

A mistura de tautômeros de nemorosona [48a, b] de *C. hilariana* apresentou na concentração de 100 µg/ml ligeira inibição (30%) da transcriptase reversa do vírus HIV-1 (Pereira *et al.*, 1998a, 1998b). Similarmente, extratos de *C. fluminense* mostraram atividades citotóxica e antiviral (Menezes *et al.*, 2015). Finalmente, testes de toxicidade e anti-ecdise de nemorosona nas concentrações de 1 e 10 µg/mL no inseto hematófago *Rhodnius prolixus*, vetor da doença de Chagas, mostraram que [48a, b] é praticamente não-tóxica e apresenta uma atividade anti-ecdise dose-dependente (Kelecom *et al.*, 2000, 2002b).

Ácido oleanólico [3] isolado dos frutos de *C. hilariana* quando testado nas mesmas condições que nemorosona [48], apresenta em *R. prolixus* toxicidade dose-dependente nas concentrações de 1, 10 e 100 µg/ml e drástica inibição da muda, nas mesmas concentrações. A mortalidade atinge 90% após 4 semanas, na dose mais alta. Já nas concentrações de 1 e 10 µg/ml, a toxicidade cai para aproximadamente 40%. A atividade anti-ecdise é de 100% nas doses de 10 e 100 µg/mL e continua muito alta na menor concentração (Kelecom *et al.*, 2002b).

Por fim, investigação do extrato acetônico de frutos de *Clusia fluminensis* apresenta interessante atividade antioxidante relacionada à presença de flavonóides (Silva e Paiva, 2012). Atividade antioxidante foi também testada em *Clusia criuva* (Silva *et al.*, 2017). *C. fluminensis* é ativa contra o veneno da serpente *Bothrops jararaca* (Oliveira *et al.*, 2014). Já os extratos hexânicos das frutas e flores e o principal componente do extrato floral dessa espécie, a benzofenona clusianona [52], foram testados contra *Aedes aegypti*. O tratamento das larvas com extratos brutos de frutas ou flores de *C. fluminensis* não afetou a sobrevivência de *Ae. aegypti* (50 mg/L), no entanto, os extratos de flores atrasaram significativamente o desenvolvimento do inseto. Em contraste, a clusianona [52] (50 mg/L), isolada do extrato de flores e representando 54,9% da composição da amostra, mostrou uma inibição altamente significativa de sobrevivência, matando 93,3% das larvas e bloqueando completamente o desenvolvimento de *Ae. aegypti*. Os resultados mostraram pela primeira vez, alta toxicidade de clusianona [52] contra *Ae. aegypti* que matou e inibiu o desenvolvimento do mosquito. Uma metodologia rápida de purificação da clusianona [52] por HSCCC foi desenvolvida (Silva *et al.*, 2012). Finalmente, Duprat *et al.* (2017) testaram extratos de *C. fluminensis* nos insetos *Dysdercus peruvianus* e *Oncopeltus fasciatus*. Portanto, clusianona [22] é um potencial biopesticida para o controle de insetos vetores de doenças tropicais (Anholeti *et al.* 2015).



52 clusianona (formas tautoméricas)

#### 2.3.4.2 Atividades biológicas sensu ecológicas

Do mesmo modo que as demais Clusiaceae, *Clusia hilariana* possui látex em quase todos seus tecidos, em quantidade e de cor variáveis. A análise da composição química não permite emitir nenhuma conclusão quanto ao seu papel ecológico, mas aceita-se atualmente que o látex exerce um papel na defesa da planta contra herbívoros e microrganismos (Farrell *et al.*, 1991).

As resinas florais desempenham o papel de recompensa floral para os insetos polinizadores. Flores de *C. hilariana* são visitadas para coleta de pólen e resina por abelhas das famílias Apidae, Halictidae e Megachilidae que utilizam a resina na construção e proteção dos seus ninhos sendo as abelhas as principais polinizadoras de *C. hilariana* (Cesário, 2007). As abelhas são o único grupo de visitantes a realizar a coleta de resina (Cesário, 2007). Não surpreendentemente a presença de benzofenonas foi relatada na própolis de abelhas na Venezuela (Tomás-Baberán *et al.*, 1993) podendo ser em parte responsáveis pelas propriedades biológicas da própolis.

A química das interações ecológicas de *Clusia* e seus polinizadores foi abordada por Marsaioli e colaboradores. Observou-se que o material do ninho de abelhas sociais do gênero *Trigona* é composto entre outros de benzofenonas. Entretanto, a coleta constante de resina pelas abelhas, mesmo após a construção do ninho, poderia indicar que as mesmas desempenhariam um outro papel relevante na vida destas abelhas. Como essas substâncias são capazes de inibir o desenvolvimento de alguns microorganismos, como o fungo *Candida albicans* e as bactérias *Bacillus subtilis* e *Staphylococcus aureus* sugere-se que as resinas florais são utilizadas tanto como material de construção dos ninhos servindo como polímero protetor contra a umidade como também na proteção das larvas contra o ataque de microorganismos. (Porto, 1997; Marsaioli *et al.*, 1998). Essas evidências parecem indicar que esse possa ser um dos papéis ecológicos da nemorosana coletada nas flores de *Clusia hilariana* por abelhas polinizadoras.

## 4 CONCLUSÕES

A vegetação de restingas com sua estrutura original e complexa, submetida a condições ambientais particulares fornece um vasto campo de pesquisas onde muitos novos metabólitos secundários participam de interações ecológicas diferentes de outros ecossistemas e cujo potencial farmacológico e econômico ainda é pouco conhecido.



## AGRADECIMENTOS

Aos pioneiros do time de Botânica da UFF, Professores Paulo Cesar Ayres Fevereiro e Geisa Lauro Reis (aposentados, GBG-UFF) e Marcelo Guerra Santos (agora FFP-UERJ). Ao Prof. Leandro Machado Rocha (Faculdade de Farmácia-UFF) por despertarem essas pesquisas. Ao time do LABI, Professores Marcelo Salabert Gonzalez, Cícero Brasileiro de Mello Neto e Maia Denise Feder, pelas valiosas contribuições e demais colegas do Departamento de Biologia Geral GBG-UFF (Prof<sup>as</sup>. Janie Garcia da Silva, Rita de Cássia Goulart dos Santos e Selma Ribeiro de Paiva). À FAPERJ pelos financiamentos.



## REFERÊNCIAS

- Acuña, U.M.; Jancovski, N. & Kennelly, E.J. 2009. Polyisoprenylated benzophenones from Clusiaceae: potential drugs and lead compounds. *Current Topics in Medicinal Chemistry* **9** (16): 1560-80.
- Acuña, U.M. 2011. Phenolic Constituents from *Garcinia intermedia* and Related Species. Tese de doutorado, The City University of New York, 111 p.
- Anholeti M.C.; Duprat R.C.; Figueiredo M.R.; Kaplan M.A.C.; Santos M.G.; Gonzalez M.S.; Ratcliffe N.A.; Feder M.D.; Paiva S.R.; Mello C.B. **2015**. Biocontrol evaluation of extracts and a major component, clusianone, from *Clusia fluminensis* Planch & Triana against *Aedes aegypti*. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* (OnLine) **110**: 629-635.
- Anholeti, M.C.; Silva, K.M.M.; Moraes, Moemy G. de; Santos, M.G.; Figueiredo, M.R. ; Kaplan, M.A.C.; Joffily, A. e Paiva, S.R. 2017. Leaf anatomy and epicuticular waxes composition of *Clusia fluminensis* Planch. & Triana (Clusiaceae). *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants* **3**: 68-86.
- Anholeti, M.C.; Paiva, S.R.; Figueiredo, M.R. e Kaplan, M.A.C. 2015. Chemosystematic aspects of polyisoprenylated benzophenones from the genus *Clusia*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (Impresso) **87**: 289-301.
- Araujo D.S.D. de e Lacerda L.D. de. 1987. A natureza das restingas. *Ciência Hoje* **6**: 42-48.
- Araujo D.S.D. de; Scarano F.R.; Sá C.F.C. de; Kurtz B.C. e Zaluar H.L.T., Montezuma R.C.M. e Oliveira R.C. de. 1998. Comunidades Vegetais do Parque Nacional das Restingas de Jurubatiba. In: Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Núcleo de Pesquisas Ecológicas do Município de Macaé (NUPEM) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. (464 p.), pp. 39-62.
- Araujo D.S.D. de, Costa A.F., Oliveira A.S. e Moura R.L. 2000. Fora do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e arredores, Rio de Janeiro: listagem florística e fitogeográfica; Angiospermas – Pteridófitas – Algas continentais, Rio de Janeiro, Museu Nacional do Rio de Janeiro (Série Livros 8).
- Barrios, M.; Calvo, M.; Arguedas, E. e Castro, O. 1991. Epicatequina em *Clusia stenophylla* y *Clusia flava*. *Ing. Ciencia Quimica* **13** (2): 27-28.
- Branco C.W.C. 1998. Composição e Aspectos Ecológicos das Comunidades Zooplanctônicas nas Lagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida. In: Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Núcleo de Pesquisas Ecológicas do Município de Macaé (NUPEM) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 464 p.
- Brasília. 1998. Decreto Federal sem número de 29 de abril de 1998. Cria o Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, no Estado do Rio de Janeiro, e dá outras providências. República Federativa do Brasil.
- Camara, C.A.G. da. 2001. *Clusia*: cultura de tecidos e importância do seu látex na sobrevivência das espécies. Tese de Doutorado, Programa de Ecologia, UNICAMP.
- Cesário, L.F. 2007. Recompensas florais e visitantes de duas espécies de *Clusia*, *Clusia hilariana* Schldt e *Clusia spiritu-sanctensis* Mariz, Mariz & Weinberg (Clusiaceae), em áreas de restinga. Dissertação de Mestrado, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 72 p.



Costa, A.F. da & Dias, I.C.A., org. 2001. Flora do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e arredores, Rio de Janeiro, Brasil: listagem, florística e fitogeografia. UFRJ-Museu Nacional, Rio de Janeiro 200p.

Cuesta-Rubio, O.; Frontana-Urbe, B.A.; Ramírez-Apan, T. & Cárdenas, J. 2002. Polyiso-prenylated Benzophenones in Cuban Propolis; Biological Activity of Nemorosone. *Zeitschrift fur Naturforschung* **57**: 372-378.

Cuesta-Rubio, O.; Piccinelli, A.L. & Rastrelli, L. 2005. Chemistry and biological activity of polyisoprenylated benzophenones derivatives. Em: *Studies in Natural Products Chemistry, Volume 32: Bioactive Natural Products (Part L)*. Atta-ur-Rahman (ed.), Elsevier, pp. 671-720.

Delle Monache, F.; Delle Monache, G.; Cavalcanti, J.F. & Pinheiro, R.M. 1987. An unexpected dihydrophenanthrene from *Clusia paralycola*. *Tetrahedron Letters* **28**: 563-566.

Dhanya, P. & Benny, P.J. 2014. Larvicidal action of *Garcinia gummi-gutta* Robs. var. *gummi-gutta* on dengue victim *Aedes aegypti*. *Indian Journal of Applied Research* **4** (1):21-22

Dias A.T.C., Mattos E.A., Vieira S. A., Azeredo J.V. e Scarano F.R. 2006. Aboveground biomass stock of native woodland on a Brazilian sandy coastal plain: estimates based on the dominant tree species. *Forest Ecology and Management* **226**: 364-367.

Duprat, R.C. ; Anholeti, M.C.; Sousa, B.P.; Pacheco, J.P.F.; Figueiredo, M.R.; Kaplan, M.A. C.; Santos, M.G.; Gonzalez, M.S.; Ratcliffe, N.A.; Mello, C.B.; Paiva, S.R. e Feder, M.D. 2017.

Laboratory evaluation of *Clusia fluminensis* extracts and their isolated compounds against *Dysdercus peruvianus* and *Oncopeltus fasciatus*. *Revista Brasileira de Farmacognosia* (Impresso), **27**: 59-66.

Esteves F. de A. 1998 a. Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Núcleo de Pesquisas Ecológicas do Município de Macaé (NUPEM) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 464 p.

Esteves F. de A. 1998 b. Lagoas costeiras: origem, funcionamento e possibilidades de manejo. In: Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Núcleo de Pesquisas Ecológicas do Município de Macaé (NUPEM) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 464 p.

Faria A.P.G., Matallana G., Wendt T. e Scarano F.R. 2006. Low fruit set in the abundant dioecious tree *Clusia hilariana* (Clusiaceae) in a Brazilian restinga. *Flora* **201**: 606-611.

Farias, J.A.; Ferro, J.N.; Silva, J.P.; Agra, I.K.; Oliveira, F.M; Candea, A.L.; Conte, F.P.; Ferraris, F.K.; Henriques, M.D.; Conserva, L.M. & Barreto, E. 2012. Modulation of inflammatory processes by leaves extract from *Clusia nemorosa* both *in vitro* and *in vivo* animal models. *Inflammation*. **35** (2): 764-771.

Farrell, B.D.; Dussourd, D.E. & Mitter, C. 1991. Escalation of plant defense: do latex and resin canals spur plant diversification? *American Naturalist* **138**: 881-900.

Farjalla V.F. 1998. Nutrientes Limitantes ao Crescimento do Bacterioplâncton nas Lagoas Carapebus, Comprida, Cabiúnas e Iodada. In: Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Núcleo de Pesquisas Ecológicas do Município de Macaé (NUPEM) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 464 p.



Fernandes V. de O. 1998. Variação Temporal e Espacial na Composição da Comunidade Perifítica na Lagoa Imboassica. In: Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Núcleo de Pesquisas Ecológicas do Município de Macaé (NUPEM) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 464 p.

Ferraz, C.G. 2005. Benzofenonas, triterpenos e esteróides de *Clusia burle-marxii*. Dissertação de mestrado, UFBA, Salvador, BA, 124 p.

Ferraz, C.G. 2011. Derivados Poliprenilados de Benzofenonas, Triterpenos, Esteróides, Bifenila e Xantona de *Clusia Burlemarxii* e Atividade Citotóxica Contra Células Gl-15, de Glioblastoma Humano. Tese de doutorado, UFBA, Salvador, BA, 290 p.

Fromentin, Y.; Gaboriaud-Kolar, N.; Lenta, B.N.; Wansi, J.D.; Buisson, D.; Mouray, E.; Grellier P.; Loiseau, P.M.; Lallemand, M.-C. & Michel, S. 2013. Synthesis of novel guttiferone A derivatives: *In vitro* evaluation toward *Plasmodium falciparum*, *Trypanosoma brucei* and *Leishmania donovani*. **European Journal of Medicinal Chemistry** **65**: 284-294.

Franco A.C., Haag-Kerwer A., Herzog B., Grams T.E.E., Ball E., Mattos E.A., Scarano F.R., Barreto S.M.B., Garcia M.A., Mantovani A. e Lüttge U. 1996. The effect of light levels on daily patterns of chlorophyll fluorescence and organic acid accumulation in the tropical CAM tree *Clusia hilariana*. **Trees** **11**: 363-369.

Franco A.C., Herzog B., Hübner C., Mattos E.A., Scarano F.R., Ball E. e Lüttge U. 1999. Diurnal changes in chlorophyll a fluorescence, CO<sub>2</sub>-exchange and organic acid decarboxylation in the tropical CAM tree *Clusia hilariana*. **Tree Physiology** **19** (10): 635-644.

Frota L.O.R. e Caramaschi E.P.; 1998. Aberturas Artificiais da Barra da Lagoa Imboassica e Seus Efeitos Sobre a Fauna de Peixes. In: Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Núcleo de Pesquisas Ecológicas do Município de Macaé (NUPEM) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 464 p.

Gessler A., Nitschke R., Mattos E.A., Zaluar H.L.T., Scarano F.R., Rennenberg H. e Lüttge, U. 2008. Comparison of the performance of three different ecophysiological life forms in a sandy coastal restinga ecosystem of SE-Brazil: a nodulated N<sub>2</sub>-fixing C<sub>3</sub>-shrub (*Andira legalis* (Vell.) Toledo), a CAM-shrub (*Clusia hilariana* Schldtl.) and a tap root C<sub>3</sub>-hemicryptophyte (*Allagoptera arenaria* (Gomes) O. Ktze.). **Trees** **22**: 105-119.

Grams T.E.E., Herzog B. e Lüttge, U. 1998. Are there species in the genus *Clusia* with obligate C<sub>3</sub>-photosynthesis? **Journal of Plant Physiology** **152**:1-9.

Gustafson, K.R.; Blount, J.W.; Munro, M.H.G.; Fuller, R.W.; Mskee, T.C.; Cardelina, J.H.; Mc Mahon, J.B.; Cragg, G.M. & Boyd, M.R. 1992. The guttiferones, HIV-inhibitory benzophenones from *Symphonia globulifera*, *Garcinia livingstonei*, *Garcinia ovalifolia* and *Clusia rosea*. **Tetrahedron** **48**: 10093-10192.

Hatano F.H., Vrcibradic D., Galdino, C.A.B., Cunha-Barros M., Rocha C.F.D. e Van Sluys M. 2001. Thermal Ecology and Activity Patterns of the Lizard Community of the Restinga of Jurubatiba, Macaé, RJ. **Revista Brasileira de Biologia** **61** (2): 287-294.

Herzog B., Hübner C., Ball E., Bastos R.N., Scarano F.R., Franco A.C. e Lüttge U. 1999. Comparative study of the C<sub>3</sub>/CAM intermediate species *Clusia parviflora* Saldanha et Engl. and the obligate CAM species *Clusia hilariana* Schlecht. growing sympatrically exposed and shaded in the coastal restinga of Brazil. **Plant Biology** **1** (4): 453-459.



IBAMA Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. 2002. Decreto nº 000097 de 06 de agosto de 2002, que dispõe sobre a criação do conselho consultivo do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba.

Imbassahy C.A. de A., Costa D.P. da e Araujo D.S.D. de. 2009. Briófitas do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. *Acta Bot. Bras.* **23** (2): 558-570.

INEA doc. nº0036127, EIA-RIMA Fazenda São Bento da Lagoa Maricá-RJ (2012) disponível em [www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/inea0036127.pdf](http://www.inea.rj.gov.br/cs/groups/public/documents/document/zwew/inea0036127.pdf)

Kaplan M.A.C., Figueiredo R. e Gottlieb O.R. 1983. Variation in cyanogenesis in plants with season and insect pressure. *Biochemical Systematics and Ecology* **11**: 367-370.

Kaplan M.A.C. et al. 1977-2000. Proceedings of the Annual Meetings of Micromolecular, Evolution, Systematics and Ecology – RESEM I-XXII.

Kelecom, A.; Maciel, A. & Frugulhetti, I.C.P.P. 1998. Novas benzofenonas de *Clusia hilariana*. XX Reunião Anual sobre Evolução, Sistemática e Ecologia Micromoleculares, Rio de Janeiro. *Academia Brasileira de Ciências* 1998. vol. único. PN02.

Kelecom A.; Santos P.L. dos; Gouvea R. de C.S.; Dutra I.R. e Fevereiro P.C.A. 1999. Teores elevados de Polônio-210 em plantas aquáticas da restinga de Carapebus, RJ. *Química Nova* **22** (5): 666-668.

Kelecom, A.; Maciel, A.; Majdalani, E.C.; Mello, C.B.; Gonzalez, M.S.; Frugulhetti, I.C.P.P. & Pereira, H.S. 2000. Isolation and biological activities of some metabolites from the Guttifera *Clusia hilariana*. 22nd International Symposium on the Chemistry of Natural Products, 2000, São Carlos. Abstract Publication. São Carlos: Editora da UFSCar, 2000, PPA-100.

Kelecom, A.; Reis, G.L.; Fevereiro, P.C.A.; Silva, J.G. da; Santos, M.G.; Mello Neto, C.B.; Gonzalez, M.S.; Gouvea, R.C.S. & Almeida, G.S.S. 2002a. A multidisciplinary approach to the study of the fluminense vegetation. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **74** (1): 171–181.

Kelecom, A.; Rocha, M.; Majdalani, E.C.; Gonzalez, M.S. e Mello, C.B. 2002b. Novas Atividades Biológicas em Antigos Metabólitos: Ácido oleanólico e eugenol de *Eugenia caryophyllata*. *Revista Brasileira de Farmacognosia* **12** (supl): 70-71.

Lacerda L.D. de, Araújo D.S.D. de e Maciel N.C. 1982. Restingas brasileiras: uma bibliografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil, 55p. 471 referências.

Lacerda L.D. de, Araújo D.S.D. de, Cerqueira R. e Turcq B. 1984. Restingas: Origem, Estrutura, Processos. Universidade Federal Fluminense. Printing Office CEUFF, Niterói RJ, Brasil 477 p.

Lokvam J.; Braddock J.F.; Reichardt P.B. e Clausen T.P. 2000. Two polyisoprenylated benzo phenones from the trunk latex of *Clusia grandiflora* (Clusiaceae). *Phytochemistry* **55**: 29-34.

Maciel, A. & Kelecom, A. 1997. Benzofenonas de *Clusia hilariana*. XIX Reunião Anual sobre Evolução, Sistemática e Ecologia Micromoleculares, Rio de Janeiro. Livro de Resumos. *Academia Brasileira de Ciência* 1997. vol. único. p. PN24.

Marsaioli, A. J.; Porto, A.L.M.; Gonçalves, R.A.P.; Oliveira, C.M.A.; Manfio, G.P. e Bittrich, V. (1998). The ecosystem of microorganisms, bees and *Clusia* floral resins and oils from the chemistry point of view. Conference on Biodiversity and Bioresources -Conservation and Utilization 23-27 November 1997. Phuket, THAILAND. *Pure and Applied Chemistry* **70** (11): 2065-2145.



Matallana G., Wendt T., Araujo D.S.D. de e Scarano F.R. 2005. High abundance of dioecious plants in a tropical coastal vegetation. *American Journal of Botany* **92**: 1513-1519,  
Melo S. de e Suzuki, M.S. 1998. Variações Temporais e Espaciais do Fitoplâncton das Lagoas Imboassica, Cabiúnas e Comprida. In: Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Núcleo de Pesquisas Ecológicas do Município de Macaé (NUPEM) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 464 p.

Melo, M.S.; Quintans, J.S.S.; Araújo, A.A.S.; Duarte, M.C.; Bonjardim, L.R.; Nogueira, P.C.L.; Moraes, V.R.S.; Araújo Jr, J.X.; Ribeiro, E.A.N. & Quintans Jr, L.J. 2014. A systematic review for anti-inflammatory property of Clusiaceae family – a preclinical approach. *Evidence-based Complementary Alternative Medicine* no prelo.

Mendes, C.V. 1995. Árvores e arvoretas nativas das restingas do Rio de Janeiro. Potenciais paisagísticos e de uso. Dissertação de Mestrado, UFRJ, Rio de Janeiro.

Menezes, L.C.; Ribeiro, M.S.; Anholeti, M.C.; Figueiredo, M.R.; Kaplan, M.A.C.; Santos, M.G.; Pereira, H.S.; Paiva, S.R. e Paixao, I.C.P. 2015. Cytotoxic and antiviral activity of extracts and compounds isolated from *Clusia fluminensis* Planch. et Triana (Clusiaceae). *Jornal Brasileiro de Doenças Sexualmente Transmissíveis* **27**: 73-78.

Monzote. L.; Cuesta-Rubio, O.; Matheussen, A.; Van Assche, T.; Maes, L. e Cos, P. 2011. Antimicrobial evaluation of the polyisoprenylated benzophenones nemorosone and guttiferone A. *Phytoterapy Research* **25** (3): 458-462

Oliveira, C.M.A. de; Porto, A.M. ; Bittrich, V.; Vencato, I.e Marsaioli, A.J. 1996. Floral Resins of *Clusia* spp.: Chemical Composition and Biological Function. *Tetrahedron Letters* **37** (36): 6427-6430.  
Oliveira, C.M.A. de; Porto, A.L.M.; Bittrich, V. e Marsaioli, A.J. 1999. Two polyisoprenylates bezophenones from the floral Resins of three *Clusia* species. *Phytochemistry* **50**: 1073-1079.

Oliveira, E.C.; Silva, M.C.A.; Domingos, T.F.; Faioli, C.N.; Sanchez, E.F.; Paiva, S.R. e Fuly, A.L. 2014. Inhibitory Effect of the plant *Clusia fluminensis* against biological activities of *Bothrops jararaca* snake venom. *Natural Products Communications* **9**: 21-25.

Pereira, H.S.; Kelecom, A.; Maciel, A.; Oliveira, A.F.; Ferraz, N.V. e Frugulhetti, I.C.P.P. 1998a. Efeito de benzofenonas na atividade da enzima transcriptase reversa do vírus HIV-1. In: DST in Rio 2, Rio de Janeiro. *Jornal Brasileiro de Doenças Sexualmente Transmissíveis* **10**: 54-54.

Pereira, H.S.; Kelecom, A.; Oliveira, A.F.; Maciel, A.; Ferraz, N.V.; Moussatché, N. e Frugulhetti, I.C.P.P. 1998b. Evaluation of the effect of benzofenones on HIV-1 reverse transcriptase. IX Encontro Nacional de Virologia, São Lourenço. *Virus: Reviews e Research*. **3**: 84-84.

Pereira M.C.A., Cordeiro S.Z. e Araujo D.S.D. de. 2004. Estrutura do estrato herbáceo na formação aberta de *Clusia* do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba, RJ, Brasil. *Acta Bot. Bras.* **18** (3): 677-687.

Petrucio, M.M. 1998. Caracterização das Lagoas Imboassica, Cabiúnas, Comprida e Carapebus a partir da Temperatura, Salinidade, Condutividade, Alcalinidade, O<sub>2</sub>, dissolvido, pH, Transparência e Material em Suspensão. In: Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Núcleo de Pesquisas Ecológicas do Município de Macaé (NUPEM) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 464 p.

Petrucio, M.M. e Faria B.M. de. 1998. Concentrações de Carbono Orgânico, Nitrogênio Total e Fósforo Disponível no Sedimento das Lagoas Cabiúnas e Comprida. In: Ecologia das Lagoas Costeiras



do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Núcleo de Pesquisas Ecológicas do Município de Macaé (NUPEM) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 464 p.

Petrucio, M.M. e Furtado, A.L. dos S. 1998. Concentração de Nitrogênio e Fósforo na Coluna D'água da Lagoa Imboassica. In: Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Núcleo de Pesquisas Ecológicas do Município de Macaé (NUPEM) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 464 p.

Pimentel M.C.P., Barros M.J., Cirne P., Mattos E.A., Oliveira R.C., Pereira M.C.A., Scarano F.R., Zaluar H.L.T. e Araujo D.S.D. 2007. Spatial variation in the structural and floristic composition of "restinga" vegetation in southeastern Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* **30**: 543-551.

Porto, A.L.M. 1997. A química das interações ecológicas de *Clusia* e seus polinizadores. Dissertação de mestrado, UNICAMP, Campinas.

Porto, A.L.M.; Machado, S.M.F.; Oliveira, C.M.A. de; Bittrich, V.; Amaral, M.C.; & Marsaioli, A.J. 2000. Polyisoprenylated benzophenones from *Clusia* floral resins. *Phytochemistry* **55**: 755-768.

Rocha C.F.D.; Esteves F.A. e Scarano F.R. (Org.). 2004. Pesquisas de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, História Natural e Conservação. São Carlos: RiMa Editora, vol. 1. 374p.

Roland, F. 1998. Produção Fitoplanctônica em Diferentes Classes de Tamanho nas Lagoas Imboassica e Cabiúnas. In: Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ). Núcleo de Pesquisas Ecológicas do Município de Macaé (NUPEM) - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 464 p.

Salama, A.M. 1986a. Aislamiento de friedelina y friedelinol de la corteza de *Clusia ellipticifolia*. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas* **15**, 99-104.

Salama, A.M. 1986b. *Revista Latinoamericana de Química* **16** (4), 117-118.

Santos, L. M. F. dos e Bozelli, R. L. 2003. Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba - conhecendo sua história e seu valor. In: Cadernos NUPEM - Revista do Núcleo de Pesquisas Ecológicas de Macaé. Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Nº 1.

Santos, M.G.; Carvalho, C.E.M.; Kelecom, A.; Ribeiro, M.L.R.C.; Freitas, C.V.C.; Costa, L.M. & Fernandes, L.V.G. Cianogênese em esporófitos de pteridófitas avaliada pelo teste do ácido pícrico. *Acta Botanica Brasilica* **19** (4): 783-788 (2005).

Santos M.G., Fevereiro P.C.A., Reis G.L., Barcelos J.I. e Fatima M.M.A.N. 2009. Plantas da Restinga: Potencial Econômico. 1. ed. Rio de Janeiro: Technical Books, 140p.

Scarano F.R., Duarte H.M., Franco A.C., Gessler A., Mattos E.A., Nahm M., Rennenberg H., Zaluar H.L.T. e Lüttge U. 2005. Ecophysiology of selected tree species in different plant communities at the periphery of the Atlantic Forest of SE - Brazil I. Performance of three different species of *Clusia* in an array of plant communities. *Trees* **19**: 497-509.

Silva, J. G. da; Pereira, N. A. Atividade Hipoglicemiante de um Extrato do Pericarpo de Romã (*Punica granatum* L.). In: VII Simpósio Brasileiro de Plantas Mediciniais, 1982, Belo Horizonte - MG. **Oreades**. Belo Horizonte: Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG, 1982. v. 8. p. 45-48.

Silva, J. G. da; Pereira, N. A. Atividade hipoglicemiante de um extrato do pericarpo de romã (*Punica granatum* L.). *Revista Brasileira de Farmácia* **664** (1/2): 25-28, 1983.



Silva, J. G. da; Somner, G. V. . Restinga da Barra de Maricá, RJ: Levantamento preliminar da flora. In: XXXIV Congresso Nacional de Botânica, 1983, Porto Alegre/RS. XXXIV Congresso Nacional de Botânica. Porto Alegre: UFRS/SBB, 1983. v. 1. p. 314-318.

Silva, J. G. da e Somner, G. V. 1983. Plantas de restinga da Barra de Maricá, Niterói/RJ. *Revista Brasileira de Farmácia* **64** (1/2): 56-62.

Silva, J. G. da e Somner, G. V. 1984. A vegetação de restinga na Barra de Maricá, RJ. In: Anais do Simpósio sobre Restingas Brasileiras, Niterói. Anais do Simpósio sobre Restingas Brasileiras. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense - EDUFF, 1984. p. 217-225.

Silva, J. G. da e Oliveira, A. S. de. 1992. A vegetação de restinga no Município de Maricá, RJ. In: XL Congresso Nacional de Botânica, Rio de Janeiro. *Acta Bot. Brasilica* (supl.) **3**: 253-272.

Silva, J. G. da. Propagação de Plantas da restinga de Maricá-RJ. In: III Congresso Brasileiro de Arborização Urbana, 1996, Salvador/BA. Anais - III Congresso Brasileiro de Arborização Urbana. Salvador: Sociedade Brasileira de Arborização Urbana/UFBA, 1996. v. 1. p. 90-95.

Silva, M.C.A. da e Paiva, S.R. 2012. Antioxidant activity and flavonoid content of *Clusia fluminensis* Planch. & Triana. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **84** (3): 609-616.

Silva, K.M.M. Nóbrega, A.B.; Lessa, B. da M.; Anholeti, M.C.; Lobao, A.Q.; Valverde, A.L.; Paiva, S.R. e Joffily, A. 2017. *Clusia criuva* Cambess. (Clusiaceae): anatomical characterization, chemical prospecting and antioxidant activity. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* **89** (3): (on-line) <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765201720160286>.

Silva, M.C.A.; Heringer, A.P.; Kaplan, M.A.C.; Figueiredo, M.R. e Paiva, S.R. 2012. Separation of clusianone from *Clusia fluminensis* Planch. & Triana (Clusiaceae) by high-speed counter-current chromatography (HSCCC). *Journal of Liquid Chromatography & Related Technologies* (Print) **35**: 2313-2321.

Soffiati, A. 1998. Aspectos Históricos das Lagoas do Norte do Estado do Rio de Janeiro. In: Ecologia das Lagoas Costeiras do Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba e do Município de Macaé (RJ).

Suzuki, O.; Katsumata, Y.; Oya, M.; Chari, V.M.; Klapfenberger, R.; Wagner, H. e Hostettmann, K. 1980. Inhibition of Type A and Type B Monoamine Oxidase by Isogentisin and its 3-O-Glucoside. *Planta Medica* **39** (1): 19-23.

Terrazas, P.M.; Marques, E.S.; Mariano, L.N.B.; Cechinel-Filho, V.; Niero, R.; Andrade, S.F. e Maistro, E.L. 2013. Benzophenone guttiferone A from *Garcinia achachairu* Rusby (Clusiaceae) Presents Genotoxic Effects in Different Cells of Mice. *PLOS one* **8** (11): pp 1-6 e76485.

Tomás-Baberán, F.A.; Garcia-Viguera, C.; Olivier, P.V.T., Ferreres, F. & Tomás-Lorente, F. 1993. Phytochemical evidence for the botanical origin of propolis from Venezuela. *Phytochemistry* **34** (1): 191-196.

Usher, G. 1984. *Dictionary of Plants*, CBS, Dehli ÍNDIA, pp. 113-114, 161, 266-268, 502, 562 e 602. Villalobos-Salazar, J. e Hasbun, C. 1986. The effect of *Clusia coclensis* on the blood pressure of dogs. *Fitoterapia* **57** (5): 375-377.

## A importância da gestão ambiental no processo da logística reversa das embalagens vazias de agrotóxicos no Brasil



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-040>

### Roseane Borba dos Santos Cruz

Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pelotas-UFPEL

### Peterson Maximilla Pereira

Mestrando em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Pelotas-UFPEL

### Liciane Oliveira da Rosa

Doutoranda em ciências e tecnologia de alimentos, Universidade Federal de Pelotas-UFPEL

### Nicolle Lima Bandeira

Graduanda em química industrial, Universidade Federal de Pelotas-UFPEL

### Carolina Silva da Silva

Mestra em ciências ambientais, Universidade Federal de Pelotas-UFPEL

### Fabiana Fernandes dos Santos

Graduanda em engenharia ambiental e sanitária, Universidade Federal de Pelotas-UFPEL

### Keila Camila da Silva

Mestra em ciências da engenharia ambiental, Universidade de São Paulo-USP

### Luciara Bilhalva Corrêa

Doutora em educação ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-FURG

### Álvaro Renato Guerra Dias

Doutor em tecnologia de alimentos, Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP

### Érico Kunde Corrêa

Doutor em Biotecnologia, Universidade Federal de Pelotas-UFPEL

### RESUMO

Nos últimos anos tem-se aumentado a área cultivada para a agricultura no Brasil devido a disponibilidade de recursos, tecnologias e terras cultiváveis. Tornando-o como o maior consumidor de agrotóxicos no mundo, apesar de não ser o maior produtor rural. Isso tem causado grandes impactos na saúde humana e do meio ambiente, relacionados ao uso e descarte inadequado das embalagens de agrotóxicos. Este trabalho tem como objetivo principal analisar a importância do sistema de gestão operacional da logística reversa das embalagens de agrotóxicos. A metodologia é uma pesquisa bibliográfica de carácter descritivo. Os resultados apontam para potenciais problemas em relação a gestão da logística reversa das embalagens de agrotóxicos no Brasil. A quantidade de embalagens devolvidas aumentou. Porém os pontos de coleta vêm diminuindo. As vendas de defensivos cresce a uma taxa superior ao número de pontos de coleta. Aumentou-se o número de membros da indústria no Sistema Campo Limpo, sem um aumento correspondente nos pontos de coleta. Contudo, nos últimos anos tem-se diminuído o número de destinação das embalagens de agrotóxicos através do sistema campo limpo.

**Palavras-chave:** Logística Reversa, Meio ambiente, Agricultura, Pesticida.

## 1 INTRODUÇÃO

No século XXI com a chegada da idade contemporânea e seu sintomático crescimento populacional, as demandas por alimentos e matérias-primas aumentaram, estimulando em todo mundo, especialmente nos países de oferta e produção de produtos agrícolas, com um expressivo crescimento



das áreas cultivadas com lavouras. Além disso, a partir de 1950, países ricos como os da Europa e os Estados Unidos, visando à elevação dos índices de produtividade, adotaram um padrão tecnológico agrícola baseado no uso intensivo de agroquímicos (fertilizantes, corretivos e agrotóxicos), mecanização da produção, cultivares de alto potencial de rendimento, e de irrigação (DA SILVA MORAIS; DA SILVA e CRUZ, 2020).

A grande disponibilidade de recursos naturais, os avanços tecnológicos, a demanda interna expressiva e o crescimento do consumo do mercado internacional são indicadores do potencial de ampliação da produção agrícola brasileira. Deste modo, o agronegócio é um setor de extrema importância na economia brasileira, pois participa da geração de renda e emprego, tornando-se um país privilegiado no comércio mundial. De acordo com Frota e Siqueira (2021), o controle de resíduos de agrotóxicos no Brasil colocam em pauta um importante problema de saúde pública no país, decorrente dos contextos social, político e econômico em que está inserido.

Os autores afirmam que desde 2008 o Brasil tornou-se o maior consumidor de agrotóxicos no mundo. Tendo como um sistema de produção agrária de alimentos totalmente dependente do uso desses produtos, estima-se que o brasileiro consome, em média, 7 kg de agrotóxicos por ano. Esse consumo torna-se particularmente preocupante se considerarmos o impacto que gera na saúde pública (FROTA e SIQUEIRA, 2021). Isso deve-se a fatores como recursos naturais abundantes, câmbio favorável, aumento da demanda asiática por produtos agropecuários, produtividade crescente das lavouras, incorporação de novas tecnologias, linhas de financiamento do governo federal, capacidade de inovação e liderança das pesquisas científicas em agricultura tropical (ASSAD; MARTINS e PINTO, 2012).

O uso indiscriminado de agrotóxicos tem causado impactos negativos no meio ambiente e na saúde humana, no entanto essa temática há muito tempo é conhecida e debatida. Ainda assim, a exposição aos agrotóxicos, principalmente de forma crônica, tem sido associada a diversos desfechos prejudiciais à saúde humana e ambiental (DAUFENBACK et al., 2022). Ainda por cima, a facilidade de acesso à terra adequada para atividades agropecuárias aliada às condições climáticas favoráveis, à abundância de água, ao avanço tecnológico e ao empreendedorismo dos produtores impulsionou o crescimento dos setores da agricultura, uma das principais alavancas do crescimento econômico brasileiro. Esse crescimento provocou a mudança do uso da terra, com a aplicação do uso de fertilizantes e manejo das áreas agricultáveis (ASSAD; MARTINS e PINTO, 2012).

Com os avanços tecnológicos obtidos, e pela cadeia produtiva do agronegócio e por possuir um papel principal na economia brasileira, o seu desenvolvimento é acompanhado por crescentes preocupações com os impactos ambientais que ao longo dos anos vêm produzindo diversos riscos e impactos nos recursos naturais, notadamente no que podem repercutir na biodiversidade, como também na disponibilidade hídrica, na qualidade do ar, solo e na saúde humana (GOMES, 2019).



Todavia, nos dias atuais é bastante comum as preocupações com as questões ambientais, devido os muitos desastres que já ocorreram desde os tempos mais remotos, se intensificando com a revolução industrial que se iniciou na Inglaterra no século XVIII. Relacionado aos desastres que ocorreram devido a utilização dos agrotóxicos, cabe salientar o caso do Acidente rural ampliado: o caso das “chuvas” de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde MT (PIGNATI *et al.*, 2007).

No tocante a logística reversa, a mesma surgiu em países da Europa na década de 70. Em 1991 surgiu na Alemanha a primeira legislação direcionada ao tema, no Brasil o surgimento da logística reversa começou somente no ano de 2000, setores como os de embalagens de agrotóxico foram obrigados a implementar um sistema de logística reversa (RODRIGUES, 2021). No Brasil tem-se O INPEV (Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias) é uma entidade sem fins lucrativos criada por fabricantes de defensivos agrícolas com o objetivo de promover a correta destinação das embalagens vazias de seus produtos. Está sediado em São Paulo e integra o Sistema Campo Limpo, é responsável pelo ciclo operacional da logística reversa das embalagens no Brasil atualmente (INPEV, 2023).

O INPEV foi fundado em dezembro de 2001 e entrou em funcionamento em março de 2002. Sua criação atende às determinações da Lei federal nº 9.974/00, que estabeleceu os princípios para o manejo e a destinação ambientalmente correta das embalagens vazias de defensivos agrícolas a partir de responsabilidades compartilhadas entre todos os agentes da produção agrícola os próprios agricultores, canais de distribuição, cooperativas, indústria e o poder público através do Sistema Campo Limpo, (INPEV, 2023).

Numa economia altamente competitiva, torna-se indispensável a necessidade de inovar, levando em consideração os aspectos e impactos ambientais. A implementação de um Sistema de Gestão Ambiental (SGA) em uma empresa que poderá ser vista como uma técnica inovadora, uma vez que se trata de um processo complexo, exigente de mudanças comportamentais e que envolve vários graus de incerteza (CAGNIN, 2000). A ABNT, NBR, ISO 14001 (2015), tem como objetivo prover as organizações uma estrutura para proteger o meio ambiente e possibilitar uma resposta as mudanças das condições ambientais em equilíbrio com as necessidades sócios econômicos. Esta norma especifica os requisitos que permitem que uma organização alcance os resultados pretendidos e definidos para seu sistema de gestão ambiental.

O Brasil é um dos países do mundo que mais tem leis ambientais, todas de tamanha relevância para o meio ambiente, dentre elas a lei de número 6.938 de 21 de agosto de 1981 do art 2º- que trata a Política Nacional do Meio Ambiente, tem por objetivo a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana. Sendo assim, para alcançar um equilíbrio entre o meio ambiente, a sociedade e a economia são



consideradas fundamental para que seja possível satisfazer as necessidades do presente sem comprometer as necessidades das futuras gerações, o objetivo do desenvolvimento sustentável é alcançado com o equilíbrio nesses três pilares (ISO 14001 2015).

Já em relação a política nacional de resíduos sólidos (PNRS), a lei de número 12.305 de 2 de agosto de 2010. A qual define em seu artigo 3º parágrafo XII, a logística reversa como instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada (BRASIL, 2010).

Os riscos apontados fizeram emergir mudanças nas práticas e debates para uso de alternativas menos impactantes para a saúde e o meio ambiente. Os principais efeitos adversos do uso indiscriminado dessas substâncias são poluição do solo e dos recursos hídricos, mutações de espécies animais, desenvolvimento de doenças graves, intoxicações e contaminações, entre outros impactos adversos (Mattei e Michellon, 2021). Certamente o Brasil é o maior exportador de agrotóxico do mundo, mesmo não sendo o maior produtor agrícola, com isso há necessidade da interação do sistema de gestão ambiental com a logística reversa. Esse trabalho tem como objetivo principal analisar a importância do sistema de gestão operacional da logística reversa das embalagens de agrotóxicos

## 2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste estudo foi a pesquisa bibliográfica de caráter descritivo. Foram analisados estudos, sobre a importância da gestão ambiental no processo de logística reversa de embalagens vazias de agrotóxicos. Foram analisados legislações, documentos oficiais e artigos científicos publicados em periódicos nacionais e internacionais disponíveis, que abordavam aspectos relacionados à temática, disponibilizados na base de dados da internet como: Science direct, Scielo, Google Acadêmico, sites oficiais do Governo federal e o INPEV.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO



Tabela 1: Evidências teóricas e empíricas da importância da gestão adequada da logística reversa das embalagens de agrotóxicos

Autor e ano	Amostra	Metodologia	Resultados
(BRAGA MARSOLA <i>et al.</i> , 2021)	Brasil	Revisão de literatura	Segundo os resultados indicam existem três áreas principais do sistema Campo Limpo que podem ser melhoradas: conscientização do produtor, meios alternativos de devolução de contêineres e transparência de dados. Pequenos e médios produtores são mais penalizados no processo de devolução devido à falta de informação, dificuldade de acesso aos centros de descarte e custo de transporte.
(VEIGA, 2013)	Brasil	Pesquisa bibliográfica	Os resultados também indicam que a reciclagem pode não ser a solução ideal, especialmente em países em desenvolvimento com infraestrutura de reciclagem insatisfatória e grandes custos de transporte.
(DE ALMEIDA DE SOUZA <i>et al.</i> , 2023)	Rio Branco-Acre	Revisão de literatura	Segundo os resultados, para promover o descarte correto das embalagens vazias e minimizar os impactos ambientais negativos, é fundamental a conscientização dos usuários por meio de campanhas educativas e treinamentos. Esses esforços devem enfatizar as consequências negativas do descarte inadequado de resíduos e incentivar a prática da logística reversa.
(LINGAITIENĖ; BURINSKIENĖ, e DAVIDAVIČIENĖ, 2022)	Países da União Européia	Modelo de regressão dinâmica	A gestão da logística reversa de resíduos adequada é essencial para a proteção ambiental. Ao reduzir o impacto negativo no meio ambiente e na saúde humana.
(DE CAMPOS <i>et al.</i> , 2020)	320 executivos da cadeia de suprimentos brasileira	Modelagem de equações estruturais	Os resultados reforçam que organizações que desenvolvem a competência em gestão da logística reversa tendem a melhorar seus desempenhos econômico e ambiental.
(MORELLO <i>et al.</i> , 2019)	Pomares de macieira ( <i>Malus domestica</i> ) no sul do Brasil	Estudo de campo quantitativo, descritivo e prospectivo	Segundo observação dos autores, apesar do Brasil ser referência mundial no que diz respeito ao descarte adequado de embalagens vazias de agrotóxicos, ainda existem casos de descumprimento da legislação vigente em relação a esses procedimentos, havendo necessidade de orientação técnica aos trabalhadores, especialmente os de menor escolaridade, bem como maior rigor da legislação de fiscalização por parte dos órgãos competente. observou-se que indivíduos sem nenhum nível de escolaridade que armazenam embalagens vazias de agrotóxicos forma inadequada.

Fonte: Autoria própria (2023).

Na tabela 1, observa-se segundo os autores Lingaitienė; Burinskienė, e Davidavičienė (2022); De campos *et al.* (2020); De almeida de souza *et al.*(2023), que a gestão da logística reversa de resíduos adequada é essencial para a proteção ambiental. Ao reduzir o impacto negativo no meio ambiente e na saúde humana. Além do mais é necessário que as organizações agregam competências em gestão da logística reversa com objetivo de melhorar seus desempenhos econômico e ambiental. É fundamental a conscientização dos usuários por meio de campanhas educativas e treinamentos. Esses

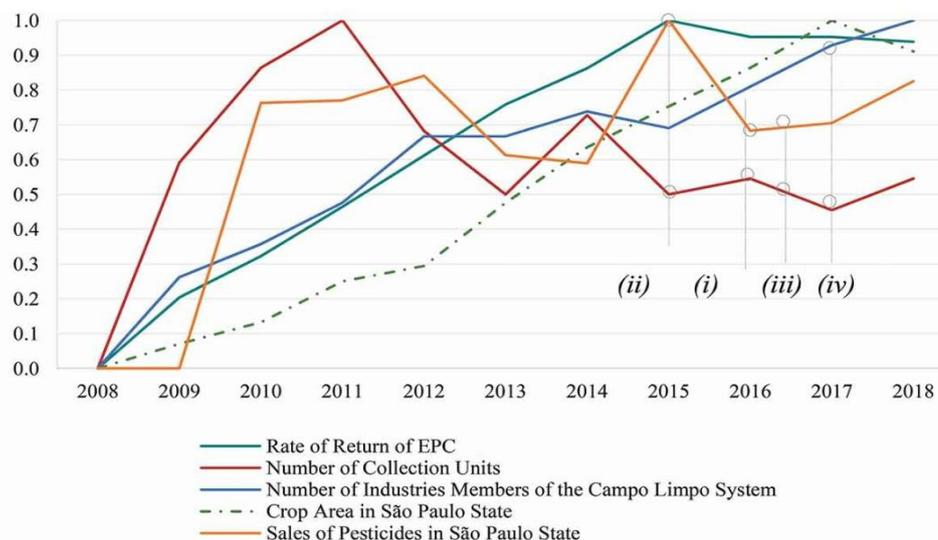


esforços devem enfatizar as consequências negativas do descarte inadequado de resíduos e incentivar a prática da logística reversa.

No entanto, Morello *et al.* (2019); Braga Marsola *et al.* (2021); e Veiga (2013), o Brasil é referência mundial no que diz respeito ao descarte adequado de embalagens vazias de agrotóxicos, ainda assim, existem casos de descumprimento da legislação vigente em relação a esses procedimentos, havendo necessidade de orientação técnica aos trabalhadores, especialmente os de menor escolaridade, os resultados indicam três áreas principais do (SCL), que podem ser melhoradas: conscientização do produtor, meios alternativos de devolução de contêineres e transparência de dados. Pequenos e médios produtores são mais penalizados no processo de devolução devido à falta de informação, dificuldade de acesso aos centros de descarte e custo de transporte.

Na figura 1, mostra o problema ao longo de 10 anos, de 2008 a 2018, por meio de cinco variáveis: taxa de retorno das embalagens, que é a taxa de retorno anual das embalagens vazias de agrotóxicos; número de unidades de coleta, que é o número de unidades que recebem as embalagens, composto por pontos de coleta e centrais de coleta que estão em funcionamento a cada ano; número de indústrias integrantes do Sistema Campo limpo, são os fabricantes de defensivos associados ao INPEV que colaboram com a coleta; área de cultivo no estado de São Paulo, que é a quantidade total de terra usada para cultivo no estado, e as vendas de pesticidas em São Paulo (BRAGA MARSOLA *et al.*, 2021).

Figura 1. Gráfico dos efeitos ao longo do tempo para o Sistema Campo Limpo



Fonte: Adaptado por Braga Marsola *et al.* (2021).

No gráfico da figura 1, indica o comportamento ao longo do tempo da gestão do sistema campo limpo, em um período de 10 anos. Onde a cor verde indica a taxa de retorno das embalagens vazias de agrotóxicos. A cor vermelha indica o número de unidades de coleta, a cor azul indica o número de



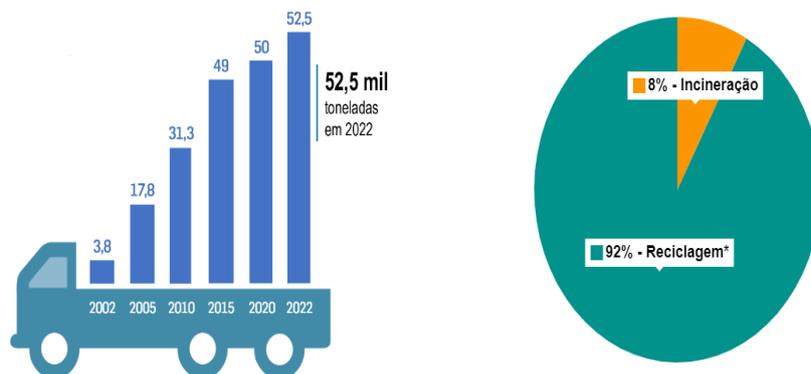
industrias integrantes do sistema campo limpo. Já os pontilhados indicam a area cultivada em São Paulo. Por fim a cor laranja no grafico da figura 1, indica as vendas de agrototoxicos em São Paulo.

Segundo Braga marsola et al. (2021); ao longo de 10 anos (2008 a 2018):

- (i) A área de cultivo aumenta ao longo de todo o período, enquanto o número de pontos de coleta diminui.
- (ii) A quantidade de embalagens devolvidas aumentou, mas os pontos de coleta vêm diminuindo.
- (iii) A venda de defensivos cresce a uma taxa superior ao número de pontos de coleta.
- (iv) Aumento do número de membros da indústria no Sistema Campo Limpo sem um aumento correspondente nos pontos de coleta.

Na figura 2 a seguir, será possível observar o gráfico detalhando a destinação e reciclagem das embalagens ao longo de 20 anos no Brasil através do Sistema Campo Limpo (SCL).

Figura 2: Embalagens destinadas pelo Sistema (em mil toneladas) e Destinação do material (%)



Fonte:(INPEV, 2023).

Observa-se na figura 2, um aumento expressivo em relação a coleta e destinação das embalagens vazias de agrotóxicos, em período de 20 anos (2002 á 2022). Em 2002 foram destinadas 3, 8 toneladas de embalagens pelo Sistema Campo Limpo, em um período de três anos teve-se um avanço positivo na destinação final dessas embalagens 17,8 toneladas. Em período de cinco anos entre 2005 a 2010, houve um recolhimento com um aumento de mais 40%, no ano 2010 com 31, 3 toneladas recolhidas e destinadas adequadamente. Em 2015 o total de embalagens destinadas pelo INPEV foram 49 mil toneladas. Observa-se, que no período entre 2015, 2020 e 2022 diminuiu-se a destinação das embalagens como exemplo, entre 2015 a 2020 houve uma diferença apenas de mil toneladas, já em 2022 foram destinadas 52, 5 mil toneladas de embalagens, com 92% de reciclagem e 8% de incineração.

Por fim, os resultados apontam para potenciais problemas em relação a gestão da logística reversa das embagens de agrototoxicos no Brasil. A quantidade de embalagens devolvidas aumentou, mas os pontos de coleta vêm diminuindo. As venda de defensivos cresce a uma taxa superior ao número



de pontos de coleta. Aumentou-se o número de membros da indústria no Sistema Campo Limpo, sem um aumento correspondente nos pontos de coleta. Contudo, nos últimos tem-se diminuído o número de destinação das embalagens de agrotóxicos através do sistema campo limpo.

#### 4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que mesmo o Brasil sendo referência mundial em legislação ambiental, e na gestão adequada dos resíduos sólidos perigosos através do Sistema Campo Limpo do INPEV, ainda deixa muito a desejar em relação às informações e conscientização repassadas aos pequenos e médios produtores rurais, ao referir-se à gestão e à estrutura da logística reversa das embalagens de agrotóxicos. Concluiu-se que no período entre 2008 a 2018, a área cultivada pela agricultura aumentou-se, enquanto os pontos de coleta diminuíram, já as indústrias parceiras do Sistema Campo Limpo e as vendas de agrotóxicos têm aumentado a cada ano.

No entanto, houve aumento expressivo em relação à coleta e destinação das embalagens vazias de agrotóxicos, em um período de 20 anos (2002 a 2022). Porém nos últimos 5 anos diminuiu-se, a destinação final das embalagens de agrotóxicos no país. Contudo concluiu-se que, para uma gestão adequada da logística reversa das embalagens de agrotóxicos é necessária mais conscientização, transparência, gestão integrada do sistema operacional da logística reversa entre os agentes participantes (agricultores, empresas, órgãos legisladores, fiscalizadores e entidades responsáveis pelo recolhimento e destinação).

#### AGRADECIMENTO

Ao apoio financeiro e concessão de bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil



## REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas .NBR ISO 14001. Sistema de Gestão Ambiental - Requisitos com orientações para uso. 2015. Disponível em: <https://www.ipen.br/biblioteca/slr/cel/N3127.pdf>. Acessado em 13 Out. 2022.

ASSAD, E. D.; MARTINS, S. C.; PINTO, H. P. Sustentabilidade no agronegócio brasileiro. [S.l.]: Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável, 2012. 51 p. il. (Coleção de estudos sobre diretrizes para uma economia verde no Brasil). Biblioteca(s): Embrapa Agricultura Digital. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/>. Acessado em 13 Set. 2022.

BRASIL. Lei nº 12.305 de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/>. Acessado em 13 Set. 2022.

BRASIL. Lei nº 6.938 de 21 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acessado em 13 Set. 2022.

BRAGA MARSOLA, Karina et al. Reverse logistics of empty pesticide containers: solution or a problem?. *International Journal of Sustainable Engineering*, v. 14, n. 6, p. 1451-1462, 2021. Available in: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/19397038.2021.2001605>. Accessed at: 13/07/2023

CAGNIN, C. H. Fatores relevantes na implementação de um sistema de gestão ambiental com base na norma ISO 14001. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis – SC, 2000. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/78894/171165.pdf?sequence=1&isAllo wed=y>. Acessado em 13 Set. 2022.

DA SILVA MORAES, A. H; L.; DA SILVA, J. E. R. B.; CRUZ, T. A. Logística reversa das embalagens de agrotóxicos: uma análise dialética dos aspectos legais e de competência dos entes responsáveis. *Revista Extensão*, v. 4, n. 1, p. 8-16, 2020.

DAUFENBACK, Vanessa et al. Agrotóxicos, desfechos em saúde e agroecologia no Brasil: uma revisão de escopo. *Saúde em Debate*, v. 46, p. 482-500, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/ZJ4CXpdSBbcGG6csLZ3HTfk/>. Acessado em 20/07/2023

DE MORAES, Rodrigo Fracalossi. Constructing a transnational crime: pesticide smuggling in Brazil. *Crime, Law and Social Change*, v. 78, n. 4, p. 379-404, 2022. Available in: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10611-022-10026-1>

DE ALMEIDA DE SOUZA, Edi Carlos Vale et al. REVERSE LOGISTICS OF PESTICIDE PACKAGING: A CASE STUDY IN RIO BRANCO/AC, BRAZIL. *Environmental & Social Management Journal/Revista de Gestão Social e Ambiental*, v. 17, n. 3, 2023. available in: <https://web.p.ebscohost.com/abstract?direct=true&profile=ehost&scope=site&authtype=crawler&jrn l=1981982X&AN=164562777&h=2w7TpLUgdyqO>. Accessed at: 13/07/2023

DE CAMPOS, Elaine Aparecida Regiani et al. The effect of collaboration and IT competency on reverse logistics competency-Evidence from Brazilian supply chain executives. *Environmental Impact Assessment Review*, v. 84, p. 106433, 2020. Available in: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0195925520301244>. Accessed at: 13/07/2023

FROTA, Maria Tereza Borges Araujo; SIQUEIRA, Carlos Eduardo. Agrotóxicos: os venenos ocultos



na nossa mesa. *Cadernos de Saúde Pública*, v. 37, p. 00004321, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/csp/a/pWgs4R38wDw6NBWKzYshwYx/>. Acesado em 11/07/2023

GOMES, C. S. Impactos da expansão do agronegócio brasileiro na conservação dos recursos naturais. *Cadernos do Leste*, v. 19, n. 19, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PROCESSAMENTO DE EMBALAGENS VAZIAS – inPEV. Sistema Campo Limpo em números. Disponível em: <https://inpev.org.br/sistema-campo-limpo/em-numeros>. Acessado em 20 Julho 2023.

LINGAITIENĖ, Olga; BURINSKIENĖ, Aurelija; DAVIDAVIČIENĖ, Vida. Case study of municipal waste and its reliance on reverse logistics in European countries. *Sustainability*, v. 14, n. 3, p. 1809, 2022. Available in: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/3/1809>. Accessed at: 20/07/2023

MATTEI, Taíse Fátima; MICHELLON, Ednaldo. Panorama da agricultura orgânica e dos agrotóxicos no Brasil: uma análise a partir dos censos 2006 e 2017. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v. 59, p. e222254, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/WYJ3SpLfdLpJSgYntBGnGgf/>. Acessado em 11/07/2023

MORELLO, Larissa et al. Disposal of pesticide residues in apple orchards in southern Brazil and its adaptation to current legislation. *Journal of Agricultural Science*, vol. 11, no. 10, p. 140, 2019. Available at: <http://europeanscholar.uk/id/eprint/1684/>. Accessed on: 07/13/2023

PIGNATI, W. A.; MACHADO, J. M. H.; CABRAL, J. F. Acidente rural ampliado: o caso das "chuvas" de agrotóxicos sobre a cidade de Lucas do Rio Verde – MT. *Ciência & Saúde Coletiva*, vol. 12, núm. 1, janeiro-março, 2007, p. 105-114.

RODRIGUES, P. da S. Logística Reversa de Embalagens Vazias de Agrotóxicos, e as Preocupações ligada a esse cenário. XII FATECLOG - Gestão da cadeia de suprimentos no agronegócio: desafios e oportunidades no contexto atual. FATEC, Mogi das Cruzes/Sp, 2021. ISSN 2357-9684. Disponível em <https://fateclog.com.br/anais/2021/339-388-1-RV.pdf>. Acessado em 13 Set.2022.

VEIGA, Marcelo M. Analysis of efficiency of waste reverse logistics for recycling. *Waste Management & Research*, v. 31, n. 10\_suppl, p. 26-34, 2013. Available in: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0734242x13499812>. Accessed at: 13/07/2023

## Tecnologia da Informação Verde: Um estudo sobre sua adoção na UFGD



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-041>

### Fernanda Vasconcelos Nogueira Dal'Maso

Fundação Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; Bacharel em Turismo com Ênfase em Ambientes Naturais.

### Maria Aparecida Farias de Souza Nogueira

Fundação Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; Doutorado em Ciências Ambientais e Sustentabilidade Agropecuária

### Vera Luci de Almeida

Fundação Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD; Doutorado em Engenharia e Gestão do Conhecimento (UFSC)

### RESUMO

Com a intenção de melhor compreender a relação entre estratégias de sustentabilidade e a Tecnologia da Informação (TI), objetivou-se, neste artigo, investigar e descrever a implantação de ferramentas baseadas no conceito de TI Verde na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), examinando,

mais especificamente, as práticas implantadas, os benefícios percebidos e as dificuldades enfrentadas. A pesquisa trata de um estudo exploratório descritivo, compreendendo uma etapa quantitativa, de modo a identificar diferentes práticas de TI Verde adotadas pela instituição, e outra de caráter qualitativo, buscando descrever os benefícios organizacionais dessas práticas. Os resultados revelam que a instituição tem desenvolvido diversas atividades socioambientais, principalmente direcionadas para as questões do consumo consciente e sustentável, que se caracterizam como boas práticas socioambientais. Estas ações foram bem acolhidas pelos servidores colaborando para um bem individual e coletivo. Com esse panorama, fica evidenciado que a adoção de concepções tecnológicas sustentáveis tem feito parte dos planos e princípios da UFGD. Conclui-se que estas ações desenvolvidas pela instituição imprimem resultados significativos que refletem positivamente nas atitudes da comunidade acadêmica.

**Palavras-chave:** TI verde, Sustentabilidade, Insumos de Impressão, Gestão Pública.

## 1 INTRODUÇÃO

A relevância do tema da sustentabilidade tem crescido nas estruturas públicas e privadas, principalmente após a implantação da Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas (ONU), que estabelece os objetivos para o desenvolvimento sustentável, especialmente em relação ao objetivo nº 12 (consumo e produção responsáveis) (ONU BRASIL, 2016).

De acordo com a ONU Brasil (2016, [s. p.]), entre as especificações do objetivo para o desenvolvimento sustentável nº 12, da agenda 2030, está previsto: “[...] reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso” e “Incentivar as empresas, especialmente as empresas grandes e transnacionais, a adotar práticas sustentáveis[...]”.

Em conformidade com a Agenda 2030, tem-se a Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P), programa criado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) que tem por objetivo estimular as instituições públicas do país a implementarem práticas de sustentabilidade. É uma agenda de adesão



voluntária que possibilita que a instituição parceira promova a preservação do meio ambiente ao mesmo tempo em que otimiza a utilização dos recursos públicos (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009).

Assim, essa agenda incentiva os gestores a adotarem novos padrões de consumo e critérios de gestão ambiental em suas rotinas administrativas, proporcionando economia de recursos naturais e redução de gastos públicos (VALENTE, 2011 *apud* PENHA; PASCHOALIN; FARIA, 2018).

Para Figueiredo, Sales e Batista (2021), a TI Verde ainda é pouco pesquisada, mas é um tema muito relevante na tentativa de soluções para parte dos problemas socioambientais, por meio de práticas de sustentabilidade. Considerando a notoriedade do tema para a comunidade acadêmica e a sociedade, o fato de sua execução ter sido no campo da ciência da administração pública a torna ainda mais legítima. Em virtude da crise que afeta o meio ambiente, torna-se indispensável uma conduta proativa por parte do poder público no que se refere ao fomento de práticas sustentáveis na sociedade como um todo, inclusive aquelas que abrangem a TI Verde.

Para além do papel dos órgãos públicos como fomentadores de atitudes e comportamentos ambientalmente corretos, mediante elaboração e execução das normas e leis que regem as ações de diversos atores sociais, também lhes é essencial agir com responsabilidade socioambiental no que concerne a seus afazeres ocupacionais, os quais são logicamente consumidores de recursos e geradores de remanescentes. Conforme o Ministério do Meio Ambiente, a administração pública possui um papel estratégico na difusão e instituição da responsabilidade social e do consumo consciente nas organizações (ARAÚJO; LUDEWIGS; CARMO, 2015).

Ainda conforme o Ministério do Meio Ambiente, apenas a regulamentação de princípios e diretrizes de sustentabilidade não são suficientes. A administração pública deve também ser exemplo para a sociedade como criadora de práticas de sustentabilidade socioambiental em suas próprias atribuições, bem como incentivar a toda a sociedade na aplicabilidade destas práticas (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2009).

Desta forma, esta investigação buscou analisar o processo de adoção da TI Verde na gestão ambiental implantada na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), buscando identificar os aspectos característicos das etapas deste processo. Em paralelo a essa análise, foram identificadas as práticas de TI Verde adotadas na instituição pesquisada, para fins de um melhor entendimento do objeto de estudo e como forma de apoio para as conclusões sobre o problema da pesquisa.

## **2 CONTEXTO E A REALIDADE INVESTIGADA**

A Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), objeto dessa pesquisa, foi instituída pela Lei nº 11.153, de 29 de julho de 2005, e prevê em seu Planejamento Estratégico Institucional, especificamente nos objetivos estratégicos 5, 6 e 7: “Fortalecer a política ambiental da UFGD”;



“Promover a sustentabilidade de forma participativa e considerando a inserção regional da UFGD”;  
“Disseminar uma cultura ética de sustentabilidade” (UFGD, 2022).

Para atingir esses objetivos estratégicos a UFGD possui a Coordenadoria de Planejamento e Avaliação Institucional, unidade responsável pelo planejamento, monitoramento das metas e indicadores, avaliação institucional e gestão ambiental da UFGD, que, por sua vez, conta com a Divisão de Gestão Ambiental (DGA), responsável pelo planejamento, desenvolvimento e monitoramento de projetos e programas de gestão ambiental na UFGD (UFGD, 2022).

Desde o seu nascimento, a UFGD tem buscado construir uma universidade que possa cooperar para a estruturação de uma sociedade forte, oferecendo profissionais e serviços que possam corresponder às aspirações da comunidade a qual se dispõe a servir, visando o desenvolvimento de toda a comunidade local e regional (ALMEIDA, 2016).

Nesta perspectiva, foi criada a Política Ambiental da Instituição que é essencial na orientação e na ordenação da modernização da universidade, compondo o processo de expansão e consolidação da UFGD com princípios éticos, bem como com responsabilidade, respeitando seus limites e capacidades ambientais, que, como resultado, acaba se transformando em uma preocupação que se estende à própria comunidade acadêmica e à sociedade (ALMEIDA, 2016).

Assim, a Política Ambiental da UFGD possui como objetivos: conduzir a gestão da UFGD de forma transparente e participativa, de maneira que os diversos setores e processos da universidade sejam organizados e executados com base nos princípios de sustentabilidade ambiental, visando à conservação ambiental e ao consumo consciente, à instrução e comunicação ambiental adequada, à efetiva gestão de resíduos, à eficiência energética e à urbanização e ocupação racional do campus; indicando ações de educação e informações ambientais, cuidado e monitoramento ambiental, bem como ações de recuperação ambiental a toda comunidade universitária e à sociedade (ALMEIDA, 2016).

Considerando a importância da Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P) na consolidação da transversalidade da Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA), a UFGD aderiu à A3P, a partir de 2017, sendo constituída a primeira comissão em julho do mesmo ano. Desde então, a UFGD realiza o monitoramento dos indicadores, permitindo acompanhar metas e consolidar informações que são enviadas ao sistema Ressoa, sistema virtual de monitoramento de gestão socioambiental, disponibilizado pelo MMA. Após análise do MMA, a UFGD recebeu o selo A3P de monitoramento nos anos de 2019 e 2021 (UFGD, 2022).

Para Araújo, Ludewigs e Carmo (2015, p. 26) a A3P é um programa “robusto o suficiente para resistir às mudanças políticas comuns à administração pública”. Assim, ela “apresenta o vigor de se aperfeiçoar continuamente”, mesmo ante a alternância de gestão derivada da sucessão de diversos ministros desde a sua criação. Apesar de todos os ganhos que a A3P pode trazer para a instituição, há



obstáculos individuais e institucionais para que o gestor público incorpore os princípios de sustentabilidade a ponto de conseguir modificar seu modelo de gestão (LOYOLA, 2008 *apud* ARAÚJO; LUDEWIGS; CARMO, 2015).

As mudanças propostas pela A3P pretendem construir nos órgãos públicos uma nova cultura organizacional pautada na redução de gastos, na otimização dos recursos e no combate ao desperdício. Dessa forma, o engajamento dos gestores e servidores é imprescindível para a eficácia da adoção da A3P, sendo necessária a capacitação adequada e disponibilidade por parte destes profissionais (ARAÚJO; LUDEWIGS; CARMO, 2015).

Além disso, é fundamental apontar indicadores de resultados mensuráveis para que se possa fornecer uma base de monitoramento e avaliação periódica do progresso de implantação da A3P. Os indicadores são primordiais para descrever os resultados alcançados com a incorporação da Agenda e devem ser capazes de gerar dados informativos que viabilizem comparações cronológicas e com outras instituições, construções de panoramas e formulação de políticas organizacionais. Resultados analisados de forma objetiva contribuem para a capacitação dos envolvidos e servem de estímulo para a manutenção dos esforços no sentido da modificação dos hábitos e dos valores organizacionais (ARAÚJO; LUDEWIGS; CARMO, 2015).

A respeito da área de TI, alguns problemas ambientais são identificados, como: o elevado consumo de energia elétrica, o descarte de equipamentos ultrapassados e dos resíduos de impressão. Portanto, o conceito de TI Verde veio como uma resposta aos impactos ambientais causados pela TI. O conhecimento da TI Verde tem, dentre os seus objetivos, a redução da utilização de matérias-primas naturais não renováveis, da geração de resíduos bem como evitar gastos desnecessários com insumos (PENHA; PASCHOALIN; FARIA, 2018).

A TI Verde também busca atingir a viabilidade econômica e aprimorar o uso e o funcionamento dos sistemas, respeitando as limitações e as responsabilidades éticas e sociais. Isso posto, ela inclui as dimensões de sustentabilidade ambiental, eficiência energética e custo total de propriedade, que inclui o custo de descarte e reciclagem; ainda, ela é o estudo e a prática da utilização eficiente dos recursos de tecnologia da informação (LUNARDI; FRIO, 2012).

A TI verde auxilia na eficiência da organização, confere maior agilidade às rotinas administrativas, diminui grande parte da burocracia e proporciona melhora na prestação dos serviços. A TI Verde também pode gerar benefícios às organizações públicas, tais como: diminuição de gastos e melhora da imagem organizacional. Nas organizações públicas, a impressão de documentos é uma fonte relevante de impacto ambiental. Sem uma política organizacional disciplinada em relação a essas impressões, além de demandar mais gasto de recursos financeiros, poderão ocorrer danos ao meio ambiente. Por isso, realizar treinamentos com os servidores públicos e rotinas padronizadas para



produzir impressões sustentáveis, mostra-se essencial (SUCKOW, 2011 *apud* PENHA; PASCHOALIN; FARIA, 2018).

A adoção da TI Verde difere-se da adoção de outro tipo de TI, especialmente pela relevância que as questões éticas e de sustentabilidade constituem no processo de tomada de decisão por parte da Administração Pública. Enquanto a adoção de uma TI é usualmente motivada pelos potenciais benefícios financeiros do uso dessa tecnologia, as práticas de TI Verde são motivadas essencialmente por sua preocupação com o meio ambiente, mesmo que os benefícios econômicos possam não ser palpáveis em curto prazo (LUNARDI; FRIO, 2012).

As instituições que estão preocupadas com as suas responsabilidades sociais e ambientais, têm elaborado políticas perceptíveis quanto à aquisição de seus equipamentos (com menor consumo de energia, materiais reciclados, materiais não-poluentes, dentre outros), uso de computadores e impressoras (através de processos computacionais mais eficientes, virtualização, diminuição de impressões, remanufatura de cartuchos, uso de papel reciclado, etc. (LUNARDI; FRIO; BRUM, 2011 *apud* LUNARDI; FRIO, 2012).

Por conseguinte, uma vez tratados de aspectos relacionados à A3P, bem como de alguns conceitos e características da TI Verde para a gestão socioambiental na Administração Pública, abordar-se-á o processo de adoção destas práticas no âmbito da UFGD.

### **3 DIAGNÓSTICO DA SITUAÇÃO-PROBLEMA E/OU OPORTUNIDADE**

A UFGD (2022) tem implementado diversas ações de cunho sustentável nos últimos anos, mas foi especialmente através da aprovação de sua Política Ambiental, conforme abordado anteriormente, e da elaboração do Plano de Gestão de Logística Sustentável (PLS) ocorridos em 2013, que ações mais significativas puderam ser discutidas por parte da comunidade acadêmica. O PLS é uma ferramenta de planejamento com objetivos e responsabilidades definidas, ações, metas, prazos de execução e mecanismos de monitoramento e avaliação, que permite ao órgão estabelecer práticas de sustentabilidade e racionalização de gastos e processos na Administração Pública.

Por meio da publicação de relatórios anuais, é possível acompanhar metas e resultados, contemplando a previsão de nove áreas de atuação: 1) água e esgoto; 2) resíduos sólidos; 3) compras e contratações sustentáveis; 4) energia elétrica; 5) edificações sustentáveis; 6) educação ambiental; 7) qualidade de vida; 8) deslocamento pessoal; e 9) material de consumo. O Plano, também, teve como intuito atender aos seis eixos temáticos da A3P, quais sejam: 1) o uso racional de recursos naturais e bens públicos; 2) a gestão adequada dos resíduos gerados; 3) a qualidade de vida no ambiente de trabalho; 4) compras públicas sustentáveis; 5) construções sustentáveis e 6) sensibilização e capacitação dos servidores (UFGD, 2022).



Outras iniciativas importantes também foram adotadas pela instituição, como o desenvolvimento do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (2017) e o Programa UFGD Eco.

Dentro das ações sustentáveis desenvolvidas no âmbito destas iniciativas, pode-se identificar algumas relacionadas à TI Verde. Neste sentido, passar-se-á a analisar quais foram essas práticas, contemplando-as à luz dos temas estruturantes propostos pelo PLS e pela A3P, respectivamente. Para isso, foi realizada uma análise das informações publicadas nos relatórios anuais de ambas as disposições, relacionados à eficiência energética, à modernização de equipamentos tecnológicos e à adoção de práticas ligadas à diminuição do consumo de insumos de impressão. Estas adoções tecnológicas imprimem o princípio sustentável no cotidiano da instituição.

### 3.1 PLANO DE GESTÃO DE LOGÍSTICA SUSTENTÁVEL

No escopo do PLS, a análise de dados se dará num comparativo entre os relatórios anuais publicados no Portal da UFGD entre os anos de 2016 e 2018 (período em que diversas atividades socioambientais já estavam em andamento na instituição e até onde houve a publicação de dados), tendo como enfoque os seguintes eixos temáticos ligados direta ou indiretamente à TI Verde:

1. resíduos sólidos
2. compras e contratações sustentáveis
3. energia elétrica
4. educação ambiental
5. material de consumo

Cada eixo temático terá um foco especial de análise com atenção a TI Verde, descritos a seguir.

#### 3.1.1 Resíduos Sólidos (Foco: descarte adequado de equipamentos eletrônicos)

Esta temática teve como objetivo promover a gestão adequada dos resíduos sólidos, bem como campanhas de redução na fonte. As principais iniciativas estratégicas realizadas pela instituição de 2016 a 2018 ligadas ao tema da TI Verde foram:

- I. elaboração, implementação e divulgação do Plano de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos (PGRS), que norteou na instituição as práticas relacionadas ao correto descarte dos resíduos sólidos em geral, assim como os de cunho eletrônico;
- II. realização de campanhas de educação ambiental visando reduzir o consumo de papel A4, as quais tiveram um grande aliado com a implantação de *software* de gestão em 2017, contribuindo para redução nos insumos de impressão e orientações para encaminhar para reciclagem;
- III. iniciativas visando instaurar a logística reversa para materiais, principalmente cartuchos e toners, pilhas e baterias (em parceria com o órgão ambiental municipal). Vale destacar



neste ponto as ações de coleta seletiva na instituição, em especial a distribuição de “papel-pilhas” destinados ao recolhimento de pilhas e baterias instalados em quatro pontos da universidade.

### 3.1.2 Compras e Contratações Sustentáveis (Foco: aquisição dos sistemas SIG-UFRN)

O objetivo desta temática é diminuir o valor global das compras e contratações de terceiros e otimizar compras, avaliando o contexto sustentável. As denominadas contratações e parcerias sustentáveis são aquelas que levam em consideração a sustentabilidade ambiental, social e econômica dos produtos, serviços e processos a ela relativos. Licitações, parcerias e desenvolvimento conjunto de projetos que levem à aquisição de produtos e serviços sustentáveis são importantes para a conservação do meio ambiente, abrangendo a própria sociedade nele inserida, como também apresentam, no aspecto econômico, uma melhor relação custo/benefício a médio ou longo prazo, quando comparadas às que se valem do critério de menor preço.

Neste sentido, a UFGD em seu Relatório 2016-2018 do PLS (período em que houve a publicação de dados no portal da instituição), aumentou o número de contratos e cláusulas voltados para o compromisso ambiental, como, por exemplo, através da compra de 5.000 mil lâmpadas LED em 2018, mais econômicas e eficientes do que as fluorescentes anteriores (UFGD, 2022). Ainda no referido relatório, foi possível identificar as seguintes iniciativas desenvolvidas pelo órgão relacionadas à temática da TI Verde:

- I. promoção de cursos *online* de capacitação aos pregoeiros, para o exercício de suas atividades e a atenção aos critérios de compras e contratações sustentáveis;
- II. valorização de boas práticas de compras sustentáveis dos centros, departamentos e unidades administrativas (para redução, reutilização e reciclagem de materiais e equipamentos);
- III. aquisição de equipamentos eletrônicos com eficiência energética (PROCEL);
- IV. compra de 60 *tablets* que auxiliaram na diminuição de material impresso para reuniões.

Estas foram ações importantes, mas a que merece maior atenção na análise deste eixo temático foi a aprovação em maio de 2017 do Plano de Contratações de Solução de Tecnologia da Informação e Comunicação (PCTIC). Nele foram contempladas as contratações referentes aos serviços de Telefonia Fixa, incluindo a tecnologia para a transmissão de voz – VoIP na rede de comunicação telefônica interna (prevista como boa prática de sustentabilidade no PLS 2013); a contratação de Serviços de Licenciamento de *Software*, com o progresso na implantação do Sistema Integrado de Gestão SIG-UFRN; aquisição de novos computadores, *notebooks*, *tablets*, impressoras à laser, impressoras de cartão que diminuem os gastos com reposição dos antigos cartuchos; ampliação e



manutenção do Sistema de Virtualização (*Virtualbox*), entre diversas outras aquisições de serviços e tecnologias que vem permitindo a redução de custos e otimização de processos sustentáveis no órgão.

### **3.1.3 Energia Elétrica (Foco: uso de lâmpadas LED e tecnologia fotovoltaica - modernização)**

O objetivo desta temática é promover o consumo racional de energia elétrica nas instalações da universidade que, desde 2008, realiza estudos de acompanhamento de demanda elétrica, de forma a racionalizar os custos necessários para atender a demanda de energia para a universidade. Nesse sentido, alterações contratuais são realizadas com objetivo de reduzir o custo e prever a demanda. Os estudos se dão pelo acompanhamento mensal das faturas e, também, pela relação com o histórico, que tem permitido o planejamento.

Devido ao crescimento da área construída na Universidade e a ampliação do número de pessoas (estudantes e servidores), a demanda por energia vem aumentando. Com essa medida de controle contratual, o custo de R\$ 0,58/kwh (consumo), em 2007, passou para R\$ 0,47 em 2012, e R\$ 0,40/kwh, em 2013 (UFGD, 2022). Na Política Ambiental da UFGD, foi criado um programa chamado “Eficiência Energética”. Os levantamentos do gasto energético por unidade, iniciados pela Comissão de Eficiência Energética da UFGD, têm por objetivo atender a proposta de reduzir o consumo e buscar fontes alternativas de energia.

Foram realizadas, desde 2011, campanhas educativas para diminuição do consumo de energia nas unidades da UFGD, fixando junto a todos os interruptores selos da campanha de economia.

De acordo com o Relatório PLS 2016-2018, a UFGD desenvolveu as seguintes iniciativas sustentáveis:

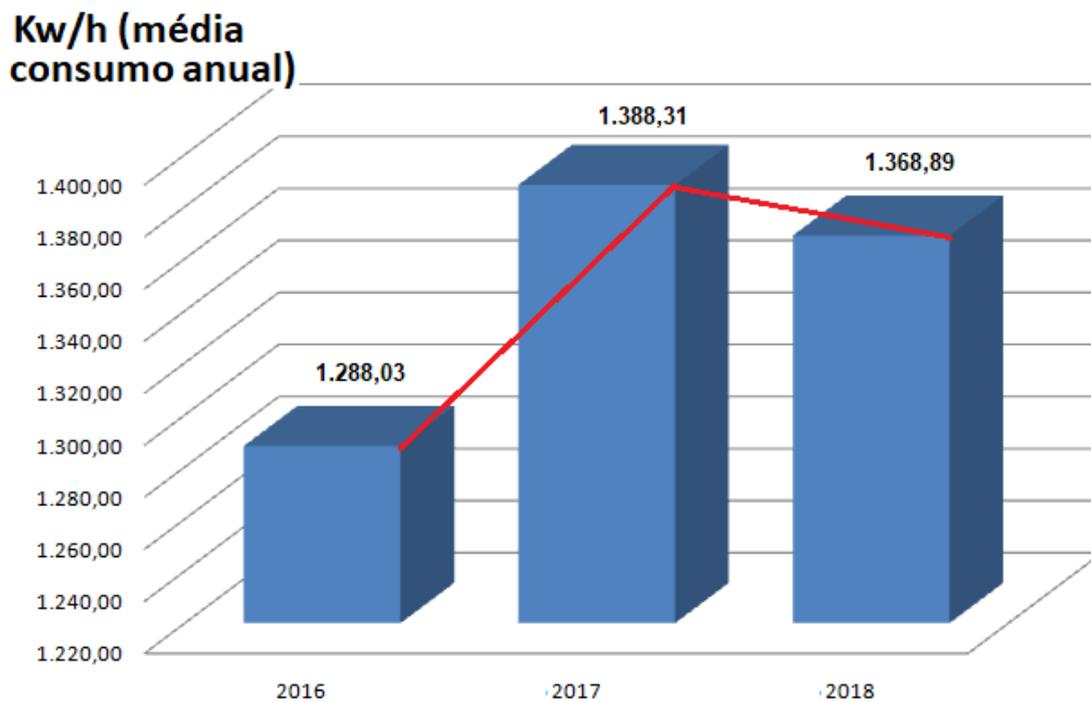
- I. realização de estudo de alternativas para suprimento de energias em casos de falha no sistema;
- II. realização de levantamento para substituição de lâmpadas fluorescentes para lâmpadas LED e promoção da substituição (vide eixo 3.1.2);
- III. priorização pela aquisição de equipamentos eletrônicos com o selo PROCEL (vide eixo 3.1.2);
- IV. desenvolvimento de campanhas junto à comunidade universitária para redução do consumo de energia;
- V. incentivo e promoção pelo maior aproveitamento da luz e da ventilação natural em novos projetos arquitetônicos da instituição;
- VI. realização de levantamento do consumo de energia em Kwh;
- VII. realização de estudo de viabilidade para instalação de temporizadores para iluminação externa.



Em 2019 foi implantada a usina fotovoltaica na instituição e seus primeiros resultados de eficiência energética puderam ser observados a partir de dezembro daquele ano. Adiante, neste estudo, abordar-se-á com maior aprofundamento esta questão através da análise dos Relatórios A3P.

O consumo de energia elétrica na instituição, conforme Relatório PLS 2016-2018, pode ser observado no Gráfico 1.

Gráfico 1 – Consumo de Energia Elétrica na UFGD (2016-2018)



Fonte: elaboração própria (2022)

Observa-se através do Gráfico 1 que, a partir de 2017, com a adoção de algumas medidas iniciais importantes como a troca dos modelos de lâmpadas por LED ocorrida a partir de janeiro de 2018, assim como o desenvolvimento de campanhas educativas e aquisição de equipamentos eletrônicos com o selo PROCEL, houve redução no consumo de energia elétrica na instituição.

### 3.1.4 Educação Ambiental (Foco: consumo racional de recursos, em especial recursos de impressão)

O objetivo desta temática é promover a educação ambiental em diferentes eixos e setores da instituição, junto aos servidores e comunidade acadêmica, fornecendo oportunidades para que desenvolvam atitudes pró-ativas e sustentáveis em suas atividades (UFGD, 2022).

Dentre os anos de 2016 e 2018, foram apontadas as seguintes iniciativas por parte do órgão:

- I. promoção de campanhas de conscientização e sensibilização ambiental (Programa UFGD Sustentável, 2018);



- II. produção de material informativo quanto à educação ambiental;
- III. lançamento da campanha "adote uma caneca";
- IV. Incentivo à comunicação digital interna, à redução do consumo de papel e a redução do consumo de água;
- V. promoção de debates e divulgação de informações ambientais junto à comunidade acadêmica.

A universidade também aumentou os eventos e divulgação de assuntos voltados ao meio ambiente entre acadêmicos e servidores através do Portal da instituição e lançou em 2018 o Programa UFGD Sustentável visando estimular o comprometimento de cada um deles no desenvolvimento de atitudes mais sustentáveis.

### 3.1.5 Materiais de Consumo (Foco: papel, cartuchos e toners)

A análise de informações sobre os materiais de consumo se dará num comparativo entre o ano de 2013, época em que ainda se discutiam as ações a serem implantadas com o PLS e os anos de 2016 a 2018, quando as ações já estavam sendo implementadas.

Esta temática tem como propósito promover a otimização dos recursos naturais por meio da redução no uso de materiais de consumo. Coadunando-se ao objetivo deste estudo, optou-se por analisar neste eixo os principais insumos de impressão, quais sejam papel sulfite, cartuchos e toners. No entanto, não foram encontrados dados contínuos com relação ao uso de cartuchos e toners. O único dado localizado relativo ao consumo destes itens foi referente ao ano de 2013, no qual foram consumidas 756 unidades de cartuchos e 26 unidades de toners para impressoras variadas. Neste sentido, o comparativo do consumo anual recairá sobre o material papel sulfite branco. Vale mais uma vez destacar a contribuição da implantação dos sistemas SIG-UFRN em 2017 para a diminuição do uso destes materiais, assim como a adoção de ações de educação ambiental junto aos servidores sobre a conscientização do consumo sustentável.

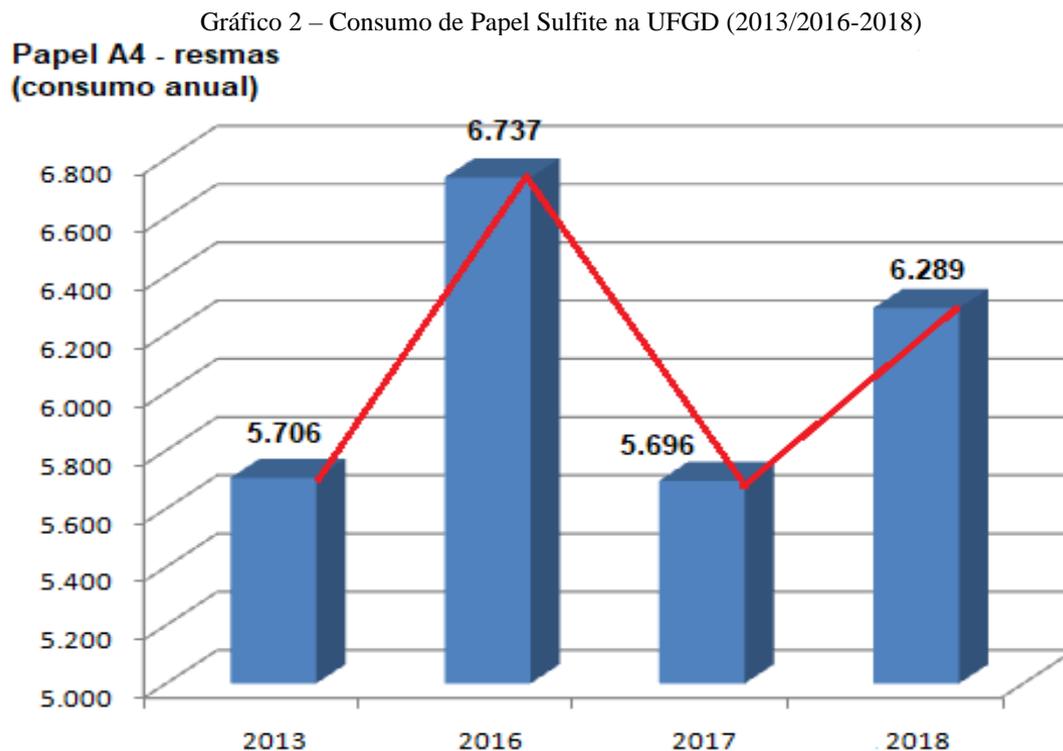
Dentre as campanhas de educação ambiental desenvolvidas, observou-se o fomento pela: comunicação digital (*e-mail*), evitando-se o uso do papel; impressões somente quando necessário e, preferencialmente, no modo frente e verso; programação de manutenção ou substituição das impressoras, em razão de eficiência; reaproveitamento do papel impresso em apenas um lado para a confecção de blocos de rascunho; reaproveitamento de envelopes na comunicação interna e procedimento à destinação adequada dos resíduos (UFGD, 2022).

No geral, tomando como base os materiais para atender a demanda de consumo da Universidade, essa é uma ação de responsabilidade da Pró-Reitoria de Administração (PRAD)/UFGD: levantamento, organização e padronização dos produtos adquiridos pela instituição. Desde 2009, a administração da UFGD já vem instruindo para que os processos sejam organizados com



aproveitamento do papel em frente e verso. Essa é uma medida já utilizada em todos os setores, reduzindo o uso de papel, bem como estes vêm trabalhando para diminuir o uso de tramitação em papel (sistemas SIG-UFRN). Além disso, a Reitoria da UFGD criou uma Comissão de Desburocratização, sendo um dos objetivos a diminuição do custo com material de expediente e a realização de procedimentos com uso da tecnologia de informação, sobretudo, para atuar no retrabalho e na produtividade dos servidores.

Na sequência, o Gráfico 2 apresenta a evolução no consumo de papel sulfite na instituição.



Fonte: elaboração própria (2022)

Obs: Houve um lapso temporal entre os anos de 2014 e 2015, por não haver publicação dos relatórios no portal da instituição.

### 3.2 A3P

Já com relação à adoção dos princípios da A3P na UFGD, o estudo recairá sobre os Relatórios Anuais de Consumo entre os anos de 2018 e 2021, publicados no *site* da instituição, relatórios estes que também são enviados para o Sistema Ressoa, conforme já mencionado anteriormente.

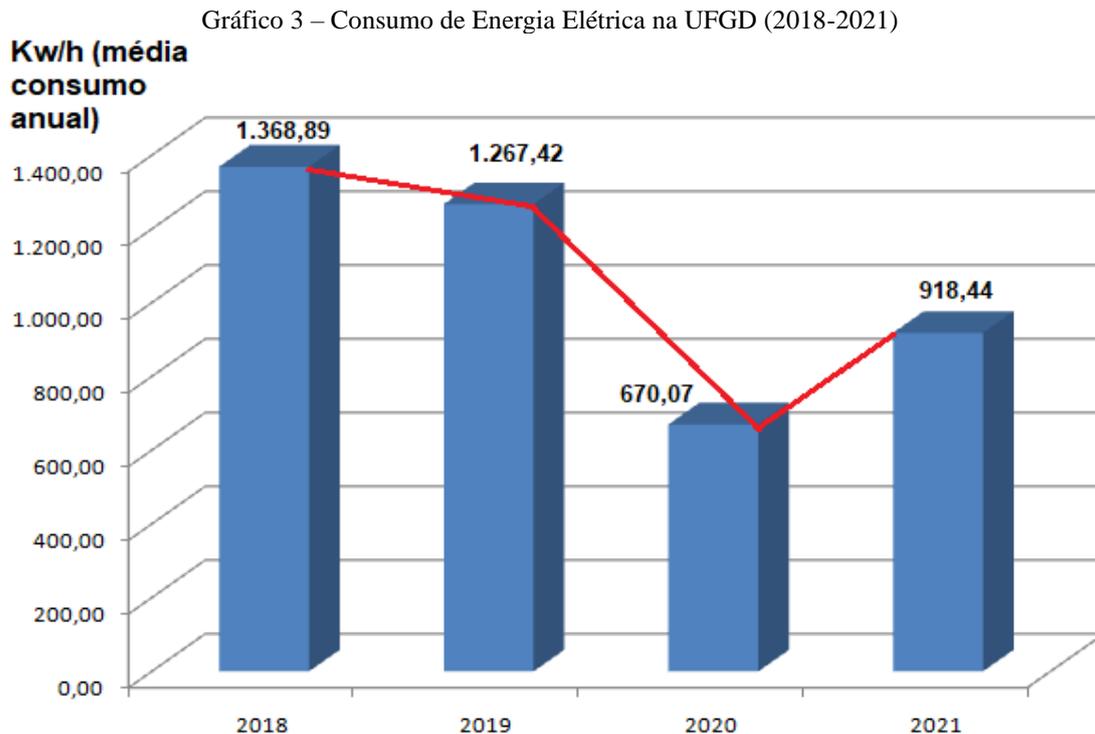
Tendo em vista os relatórios contemplarem os índices de consumo de alguns itens específicos (energia, água, copos descartáveis, papel sulfite branco A4, transporte aéreo e terrestre), abordar-se-á a evolução no consumo apenas dos elementos ligados à TI Verde, quais sejam energia elétrica e papel sulfite.



### 3.2.1 Energia elétrica

Fato de grande destaque nesta temática, foi a implantação da usina fotovoltaica da UFGD que começou a operar em fase de teste em outubro de 2019 e apresentou seus primeiros efeitos em dezembro daquele ano, com a redução de R\$ 58.846,10 na conta de energia, comparado com o mesmo período em 2018, montante corresponde a 47,6% do consumo (UFGD, 2022).

O Gráfico 3 apresenta um comparativo sobre o consumo de energia elétrica.



Fonte: elaboração própria (2022)

É possível observar através do Gráfico 3 que, com a adoção de medidas mais efetivas como a substituição das lâmpadas iniciada em 2018 e a implantação da usina fotovoltaica em 2019, houve redução no consumo de energia elétrica na instituição.

Nota-se também que entre os anos de 2019 e 2020 a redução foi maior, considerando-se o início da pandemia de Covid-19 que interrompeu as atividades presenciais na universidade, somado às ações ambientais que já estavam em andamento.

Com a volta progressiva à normalidade das aulas em fevereiro de 2021, houve ténue aumento no consumo de energia, porém, bem menor do que o patamar anterior à adoção das ações. Todavia, ainda é cedo para se cravar os níveis de eficiência energética com a implantação da usina solar, tendo em vista ainda o fato de que o retorno ao trabalho presencial dos servidores técnicos-administrativos iniciou-se apenas recentemente (junho/2022), sendo necessário, portanto, maior decurso de tempo para se determinar, com maior precisão, os índices de economia de energia elétrica.



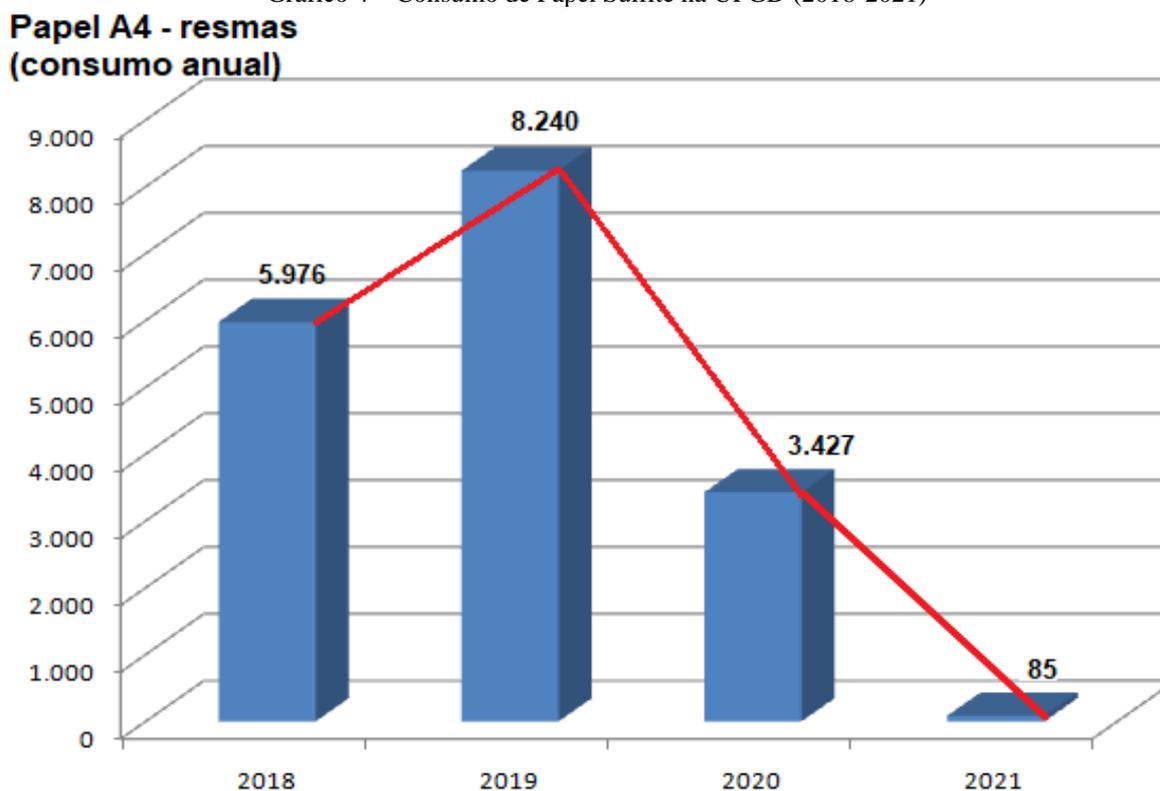
Há que se ressaltar ainda que, em janeiro de 2020, iniciou-se o uso do sistema de condicionamento de ar eficiente na instituição com a compra de unidades de aparelhos de ar-condicionado mais econômicos modelo *Split Hi Wall* com selo *Procel* (para ambientes menores) e do modelo *Split PisoTeto* com selo *Procel* (para ambientes maiores) em janeiro de 2021.

### 3.2.2 Material de Consumo (Papel sulfite branco)

Houve disparidade de informações com relação ao consumo de papel sulfite no ano de 2018: o PLS 2016-2018 apresentou o consumo de 6.289 resmas, enquanto o Relatório A3P 2018 identificou o consumo de 5.976.

Desta forma, optou-se por apresentar os dados em cada gráfico de acordo com suas respectivas disposições analisadas.

Gráfico 4 – Consumo de Papel Sulfite na UFGD (2018-2021)



Fonte: elaboração própria (2022)

Como resultado às ações que já haviam sido iniciadas em anos anteriores, é possível constatar a partir do Gráfico 4, os significativos efeitos na redução do consumo de papel sulfite branco no decorrer do tempo na instituição, principalmente devido à continuidade do processo de desmaterialização de documentos, assim como a prática da impressão frente verso.



## 4 ANÁLISE DA SITUAÇÃO-PROBLEMA E PROPOSTAS DE INOVAÇÃO / INTERVENÇÃO / RECOMENDAÇÃO

Nesta seção são apresentadas as práticas de TI Verde adotadas pela instituição, os benefícios adotados por meio destas práticas e as principais dificuldades após a adoção dessas práticas.

### 4.1 PRÁTICAS DE TI VERDE ADOTADAS PELA INSTITUIÇÃO

Após amplo estudo, foi possível observar que as práticas de TI Verde buscaram solucionar problemas relacionados à ineficiência nos processos internos e externos da instituição, ao alto custo para manutenção dos equipamentos eletrônicos, ao elevado índice de descarte de materiais recicláveis e ao consumo de energia. Outros pontos também merecem consideração quando da adoção de práticas de TI Verde pela UFGD como as pressões da sociedade que passou a ter mais consciência sobre as questões ambientais nos últimos anos, assim como o atendimento às legislações ambientais governamentais e à promoção da imagem da organização que tem buscado promover a responsabilidade socioambiental por meio de diversas ações.

Dentre estas ações e, visando atender às necessidades do órgão que surgiram ao longo de sua criação, foi possível identificar como práticas de TI Verde desenvolvidas pela UFGD a digitalização de documentos; o uso da comunicação digital interna como regra; a implantação de *software* de virtualização que elimina o custo de manutenção dos arquivos físicos e permite ganho de espaço; proteção de tela em períodos de inatividade; redução de impressão; impressão consciente; utilização de tecnologia VoIP, central telefônica e utilização de ramais e; a reutilização de papel foram adotadas para sanar problemas cotidianos, aumentar a agilidade dos processos e garantir economia dos recursos dentro da organização. Também entrou em operação a partir de março de 2022 a contratação do serviço de terceirização de impressão (*outsourcing*) em atendimento à Instrução de Serviço nº 41 GAB/RTR de 31/08/21 que permite outrossim a diminuição do custo de manutenção com impressoras (UFGD, 2021).

### 4.2 BENEFÍCIOS IDENTIFICADOS COM A ADOÇÃO DAS PRÁTICAS DE TI VERDE

Os principais benefícios percebidos, através da presente pesquisa, com a adoção das práticas de TI Verde na instituição foram o desenvolvimento da consciência ambiental nos servidores para que sejam levadas adiante as iniciativas propostas pela administração; a redução dos custos de energia e papel com a limitação dos desperdícios, despesas estas que puderam ser convertidas em resultados para a organização, gerando economia de recursos públicos.

Além disso, a introdução dessas medidas faz com que a organização, como um todo, possa caminhar rumo a uma nova postura, mais sustentável, preservando os recursos, sejam eles quais forem, de maneira consciente. Isso traz benefícios tangíveis em longo prazo na instituição, visto que os agentes



multiplicadores das ideias e dos comportamentos são os indivíduos e o comportamento sustentável passa, ao longo do tempo, a ser um fator comum entre todos os membros da comunidade acadêmica.

A digitalização de documentos elimina, aos poucos, os arquivos em papel que ocupam espaço e demandam manutenção. A virtualização também é uma vantagem para a organização porque permite maior segurança dos dados e ganho de espaço físico. A proteção de tela é um recurso próprio das máquinas que permite economia de energia durante os períodos de inatividade. A tecnologia VoIP e o uso de centrais telefônicas reduzem o custo com ligações internas e externas e possibilita a redução das faturas de telefone.

#### 4.3 PRINCIPAIS DIFICULDADES OBSERVADAS COM A ADOÇÃO DE PRÁTICAS DA TI VERDE

Dentre as principais dificuldades encontradas na adoção estão os elevados investimentos financeiros e a resistência à mudança de hábitos por parte da comunidade acadêmica. Observou-se que a cultura institucional era enrijecida, os servidores estavam muito apegados ao papel e à leitura em mãos, sendo resistentes no início à mudança de hábitos. Porém, com o passar dos anos e adoção de práticas graduais da TI Verde, foi possível observar que a percepção da comunidade acadêmica foi mudando e tornando-se aos poucos cada vez mais adepta aos conceitos e iniciativas da tecnologia verde no ambiente funcional, tornando possível a concretização de diversas ações.

#### 5 CONCLUSÕES E CONTRIBUIÇÃO TECNOLÓGICA/SOCIAL

Desde sua implantação em 2006 e, considerando a consciência comum bem como o desenvolvimento do conhecimento crítico sobre o desenvolvimento sustentável, a UFGD tem adotado práticas positivas, as quais foram consubstanciadas em 2013, quando o Conselho Universitário (COUNI) aprovou a Política Ambiental (PA) da instituição, cujos estudos haviam iniciado em 2011.

Os resultados encontrados mostram que as principais práticas de TI Verde envolvem: controle no consumo de recursos, virtualização, substituição de equipamentos e coleta seletiva. Além disso, revelam que apesar de alguns investimentos em TI serem altos, apresentam um retorno financeiro rápido se mensurada a economia de recursos potencializada pelas organizações.

Deve-se destacar que a redução no consumo de papel para impressão também acarreta a redução das massas de CO<sup>2</sup> emitidas durante o processo de fabricação do papel, além de proporcionar a diminuição da necessidade de extração de árvores, as quais são de grande importância para a eliminação de gás carbônico da atmosfera.

Algumas práticas como a substituição de máquinas por modelos mais modernos e eficientes energeticamente e outras relacionadas à *software* estão elencadas entre as principais iniciativas de mudança em prol de benefício econômico, operacional e, conseqüentemente, ambiental. A dimensão



econômica, geralmente mais visada, envolve a redução de custos, normalmente através da economia de recursos como energia, toner, papel, *hardware* e outros materiais necessários ao desenvolvimento das atividades, substituindo-os, quando necessário, por outros mais econômicos e mais verdes, que degradem menos o meio ambiente e reflitam uma imagem positiva da instituição, aos olhos do público interno e externo.

Outra questão que pode despertar uma preocupação das instituições em adotar uma postura mais sustentável é a pressão exercida pela sociedade ou até mesmo por legislações ambientais vigentes, que obrigam os órgãos públicos a incorporarem alguns padrões de operação na prestação de seus serviços.

Foi possível constatar que a mudança de comportamentos e procedimentos internos é motivada, principalmente, para estar de acordo com as normas e legislações vigentes acerca do meio ambiente. Foi confirmado, também, que tais mudanças somente são efetivas quando as situações são, de certa forma, impostas pela Administração, o que obriga servidores e comunidade acadêmica a corrigirem ações e posturas que não estiverem de acordo com a lei. Além da legislação, a administração superior também é responsável por estimular um comportamento mais correto, marcado pela pressão na busca por redução do desperdício de recursos e por incentivar a consciência ambiental que, aliada à adoção das práticas, contribui para a perpetuação das ações e iniciativas de TI Verde.

Ao se preocupar com a preservação do meio ambiente e dos recursos não renováveis, contribui-se de maneira benéfica para a qualidade de vida das pessoas, preservando a equidade entre as gerações, representando o aspecto social dessas práticas. É válido destacar, ainda, que a preocupação de aumentar a vida útil dos equipamentos, além de ser uma preocupação econômica de redução de custo com trocas e manutenções, também é uma preocupação ambiental e social, pois, ao reduzir, por exemplo, a geração de resíduos, muitas vezes tóxicos, se reduz a contaminação e a poluição do solo, da água e do ar, repercutindo na qualidade de vida da sociedade.

Conclui-se estas considerações indicando-se que a adoção das práticas verdes na gestão da TI e de outras áreas traz grandes benefícios às instituições e à sociedade. Nesse sentido, o estudo mostra que práticas como a substituição de máquinas e implantação de *softwares* eficientes, por exemplo, que proporcionam economia de recursos financeiros, também reduzem o consumo de energia, além de poluírem menos.

Como sugestão para estudos futuros recomendam-se novas pesquisas que contemplem quais as possibilidades a serem exploradas no âmbito das inovações tecnológicas para que a UFGD possa se tornar ainda mais sustentável em suas rotinas administrativas, bem como outras entidades públicas, ganhando assim, maior visibilidade e melhorando sua imagem institucional frente à população.



## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, V. L. Diagnóstico ambiental da Universidade Federal da Grande Dourados. Dourados, MS: Ed. UFGD, 2016. Disponível em: <https://www.ufgd.edu.br/divisao/diagnostico-ambiental/index>. Acesso em: 30 jun. 2022.
- ARAÚJO, C. L., LUDEWIGS, T., CARMO, E. A. A Agenda Ambiental na Administração Pública desafios operacionais e estratégicos. Desenvolvimento em Questão. Editora Unijuí, ano 13, n. 32, out./dez. p. 21-47. (2015).
- ONU BRASIL. Agenda 2030 da ONU para o desenvolvimento sustentável. 2016. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>. Acesso em: 24 jun. 2022.
- FIGUEIREDO, P.F.M.; SALES, J.D.A.; BATISTA, K. Institucionalização da TI Verde em Organizações Públicas: o abismo entre a gestão e a prática das ações socioambientais. Revista Gest@o.org, V.19(1), p. 123-136. (2021).
- LUNARDI, G. L.; FRIO, R. S. Sustentabilidade e Tecnologia da Informação: Um estudo sobre os principais benefícios obtidos por empresas que adotaram TI verde. XXXII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Desenvolvimento Sustentável e Responsabilidade Social: As Contribuições da Engenharia de Produção. Bento Gonçalves, RS, Brasil, 15 a 18 de outubro de 2012.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P). Ministério do Meio Ambiente. Brasília: 5. ed. 2009.
- MMA - Ministério do Meio Ambiente. Programa Agenda Ambiental na Administração Pública (A3P). Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/servicos/agenda-ambiental-na-administracao-publica-a3p>. Acesso em: 24 jun. 2022.
- PENHA, M.; PASCHOALIN FILHO, J. A.; FARIA, A. C. Implantação de práticas de TI Verde no setor de correios e arquivos do Departamento de Suporte Administrativo da Polícia Militar do estado de São Paulo. R.G.Secr., GESEC, v. 9, n. 1, 2018.
- UFGD. Planejamento Estratégico Institucional UFGD 2022-2026. Disponível em: <https://www.ufgd.edu.br/secao/pdi-2022-2026/planejamento-estrategico-institucional>. Acesso em: 30 jun. 2022.
- UFGD. Divisão de Gestão Ambiental. Disponível em: <https://www.ufgd.edu.br/divisao/divisao-gestao-ambiental/index>. Acesso em: 30 jun. 2022.
- UFGD. Agenda Ambiental Pública. Disponível em: <https://www.ufgd.edu.br/divisao/divisao-gestao-ambiental/agenda-ambiental-publica>. Acesso em: 30 jun. 2022.

## Experiências e perspectivas no uso de frutíferas em sistemas integrados



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-042>

### Maristela Aparecida Dias Guimarães

Doutora em Fitotecnia  
IF Goiano- Campus Iporá.

### Adriana Rodrigues Monteiro

Engenheira Agrônoma pós-graduada em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA)-  
IF Goiano- Campus Iporá.

### Thamires Marques Moura

Doutora em Ciências Agrárias  
IF Goiano- Campus Iporá.

### Vania Sardinha dos Santos Diniz

Doutora em Ecologia e Evolução  
IF Goiano- Campus Iporá.

### Gustavo Augusto Moreira Guimarães

Doutor em Genética e melhoramento de plantas  
IF Goiano- Campus Iporá.

### RESUMO

Os sistemas integrados vêm ganhando força em consequência à necessidade de otimização de

recursos e de práticas agrícolas mais sustentáveis. Estes sistemas consistem em se cultivar, numa mesma área espécies vegetais, animais e/ou arbóreas em conjunto de forma com que uma beneficie a outra. Estas formas de cultivo já eram utilizadas desde os primórdios da agricultura, porém a necessidade de produção alimentícia em larga escala, a tecnificação e criação de insumos agrícolas voltados a culturas específicas estimulou o monocultivo. No entanto, os sistemas integrados de produção agropecuária vêm se destacando por propicias benefícios pela otimização das áreas produtivas, melhorias no clima, nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo e diversas outras vantagens. Apesar de escassos, alguns estudos evidenciam os efeitos positivos da adoção destes sistemas, principalmente quando envolvem espécies arbóreas como frutíferas, que têm demonstrado elevado potencial de uso em integração. Sendo assim este trabalho objetivou fazer um levantamento bibliográfico acerca das experiências e perspectivas de utilização de espécies frutíferas em sistemas integrados, bem como suas características em diversas regiões brasileiras.

**Palavras-chave:** Diversificação, Produção de frutas, Sistemas integrados.

## 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas intensivos de produção agropecuária vêm predominando por décadas no Brasil, sendo caracterizados por uma baixa diversificação e excessivo uso de insumos. Nos diferentes cenários presentes, a disponibilidade de terra, de capital e de mão de obra para execução do trabalho como elementos de produção não se mostravam mais suficientes para manutenção eficiente dos sistemas produtivos. Segundo FAO (2009), o modelo tecnológico atual está esgotado e observa-se redução nas taxas de crescimento da produtividade das principais lavouras nas últimas décadas. Além desses fatores, emergiu a necessidade de que fossem adotadas tecnologias apropriadas visando a manutenção da viabilidade econômica de suas atividades agropecuárias (SILVA NETO et al, 2001). Assim, se contrapondo a esse sistema, surgiram os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) que, com suas diversas variações regionais, vêm demonstrando efetivo efeito na promoção de uma



intensificação sustentável na produção de alimentos, melhorando a ciclagem de nutrientes, o uso dos recursos naturais, mantendo a produtividade e reduzindo custos, além de outras vantagens.

Os SIPA ganharam importância no Brasil a partir da criação de uma agenda governamental por parte do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento que promoveu um despertar para uma produção agrícola mitigadora dos gases do efeito estufa, com maior sequestro de carbono pelos sistemas produtivos (CARVALHO et al., 2014). Desde então, diversos estudos têm apontado aos benefícios da implementação de sistemas de cultivo agrícolas e pecuários integrados. Dentre os pontos positivos estão a otimização das áreas produtivas e diversas vantagens econômicas e ambientais, além de melhorias nos atributos químicos, físicos, biológicos do solo. Tais sistemas proporcionam um ambiente produtivo de múltiplas espécies vegetais e/ou animais nas quais uma se beneficia da outra. Para que isso ocorra é necessário se ter amplo conhecimento sobre as espécies pretendidas e o planejamento de como serão inseridas no sistema.

Por suas características regionais, diferentes modelos vêm sendo difundidos pelo país, porém a maioria considera apenas espécies arbóreas com entrada de bovinos nas entrelinhas ou alguma espécie agrícola anual, com pequenas variações. Entretanto, há uma tendência a aumentar o uso de cultivos integrados de diversos tipos, dentre eles utilizando-se espécies frutíferas nativas ou exóticas. Nesse contexto, existem algumas experiências de sistemas integrados, embora ainda não adotados em larga escala. Tal fato se justifica pelos escassos estudos desenvolvidos considerando arranjos com frutíferas, bem como o limitado conhecimento acerca das espécies, de sua biologia e de sua adaptação aos sistemas integrados.

Embora todo processo produtivo tenha evoluído bastante nas últimas décadas, a produção de frutas nos sistemas convencionais de produção, requer ainda saltos importantes de soluções e inovações tecnológicas. Também demanda reafirmar constantemente as práticas e manejos denominados racionais, de forma a permitirem não somente a manutenção de bons níveis de produtividade, aliados à redução dos custos de produção e sem prejuízos à qualidade das frutas, como também permitirem ao máximo a preservação e o uso eficiente dos recursos naturais e, ainda, a geração de serviços ambientais (MARTINS et al., 2019). Assim, a inserção de frutíferas dentro dos sistemas integrados apresenta-se como uma alternativa que demanda análises e pesquisas para definições desse potencial.

Nos moldes convencionais muito difundidos nos sistemas agrícolas de produção de frutíferas, o cultivo de frutíferas, sobretudo perenes de maior porte, demandam extensas áreas para plantio, um alto investimento inicial, no qual se obtém retorno financeiro em médio e longo prazo. Uma forma de melhor otimizar o uso destas áreas é o cultivo de outras culturas nas entrelinhas, como plantas anuais, por exemplo, que garantam um retorno dos investimentos mais rápido, propiciando diversificação na



atividade agrícola, aumento no rendimento da área e ainda benefícios como cobertura de solo e aproveitamento de adubos residuais.

Há uma ampla possibilidade de integração com frutíferas envolvendo diversas espécies agrícolas e pecuárias, entretanto há poucos estudos sobre modelos e tecnologias que melhor se adequam em cada sistema. Algumas iniciativas vêm sendo desenvolvidas no intuito de avaliar as particularidades de um sistema que envolva frutíferas, embora na literatura sejam escassos estudos que tragam uma análise mais a longo prazo de arranjos com essas espécies. Produtores que já adotaram algum tipo de integração com espécies frutíferas demonstram que obtiveram resultados satisfatórios e que o retorno econômico é favorável à implantação de um sistema integrado.

Apesar da complexidade dos sistemas, os benefícios tornam a atividade satisfatória com grande potencial de crescimento, além de uma opção ambientalmente mais equilibrada e lucrativa para ser adotada em áreas que já ocorre o cultivo solteiro de espécies frutíferas. A necessidade de que esse ecossistema seja explorado racionalmente pelo homem, implica, não somente, na colocação em prática de sistemas agrícolas que possam contribuir para o desenvolvimento econômico da região e à consequente melhoria de renda e do nível de vida das populações aí estabelecidas, garantindo o equilíbrio do ecossistema (SILVA NETO et al, 2001).

Dessa forma, o presente artigo busca, através de revisão de literatura, artigos e outras formas de referências técnicas, concentrando-se em informações publicadas nos últimos 20 anos na base de dados do scielo, dar uma visão mais atual do uso de fruteira em SIPA e dos benefícios que esse sistema pode trazer para o setor agrícola.

## **2 IMPORTÂNCIA DOS SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA E DA FRUTICULTURA**

Desde os primórdios da agricultura a utilização de diversas plantas em um mesmo ambiente produtivo vem sendo praticado para melhorar a fertilidade do solo e maximizar as interações positivas entre os componentes do sistema agrícola adotado e do meio físico. (MARTINS et al., 2019; SILVA NETO et al, 2001). No entanto, com o desenvolvimento da agricultura e necessidade crescente de produção de alimentos, a produção em larga escala e a tecnificação agrícola especializada para culturas específicas estimularam o crescimento da monocultura. A exploração inadequada dos recursos naturais gerou a modificação dos ambientes agrícolas, sendo o solo o principal componente afetado (OLIVEIRA et al., 2015).

O grande desafio da agricultura mundial nos dias de hoje é conseguir atender o crescimento na demanda por alimentos, produzindo cada vez mais, em quantidade e qualidade, na mesma área cultivada, reduzindo a utilização de insumos e fazendo o uso racional dos recursos naturais (solo, água e biodiversidade) (SAATH; FACHINELLO, 2018)). Por isso iniciativas em práticas agroecológicas



sustentáveis como os sistemas agroflorestais (SAFs), vêm ganhando força (SALES et al, 2018). A adoção de sistemas conjuntos como a Integração Lavoura Pecuária (ILP), também veio como um novo modelo de produção, que abrange o cultivo consorciado, em sucessão ou rotação, reduzindo os custos com insumos e seus respectivos resíduos. Esses sistemas possibilitam a recuperação de áreas degradadas ou alteradas, aliando diferentes componentes de produção que convivem em sinergismo em uma mesma área (ABREU et al., 2017). Essas técnicas visam explorar economicamente o solo durante todo o ano, ampliando e diversificando a oferta de produtos agropecuários. O aumento da eficiência dos sistemas de produção promove a manutenção da biodiversidade, otimização dos ciclos biológicos das plantas e animais, redução da emissão de gases atmosféricos, maior sequestro de carbono e ciclagem de nutrientes (GONTIJO NETO et al, 2014).

No Município de Sinop-MT, Carmo et al (2014) avaliaram sete tratamentos (1-mata nativa, 2-lavoura, 3-pecuária, 4-eucalipto, 5-integração eucalipto lavoura (iEL), 6-integração eucalipto pecuária (iEP), 7-integração eucalipto lavoura pecuária (iELP)) e compararam os efeitos de sistemas integrados na composição da comunidade bacteriana do solo dos diferentes monocultivos tendo como área referência uma mata nativa do bioma de transição Cerrado e Amazônia. Concluíram que o sistema integrado eucalipto lavoura pecuária apresentou maior semelhança na sua composição bacteriana do solo com a da mata nativa em comparação com os demais tratamentos avaliados, como também manteve o padrão do comportamento da abundância relativa parecido na época de estiagem, o que torna a atividade agrícola mais sustentável e segura.

A adoção de sistemas integrados dá aos agricultores uma oportunidade de diversificar o risco da produção agrícola ou produção animal individualmente, de usar a força de trabalho de maneira mais eficiente, de ter uma fonte de dinheiro vivo e de agregar valor aos produtos. As propriedades agrícolas, sobretudo pequenas e médias, necessitam de alternativas que possam intensificar o uso da terra e aumentar a sustentabilidade dos sistemas de produção, com melhoria da renda. Entre as possibilidades destacam-se os sistemas produtivos diversificados de origem vegetal e animal, realizados na mesma área, com o objetivo de otimizar os ciclos biológicos das plantas, animais, insumos e seus respectivos resíduos. (PEREIRA et al, 2009).

Nesse contexto, a inserção de um componente frutícola no sistema pode promover uma melhoria na renda do agricultor, contribuindo para a segurança alimentar da população. A fruticultura brasileira vem ocupando lugar de destaque, tanto consolidando-se como um dos três maiores produtores mundiais em termos de volume, como exportador de frutas para diversos mercados, sobretudo Europa e Estados Unidos. Além do aspecto produtivo, a atividade destaca-se na geração de empregos diretos e indiretos, sendo responsável por cerca de 16% de toda de toda mão de obra empregada no setor do agronegócio (SILVA, 2019).



## 2.1 CARACTERÍSTICAS DOS SISTEMAS INTEGRADOS NO BRASIL

Balbino e colaboradores (2011a) caracterizaram quatro modalidades de sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) no Brasil. O primeiro seria o iLP ou agropastoril, se configura na integração dos componentes agrícola e pecuário em rotação, consórcio ou sucessão, na mesma área e no mesmo ano agrícola ou por múltiplos anos; o segundo seria o iPF ou silvipastoril, no qual se integra os componentes pastagem e animal ao componente florestal, em consórcio; O terceiro corresponde ao sistema de integração lavoura-floresta (iLF) ou silviagrícola, no qual se integra os componentes florestal e agrícola pela consorciação de espécies arbóreas com cultivos agrícolas (anuais ou perenes). Uma quarta modalidade corresponde ao chamado iLPF ou agrossilvipastoril, o qual integra, na mesma área, em rotação, consórcio ou sucessão, os componentes agrícola, pecuário e florestal (BALBINO et al., 2011b). A diversificação de atividades de produção é requisito essencial para a sustentabilidade do sistema iLPF, influenciando a redução dos custos de produção, no aumento da eficiência no uso de diversos componentes da produção (terra, máquinas, equipamentos e mão de obra), além de contribuir para a produção de alimentos, renda e emprego (ALVES et al., 2012).

A adoção desses sistemas nas diversas regiões brasileiras está limitada a diversos fatores como: disponibilidade de solos favoráveis, recursos financeiros, acesso e domínio de tecnologia, disponibilidade de mercados para aquisição de insumos e comercialização dos produtos, dentre outros (BALBINO et al., 2011b). Os sistemas integrados ILPF têm como um de seus objetivos a reforma e recuperação de pastagens, com cultivo de três a cinco anos com espécies anuais, onde a pastagem aproveita os nutrientes residuais das lavouras (ALVARENGA; NOCE, 2005) No entanto, esses sistemas integrados de produção agropecuária vêm apresentando arranjos que fogem aos modelos convencionais, visando assim adaptar-se às características regionais.

Na região Nordeste, em regiões em que se pratica a lavoura intensiva como no Maranhão, Piauí e Bahia a forma mais empregada de integração é sistema ILP. O cultivo da soja ou do milho em sistema de plantio direto, em consórcio com as braquiárias para formação de palhada para o próximo plantio já é uma realidade no MaToPiBa, que envolve também o Tocantins (RANGEL et al., 2016). Os sistemas de iLP com uso de palma forrageira, milho, gramíneas e leguminosas forrageiras adaptadas ao Semiárido vem sendo propostos como forma de contribuir com o sistema de produção de leite. Já os sistemas de iLPF apresentam-se em duas modalidades: a introdução de animais em lavouras comerciais de espécies arbóreas permanentes como a culturas de manga, goiaba, acerola e pinha nas áreas irrigadas, e de espécies nativas como caju e algaroba em áreas de sequeiro. Esse sistema favorece a manutenção das áreas por meio do controle da vegetação herbácea e da adição de esterco (BALBINO et al., 2011b). Mais recentemente, experiências com coco, gliricídia e ovinos ou caprinos vem demonstrando eficiência na redução dos custos com alimentação do rebanho e melhoria na produção



de coco. Na região, ocorre a inserção da teca na integração Lavoura-Pecuária-Floresta no lugar do eucalipto, pois a espécie fornece uma madeira valorizada no mercado (RIBEIRO, 2016).

No Centro-Oeste os sistemas apresentam variações como Integração Lavoura-Floresta com seringueira e soja, bem como Integrando Pecuária e Floresta. No primeiro, a soja é plantada por até quatro anos entre os renques de seringueiras, de forma que o lucro obtido com o grão, tende a custear mais da metade do investimento no sistema. Após esse período, a floresta produz látex (RIBEIRO, 2016). Outra opção são os sistemas de cultivo envolvendo a cultura do arroz e da soja nos primeiros dois anos, seguido de pastagens de braquiária e gado de corte, a partir do terceiro ano, bem como a implantação de sistemas agrossilvipastoris que apresentam maior vantagem para aquela região, pois promovem o armazenamento de uma maior quantidade de carbono, do que o recorte único de espécies e sistemas de pastoreio (BALBINO et al., 2011b).

Os sistemas integrados possuem alto potencial de crescimento na região Centro-Oeste, onde a temperatura e radiação solar são fatores climáticos com alta disponibilidade durante todo o ano e precipitação concentrada em seis meses do ano. A combinação de árvores e pastagens na mesma área aumenta a área sombreada, o que reduz o estresse pelo calor aos animais. Ao utilizar frutíferas, além de produzirem sombra, também produzem frutos, que incrementam a renda da propriedade rural, pela obtenção de, no mínimo, mais um produto comercializável (FARIAS NETO et al, 2019).

Na região Sul do país, o sistema agropastoril com plantio de arroz irrigado e bovinocultura de corte ou de leite são bastante utilizadas na parte sul. As principais pastagens incluem o azevém anual, trevo branco, aveia branca dentre outros. Em outras áreas localizadas mais ao norte da região, o sistema agropastoril é utilizado com o plantio de soja-milho no verão, trigo-pastagem no inverno e bovinocultura de corte e/ou leite. Já na área Planalto, a integração se dá com plano de erva mate, soja-milho, pastagem anual de inverno. O plantio de frutíferas, com grãos ou forrageiras é uma forma de integração também encontrada na região Sul (BALBINO et al., 2011b).

No Sudeste diversos estudos envolvendo integração lavoura-pecuária-floresta têm apresentado resultados satisfatórios, sendo boa opção para produção agropecuária sustentável, nas condições edafoclimáticas da região (BORGES, et al., 2014). Em Minas Gerais a integração lavoura pecuária-floresta tem demonstrado ser uma tecnologia promissora na recuperação de áreas de culturas e de pastagem degradadas. A maioria dos sistemas de iLPF implantados na região Central de Minas Gerais, tem utilizado o milho e sorgo, cultivados no sub-bosque de eucalipto e consorciados com o capim-braquiária, principalmente *Brachiaria brizantha* (GONTIJO NETO et al, 2014). Em São Paulo algumas unidades experimentais obtiveram resultados positivos em sistemas integrados envolvendo braquiária, eucalipto e culturas como milho e soja (BORGES et al., 2014).

Na região Norte, na Amazônia, iniciativas de implantação da iLPF sugeriram a partir da necessidade de recuperação das áreas de pastagens de baixa produtividade com plantio de milho. Em



muitas propriedades rurais amazônicas, a iLPF vem sendo adotada com algum êxito, com uso de diversas espécies forrageiras e arbóreas nativas e exóticas. Em algumas propriedades ocorre o plantio de seringueira com pastagem em sub-bosque, com a expectativa de que a recuperação dessas áreas e a manutenção da sua sustentabilidade diminua a pressão para abertura de novas áreas na região. Sistemas de iLPF, em escala experimental, são adotados em algumas fazendas, com povoamento florestal e agricultura de grãos, no primeiro e no segundo ano, e com pasto nos anos seguintes (BALBINO et al., 2011b).

## 2.2 EXPERIÊNCIAS COM INTEGRAÇÃO COM FRUTÍFERAS NO BRASIL

A produção de frutas nas diferentes regiões edafoclimáticas apresenta uma infinidade de possibilidades de consorciação e associação com espécies vegetais (MARTINS et al., 2019). Entretanto o cultivo consorciado é praticado sobretudo por pequenos agricultores. Em áreas maiores prevalece o cultivo solteiro das espécies, sobretudo daquelas que visam o mercado externo.

De acordo com Sales et al (2016) na região serrana do Espírito Santo o café arábica é cultura predominante, sendo cultivado em consorciado com espécies frutíferas como a banana, tangerina, poncã e pupunha, mas o consórcio predominante, que tem se destacado dentre os demais, é o café com abacate. Dentre as vantagens destes sistemas integrados sem o componente animal estão a maior facilidade de manejo; redução de insumos (adubação); regulação do microclima; e diversificação de cultura e renda. Apesar da produção do café ter diminuído em torno de 15%, a peneira (tamanho do grão) de café colhido de baixo do abacateiro foi maior. Mesmo considerando a redução na produção e as oscilações no preço do abacate o sistema ainda é rentável ao produtor. Porém deve-se instalar um sistema de manejo adequado para que as duas culturas coexistam, sendo espaçamento adequado, podas regulares e manejo de adubação.

A multiplicação em sistemas agroflorestais de café praticado por alguns agricultores apoia a transição para uma agricultura mais sustentável e reduz a incerteza sobre os resultados dos sistemas agroflorestais. Analisando um sistema altamente diversificado, tendo numa mesma área cultivos de café (*Coffea canephora*), seringueira (*Hevea* spp), cacau (*Theobroma cacao*) e pimenta do reino (*Piper nigrum* L.), observou-se que o padrão de produção do café se mantém igual ao das áreas convencionais de monocultura e ainda obteve-se vantagem com a redução na incidência de plantas daninhas e no uso da água (SALES et al, 2016).

Sales et al (2015) cita que o cajá-manga plantado em associação com o cafeeiro conilon, se comporta satisfatoriamente devido à estrutura de sua copa, sombreando moderadamente o café sem afetar a sua produção, além de ter uma característica caducifolia, que perde suas folhas durante a estação seca, coincidindo com a florada do cafeeiro. Os resultados dessa integração demonstram que



o cajá-manga interfere pouco na produção de cafeeiros, principalmente para o sentido de plantio norte-sul.

Sales et al (2017) analisaram e compararam dados preliminares da fauna edáfica, em sistemas consorciados de café conilon, com seringueira, pimenta do reino e cacau, e outra área de monocultura de café conilon. A fauna edáfica constitui-se dos invertebrados que vivem no solo e a presença destes constitui-se um importante indicador da qualidade biológica do solo, contribuindo também para a ciclagem de nutrientes. No monocultivo, a intensa irradiação solar, que causa uma elevada evaporação do solo, degradação e perda de nutrientes, acarretou na redução da biodiversidade. Os resultados obtidos deste cultivo consorciado confirmam a importância desta prática para a manutenção da diversidade da fauna edáfica, além de representar uma alternativa promissora de bom manejo, visando a sustentabilidade e equilíbrio ambiental.

Na Mata Atlântica, uma prática agroflorestal que vem sendo utilizada há mais de dois séculos na Bahia e se estendeu ao Litoral Norte do Espírito Santo é o sistema conhecido popularmente como “Cabruca”, que consiste no plantio de cacauzeiros em meio à floresta nativa, onde é feito o raleamento seletivo de alguns indivíduos arbóreos. Nessa prática, não ocorre a queima de material vegetal, o que permite a conservação de matéria orgânica sobre o solo e aproveita os nutrientes naturais do meio, minimizando o uso de insumos externos (SALES et al., 2018)

Segundo Silva Neto et al (2001), muitas espécies arbóreas são utilizadas como sombreamento de cacauzeiros com o objetivo de criar um ambiente favorável ao cultivo. A fim de transformá-las em sistemas agroflorestais mais produtivos, tem-se introduzido espécies madeireiras e/ou frutíferas de valor econômico, com características de multifuncionalidade em plantações de cacauzeiros, o que traz melhorias na sustentabilidade econômica, ecológica e social.

### 2.3 PERSPECTIVAS DO USO DE ESPÉCIES FRUTÍFERAS NATIVAS EM SISTEMAS INTEGRADOS

Uma alternativa que vem despertando o interesse em pesquisas mais recentes é a inserção de frutíferas nativas dentro dos sistemas integrados de produção. Lima et al. (2018) estudou por dois anos o desenvolvimento das frutíferas Baru, Cagaita, mangaba, caju do Cerrado e Pequi no Cerrado mineiro, como alternativa para o enriquecimento dos sistemas produtivos. Dentre as espécies implantadas, o baru destacou-se com maior potencial para ser usado nesses sistemas, pois apresentou uma boa taxa de sobrevivência (65,5%), além de grande potencial para geração de renda através da comercialização das amêndoas, conforme destacado por Arakaki et al. (2009). A cagaita é outra espécie frutífera que apresentou uma boa taxa de sobrevivência (45,7%). No entanto, o potencial de comercialização de seus frutos é menor, em consequência da rapidez do processo de maturação, o que contribui para a fragilidade e perecibilidade dos frutos, o que limita o transporte aos locais de consumo (SCARIOT;



RIBEIRO, 2015). A mangaba, o caju do Cerrado e o pequi também possuem frutos de grande valor econômico, porém a taxa de sobrevivência foi respectivamente menor em campo.

Calil et al. (2016) avaliaram o baru, pequi e cagaita em sistema de integração em pastagem com brachiaria e verificou efeito benéfico no baru sobre a quantidade de biomassa de pastagem deformada. Favare et al. (2018) também verificaram que o sombreamento condicionado por árvores de pequi beneficiou o pleno desenvolvimento das forrageiras com o aumento da fertilidade solo e produtividade de matéria seca. Também Pott e Pott (2003) listaram diversas espécies com potencial para uso em sistemas agroflorestais, onde pode se destacar várias frutíferas como o araticum, cagaita, arará, mamacadela, murici, pequi, mangaba dentre outras.

Em sistemas agroflorestais, as espécies nativas podem ter maior probabilidade de êxito quando comparadas às cultivadas, porque já estão adaptadas ao meio, principalmente no referente ao clima e ao solo (GONÇALVES et al., 2015). No Brasil, a região Centro-Oeste apresenta pré-requisitos significativos para a boa disseminação e adoção de sistemas agroflorestais, uma vez que contém grande quantidade de terras degradadas, cultivadas com agricultura e pastagens, com agricultura intensiva baseada em utilização de altos níveis de insumos e mecanização, o que contribui para a redução da biodiversidade nas áreas de produção agropecuária (DANIEL et al., 2001).

As frutas nativas do cerrado são muito utilizadas para o consumo in natura ou na industrialização para a produção de doces, geleias, sucos e licores, destacando-se como uma alternativa para a agroindústria familiar na região Centro-Oeste. Por suas características e rusticidade, estas espécies estão adaptadas aos solos locais e praticamente não necessitam de insumos químicos, o que se consolida em baixo custo de implantação e manutenção do pomar. As frutas nativas do cerrado podem ser utilizadas com sucesso na recuperação de áreas desmatadas, degradadas, em plantios intercalados, para controle de erosão, em áreas de proteção ambiental, bem como em outros arranjos (GONÇALVES et al., 2015).

De acordo com Junqueira et al. (2012) entre as frutíferas do Cerrado, as espécies mais procuradas correspondem ao pequi (*Caryocar* spp.), mangaba (*Hancornia* spp.), araticum (*Annona crassiflora*), caju do cerrado (*Anacardium* spp.), maracujás nativos, baru (*Dipterix alata*) e a cagaita (*Eugenia dysenterica*), respectivamente. Embora bastante utilizadas, estas espécies não são cultivadas em escala comercial. Este fato se dá em consequência da falta de domesticação e de domínio das técnicas de cultivos que permitam aumentar a produtividade e reduzir a alternância produtiva. A seleção e obtenção de materiais genéticos mais adequados a implantação de cultivos poderão impulsionar o uso destas espécies em sistemas integrados de produção, promovendo o aumento da produtividade de frutos e o teor de óleo para alimentação e produção de biodicombustíveis, por exemplo.



## 2.4 FRUTÍFERAS E CRIAÇÃO ANIMAL

A integração no mesmo espaço do cultivo de fruteiras com a criação de animais tem despertado o interesse de vários produtores de frutas em função do potencial de benefícios econômicos e ecológicos que contribuem para aumento da sustentabilidade do sistema de produção (PEREIRA et al, 2009). Com a crescente demanda por terras agrícolas para produção de alimentos, os sistemas de produção animal serão cada vez mais dependentes de sistemas agrícolas alternativos. A integração da pecuária com culturas perenes oferece uma oportunidade única para produzir produtos animais valiosos em terras que são usadas atualmente para outros fins, tornando o sistema global mais sustentável e ambientalmente saudável (SANCHEZ, 2019).

A utilização do sistema ILPF com a palmeira babaçu como componente florestal possui alto potencial de impacto social, uma vez que valores substanciais de renda podem ser gerados pelas comunidades do entorno a partir da extração e aproveitamento integral dos frutos da palmeira. Os resultados deste estudo buscaram ajudar na consolidação um sistema sustentável de produção de bovinos para a região de ocorrência natural das palmeiras de babaçu, garantindo maior produção de carne e menores impactos ao meio ambiente além de abrir um nicho de oportunidades que pode vir a ser ocupado pelos produtos regionais oriundos do extrativismo do babaçu, como a amêndoa (para extração de óleo), o endocarpo (para produção de carvão) e o mesocarpo (para produção de alimentos) (BESSA, 2020). O extrativismo do babaçu na região Norte é realizado por meio de parcerias com os latifundiários, tanto no que se refere à produção agrícola como na forma de comercialização das amêndoas. Nesse contexto, nota-se que os sistemas agroflorestais com a palmeira vêm perdendo espaço para a agropecuária intensiva. Isso se dá em consequência do desmatamento e, mais recentemente, da atividade agropecuária intensiva em insumos e implementos, que tem grande potencial de inviabilizar a regeneração natural e as formações secundárias com babaçu (GOUVEIA et al., 2016). Ainda na região Norte, nas áreas de agricultura familiar, encontra-se formas mais diversificadas de sistemas agroflorestais e de cultivos, incluindo rotações de culturas anuais nas entrelinhas das árvores frutíferas perenes, com a criação de gado de leite e galinhas em pastoreio (BUNGENSTAB et al., 2019).

Países asiáticos já vêm observando experiências bem sucedidas com a implantação de áreas de cultivo integrado com frutíferas como coqueiro, dendezeiros e mangueiras. Cultivos integrando a criação de ovinos com produção de citros também são relatados em Cuba (GUIMARÃES FILHO; SOARES, 2003). A região do Mediterrâneo desde primórdios vem se destacando pelo predomínio a diversificação agrícola. Naquelas regiões, vários produtos de sucesso, como vinho, azeite, frutas frescas e nozes, bem como os sistemas extensivos de produção de carne e queijo são produzidos em sistemas agroflorestais (CASTRO et al., 2019). No Brasil, alguns ensaios da Embrapa e de produtores individuais, mostraram ser possível viabilizar esta tecnologia com ovinos em áreas de pêssego na



região de Pelotas (RS), com bovinos em coqueirais no litoral nordestino e com ovinos em pomares irrigados de mangueiras e videiras no vale do São Francisco (BARROS, 2019).

Dentre as culturas frutíferas exploradas em sistemas de integração, a cultura do coqueiro é prática antiga e disseminada em diversas regiões produtoras no Nordeste, caracterizando esse, como um sistema tradicional nestas regiões. Nessas regiões os sistemas integrados com coco têm sido estudados como uma das maneiras de aumentar a renda do produtor e promover o uso intensivo da terra (RIBEIRO, 2018).

Em diversas áreas do Nordeste exemplos de integração pecuária floresta são constituídos de fruteiras arbóreas com gramíneas: pastagens sobre cajueiros (*Anarcadia brasiliensis*), coqueiros (*Cocos nucifera*) e babaçuais (*Attalea speciosa*) são as associações mais frequentes desses sistemas. Essas associações são em sua maioria feitas de maneira extrativista, utilizando como pasto as espécies herbáceas nativas anuais que surgem sob a copa das fruteiras. No entanto, o potencial dessas áreas, é imenso, principalmente as ocupadas com cajueiros e coqueiros, para a implantação de sistemas de integração pecuária floresta, ou até mesmo de integrações mais tecnificadas, envolvendo também o componente agrícola. (CINTRA; FONTES, 2017).

De acordo com o estudo realizado por Carvalho Filho (2017) áreas de coqueiros com pastagens nativas com alta dominância do capim-gengibre (*Paspalum maritimum* Trind), possuem expressivo potencial forrageiro para ovinos Santa Inês, propiciando maior desempenho animal, sem interferir, desfavoravelmente, na produção de coco. Além de assegurar maior retorno econômico ao sistema através da diversificação de produção, a integração também proporcionou resultados positivos na redução de custos de duas roçagens/ano, sem alterar a produção de coco.

A possibilidade de integrar, em um mesmo espaço, o cultivo de fruteiras com a criação de ovinos começou a despertar maior interesse, em função do enorme potencial para redução de custos de produção, proporcionando melhores condições de competitividade nos mercados nacional e internacional. Alguns produtores da região do Vale do São Francisco já mantêm, durante certos períodos do ano, pequenos grupos de ovinos, de caprinos e até de bovinos, pastejando livremente nos pomares, manejados permanentemente por pastores. Dentre as fruteiras cultivadas, as mais indicadas para consorciar com ovinos são o coqueiro e a mangueira. A videira e a goiabeira também podem ser empregadas para o sistema, porém, são mais restritivas e exigem um manejo mais cuidadoso. O cajueiro é outra alternativa de grande potencial para esse sistema (GUIMARÃES FILHO; SOARES, 2003).

Algumas vantagens e desvantagens do sistemas são listadas por Guimarães e Soares (2003), destacando-se uma maior eficiência no uso da terra, atenuando assim o problema da sazonalidade do fluxo de recursos característico da fruticultura; eliminação ou redução de custos de capinas manuais, roçagens mecânicas ou ainda a aplicação de herbicidas; redução da incidência de pragas e doenças,



inclusive da mosca-da-fruta, via consumo, pelos animais, de quase todo o material decomponível que possa favorecer a disseminação de vetores e da folhagem dos ramos inferiores da fruteira, aumentando a altura da “saia” e propiciando mais luz e aeração, dentre outras. Essas e outras vantagens conferem a essa atividade de integração com ovinos um alto potencial para o sistema de produção de frutas orgânicas. Para fruteiras jovens, no entanto, o manejo inadequado pode acarretar desvantagens para o fruticultor.

Pesquisa realizada por Giustina et al (2018) avaliou o comportamento e desempenho de bezerras leiteiras em sistemas silvipastoris com frutíferas. Foram consorciadas cinco espécies frutíferas (aceroleira, cajazeira, goiabeira e cajueiros CCP76 e EMB51 com tifton-85. Nenhuma das espécies demonstrou qualquer influência negativa em relação ao desempenho dos animais por meio de intoxicação ou danos físicos promovidos por espinhos ou caroços.

Segundo Michetti *et al* (2017), em sistemas silvipastoris, frutíferas com maior crescimento em menor tempo podem permitir o acesso dos animais na área em menor tempo. Sendo assim, avaliaram a altura de planta, diâmetro de caule, volume de copa e área de projeção vertical da copa (APC) em cinco espécies de árvores frutíferas consorciadas com Tifton-85, sendo elas a cajazeira (*Spondias mombin*), a goiabeira vermelha (*Psidium guajava*) var. Palurna, os cajueiros (*Anacardium occidentale*) var. Embrapa 51 (EMB51) e var. CCP 76 e a aceroleira (*Malpighia glabra*) var. Sertaneja. Neste estudo iniciou-se a coleta de dados aos 15 meses de idade das árvores com cálculos da diferença entre o período de 2015 a 2017. A cajazeira destacou-se como a espécie com maior crescimento para todas as variáveis, enquanto que o inverso ocorreu na aceroleira. Cajueiros e goiabeira demonstraram-se como espécies intermediárias. De acordo com os resultados obtidos concluíram que a cajazeira, os cajueiros e a goiabeira demonstraram crescimento satisfatório, sendo indicados para comporem sistemas silvipastoris com frutíferas, em função do rápido estabelecimento do sistema. Já a aceroleira sertaneja, em função do seu baixo crescimento, que demanda um maior tempo de implantação do sistema, atrasando a entrada de animais, não se revelou como uma espécie interessante para compor o silvipastoril.

No estudo de Giustina et al (2018) a aceroleira demonstrou superioridade no período das águas, em relação ao desempenho dos animais, este fato pode estar associado a duas situações: a primeira é que as copas das plantas eram muito pequenas o que sombreava muito pouco a pastagem, sendo menor a capacidade de inibição do crescimento do capim e a segunda, é que no caso de árvores com mais ramos, estas eram empregadas pelos animais como mais uma fonte de alimentação no sistema, pois estes se alimentavam das folhas e frutos desta espécie. Assim, devido ao porte mais baixo e grande preferência pelos animais para ramoneio, foi praticamente destruída e não forneceu a arquitetura de copa para sombra que o sistema demanda, não sendo indicada para uso em sistemas silvipastoris com bovinos jovens.



As vantagens na integração de frutíferas com animais consistem na redução do custo de produção das frutas, através de benefícios como a maior eficiência no uso da terra pela incorporação de mais uma fonte de renda; redução dos custos com podas, capinas, roçagens e aplicação de herbicidas; redução gradativa da necessidade de fertilizantes químicos, face à deposição contínua e concentrada das fezes e urina dos animais; redução da incidência de pragas, via consumo pelos animais do material decomponível, atenuação de problemas ambientais através de redução ou eliminação do uso de herbicidas e da redução da compactação do solo (BARROS, 2019).

Guimarães Filho e Soares (2000) avaliaram o efeito do pastejo por ovinos na produtividade de mangueiras irrigadas e o possível benefício da utilização dessa consorciação, em relação ao ganho de peso por unidade animal e por unidade de área. Quantificaram possíveis danos causados à produtividade da mangueira pelo consumo da folhagem de seus ramos inferiores em quatro tratamentos, uma área testemunha, sem animais, submetida ao manejo normal da propriedade; e áreas submetidas a um, dois e três períodos de pastejo. Nas áreas com pastejo os animais consumiam tanto espécies daninhas do estrato herbáceo, quanto folhas dos ramos inferiores das mangueiras. O consumo da folhagem, inclusive das suas rebrotas, por até três períodos de pastejo não causou dano às mangueiras capaz de afetar a sua produtividade. O pastejo mostrou-se eficiente em controlar as ervas daninhas de todas as espécies identificadas no estudo, proporcionando uma redução significativa nas operações de controle das mesmas.

Pereira et al (2009) citam que a colocação de ovinos em lavouras permanentes permite a utilização da vegetação que muitas vezes não é aproveitada, favorecendo a manutenção destas áreas por meio do controle da vegetação herbácea e da adição de esterco sem gerar prejuízos às culturas (ataque à casca do caule, ingestão de folhas, mudas novas e frutos), contribuindo para aumentar a renda do produtor. Estudos sobre integração de ovinos com outras espécies vegetais e animais poderiam colaborar com a expansão da atividade em determinadas áreas, como no Vale do São Francisco, que é uma das maiores regiões produtivas de frutas do país e a produção de caprinos e ovinos é outra expressiva atividade exercida na localidade.



Tabela 1. Espécies frutíferas mais empregadas em sistemas integrados no Brasil.

<b>Espécie</b>	<b>Forma de integração</b>	<b>Região</b>	<b>Citação</b>
Banana, tangerina, pupunha e abacate	Café	Sudeste	Sales et al (2016)
Cacau	Café, seringueira e pimenta do reino	Sueste	Sales et al (2016) Sales et al (2017)
Cacau	Floresta nativa	Sudeste e Nordeste	Sales et al (2018)
Cacau	Madeiras e frutíferas	Norte	Silva Neto (2001)
Coqueiro	Ovinos e caprinos		Ribeiro et al (2016)
Coqueiro	Pastagem de capim gengibre	Nordeste	Carvalho Filho (2017)
Coqueiro	Bovinos	Nordeste	Ribeiro (2018); Barros (2019)
Coqueiro, babaçu e cajueiro	Pastagem	Nordeste	Cintra; Fontes (2017)
Pêssego	Ovinos	Sul	Barros (2019)
Mangueira e videira	Ovinos	Vale do São Francisco	Barros (2019)
Coqueiro, mangueira, videira, goiabeira, cajueiro	Bovinos, caprinos e ovinos	Vale do São Francisco	Guimarães Filho e Soares (2003)
Mangueira	Ovinos	Nordeste	Guimarães Filho; Soares (2000)
Babaçu	Bovinos	Norte	Bessa (2009); Gouveia et al (2016)
Cajá-manga	Café conilon	Sudeste	Sales et al (2015)
Baru, cagaita, mangaba, cajueiro do cerrado, pequi		Cerrado	Arakaki et al (2009); Scarioti; Ribeiro (2015)
Baru, pequi, cagaita	Braquiária	Centro-Oeste	Calil et al (2016)
Pequi	Pastagem	Centro-Oeste	Favari et al (2018)
Araçá, mangaba, araticum, cagaita, murici, mama-cadela	Sistemas agroflorestais	Cerrado	Pott; Pott (2003)
Mangueira, goiabeira, acerola, pinha, caju e algaroba	Animais	Nordeste	Balbino et al (2011b)
Acerola, cajá, goiaba, caju CCP76 e EMB51	Pastagem de tifton-85	Centro-Oeste	Giustina et al (2018); Michetti et al (2017); Farias Neto et al (2019).

## 2.5 IMPLICAÇÕES DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS COMPONENTE ANIMAL COM ESPÉCIES FRUTÍFERAS

Apesar de todas as possíveis vantagens da iLPF, existem algumas implicações que devem ser levados em consideração como:

- a) a escolha de combinações de culturas e pastagens ligadas aos interesses dos sistemas de produção em uso;
- b) o detalhamento de práticas agrícolas de manejo das culturas e animais;
- c) o aumento da complexidade do sistema, exigindo maior preparo dos técnicos e produtores envolvidos;
- d) a aceitação da atividade pecuária por agricultores tradicionais (PEREIRA et al, 2009).



Além das variadas possibilidades de combinações nas espécies de plantas e animais, a integração da pecuária com culturas perenes pode ser praticada de muitas maneiras diferentes em relação ao tempo, espaço e condições climáticas. O sistema deve ser abrangente, levando em consideração todos os componentes do sistema. Na maioria dos casos, a cultura perene é o principal elemento do sistema, o que difere do praticado na maioria dos sistemas integrados, nos quais o componente animal é o principal componente (SANCHEZ, 2019).

Outros componentes físicos e biológicos também precisam ser levados em consideração, como solo, nutrientes, água, luminosidade, vegetação do sub-bosque e os próprios animais. Os animais precisam ser bem selecionados e seu manejo cuidadosamente considerado, a fim de obter o máximo de benefícios sem afetar negativamente a produção da cultura principal (SANCHEZ, 2019). Uma preocupação é quanto ao método de pastejo a ser adotado. O pastejo indiscriminado pode acarretar um empobrecimento do solo, provocado pela erosão hídrica em razão da diminuição da cobertura superficial. Isto pode ser aumentado em decorrência da extração de nutrientes pelos animais ao consumirem a forragem, mesmo que parte dela retorne ao solo através dos dejetos, contribuindo para a reciclagem de nutrientes (BARROS, 2019). Outra preocupação se refere a avaliação da possibilidade de toxicidade do componente frutícola para os animais (GIUSTINA et al, 2018).

A fase de implantação desses sistemas é um dos momentos críticos do processo, pois é necessário evitar a competição entre a muda de frutífera e as espécies já estabelecidas na área ou que serão introduzidas (FARIAS NETO et al, 2019). Outros fatores devem ser considerados na integração da pecuária com culturas perenes. Uma das considerações mais importantes é o possível dano a árvores jovens ou à casca de árvores adultas. O tamanho das árvores deve determinar quando os animais de pasto entram no sistema, sendo assim, o manejo adequado dos animais é fundamental para evitar danos às árvores.

Outro fator determinante para a produção de forragem sob as árvores é a penetração da luz, por isso deve-se plantar a cultura perene usando espaçamentos e padrões que seriam mais benéficos para todo o sistema integrado e nas áreas tropicais, as árvores alinhadas leste-oeste permitiriam a maior captação luminosa pela vegetação do sub-bosque. O longo tempo de vida das plantações tropicais permitem vários graus de integração animal durante os diferentes estágios do ciclo de produção das árvores. Plantações jovens e antigas permitem maior penetração de luz e favorecem o crescimento da forragem (SANCHEZ, 2019).

A capacidade das frutíferas de suprimir o crescimento das gramíneas pode ser explicada pelas diferenças arquitetônicas de copa de cada espécie frutífera. Copas densas interceptam maiores quantidades de luz, levando a uma menor disponibilidade de luz no dossel forrageiro (FARIAS NETO et al, 2019). Estes mesmos autores observaram a interação de algumas frutíferas em sistemas integrados. Dentre as espécies analisadas concluiu-se que a goiabeira apresenta um grande potencial



para ser usada em sistemas integrados, com uma fase inicial rápida e uma boa arquitetura de dossel, proporcionando sombra e crescimento adequado de plantas sob seu dossel. Já a cajazeira, mostrou um estabelecimento inicial rápido e uma boa arquitetura do dossel, mas por ser decídua durante os períodos mais quentes do ano, não proporcionaria sombra aos animais nesta época crítica. A aceroleira Roxinha também possui um crescimento inicial adequado, com controle de crescimento interessante de outras plantas sob o dossel, no entanto, a densa arquitetura de sua copa restringe seu uso em sistemas silvipastoris. Os cajueiros parecem ser adequados para sistemas integrados devido ao seu rápido crescimento inicial e boa arquitetura do dossel. No entanto, a variedade CCP76, pode atrasar o acesso dos animais à área e a produção de frutos, devido sua alta mortalidade inicial. A variedade EMB51, por sua vez, é uma opção de cajueiro mais interessante (FARIAS NETO et al, 2019).

A despeito do volume de conhecimentos e tecnologias já validados e prontos para serem incorporados ao sistema produtivo, é fundamental o avanço no conhecimento científico destes sistemas, especialmente por sua complexidade, diversidade e sinergia entre os componentes. Apesar dos resultados observados com a utilização destes sistemas serem preliminares, estes, mostram-se promissores, com resultados importantes nos aspectos de melhoria de atributos de solo, redução de emissões de gases de efeito estufa e viabilidade econômica, aspectos fundamentais da intensificação sustentável (BARROS, 2019; FARIAS NETO et al, 2019).

### 3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a tendência a adoção de práticas agrícolas mais sustentáveis os sistemas integrados têm ganhado visibilidade. As amplas opções de possibilidades no uso de componentes vegetais e animais e diferentes modos de cultivo a serem adotados tornam escassas as informações específicas sobre estas práticas agrícolas, entretanto, é possível destacar algumas experiências positivas que demonstram os benefícios destes sistemas. A utilização do componente arbóreo demonstrou diversos benefícios relacionados aos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, ao clima, ao bem estar animal, a aspectos sociais, ambientais e econômicos.

Espécies frutíferas tem se mostrado promissoras em consórcio com outras culturas. O aproveitamento das áreas de pomares para pastejo também demonstram os resultados satisfatórios e atrativos aos produtores. Alguns estudos já evidenciam o potencial benéfico na adoção de pastejo em pomares de coqueiros, mangueiras, cajueiros, goiabeiras, babaçu, baru dentre outras espécies com alto potencial de crescimento. A adoção destas práticas tende a aumentar, devido à busca de alternativas mais sustentáveis e rentáveis.

A adoção de pastejo em locais onde já se tem pomares instalados, além de ser benéfica na redução de custos com insumos agrícolas para o controle de plantas daninhas, ainda gera diversificação de renda e conseqüente melhoria econômica, sem prejuízos à produção de frutas.



Entretanto, são sistemas bem mais complexos que o monocultivo, havendo diversas possibilidades de integração, e cada uma delas, tem suas especificidades, devendo, portanto, verificar as combinações que melhor se adaptam para a introdução na área.

Antes da instalação de um sistema integrado deve-se avaliar as possíveis vantagens que uma espécie pode exercer sobre a outra e também a viabilidade, analisando fatores como a velocidade de crescimento das mudas, densidade da copa, capacidade de sombreamento, a possíveis danos por pisoteio, consumo da folhagem, capacidade de gerar sombra para o conforto animal sem alterar o crescimento das forrageiras, dentre outras variáveis relacionadas à interferência entre as plantas e/ou animais caso estejam compondo o sistema.

Alguns estudos já avaliaram a utilização de frutíferas como, a acerola, o coqueiro, o babaçu, o cajuzeiro, a mangueira, a cajazeira, o cacauzeiro e outras frutas cultivadas e nativas do cerrado em conjunto com alguma espécie vegetal e/ou animal e obtiveram resultados promissores, evidenciando um alto potencial de crescimento com uma ampla possibilidade de adequações e benefícios econômicos, sociais e ao meio ambiente. As principais vantagens apontadas são a diversificação de renda, melhorias no solo, no aproveitamento das áreas e no conforto animal.



## REFERÊNCIAS

- ALVARENGA R. C.; NOCE M. A. Integração lavoura e pecuária. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, p.16, 2005.
- ALVES, C. O.; OAIGEN, R. P.; DOMINGUES, F. N.; MIRANDA, A. S.; MAIA, J.T.S.; FERREIRA, G.V. Tecnologias e programas de fomento em prol da sustentabilidade na bovinocultura: revisão de literatura. *Veterinária em Foco*, v.9, n.2, P. 110-127, 2012
- ARAKAKI A.H., SCHEIDT G.N., PORTELLA A.C., ARRUDA E.J. e COSTA R.B. O baru (*Dipteryx alata* Vog.) como alternativa de sustentabilidade em área de fragmento florestal do Cerrado, no Mato Grosso do Sul. *Interações*, v.10, p.31-39, 2009.
- BALBINO, L.C.; BARCELLOS, A.O.; STONE, L.F. (Ed.). Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta. Brasília: Embrapa, 2011.130p.
- BALBINO, L.C.; CORDEIRO, L. A. M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V.; MORAES, A; MARTÍNEZ, G. B.; ALVARENGA, R.C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H. P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.46, n.10, p.1-12, 2011b.
- BARROS, E.E. L. de.. Consorciação de ovinos com fruteiras. *Jornal Dia de Campo*. 2019. Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=23088&secao=Colunas>. Acesso em: 20 de abril de 2020.
- BUNGENSTAB, DAVI JOSÉ, ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; BALBINO, L.C.; FERREIRA, A. D. ILPF : inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília: Embrapa, 2019, 835p.
- BESSA, Flávio. Pecuária e babaçu têm convivência sustentável em sistema ILPF, aponta estudo da Embrapa Cocais. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/51554323/pecuaria-e-babacu-temconvivencia-sustentavel-em-sistema-ilpf-aponta-estudo-da-embrapa-cocais>. Acesso e: 25 de abril de 2020. Embrapa Cocais, 2020.
- BORGES, W. L. B.; SILVA, G. S. da; FREITAS, R. S.de; PAZIANI, S.de F.; NICODEMO, M. L. F.; SANTOS, C. E. S.. Integra SP - Integração lavoura-pecuária-floresta no Noroeste Paulista: Revisão bibliográfica. *B. Industr. Anim.*, Nova Odessa,v.71, n.2, p.192-199, 2014.
- CALIL, F. N.; LIMA, N. L.; SILVA, R. T.; MORAES, M. D. A. de; BARBOSA, P. V. G.; LIMA, P. A. F.; BRANDÃO, D. C.; SILVA NETO C. de M. e; CARVALHO, H. C. de S.; NASCIMENTO, A. dos R.. Biomass and nutrition stock of grassland and accumulated litter in a silvopastoral system with Cerrado species. *African Journal of Agricultural Research*. Vol. 11(38), pp. 3701-3709, 22 September, 2016.
- CARMO, K.; BOURSCHEIDT, M.; BERBER, G.; DIAS, R.; TRIPLET, E. W.; WEBER, O.; FERREIRA, A.. Composição da comunidade bacteriana do solo sob sistemas integrados na Região Norte de Mato Grosso. IN: I Semana Acadêmica, III Jornada Científica da Embrapa Agrossilvipastoril, Seminário Integrador PIBID e Tutoria, Mostra de Ensino e Extensão. Brasília, DF : Embrapa, p. 130, Sinop, MT, 2014.
- CARVALHO FILHO, O. M.; FONTES, H. R.; LANGUIDEY, P. H. Avaliação do Sistema



Silvipastoril: Ovinos com Coqueiros na Baixada Litorânea do Nordeste. In: seminário sobre manejo sustentável para a cultura do coqueiro. Resultados de pesquisas e estudos de casos: anais. Embrapa. p. 146-169. 2017.

CARVALHO, P. C. F.; MORAES, A. de; PONTES, L. da S.; ANGHINONI, I.; SULC, R. M.; e BATELLO, C. Definições e terminologias para Sistema Integrado de Produção Agropecuária. Revista Ciência Agronômica, v. 45, n. 5 (Especial), p. 1040-1046, 2014.

CASTRO, M.; ROSATI, A.; PANTERA, A. MORENO, G.; LOSADA, M. E. M. Sistemas agroflorestais Mediterrânicos: situação atual e perspectivas futuras. In: BUNGENSTAB, DAVI JOSÉ. ILPF : inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília: Embrapa, 2019, 787-807p

CINTRA, F. L. D.; FONTES, H. R. - editores técnicos. Seminário sobre Manejo Sustentável para a Cultura do Coqueiro: Resultados de pesquisas e estudo de casos. Anais: Embrapa. Brasília, DF, 2017.

DANIEL, O.; PASSOS, C.A.M.; COUTO, L. Sistemas Agroflorestais (silvipastoris e agrissilvipastoris) na região Centro-Oeste do Brasil: potencialidades, estado atual da pesquisa e da adoção de tecnologia. In: Carvalho, M.M.; ALVIM, M.J.; CARENTIRO, J. da C. Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite; Brasília, DF. FAO, 2001, Pp. 153-164

Embrapa, 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1103888/1/2019cpamtagrossilvipastorilpart4cap25silvipastorilfrutiferiasrecriabezerraleiteiraimplantacaoestabelecimentop316320.pdf>. Acesso em: 30 de abril de 2020.

FAO, How to feed the world in 2050. High level expert forum Convened at FAO Headquarters in Rome on 12-13 October, 2009. Disponível em: <[http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert\\_paper/How\\_to\\_Feed\\_the\\_World\\_in\\_2050.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf)>. Acesso em maio de 2020.

FARIAS NETO, Austeclínio Lopes de et al, 2019. Embrapa Agrossilvipastoril: primeiras contribuições para o desenvolvimento de uma Agropecuária Sustentável. Brasília, DF:

FAVARE, H. G.; TSUKAMOTO FILHO, A. de A.; COSTA, R. B. da; PASA, M. C.; FAVARE, L.G. de. Desempenho de forrageiras em sistema silvipastoril com Caryocar brasiliense. Cultura Agronômica, Ilha Solteira, v.27, n.3, p. 340-353, 2018.

GIUSTINA, C. D.; CARNEVALLI, R. A.; CARVALHO, C. A. B. de; PEREIRA, F. das C.; SANTOS, H. A. de S.. Desempenho e atividade de ramoneio de bezerras leiteiras em sistemas silvipastoris com frutíferas. Anais VII Simpósio da Amazônia Meridional em Ciências Ambientais: Resumos Expandidos III – *Scientific Electronic Archives. Special Edition*. Vol 11: 2018.

GONTIJO NETO, M.M.; VIANA, M.C.M.; ALVARENGA, R.C.; SANTOS, E.A.; SIMÃO, E.P.; CAMPANHA, M.M. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta em Minas Gerais. Boletim de Indústria Animal, v. 71, n. 2, p. 183 - 191, 2014.

GONÇALVES, K. G.; DUARTE, G. S. D.; TSUKAMOTO FILHO A. A. espécies frutíferas do cerrado e seu potencial para os SAFs. FLOVET. Boletim do Grupo de Pesquisa da Flora, Vegetação e Etnobotânica, v. 1, n. 7, P. 64-79, 2015.



GOUVEIA, V. M.; MATRICARDI, E. A. T.; ANGELO, H.. Análise hot spot do extrativismo do babaçu e atividades agropecuárias no Maranhão. X Congresso Brasileiro e sistemas Agroflorestais. SAF: aprendizados, desafios e perspectivas. SBSAF. Maranhão, 2016.

GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J.G. G. Efeito do consórcio. Com ovinos na produtividade da mangueira irrigada. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal - SP, v. 22, n. I, p. 102-105, abril 2000.

GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J. G. G. Fruti-ovinocultura: limitações e possibilidades de consorciar ovinos com fruteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AGRONEGÓCIO DA CAPRINOCULTURA LEITEIRA. V. 1, 2003, João Pessoa. Anais... João Pessoa, 2003.

JUNQUEIRA, N.T.V.; JUNQUEIRA, K. P.; PEREIRA, A. V.; PEREIRA, E. B.O. C.; BRAGA, M. F.; CONCEIÇÃO, L. D. H. C. S.; FALEIRO, F. G. In: Frutíferas nativas do cerrado: o extrativismo e a busca da domesticação. Congresso Brasileiro de Fruticultura. XXI., 2012, Bento Gonçalves. Anais...Bento Gonçalves, 2003.

LIMA, I. L. P.; SCARIOT, A.; GIROLDO, A. B.. Enriquecimento de sistemas silvopastoris com mudas de espécies nativas do Cerrado. Cadernos de Agroecologia. Anais do VI CLAA, X CBA e V SEMDF. Vol. 13, n. 1, Jul. 2018.

MARTINS, C. R.; GOMES, C. B.; WOLFF, L. F.; CARDOSO, J. H. (editores técnicos). Leguminosas na fruticultura: uso e integração em propriedades familiares do sul do Brasil. Brasília, DF: Embrapa, 2019.

MICHETTI, M.; GIUSTINA, C. D.; MONTEIRO, R. A. C.; CARVALHO, C. A. B. de; SILVA, A. B. da. Crescimento de diferentes espécies frutíferas em sistema silvipastoril. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, Anais [eletrônicos]. Brasília, DF: Associação Brasileira de Zootecnistas, Zootec. Santos, 2017.

OLIVEIRA, B.S.; CARVALHO, M.A.C.; LANGE, A.; WRUCK, F.J.; DALLACORT, R. Atributos biológicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, na região amazônica. Engenharia na Agricultura, v. 23, n. 5, P. 448 – 456, 2015.

PEREIRA, L.G.R.; VOLTOLINI, T.V.; MORAES, S.A. de; ARAGÃO, A. dos S.L.; BRANDÃO, L.G.N.; CHIZZOTTI, M.L. Integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF): sistema de integração fruticultura pecuária. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO, 2., 2009, Petrolina. Anais. Petrolina: Universidade Federal do Vale do São Francisco: Embrapa Semi-Árido, 2009. 11p.

POTT, A.; POTT, V. J. Plantas Nativas potenciais para sistemas agroflorestais em Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 2003, Campo Grande. Anais... Campo Grande: Embrapa, 2003. CD-ROM.

RANGEL, J. H. de A.; MUNIZ, E. N.; MORAES, S.A. de; SOUZA, S. F. de; AMARAL, A. J. do; PIMENTEL, J. C. M. Integração lavoura pecuária floresta na região Nordeste do Brasil. Ciênc. vet. tróp., v.19 n. 3, Recife-PE, 2016.

RIBEIRO, E. L. de A.. (Coordenador). E-Book do IV SIMPOVINO - Simpósio de Ovinocultura da UEL. Livro eletrônico – UEL. Londrina, 2018.



RIBEIRO, C. Variações possíveis e rentáveis. Revista Globo Rural (2016). Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Revista/noticia/2016/07/variacoes-possiveis-e-rentaveis.html> Acesso em 06 de maio de 2020.

SALES, E. F.; BALDI, A.; ROSA, R.; ALVES, W. S. B.; GOMES, C. F.; QUEIROZ, R. B. Fauna edáfica como indicadora da qualidade biológica do solo em dois sistemas de produção de café conilon no norte do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE AGROECOLOGIA; CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA; e SEMINÁRIO DE AGROECOLOGIA DO DF. Anais... Brasília, DF: Revista Brasileira de Agroecologia, 2017.

SALES, E. F.; ARAUJO, J. B. S.; SILVA, R. N.; BALDI, A. Avaliação socioambiental de Sistemas Agroflorestais no Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, Anais... Pelotas: Sociedade Brasileira de Sistemas de Produção, 2016.

SALES, E. F.; FARIA, J. C.; THOMAZINI, D.; RODRIGUES, L.; TINTORI, J. L. Cafezais associados ao cajá-manga (*Spondias dulcis* Parkinson) no estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, Anais... Porto Alegre: Revista Brasileira de Agroecologia, 2015.

SALES, E. F.; ARAUJO, J. B. S.; BALDI, A.. Sistemas Agroflorestais e Consórcios no Estado do Espírito Santo: relatos de experiências. Incaper. Vitória, ES, 2018.

SANCHEZ, M.. Integração do gado com culturas perenes. 2019.

SCARIOT A.; RIBEIRO J.F. Boas Práticas de Manejo para o Extrativismo Sustentável da Cagaita. Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília-DF, 2015.

SILVA NETO, P. J. da (coord); MATOS, P. G. G. de; MARTINS, A. C. de S.; SILVA, A. de P.. Sistema de produção de cacau para a Amazônia brasileira. Belém, CEPLAC, 2001.

SILVA, I. D. A fruticultura e sua importância econômica, social e alimentar. In: SINTAGRO. Anais... v. 11, n. 1, p. 3-10. Ourinhos, 2019. Disponível em: [https://www.fatecourinhos.edu.br/anais\\_sintagro/index.php/anais\\_sintagro/article/view/19/1](https://www.fatecourinhos.edu.br/anais_sintagro/index.php/anais_sintagro/article/view/19/1). Acesso em 20 de maio de 2020.

SAATH, K. C. de O.; FACHINELLO, A. L. Crescimento da demanda mundial de alimentos e restrições do fator terra no Brasil. Rev. Econ. Sociol. Rural, v.56, n.2, 2018.

## Gestão pública empreendedora e suas perspectivas para organizações sustentáveis



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-043>

### Ilmar Polary Pereira

Doutor em Administração - FGV/EBAPE.  
Universidade Estadual do Maranhão - UEMA  
E-mail: i.polary@hotmail.com  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9206-5124>

### Gustavo Pereira da Costa

Doutor em Administração - FGV/EBAPE.  
Academia Maranhense de Ciência da  
Administração - AMCA  
E-mail: [professorgustavo@hotmail.com](mailto:professorgustavo@hotmail.com)  
ORCID: <http://orcid.org/0009-0000-9643-0344>

### RESUMO

O estudo objetiva mostrar as perspectivas da Gestão Pública Empreendedora para as organizações Sustentáveis. Investigou o problema “qual o impacto da Gestão Pública Empreendedora, aliada às tecnologias nas organizações e no desenvolvimento econômico e social?”. Como método, pesquisamos na literatura e em organizações

industriais e públicas, com amostras aleatória estratificada e por acessibilidade. Como contribuições teóricas, pontua avanços para a academia em termos de gestão pública e privada, e das tecnologias que favorecem a sustentabilidade das organizações, visando debates na comunidade acadêmica e de investigação empírica nas organizações. Nas contribuições gerenciais e sociais, aponta que o uso de tecnologias de gestão nas organizações, dentre elas, a Gestão por Sustentabilidade Integrada, fundamentada na Teoria do Empreendedorismo, impacta no desenvolvimento gerencial e social sustentável. Dentre os resultados e conclusões, sugere que Gestão Pública Empreendedora, e as tecnologias de gestão, criam perspectivas que impactam na sustentabilidade organizacional, no desenvolvimento econômico sustentável e na sociedade.

**Palavras-chave:** Gestão por Sustentabilidade Integrada, Gestão Pública Empreendedora, Organizações Sustentáveis, Empreendedorismo, Tecnologia.

## 1 INTRODUÇÃO

A Administração Pública contemporânea carece de novos modelos e práticas de gestão que favoreçam a prestação de serviços para a sociedade, pois, além de serem relevantes para a sustentabilidade organizacional, refletem no desenvolvimento social sustentável. A pesquisa acadêmica parte do problema de investigação, seguida de hipóteses e questões de pesquisa (TRIVIÑOS, 2009).

O estudo da Gestão Pública Empreendedora e Organizações sustentáveis investigou em organizações públicas e industriais das amostras, que foi seu objeto de estudo, o problema “qual o impacto da Gestão Pública Empreendedora, aliada às tecnologias nas organizações e no desenvolvimento econômico e social?”. A hipótese foi “a Gestão Pública Empreendedora, quando aplicada, aliada com as tecnologias, impacta favoravelmente nas organizações sustentáveis, no desenvolvimento econômico e na sociedade”.



Dentre as questões de pesquisa investigadas, destacam-se: de que forma a aplicação da Gestão Pública Empreendedora - GPE nas organizações impacta na sustentabilidade organizacional? Qual o impacto das dimensões, componentes e variáveis do modelo da Gestão por sustentabilidade Integrada - GSI nas organizações sustentáveis? Quais os reflexos da sustentabilidade organizacional no desenvolvimento econômico e social sustentável?

O estudo fundamentou em seu referencial teórico, duas vertentes: na primeira, a pesquisa na literatura, que buscou a fundamentação que sustente a relevância da gestão pública empreendedora, aliada às tecnologias de gestão para as organizações sustentáveis e o desenvolvimento econômico e social. Na segunda, a de atuação profissional na análise do perfil profissional dos gestores privados e públicos e nas análises dos resultados das pesquisas de campo de aplicação do modelo Gestão por Sustentabilidade Integrada - GSI no setor industrial e em organizações públicas. O estudo teve como objetivo apontar as perspectivas da Gestão Pública Empreendedora para as organizações Sustentáveis

## 2 REVISÃO DA LITERATURA E MODELO TEÓRICO

Na Administração e Gestão Pública, um dos sentidos atribuíveis à Administração é o de: “Em contextos sociais e políticos, com atividades de Gestão e Direção” (MARTINS, 2001, p. 45). A Gestão Pública Empreendedora - GPE contempla as dimensões, componentes e variáveis da Gestão por Sustentabilidade Integrada - GSI (Polary-Pereira, 2015, 2019), aplicáveis nas organizações públicas e privadas, que aliada ao empreendedorismo, apontam impactos positivos para as organizações sustentáveis.

Para o termo “sustentabilidade” ainda há ambiguidade de compreensão em suas distintas dimensões acadêmicas. Nasceu do tripé *bottom line* (tripé da sustentabilidade), do consultor britânico John Elkington, de 1980, em que deve existir equilíbrio entre os vértices: econômico, ambiental e social (<https://ideiasustentavel.com.br/o-que-e-sustentabilidade/>). Para Kuzma, Doliveira e Silva (2017, p. 431), as organizações envolvidas no debate da sustentabilidade “buscam constantemente identificar maneiras pelas quais possam desenvolver novas formas de produção e de gestão de recursos”, requerendo competências individuais ou grupais para a sustentabilidade organizacional.

Milach, Meirino e Barros (2017) ressaltam que, na sustentabilidade corporativa, as empresas devem participar do desenvolvimento sustentável. O projeto Visão 2050, do Conselho Empresarial Mundial para o Desenvolvimento Sustentável (WBCSD), está de acordo que um mundo a caminho da sustentabilidade exigirá mudanças fundamentais nas estruturas, como as de governanças e econômicas. Para Yin e Chang (2020), a sustentabilidade organizacional é produtiva como o resultado de uma ideologia congruente de preocupações econômicas, sociais e ecológicas.

Para além do foco em que o termo sustentabilidade é mais conhecido, que é na dimensão ambiental, este estudo foca na sustentabilidade da dimensão organizacional, com ênfase nos vértices



econômico e social, mas sem desconsiderar o vértice ambiental. Na sustentabilidade organizacional, as organizações, através das tecnologias de gestão e do empreendedorismo, das dimensões e componentes da capacidade tecnológica, tendem a trilharem para o caminho do sucesso e da perenidade, favorecendo o desenvolvimento econômico sustentável. (POLARY-PEREIRA, 2022).

A Gestão Pública Empreendedora foi desenvolvida nas vertentes acadêmica e de atuação profissional na administração pública e organizações industriais. Na acadêmica, uma das razões de uma boa formação é melhorar o modo como às organizações são administradas, posto que organizações bem administradas por gestores que aplicam a Gestão Pública Empreendedora desenvolvem consistência, crescimento e prosperidade, e quando mal administradas, declinam, e muitas vezes, morrem (POLARY-PEREIRA, 2019, 2020). Outro aspecto que um gestor deve considerar em sua atuação nas organizações, é o entendimento das fases de criação, manutenção, manutenção perene, crescimento e perenidade.

Há duas correntes de pensamento que orientam a constituição do modelo da nova administração pública: o pensamento neoliberal e a teoria da escolha pública (PAES-PAULA, 2005). As ideias do pensamento liberal e neoliberal que deram sustentação ao gerencialismo estão relacionadas à amplitude ideal do papel do Estado na sociedade e na economia, o qual teria as seguintes funções: manter a segurança interna e externa; garantir o cumprimento dos contratos; e prestar serviços essenciais de utilidade pública. A teoria da escolha pública defende que os princípios econômicos devem ser aplicados para explicar temas políticos.

Pode-se considerar que o pensamento neoliberal e a teoria da escolha pública buscavam um modelo de administração pública inovador. Assim, surgem as recomendações de aproximar o modelo de gestão das organizações públicas às práticas gerenciais utilizadas no setor privado, como a introdução de conceitos de avaliação de desempenho, eficiência e responsabilidade (HOOD, 1995).

No movimento gerencial no Brasil, empenhado efetivamente em mudar o modelo de administração pública brasileira, o Presidente Fernando Henrique Cardoso - FHC criou o Ministério da Administração e Reforma do Estado - MARE, para tratar desses assuntos. Para FHC, a administração pública gerencial é baseada em conceitos atuais de “administração e eficiência, voltada para o controle dos resultados. É descentralizada para poder chegar ao cidadão que, numa sociedade democrática, é quem dá legitimidade às instituições e se torna ‘cliente privilegiado’ dos serviços prestados pelo Estado” (BRASIL, 1995, p. 1).

A proposta da reforma no Brasil foi fundamentada em três dimensões: 1. Institucional-legal, que trata do sistema normativo e legal da administração pública; 2. Cultural, visando a transição de uma cultura burocrática para uma cultura gerencial; 3. Gestão pública, o aperfeiçoamento da administração pública burocrática em paralelo com a introdução da administração pública gerencial, tendo em vista a modernização da estrutura organizacional e dos métodos de gestão.



A reforma objetivava: a) Busca da eliminação da crise fiscal; b) Transformação da administração pública burocrática em gerencial; c) Melhoria do atendimento das demandas sociais (BRESSER-PEREIRA, 2005).

Na configuração gerencial, como ressalta Costa (2012), a melhoria da qualidade dos serviços prestados ao cidadão assume um papel preponderante, inspirado pelo ideal renovado do interesse público. O autor ressalta ainda, o surgimento da Nova Administração Pública, em contraposição ao caráter autorreferido da administração burocrática, desde a origem do gerencialismo puro, seus conceitos fundantes, até a experiência brasileira.

O quadro 1 a seguir, descreve uma síntese do processo de profissionalização na Gestão Pública.

Quadro 1- Síntese da trajetória das Reformas Administrativas, Modernização Administrativa e Reformas do Estado no Brasil

<b>AÇÕES</b>	<b>CASOS</b>	<b>MEDIDAS ORIENTADORAS</b>	<b>PROCESSOS ADOTADOS</b>
<b>Reforma Administrativa</b>	- DASP	- O problema está nos meios. Reforça o papel da burocracia. - Princípios – centralização e padronização.	- Soluções (a burocracia ortodoxa); busca de problemas (burocracia patrimonial). - Projeto Maurício Nabuco – implantado de maneira autoritária.
<b>Modernização Administrativa</b>	-Administração paralela (Governo JK) -Administração para o Desenvolvimento (regime militar)	- O problema está na adequação entre meios e fins – necessidade de uma burocracia flexibilizada para os fins de desenvolvimento (Plano de Metas e Planos Nacionais de Desenvolvimento, respectivamente).	- Problemas (rigidez e incapacidade) em busca de soluções (grupos executivos e Decreto-lei nº 200, respectivamente). - Elabora-se diagnóstico (Comissão de Simplificação Burocrática – COSB e Comissão Amaral Peixoto, respectivamente); proposições legais e implementa-se mediante forte liderança <i>top-down</i> (grupos executivos) ou de forma autoritária (Decreto-lei nº 200).
<b>Reforma do Estado</b>	- Governo Collor 1990/1991	- Princípios – descentralização e flexibilização. - O Estado como um problema.	- Soluções (desmonte e enfraquecimento do papel do estado).
<b>AÇÕES</b>	<b>CASOS</b>	<b>MEDIDAS ORIENTADORAS</b>	<b>PROCESSOS ADOTADOS</b>
<b>Reforma do Estado</b>	- Governo FHC 1995/2002	- O Estado como um problema (a crise do estado e da administração burocrática segundo a visão neo-institucionalista econômica). - Construção do Estado regulador. - Deslocamento entre planejamento de gestão – um plano de adequação do estado (Plano Diretor) não atrelado metas de desenvolvimento; e um plano de desenvolvimento (PPA 2000-2003) sem um modelo de adequação do estado para sua implementação. - Orientação dominante do ajuste fiscal obstruiu tanto o Plano Diretor quanto o PPA. - Princípios – desestatização, flexibilidade, foco no cliente, orientação para resultados, controle social.	- Soluções (nova gestão pública, “administração gerencial”) em busca de problemas (a “administração burocrática”). - Elaboram-se planos (PD, PPA) com baixo envolvimento e participação dos atores envolvidos, o que gera baixo grau de implementação. - As políticas de gestão se fragmentam e prevalece a orientação do ajuste fiscal.
<b>Revitalização do Estado</b>	- O Plano de Gestão Pública do Governo	- O Estado como solução – papel ativo na redução das	- Problemas (diagnóstico institucional da APF) em busca de soluções (um plano de gestão pública).



	Lula 2003/2006 2007/2010	desigualdades e promoção do desenvolvimento. - A Administração Pública pode e deve ser otimizada para aumentar a capacidade do governo. - Princípios – redução do déficit institucional; fortalecimento da capacidade de formular e implementar políticas; otimização de recursos; participação, transparência e ética.	- O Plano de Gestão como uma agenda positiva – implementação dos PPAs 2004-2007 e 2008-2011, inovações gerenciais e equacionamento de problemas estruturais da administração federal. - Os resultados do primeiro mandato (2003-2006) ficam abaixo do esperado, em termos de eficiência, eficácia e efetividade, bem como na transparência e ética. - Pretende-se, de 2007 a 2011, reforçar a governança, com a superação das dificuldades encontradas para se implementarem as políticas públicas, devido à rigidez e ineficiência da máquina administrativa.
--	--------------------------------	---	--

Fonte: Adaptado de Presidência da República (2004) e MATIAS-PEREIRA (2010, p. 96).

Constata-se que o desenvolvimento sustentável do país e a agregação de valor público passam por esse processo de profissionalização, de modo a prover a agilidade, competência e responsabilização dos agentes e das estruturas de gestão pública. Ao gestor público empreendedor (Polary-Pereira, 2020, p.13), “cabe compreender e considerar os princípios da legalidade, da burocracia e do saber lidar com a estrutura de poder”.

Quanto ao conhecimento sobre Administração Pública no Brasil (Fadul, Silva e Silva, 2012), descrevem que ainda reflete uma visão negativa sobre o Estado, a burocracia, os servidores, e o ensino de administração pública não é fortemente contemplado pelos programas de *stricto sensu*. Os autores apontam ainda, que os 20 grupos de pesquisa que apareceram no site do CNPq sobre “administração pública” e “gestão pública” não estão classificados no campo da administração, mas em áreas como direito, ciência política, economia, contabilidade, educação, saúde coletiva.

Com base na análise desses autores, sugere a expansão de grupos de pesquisa no CNPq, na área de ciências sociais, com linhas de pesquisa em administração e gestão pública, gestão pública empreendedora, tecnologias de gestão, sustentabilidade organizacional e estudos correlatos, visando impactar nos resultados acadêmicos, organizacionais e sociedade.

Numa investigação na Administração Pública sobre esta pesquisa, Hernández (2022) constatou que foram visualizadas quatro áreas de interesse: a projeção social das práticas da Administração Pública; estudo e implementação de técnicas e tecnologias contemporâneas nas estratégias de concepção do processo de administração pública; a melhoria da eficácia da administração pública; e a complexidade dos processos no quadro das redes de ação e interesses.

Outro aspecto relevante (Polary-Pereira, 2019), é o como se preparar para uma carreira profissional que dará as bases fortes de um Gestor Profissional, em que aspectos como: a pré-disposição pela carreira (automotivação), a qualificação, a autodisciplina, uma academia com os parâmetros de qualidade exigidos pelo MEC e mercado de trabalho, são importantes para conhecer, compreender, dominar, criticar e aplicar a teoria administrativa nas organizações, num processo de conciliação da teoria com a prática organizacional.



A Gestão Pública Empreendedora tem ganhado espaço nas organizações públicas. Os gestores buscam alcançar resultados efetivos com celeridade e eficiência, como preconizou a reforma gerencial, visando resgatar os princípios e instrumentos da gestão empresarial. Nesse sentido, os administradores públicos devem pautar sua conduta, não apenas pelos princípios de legalidade, impessoalidade, moralidade, publicidade e eficiência dos atos de gestão, conforme estabeleceu a Constituição de 1988, mas, principalmente, tendo em vista a responsabilidade objetiva perante a sociedade. (POLARY-PEREIRA, 2020).

A Gestão por Sustentabilidade Integrada - GSI, é um modelo alternativo de Gestão Profissional para a Administração, que requer do gestor conscientização pessoal profissional para administrar com Orientação Empreendedora - OE e Visão Integrativa - VI, diante de suas variáveis, componentes e dimensões, para favorecer a gestão, o sucesso e a perenidade da empresa (POLARY-PEREIRA, 2012).

O modelo da GSI aplicado na amostra das MPMGEs industriais, abrange 03 dimensões, 05 componentes e 12 variáveis, conforme quadro 2 a seguir:

Quadro 2 - O Modelo Conceitual da GSI, suas Dimensões, Componentes e Variáveis

MODELO	DIMENSÕES	COMPONENTES	VARIÁVEIS
GSI	Administrativo Tecnológico	Gestão	Competências e Habilidades Gerenciais - Gestão Profissional (GSI), fundamentada no Empreendedorismo
			Estudos de viabilidade: técnica, econômica e financeira
		Tecnologia	Aporte Tecnológico (máquinas e equipamentos; sistemas e métodos de trabalho)
			Nível de eficiência Industrial
	Político Institucional	Políticas	Políticas Públicas do Governo Federal, Estadual e Municipal
			Aspectos legais, fiscais e trabalhistas
		Estratégias	Estratégias locais e Parcerias Político Institucional, Segmento Industrial e Sociedade Civil
			Plano de Desenvolvimento Industrial – PDI-2020
	Econômico Social	Indicadores Econômicos e Sociais	Mão de obra industrial qualificada
			Atrativos de investimentos: interno, externo e do Governo local
			Preservação do meio ambiente local da indústria
			Localização do negócio

Fonte: POLARY-PEREIRA (2012).

A GSI foi fundamentada na Teoria do Empreendedorismo - “Literatura Gerencial” (McClelland, década de 1970); depois Teorias das Organizações e Administração, na perspectiva das Estratégias das Empresas e Modos de Gestão Estratégica (Lumpkin; Dess, 1966); e Teoria Econômica (Schumpeter, 1934), introduzidas nas Ciências Sociais.

Na pesquisa de aplicação do modelo da GSI em 2012, foram analisadas também as variáveis relevantes para o sucesso das MPMGEs nas fases: criação, manutenção, manutenção perene, crescimento e perenidade e os processos de sucesso, baixa planejada, insucesso e mortalidade. Diante



dos resultados obtidos em 2012 nas organizações industriais, o modelo da GSI foi adaptado para aplicação em organizações públicas, conforme quadro 3 a seguir:

Quadro 3 – O Modelo conceitual da GSI adaptado para as Organizações Públicas

MODELO	DIMENSÕES	COMPONENTES	VARIÁVEIS
GSI	Administrativo Tecnológico	Gestão	Competências e Habilidades Gerenciais - Gestão Profissional (a GSI)
			Estudos de viabilidade: técnica, política, social e financeira
		Tecnologia	Aporte Tecnológico: tecnologia e inovação; processos e métodos de trabalho; equipamentos.
			Nível de eficiência e eficácia de resultados
	Político Institucional	Políticas	Políticas Públicas do Governo Federal, Estadual e Municipal
			Legalidade, controle e transparência.
		Estratégias	Parcerias: Político Institucional, Público-Privado e Sociedade Civil
			Desenvolvimento Público Institucional e Gerencial
	Econômico Social	Indicadores Econômicos e Sociais	Qualificação, desempenho e resultados dos servidores
			Captação de Recursos: interno e externo
			Sustentabilidade Ambiental
			Relevância para a sociedade

Fonte: POLARY-PEREIRA (2014)

Na vertente de “Atuação Profissional”, consideram-se os exemplos, experiências e resultados de pesquisas empíricas de aplicação de modelos de gestão, que reflitam a realidade da gestão em organizações brasileiras.

Nessa direção, ressalta Vasconcelos (2012) sobre a Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresa-EBAPE, em que a sua função, assim como a Fundação Getúlio Vargas - FGV, é gerar conhecimento por meio da excelência em pesquisa acadêmica, por meio de cursos de graduação, mestrado e doutorado do mais alto nível de qualidade, considerando os desafios organizacionais da produção de conhecimento. Em 2012 a EBAPE/FGV comemorou seus 60 anos consolidada como uma instituição de excelência nacional entre as mais reputadas e influentes do Brasil.

Nas análises dos resultados das pesquisas de aplicação da Gestão por Sustentabilidade Integrada no setor industrial e em organizações públicas (Polary-Pereira, 2012, 2014, 2019) sugerem a importância da atuação profissional dos gestores para o sucesso, perenidade e excelência organizacional e o seu impacto na sustentabilidade organizacional.



### 3 METODOLOGIA

Neste estudo, dentre os métodos de abordagem e procedimentos, Marconi e Lakatos (2007) descrevem:

**Na literatura:** dados extraídos das fontes secundárias, considerando o universo das MPMGEs industriais de organizações públicas pesquisadas e modelo da Gestão por Sustentabilidade Integrada - GSI em seus componentes, dimensões e variáveis. As linhas de pesquisa foram Tecnologia de Gestão do Programa de Doutorado em Administração da FGV/EBAPE, e do grupo de pesquisa “Administração, Gestão e Estado-AGE” CNPq (Polary-Pereira, 2015), Administração e Gestão, e Empreendedorismo, nas abordagens econômica e gerencial, que fundamentaram o modelo GSI.

**Na pesquisa de campo:** dados coletados no nas MPMGEs industriais do Maranhão, em 170 municípios, nos hospitais públicos e em universidades públicas, conforme tabela 1.

Tabela 1 - População acessível das indústrias para estratificação dos municípios por porte

Nº	Municípios	Porte das Indústrias				TOTAL
		MICRO Quantidade	PEQUENA Quantidade	MÉDIA Quantidade	GRANDE Quantidade	
01	Alcântara	01	-	-	-	01
02	Bacabal	36	09	01	-	46
03	Balsas	59	21	02	-	82
04	Caxias	17	20	02	-	39
05	Cajapió	04	-	-	-	04
06	Imperatriz	192	97	04	-	293
07	Lago da pedra	16	03	-	-	19
08	Paço do lumiar	04	01	01	-	06
09	Raposa	02	-	-	-	02
10	Rosário	08	08	02	01	19
11	São João dos patos	11	-	-	-	11
12	São José de Ribamar	21	09	-	-	30
13	São Luís	739	380	46	10	1175
14	Timon	32	10	-	-	42
	Total	1142	558	58	11	1769

Fonte: FIEMA (2006), adaptado POLARY-PEREIRA (2012)

Do universo, foi extraída amostra aleatória estratificada proporcional, e realizada uma análise comparativa das categorias econômicas no PIB-MA, mostradas na tabela 2 e quadro 4:

Tabela 2 – Amostras significativas estratificadas indústrias, segundo municípios por porte

Nº	Municípios	Porte das Indústrias				TOTAL
		MICRO Quantidade	PEQUENA Quantidade	MÉDIA Quantidade	GRANDE Quantidade	
01	Alcântara	01	-	-	-	01
02	Bacabal	03	02	-	-	05
03	Balsas	06	02	-	-	08
04	Caxias	02	02	-	-	04
05	Cajapió	01	-	-	-	01
06	Imperatriz	16	08	02	-	26
07	Lago da pedra	03	02	-	-	05
08	Paço do lumiar	02	01	01	-	04
09	Raposa	01	-	-	-	01



10	Rosário	02	01	-	-	03
11	São João dos patos	01	-	-	-	01
12	São José de Ribamar	02	01	-	-	03
13	São Luís	51	22	05	03	81
14	Timon	02	-	-	-	02
	Total	93	41	08	03	145

Fonte: FIEMA (2006), adaptado POLARY-PEREIRA (2012)

Quadro 4 - PIB dos 14 municípios maranhenses da amostra das 145 MPMGEs do Setor Industrial

Nº	MUNICÍPIOS	PIB a preço corrente	%
1	Alcântara	R\$65.418.000,00	0,17%
2	Bacabal	R\$505.600.000,00	1,27%
3	Balsas	R\$1.120.221.000,00	2,82%
4	Cajapió	R\$22.781.000,00	0,06%
5	Caxias	R\$825.527.000,00	2,08%
6	Imperatriz	R\$2.000.735.000,00	5,03%
7	Lago da Pedra	R\$152.435.000,00	0,38%
8	Paço do Lumiar	R\$291.564.000,00	0,73%
9	Raposa	R\$100.920.000,00	0,25%
10	Rosário	R\$134.819.000,00	0,34%
11	São João dos Patos	R\$89.164.000,00	0,22%
12	São José de Ribamar	R\$473.407.000,00	1,19%
13	São Luís	R\$ 15.337.347.000,00	38,58%
14	Timon	R\$715.427.000,00	1,81%
	TOTAL PIB (municípios participantes da pesquisa)	R\$ 21.835.365.000,00	54,93%
	TOTAL PIB (municípios não participantes da pesquisa)	R\$ 17.918.346.000,00	45,07%
	PIB Maranhão	R\$ 39.753.711.000,00	100%

Fonte: Produto Interno Bruto dos municípios maranhenses – 2009 (IBGE - 2012)

O universo dos hospitais e universidades públicas está descrito na tabela 3 a seguir:

Tabela 3 – O universo dos Hospitais Públicos e Universidades Públicas de São Luís-MA

<b>Hospitais Públicos e IES Públicas de São Luís-MA</b>	
<b>Hospitais Públicos</b>	<b>IES Públicas</b>
1. Hospital Djalma Marques Socorrão I	1. Universidade Federal do Maranhão – UFMA
2. Hospital Socorrão II	2. Universidade Estadual do Maranhão – UEMA
3. Hospital Universitário Presidente Dutra	
4. Hospital Aquiles Lisboa	
5. Hospital Aparelho Locomotor Sarah	
6. Hospital Geral Tarquínio Lopes Filho	
7. Hospital da Criança Enfermaria	
8. Hospital Nina Rodrigues	
9. Hospital Infantil Dr. Juvêncio Mattos	
10. Hospital Pam Filipinho	
11. Hospital Pam Diamante	
12. Hospital Dr. Adelson Sousa Lopes	
13. Hospital Getúlio Vargas	
14. Pró-Saúde Associação Beneficente e Ass. Social	
15. Hospital Aldenora Belo	
16. Hospital da Mulher	
Total geral.....	19

Fonte: [www.google.com.br/hospitaispublicosdesaoluis](http://www.google.com.br/hospitaispublicosdesaoluis), com atualizações do autor  
[www.google.com.br/universidadespublicasdesaoluis](http://www.google.com.br/universidadespublicasdesaoluis)



Desse universo, foi extraída uma amostra de cinco hospitais e as duas universidades Públicas para a coleta de dados da pesquisa de campo em 2015, visando análise comparativa desses resultados com a pesquisa realizada em 2012 nas MPMGEs.

Coleta de dados e tratamento estatístico: a técnica foi o questionário aplicado aos gestores. Os dados de 2012 receberam tratamento estatístico, com análise exploratória de dados com médias e percentuais das variáveis, componentes e dimensões do modelo GSI, teste de Levene de homogeneidade das variâncias, análise de variância - ANOVA, teste de correlação, regressão e correlação múltipla. Em 2015 e 2016, análise de exploratória dos dados com médias e percentuais das variáveis, componentes e dimensões do modelo GSI e das tecnologias de administração.

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Dentre os resultados da pesquisa nas MPMGEs da amostra, verificou-se que “a Gestão por Sustentabilidade Integrada - GSI (quadro 2), fundamentada na Teoria do Empreendedorismo, favorece a gestão, o sucesso e a perenidade das empresas”; e “a perenidade das MPMGEs impacta positivamente no Desenvolvimento Industrial do Maranhão” (POLARY-PEREIRA, 2012, 2019).

Esses resultados convergem com os estudos e pesquisas de Arruda et al., 2007; Silva, Jesus e Melo, 2009; e Oliveira, 2009. Análise dos resultados de aplicação do modelo da GSI nas MPMGEs, conforme quadro 5 a seguir:

Quadro 5 – O Modelo da GSI: médias e percentuais das Dimensões, Componentes e Variáveis que influem positivamente na Gestão, Sucesso e Perenidade das MPMGEs industriais, na visão dos gestores

CONCEITO	DIMENSÕES	MÉDIA	%	COMPONENTES	MÉDIA	%	VARIÁVEIS	MÉ-DIA	%
GSI	Administrativo Tecnológico	8,8	37,3	Gestão	8,8	18,8	Competências e habilidades gerenciais dos sócios que dirigem e de outros que administram ou assessoram o negócio, fundamentada no Empreendedorismo .....	8,9	9,5
							Fazer estudos de viabilidade: técnica, econômica e financeira.....	8,7	9,3
				Tecnologia	8,7	18,5	Aporte Tecnológico (máquinas e equipamentos; sistemas e métodos de trabalho) .....	8,8	9,4



CONCEITO	DIMENSÕES	MÉDIA	%	COMPONENTES	MÉDIA	%	VARIÁVEIS	MÉ-DIA	%
GSI	Político Institucional	6,7	28,4	Políticas	6,8	14,5	Nível de eficiência Industrial ..... .....	8,6	9,1
							Políticas Públicas do Governo Federal, Estadual e Municipal ..... Aspectos legais, fiscais e trabalhistas ..... .....	5,8	6,2
							..... .....	7,7	8,3
				Estratégias	6,5	13,9	Estratégias locais e Parcerias Político Institucional, Segmento Industrial e Sociedade Civil..... .....	6,1	6,6
							Plano de Desenvolvimento Industrial – PDI-2020 ..... .....	6,8	7,3
							.....	.....	.....
	Econômico Social	8,1	34,3	Indicadores Econômicos e Sociais	8,1	34,3	Mão de obra industrial qualificada ..... .....	8,6	9,1
							Atrativos de investimentos: interno, externo e do Governo local ..... .....	6,6	7,0
							Preservação do meio ambiente local da indústria.. Localização do negócio ..... .....	8,5	9,1
							.....	8,6	9,1

Fonte: POLARY-PEREIRA (2012, 2019)

Pelos resultados da Regressão e Correlação Múltipla das variáveis que mais influem positivamente na gestão, sucesso e perenidade (Independentes) e das mais importantes para o sucesso na fase de perenidade (Dependentes) nas MPMGEs, constatou-se que a variável “Fazer estudos de viabilidade: técnica, econômica e financeira”, apresentou correlação positiva substancial, sendo a que mais explica a variação de Y (Dependente), conforme quadro 6 a seguir:



Quadro 6 - Regressão linear múltipla entre as variáveis que mais influem positivamente na gestão, sucesso e perenidade (independentes) e priorizar a qualificação de mão de obra e manter os níveis de eficiência e produtividade exigidas do setor (dependente) nas MPMGES

Variáveis Independentes (Peditoras)	Coefficiente parcial de regressão	t	p
Constante (Intercepto)	3.8049(a)	-	-
Competências e habilidades gerenciais dos sócios que dirigem e de outros que administram ou assessoram o negócio, Gestão Profissional (GSI), fundamentada no Empreendedorismo	0.2754(b1)	0.5073	0.6129
Aporte Tecnológico (máquinas e equipamentos; sistemas e métodos de trabalho)	-0.2903(b2)	-0.4825	0.6303
<b>Fazer estudos de viabilidade: técnica, econômica e financeira</b>	<b>0.3366(b3)</b>	<b>0.6936</b>	<b>0.4892</b>
Nível de eficiência industrial	-0.0479(b4)	-0.0834	0.9337
Mão de obra industrial qualificada	0.1720(b5)	0.4547	0.6502
Localização do negócio das MPMGES	0.2479(b6)	0.6920	0.4902

Fonte: POLARY-PEREIRA (2012, 2019)

Prosseguindo nessa análise, foram seguidas das variáveis: “Nível de eficiência industrial”, também correlação positiva substancial; “Mão de obra industrial qualificada” e “Localização do negócio”, com correlação positiva moderada; e “Preservação do meio ambiente local da indústria”, com correlação positiva baixa.

Organizações perenes, e que em sua forma de administrar consideram as variáveis, componentes e dimensões do modelo da GSI (quadros 2 e 3), sugerem sustentabilidade organizacional, com impacto positivo no desenvolvimento econômico e social sustentável.

Com esses resultados favoráveis de aplicação do modelo da GSI no Setor Industrial em 2012, que foi adaptado em 2014 para aplicação em as organizações públicas (quadro 3), e aplicado em hospitais públicos (Polary-Pereira; Silva, 2015), em que os resultados estão demonstrados na tabela 4 e no gráfico 1, que apresenta as maiores contribuições dessas instituições publicada amostra para o cumprimento de sua missão.

Tabela 4 – Variáveis que mais influem favoravelmente na Excelência organizacional

Variáveis	Média	Mínimo	Máximo	DP
Competências e habilidades gerenciais dos Gestores, Gestão Profissional	9	7	10	1,195229
Estudo de Viabilidades: técnica, política, social e financeira.	7,625	7	8	0,517549
Tecnologia e Inovação	7,375	6	10	1,407886
Nível de eficiência e eficácia de resultados	8,625	8	10	0,744024
Políticas Públicas do Governo Federal, Estadual e Municipal.	7,375	5	10	1,505941
Legalidade, controle e transparência.	8,625	6	10	1,59799
Parcerias: Político-Institucional; Público-Privado e Sociedade Civil.	8,625	6	10	1,407886
Desenvolvimento público institucional e Gerencial.	8,375	6	10	1,30247
Qualificação, desempenho e resultados dos servidores.	8	6	10	1,511858
Capacitação de Recursos: interno e externo.	7,25	6	8	1,035098
Sustentabilidade Ambiental	7,875	5	10	1,642081
Relevância para a Sociedade	9,125	8	10	0,991031

Fonte: POLARY-PEREIRA e SILVA (2015)

Gráfico 1 - Maiores Contribuições das Instituições Públicas para o cumprimento da missão no Maranhão

**Contribuições para o cumprimento da Missão**

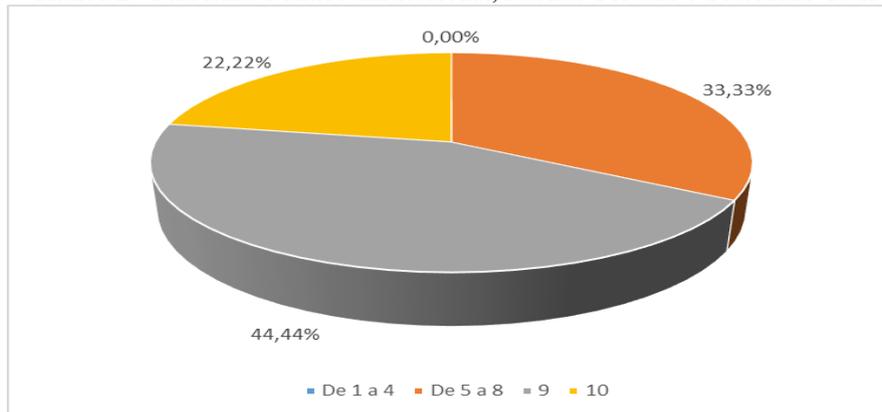


Fonte: POLARY-PEREIRA e SILVA (2015).

A relevância das Instituições Públicas pesquisadas, na visão dos gestores, é de grande importância para a sociedade, em que essa variável corresponde a 46% para o cumprimento da missão; 23% em relação a satisfação de seus clientes externos; 16% refere-se à satisfação dos funcionários e 15% relacionado a excelência organizacional dos serviços.

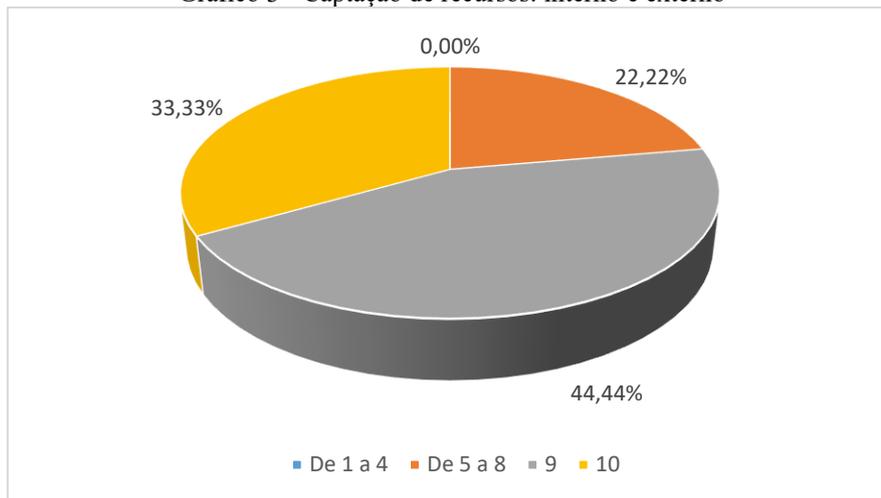
Em outra pesquisa em 2015, sobre a Gestão da Universidade e o Desenvolvimento Regional Sustentável, dentre as 12 variáveis do modelo da GSI (quadro 3), que mais influem favoravelmente na Gestão da Universidade, as melhores avaliadas foram: “parcerias”, “captação de recursos” e “relevância para a sociedade”, conforme gráficos 2, 3 e 4 a seguir:

Gráfico 2 - Parcerias: Político-Institucional, Público-Privado e Sociedade Civil



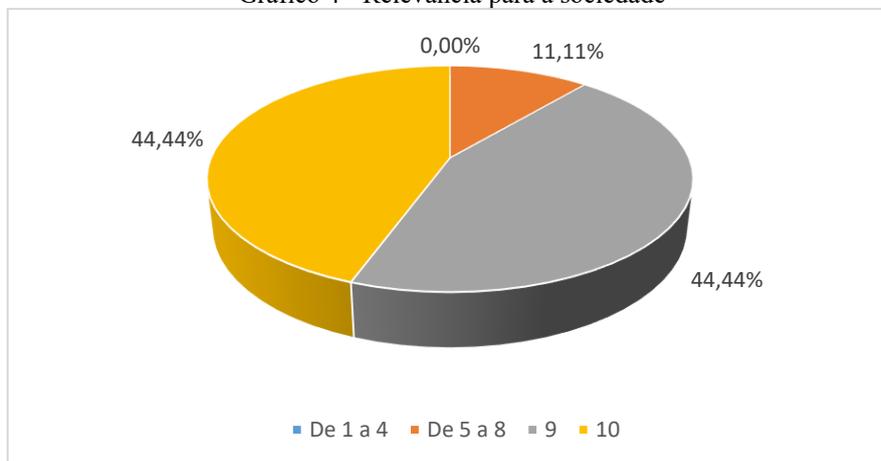
Fonte: POLARY-PEREIRA e FONSECA (2015)

Gráfico 3 - Captação de recursos: interno e externo



Fonte: POLARY-PEREIRA e FONSECA (2015)

Gráfico 4 - Relevância para a sociedade



Fonte: POLARY-PEREIRA e FONSECA (2015).

Em 2020, uma pesquisa em hospital público infantil de São Luís, com o objetivo de “Avaliar a relevância das tecnologias e da gestão profissional como alternativas sustentáveis para a administração pública brasileira e seus reflexos para a sociedade”, dentre elas o modelo da Gestão por Sustentabilidade Integrada - GSI, os resultados do impacto das médias das dimensões, componentes e variáveis, numa escala de 1 a 10, conforme quadro 7, foram:



Quadro 7 – O Modelo da GSI: médias e percentuais das Dimensões, Componentes e Variáveis do Hospital Público Infantil

CONCEITO	DIMENSÕES	MÉD	%	COMPONENTES	MÉD	%	VARIÁVEIS	MÉD	%
GSI	Administrativo Tecnológico	8,405	33,72	Gestão	8,647	20,82	Competências e Habilidades Gerenciais – Gestão Profissional (GSI).	8,908	8,93
							Estudos de viabilidade: técnica, política, social e financeira.	8,386	8,41
				Tecnologia	8,170	19,68	Aporte Tecnológico: tecnologia e inovação; processos e métodos de trabalho; equipamentos.	8,278	8,31
							Nível de eficiência e eficácia de resultados.	8,063	8,08
	Político Institucional	8,175	32,79	Políticas	8,186	19,71	Políticas Públicas do Governo Federal, Estadual e Municipal.	8,217	8,24
							Legalidade, controle e transparência.	8,156	8,18
				Estratégias	8,171	19,68	Parcerias: Político Institucional, Público-Privado e Sociedade Civil.	8,208	8,23
							Desenvolvimento Público Institucional e Gerencial.	8,134	8,15
	CONCEITO	DIMENSÕES	MÉD	%	COMPONENTES	MÉD	%	VARIÁVEIS	MÉD
GSI	Econômico Social	8,350	33,49	Indicadores Econômicos e Sociais	8,350	20,11	Qualificação, desempenho e resultados dos servidores.	8,108	8,12
							Captação de Recursos: interno e externo.	8,113	8,13
							Sustentabilidade de Ambiental.	8,186	8,21
							Relevância para a sociedade.	8,991	9,01

Fonte: POLARY-PEREIRA e OLIVEIRA (2020)



Nesses resultados no hospital público infantil observa-se, de forma relevante, que em todas as dimensões apresentam bons resultados e pouca diferença entre suas médias e percentuais. Essa aparente estabilidade na instituição pode ser classificada dentro de uma Gestão fundamentada no Empreendedorismo, seguindo os parâmetros do Ciclo de Fases e Processos das MPMGEs (Polary-Pereira, 2012, 2019), como um estado do processo de “manutenção perene”, em que a instituição se mantém estável, apresentando bons resultados, mas sem nenhum crescimento ou expansão consciente planejado pela gestão institucional.

Pela análise de cada dimensão, seus respectivos componentes e variáveis e outras conclusões da pesquisa, sugere que as tecnologias aplicadas no hospital têm funcionado como alternativas viáveis de Gestão Profissional dessa instituição pública de saúde.

Esses resultados apontaram para um “programa de desenvolvimento”, visando capacitar os gestores e demais atores sociais das Universidades para o desenvolvimento regional sustentável, incentivando a publicação científica com essa área temática, além de desenvolvimento de projetos sustentáveis, baseados no tripé das dimensões econômica, social e ambiental do desenvolvimento sustentável.

Assim, é pertinente que a Universidade busque renovação de tecnologias e processos. Esse programa de desenvolvimento preparará os atores sociais: gestores, servidores, docentes e discentes das Universidades e da sociedade civil. O processo de desenvolvimento de competências para o desenvolvimento regional sustentável nas Universidades ocorrerá em quatro fases: determinação das necessidades de capacitação; programação da capacitação; execução da capacitação; e avaliação dos resultados da capacitação.

## 5 CONCLUSÃO

Neste estudo do da Gestão Pública Empreendedora - GPE e Sustentabilidade Organizacional, voltado para organizações públicas e privadas sustentáveis, averiguou-se que a aplicação da GPE, aliada às dimensões e componentes da capacidade tecnológica e às tecnologias de gestão, são efetivas em organizações que buscam a sustentabilidade organizacional e desenvolvimento econômico e social sustentável.

Evidenciou-se que a atuação do gestor público perpassa pela visão sistêmica de compreensão das variáveis do macro ambiente que se interagem de forma funcional e dinâmica, prevalecendo além dos conhecimentos e habilidades técnicas, a capacidade de agregação, envolvimento da sociedade, legitimidade, bom senso e, principalmente, comportamento pessoal-profissional ético e idôneo, tendo como consequências, melhores resultados para os colaboradores, o cliente externo, as organizações e a sociedade.



No modelo gerencial de administração pública, apontam Araújo e Pereira (2012), houve incompletude da reforma administrativa, pois não alcançou a maioria dos municípios estudados. Embora tenha tido esforço do Estado brasileiro para a efetivação desse modelo, constata-se que a sua adoção ainda não é efetiva nos três níveis de governo. A administração pública brasileira, para Costa (2012), no contexto empírico que analisou, revelou-se múltipla em sua configuração, permeada por heranças patrimonialistas, (dis)funções burocráticas, práticas gerenciais e pelos novos arranjos do Estado em rede.

Nas conclusões da pesquisa nas MPMGEs do setor industrial, ficou evidenciada a eficácia do modelo da Gestão por Sustentabilidade Integrada - GSI e aponta que as tecnologias de gestão são fatores que favorecem a perenidade e a sustentabilidade organizacional desse segmento, gerando oportunidade para tornarem-se mais competitivas e efetivas, refletindo no desenvolvimento econômico e social sustentável.

Constatou-se que o modelo da GSI é uma alternativa viável de tecnologia de gestão para as organizações. Suas dimensões, componentes e variáveis apresentam integração em seus fatores internos e externos, para que o gestor possa administrá-los de forma profissional, com resultados positivos para organizações públicas e privadas.

Na análise da pesquisa nos hospitais públicos em 2015, no que se refere às ações na dos gestores públicos e demais atores que tomam as decisões que afetam o comportamento das pessoas e da sociedade, sugere uma visão sistêmica do macroambiente, em que pese predominar nas ações a transparência, a idoneidade e a ética, em que pese favorecer as organizações públicas que buscam a Excelência Organizacional.

A pesquisa nas universidades em São Luís em 2015, demonstrou que as variáveis relevantes do modelo da GSI para a Gestão da Universidade e o Desenvolvimento Regional Sustentável” foram: parcerias, captação de recursos e relevância para a sociedade. Apontou ainda, a necessidade de um “programa de desenvolvimento”, para capacitar os gestores sobre as boas práticas de gestão voltadas para o desenvolvimento regional sustentável.

Nos resultados da pesquisa de 2020 no hospital público infantil, sobre o uso das tecnologias e inovação, foi constatada a importância da variável “aporte tecnológico” do modelo da GSI para a sustentabilidade do hospital. No entanto, embora tenham sido identificados no ambiente institucional softwares, máquinas, equipamentos e certa inovação nos processos de trabalho, ficou evidenciada a necessidade de melhoria desses componentes do aporte tecnológico para o alcance da sustentabilidade da organização.

Como limitações, o amplo universo das organizações públicas e privadas, logo delimitou-se em amostras das MPMGES industriais, de hospitais e universidades Públicas do Maranhão, pouca literatura e trabalho empírico dessa temática, que para Popper (1975), permite um estudo aprofundado



da teoria. Consciente das limitações, considerou-se o método adequado para sustentar avaliar com consistência seus resultados. As conclusões apontam para o alcance do objetivo, resposta ao problema investigado e confirmação da hipótese. Este estudo converge e complementa os resultados das pesquisas de Polary-Pereira e Costa (2023).

Em que pese predominar nas ações a transparência, a idoneidade e a ética, reconhecendo os profissionais que já atuam nessa *performance* nas organizações privadas e na gestão pública brasileira, a expectativa é que este estudo no campo da GPE e das organizações sustentáveis, amplie as discussões na academia, nas organizações e demais atores sociais que tomam as decisões que afetam o desenvolvimento econômico e social.



## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, Priscila G.; PEREIRA, José R. Análise da aplicabilidade do modelo gerencial na administração municipal. *Rev. Adm. Pública*. Rio de Janeiro 46(5):1179-199, set./out. 2012.
- ARRUDA, C.; SANTANA, José; BRASIL, Haroldo; CAMPANA, Roberta; NOGUEIRA, Débora; SANTOS, Rita. *Empresas duradouras*. Nova Lima: Fundação Dom Cabral, 2007. (Relatório de Pesquisa RP0701).
- BRASIL. Plano Diretor da reforma do aparelho do estado. Brasília: Presidência da República, Câmara da Reforma do Estado, Ministério da Administração Federal e Reforma do Estado, 1995. P. 10-59.
- BRESSER-PEREIRA, L. C. Democracia republicana e participativa. *Novos estudos*. São Paulo: CEBRAP, v. 71, p. 77-91, 2005.
- COSTA, Gustavo P. Das heranças patrimonialistas, (dis)funções burocráticas, práticas gerenciais e os novos arranjos do Estado em rede: entendendo a configuração atual da administração pública brasileira. Tese Doutorado em Administração FGV/EBAPE-RJ, 2012.
- FADUL, Élvia Miriam C.; SILVA, Mônica de Aguiar M. da; SILVA, Lindomar Pinto da. Ensaio de interpretações e estratégias para o campo da administração pública no Brasil. *Rev. Adm. Pública*. Rio de Janeiro 46(6):1437-58, nov./dez. 2012.
- FIEMA. Cadastro Industrial de São Luís-MA. São Luís-MA, 2006.
- HERNÁNDEZ, Alexander B. In the Public Administration, what is researched? A review. *Open Journal of Social Sciences*, May 13, 2022.
- HOOD, Christopher. The "new public management" in the 1980s: variations on a theme. *Accounting, Organizations and Society*, v. 20, n. 2/3, p. 93-109, 1995.
- IBGE. Síntese de indicadores sociais: uma análise das condições de vida da população brasileira. Rio de Janeiro, 2012.
- KUZMA, Edson L.; DOLIVEIRA, Sérgio Luís D.; SILVA, Adriana Q. Competências para a sustentabilidade organizacional: uma revisão sistemática. *Scielo Brazil*, 2017.
- LUMPKIN, G. T.; DESS, G. G. Clarifying the Entrepreneurial Orientation Construct and Linking it to Performance, *Academy of Management Review*, v. 21, n. 1, 1996.
- MILACH, S.; MEIRINO, M. J.; BARROS, S. R. S. Comunicação, conexão e transformação: o uso das novas tecnologias de comunicação e informação pelas organizações na promoção do desenvolvimento sustentável. In: Osvaldo Luís G. Quelha; Marcelo J. Meirino; Sergio Luiz B. França; Júlio V. Neto; Cid A. Filho. (Org.). *Tecnologia, Inovação e Sustentabilidade na Gestão*, 2017, v., p. 109-122.
- MARTINS, Paulo Emílio Matos. *A reinvenção do sertão: a estratégia organizacional de Canudos*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2001.
- MATIAS-PEREIRA, José. *Manual de gestão pública contemporânea*. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- MARCONI, Maria de Andrade; LAKATOS, Maria. *Metodologia do trabalho científico*. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2007.



OLIVEIRA, Marco Antônio F. de. *Gestão Empresarial e Desenvolvimento Regional: um modelo de gestão voltado à alavancagem da sustentabilidade das Micro, Pequenas, Médias e Grandes Empresas de base local*. Tese do Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Regional da Universidade de Santa Cruz do Sul–UNISC, Santa Cruz do Sul, 12/2009.

PAES-PAULA, Ana Paula. *Administração Pública Brasileira entre o Gerencialismo e a Gestão Social*. *Revista de Administração de Empresas*. V. 45, n. 1. Jan/mar, 2005.

POLARY-PEREIRA, Ilmar; COSTA, Gustavo Pereira da. *Gestão Pública Integrada e Sustentabilidade Organizacional*. *Revista Gestão e Secretariado (GeSec)*, São Paulo, SP, v. 14, n.6, p. 9297-9317, 2023.

POLARY-PEREIRA, Ilmar. *Tecnologias de Gestão e Sustentabilidade Organizacional em Pequenas e Médias Empresas - PMEs*. *Brazilian Journal of Business-BJB*, Curitiba, v. 4, n. 1, p. 352-370, jan./mar. 2022

*Gestão Pública Integrada: Aplicação da Gestão Profissional Empreendedora nas Organizações Públicas*”. Capítulo I do livro *Sustentabilidade e Responsabilidade Social em Foco*. Belo Horizonte - MG: Editora Poisson, 2020.

*Gestão por Sustentabilidade Integrada - GSI: uma alternativa de gestão profissional para as organizações*. 1. ed. Curitiba: Appris, 2019.

POLARY-PEREIRA, Ilmar; OLIVEIRA, José. *Tecnologia e Gestão Profissional: alternativas sustentáveis para a Administração Pública*. Relatório final. Projeto Edital 11/2019-PPG/UEMA, 2020.

POLARY-PEREIRA, Ilmar; FONSECA, Lucas. *A Gestão da Universidade e o Desenvolvimento Regional Sustentável*. Relatório final. Ed. 05/2014-PROEXAE/UEMA, 2015.

POLARY-PEREIRA, Ilmar; SILVA, Francielma. *Gestão Pública Profissional e Gestão com Pessoas: uma alternativa de excelência organizacional viável para as Organizações Públicas*. Relatório final. Projeto Edital N° 07/2014-PPG/UEMA- PIBIC-CNPq/FAPEMA, 2015.

POLARY-PEREIRA, Ilmar; FONSECA, Lucas. *Universidade e Desenvolvimento Regional Sustentável: uma perspectiva na gestão do conhecimento*. Projeto PIBEX, Ed. N° 05/2014 selecionado.

POLARY-PEREIRA, Ilmar; SILVA, Francielma. *Gestão Pública Profissional e Gestão com Pessoas: uma alternativa de excelência organizacional viável para as Organizações Públicas* Projeto PIBIC-CNPQ/UEMA/FAPEMA, Ed. N° 07/2014 selecionado.

*Gestão por Sustentabilidade Integrada-GSI: uma análise nas Micro, Pequenas, Médias e Grandes Empresas (MPMGs), a partir da literatura e da visão dos gestores Industriais do Estado do Maranhão*. Tese Doutorado Administração FGV/EBAPE-RJ, 2012.

POPPER, K.R. *Conhecimento objetivo*. São Paulo: EDUSP, 1975.

SCHUMPETER, Joseph A. *The Theory of Economic Development*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1934.

SILVA, Wendel; JESUS, Daiana; MELO, Alfredo. *Ciclo de vida das organizações: sinais de longevidade de micro e pequenas indústrias na região de Contagem-MG*, 2009. Disponível em: <[www.revistasusp.sibi.usp.br](http://www.revistasusp.sibi.usp.br)>. Acesso em: 10 jan. 2012.



TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo S. Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação. 1. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

VASCONCELOS, Flávio C. de. Estratégias acadêmicas e a formação de uma instituição de excelência. Revista de Administração Pública. Rio de Janeiro. Nov/Dez. 2012, vol. 46, nº 6.

YIN, Chi-Yen; CHANG, Hsiao-Hsin. What Is the Link between Strategic Innovation and Organizational Sustainability? Historical Review and Bibliometric Analytics. Sustainability, 2020.

Sistema de posicionamento global GPS (Global Positioning System) de baixo custo reutilizando lixo eletrônico de ecopontos e ações de conscientização de descartes de resíduo sólidos em escolas públicas e UEMS com hardwares e softwares livres



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-044>

### Paulo Sidnei Stringhini Junior

Eng. em Engenharia Ambiental, UEMS, Dourados-MS

E-mail: paulostringhini@gmail.com

### Thais Aparecida Santos Lopes

Téc, em Agropecuária, IFMS - Nova Andradina – MS

E-mail: thaisalopes1508@gmail.com

### Leandro Madeira de Oliveira

Téc. em Informática para internet, IFMS, Naviraí-MS

E-mail: Leandromad140@gmail.com

### Moises Felipe Ribeiro dos Santos

Téc Ass. em elétrica predial, SENAI, Taiobeiras-MG

E-mail: felipe.moises777@outlook.com

### Petersson Cardoso de Souza

Eng em Engenharia Ambiental e Sanitária, UEMS, Dourados-MS

E-mail: peterssoncardoso36@gmail.com

### Julio Cesar Stringhini

Eng em Engenharia Aeronáutica, UFU, Uberlândia, MG

E-mail: julio.aero09@gmail.com

### Dalton Pedroso de Queiroz

Dr. em Ciência e Tecnologia de Materiais, UNESP, São Paulo-SP

E-mail: dalton@uems.br

### Rony Gonçalves de Oliveira

Dr em Física, UEM/UEL, Maringá, PR

E-mail: rgoliveira@uems.br

### Margarete Soares da Silva

Dr. em Química, UNESP, Araraquara-SP

E-mail: margaret@uems.br

### Aguinaldo Lenine Alves

Dr. em Ciência dos Materiais, UNESP, Presidente Prudente. SP

E-mail: lenine@uems.br

### RESUMO

Este trabalho objetivou na construção do lixo eletrônico para construção de equipamento GPS de baixo custo, que possa ser utilizado na área técnica científico, ensino e profissional, comparando com os dados como pontos de latitude e longitude, e comparando com equipamentos comerciais. Sua validação foi no software QGIS, que validou os dados como o equipamento comercial sendo a referência desse estudo, para assim, a construção de áreas poligonais no programa de influência, onde notou-se que o equipamento construído teve seus valores próximos do comercial. Esta prática é uma iniciativa para reutilizar os resíduos eletrônicos descartados, diminuindo a carga poluidora do meio ambiente, viabilizando a tecnologia para maior números de pessoas e incentivando um mercado alternativo de produtos reutilizáveis, dando valor ao lixo eletrônico.

**Palavras-chave:** Lixo Eletrônico, GPS, Reutilização.

## 1 INTRODUÇÃO

O GPS é um sistema multipropósitos, que permite ao usuário determinar suas posições expressas em latitude, longitude, altura geométrica ou elipsoidal, velocidade e o tempo em relação a um sistema de referência definido para qualquer ponto sobre ou próximo da superfície da Terra. Ele é



capaz de produzir mapas digitais em tempo real com alta precisão, possui interface entre os dois sistemas permite uma maior velocidade na obtenção e tratamento dos dados georreferenciados. O GPS é o ponto chave da junção destes dois sistemas, pois permite inicialmente a aquisição dos dados, os quais constituirão a base geométrica para a análise espacial pelos SIGs. Desse modo pode-se alcançar grande velocidade e precisão na coleta de dados, conduzindo a uma significativa melhoria nos mapeamentos geológicos, geodésicos e ambientais (BERNARDI, 2002).

Geographical Information Systems trata-se de um conjunto de ferramentas para coletar, armazenar, recuperar, transformar e visualizar dados do mundo real para um objetivo específico (KUMAZAWA, 2014). Na visão de Goodchild (1988), GIS seria “um sistema integrado para capturar, armazenar, manipular, analisar informações referentes às relações em uma natureza geográfica”.

Geoprocessamento se constitui de uma tecnologia transdisciplinar porque é a efetivação de uma máxima comum a um conjunto de disciplinas, ou seja, entre ciência, filosofia, arte e tradição (KUMAZAWA, 2014).

Na concepção de Rocha (2007), várias disciplinas estão sob influência da tecnologia do Geoprocessamento. Pois o georreferenciamento, geocodificação, digitalização, rasterização, vetorização, topologia, dados espaciais, raster, vetorial, alfanuméricos, metadados, resolução correspondem a vocábulos utilizados por várias disciplinas e assim o Geoprocessamento vem construindo um elo de nova forma de comunicação comum entre as disciplinas que o utilizam.

Na década de 1980, o engenheiro Chuck Chill inventou a impressão 3D—também conhecida como prototipagem rápida—, a qual trouxe as experiências da ficção científica para a realidade (LACERDA, 2020).

Na visão de Silva e Maia (2014, pág. 33), “a impressão 3D é uma área da engenharia de manufatura que tem como característica a construção, a partir de um modelo virtual, de peças por deposição automática, camada-a-camada, sob controle de computador”. Desta forma, é possível construir modelos com razoável precisão para diversas aplicações.

A impressão 3D tem como finalidade a confecção rápida, reduzindo, assim, os custos e sendo considerada uma tecnologia inovadora em uma nova era industrial. Neste tipo de impressão, papel, cera, plástico ou outros materiais são utilizados para criar camadas de sobreposição, dando origem a um elemento sólido (ZIER *et al.*, 2019)

Existem diversas técnicas de impressão desta natureza, dentre as quais destacam-se: Fused Deposition Modeling (FDM), que consiste em uma técnica de baixo custo, simples utilização e fácil armazenagem; Selective Laser Sintering (SLS), que consiste em uma técnica de alto investimento, capaz de criar objetos a partir da utilização de laser pela máquina de impressão, sendo capaz de fundir as pequenas partículas em pó e, com isso, garantir uma precisão maior no produto; Stereo Litho Graphy (SLA) que, sendo esta a primeira técnica de impressão 3D, utiliza um laser em resina líquida;



Laminated Object Manufacturing (LOM), que é um método de impressão baseado em folhas de papel, oferecendo, portanto, baixo custo; e, por fim, o processo de Three-dimensional Printing (3Dprint) que, com base de camada em pó e adesivo líquido, oferece rapidez e melhor visualização.

Segundo o autor Zier *et al.* (2019), são: Ácido Polilático (PLA), que consiste em um termoplástico biodegradável, derivado de produtos como amido de milho ou cana-de-açúcar; Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS), que consiste em um tipo de plástico formado por monômeros, apresentando grande resistência química e durabilidade, além de estabilidade em altas temperaturas, boa resistência a impacto e de fácil processamento; Acrilonitrila Butadieno Estireno/Polycarbonat (ABS-PC), sendo este um composto termoplástico de engenharia de alto impacto e ideal para prototipagem funcional, ferramental e manufatura de baixo volume; e o Acrilonitrilo Estireno Acrilato (ASA), que trata-se de um termoplástico que combina resistência mecânica, resistência aos raios UV e à água, tendo um maior acabamento.

Nesse sentido, o presente estudo tem por objetivo realizar uma abordagem sobre o uso da Geotecnologia ressaltando o Sensoriamento Remoto e o Geoprocessamento, com produções de tecnologias econômicas por meio da impressão 3 D e arduino. As tecnologias redigidas nessa introdução tem como função oferecer suporte para a realização do processo coleta de dados com maior precisão, através de resultados de estudos práticos, visando deste modo demonstrar a viabilidade e a precisão do emprego de geotecnologias para o aperfeiçoamento do processo de coleta de pontos.

O Arduino UNO ATmega328P é uma placa microcontroladora de tensão de 5V de funcionamento para projetos de eletrônica aplicada seguindo as leis da eletrônica e usando a lógica de funcionamento e ferramentas da programação em C++, que é uma linguagem de programação compilada multiparadigma com sua codificação em uma IDE de fácil acesso fornecida pelo grupo arduino(arduino.cc). Onde na parte de engenharias é muito utilizado para prototipagem de baixo custo e no meio acadêmico para ensino de lógica de programação.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Construção de um equipamento GPS de baixo custo reutilizando lixo eletrônico e ferramentas educacionais livres.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Baixo custo para o ensino;
- Nova metodologia de instrumentação;
- Conscientização de reutilização de lixo eletrônico;
- Barateamento da tecnologia;

- Incentivar o ensino de georreferenciamento nas ciências exatas;
- Construir materiais técnicos científicos de georreferenciamento na área de engenharias;
- Prolongar a vida útil de componentes eletrônicos descartados;
- Comparação de dados das áreas de influências dos equipamentos de baixo custo e o comercial.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Foi construído um GPS de baixo custo reutilizando lixo eletrônico nos laboratórios da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul-UEMS,Dourados-MS, nos laboratórios Centro de Pesquisas em Materiais-CEPEMAT.

Foram utilizados materiais eletrônicos como cabos e chaves de energia de lixo eletrônico coletado de ações de conscientização e coleta de resíduos eletrônicos da UEMS nas escolas, no laboratório de caracterização de materiais elétricos da UEMS(Figura 1)

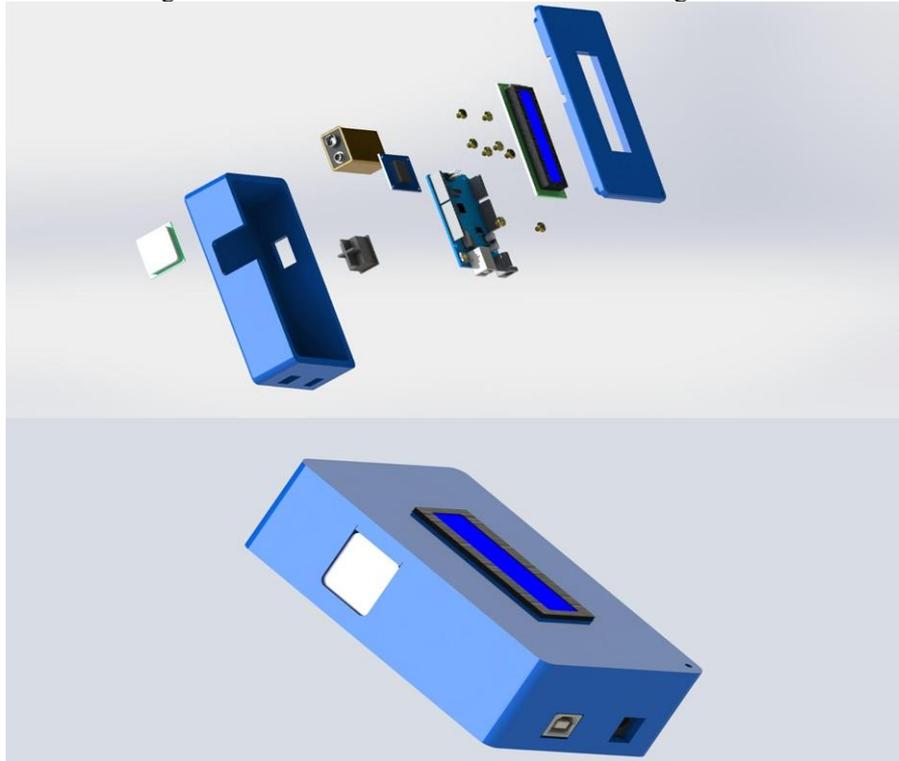
Figura 1.Centro de triagem de resíduos elétricos.



Fonte: Autores

Foi modelado e renderizado no *software* (**solidworks 2020**), sua estrutura(Figura 2), seu sistema idealizado, para que possa ser móvel, e seu uso no campo seja facilitado.

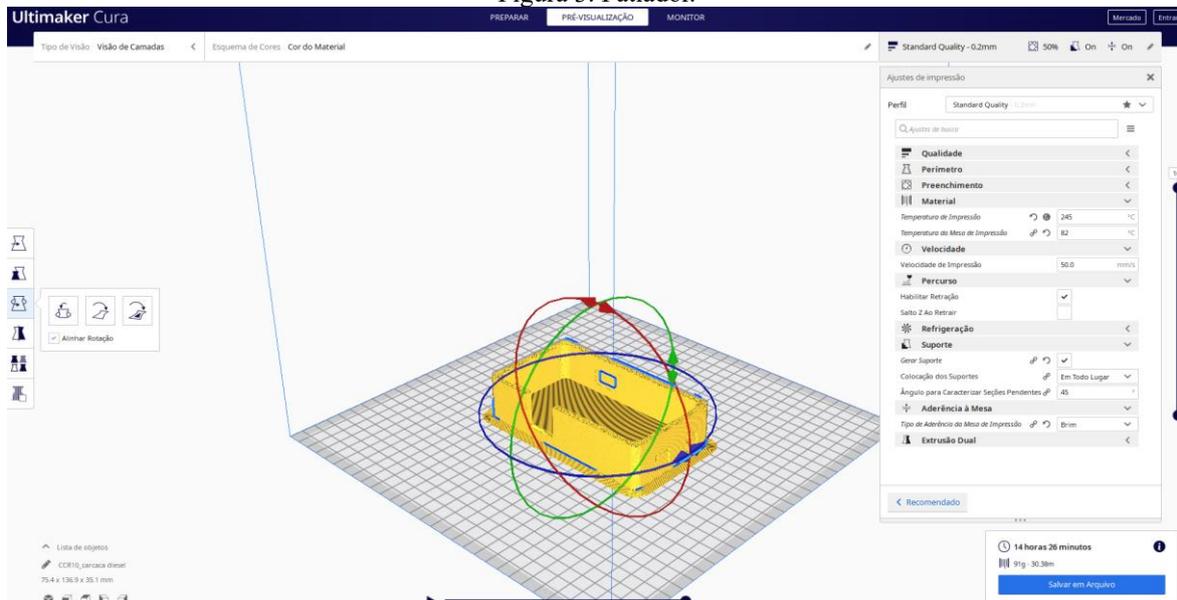
Figura 2. Sistema de GPS em 3D renderizado e organizado.



Fonte: Autores

Em seguida foi fatiado pelo *software* (Cura Ultimaker 4.8), onde foi fatiado(Figura 3) suas linhas no formato STL (*Standard Triangle Language*).

Figura 3. Fatiador.



Fonte: Autores

e em seguida foi impressa em impressoras 3D(Figura 4).



Figura 4. Impressora 3D (FDM).



Fonte: Autores

Foi feita a programação na IDE(Ambiente de Desenvolvimento Integrado) do arduino, onde foi definido a biblioteca: TinyGPS++.h, para que a construção do código possa ser construído, e utilizar a função "print" para que seus valores Latitude e Longitude sejam mostrados. Como mostrado no código mostrado a seguir construído.

```
//INCLUSÃO DE BIBLIOTECAS
#include <TinyGPS++.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h> // Biblioteca utilizada para fazer a comunicação com o I2C

#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Biblioteca utilizada para fazer a comunicação com o display

#define col 16 // Serve para definir o numero de colunas do display utilizado
#define lin 2 // Serve para definir o numero de linhas do display utilizado
#define ende 0x27 // Serve para definir o endereço do display.

LiquidCrystal_I2C lcd(ende,col,lin); // Chamada da função LiquidCrystal para ser usada com o I2C

/*DEFINIÇÃO DE PINOS DO ARDUINO. LEMBRE-SE: O PINO ONDE VOCÊ CONECTOU O TX SERÁ O RX AQUI NO CÓDIGO E VICE-VERSA. ISSO É POR CAUSA DA COMUNICAÇÃO SERIAL. PARA MAIS DETALHES, VOCÊ PODE CONSULTAR NOSSO BLOG*/
int RXPin = 2;// TX do Módulo
int TXPin = 3;// RX do Módulo

int GPSBaud = 9600;

//CRIANDO UM OBJETO PARA COMUNICAR COM A BIBLIOTECA
TinyGPSPlus gps;

// CRIANDO UMA PORTA SERIAL gpsSerial PARA CONVERSAR COM MÓDULO
SoftwareSerial gpsSerial(RXPin, TXPin);

void setup()
{
  // INICIA A SERIAL
  Serial.begin(9600);
```



```
// INICIA A PORTA SERIAL DO SOFTWARE NO BAUD PADRÃO DO GPS, COMO
DETERMINAMOS ACIMA:9600
gpsSerial.begin(GPSBaud);

lcd.init(); // Serve para iniciar a comunicação com o display já conectado
lcd.backlight(); // Serve para ligar a luz do display
lcd.clear(); // Serve para limpar a tela do display

}

void loop()
{
  lcd.clear(); // Serve para limpar a tela do display

  // TODA VEZ QUE FOR LIDA UMA NOVA SENTENÇA NMEA, CHAMAREMOS A
  FUNÇÃO displayInfo() PARA MOSTRAR OS DADOS NA TELA
  while (gpsSerial.available() > 0)
  if (gps.encode(gpsSerial.read()))
  displayInfo();

  //SE EM 5 SEGUNDOS NÃO FOR DETECTADA NENHUMA NOVA LEITURA PELO
  MÓDULO,SERÁ MOSTRADO ESTA MENSAGEM DE ERRO.
  if (millis() > 5000 && gps.charsProcessed() < 10){

Serial.println("Sinal GPS não detectado");

  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Sinal GPS ");
  lcd.setCursor(0, 1);
  lcd.print("nao detectado");
  while(true);
}
}

void displayInfo()//FUNÇÃO RESPONSÁVEL PELA LEITURA DOS DADOS
{
  if (gps.location.isValid())//SE A LOCALIZAÇÃO DO SINAL ENCONTRADO É VÁLIDA,
  ENTÃO
  {
    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("LT: ");
    lcd.print(gps.location.lat(), 6);//IMPRIME NA SERIAL O VALOR DA LATITUDE LIDA

    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("LG: ");
    lcd.print(gps.location.lng(), 6);//IMPRIME NA SERIAL O VALOR DA LONGITUDE LIDA

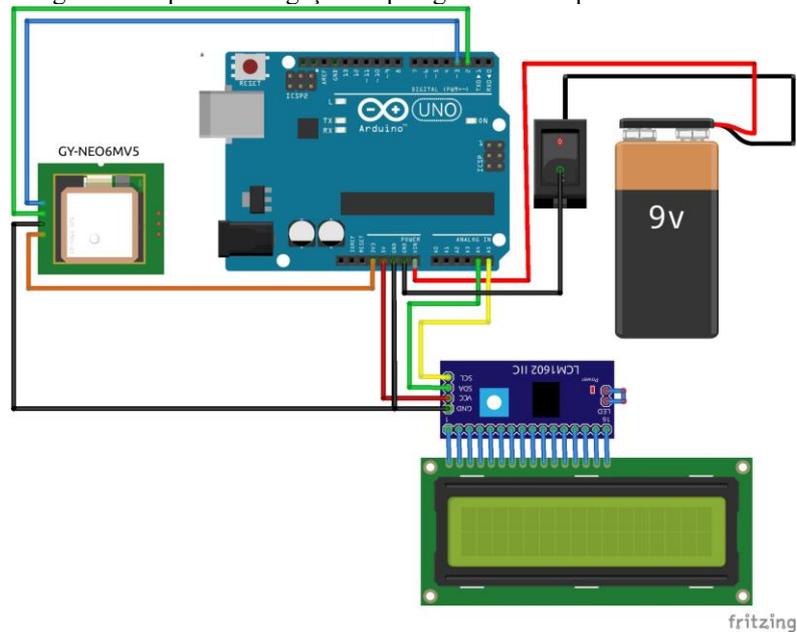
  }else{
    Serial.println("Não detectamos a localização");//SE NÃO HOUVER NENHUMA LEITURA,
    IMPRIME A MENSAGEM DE ERRO NA SERIAL

    lcd.setCursor(0, 0);
    lcd.print("Nao detectamos");//SE NÃO HOUVER NENHUMA LEITURA, IMPRIME A
    MENSAGEM DE ERRO NA SERIAL
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print("a localizacao!");
  }
  delay(1000);
}
```

No sistema elétricos foram organizados pelo esquema abaixo para que a comunicação dos sensor GPS Neo-6M, juntamente com arduino e outros componentes possam ter em sua organização

uma eficiência de operação lógica em seus cabos para melhor manutenção no futuro(Figura 5), o sistema foi alimentado com uma bateria de 9v.

Figura 5. Esquema de ligação da pinagem dos componentes elétricos.



Fonte: fritzing.com

Depois da construção do equipamento foi levado a campo junto com GPS GARMIN 64 comercial e foram feitas as leituras até que um polígono de 3 pontos fosse fechado.

Foi utilizado uma base georreferenciada GPS Geodésico Trimble.

Foi utilizado o *software* QGIS para o tratamento de dados.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O GPS de baixo custo construído(Figura 6) foi levado a campo.

Figura 6: GPS Construído de lixo eletrônico controlado com arduino e o módulo GPS Neo-M6.



Fonte: Autores

A equipe deste trabalho foi com GPS de baixo custo construído, e o comercial para que os pontos fossem calculado utilizando como referencial das medidas uma base georreferenciada **GPS Geodésico Trimble**, para que o ponto zero seja georreferenciado(Figura 7).

Figura 7: GPS Geodésico Trimble..



Fonte: Autores

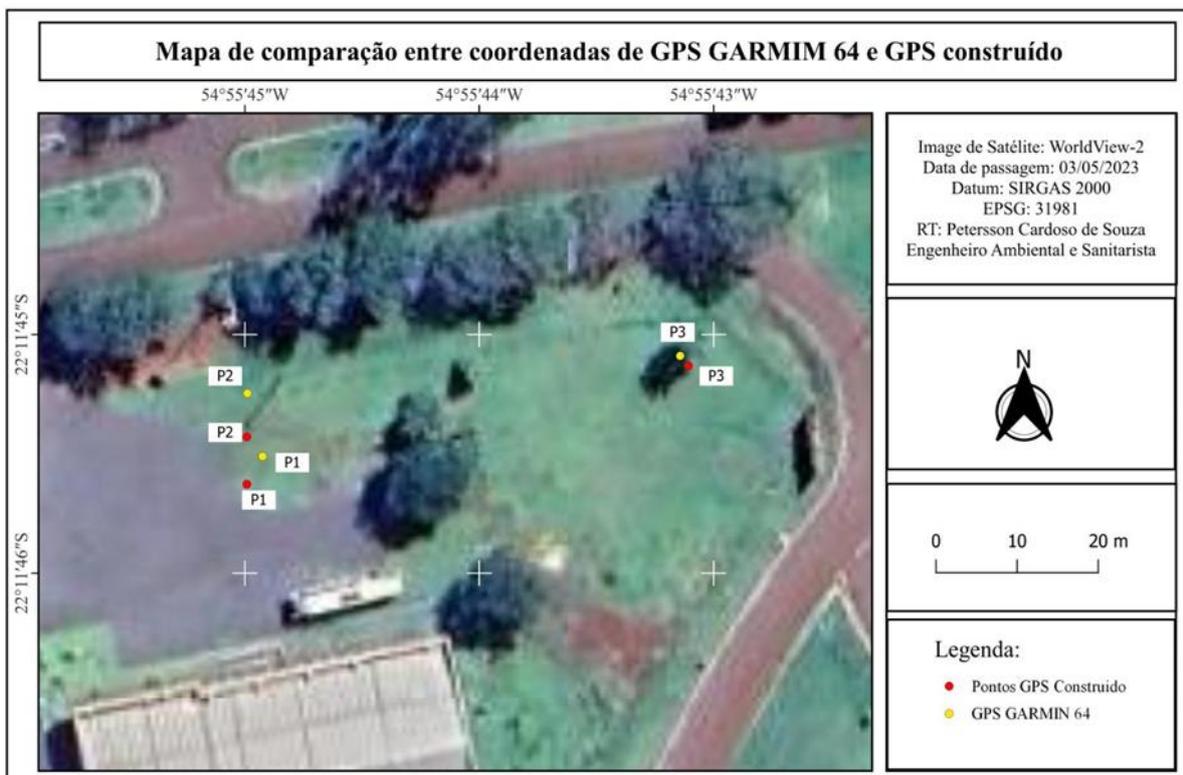
Assim, foi utilizando o GPS comercial e o GPS construído e tirado os pontos com referência a sua base já demarcada, e seus dados transportados para o *software* QGIS para que os pontos possam ser construídos com ambos e os mapa seja feito(Figura 8) e a verificação do de deslocamento do comercial com erro de deslocamento do construído, como demonstrado na tabela a seguir.

Tabela 1: Tabela de relação ao deslocamento dos pontos de origem.

PONTOS (Metros)	GPS Construído de lixo eletrônico de baixo custo	GPS GARMIN 64 Commercial
1	12,5	8,4
2	6,5	3
3	51	55

Como pode ser notado no mapa a seguir.

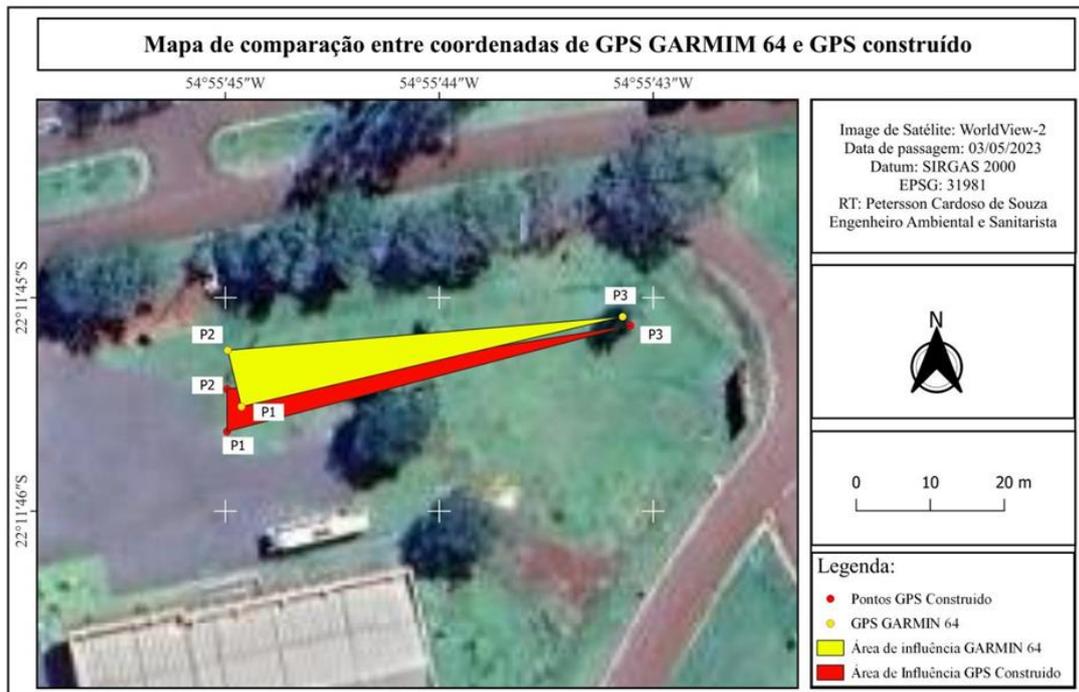
Figura 8: Pontos dos equipamentos transferidos ao programa e feito o mapa.



Fonte: Autores

Em seguida foi construído no Qgis a área de influência de ambos(Figura 9) os equipamento que foram feita a leituras no mesmo ponto mas com erro em metros de deslocamento de cada equipamento.

Figura 9: Fonte de baixo custo sendo testada no multímetro sua tensão e corrente de saída.



Fonte: Autores

## 5 CONCLUSÃO

Portanto, a comparação de equipamentos elevado valor (GPS Comercial) com de menor valor (Construído com lixo eletrônico pelo CEPEMAT), foi eficaz, pois a sua prática em campo com a sua validação no software QGIS, notou-se que seus dados estão coerente, assim foi possível realizar uma demarcação de área poligonal e marcação de pontos coletado pelo equipamento de baixo custo foi próximo do comercial utilizado como referência. Assim, o equipamento de 55 reais conseguiu realizar a produção de mapas e dados de instrumentos de tomadas de decisão, muitos próximo de equipamento comercial de valores próximos de 5 mil reais. Evidenciando o prolongamento de vida de componentes eletrônicos de origem de descartes, aumentando a vida útil de componentes eletrônicos, evitando que o ambiente receba uma carga poluidora maior e viabilizando economicamente o uso de tecnologias tanto para área do ensino quanto para o profissional futuramente, incentivando a valorização da reutilização de lixo eletrônico



## REFERÊNCIAS

- BERNARDI, J. V. E. APLICAÇÃO DO SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL (GPS) NA COLETA DE DADOS. Departamento de Geologia Aplicada - IGCE, UNESP/campus de Rio Claro, 2002.
- KUMAZAWA, V. R. APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS DE GEOPROCESSAMENTO PARA GEORREFERENCIAMENTO DE PARTES DAS RODOVIAS ESTRADAS VICINAIS DO ESTADO DE SÃO PAULO. UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, OURINHOS – SP 2014 .
- ROCHA, C. H. B. GEOPROCESSAMENTO TECNOLOGIA TRANSDISCIPLINAR. 3 edição. Juiz de Fora, MG, 2007.
- GOODCHILD, M. A SPATIAL ANALYTIC PERSPECTIVE ON GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS. International Journal of Geographical Information Systems v.1, p.327-334, 1988.
- LACERDA, T. F. e et al. APLICABILIDADE DA IMPRESSORA 3D NA PRÁTICA MÉDICA CONTEMPORÂNEA. Disponível em: [https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHntemporary medical practice \(brazilianjournals.com.br\)](https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHntemporary%20medical%20practice%20(brazilianjournals.com.br)). Acesso em: 27 de junho de 2023.
- SILVA, J. V. L. DA; MAIA, I. A. DESENVOLVIMENTO DE DISPOSITIVOS DE TEC - NOLOGIA ASSISTIVA UTILIZANDO IMPRESSÃO 3D. I Simpósio Internacional de Tecnologia Assistiva, p. 33–39, 2014.
- ZIER, A. F. et al. ESTUDO DA PROTOTIPAGEM RÁPIDA POR MEIO DA IMPRESSÃO 3D E SEU EFEITO NA REDUÇÃO DE CUSTOS E PRAZOS DOS PROJETOS DE PRODUTO. p. 301–318, 2019. Disponível em: <https://cadernotcc.fae.edu/cadernotcc/article/view/273/153>. Acesso em: 27 de junho de 2023.



## ANEXO

Documentação de Referência da Linguagem Arduino. <<https://www.arduino.cc/reference/pt/>>.

A linguagem de programação do Arduino pode ser dividida em três partes principais: estruturas, valores (variáveis e constantes) e funções.

## FUNÇÕES

### PARA CONTROLAR A PLACA ARDUINO E REALIZAR COMPUTAÇÕES

#### Entradas e Saídas Digitais

`digitalRead()`  
`digitalWrite()`  
`pinMode()`

#### Entradas e Saídas Analógicas

`analogRead()`  
`analogReference()`  
`analogWrite()`

#### Apenas Zero, Due e Família MKR

`analogReadResolution()`  
`analogWriteResolution()`

#### Entradas e Saídas Avançadas

`noTone()`  
`pulseIn()`  
`pulseInLong()`  
`shiftIn()`  
`shiftOut()`  
`tone()`

#### Funções Temporizadoras

`delay()`  
`delayMicroseconds()`  
`micros()`  
`millis()`

#### Funções Matemáticas

`abs()`  
`constrain()`  
`map()`  
`max()`  
`min()`  
`pow()`  
`sq()`  
`sqrt()`

#### Funções Trigonométricas

`cos()`  
`sin()`  
`tan()`

#### Caracteres

`isAlpha()`  
`isAlphaNumeric()`  
`isAscii()`  
`isControl()`  
`isDigit()`  
`isGraph()`  
`isHexadecimalDigit()`  
`isLowerCase()`  
`isPrintable()`  
`isPunct()`  
`isSpace()`  
`isUpperCase()`  
`isWhitespace()`

#### Números Aleatórios

`random()`  
`randomSeed()`

#### Bits e Bytes

`bit()`  
`bitClear()`  
`bitRead()`  
`bitSet()`  
`bitWrite()`  
`highByte()`  
`lowByte()`

#### Interrupções Externas

`attachInterrupt()`  
`detachInterrupt()`

#### Interrupções

`interrupts()`  
`noInterrupts()`

#### Comunicação

Serial  
Stream

#### USB

Keyboard  
Mouse



# Variáveis

Tipos de dados e constantes da linguagem Arduino.

## Constantes

HIGH | LOW  
INPUT | OUTPUT | INPUT\_PULLUP  
LED\_BUILTIN  
true | false  
Constantes de Ponto Flutuante  
Constantes Inteiras

## Conversão

byte()  
char()  
float()  
int()  
long()  
word()

## Tipos de Dados

bool  
boolean  
byte  
char  
double  
float  
int  
long  
short  
size\_t  
string  
String()  
unsigned char  
unsigned int  
unsigned long  
vetor  
void  
word

## Escopo de Variáveis e Qualificadores

const  
escopo  
static  
volatile

## Utilitários

PROGMEM  
sizeof()

## Banco de Germoplasma (BGs) - Uma biotecnologia essencial para preservação de informações genéticas



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-045>

### Yrlânia de Lira Guerra

Pesquisadora do Programa de Capacitação Institucional do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE) - MCTI, Recife-PE  
ORCID: 0000-0001-8313-3586  
E-mail: yrlalg@gmail.com

### Marília Gomes da Silva Santos

ORCID: 0000-0002-8636-2744  
E-mail: mariliagomess@gmail.com

### RESUMO

As condições climáticas e as características genética das plantas são as principais responsáveis pelas flutuações agrícolas. Algumas espécies estão sendo esgotadas geneticamente e até mesmo aniquiladas, devido a sua utilização desordenada, juntamente, com as variações climáticas, atingindo de forma negativa a produção agrícola com redução da produtividade, maior incidência de doenças, resultando no aumento dos preços dos produtos, ocasionando uma insegurança econômica. Para conservação da biodiversidade que existem nos

biomas brasileiros, são utilizados tipos de métodos: bancos de sementes, bancos de campo, a conservação de germoplasma *in situ* (*in vivo*), possibilitando a permanência da espécie no ambiente de origem e a *ex situ* (*in vitro*), pode ser favorecida por modernos procedimentos da biotecnologia da reprodução, como a micropropagação, a embriogênese somática e a cultura de calos. A conservação de germoplasma auxilia na preservação do conhecimento de espécies extintas, selvagens e outras espécies vivas de uma planta cultivada, sendo os bancos de germoplasma (BGs) são uma alternativa para impedir as perdas, com o intuito de conservar a biodiversidade e manter os recursos genéticos, bem como evitar a extinção de espécies. Como resultado benéfico, os bancos de germoplasma com suas formas de conversação, seja ela quais forem, devem ser vistas com muita atenção pois, constituem grande valia para preservação e recursos genéticos dos vegetais, sendo úteis para o futuro, mantendo a biodiversidade, sem perdas passadas.

**Palavras-chave:** Banco de germoplasma, Conservação genética, Preservação, Extinção.

## 1 INTRODUÇÃO

As oscilações na produção agrícola são bastante influenciadas pelas condições climáticas e as características da genética das plantas. Devido às variações climáticas e a utilização desordenada de algumas espécies, muitas vezes de forma inadequada, estão sendo exauridas geneticamente e até mesmo extinguidas. Afetando negativamente a produção agrícola através da redução da produtividade, maior incidência de doenças, acarretando aumento dos preços dos produtos gerando uma insegurança econômica. Na busca de manter informações genéticas valiosas em exemplares vegetais ativos, os bancos de germoplasma (BGs) são alternativas para impedir tais perdas. Os principais objetivos dos BGs são de conservar a biodiversidade e manter a variabilidade genética para posteriores trabalhos de melhoramento das espécies.



Os bancos de germoplasma (BG) são locais que conservam a heterogeneidade biológica, podendo ser bancos de animais, vegetais ou microrganismos. Neste capítulo do livro, vamos nos deter aos bancos de germoplasmas vegetais. Os BGs são locais onde os germoplasmas são conservados. Esses bancos surgiram da necessidade de manejar a variabilidade genética entre e dentro da espécie, são locais que conservam e disponibilizam esse material genético, para utilização imediata ou a longo prazo. A conservação dos recursos genéticos, evita a extinção de espécies, conservando a biodiversidade e mantendo a variabilidade. As áreas de aplicações podem ser em escala industrial ou nas pesquisas, os quais destaca-se, o melhoramento genético, inclusive a biotecnologia (VEIGA, 2008).

## 2 BREVE HISTÓRICO

Com o desenvolvimento da agricultura desde o período Neolítico, o homem passou a transformar o ecossistema no qual vivia, cultivando plantas e domesticando os animais, isso ocorreu há cerca de 10.000 anos atrás. Esse cultivo das plantas gerou de forma natural um processo evolutivo dos vegetais, com alterações genéticas e morfológicas. O botânico suíço Alphonse de Candolle em 1885, iniciou seus estudos com os RGVs no qual concluiu que para compreender o surgimento da agricultura empiricamente os homens da época pré-histórica uniram as informações arqueológicas, botânicas e geográficas (EVANS, 1993).

No início do século XX, ocorreu um crescimento dos monocultivos agrícolas, entretanto com a Segunda Guerra Mundial, surgiu a preocupação com a erosão genética vegetal. Na década de 30, as perdas dos recursos genéticos vegetais eram contabilizadas e anunciadas, em 1936 começou a se usar a palavra germoplasma, como referência ao material vegetal passível de armazenamento (SANTOS JÚNIOR et al., 2022). Em 1961, no setor de Produção e Proteção de Plantas da FAO, sugeriu a criação de centros de pesquisa e armazenamentos de germoplasmas vegetais e a coordenação desses centros ficaria sob responsabilidade da FAO (OLIVEIRA; QUEIROZ, 2016).

No Brasil, a partir da década de 70, alguns germoplasmas vegetais, da região nordeste, foram resgatados e armazenados em diversas instituições para estudo e pesquisa, neste mesmo período foram desenvolvidos grande parte dos relatos de RGVs (RAMOS et al., 2008). Em 1974, a conservação dos RGVs teve seu início consolidado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (CENARGEN), seu centro de pesquisa foi denominado de Centro Nacional de Pesquisa em Recursos Genéticos, posteriormente se tornou a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, com sede em Brasília (KNUDSEN, 2000). No Nordeste do Brasil, os estudos envolvendo as regiões semiáridas, a conservação visa a criação e manutenção dos BGs e coleções de trabalho de diversas culturas (OLIVEIRA, 2015).



### 3 MÉTODOS DE CONSERVAÇÃO DOS GERMOPLASMAS NOS BG

Os germoplasmas podem ser armazenados em distintos tipos de acervos, que são classificados como:

- Os acervos de base - compõem as possíveis variabilidade da espécie alvo, abrangendo os pais selvagens, cultivares, cultivares tradicionais e elites. São indicados para conservação de germoplasmas a longo prazo pela utilização de processos de frigidificação, com temperaturas entre  $-18^{\circ}\text{C}$  e  $-20^{\circ}\text{C}$ . Bastante comum esse tipo de conservação com sementes, a qual tem a umidade reduzida para 4% a 6%. Além de proteger contra possíveis perdas, entretanto não são usados para distribuição ou intercâmbio. Esse tipo de acervo tem como objetivo a preservação de sementes armazenadas de forma adequada, mantidas por instituições nacionais ou internacionais. No Brasil, o Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia da Embrapa (CENARGEN-EMBRAPA) possui um amplo acervo de base, composto por distintas espécies vegetais (BESPALHOK et al., 2014; LOPES et al., 2005).
- Os acervos ativos - possuem conservação de material por um período curto, para gestão e distribuição. Geralmente, são espécies oriundas do acervo de base, com objetivo de avaliar, documentar ou preparar para o intercâmbio de germoplasma (BESPALHOK et al., 2014; LOPES et al., 2005).
- Acervo nuclear - contém a maior variabilidade genética de uma espécie, no menor número de amostras representativas, não contendo acessos duplicados. Visa facilitar a gestão e fomentar a utilização de germoplasma (BESPALHOK et al., 2014).
- Acervo de trabalho - direcionado a conservação de amostras que o pesquisador ou a instituição estão trabalhando (LOPES et al., 2005). Se o material vegetal utilizado for sementes, estas são conservadas por um curto período. Esse tipo de acervo tem tamanho limitado e normalmente é composto por germoplasma elite (BESPALHOK et al., 2014).

### 4 TIPOS DE BANCOS DE GERMOPLASMAS - BGs

De acordo com o tipo de amostra, os bancos de germoplasma podem ser divididos em: bancos de sementes, bancos de campo, bancos in vitro e bancos in situ.

- ✓ Bancos de sementes - conservam sementes ortodoxas em condições controladas de temperatura e umidade (BESPALHOK et al., 2014).
- ✓ Bancos de campo - conservam espécies com sementes recalcitrantes ou de propagação vegetativa (BESPALHOK et al., 2014).
- ✓ Bancos in vitro - são conjuntos de germoplasma mantidos em laboratório, sob condições que reduzem o crescimento das amostras. É destinado a conservar espécies que não toleram



a redução de umidade para o armazenamento. Esse banco também pode ser chamado de Banco ativo de germoplasma *in vitro* (BAG *in vitro*). As plantas são mantidas em um ambiente similar ao de origem, porém em um ambiente com controle de temperatura, luminosidade, disponibilidade de nutrientes e totalmente asséptico, sendo uma excelente alternativa para as espécies conservadas *in vivo* (em campo). Oferece maior segurança e economia de espaço, entretanto mais laboriosa, pois não elimina a necessidade de renovação periódica da coleção. Esse tipo de preservação ocorre via meristemas ou outros tecidos dos vegetais, além disso, pode apresentar crescimento em fluxo contínuo, limitado ou em criopreservação (BESPALHOK et al., 2014; LOPES et al., 2005).

- ✓ Bancos *in situ* - são coleções de germoplasma conservadas no local de origem, os quais são constituídos de reservas genéticas ou conservação de ecossistemas. Dessa mesma forma, os bancos fazem a caracterização e avaliação dos germoplasmas, sendo que para cada espécie há um grupo de descritores mínimos relatados para cada genótipo, bem como alguns dados de características agrônômicas. Outra finalidade desse tipo de banco é o intercâmbio com outras instituições (BESPALHOK et al., 2014).
- ✓ Banco de Campo (*in vivo*) - está destinada a conservar espécies que não suportam diminuição da umidade para o armazenamento. Esse banco também pode ser chamado de Banco ativo de germoplasma *in vivo* (BAG *in vivo*). Essa coleção é bastante viável em espécies de reprodução vegetativa, porém é exigente em relação a área para manter as coleções e seu principal fator limitante é a influência dos fatores bióticos e abióticos (LOPES et al., 2005).
- ✓ Banco *ex situ* - são plantas mantidas fora do seu local de origem. Esse tipo de preservação utiliza diferentes estruturas para manter a variabilidade genética, tais como: acervos de base, acervos ativos, acervos de trabalho, acervos em campo ou em casa de vegetação (*in vivo*), acervos *in vitro*, coleção genômica, criopreservação ou câmaras de refrigeração. (LOPES et al., 2005).
- ✓ Banco Genômico - direcionados para conservação de fragmentos de DNA clonados, que incluem praticamente toda a informação genética de uma determinada espécie (LOPES et al., 2005).

## 5 IMPORTÂNCIA DOS BGs

A conservação de germoplasma auxilia na preservação do conhecimento de espécies extintas, selvagens e outras espécies vivas de uma planta cultivada, uma vez que a interferência humana levou à erosão da diversidade genética, aumentando os genes favorecidos e eliminando totalmente os menos desejáveis, efetuando a extinção do material genético histórico. Ele se preocupa principalmente em



garantir o manuseio seguro e a preservação adequada do germoplasma de plantas comercialmente valiosas, coletando os propágulos de cada táxon. Algumas aplicações de proteção de germoplasma, são utilizadas como melhoramento de plantas e reestruturação de habitat de ecossistemas para pecuária, horticultura e silvicultura e incluem recursos genéticos vegetais (RGV) para alimentos e agricultura (RGVAA) e RGVs para utilização não alimentar, como espécies de plantas medicinais, madeira e espécies de plantas de combustível, espécies ornamentais e espécies recreativas e amenas.

## 6 RELEVÂNCIA DE MANTER OS BGs

As plantas possuem ampla variação genética, bem como os animais, a manutenção das informações da variabilidade genética é importante para o melhoramento genético de plantas. Estes germoplasmas referências são valiosos para proteção da segurança alimentar do mundo e da humanidade, pois nele contém amostras do material genético, os quais podem ser tecidos e órgãos dos vegetais, sendo preservados por longos intervalos de tempo e utilizadas por gerações futuras de cientistas (ZSÖGÖN et al., 2018).

Segundo Bernal et al. (2014) os germoplasmas de espécies mais antigas (ancestrais) são usados como matéria-prima do melhoramento genético de plantas, auxiliando as pesquisas a solucionar alguns problemas como plantas menos suscetíveis a uma determinada praga, por exemplo. Esses exemplares mais rústicos contêm características que podem auxiliar os cultivos aos fatores abióticos (seca) ou bióticos (pragas e doenças). Como resultado desses cruzamentos das espécies ancestrais com cultivares modernas geram cultivares avançadas. Isso é um processo bastante longo, entretanto a biotecnologia tem possibilitado a acelerar o processo, com os BGs os germoplasmas se tornam mais acessíveis, isso tem auxiliado no melhoramento de plantas (WADE et al., 2020).

Essa preservação da biodiversidade em BGs é de suma importância para o desenvolvimento de novas cultivares, pois funciona como um reservatório de genes, o que é estratégico e essencial para o enfrentamento de desafios provocados pelas alterações climáticas ou pelo surgimento de novas doenças e pragas que possam comprometer a produção de alimentos (HENNING; NEPOMUCENO, 2021).

Com a aplicação dos recursos biotecnológicos é possível transladar atributos genéticos de interesse para novas cultivares, por meio de técnicas de cruzamento de plantas ou da técnica de transformação genética ou edição gênica, essas duas últimas são mais rápidas e precisas (ZSÖGÖN et al., 2018). Os processos são otimizados com a disponibilidade das plantas em BGs (BESPALHOK et al., 2014).



## 7 MANUTENÇÃO E SEGURANÇA DOS BG

A manutenção dos BGs se tornou um recurso genético tático para a conservação da heterogeneidade genética, possibilitando superar diversos problemas de escassez agrícola (ESQUINÁS-ALCÁZAR, 2005). As plantas possuem ampla variação genética, bem como os animais, a manutenção das informações da variabilidade genética é importante para o melhoramento genético de plantas. Estes germoplasmas referências são valiosos para proteção da segurança alimentar do mundo e da humanidade, pois nele contém amostras do material genético, os quais podem ser tecidos e órgãos dos vegetais, sendo preservados por longos intervalos de tempo e utilizadas por gerações futuras de cientistas (ZSÖGÖN et al., 2018).

Mediante os BGs, os germoplasmas conservados são utilizados para o desenvolvimento de novas cultivares mais produtivas, adaptadas a distintas situações ambientais, resistentes a pragas e doenças, com características nutricionais melhoradas. As plantas oriundas do melhoramento genético, contribuem para abastecer o crescente consumo por recursos agrícolas da população mundial (LOPES et al., 2005).

Existem vários BGs espalhados pelo mundo e eles têm distintas formas de conservar as espécies. Para acondicionar materiais nos BGs, existem protocolos e leis nacionais e internacionais, protegendo o germoplasma dos países. A solicitação, relocação, inclusão e, até mesmo, transferência de sementes, mudas ou qualquer parte de um vegetal, necessita de requisitos de medidas de segurança sanitárias, procedimentos fora das normas é configurado como crime. O intercâmbio dos germoplasmas deve ser feito por instituições responsáveis pelos bancos de germoplasma e que possuem registros dos materiais (MAPA, 2020).

## 8 BANCOS DE GERMOPLASMAS (BGs) NO MUNDO

O maior BG vegetal está localizado na Noruega, no arquipélago de Svalbard, denominado Svalbard Global Seed Vault, foi projetado aproveitando as condições geográficas e climáticas do local, esse banco abriga sementes de todo o mundo. O armazenamento é oferecido de forma segura, gratuita e de longo prazo. Foi criado como forma de evitar a extinção de espécies vegetais. A gestão e operação de Svalbard é de responsabilidade do governo da Noruega, da Crop Trust e do Centro de Conservação de Recursos Genéticos dos países Nórdicos (HENNING; NEPOMUCENO, 2021).

Desde sua inauguração, só o Brasil já enviou mais de 4810 acessos genéticos a serem preservados em Svalbard, os depósitos ocorreram nos anos de 2012, 2014, 2020 e 2022, nas ocasiões foram depositados respectivamente, 805, 514, 3.438 e 53 acessos de sementes brasileiras. Os depósitos tem como finalidade guardar as sementes como cópias de segurança, em caso de desastres naturais. Esses materiais são fundamentais para o programa de melhoramento genético da Embrapa Pecuária Sudeste (EMBRAPA, 2022).



## 9 BANCOS DE GERMOPLASMA (BG) NO BRASIL

O Brasil é um país rico em diversidade biológica, provavelmente um quinto da biodiversidade do nosso planeta ocorra aqui, por este motivo o país é um grande protagonista da produção mundial de produtos agrícolas. Isso o torna um dos principais responsáveis pelo monitoramento BGs. Atualmente, o país está entre os dez primeiros países que mais preservam seus recursos biológicos genéticos (HENNING; NEPOMUCENO, 2021).

Os BGs no Brasil são constituídos, na sua maioria, por instituições que buscam preservar, qualificar, avaliar e disponibilizar material genético de plantas para serem utilizadas no desenvolvimento de pesquisas científicas, na agricultura ou na proteção da biodiversidade. Sua principal função é a conservação da variabilidade genética de plantas cultivadas, espécies selvagens e parentes silvestres de plantas cultivadas, promover o uso sustentável da biodiversidade vegetal (BESPALHOK et al., 2014).

No Brasil são catalogados 268 BG, os quais estão sob a curadoria de 37 instituições de pesquisa e ensino, com aproximadamente 370 mil acessos guardados (ALELO, 2023). O maior BG no país, pertence à Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (CENARGEN) e está localizada em Brasília. Este contém mais de 115 mil acessos, cerca de 1000 espécies distintas de sementes, e aproximadamente 1.200 acessos de plântulas preservadas in vitro. Esta empresa ainda mantém 165 BG, distribuídos em 21 unidades da empresa nas regiões Norte, Nordeste e Sudeste (ABRATES, 2022).

O CENARGEN inaugurou em 2014 um BG denominado de Alelo, que possui diversos acervos genéticos de animais, vegetais e microrganismos, preservando milhares de espécies nativas e exóticas de grande relevância para a agricultura, segurança alimentar e nutricional do povo brasileiro. Sendo uma das maiores coleções e importantes do mundo, auxiliando na manutenção da humanidade (ALELO, 2023). Atualmente, a instituição dispõe de cinco tipos de bancos que são:

- Banco de Germoplasma Animal (BGA) - composto por 25 gêneros, 35 espécies, 29.980 indivíduos e 1.840.044 amostras;
- Banco de Genético de Microrganismos (BGM) - que possui 341 gêneros, 327 espécies, 7.170 acessos, e 12.320 amostras;
- Banco de Germoplasma Vegetal de Sementes (BGVS) - formado por 340 gêneros, 1.121 táxons, 120.617 acessos e 148.978 amostras;
- Banco de Germoplasma Vegetal in vitro (BG in vitro) - constituído por 8 gêneros, 23 espécies e 513 acessos;
- Banco de DNA Genômico (BDNAG) - com 16 gêneros, 31 espécies e 4.255 acessos.



## 10 BANCOS DE GERMOPLASMA (BG) NO NORDESTE

Nos últimos 10 anos, a região Nordeste do Brasil, tem sido alvo de estudos de desenvolvimentos de novos BGs, principalmente nas regiões semiáridas. Isso se deve ao empenho de conservação das informações genéticas típicas do bioma da Caatinga e hoje várias instituições da região dedicam-se a estudar os recursos genéticos existentes na região. O Semiárido brasileiro destaca-se por ter uma flora muito variada, com cerca de 300 espécies endêmicas e mais de 1000 espécies distintas registradas (Santos Júnior et al., 2022).

## 11 BRASIL E A IMPORTÂNCIA DO PROTOCOLO DE NAGOYA

A acessibilidade dos BGs faz parte do acordo do Protocolo de Nagoya, o qual assegura o acesso justo e equitativo dos benefícios decorrentes da utilização dos recursos genéticos (animais, plantas, fungos, microrganismos). Para isso foi criado um plano internacional que pretende impedir a biopirataria e a apropriação indevida das riquezas genéticas, assim esse protocolo também visa contribuir com a conservação e o uso sustentável da biodiversidade. Esse acordo foi proposto na Convenção sobre a diversidade biológica (COP 5), em outubro de 2010, em Nagoya, no Japão (DAVIS et al., 2016).

O Brasil é o maior recordista do mundo, em relação à biodiversidade, tem buscado formas de promover a repartição de benefícios e reconhecer o valor do conhecimento tradicional da biodiversidade. Foi pioneiro em estabelecer uma estrutura nacional de acesso a recursos genéticos e compartilhamento de benefícios desde sua primeira lei de biodiversidade, sancionada em 2001 e reformulada em 2015. O país finalizou o processo do acordo e passou a integrá-lo oficialmente em 2021, demonstrando indício de expansão de mercado e abertura para a Bioeconomia, a qual é fundamental para os avanços de uma agricultura mais sustentável e valorizando a conservação da biodiversidade (MAPA, 2023).

Os BGs são de suma importância para a preservação das informações genéticas das espécies. Afinal, eles representam um tesouro de valor inestimável, para a conservação e conhecimento genético dos vegetais, os quais podem nos revelar bases ainda desconhecidas e que sejam úteis para o futuro, contribuindo para a preservação da biodiversidade e sem perder o olhar no passado.



## REFERÊNCIAS

- ALELO, MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento | EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária: Recursos genéticos. Banco Genético. 2023. Disponível em: <https://alelo.cenargen.embrapa.br/numeros/Executar?acao=BGE.numeros#indicemicro>. Acessado 30 jul 2023.
- BESPALHOK, F. J. C., GUERRA, E. P., OLIVEIRA, R. Uso e conservação de germoplasmas. In: *Melhoramento de Plantas*. p.21-28. 2014. Disponível em: <http://www.bespa.agrarias.ufpr.br/paginas/livro/capitulo%203.pdf>. Acessado em 29 jul. 2023.
- ABRATES, I. Banco Mundial de Sementes guarda uma das maiores riquezas da humanidade. *Revista Cultivar*. 2022. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/banco-mundial-de-sementes-guarda-uma-das-maiores-riquezas-da-humanidade>. Acessado 30 jul. 2023.
- DAVIS, K., HOLANDA, P., LYAL, C., SILVA, M., FONTES, E. M. G. Implementação do Protocolo de Nagoia sobre Acesso e Repartição de Benefícios: Diálogo entre o Brasil e a União Europeia. 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/recursos-geneticos-1/protocolodenagoia>. Acessado em 29 jul 2023.
- ESQUINÁS-ALCÁZAR, J. International Treaty on Plant Genetic Resources for Food and Agriculture and Other International Agreements on Plant Genetic Resources and Related Biotechnologies. In: COOPER, J., LIPPER, L.M., ZILBERMAN, D. *Agricultural Biodiversity and Biotechnology in Economic Development. Natural. Resource Management and Policy*, vol 27. Springer, Boston, MA (2005). DOI: [https://doi.org/10.1007/0-387-25409-9\\_20](https://doi.org/10.1007/0-387-25409-9_20). Acessado 29 jul 2023.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Banco Mundial de Sementes recebe material genético de pastagens da Embrapa. 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/76022057/banco-mundial-de-sementes-recebe-material-genetico-de-pastagens-da-embrapa>. Acessado 30 jul 2023.
- EVANS, L. T. The domestication of crop plants. In: EVANS, L. T. *Crop evolution, adaptation and yield*. Cambridge: Cambridge University Press, 1993. p. 62-112.
- HENNING, L., NEPOMUCENO, A. Bancos de germoplasma: guardiões da biodiversidade e da variabilidade genética. (2021). Disponível em: <https://seednews.com.br/artigos/3697-bancos-de-germoplasma-edicao-setembro-2021>. Acessado em 29 jul 2023.
- KNUDSEN, H. Directorio de Colecciones de Germoplasma en América Latina y el Caribe. Primeira edição. International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italia. 2000.
- LOPES, M. A., SAMPAIO, M. J. A., TRIGO, E., CHUDNOVSKY, D., CAP, E., LÓPEZ, A. *Approaching Biotechnology - Experiences from Brazil*. In: RICARDO MELENDEZ-ORTIZ, VICENTE SANCHEZ, *Trading in Genes: Development Perspectives on Biotechnology, Trade and Sustainability*. Earthscan, UK. 2005.
- MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Importação de sementes e mudas deve atender a requisitos estabelecidos pelo Mapa. 2020. Disponível: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/importacao-de-sementes-e-mudas-deve-atender-a-requisitos-estabelecidos-pelo-mapa>. Acessado 29 jul 2023.



MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Importação de Produtos Vegetais. 2023. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/importacao-de-sementes-e-mudas-deve-atender-a-requisitos-estabelecidos-pelo-mapa> Acessado 29 jul 2023.

OLIVEIRA, R. S. Coleta, caracterização e avaliação preliminar de acessos de *Stylosanthes* spp. 2015. 111f. Tese (Doutorado) - Recursos Genéticos Vegetais. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, Bahia.

OLIVEIRA, R. S., QUEIRÓZ, M. A. Banco Ativo de Germoplasma de *Stylosanthes* spp. da Universidade Estadual de Feira de Santana – BA. Revista RG News 2 - Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, v. 2, n. 2, p. 119-128, 2016.

RAMOS, S. R. R., QUEIROZ, M. A., ROMÃO, R. L., JÚNIOR, J. F. S. J. Germoplasma vegetal conservado no Nordeste brasileiro: situação atual, prioridades e perspectivas. Magistra, Cruz das Almas-BA, v. 20, p. 205-217, 2008.

SANTOS JÚNIOR, S. R.A., PELACANI, C. R., SANTOS, V. O., SILVA, A. A., FERNANDES, S. M., GISSI, D. S., OLIVEIRA, R. S. Banco de Germoplasma de Forrageiras da Universidade Estadual de Feira de Santana (BGF-UEFS). Revista RG News, n. 8, v. 2, p: 5-16. 2022 - Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos. ISSN: 2526-8074.

VEIGA, R. F. de A. Bancos de germoplasma. 2008. Disponível em: <http://www.biota.org.br/pdf/v72cap04.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2023.

WADE R, AUGYTE S, HARDEN M, NUZHDIN S, YARISH C, ALBERTO F (2020) Macroalgal germplasm banking for conservation, food security, and industry. PLoS Biol 18(2): e3000641. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.3000641> Acessado 28 jul 2023.

ZSÖGÖN, A., ČERMÁK, T., NAVES, E., NOTINI, M. M., EDEL, K. H., WEINI, S., FRESCHI, L., VOYTAS, D. F., KUDLA, J., PERES, L. E. P. Domesticação de novo de tomate selvagem usando edição de genoma. Nature Biotechnology, v. 36, p.1211–1216, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1038/nbt.4272>. Acessado 28 jul 2023.

## Ligas camponesas, musicalidade e movimentos sociais no Brasil



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-046>

### Ivonete Terezinha Tremea Plein

Mestre em Geografia (UNIOESTE). Mestre em Educação (UNILEON). Doutoranda em Geografia (UNIOESTE). Técnica em Assuntos Educacionais (UTFPR).

E-mail: ittp20@gmail.com

### RESUMO

Este capítulo apresenta um resgate de parte da história das Ligas Camponesas no Brasil, seus desafios e conquistas na luta pela Reforma Agrária e sua relevância como base do movimento social, mais amplamente conhecido no Brasil: o MST. Outro aspecto relevante deste ensaio é ilustrar a musicalidade presente nos movimentos sociais,

como ferramenta de mobilização. Metodologicamente, este capítulo foi estruturado a partir de revisão bibliográfica sobre a história e caracterização das Ligas Camponesas e a demonstração de como a música é um instrumento de luta dos movimentos sociais no Brasil. Como principais resultados destaca-se: (a) que a luta pela terra não terminou, seguindo como uma das principais reivindicações, em face a realidade, cada vez mais, desigual no campo e na cidade; (b) o povo brasileiro utiliza-se de sua expressão cultural para denunciar o abuso de poder e as injustiças sociais, como forma de manter seu apelo pela justiça sem que isso os condene a discriminação total.

**Palavras-chave:** Reforma agrária, Justiça social, Expressão cultural.

## 1 INTRODUÇÃO<sup>1</sup>

Os movimentos sociais no Brasil são marcados pela musicalidade, pela luta de diferentes classes unidas num mesmo ideal, qual seja: a busca incessante pela terra, moradia, trabalho e justiça social em todos seus aspectos. Na metade do século passado, as Ligas Camponesas ganharam expressão nacional e tornaram-se a base para outros movimentos sociais após a ditadura. Fazer um resgate desses movimentos é imprescindível para a atualidade brasileira.

Refletir sobre as Ligas Camponesas no Brasil e, um pouco da origem dos movimentos sociais, é sempre intrigante e desafiador, já que a história é contada ou revelada, no mínimo, por duas partes e cabe análise de quão real e significativa se fazem, num processo de entendimento das realidades.

Criadas em 1954, no município de Santo Antônio, em Pernambuco, as Ligas Camponesas foram uma força gigantesca dos camponeses brasileiros, silenciadas pelo Regime Militar, mas que cumpriram seu papel na organização e na luta pelo acesso à terra, deixando seu legado, sua força e exemplo para as iniciativas de mobilização na redemocratização do país. Questionavam o poder dos latifundiários no campo e fortaleciam os movimentos dos trabalhadores urbanos nas cidades.

<sup>1</sup> Versão revisada e ampliada à apresentada e publicada nos Anais do SINAPEQ (TREMEA PLEIN, 2022).



O capítulo está dividido em três partes. Na primeira, uma breve discussão sobre o movimento político da classe camponesa através das Ligas. A segunda trata da caracterização das Ligas Camponesas. Enquanto, a terceira parte, mostra a dimensão de ameaça ao poder estabelecido, perpassando no tempo histórico e, a presença das representações musicais de luta dos movimentos sociais até a atualidade.

## 2 AS LIGAS CAMPONESAS COMO MOVIMENTO POLÍTICO DA CLASSE CAMPONESA

Os movimentos sociais no mundo têm características distintas, dependendo de sua localização no espaço/tempo, sem com isso, desqualificar sua luta comum pela construção de sociedades mais igualitárias e ausência de opressão. Neste cenário, nem sempre há consenso sobre os movimentos sociais no campo, há aqueles que, usando-se do discurso de Marx, neguem aos camponeses sua capacidade de mobilização.

Marx (1978), na obra “O 18 Brumário de Luís Bonaparte” analisa o retorno da França à monarquia apoiada pelos camponeses. O autor mostra-se bastante irritado com a situação, afirmando que os camponeses, além de não constituírem uma classe, são incapazes de organização política. É o famoso “saco de batatas”.

Os pequenos camponeses constituem uma imensa massa, cujos membros vivem em condições semelhantes, mas sem estabelecerem relações multiformes entre si. (...) A grande massa da nação francesa é, assim, formada pela simples adição de grandezas homólogas, da mesma maneira por que batatas em um saco constituem um saco de batatas. (...) na medida em que existe entre os pequenos camponeses apenas uma ligação local e em que a similitude de seus interesses não cria entre eles comunidade alguma, ligação nacional alguma, nem organização política, nessa exata medida não constituem uma classe. São, conseqüentemente, incapazes de fazer valer seu interesse de classe em seu próprio nome (...). Não podem representar-se, têm que ser representados (MARX, 1978, p. 115-116).

O livro de José de Souza Martins, “Os Camponeses e a Política no Brasil: as lutas sociais no campo e seu lugar no processo político” é um contraponto a essa visão. A obra é escrita em 1981 e refere-se aos movimentos camponeses que ocorreram no Brasil no período que vai da abolição da escravidão (1888) até o golpe militar (1964). Para Martins (1981), no Brasil a expressão camponês/campesinato tem a ver com a luta dos trabalhadores do campo a partir dos anos 1950. Por um lado, expressões regionalizadas como caipira, caiçara, caboclo, agregado, posseiro e sitiante são agrupadas no termo camponês. Por outro, os proprietários de terra, nas suas variantes regionais como estancieiro, fazendeiro, senhor do engenho, seringalistas e coronéis, representam os latifundiários. “Essas novas palavras – *camponês* e *latifundiário* – são palavras políticas, que procuram expressar a unidade das respectivas situações de classe e, sobretudo, que procuram dar unidade às lutas camponesas” (MARTINS, 1981, p. 22).

Martins (1981) destaca que “alguns dos mais importantes acontecimentos políticos da história contemporânea do Brasil são camponeses” (p. 25). A partir disso, o autor analisa vários movimentos



camponeses, entre os quais pode-se destacar Canudos na Bahia (1893-1897), Contestado entre Paraná e Santa Catarina (1912-1916), Ligas Camponesas (1955-1964) e Revolta dos Colonos no Sudoeste do Paraná (1957). Destaca que “poucos sabem e se dão conta de que o campesinato brasileiro é a única classe social que, desde a proclamação da República, tem uma reiterada experiência direta de confronto militar com o Exército” (p. 27).

Portanto, contrariamente ao que Marx (1978) analisou sobre o caso francês, Martins (1981) conclui que o camponês brasileiro é uma classe social e sua luta pela terra é um movimento político. Para Martins (1981) os camponeses constituem uma classe, pois, possuem uma unidade, qual seja, sua luta é a luta pela terra, o que faz “das guerras camponesas, guerras políticas” (p. 62). No texto que segue, será analisado um desses movimentos surgidos no Brasil, as Ligas Camponesas.

### **3 AS LIGAS CAMPONESAS NO BRASIL**

A produção de cana de açúcar no Brasil, que já estava bastante comprometida pela desvalorização no mercado internacional, ficou ainda mais comprometida e inviável aos grandes proprietários de terra após a crise de 30, deixando de ser um bom e rentável negócio.

Diante dessa crise, boa parte dos proprietários de Engenho optou por viver nas cidades e arrendar as terras aos trabalhadores do Engenho.

Os trabalhadores, chamados foreiros, trabalhavam e viviam em parcelas da propriedade e pagavam ao proprietário uma renda (foro). Essa renda, no entanto, era de um valor bastante alto, em muitos casos o valor pago durante três anos correspondia ao valor comercial de venda da parcela de terra ocupada pelo foreiro e sua família.

As figuras, 01, 02 e 03 ilustram a realidade de vida no Nordeste do Brasil, em um engenho, na década de 1950.



Figura 01: O Engenho. Fonte: Andrade, 1963, p. 75



Figura 02: A casa do foreiro. Fonte: Andrade, 1963, p. 111





Figura 03: Os Camponeses. Fonte: Andrade, 1963, p. 209



Após a Segunda Guerra Mundial, a produção de açúcar voltou a ser um bom negócio aos grandes produtores, proprietários de terras. Assim, muitos retomaram a produção de cana de açúcar. Para isso, os camponeses que ocupavam as terras tiveram que parar de produzir e nem todos continuaram empregados na produção do Engenho. Além disso, foram obrigados a deixar as terras onde viviam há muitos anos, com sua família e seu grupo social, pois:

O uso e a difusão da máquina fizeram cair a demanda de mão-de-obra e os trabalhadores tiveram que fazer migrações sazonais à procura de trabalho, levando-os a um maior grau de empobrecimento. (...) Em compensação as facilidades de comunicações os levaram a se organizar para reivindicar direitos e para reagir contra a espoliação de que estavam sendo vítimas (ANDRADE, 2004, p. 82).

A situação dos camponeses (foreiros) tornou-se bastante delicada, já que estavam sendo impedidos de continuar produzindo e vivendo em terras que por anos ocuparam e cuidaram como suas. Estavam sendo impedidos de continuar seu modo de vida, já que este está diretamente ligado à terra, e esta estava sendo-lhes negada. Assim,

Com a redemocratização do país, a partir de 1946, trabalhadores passaram a se organizar em associações profissionais, tentando formar sindicatos e ligas. Estas iniciaram as suas atividades com o apoio do Partido Comunista, ainda na década de 40, quando ele vive um curto período de legalidade. A organização em sindicatos era muito difícil, de vez que eles estavam sob controle do Ministério do Trabalho (ANDRADE, 2004, p. 82).

Nesse contexto, é que em 1954, no município de Santo Antão, em Pernambuco, no Engenho da Galiléia, surge o movimento que foi conhecido por “Liga dos Camponeses”.



Um grupo de 140 famílias (aproximadamente mil pessoas) viviam e produziam em uma área de terra de 500 ha, tendo cada família em média uma área de 3,5 ha. Pelo uso da terra pagavam uma renda anual que equivalia à metade do valor de venda da terra (BASTOS, 1984).

Com a retomada da produção de cana de açúcar, o proprietário do Engenho da Galiléia exigia a devolução das terras usadas pelos foreiros e a saída de muitos deles da propriedade. Esses camponeses não aceitaram tal exigência, sem contestar, reuniram-se para se fortalecer e lutar em prol do que acreditavam ser direito deles: “permanecer na terra”. Para isso, criaram a Sociedade Agrícola e Pecuária dos Plantadores de Pernambuco. Essa foi a forma que encontraram de representar-se legalmente, uma iniciativa dos próprios camponeses que logo teve apoio externo, tendo como seu representante legal Francisco Julião Arruda de Paula e apoio do Partido Comunista Brasileiro.

“Eles eram como um punhado de areia que, jogada, se desfazia no ar. Liga seria o cimento capaz de unir essa areia e transformá-la em sólido bloco” (Francisco Julião Arruda de Paula *apud* GASPAR, 2022).

Com a organização e luta dos camponeses somados ao apoio de Julião, conquistaram o direito de permanecer na terra em que viviam. Foi assim, que a Liga dos Camponeses se tornou um movimento forte e começou a expandir-se por todo o Estado de Pernambuco, como exemplo de organização social e política, dos camponeses e dos trabalhadores em geral. Organizações que se tornavam cada vez mais fortes e com maior número de adeptos, questionavam o poder dos latifundiários no campo e fortaleciam os movimentos dos trabalhadores urbanos nas cidades, representando uma força popular que simbolizou uma ameaça ao poder dominante daquela época. “Os chefes militares que muito se preocupam com a atuação das ligas acreditam que elas tenham de 30 a 35 mil adeptos em Pernambuco e cerca de 80 mil no Nordeste” (ANDRADE, 1963, p.247).

Posições ideológicas, interesses locais e regionais, influências e disputas de lideranças, provocaram o surgimento de vários movimentos camponeses que amedrontaram as classes dominantes, ocasionando a realização do golpe de 1964. Temiam elas o estabelecimento, sob orientação de Goulart, de uma república sindicalista (ANDRADE, 2004, pp. 82-83).

“Devemos sempre lembrar de que, em um período de transição, as antigas classes dominantes não estão ainda completamente desprovidas de sua força e a luta entre o novo e o antigo é uma luta de morte” (SANTOS, 2012, p.76).

#### **4 O CONTEXTO HISTÓRICO DO SURGIMENTO E EXPANSÃO DAS LIGAS CAMPONESAS**

A partir do Plano de Metas do Governo de Juscelino Kubitschek, o Brasil se insere num processo de desenvolvimento urbano-industrial, para o qual, a agricultura deveria desempenhar determinadas funções como a produção de alimentos abundantes e baratos para abastecer as cidades;



fornecer mão-de-obra para a indústria em expansão; produzir produtos exportáveis para a geração de divisas; ser consumidora de produtos industriais (OLIVEIRA, 1988). Entretanto, o diagnóstico da época era de uma agricultura “atrasada”, que não teria condições de atender as “funções” citadas acima. Era preciso, portanto, “modernizar”.

Foram 10 anos de organização popular, ocupação de engenhos e outras ações de grande impacto político. (...) Sua projeção nacional se deu principalmente pela exploração, por parte da mídia e das elites locais, do discurso de que o Nordeste, na década de 1950, seria uma “região problema”, caracterizada por calamidades climáticas, pela miséria, pela fome, por índices altos de mortalidade e baixos de saúde e educação, constituindo-se, enfim, em uma das representações do “atraso”. A “correção” dos problemas do Nordeste, segundo a narrativa da época, era apresentada como passo importante para alcançar o desenvolvimento do país. (...) Os camponeses nordestinos, por sua vez, organizaram-se em torno das Ligas para alcançar sua emancipação em relação à mesma elite que construiu essa narrativa. Uma de suas principais bandeiras, e que ainda é ponto central da atuação dos movimentos camponeses, era a reforma agrária (SARTORATO, 2018).

O modelo de desenvolvimento da agricultura brasileira, adotado, sobretudo a partir dos anos 60, conhecido como “modernização da agricultura” foi um processo extremamente desigual, do ponto de vista dos produtos (principalmente os exportáveis como milho e soja), das regiões (centro-sul) e dos agricultores beneficiados (os que já estavam em melhores condições). Graziano da Silva (1982), chamou esse processo de “a modernização dolorosa” ou “modernização conservadora”, uma vez que, alterou unicamente a base técnica sem alterar a estrutura fundiária do país, mantendo a base latifundiária.

O processo de modernização da agricultura brasileira capitaneada pelo Estado, foi um processo articulado de políticas de crédito, seguro, preço mínimo, pesquisa agropecuária e extensão rural. Conforme destacado por Graziano da Silva (1996), a agricultura torna-se cada vez mais ligada às indústrias (a montante e a jusante), constituindo os chamados complexos agroindustriais.

A extensão rural desempenhou um papel significativo e representativo nesse processo, pois, tinha a função de levar as inovações tecnológicas aos agricultores e convence-los a adotar tais tecnologias e práticas, ditas “modernas”, abandonando suas formas tradicionais de fazer agricultura, consideradas atrasadas naquele viés. Esse processo de extensão foi duramente criticado por Freire (2001), argumentando que se tratava de uma forma de violência cultural, que domestica o ser humano e é antidialógico, ou seja, não estava preocupado com as vontades dos agricultores, tratava-se de um processo totalmente “de cima para baixo” (FREIRE, 2001). O ensino nas escolas técnicas e superiores de agricultura também seguiam o mesmo modelo importado dos Estados Unidos, totalmente impositivo aos camponeses e desrespeitando seus conhecimentos e sua cultura. Freire, destaca que:

Desafiado pela visão crítica da reforma agrária, o agrônomo tem que preocupar-se com algo que vai mais além de uma mera assistência técnica (...) Como agente da mudança, com os camponeses (agentes também), cabe a ele inserir-se no processo de transformação, conscientizando-os e conscientizando-se ao mesmo tempo (FREIRE, 2001, p. 61).



Obviamente, que não foi dessa forma. As imposições do Estado dominante, silenciavam e oprimiam os camponeses, assim como o faziam os agentes extensionistas, que eram, funcionários dos órgãos que representavam o Estado. Os resultados “amargos” desse processo podem ser exemplificados pelo êxodo rural e os diversos problemas ambientais, seja do ponto de vista do esgotamento dos recursos naturais, bem como, através da poluição da água, solo, alimentos e do ser humano (GLIESSMAN, 2001).

## 5 A REFORMA AGRÁRIA AMEAÇAVA O PODER

Diante desse quadro em que o Brasil se encontrava, as Ligas cresciam e se fortaleciam, espalhando-se pelo Brasil. Havia conflitos de interesse e as ligas começaram a ser “disputadas” entre diferentes correntes de pensamentos políticos/ideológicos.

De um lado o PCB (Partido Comunista Brasileiro), acreditava na força das ligas, mas apenas se estas se juntassem e fossem lideradas pelos trabalhadores urbanos, pois não percebiam o poder de organização e luta inerentes ao modo de vida camponesa. Acreditavam que os camponeses deveriam ser “guiados” por outra classe de trabalhadores, que consideravam mais politizada, os trabalhadores urbanos (Revolução Democrática Burguesa).

Se até 1940 o messianismo e o cangaço foram as formas dominantes de organização e de manifestação da rebeldia camponesa, a partir dos anos 50 a liga camponesa e o sindicato serão as formas mais importantes de organização e de luta política dos camponeses... (MARTINS, 1981, p.67).

De outro lado, os camponeses conheciam sua força e tinham o apoio de Francisco Julião e outros políticos que acreditavam na capacidade revolucionária da organização camponesa, inspirados pela Revolução Camponesa em Cuba e China (Revolução das Massas).

A partir de 1959 as Ligas Camponesas se expandiram também rapidamente em outros estados, como a Paraíba, estado do Rio (Campos) e Paraná, aumentando o impacto político do movimento. Dentre esses núcleos, o mais importante foi o de Sapé, na Paraíba, o mais expressivo e o maior de todos. A expansão da Liga de Sapé se acelerou a partir de 1962, quando foi assassinado seu principal líder, João Pedro Teixeira, a mando do proprietário local. Pouco depois esse núcleo congregaria cerca de dez mil membros, enquanto outros núcleos iriam se espalhar pelos municípios limítrofes. (...) Entre 1960 e 1961, as Ligas organizaram comitês regionais em cerca de dez estados da Federação. Em 1962 criou-se o jornal A Liga, porta-voz do movimento, que pretendia ter uma difusão nacional, mas que na realidade permaneceu ligado a um número reduzido de leitores, que eram os próprios militantes do movimento. Também nesse ano fez-se uma tentativa de constituir um partido político que se chamou Movimento Revolucionário Tiradentes. O que ocorreu, no entanto, é que enquanto as reivindicações camponesas pela terra, advogadas pelas Ligas, ganhavam corpo, as pretensões políticas da cúpula do movimento se esvaziavam diante de um movimento sindical organizado e mais ligado à Igreja e ao Estado (MEMORIAL DAS LIGAS E LUTAS CAMPONESAS, 2023).



Depois de muitas lutas, movimentos e organizações, as ligas tornaram-se fortes. Os camponeses buscavam mais do que ficar nas terras em que viviam, colocaram a Reforma Agrária como Bandeira de Luta para a transformação da sociedade brasileira e,

As Ligas Camponesas, iniciadas em Pernambuco sob a orientação do deputado socialista Francisco Julião, eram uma sociedade civil, tendo sido bem aceitas e orientadas, sobretudo por pequenos produtores, proprietários e arrendatários, e logo se expandiram por todo o Brasil. (...) nas Ligas Camponesas, a primeira reivindicação era a reforma agrária que desejavam se fizesse “na lei ou na marra” (ANDRADE, 2004, p. 82).

A Música “Ordem e Progresso” de Zé Pinto (1997), mantém claro o discurso em defesa da Reforma Agrária, assim como a Liga dos Camponeses estabelecera como bandeira na sua luta, antes que o Golpe Militar os silenciasse.

No ano de 1997, cerca de 100 mil pessoas receberam em Brasília, a Marcha Nacional por Emprego, Justiça e Reforma Agrária, em denúncia ao Massacre de Eldorado dos Carajás. Foi no trajeto da marcha que Zé Pinto escreveu a música: “Ordem e progresso”. Em suas próprias palavras: “A música que o povo luta porque ama a pátria. Infelizmente às vezes vem a repressão e bate nas pessoas que estão querendo uma coisa melhor pra todos” (ALCÂNTARA, 2022).

No quadro 01, está a letra entoada há mais de 25 anos, em nome da Reforma Agrária,

Quadro 01: Música “Ordem e Progresso”. Fonte: Pinto (2022).

<p style="text-align: center;"><b>Ordem e Progresso</b> <b>José Pinto de Lima</b></p> <p style="text-align: center;">Esse é o nosso país Essa é a nossa bandeira É por amor a essa pátria Brasil Que a gente segue em fileira</p> <p style="text-align: center;">Queremos que abrace essa terra Por ela quem sente paixão Quem põe com carinho a semente Pra alimentar a nação Quem põe com carinho a semente Pra alimentar a nação Amarelos são os campos floridos As faces agora rosadas Se o branco da paz se irradia Vitória das mãos calejadas Se o branco da paz se irradia Vitória das mãos calejadas</p> <p style="text-align: center;">Esse é o nosso país...</p> <p style="text-align: center;">Queremos mais felicidades No céu deste olhar cor de anil No verde esperança sem fogo Bandeira que o povo assumiu No verde esperança sem fogo Bandeira que o povo assumiu A ordem é ninguém passar fome</p>
--



Progresso é o povo feliz  
A Reforma Agrária é a volta  
Do agricultor à raiz  
A Reforma Agrária é a volta  
Do agricultor à raiz  
  
Esse é o nosso país...

Mais uma vez, a arte demonstrou seu papel na história, sobretudo, de reafirmar que luta não morre, como alguns querem convencer o povo. Mesmo em meio às crises, de luto pelos mártires, o povo Sem Terra segue cantando, transformando sua dor em rebeldia (ALCÂNTARA, 2022).

Em 31 de março de 1964, os militares tomam o poder e acabam com qualquer tipo de mobilização organizada. As Ligas são silenciadas, com mortes, perseguições e prisões. Os militares optaram pela “modernização conservadora”, ou seja, mudança da base tecnológica sem alterar a estrutura fundiária do país (Graziano da Silva, 1982). No entanto,

Seu erro ou seu equívoco é desconhecer que o tempo em que gerações viveram, experimentaram, trabalharam, morreram e foram substituídas por outras gerações que continuaram a viver, experimentar, trabalhar, morrer, não é um tempo de calendário (...) é um tempo real (...) é um tempo de acontecimentos em que os camponeses, de geração em geração se foram constituindo em certa forma de ser, ou de *estar sendo*, que *per-dura* na nova estrutura. Esta é a razão pela qual, o tempo da estrutura anterior, de certo modo, e em muitos aspectos, “co-existe” com este. Assim é que os camponeses no tempo novo, revelam, em seus modos de comportar-se, de maneira geral, a mesma dualidade básica que tinha na estrutura latifundista. E é inteiramente normal que isso aconteça (FREIRE, 2001, p 59. Grifos no original).

O sonho continuou na luta calada dos camponeses, dos trabalhadores urbanos, dos estudantes, artistas e tantos outros grupos sociais. A música “Pra não dizer que não falei das flores”, de Geraldo Vandré, de 1968, foi censurada por representar um hino de resistência contra o Governo Militar e serve para mostrar que o silêncio da luta é aparente, como pode ser percebido em sua letra e as repetições dos refrões, vistos na música do quadro 02:

Quadro 02: Música de Geraldo Vandré “Pra não dizer que não falei das flores”.

**Pra não dizer que não falei das flores**  
**Geraldo Vandré**

Caminhando e cantando e seguindo a canção  
Somos todos iguais, braços dados ou não  
Nas escolas, nas ruas, campos, construções

Caminhando e cantando e seguindo a canção  
Vem, vamos embora, que esperar não é saber  
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer  
Vem, vamos embora, que esperar não é saber  
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer

Pelos campos há fome em grandes plantações  
Pelas ruas marchando indecisos cordões  
Ainda fazem da flor seu mais forte refrão  
E acreditam nas flores vencendo o canhão



Vem, vamos embora, que esperar não é saber  
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer  
Vem, vamos embora, que esperar não é saber  
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer

Há soldados armados, amados ou não  
Quase todos perdidos de armas na mão  
Nos quartéis lhes ensinam uma antiga lição  
De morrer pela pátria e viver sem razão  
Vem, vamos embora, que esperar não é saber  
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer  
Vem, vamos embora, que esperar não é saber  
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer

Nas escolas, nas ruas, campos, construções  
Somos todos soldados, armados ou não  
Caminhando e cantando e seguindo a canção  
Somos todos iguais, braços dados ou não  
Os amores na mente, as flores no chão  
A certeza na frente, a história na mão  
Caminhando e cantando e seguindo a canção  
Aprendendo e ensinando uma nova lição

Vem, vamos embora, que esperar não é saber  
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer  
Vem, vamos embora, que esperar não é saber  
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer  
Vem, vamos embora, que esperar não é saber  
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer  
Vem, vamos embora, que esperar não é saber  
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer  
Vem, vamos embora...

Fonte: Vandr  (2022).

A música "Pra não dizer que não falei das flores" foi escrita e cantada por Geraldo Vandr  em 1968, (...) O tema, também conhecido como "Caminhando", se tornou um dos maiores hinos da resistência ao sistema ditatorial militar que vigorava na época. (...) A música era, então, usada como um instrumento de combate, que pretendia divulgar, de forma direta e concisa, mensagens ideológicas e de revolta (MARCELLO, 2022).

Com o processo de redemocratiza o os movimentos sociais ressurgem por todo o Brasil. Um deles, o Movimento dos Trabalhadores Sem Terra (Movimento dos Trabalhadores Rurais Sem Terra), fortemente inspirado nos princípios da Ligas Camponesas, "herdeiro natural daquela histórica organiza o" (STEDILE, 2006, p. 16). "As Ligas Camponesas foram o principal movimento camponês de massas da década de 1960 e colocaram, na ordem do dia, sua palavra de ordem: Reforma Agrária na Lei na Mara" (STEDILE, 2006, p. 05).

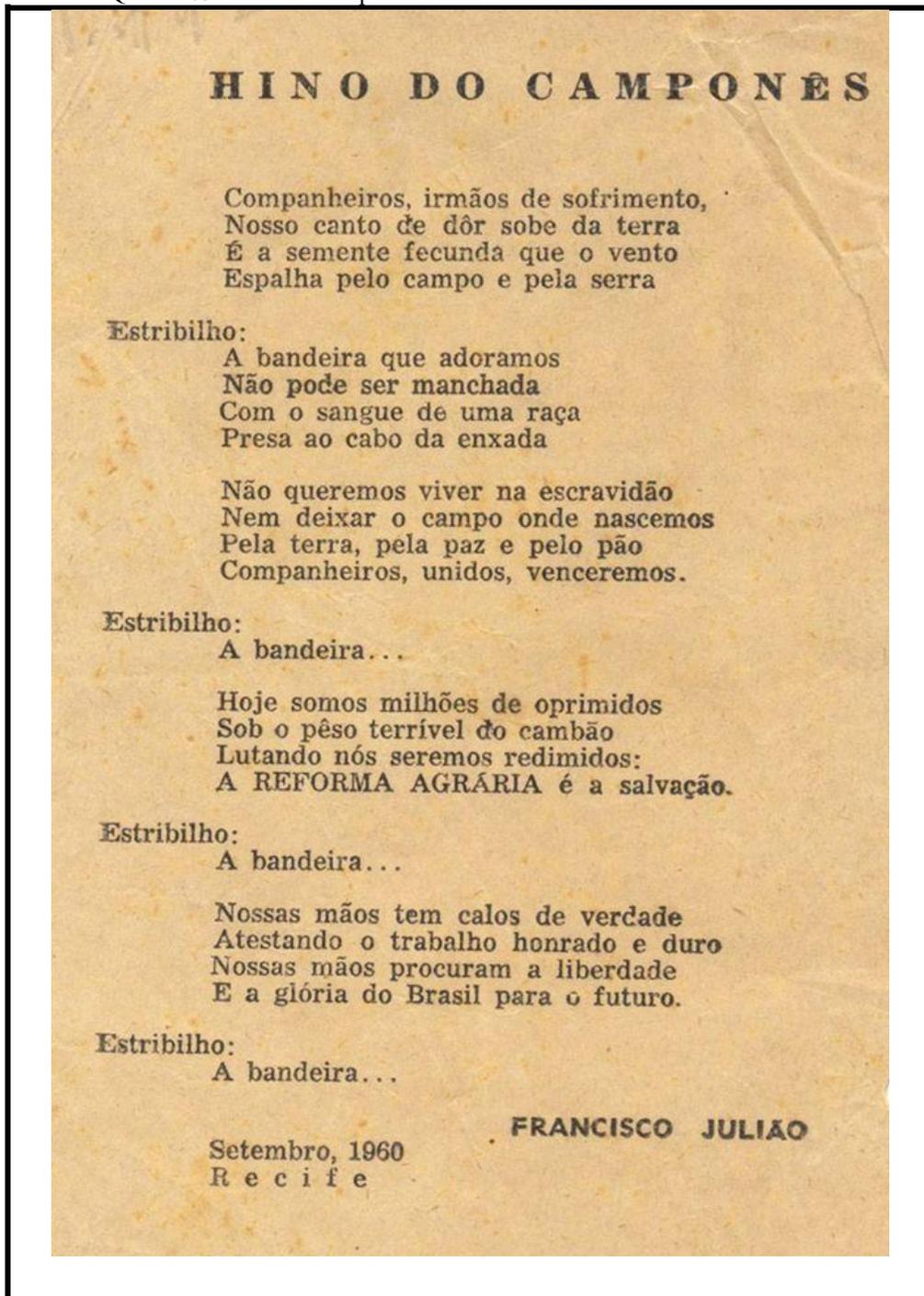
Os movimentos sociais no Brasil são permanentes, as vezes enfraquecidos por diferentes fatores, em outros momentos, fortalecidos pela luta e representatividade, num anseio constante das organiza es de massa e de minorias, em busca da justiça social, da real democracia e dos direitos humanos em todos seus aspectos. Neste sentido, o reconhecimento das Ligas Camponesas se faz presente em vários eventos e organiza es pelo Brasil.



Em 2012, o maestro Geraldo Menucci, musicou o “Hino Camponês” (quadro 03), letra de Francisco Julião, escrito em 1960. Na ocasião afirmou que:

Eu apoio o MST porque é uma decorrência histórica dessa luta em busca da Reforma Agrária. Com o golpe militar, essa luta foi distanciada. E com o MST estamos recuperando e resgatando toda essa luta e também restaurando o conteúdo filosófico das Ligas Camponesas e de Francisco Julião. Infelizmente o período de 64 ainda não passou de forma essencial para a juventude brasileira e é preciso trabalhar neste sentido (MST, 2023).

Quadro 03: Hino do Camponês. Autor: Francisco Julião Arruda de Paula.



Fonte: Moreira (2023).



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Passados aproximadamente 80 anos desde o surgimento das Ligas Camponesas no Brasil, o país permanece com o mesmo problema estrutural: a falta de uma Reforma Agrária que dê condições de trabalho e vida àqueles que da terra não dispõem e por ela lutam, apesar das ameaças, das incertezas e da exploração.

Neste ensaio resgatou-se parte da história, das características e dos princípios ideológicos das Ligas Camponesas. Ficou evidente seu papel social e político, sua força motriz aos movimentos sociais do campo no Brasil e a sua inspiração, que serviu de base, para a criação do maior movimento do campo, vigente: o MST.

A beleza da luta e a força dos movimentos sociais estão presentes na cultura popular brasileira, aqui representadas por três músicas, consideradas “hinos de luta pela liberdade” em tempos distintos, mas que se complementam, já que as bandeiras de luta se modificam e se transformam em cada fase política do Brasil, mas não se encerram enquanto o povo clamar por igualdade e justiça social, em quaisquer de suas esferas.

## AGRADECIMENTOS

À UTFPR por conceder afastamento integral aos servidores para qualificação.

Ao Professor João Edmilson Fabrini, por ter me apresentado o tema das Ligas Camponesas, em disciplina ministrada no Programa de Pós Graduação em Geografia – UNIOESTE – Francisco Beltrão.



## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, Fernanda. Zé Pinto: Fazer poema de arma, pra fazer arma de flor. 13 mai. 2020. Disponível em: <https://mst.org.br/2020/05/13/ze-pinto-fazer-poema-de-arma-pra-fazer-arma-de-flor/>. Acesso em 04 jun. 2022.
- ANDRADE, Manuel Correia de. Lutas camponesas no nordeste. 2. ed. São Paulo: Ática, 1989.
- A terra e o homem no nordeste. São Paulo: Brasiliense, 1963.
- A questão do território no Brasil. 2. ed. São Paulo: Hicitec, 2004
- BASTOS, Ellide Rugai. *As Ligas Camponesas*. Petrópolis: Vozes, 1984.
- FREIRE, Paulo. Extensão ou comunicação? 11. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2001.
- GASPAR, Lúcia. Francisco Julião. Disponível em: <https://pesquisaescolar.fundaj.gov.br/pt-br/artigo/francisco-juliao/>. Acesso em 07 jun. 2022.
- GLIESSMAN, Stephen R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2001.
- GRAZIANO DA SILVA, José. A nova dinâmica da agricultura brasileira. Campinas: UNICAMP, 1996.
- A modernização dolorosa: estrutura agrária, fronteira agrícola e trabalhadores rurais no Brasil. Rio de Janeiro: ZAHAR, 1982.
- MARCELLO, Carolina. Pra não dizer que não falei das flores, de Geraldo Vandré (análise da música). Disponível em: <https://www.culturagenial.com/musica-pra-nao-dizer-que-nao-falei-das-flores-de-geraldo-vandre/>. Acesso em 04 jun. 2022.
- MARTINS, José de Souza. Os camponeses e a política no Brasil. Petrópolis: Vozes, 1981.
- MARX, Karl. O 18 Brumário e cartas a Kugelmann. 5. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1978.
- MEMORIAL DAS LIGAS E LUTAS CAMPONESAS. História das Ligas Camponesas. Disponível em: [http://www.ligascamponesas.org.br/?page\\_id=99](http://www.ligascamponesas.org.br/?page_id=99). Acesso em 01 ago. 2023.
- MOREIRA, Gilvander. Hino do camponês (Hino das Ligas Camponesas), Escrito por Francisco Julião. Disponível em: <https://gilvander.org.br/site/%EF%BB%BFhino-do-campones-escrito-por-francisco-juliao/>. Acesso em 01 ago. 2023.
- MST, Movimento dos Trabalhadores Sem Terra. Estamos resgatando a luta e o conteúdo filosófico das Ligas Camponesas. Disponível em <https://mst.org.br/2012/07/31/estamos-resgatando-a-luta-e-o-conteudo-filosofico-das-ligas-camponesas/>. Acesso em 01 ago. 2023.
- OLIVEIRA, Francisco de. A economia brasileira: crítica à razão dualista. 6. ed. Petrópolis: Vozes, 1988.
- PINTO, Zé. Ordem e Progresso. 1997. Disponível em: <https://www.letras.mus.br/ze-pinto/1374926/>. Acesso em 04 jun. 2022.



SANTOS, Milton. Pensando o Espaço do Homem. 5 ed. São Paulo: Edusp, 2012.

SARTORATO, Diogo. O que foram as Ligas Camponesas homenageadas pela marcha do MST. 13 mai. 2018. Disponível em: <https://mst.org.br/2018/08/13/o-que-foram-as-ligas-camponesas-homenageadas-pela-marcha-do-mst/#:~:text=O%20movimento%20surgiu%20nos%20%C3%BAltimos,para%20a%20constru%C3%A7%C3%A3o%20do%20socialismo>. Acesso em 07 jun. 2022.

STEDILE, J.P. (org.). A questão agrária no Brasil: história e natureza das ligas camponesas 1954-1964. 2. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2012.

TREMEA PLEIN, Ivonete Terezinha. As Ligas Camponesas e a força dos movimentos sociais no campo. Anais do VI Simpósio Nacional sobre Pequenas Cidades. Campo Grande, 2022. Disponível em: <https://eventos.uems.br/pagina/p/simposio-nacional-sobre-pequenas-cidades/anais>.

VANDRE, Geraldo. Pra não dizer que não falei das flores. 1968. Disponível em: <https://www.letras.mus.br/geraldo-vandre/46168/>. Acesso em 04 jun. 2022.

## Aplicação de marcadores moleculares ISSRs em estudos de conservação e ecologia



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-047>

### Beatriz Faustino Lima Mendonça

Mestranda em Genética Evolutiva e Biologia Molecular na Universidade Federal de São Carlos  
E-mail: beatrizfaustinolima04@gmail.com

### Alan Gomes Mendonça

Doutorando em Ciências Ambientais na Universidade Federal de São Carlos  
E-mail: alanjipa@gmail.com

### Rubiani de Cassia Pagotto

Doutora em Ciências Biológicas - Docente do Departamento Acadêmico de Biologia da Universidade Federal de Rondônia  
E-mail: rubiani@unir.br

### RESUMO

Dentre as ferramentas moleculares que utilizadas em estudos de composição gênica e estruturas de diversidade genética de populações, destaca-se o

marcador ISSR (Inter Simple Sequence Repeats). Esta técnica é baseada em reações de PCR (Polimerase Chain Reaction) de iniciador único que amplifica fragmentos localizados entre as repetições de sequência simples (SSR), sem o conhecimento prévio das sequências de DNA das espécies estudadas. Esta revisão teve como objetivo levantar informações bibliográficas da aplicação de marcadores ISSR em estudos de conservação e ecologia. Através das análises dos artigos encontrados, pôde-se observar a eficiência, baseado nas conclusões apresentadas pelos autores citados, destes marcadores para estabelecer relações ecológicas, desenvolver estratégias de proteção de espécies ameaçadas e compreender processos evolutivos e biogeográficos que atuam em de diferentes táxons como: plantas, fungos, vertebrados e invertebrados.

**Palavras-chave:** Diversidade, Fluxo gênico, Preservação, Polimorfismos genéticos, Relações ecológicas.

## 1 INTRODUÇÃO

O conhecimento da composição gênica de uma espécie, ou população, é fundamental para ações de manejo e conservação, visto que fornece potencial adaptativo/evolutivo de uma espécie (GALETTI *et al.*, 2008). Deste modo, dados moleculares de variações genéticas apropriadas (neutra ou não) também podem ser informativos em áreas ecológicas, comportamentais e evolutivas (AVISE, 2010).

É fundamental avaliar se os padrões de estruturação da diversidade genética são resultantes de características naturais das espécies ou são consequência de barreiras físicas, muitas vezes produzidas por ações antrópicas (FAJARDO; ALMEIDA.; MOLINA. 2016) como a fragmentação dos ecossistemas, perda de habitat, superexploração, introdução de espécies exóticas, mudanças climáticas e poluição, tendo em vista que estas são as principais responsáveis pela perda de biodiversidade (MORRIS, 2010; MORA, 2013; BIRBEN, 2019). Neste contexto medidas eficazes de manejo em ecossistemas utilizando dados moleculares são necessárias, uma vez que, é importante preservar altos níveis de diversidade genética visando manter o potencial evolutivo de uma espécie ou população.



Estes dados podem ser gerados através de estudos de dinâmica populacional aplicando medidas de diversidade genética intra e interpopulacional que são estimadas a partir de dados de marcadores moleculares (COSTA, 2015; FAJARDO; ALMEIDA.; MOLINA. 2016, ROUNSEVELL *et al.*, 2018).

Os avanços da técnica de reação em cadeia da polimerase (PCR) permitiram o desenvolvimento de diversas classes de marcadores moleculares utilizados em casos de estudos genéticos, pois possibilitam analisar a variação genética em nível de DNA, esclarecendo eventos de diversidade genética, gargalos, fluxo gênico, endogamia, e deriva genética (SOUZA, 2008; SOUZA, 2015; FAJARDO; ALMEIDA; MOLINA. 2016). Dentre estes, destaca-se o *Inter Simple Sequence Repeats* (ISSR), desenvolvido no início de 1990 e popularizado em 1998, a técnica é baseada em reações de PCR de iniciador único em que a sequência utilizada é derivada de repetições di- e trinucleotídicas, e a amplificação ocorre entre duas regiões de microssatélites (SSR) (WOLFE; XIANG; KEPHART, 1998; REDDY *et al.*, 2002; COSTA, 2015; NG & TAN, 2015).

Os microssatélites, conhecidos como SSR, são repetições de sequências simples em *tandem* de 2 a 5 nucleotídeos, frequentemente encontrados e dispostos ao acaso em todo o genoma eucarioto (SOUZA, 2015). Este marcador requer um conhecimento prévio da sequência de DNA que flanqueia o SSR para que os *primers* utilizados na Reação em Cadeia da Polimerase (PCR) sejam construídos (COSTA, 2015).

Devido a uma necessidade de explorar repetições de microssatélites sem o conhecimento prévio de DNA da espécie-alvo (ZIETKIEWICZ; RAFALSKI; LABUDA, 1994; NYBOM, 2004), foi desenvolvido o marcador *Inter Simple Sequence Repeats* (ISSR), que se hibridiza diretamente com os SSRs (TSUMURA, Y.; OHBA, K.; STRAUSS, 1996). Estes, segregam principalmente como dominantes após herança mendeliana, sendo interpretados semelhantes aos dados de RAPD. No entanto, em alguns casos, também foram demonstrados como co-dominantes, o que permite a distinção entre homozigotos e heterozigotos (TSUMURA, Y.; OHBA, K.; STRAUSS, 1996; REDDY *et al.*, 2002).

As sequências – alvos dos ISSRs são abundantes ao longo do genoma de eucariotos e evoluem rapidamente (COSTA, 2015), sendo estes iniciadores popularmente conhecidos como microssatélites amplificados aleatórios (RAMs) (NG & TAN, 2015). Geralmente os *primers* possuem 16-25 pb de comprimento e produzem vários fragmentos de DNA (cada um dos quais é considerado um *loci*) de tamanhos diferentes (REDDY *et al.*, 2002; NG & TAN, 2015). Isso ocorre devido as regiões SSRs estarem espalhadas de maneira uniforme por todo o genoma, tornando alta as chances de amplificação entre as duas regiões adjacências dentro dos limites da *Taq DNA polimerase* para gerar muitas bandas polimórficas (WOLFE; XIANG; KEPHART, 1998). Estas características permitem uma maior superfície de ancoragem e maiores temperaturas de pareamento, tornando – os mais robustos quando comparados a outros marcadores dominantes como o RAPD (SOUZA,).



A interpretação das bandas é atribuída a *loci* genéticos com dois alelos, onde se utiliza 1 para presença e 0 para ausência (WOLFE, 2005). Os produtos amplificados pela técnica ISSR-PCR possuem o tamanho de 200 a 2000 pb de comprimento, e têm se destacado em estudos de variação/diversidade genética, filogenética e “impressão digital de DNA” (DNA *fingerprint*) (QIU *et al.*, 2009; DOS SANTOS *et al.*, 2011; NG & TAN, 2015), o que possibilita a aplicação destes marcadores em estudos de conservação e ecologia.

Considerando que a técnica de ISSR tem sido amplamente utilizada por ser simples, rápida, eficiente, possuir alta reprodutibilidade e gerar altos índices de polimorfismo (REDDY *et al.*, 2002), este trabalho visa levantar informações do uso destes marcadores em estudos de conservação e ecologia.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento bibliográfico foi realizado através do método de (BARDIN, 2016) onde é possível a formação de estruturas textuais por meio de análises documentais, tendo como objetivo a interpretação de informações de dados e a produção de uma análise específica sobre um determinado assunto. Esta revisão foi elaborada a partir de pesquisas de artigos teóricos e experimentais, livros, dissertações e teses, publicados entre janeiro de 1995 a maio de 2020, que utilizaram a técnica ISSR-PCR com ênfase em conservação e ecologia. Para isto, foram efetuadas buscas em português e inglês, empregando palavras chaves como “aplicação da técnica ISSR”, “estudos de conservação e ecologia”, “ISSR aplicado para estudos de diversidade”, “ISSR em ecologia” e “ISSR em estudos de conservação”.

A partir do resultado do levantamento realizado em bibliotecas eletrônicas como Scielo, Google Scholar e Periódicos CAPES, foi elaborado um banco de dados com 212 artigos relacionados com a aplicação dos marcadores ISSRs, dos quais 100 foram selecionados para discussão e a elaboração de gráficos. O critério para escolha dos artigos foi a análise documental que permitiu observar se os mesmos se enquadravam na aplicação da técnica para fins de conservação e ecologia das espécies, excluindo aqueles que não abordavam de maneira objetiva o tema em questão.

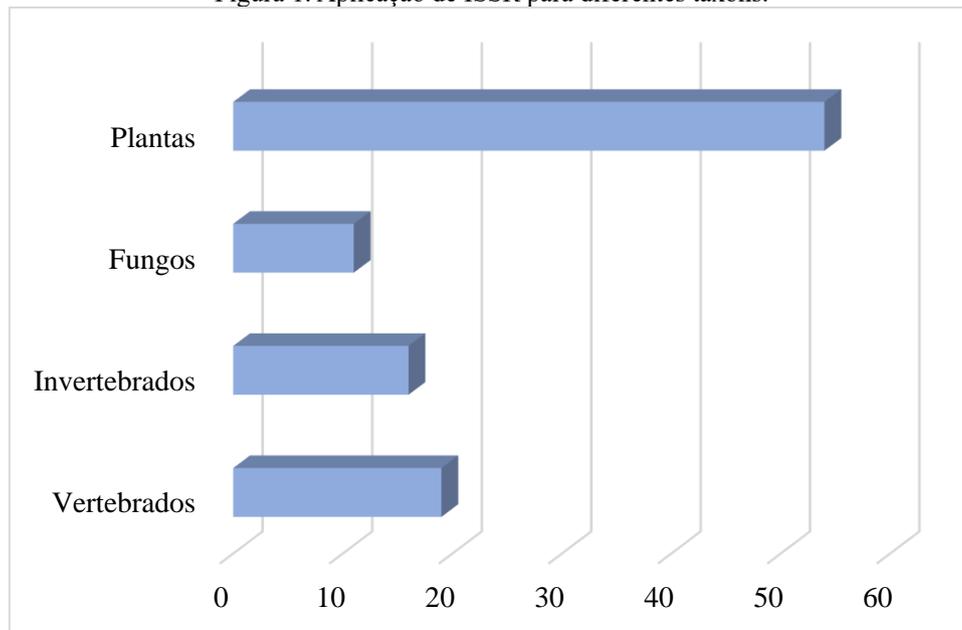
## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 APLICAÇÃO EM CONSERVAÇÃO E ECOLOGIA

Por meio do levantamento bibliográfico realizado em plataformas científicas online, foi possível a elaboração de um gráfico que permite visualizar a aplicação dos marcadores ISSRs, com ênfase em ecologia e conservação (Figura 1), possibilitando identificar a distribuição dos artigos encontrados para os diferentes táxons.



Figura 1. Aplicação de ISSR para diferentes táxons.



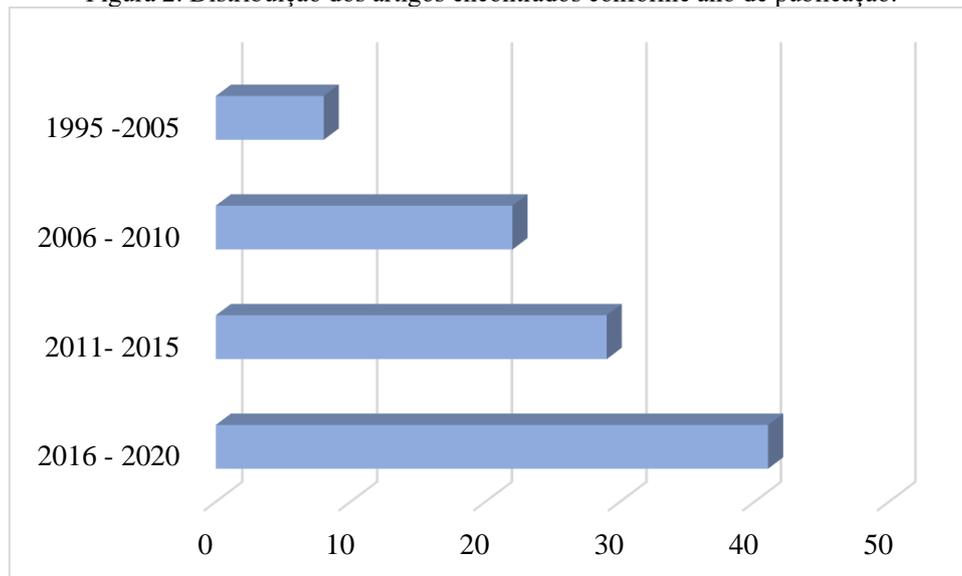
Dentre as pesquisas analisadas, encontrou-se um total de 54 artigos relacionando ecologia e conservação com a aplicação de ISSR em plantas, configurando o táxon com mais trabalhos. Estes valores podem estar relacionados com a origem deste marcador, uma vez que o mesmo foi desenvolvido para a aplicação em estudos de plantas cultivadas (ZIETKIEWICZ; RAFALSKI; LABUDA, 1994; TSUMURA, Y.; OHBA, K.; STRAUSS, 1996). Em seguida encontra-se o grupo dos vertebrados com 19 trabalhos, dos quais a maioria (12) se aplicam à ictiofauna (BI; YANG; GAO, 2011; YING; GAO; MIAO, 2011; KUMLA *et al.*, 2012; SAAD *et al.*, 2012; LI *et al.*, 2013; SAAD; ABUZINADAH; EL-DOMYATI, 2013; LABASTIDA *et al.*, 2015; VITORINO *et al.*, 2015; LI *et al.* 2016; FONSECA *et al.*, 2018; PAUL; MUKHOPADHYAY; BHATTACHARJEE, 2018; OLIVEIRA *et al.*, 2019).

Os artigos encontrados para a aplicação da técnica ISSR em invertebrados (09) teve por característica o conhecimento ecológico de espécies consideradas pragas (BORBA *et al.*, 2005; MELO *et al.*, 2020). Resultados semelhantes foram encontrados nas pesquisas que utilizaram este marcador no grupo de fungos (05), sendo grande parte dos trabalhos analisados objetivando compreender as relações ecológicas e evolutivas das espécies (DARIVA *et al.*, 2005; JING *et al.*, 2017; UMAÑA-CASTRO *et al.*, 2019; LONGYA; TALUMPHAI; JANTASURIYARAT, 2020).

Com o objetivo de observar a aplicação deste marcador ao longo do tempo, dos artigos analisados, 41% foram publicados nos últimos 5 anos (Figura 2). Este resultado indica que a aplicação da técnica ISSR para conservação e ecologia de diferentes táxons se tornou uma ferramenta útil para o desenvolvimento de pesquisas populacionais, que visam o conhecimento das relações ecológicas e o planejamento de atividades de proteção para espécies ameaçadas.

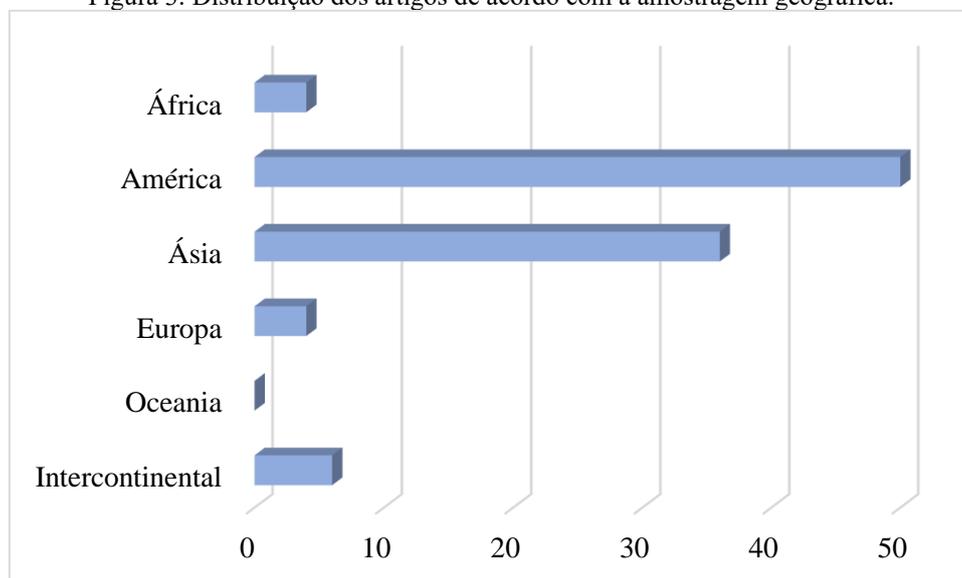


Figura 2. Distribuição dos artigos encontrados conforme ano de publicação.



Com relação à distribuição geográfica, já era esperado uma maior quantidade de artigos no continente Americano (Figura 3), visto que, as pesquisas bibliográficas foram realizadas buscando trabalhos publicados tanto na língua inglesa quanto na portuguesa. Porém, ao observarmos os outros continentes nota-se uma forte aplicação deste método no continente Asiático, onde publica-se vários artigos com esta abordagem temática em revistas de grande relevância científica.

Figura 3. Distribuição dos artigos de acordo com a amostragem geográfica.



Grande parte dos estudos, considerados como pertencentes à Ecologia Molecular, utiliza de polimorfismos genéticos em populações naturais como base para a compreensão de fenômenos evolutivos, demográficos ou ecológicos (MILLIGAN; LEEBENS-MACK; STRAND, 1994; FAJARDO; DE ALMEIDA; MOLINA, 2014). Os marcadores ISSRs foram desenvolvidos inicialmente para diferenciar espécies cultivadas (KANTETY *et al.*, 1995; TSUMURA, Y.; OHBA,



K.; STRAUSS, 1996), porém se tornaram de grande eficiência para uma faixa de aplicações de nível populacional e estudos interespecíficos de plantas, fungos, invertebrados e vertebrados (WOLFE; XIANG; KEPHART, 1998; WOLFE, 2005), incluindo estudos que visam investigar relações filogenéticas para compreender processos evolutivos e biogeográficos ou definir problemas de sistemática envolvendo espécies ameaçadas (MORITZ, 1995; FAJARDO; ALMEIDA.; MOLINA, 2016).

O uso desta técnica para estudos de espécies ameaçadas tem demonstrado eficiência para posterior planejamento de conservação, como demonstrado por Zhang; Chen; Li (1995) que ao aplicarem o ISSR para analisar a população de *Pinus squamata* (Pinales: Pinaceae), criticamente ameaçada de extinção, perceberam uma baixa variabilidade genética, sugerindo que processos evolutivos e ações antrópicas podem ter contribuído para a perda de diversidade genética. Resultados semelhantes foram obtidos em uma população de *Hesperozygis ringens* (Lamiales: Lamiaceae), que se encontra em processo de extinção, onde foi observada uma alta frequência de endogamia devido a baixos níveis de Heterozigosidade (FRACARO, 2006).

As correlações entre aplicações de marcadores ISSR e fatores ambientais foram estudadas em 17 populações de *Stipa tenacissima* (Poales: Poaceae), no qual os autores observaram uma baixa diversidade dentro das populações e uma alta diferenciação interpopulacional, sugerindo a necessidade da proteção de seus habitats críticos da fragmentação e degradação devido a homogeneidade intrapopulacional (BOUSSAID *et al.*, 2010). Um estudo semelhante foi desenvolvido por Górski (2015), onde observou que a transformação de ambientes florestais em áreas agrícolas desfavorece a espécie *Baccharis crispa* (Asterales: Asteraceae), popularmente conhecida como carqueja.

Em uma análise de 15 indivíduos de *Hancornia speciosa* (Gentianales: Apocynaceae) em uma população, foi observada uma baixa diversidade genética intrapopulacional utilizando os marcadores ISSR, o que possibilitou a criação de estratégias que visam a manutenção e conservação da espécie (COSTA *et al.*, 2015). Já a aplicação da técnica para 7 populações de *Melocanna bacifera* (Poales: Poaceae), uma espécie de bambu, permitiu a observação de uma alta diversidade em nível de espécie, porém uma baixa diferenciação entre as populações, indicando a necessidade de proteger as populações existentes na região do estudo (NILKANTA *et al.*, 2017).

O ISSR tem apresentado um papel importante em pesquisas que visam entender as relações ecológicas e evolutivas dos fungos. Resultados relevantes foram encontrados ao se analisar isolados de *Fasarium oxyporum* f. sp. *ciceris* (Hypocreales: Nectriaceae) provenientes de 13 diferentes províncias da Turquia, visto que, foi constatado que o alto fluxo gênico entre as populações tem um efeito significativo no desenvolvimento evolutivo da espécie (BAYRAKTAR; DOLAR; MADEN, 2008). A aplicação da técnica em *Corollospora marítima* (Microascales: Halosphaeriaceae), fungo



marinho cuja diversidade é ameaçada por atividades antrópicas em seus ecossistemas, permitiu a observação de altos níveis de variabilidade genética (VELEZ *et al.*, 2016).

Uma pesquisa desenvolvida em 4 populações de *Piptopurus betulinus* (Polyporales: Fomitopsidaceae), revelou descobertas que estabeleceram bases para o desenvolvimento de diversidade genética em *P. betulinus* de várias origens demográficas (JING *et al.*, 2017). A análise da diversidade de 8 populações de *Lepista nuda* (Agaricales: Tricholomataceae) permitiu, a partir da observação de um baixo grau de fluxo gênico interpopulacional, que fossem sugeridas estratégias de proteção para as populações (DU *et al.*, 2018).

Estudos aplicando marcadores ISSRs em grupos de invertebrados também têm mostrado bons resultados, como no trabalho onde a aplicação da técnica em 12 populações de *Zabrotes subfasciatus* (Coleoptera: Bruchidae), espécie não nativa do Brasil, revelou uma baixa variabilidade genética entre as populações que pode ser relacionada ao efeito fundador, sendo a variação interpopulacional menor do que a intrapopulacional. Além disso ao correlacionarem a distância genética com a distribuição geográfica atual da praga no Brasil sugeriram que as populações de *Z. subfasciatus* não se apresentam geograficamente estruturadas no país (SOUZA, 2018). Yang *et al.* (2018), observaram a influência da barreira geográfica natural na estrutura genética de 20 geopopulações de *Odontotermes formosanus* (Blattodea: Termitidae), espécie de cupim, e perceberam altos níveis de diferenciação genética entre as populações, revelando as possíveis vias de migração necessárias para o monitoramento da espécie.

A análise de populações de *Melipona mandacaia* (Hymenoptera: Apidae), abelhas sem ferrão, forneceu dados compatíveis com a interrupção do fluxo gênico por barreiras geográficas (NASCIMENTO *et al.*, 2010). O mesmo tema foi pesquisado por Miranda *et al.* (2012) na qual avaliaram a diversidade e estrutura genética de 104 colônias em 12 localidades da mesma espécie, e obtiveram baixos valores de heterozigosidade, além de observarem uma variação maior entre as localidades mais distantes, sugerindo um isolamento por distância.

A aplicação da técnica no grupo de vertebrados tem se destacado em pesquisas de diversidade entre populações. Em populações cultivadas e selvagens de *Trachidermus fasciatus* (Scorpaeniformes: Cottidae), uma espécie de peixe ameaçada de extinção, foi observada uma diversidade genética menor nas populações cativas, dados que fornecem informações importantes para preservação de espécies ameaçadas (BI; YANG; GAO, 2011). Resultados semelhantes foram encontrados por (OLIVEIRA *et al.*, 2019) ao estudarem populações cativas e selvagens de *Colossoma macropomum* (Characiformes: Characidae), no qual a população cultivada também apresentou menor diversidade. Vários trabalhos de genética populacional na ictiofauna apontam o marcador ISSR como eficiente para análises de variabilidade (NOVAIS, 2015; VITORINO *et al.*, 2015; LI *et al.* 2016; QUEIROZ *et al.*, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2019).



Levando em consideração que os rios amazônicos funcionam como barreiras para a dispersão de aves amazônicas, Fernandes *et al.*, (2013) analisaram linhagens separadas por rios de *Glyphorynchus spirurus* (Passeriformes: Furnariidae). Para isto, utilizaram marcadores ISSRs em espécimes encontradas em áreas de endemismo do estado de Rondônia (Brasil) e do Inambari (Peru), onde observaram a existência de populações geneticamente diferenciadas em lados opostos do Rio Madeira. Estudos semelhantes foram realizados anteriormente (GONZALEZ & WINK, 2010), onde a técnica de ISSR foi utilizada para avaliação da filogeografia aviária. Os autores verificaram a variação genética e diferenciação populacional de 8 populações de *Aphrastura spinicauda* (Passeriformes: Furnariidae), e relataram baixos níveis de diferenciação entre as populações e alta variação intrapopulacional, sugerindo altos níveis de fluxo gênico entre elas, indicando uma colonização pós-glacial da espécie.

### 3.2 VANTAGENS E LIMITAÇÕES DO ISSR

O método de ISSR tem se sido amplamente utilizado por ser uma técnica simples e rápida (REDDY *et al.*, 2002). Os marcadores são facilmente gerados com o mínimo de equipamentos e são variáveis, o que permite gerar uma grande quantidade de dados por um custo razoável para o pesquisador Wolfe, 2005. Além dessas características, os iniciadores utilizados são mais robustos, devido uma maior superfície de ancoragem, e possuem maiores temperaturas de pareamento, o que aumenta a reprodutibilidade dos produtos (TSUMURA, Y.; OHBA, K.; STRAUSS, 1996; COSTA, 2015).

Pode-se destacar dentre as vantagens da técnica ISSR a realização de análises genéticas sem a construção de uma biblioteca genômica, ou seja, o conhecimento prévio da sequência genética da espécie a ser estudada não é necessário (LACERDA; ACEDO; LOVATO, 2002; RAKOCZY-TROJANOWSKA & BOLIBOK, 2004). Outro benefício encontrado é a possibilidade de estudar a abundância e distribuição de SSR no genoma (RAKOCZY-TROJANOWSKA & BOLIBOK, 2004).

Embora estes iniciadores tenham a vantagem de analisar múltiplos *loci* em uma única reação (COSTA, 2010), os ISSRs têm como principal limitação a classificação como marcadores dominantes (ZIETKIEWICZ; RAFALSKI; LABUDA, 1994; LIMA, 2008), o que não permite uma distinção clara entre homozigotos e heterozigotos (COSTA, 2015; NG & TAN, 2015; SOUZA, 2015). Além disso, é necessária uma otimização das reações iniciais e as estimativas de diversidade genética são baseadas em caracteres dialélicos (BAKKAPPA; SUBRAMANYA, 2011).

## 4 CONCLUSÃO

Apesar de, *a priori*, ser desenvolvida para análises de espécies de plantas cultivadas, a técnica ISSR tem ganhado espaço em estudos de diferentes táxons. O uso deste marcador em pesquisas de



conservação e ecologia é útil e tem sido amplamente utilizado, principalmente nos últimos 5 anos. Além disso, por não requerer o conhecimento prévio da sequência gênica do grupo em estudo e seu custo ser relativamente baixo, a técnica de ISSR destaca-se por ser uma ferramenta acessível, que permite gerar grandes números de dados importantes para o conhecimento ecológico das espécies, e planejamento de ações que visam a conservação.



## REFERÊNCIAS

- Avise, J. C. Perspective: Conservation genetics enters the genomics era. *Conservation Genetics*, v. 11 n2, 665–669. 2010. <http://dx.doi.org/10.1007/s10592-009-0006-y>
- Bakkappa, S.; Subramanya, G. Role of molecular markers (RAPD & ISSR) in silkworm. *International Journal of Advanced Biological Research*, v. 1, n. 1, p. 1–7, 2011.
- Bardin, L. *Análise de Conteúdo*. Lisboa, Portugal; Edições 70, LDA, 2016.
- Bayraktar, H.; Dolar, F. S.; Maden, S. Use of RAPD and ISSR markers in detection of genetic variation and population structure among *Fusarium oxysporum* f. sp. *ciceris* isolates on chickpea in Turkey. *Journal of Phytopathology*, v. 156 n3, 146–154. 2008. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1439-0434.2007.01319.x>
- Bi, X.; Yang, Q.; Gao, T.; Li, C. The loss of genetic diversity during captive breeding of the endangered sculpin, *Trachidermus fasciatus*, based on ISSR markers: Implications for its conservation. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, v. 29 n5, 958–966. 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s00343-011-0185-5>
- Birben, Ü. The effectiveness of protected areas in biodiversity conservation: the case of turkey. *Cerne*, v. 25 n4, 424–438. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/01047760201925042644>.
- Borba, R. S., Garcia, M. S., Kovalski, A., Oliveira, A. C., Zimmer, P. D., Castelo Branco, J.S. Malone, G. Dissimilaridade genética de linhagens de *Trichogramma westwood* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) através de marcadores moleculares ISSR. *Neotropical Entomology*, v. 34 n4, 565–569. 2005. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2005000400005>
- Boussaid, M.; Benito, C.; Harche, M. K.; Naranjo, T.; Zedek, M. Genetic variation in natural populations of *Stipa tenacissima* from algeria. *Biochemical Genetics*, v. 48 n10, 857–872. 2010. <http://dx.doi.org/10.1007/s10528-010-9367-7>
- Costa, D. F. Vieira, F.A. Fajardo, C.V. Chagas, K.P.T. Diversidade genética e seleção de iniciadores issr em uma população natural de Mangaba (*Hancornia speciosa*) (APOCYNACEAE). *Rev. Bras. Frutic.*, v. 37 n4, 970–976. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-246/14>
- Costa, J. C. D. A. Utilização de Marcadores ISSR na Caracterização de Cultivares. p. 17. 2010. <http://lira.pro.br/wordpress/wp-content/uploads/downloads/2010/11/revisao-jose-carlos.pdf> Acesso em 02 de Set. de 2020.
- Costa, T. L. M. Diversidade genética em populações de *Myrsine umbellata* (PRIMULACEAE) em remanescentes da Floresta Atlântica. Dissertação de Mestrado - Curso de Genética e Melhoramento da Universidade Federal do Espírito Santo. p 59. 2015. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/handle/10/5115>. Acesso em: 02 set. 2020.
- Dariva, J. M. Xavier, A. A. Costa, M. R. Ribeiro, R. C. F. Sousa, T. V. Variabilidade genética de isolados de *Fusarium solani* e *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* associados ao maracujazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 37 n2, 377–386. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-119/14>
- Dos Santos, L. F. Oliveira, E. J. Silva, A. S. Carvalho, F. M. Costa, J. L. Pádua, J. G. ISSR markers as a tool for the assessment of genetic diversity in *Passiflora*. *Biochemical Genetics*, v. 49 n8, 540–554. 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s10528-011-9429-5>



Du J., Guo H-B., Li Q, Forsythe A., Chen X- H, Yu X-D. Genetic diversity of *Lepista nuda* (Agaricales, Basidiomycota) in Northeast China as indicated by SRAP and ISSR markers. PLoS ONE, v. 13 n8, 1–12. 2018. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202761>

Fajardo, C. G.; Almeida, V. F.; Molina, W. F. Conservação Genética de Populações Naturais: Uma Revisão para Orchidaceae. Biota Amazônia, v. 6 n3, 108–118. 2016. <http://dx.doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v6n3p108-118>

Fajardo, C. G.; De Almeida, V. F.; Molina, W. F. Interspecific genetic analysis of orchids in Brazil using molecular markers. Plant Systematics and Evolution, v. 300 n8, 1825–1832. 2014. <http://dx.doi.org/10.1007/s00606-014-1009-9>

Fernandes, A. M. Gonzalez, J. Wink, M. Aleixo, A. Molecular Phylogenetics and Evolution Multilocus phylogeography of the Wedge-billed Woodcreeper *Glyphorynchus spirurus* (Aves, Furnariidae) in lowland Amazonia: Widespread cryptic diversity and parphyly reveal a complex diversification pattern. Molecular Phylogenetics and Evolution, v. 66 n1, 270–282. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ympev.2012.09.033>

Fonseca, V. L. Santos, J. S. Mascena, J. R. L. Rocha, N. N. C. Oliveira, C. S. T. Moreira, R. F. C. Análise da diversidade genética do robalo peva (*Centropomus parallelus*) na resex de Canavieiras, Bahia. Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 3 n3, 168–178. 2018. <https://doi.org/10.34188/bjaerv3n3-128>

Fracaro, F. Ecologia molecular, variabilidade genética, química e cultivo *in vitro* de *Hesperozygis ringens* BENTH. São Carlos. 104 f. Universidade Federal de São Carlos. 2006. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/1542>

Galetti Junior P. M., Rodrigues F. P., Solé-Cava A. M., Miyaki C. Y., Carvalho D., Eizirik E., Veasey E. A., Santos F. R., Farias I. P., Vianna J. A., Oliveira L. R., Weber L. I., Almeida-Toledo L. F. de, Francisco M. R., Redondo R. A. F., Siciliano S., Del Lama S. N., Freitas T. R. O., Hrbek T., Molina W. Genética da conservação na biodiversidade brasileira. In: Genética da conservação na biodiversidade brasileira. Ribeirão Preto: Editora SBG. 2008.

Gonzalez, J.; Wink, M. Genetic differentiation of the thorn-tailed Rayadito *Aphrastura spinicauda* (Furnariidae: Fasseriformes) revealed by ISSR profiles suggests multiple palaeoreugia and high recurrent gene flow. Ibis, v. 152 n4, 761–774. 2010. <https://doi.org/10.1111/j.1474-919X.2010.01060.x>  
Górski, F. Seleção de primers ISSR e estrutura genética populacional de *Baccharis crispa* SPRENG. (ASTERACEAE) do sul do Brasil. Guarapuava. 59 f. Universidade Estadual do Centro-Oeste. 2015.

Jing, Y. Peng, M. Yang, L. Wang, Q. Evaluation of genetic diversity among *Piptoporus betulinus* as revealed by inter simple sequence repeat markers. Biotechnology and Biotechnological Equipment, v. 31 n2, 333–338. 2017. <http://dx.doi.org/10.1080/13102818.2016.1276413>

Kantety, R. V.; Zeng, X.; Bennetzen, J. L.; Zehr, B. E. Assessment of genetic diversity in dent and popcorn (*Zea mays* L.) inbred lines using inter-simple sequence repeat (ISSR) amplification. Molecular Breeding, v. 1 n4, 365–373. 1995. <https://doi.org/10.1007/BF01248414>

Kumla, S. Doolgindachbaporn, S. Sudmoon, R. Sattayasai, N. Genetic variation, population structure and identification of yellow catfish, *Myristus nemurus* (C&V) in Thailand using RAPD, ISSR and SCAR marker. Molecular Biology Reports, v. 39 n5, 5201–5210. 2012. <https://doi.org/10.1007/s11033-011-1317-x>



- Labastida, E. Cobián, D. Hénaut, Y. García-Rivas, M.C. Chevalier, P.P. Machkour-M'Rabet, S. Uso de marcadores ISSR para la determinación de especies y estudios genéticos del pez león, especie invasora en Guanahacabibes, Cuba. *Latin American Journal of Aquatic Research*, v. 43 n5, 1011–1018. 2015. <https://doi.org/10.3856/vol43-issue5-fulltext-21>
- Lacerda, D. R.; Acedo, M. D. P.; Lovato, M. B. A técnica de RAPD: uma ferramenta molecular em estudos de conservação de plantas. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 3 n2, 87–92. 2002. <https://www2.icb.ufmg.br/lundiana/Contents/CONTENTS322002.htm> Acesso em: 02 set. 2020.
- Li, W. Sun, WX. Fan, J. Zhang, C.C. Genetic diversity of wild and cultured swamp eel (*Monopterus albus*) populations from central China revealed by ISSR markers. *Biologia (Poland)*, v. 68 n4, 727–732. 2013. <https://doi.org/10.2478/s11756-013-0203-5>
- Li, Y-L.; Xue, D-X.; Gao, T-X.; Liu, J-X. Genetic diversity and population structure of the roughskin sculpin (*Trachidermus fasciatus* Heckel) inferred from microsatellite analyses: implications for its conservation and management. *Conservation Genetics*, v. 17 n4, 921–930. 2016. <http://dx.doi.org/10.1007/s10592-016-0832-7>
- Lima, L. M. D. E. Conceitos Básicos de Técnicas em Biologia Molecular. Embrapa, p. 1–28. 2008. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA-2009-09/22214/1/DOC191.pdf> Acesso em 02 de Set. de 2020.
- Longya, A.; Talumphai, S.; Jantasuriyarat, C. Morphological characterization and genetic diversity of rice blast fungus, *Pyricularia oryzae*, from thailand using ISSR and SRAP markers. *Journal of Fungi*, v. 6 n1, 38-51. 2020. <http://dx.doi.org/10.3390/jof6010038>
- Melo, A. S.; Cruz, G. A. S.; Félix, A. P.; Rocha, M.F.; Loreto, V.; Moura, R.C. Wide dispersion of B chromosomes in *Rhammatocerus brasiliensis* (Orthoptera, acrididae). *Genetics and Molecular Biology*, v. 43 n3, 1–13. 2020. <https://doi.org/10.1590/1678-4685-GMB-2019-0077>
- Milligan, B. G.; Leebens-Mack, J.; Strand, A. E. Conservation genetics: Beyond the maintenance of marker diversity. *Molecular Ecology*, v. 3 n4, 423–435. 1994. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.1994.tb00082.x>
- Miranda, E. A.; Batalha-Filho, H.; Oliveira, P. S.; Alves, R. M. O.; Campos, L. A. O.; Waldschmidt, A. M. Genetic diversity of *Melipona mandacaia* SMITH 1863 (Hymenoptera, Apidae), an endemic bee species from Brazilian Caatinga, using ISSR. *Psyche (London)*, v. 12 n1, 1-6. 2012. <https://doi.org/10.1155/2012/372138>
- Mora, C.; Zapata, F. A. Anthropogenic footprints on biodiversity. *The Balance Of Nature And Human Impact*, 239-258. 2013. <http://dx.doi.org/10.1017/cbo9781139095075.024>.
- Moritz, C. Uses of molecular phylogenies for conservation. *Philosophical Transactions of The Royal Society of London Series B-Biological Sciences*, v. 349 n1, 113–118. 1995. <https://doi.org/10.1098/rstb.1995.0097>
- Morris, R. J. Anthropogenic impacts on tropical forest biodiversity: a network structure and ecosystem functioning perspective. *Philosophical Transactions Of The Royal Society B: Biological Sciences*, v. 365 n1558, 3709-3718. 2010. <http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2010.0273>.
- Nascimento, M. A., Batalha-Filho, H. Waldschmidt, A. M., Tavares, M. G., Campos, L. A. O., Salomão, T. M. F. Variation and genetic structure of *Melipona quadrifasciata* Lepeletier



(Hymenoptera, Apidae) populations based on ISSR pattern. *Genetics and Molecular Biology*, v. 33 n2, 394–397. 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-47572010005000052>

Ng, W. L.; Tan, S. G. Inter-Simple Sequence Repeat (ISSR) markers: Are we doing it right? *ASM Science Journal*, v. 9 n1, 30–39. 2015.

Nilkanta, H.; Amom, T.; Tikendra, L.; Rahaman, H.; Nongdam, P. ISSR Marker Based Population Genetic Study of *Melocanna baccifera* (Roxb.) Kurz: A Commercially Important Bamboo of Manipur, North-East India. *Scientifica*, 2017. <https://doi.org/10.1155/2017/3757238>

Novais, L. F. Estrutura genética de populações da espécie *Rachycentron canadum*, por meio de marcadores ISSR. Cruz das Almas, BA. 69f.; il. 2015.

Nybom, H. Comparison of different nuclear DNA markers for estimating intraspecific genetic diversity in plants. *Molecular Ecology*, v. 13 n5, 1143–1155. 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1365-294X.2004.02141.x>

Oliveira, C. D. E. S. T. Moreira, R. F. C. Soares Filho, A. A. Fonteles, S. B. A. Evangelista-Barreto, N. S. Genetic diversity in natural populations of *Colossoma macropomum* in the Brazilian Amazon region and in populations farmed in Northeast Brazil based on ISSR markers. *Aquaculture International*, v. 27 n5 1423–1434. 2019. <https://doi.org/10.1007/s10499-019-00395-1>

Paul, A.; Mukhopadhyay, T.; Bhattacharjee, S. Genetic Characterization of *Barilius barna* (Hamilton, 1822) in the Teesta River of Sub-Himalayan West Bengal, India, Through RAPD and ISSR Fingerprinting. *Proceedings of the Zoological Society*, v. 71 n3, 203–212. 2018. <https://doi.org/10.1007/s12595-016-0191-x>

Qiu, Y. X. Sun, Y. Zhang, X.P. Lee, J. Fu, C.X. Comes, H.P. Molecular phylogeography of East Asian *Kirengeshoma* (Hydrangeaceae) in relation to Quaternary climate change and landbridge configurations. *New Phytologist*, v. 183 n2, 480–495. 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2009.02876.x>

Queiroz, C. A.; De. Sousa, N. R.; Silva, G. F.; Inoue, L. A. K. A. Impacts of stocking on the genetic diversity of *Colossoma macropomum* in central Amazon, Brazil. *Genetics and Molecular Research*. V. 15 n1, 1–9. 2016. <http://dx.doi.org/10.4238/gmr.15027700>

Rakoczy-Trojanowska, M.; Bolibok, H. Characteristics and a comparison of three classes of microsatellite-based markers and their application in plants. *Cellular and Molecular Biology Letters*, v. 9 n2, 221–238. 2004.

Reddy, M. P.; Sarla, N.; Siddiq, E. A. Inter simple sequence repeat (ISSR) polymorphism and its application in plant breeding. *Euphytica*, v. 128 n1. 9–17. 2002. <https://doi.org/10.1023/A:1020691618797>

Rounsevell, M., Fischer, M., Torre-Marín R. A., Mader, A (eds.). The IPBES regional assessment report on biodiversity and ecosystem services for Europe and Central Asia. Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany. 892 pages. 2018.

Saad, Y. M. Rashed, M. A. Atta, A. H. Ahmed, N. E. Genetic diversity among some tilapia species based on ISSR markers. *Life Science Journal*, v. 9 n4, 4841–4846. 2012.



Saad, Y. M.; Abuzinadah, O. A. H.; El-Domyati, M. F. Monitoring of genetic diversity in some parrotfish species based on inter simple sequence repeats polymorphism. *Life Science Journal*, v. 10 n4, 1841–1846. 2013.

Souza, D. C. L. Técnicas moleculares para caracterização e conservação de plantas medicinais e aromáticas: Uma revisão. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 17 n3, 495–503. 2015. [http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/13\\_071](http://dx.doi.org/10.1590/1983-084X/13_071)

Souza, G. A.; Carvalho, M. R. O.; Martins, E. R.; Guedes, R. N. C.; Oliveira, L. O. Diversidade genética estimada com marcadores ISSR em populações brasileiras de *Zabrotes subfasciatus*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43 n7, 843–849. 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2008000700008>

Tsumura, Y.; Ohba, K.; Strauss, S. H. 1996. Diversity and inheritance of inter-simple sequence repeat polymorphisms in Douglas-fir (*Pseudotsuga menzies*) and sugi (*Cryptomeria japonica*). *Theoret. Appl. Genetics*, v. 92 n1, 40–45. 1996. <https://doi.org/10.1007/BF00222949>

Umaña-Castro, J. Orozco-Cayasso, S. Umaña-Castro, R. Molina-Bravo, R. Identificación molecular y características fisiológicas de aislamientos de *Trichoderma* para el biocontrol de dos patógenos en la piña Molecular Identification and Physiological Characteristics of *Trichoderma* Isolates for the Biocontrol of Two Pathogens in. *Trop J Environ Sci*, v. 53 n1, 125–142. 2019. <http://dx.doi.org/10.15359/rca.53-1.7>

Velez, P. Quintero, C. A. Merino, G. Gasca-Pineda, J. González, M. C. An ISSR-based approach to assess genetic diversity in the marine arenicolous fungus *Corollospora maritima* sensu lato. *Mycoscience*, v. 57 n3, 187–195. 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.myc.2016.01.002>

Vitorino, C. A.; Oliveira, R. C. C.; Margarido, V. P.; Venere, P. C. Genetic diversity of *Arapaima gigas* (Schinz, 1822) (Osteoglossiformes: Arapaimidae) in the araguaia-tocantins basin estimated by ISSR marker. *Neotropical Ichthyology*, v. 13 n3, 557–568. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1982-0224-20150037>

Wolfe, A. D.; Xiang, Q.Y.; Kephart, S. R. Assessing hybridization in natural populations of *Penstemon* (Scrophulariaceae) using hypervariable intersimple sequence repeat (ISSR) bands. *Science*, v. 7 n9, 1107–1125. 1998. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.1998.00425.x>

Wolfe, A. D. ISSR techniques for evolutionary biology. *Methods in Enzymology*, v. 395 n1, 134–144. 2005. [https://doi.org/10.1016/s0076-6879\(05\)95009-x](https://doi.org/10.1016/s0076-6879(05)95009-x)

Yang, Y. Q.; Wang, Q.; Wang, Z.; Pang, Z. P.; Long, Y.H. Population diversity of *Odontotermes formosanus* (Shiraki) (Termitidae, Macrotermitinae) from different geographic locations in Anhui Province, China. *Sociobiology*, v. 65 n3, 497–505. 2018. <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v65i3.1146>

Ying, Y.; Gao, T.; Miao, Z. Genetic differentiation of Japanese sardinella (*Sardinella zunasi*) populations in the Northwest Pacific revealed by ISSR analysis. *Journal of Ocean University of China*, v. 10 n4, 417–424. 2011. <https://doi.org/10.1007/s11802-011-1830-5>

Zhang, Z. Y.; Chen, Y. Y.; Li, D. Z. Detection of low genetic variation in a critically endangered Chinese pine, *Pinus squamata*, using RAPD and ISSR markers. *Biochemical Genetics*, v, 43 n6, 239–249. 2005. <https://doi.org/10.1007/s10528-005-5215-6>



Zietkiewicz, E.; Rafalski, A.; Labuda, D. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored polymerase chain reaction amplification. *Genomics*, v. 20 n2, 176–183. 1994. <https://doi.org/10.1006/geno.1994.1151>

## Elaboração de um blend liofilizado do fruto dos gêneros *Euterpe* e *Musa*: Açai (*Euterpe oleracea* mart.) e banana nanica (*Musa cavendishi* l.)



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-048>

### Ivalene Brandão Corrêa

Estudante do Curso de Tecnólogo em Alimentos –  
Campus São Luís – Maracanã.  
E-mail: ivalene\_brandao@hotmail.com

### Gil Emerson Silva Corrêa

Estudante do Curso de Mestrado em Química –  
Campus São Luís – Maracanã.  
E-mail: emersonmaia0730@hotmail.com

### Luzimary de Jesus Ferreira Godinho Rocha

Prof<sup>ª</sup> Dra. –Departamento Acadêmico de Química -  
Campus São Luís – Monte Castelo.  
E-mail: luzimary@ifma.edu.br

### RESUMO

O Brasil apresenta uma grande diversidade de frutas em todo seu território. Contudo, vários fatores contribuem para o desperdício, como: alto teor de umidade, transporte e armazenamento. Muito abundante, a banana possui grande produção nacional e sofre com esses fatores. Outra fruta muito tradicional no cenário brasileiro é o açai. Predominante na região Norte do país, traz grandes benefícios a saúde. Pensando na busca em reduzir desperdícios, agregar valor nutricional, melhorar diferentes sabores e aroma. São utilizadas técnicas como blend (mistura) e para sua conservação, destaca-se a liofilização que se trata de um processo da retirada de umidade por congelamento.

**Palavras-chave:** Blend, Frutas, Liofilização.

## 1 INTRODUÇÃO

Os países tropicais apresentam uma grande variedade de frutas. No Brasil, de acordo com as estações do ano, as frutas são abundantes em todas as regiões. Contudo, devido ao seu elevado teor de água, essas são altamente perecíveis e estima-se que em ocorram perdas da ordem de 40 a 50%, devido à inadequação da infraestrutura. (DA SILVA, 2016).

Dentre dessa variedade de frutas tropicais, as bananas constituem-se uma fonte importante na alimentação humana pelo valor calórico, energético e principalmente, pelo conteúdo mineral e vitamínico que apresentam (LIMA et al., 2000). A banana é uma das frutas mais importantes do mundo, tanto em relação à produção quanto à comercialização. A cultura da banana destaca-se como a quarta cultura de alimento mais importante do mundo após o arroz, o milho e o leite (IZIDORO et al., 2007 in Souza, 2012).

Existem diversas espécies de banana, uma que tem grande destaque econômico é a chamada banana nanica ou do subgrupo Cavendishi, por apresentarem frutos com ponta ou ápice em forma de gargalo pouco acentuado, delgados, longos, encurvados e, quando maduros, muito doces e verde-amarelados (LIMA et al., 2012).



Além da banana, o açaí é uma fruta tropical com grande destaque no cenário brasileiro. Muito consumido em toda região Norte, e por este motivo são necessárias intervenções como as Boas Práticas de Fabricação (BPF), estas atividades são realizadas a fim de oferecer um produto de qualidade e livre de danos à saúde do consumidor (FREITAS, 2018). O açaí fornece altos teores de ferro, cálcio e compostos bioativos como as antocianinas, mais precisamente, segundo Schauss et al (2006), a cianidina-3-rutinosídeo (60 a 67%) e a cianidina-3-glucosídeo (26 a 30%). As antocianinas são compostas hidrossolúveis que aumentam a capacidade antioxidante e fornecem a coloração vermelha ou arroxeada aos alimentos, possuem propriedades anticarcinogênicas, anti-inflamatórias, antimicrobiana, antioxidante por prevenir a oxidação do LDL, doenças coronarianas e neurológicas (MENEZES et al., 2008; KUKOSKI et al., 2002; ROCHA, 2012).

De acordo com Benedetti (2010) os sucos e polpas de frutas são utilizados no preparo de diversos produtos, bebidas mistas, xaropes, geleias. As frutas podem ser processadas com o intuito de obter sucos e polpas de frutas em pó, que podem ser utilizados tanto para refrescos em pó e ser incorporados a produtos industrializados como sorvetes, refrescos e gelatinas em pó, bebidas lácteas, misturas para bolos, alimentos infantis em geral, em substituição aos aditivos e ingredientes artificiais.

O Brasil está em terceiro lugar na produção mundial de frutas, de acordo com KUSKOSKI et al (2005); Maia; Sousa; Lima (2007); Paraná (2012). Essa produção superou, há seis anos, a marca de 1,3 mil toneladas (SAFRA, 2014). Estudo da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação e da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (FAO-OCDE) aponta que o Brasil deverá aumentar em 40% a produção agrícola até 2019, superando com grande margem países como Ucrânia (29%), Rússia (26%), China (26%), Índia (21%), Austrália (17%), Estados Unidos e Canadá (10 a 15%) (NERY, 2015) in Rocha (2017).

O açaí (*Euterpe Oleracea Mart.*) é um fruto típico e popular da região amazônica, que nos últimos anos ganhou importância devido aos benefícios à saúde, associados a sua composição fitoquímica e a capacidade antioxidante (PORTINHO et al., 2012). O Brasil é o principal produtor, consumidor e exportador do açaí. Esse fruto é comercializado e consumido pela população local nas regiões produtoras do Pará, Maranhão, Amapá, Acre e Rondônia (HOMMA et al., 2011; MENEZES et al., 2008).

O açaí fornece altos teores de ferro, cálcio e compostos bioativos como as antocianinas, mais precisamente, segundo Schauss et al (2006), a cianidina-3-rutinosídeo (60 a 67%) e a cianidina-3-glucosídeo (26 a 30%). As antocianinas são compostos hidrossolúveis que aumentam a capacidade antioxidante e fornecem a coloração vermelha ou arroxeada aos alimentos, possuem propriedades anticarcinogênicas, anti-inflamatórias, antimicrobiana, antioxidante por prevenir a oxidação do LDL, doenças coronarianas e neurológicas (MENEZES et al., 2008; KUKOSKI et al., 2002; ROCHA, 2012).



A banana é uma das frutas mais importantes do mundo, tanto em relação à produção quanto à comercialização. A cultura da banana destaca-se como a quarta cultura de alimento mais importante do mundo após o arroz, o milho e o leite (IZIDORO et al., 2007 *in* Souza, 2012)

As bananas constituem-se em fonte importante na alimentação humana pelo valor calorífico, energético e, principalmente, pelo conteúdo mineral e vitamínico que apresentam (LIMA et al., 2000). Existem diversas espécies de banana, uma que tem grande destaque econômico é a chamada banana nanica ou do subgrupo Cavendishii, por apresentarem frutos com ponta ou ápice em forma de gargalo pouco acentuado, delgados, longos, encurvados e, quando maduros, muito doces e verde-amarelados (LIMA et al., 2012).

A banana nanica apresenta cerca de 96 Kcal, 74% de água, 24g de carboidratos, 2g de fibras, além micronutrientes como fósforo, potássio, cálcio, ferro, vitaminas B1 e B3, C e proteínas (TACO, 2011).

De acordo com Colauro et al. (2004), o investimento na melhoria contínua do processo produtivo e a diversificação dos produtos são vistas como estratégia essencial para que as organizações se mantenham competitivas no mercado. As misturas envolvendo diferentes tipos de frutas vêm ganhando adeptos e forte mercado consumidor, pois de tais combinações obtém-se um produto com características peculiares (BONOMO et al., 2006).

Para Morzelle et al. (2009), o consumo destes produtos acompanha a tendência de crescimento do mercado de bebidas não alcoólicas, o qual tem se diversificado principalmente em função da incorporação de novos sabores de frutas (FIGUEIRA et al., 2010), com destaque às frutas tropicais, dentre elas, o açaí e a banana, uma combinação há muito tempo apreciada pelos consumidores destas frutas, principalmente na região Nordeste do Brasil, pois alia quantidades de proteínas, gorduras e carboidratos tornando-se uma alimentação completa. É costume acrescentar um pouco de dulçor a essa mistura, colocando-se mel ou açúcar ou adoçante e alguma quantidade de granola.

Segundo Matsuura; Rolim (2002) e Branco et al.(2007), os mixes ou blends são as misturas de sucos ou néctares elaborados com a finalidade de melhorar as características nutricionais e sensoriais dos componentes consumidos isoladamente.

Diante da procura por sabores diversificados em sucos ou néctares de frutos, demanda essa que é crescente nesse tipo de mercado, o que tem levado indústrias e outras entidades de pesquisa em alimentos a desenvolverem novos produtos para atender tal demanda. Uma alternativa interessante seria a combinação de diferentes espécies frutícolas como fontes importantes de princípios nutritivos e compostos bioativos naturais (BRANCO et al., 2007). É o caso do blend de suco de caju com extrato de guaraná (SOARES et al., 2001), abacaxi e acerola (MATSUURA; ROLIM, 2002), abacaxi com hortelã (FARIAS et al., 2008) e do tradicional laranja com cenoura (BRANCO et al., 2007) *in* L.C Neves et al. (2010).



De acordo com L.C Neves et al. (2010) tais blends apresentam inúmeras vantagens, como a possibilidade de combinação de diferentes aromas e sabores, além da soma de componentes nutricionais, não encontrados em sucos e néctares individuais. Para Matsuura et al. (2004) o suco ou néctar de algumas variedades de acerola, apesar de conter elevadas concentrações de vitamina C, apresenta sérias limitações quanto à palatabilidade. Contudo, quando associado a outras espécies, como o abacaxi, nota-se a melhora no sabor do referido blend, refletido na maior aceitação (MATSUURA e ROLIM, 2002). Dito isto, deve-se levar em conta, na avaliação da qualidade, a aceitação sensorial do produto, relacionado diretamente com a palatabilidade do blend a ser constituído (MATSUURA; ROLIM, 2002; MATSUURA et al., 2004; BRANCO et al., 2007).

De acordo com Quinteros (1995), os blends apresentam inúmeras vantagens, como a possibilidade de combinação de diferentes aromas e sabores, além da soma de componentes nutricionais, não encontrados em sucos e néctares individuais. Alguns estudos constataam a necessidade de incrementos nutricionais e da aceitação sensorial na constituição de blends (MOSTAFA et al., 1997).

Para Koroishi et al (2009), uma alternativa para solucionar problemas relacionados com a estabilidade de sucos e néctares líquidos é o armazenamento e transporte na forma de pó. Além disso, a secagem melhora a estabilidade, por meio da redução da atividade de água, mantendo os alimentos sem deterioração por mais tempo (CHEN e MUJUMDAR, 2008). E, ainda, os alimentos secos têm como vantagens economia no transporte, fácil distribuição até o consumidor e possibilidade de armazenamento em condições ambientais desde que adequadamente embalado (PITOMBO, 1990).

A escolha do método de secagem é importante, uma vez que pode afetar a qualidade nutricional, assim como características de aparência, sabor e odor. Dentre os processos de secagem, a liofilização pode ser recomendada para alimentos sensíveis ao calor (ROCHA, 2013).

Liofilização é um processo que envolve o congelamento do produto para, em seguida, uma quantidade de solvente ser reduzida por sublimação, seguida de dessorção até valores que não irão favorecer o crescimento de microrganismos ou reações químicas (JENNINGS, 2008). Para Ratti (2001), a secagem por liofilização é o processo de congelamento da água contida no material seguido de sublimação do gelo, observando-se uma série de etapas durante o processamento, que são: congelamento, sublimação e dessorção.

Segundo Fellows (2006), na liofilização é possível uma retenção de 80 a 100% do aroma, pois estes ficam presos na matriz do alimento e não são arrastados pelo vapor de água produzido pela sublimação, isto se deve à difusão seletiva da água através da matriz liofilizada uma vez que o coeficiente de difusão da água é maior que o das moléculas voláteis na condição de liofilização.

Blends são misturas de sucos elaborados que tem por finalidade de melhorar as características sensoriais dos componentes isolados. Os blends apresentam uma série de vantagens, como a



possibilidade de combinação de diferentes aromas e sabores, além da soma de componentes nutricionais, não encontrados em sucos e néctares individuais (QUINTEROS,1995).

A combinação de uma ou mais matérias-primas na elaboração de produtos alimentícios agrega valor e modifica as características sensoriais e nutricionais. Esta mistura é usada na elaboração de blends de polpas de frutas para produção de sucos, sorvetes, geleias, doces, entre outros produtos.

Liofilização é um processo que envolve o congelamento do produto para, em seguida, uma quantidade de solvente ser reduzida por sublimação, seguida de dessorção até valores que não irão favorecer o crescimento de microrganismos ou reações químicas (JENNINGS, 2008). Para Ratti (2001), a secagem por liofilização é o processo de congelamento da água contida no material seguido de sublimação do gelo, observando-se uma série de etapas durante o processamento, que são: congelamento, sublimação e dessorção.

Diante do exposto, objetiva-se neste estudo elaborar néctares mistos de frutos do gênero *Euterpe e Musa* (açai e banana nanica) em pó por meio de secagem com ar quente e liofilização e realizar sua caracterização através das análises microbiológicas, físico-química e sensorial.

## 2 OBJETIVO GERAL

Obter quatro formulações distintas de néctar misto (blend) de açai e banana nanica.

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Secar com ar quente e liofilizar as formulações obtidas;
- Realizar caracterização físico-química dos néctares formulados através de pH, acidez titulável, vitamina C, açúcares totais e redutores, carotenoides totais, clorofila A, B e total, sólidos solúveis e ratio;
- Realizar avaliação microbiológica através dos parâmetros de coliformes a 45 °C, contagem total de bactérias aeróbias mesófilas e contagem de fungos filamentosos e leveduras;
- Realizar teste de aceitação para os atributos de cor, sabor, aroma, aparência, impressão global e intenção de compra dos produtos obtidos.

## 3 METODOLOGIA

### 3.1 AMOSTRAS

As amostras de açai e bananas nanica foram adquiridas em uma feira de São Luís no Estado do Maranhão. Foram levadas para o Laboratório de Produtos Naturais da UFMA-Campus do Bacanga onde o estudo foi realizado.



### 3.2 LIOFILIZAÇÃO DOS BLENDS

Inicialmente as bananas foram batidas em um liquidificador para obtenção da polpa, posteriormente foram preparadas as misturas entre as polpas das frutas, para que houvesse uma homogeneização completa, utilizou-se novamente o liquidificador. Para cada amostra foram realizadas triplicatas. Formulou-se o blend em uma proporção de 50% para ambos os ingredientes (100 ml de açaí e 100 ml de banana-nanica). Em seguida, colocou-se a amostra em um freezer à -18°C por 24 horas. As amostras congeladas foram transferidas para o liofilizador (Liotop, K105), onde foram desidratadas a uma temperatura de -90°C por 72 h. Após a liofilização, as amostras foram desintegradas com uso de almofariz com pistilo para obtenção do pó e acondicionada em embalagens laminadas.

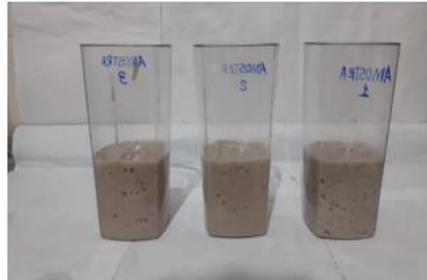
## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As figuras abaixo representam a coleta até o processamento das polpas dos frutos. Verificamos que o fruto da banana se apresentou maduro e que a polpa foi obtida através do processamento em um liquidificador. Após a mistura, mantendo a proporção, o aspecto visual mudou para uma cor intermediária entre a figura b e c.

Figura 1: Apresentação das amostras *in natura* (a) e polpa das amostras (b) e (c).



a)



b)



c)

Fonte: Autores, 2019

Após passar pelo liofilizador, as amostras passaram a ter o aspecto de pó. Cada amostra separada em recipientes identificados. Um ponto de relevância foi a redução do volume das amostras, isso ocorreu devido a retirada da água durante o processo de liofilização. Importante para o processo de embalagem e para o tempo de validade do produto, pois a disponibilidade de água livre em um alimento, impacta diretamente em seu grau de perecibilidade.



Figura 2: Amostras do *blend* liofilizado



Fonte: Autores, 2019

## 5 CONCLUSÃO

A pesquisa apresentou como resultado amostras de açaí e banana em um *blend* e que posteriormente passou pelo processo de liofilização, com isso foi possível obter o produto em pó. Sendo uma alternativa para elaborar um produto em que suas qualidades sensoriais e nutricionais possam ser preservadas, e seu tempo de vida útil possa ser estendida sem a necessidade do uso de aditivos.



## REFERÊNCIAS

- BENEDETTI, P. C. D. Caqui em pó: influência de aditivos e do método de secagem. 2010, 129 f. Tese (Doutora em Engenharia e Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto, 2010.
- DA SILVA, Maria José Silveira et al. Caracterização físico-química de blend de abacaxi com acerola obtido pelo método de liofilização. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 11, n. 5, p. 110-113, 2016.
- FREITAS, B, BENTO, F.S, SANTOS, F.Q, FIGUEIREDO, M, AMÉRICA, P, MARÇAL, P. (2015). Características físico-químicas, bromatológicas e microscópicas de polpas de açaí (*Euterpe oleracea*) congeladas tipos B. *Journal of applied pharmaceutical sciences*, 2 (2), 2-13.
- IZIDORO, D. R. Influência da polpa de banana (*Musa Cavendishii*) verde no comportamento reológico, sensorial e físico-químico de emulsão. Curitiba: Universidade Federal do Paraná: 2007, 167p. Dissertação Mestrado.
- JENNINGS, T. A. Lyophilization: Introduction and Basic Principles. New York: Informahealthcare, 2008. 646p.
- KUSKOSKI, EM.; Fett, P.; Asuero, AG. Antocianos: un grupo de pigmentos naturales. Aislamiento, identificación y propiedades. *Alimentaria*, v.2 n.61, p.61-74, 2002.
- LIMA, A. G. B., NEBRA, S. A., QUEIROZ, M. R., A banana: Parte I – aspectos histórico e mercadológico. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, v.2, n.1, p.87-101, 2000.
- LIMA, M. B.; SILVA, S. O.; FERREIRA, C.F. Banana: o produtor pergunta, a Embrapa responde. – 2 ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2012. 214 p. Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/82218/1/500-Perguntas-Banana-ed02-2012.pdf>. Acesso em 24 dez 2020.
- MENEZES, E.M.S.; TORRES, A.T.; SRUR, A.U.S. 2008.Nutricional value of açaí pulp (*Euterpe oleracea* Mart.) liophylized. *Acta Amazonia*. 38(2):211-316 (in Portuguese, with Abstract in English).
- QUINTEROS, E. T. T. Processamento e estabilidade de néctares de acerola-cenoura. 1995. 96 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.
- RATTI, C. Hot air and freeze-drying of high value foods: a review. *Journal and food Engineering*, 49, pp. 311-319, 2001.
- ROCHA, L. J. F. G.Quantificação de alguns compostos bioativos das pitayas de polpas branca e vermelha(*Cereus undatus*,sinonímia:*Hylocereus guatemalensis*, *H. undatus*).2012. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2012.
- SCHAUSS, A. G.; WU, X.; PRIOR, R. L.; OU, B.; HUANG, D.; OWENS, J.; AGARWAL, A.; JENSEN, G. S.; HART, A. N.; SHANBROM, E. Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried Amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* mart. (acai). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 54, n. 22, p. 8604-8610, 2006. <http://dx.doi.org/10.1021/jf0609779>. PMID:1706184

## Pesquisa de mercado: Uma abordagem da capacitação e inovações tecnológicas no Agronegócios



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-049>

### André Luiz de Souza Lacerda

Pesquisador Doutor do FIT, Sorocaba, SP  
E-mail: [andre.lacerda@fit-tecnologia.org.br](mailto:andre.lacerda@fit-tecnologia.org.br)

### RESUMO

Para alcançar esse objetivo, foram realizadas entrevistas de campo, seguindo um protocolo desenvolvido internamente para a aplicação de Pesquisa de Mercado com foco em Design Thinking nas fases de Empatia e Definição. Durante essas entrevistas, diversos atores foram abordados nos seguintes segmentos: Acadêmico, Empresas, HUBs e Governo. Em relação aos participantes das entrevistas,

destacaram-se os níveis de formação acadêmica: graduação (11%), mestrado (33%), doutorado (22%), pós-doutorado (17%) e MBA em Agribusiness (17%). Em relação ao perfil profissional, metade dos entrevistados ocupam ou ocuparam cargos de gestão, acumulando experiência de 6 a 19 anos. Dentre os resultados observados na pesquisa, notou-se a carência de profissionais capacitados e qualificados principalmente em tecnologias básicas envolvendo conhecimentos em Software, Hardware, aplicações Mobile, bem como em tecnologias emergentes como a Inteligência Artificial (IA) e Internet das Coisas (IoT).

**Palavras-chave:** TICs, Agronegócios, Design Thinking, Capacitação, IA e IoT.

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Decreto 9.854/2019, que instituiu o Plano Nacional de Internet das Coisas (IoT) e a Estratégia Brasileira para Inteligência Artificial (IA), ambos elaborados pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI, o objetivo é promover o aumento da produtividade brasileira através dessas tecnologias, que vem colaborando com o desenvolvimento do país. Nesse contexto, surge a necessidade do aprimoramento tecnológico associado a agricultura inteligente, visando manter competitivo o mercado nacional com altos níveis de qualidade e produtividade.

Sabe-se que o maior responsável por transformações sociais é o pleno emprego. Portanto, investimentos em capacitação tecnológica torna-se uma importante estratégia em gerar mão de obra qualificada em áreas identificadas como de alta demanda, o que pode reduzir o desemprego no país e ocasionar uma transformação social.



No entanto, o conhecimento gera diversas possibilidades que também contribuem com o crescimento econômico através do empreendedorismo baseado em tecnologia. Por exemplo, o empreendedorismo não gera apenas riqueza, mas também promove o aumento da competitividade nacional e internacional. Além disso, há um aumento correspondente na empregabilidade, uma vez que empreendimentos inovadores, requerem maiores investimentos em mão de obra qualificada do que em insumos.

Juntando estes dois fatores, geração de mão de obra capacitada e capacidade empregadora através de negócios inovadores, com as possibilidades de um país continental, como o Brasil, é possível desenvolver produtos, processos e serviços inovadores em áreas como agronegócio. É observado que o dia a dia de atividades diárias das empresas atualmente demanda uma postura diferente das pessoas, havendo a necessidade de compreensão de conceitos para implementação em processos cotidianos. Isso se faz necessário, para aumentar a produtividade e competitividade no mercado. Para isso, as iniciativas de capacitação devem ser adaptadas a realidade e contexto do segmento de mercado, incentivando a resolução de problemas, propondo inovação constante, resultando assim no aumento da produtividade.

Diante deste cenário, nota-se, como resposta, a adoção de tecnologias emergentes e suas subáreas, como Inteligência Artificial, Internet das Coisas e redes 5G, aplicadas a motivações específicas dentro da agricultura. Exemplos de aplicação abrangem áreas como: agricultura de precisão, previsão de irrigação, controle de pragas e doenças, agricultura urbana, entre outros.

## 2 METODOLOGIA

Para traçar um panorama do conhecimento dos possíveis usos das tecnologias na cadeia produtiva de agronegócio no Brasil, foram realizadas entrevistas com os principais agentes dos diferentes segmentos da sociedade ligados à agricultura (empresários, governo, acadêmicos e HUBs tecnológicos) no período de 03/04/2023 a 14/04/2023.

Os profissionais que participaram das entrevistas ocupam ou acuparam posições de destaque em seus respectivos ambientes de trabalho. Eles aceitaram responder ao roteiro de entrevista estruturada e exploratória segundo SILVA & MENEZES (2005) e conforme Protocolo de Aplicação de Pesquisa de Mercado: Entrevista de Campo Design Thinking - Fase Empatia e Definição. A construção dessa abordagem foi desenvolvida por equipe multidisciplinar de pesquisa do FIT (Flextronics Instituto de Tecnologia).

A abordagem foi estruturada em dados pessoais, rotina de trabalho, execução de projeto, capacitação e cursos de longa e curta duração realizados e sugeridos pelos profissionais entrevistados na área de agricultura. A seguir, descrevem-se as etapas que orientaram os trabalhos:

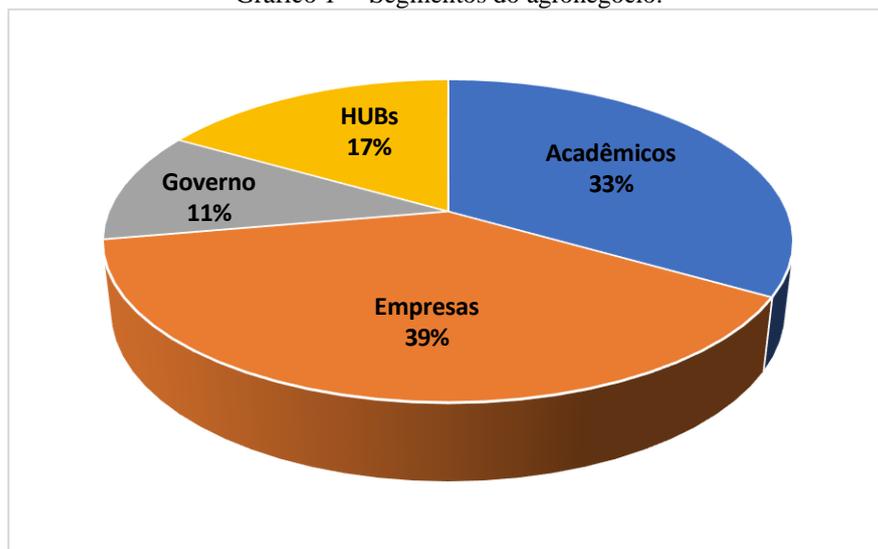


- 1) Reuniões e discussões da equipe para: definição do referencial teórico e conceitual da pesquisa – marco teórico e questionário; seleção criteriosa das instituições relevantes a serem entrevistadas – compreendendo aquelas que possivelmente estejam trabalhando com as agronegócios ou que deveriam ter um mínimo de conhecimento sobre sua existência em função da missão da instituição ou do setor em que trabalham; elaboração do roteiro de entrevista – incluindo parte específica destinada aos entrevistados;
- 2) Contatos telefônicos e por e-mails com as instituições e entidades pertinentes, para exposição da importância da pesquisa e agendamento das entrevistas;
- 3) Realização das entrevistas via internet registradas e transcritas em formato digital;
- 4) Extração dos dados transcritos transformados em quantitativos para elaboração de gráficos (em planilhas);
- 5) Revisão bibliográfica por meio da qual se delineou o marco teórico da pesquisa a respeito de temáticas variadas.

A pesquisa foi de natureza qualitativa e exploratória baseada em pequenas amostras, que proporcionam percepções e compreensão do contexto do problema, o que será analisado mais adiante no item “Discussão dos Resultados”.

Após concluídas as 16 perguntas formuladas, constatou-se um total de 18 entrevistas (288 respostas), nas mais variadas funções e departamentos nos seguintes segmentos do agronegócio, sendo: 7 empresários (39%), 6 acadêmicos (33%), 3 HUBs (17%) e 2 governo (11%), conforme Gráfico 1.

Gráfico 1 – Segmentos do agronegócio.



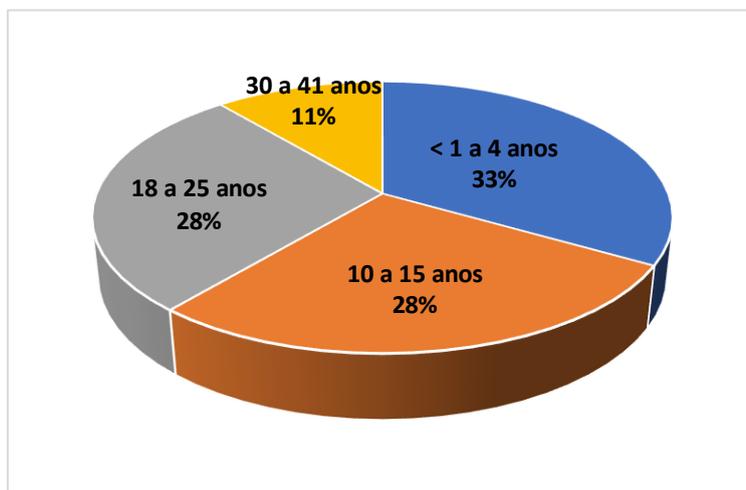


### 3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

#### 3.1 DADOS PROFISSIONAIS

De acordo com o Gráfico 2, o perfil dos entrevistados em relação ao tempo de serviço nas Empresas, Universidades, HUBs e Governo indicaram que 33, 28 e 28% estão na faixa de 1 a 4 anos, 10 a 15 anos e 18 a 25 anos, respectivamente, e 11% os que têm entre 30 a 41 anos de tempo de casa. Portanto, nesta pesquisa, presume-se que os entrevistados são novatos, tem pouco tempo de casa e talvez pouca experiência para assumir cargos de responsabilidade. A maioria com 56% de representatividade tem entre 10 a 25 anos de tempo de casa e são considerados produtivos, com nível de maturidade e experiência suficiente para assumir cargos de gestão e responsabilidades. A minoria com 11% de representatividade tem 30 a 41 anos de tempo de casa, e são considerados em final de carreira e na faixa de aposentadoria.

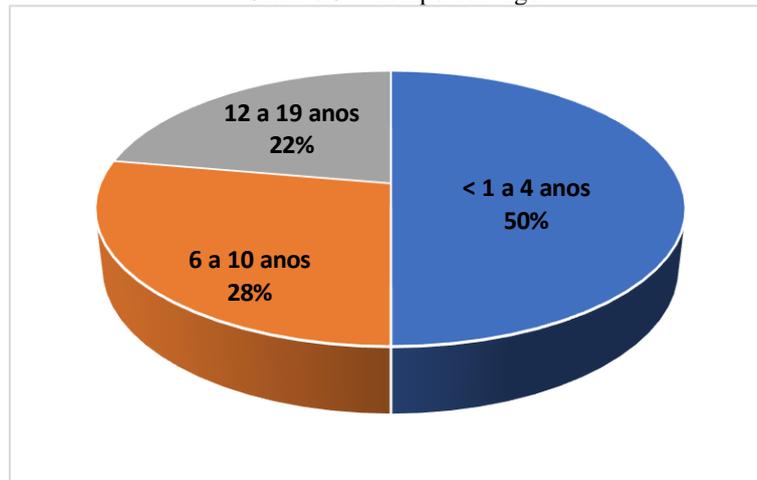
Gráfico 2 – Tempo de casa



O Gráfico 3 ilustra que 50% dos entrevistados têm um período de 1 a 4 anos no cargo atual. 28% responderam de 6 a 10 anos e 22% entre 12 a 19 anos. Isso significa que os entrevistados apesar de terem pouco tempo de casa, conforme apresentado no Gráfico 2, tem poder de decisão no lugar onde trabalham, pois ocupam postos de suma importância em seus ambientes de trabalho. 50% tem cargo de gestão e por tempo considerável, de 6 anos no mínimo. Portanto, são formadores de opiniões e são possíveis potenciais parceiros para o FIT nas tecnologias de IA e IOT no agronegócios.

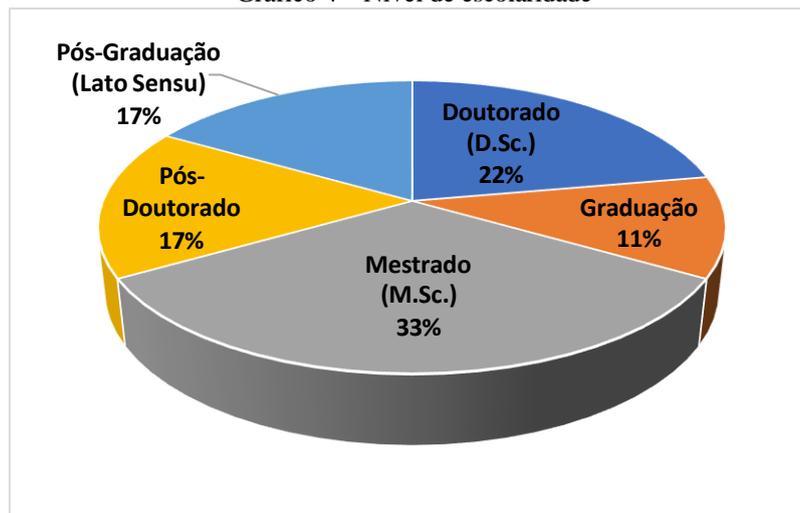


Gráfico 3 – Tempo de cargo



Em relação ao nível de escolaridade, todos os envolvidos possuem formação de nível superior e buscam manter-se atualizados em relação as áreas de agricultura, com cursos de mestrado, doutorado e pós-doutorado lato e scrito sensu, conforme o Gráfico 4. Observou-se na pesquisa a maior participação de entrevistados foram os que possuem nível de mestrado com 33%, seguido de doutorado com 22%, pós-graduação lato sensu com 17% e graduação com a menor percentagem 11%. Aqui cabe uma observação, pois não se constatou, de fato, a ocorrência de analfabetos e todos se mostraram esclarecidos sobre os acontecimentos relacionados à agricultura e tecnologia no campo. Todos os envolvidos possuem formação de nível superior e buscam manter-se atualizados em relação as áreas de agricultura, Gráfico 4.

Gráfico 4 – Nível de escolaridade

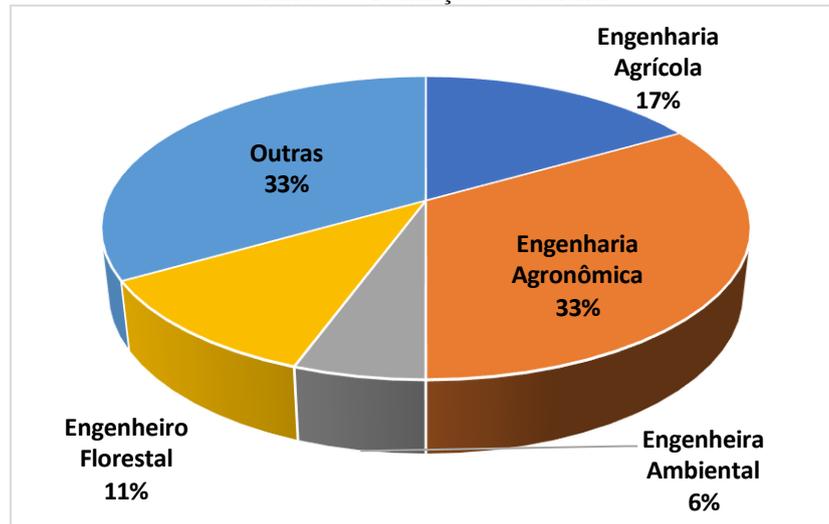


Quanto à formação educacional dos entrevistados 6% são formados em engenharia ambiental. Os demais estão distribuídos da seguinte forma: engenharia agrônômica 33%, engenharia agrícola 17%, engenheiro florestal 11% e entre outras com 33%. Os resultados apontam para um grupo de



entrevistados dentro do perfil selecionado de agronegócios com percentual de 67% e que os posiciona como pessoas com grande poder de informação quando se considera o agronegócio como um todo (Gráfico 5). Nota-se uma proporção significativa de entrevistados sem formação específica na área agrícola (33%), porém atuam no setor de agronegócios.

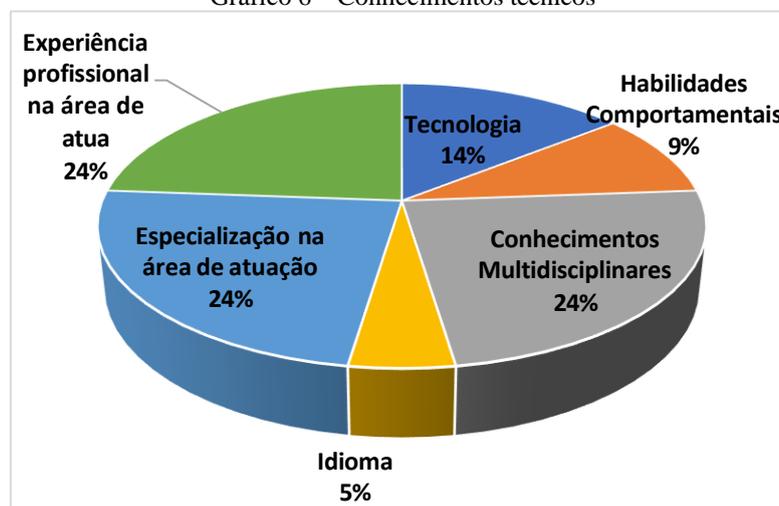
Gráfico 5 – Formação educacional



### 3.2 ROTINA DE TRABALHO

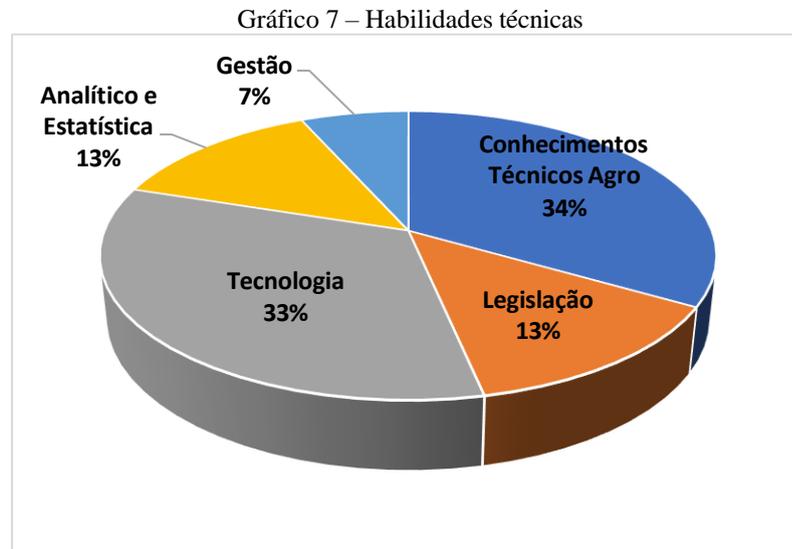
Os Gráficos 6, 7 e 8 abordaram a rotina de trabalho dos entrevistados no processo de contratação. Quais conhecimentos, habilidades técnicas e comportamentais mais difíceis encontrados na hora de contratar um profissional na área de agronegócios. Podemos observar no Gráfico 6 os conhecimentos multidisciplinares, experiência profissional e especialização na área obtiveram percentual de 24 % totalizando em 72% de importância de peso no processo de contratação. A tecnologia 14%, habilidades comportamentais 9% e idioma (inglês) 5%. Portanto, podemos considerar que capacitação e experiência nesta pesquisa é muito relevante.

Gráfico 6 – Conhecimentos técnicos





No Gráfico 7, foi abordado as habilidades técnicas mais difíceis de serem encontrados na hora de contratar um profissional na área de agronegócios. Conhecimentos técnicos em agronegócios com 34%, tecnologia 33%, estatística, legislação e gestão com 13%, 13% e 7%, respectivamente. Portanto, na área de agronegócio é fundamental segundo os entrevistados que o profissional tenha que ter conhecimentos e/ou habilidades técnicas na área de agronegócios.

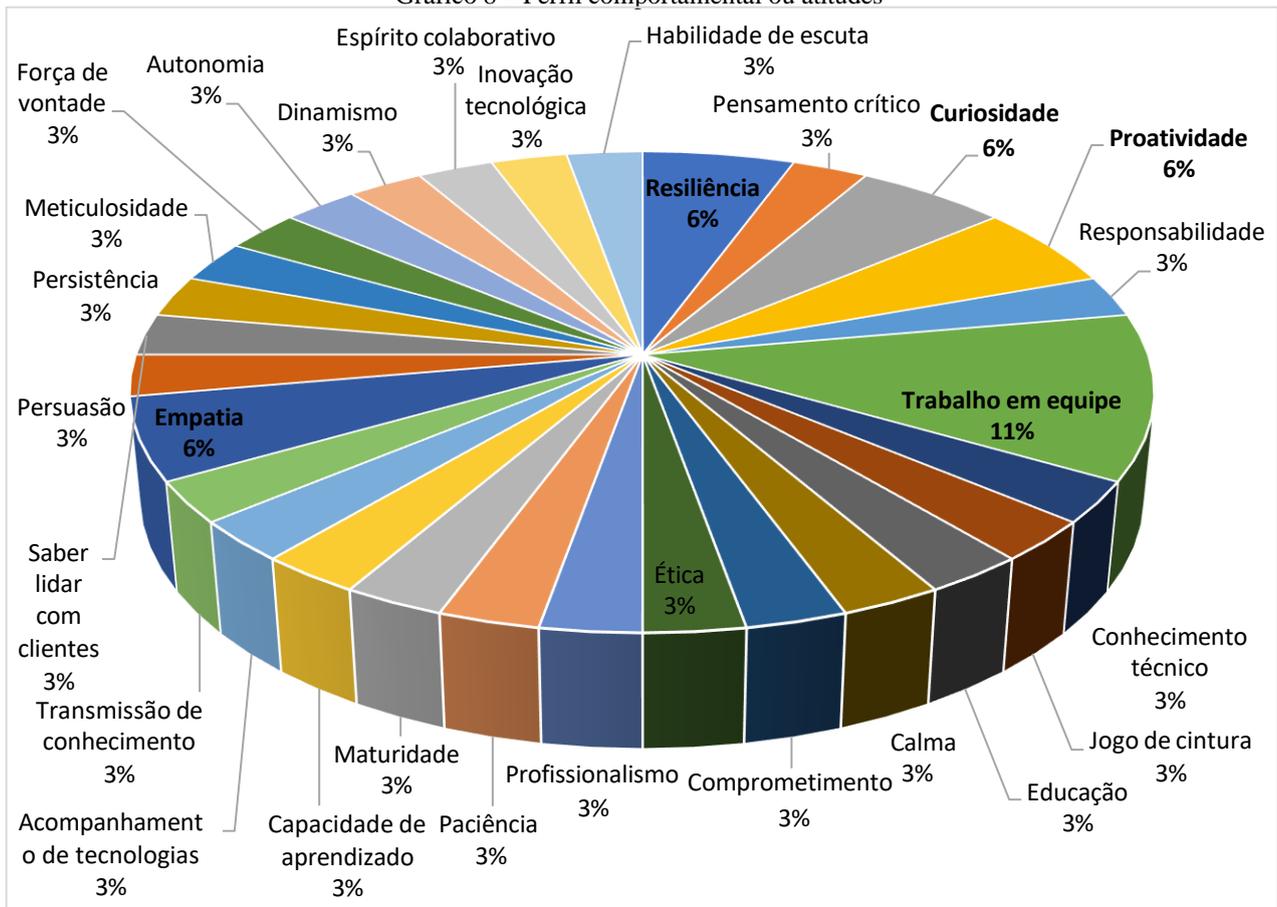


No Gráfico 8, encontram-se os dados relativos às características comportamentais mais valorizadas pelos entrevistados. Podemos verificar que houve um enorme número de informações que foram extraídas das entrevistas como: pensamento crítico, curiosidade pro-atividade para resolução dos problemas, curiosidade e interesse em aprender a operar equipamentos. Pro-atividade (mão na massa), responsabilidade, trabalho em equipe – multidisciplinar. Impessoalidade, conhecimento técnico, jogo de cintura, educado e calmo. Resiliência, paciência, maturidade. Capacidade de adquirir e passar o conhecimento. Acompanhar as tecnologias e traduzir para o mercado. Falta de experiência, empatia, persuasão, saber lidar com clientes, saber mais escutar do que falar, persistência, metucioso com a manipulação de dados e publicações de artigos, força de vontade, autonomia, dinâmico, empático, espírito colaborativo e inovação tecnológica.

No entanto o trabalho em equipe foi o que mais se destacou presente em 11% das respostas dos entrevistados, seguido da resiliência, empatia, curiosidade e pró-atividade com 6% cada. Ficou evidenciado nas entrevistas que neste novo cenário, onde cada vez mais o acesso à computadores e outras tecnologias que favorecem trabalhos remotos e virtuais, as pessoas estão cada vez mais trabalhando isoladamente, sem espírito de time e o profissional que tiver as características de saber lidar com gente, ou seja, gestão de pessoas, inteligência emocional, administrar conflitos, terá um grande diferencial na avaliação do seu perfil no processo de seleção de candidatos por saber trabalhar em equipe.



Gráfico 8 – Perfil comportamental ou atitudes

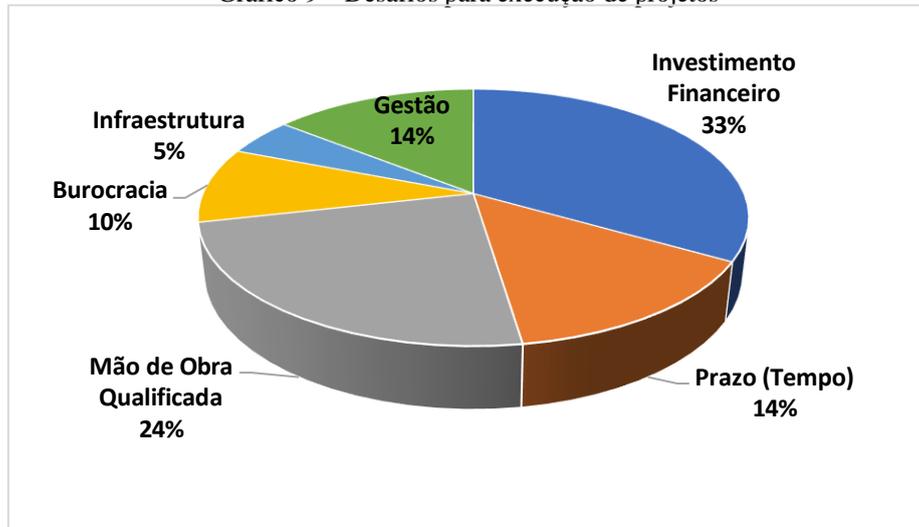


### 3.3 EXECUÇÃO DE PROJETOS

Em relação a execução de projetos no agronegócio, podemos verificar no Gráfico 9 que os investimentos financeiros representaram 33% das dificuldades, seguido da falta de mão de obra qualificada com 24%, prazo para conclusão 14% e gestão do projeto 14%. Segundo alguns dos entrevistados, às agências de fomento tem imposto limitações cada vez maiores quanto ao uso de recursos financeiros para execução de projetos. A maior parte dos entrevistados cujo perfil profissional está relacionado ao ensino e pesquisa relataram que apesar de terem infra-estrutura, somente 5% sofrem com isso, a compra e manutenção de reagentes e de materiais, além das condições salariais baixas são um grande desafio para execução e gestão de um projeto 14%.



Gráfico 9 – Desafios para execução de projetos



As razões mais comuns por trás dessas dificuldades como não daria de ser é a falta de investimento com 38%, conforme Gráfico 10. A compreensão da necessidade do negócio do cliente (24%) e as consequências são a baixa qualidade do produto e serviço de entrega (34%), projeto ineficaz (22%) e a necessidade de investimento em capacitação (22%). Como consequência temos a baixa qualidade do produto (34%), projeto ineficaz (22%) e a necessidade de investimento em capacitação (22%), conforme informações corroboradas e apresentadas no Gráfico 11.

Gráfico 10 – Razões mais comuns nas dificuldades de execução de projetos

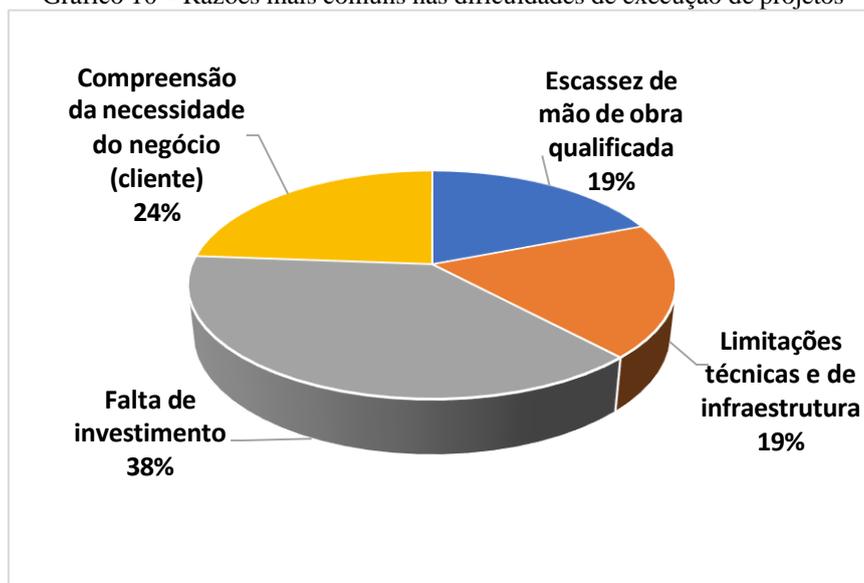
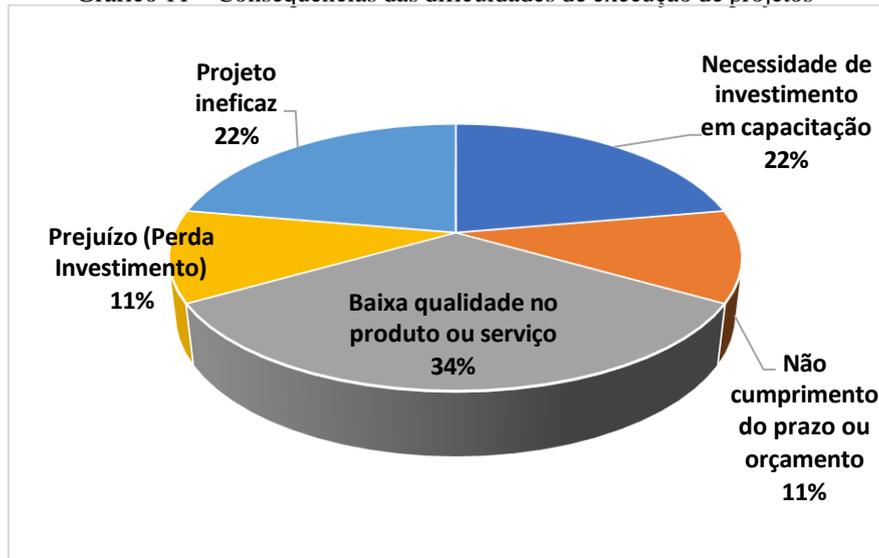




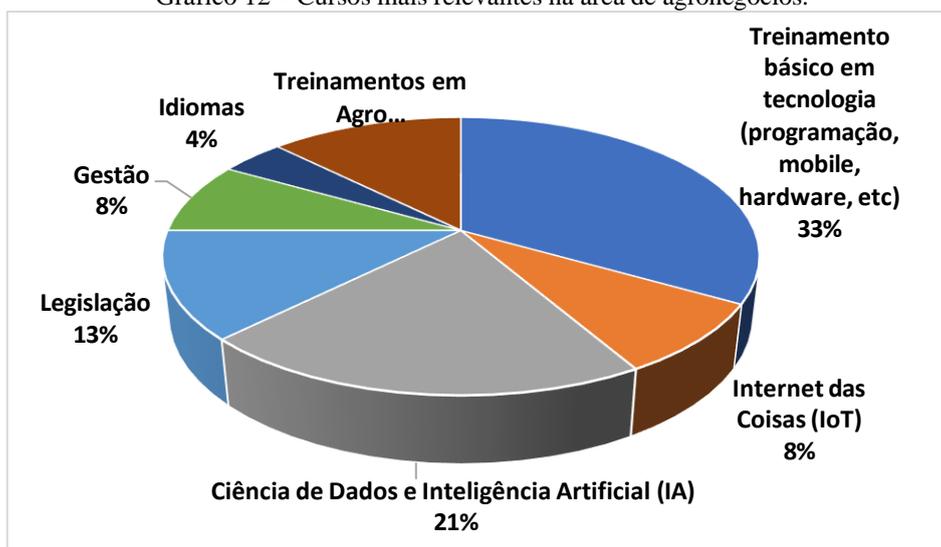
Gráfico 11 – Consequências das dificuldades de execução de projetos



### 3.4 CAPACITAÇÃO E CURSOS

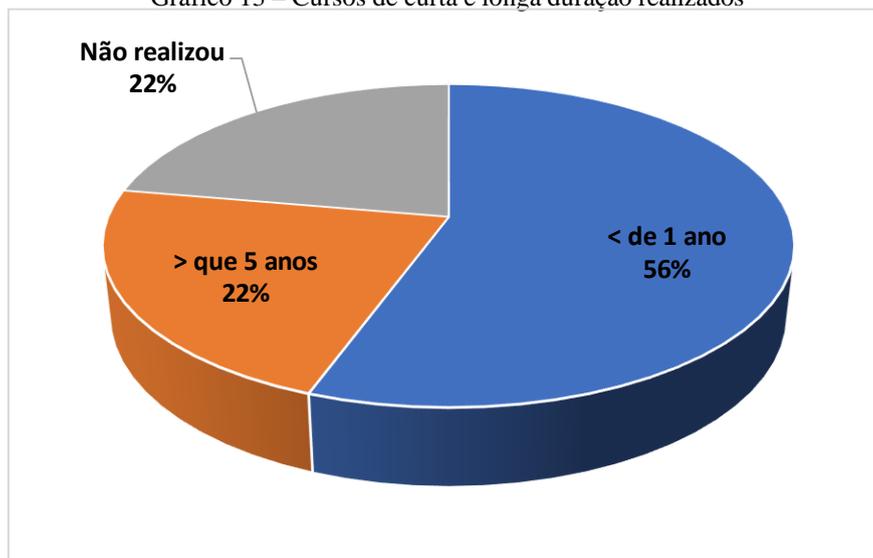
Nos Gráficos 12 e 13, os entrevistados responderam questões sobre quais os cursos são relevantes a serem oferecidos na sua área de atuação e qual foi a última vez que o entrevistado fez curso de longa ou curta duração, respectivamente. No Gráfico 12, destaca-se a necessidade de treinamentos básicos em tecnologias, como treinamento básico em tecnologias como programação, mobile, hardware entre outras e obtiveram 33%, seguido de ciência de dados e Inteligência Artificial (IA) com 21 % e com 13 % seguido por legislação (13%).

Gráfico 12 – Cursos mais relevantes na área de agronegócios.



No Gráfico 13 é possível constatar que profissionais do setor do agronegócio entrevistados costumam buscar atualização profissional. 56% frequentaram cursos de curta e longa duração em menos de um ano, 22% participaram de cursos a mais de 5 anos e 22% não participaram de nenhum treinamento.

Gráfico 13 – Cursos de curta e longa duração realizados



### 3.5 DESVIOS NA APLICAÇÃO DO PROTOCOLO

É conveniente destacar que não houve dificuldades no contato e extração dos dados com os atores selecionados. Todas as entrevistas foram autorizadas mediante assinatura do Termo de Consentimento. No entanto, algumas recusas foram registradas por parte de alguns profissionais em realizar a entrevista. Acredita-se que, em razão da complexidade dos temas IA e IoT, muitos dos entrevistados mostraram-se receosos por considerarem que pouco contribuiriam com a investigação e/ou por julgarem seu trabalho com inovações como “segredo industrial”.

### 4 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Após a análise dos dados desta pesquisa, concluiu-se que há uma carência de investimentos em projetos e de profissionais capacitados em tecnologias básicas. Recomenda-se assim a capacitação de profissionais do setor do agronegócio em tecnologias básicas, bem como em tecnologias emergentes como IA e IoT. As informações obtidas através das entrevistas irão contribuir na definição dos cursos de capacitação e aceleração de projetos que serão oferecidos pelo FIT durante o projeto vigente na área de agronegócios.

### AGRADECIMENTOS

Ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações pelo projeto apoiado com recursos da Lei nº 8.248, de 23 de outubro de 1991. Aditivo do Projeto 0200-08/2021/PPI/Softex/Fit/ResTIC3 (Softex 2). Enfim à todos que colaboraram para execução desta pesquisa.



## REFERÊNCIAS

Decreto 9854. **Plano Nacional de Internet das Coisas**. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9854.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9854.htm). Acessado em: 26/05/2023.

FREITAS, HENRIQUE; OLIVEIRA, M; SACCOL, A.Z; MOSCAROLA, J. Resumo do artigo "O método de pesquisa survey". **Revista de Administração de São Paulo**, v.35, n.3, p.105-112, 2000.

GIL, A.C. Como elaborar projetos de pesquisa. 4. ed. S P: Atlas, 2007. Métodos e técnicas de pesquisa social. SP: Atlas, 1999.

Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais e altera a Lei nº 12.965, de 23 de abril de 2014 (Marco Civil da Internet). Diário Oficial da União, Brasília, DF, 15 ago. 2018. Seção 1, p. 1.

MARTINS, P.R.; RAMOS, S.F.; DULLEY, R.D; ASSUMPCÃO, E. A.; ASSUMPCÃO JÚNIOR, N.R; LACERDA, A.L.S; BARBOSA, M.Z. Ed. Xamã, 2009, Impactos das nanotecnologias na cadeia de produção da soja brasileira, 158 p.

MCTI - Inteligência Artificial — Disponível em: [www.gov.br/mcti/pt-br](http://www.gov.br/mcti/pt-br). Acessado em 26/05/2023.

SANTOS, S. M.; MOURA, L. R.; OLIVEIRA, L. C. de; VILELA, F. V. Elaboração de ementas por competências: uma reflexão sobre as metodologias ativas no ensino superior. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro**, Uberaba, v. 7, n. 1, p. 48-60, jan./jun. 2021.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M.. Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação. 4. ed. rev. atual. – Florianópolis: UFSC, 2005. 138p.

WORLD INTELLECTUAL PROPERTY ORGANIZATION (WIPO). (2021). WIPO Technology Trends 2021: Artificial Intelligence. Geneva: WIPO.

## Uma síntese narrativa sobre modelos inter e transdisciplinares para a educação na área da saúde



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-050>

### Fernando Campos Barbosa

Doutor, Instituto Transdisciplinar de Medicina Integrativa e Tecnologia. São Paulo, São Paulo, Brasil.

E-mail: fernando.integratividade@gmail.com

### Rodrigo Martins Tadiné

Doutor, Instituto Transdisciplinar de Medicina Integrativa e Tecnologia. São Paulo, São Paulo, Brasil.

### Janaina Drawanz Pereira Rezende

Doutora, Instituto Transdisciplinar de Medicina Integrativa e Tecnologia. São Paulo, São Paulo, Brasil.

### Ana Maria Silva

Doutora, Instituto Transdisciplinar de Medicina Integrativa e Tecnologia. São Paulo, São Paulo, Brasil.

### Reginaldo Tacinare Barini

Doutor, Instituto Transdisciplinar de Medicina Integrativa e Tecnologia. São Paulo, São Paulo, Brasil.

### Gabriel César Dias Lopes

Doutor, Instituto Transdisciplinar de Medicina Integrativa e Tecnologia. São Paulo, São Paulo, Brasil.

### Eneida Mara Gonçalves

Doutora, Instituto Transdisciplinar de Medicina Integrativa e Tecnologia. São Paulo, São Paulo, Brasil.

### Deise Sampaio Felipe da Silva

Doutora, Instituto Transdisciplinar de Medicina Integrativa e Tecnologia. São Paulo, São Paulo, Brasil.

### Erlon Alves Chaves

Doutor, Instituto Transdisciplinar de Medicina Integrativa e Tecnologia. São Paulo, São Paulo, Brasil.

### Pedro Shiozawa

Doutor, Instituto Transdisciplinar de Medicina Integrativa e Tecnologia. São Paulo, São Paulo, Brasil.

### RESUMO

**OBJETIVO:** O capítulo apresenta uma síntese sobre os conceitos relacionados a multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade em equipes de saúde. Além disso, é objetivo descrever as os múltiplos esforços disciplinares e distingui-los no ensino na área da saúde. **MÉTODOS:** Nesta revisão bibliográfica narrativa (bases de dados, sites e periódicos especializados) foram selecionados estudos buscando-se como palavras-chave “multidisciplinaridade”, “interdisciplinaridade”, “transdisciplinaridade” e “definição” para abordagem destes conceitos na área clínica e de ensino na área da saúde. As bases de dados avaliadas foram MEDLINE, GOOGLE ACADÊMICO, PUBMED, SCIENCE DIRECT, SciELO e LILACS. **RESULTADOS:** Nos estudos selecionados sobre o tema, os conceitos sobre multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade foram apresentados, assim como sua aplicação no ensino da área da saúde. **CONCLUSÃO:** A transdisciplinaridade é muitas vezes confundida com interdisciplinaridade e com multidisciplinaridade. A distinção entre os termos é necessária para direcionar para os profissionais de saúde na obtenção de resultados clínicos e nos sistemas de ensino para que não limite a troca de conhecimentos requerida. Fica evidenciado que as pesquisas relacionadas a educação em saúde devem explorar instrumentos inter e transdisciplinares para obtenção de resultados com a inovação necessária para o sistema de saúde.



**Palavras-chave:** Multidisciplinaridade,  
Interdisciplinaridade, Transdisciplinaridade,  
Definição.

## 1 INTRODUÇÃO

As necessidades na área da saúde são cada vez mais desafiadoras. A resolutividade demandada dos profissionais e a complexidade dos atendimentos com o desenvolvimento e aplicação de diversas práticas terapêuticas são questões cada vez mais frequentes (Martin et al., 2022; Maldonado e Canella, 2003).

A complexidade e multidimensionalidade dos problemas de saúde tem gerado um interesse crescente para pesquisadores, acadêmicos e profissionais se afastarem de paradigmas e soluções disciplinares específicas. Esse afastamento das disciplinas como silos levou a um uso crescente de abordagens multidisciplinares, interdisciplinares e transdisciplinares em várias arenas, incluindo os cuidados de saúde (Van Bever, 2017). A colaboração entre diversos profissionais em uma equipe de saúde pode trazer maior segurança, eficiência e sucesso ao tratamento (Martin et al., 2022; Maldonado e Canella, 2003). Nesse sentido, a forma Inter\Transdisciplinar na educação contribui muito no repensar a prática pedagógica (Orsati et al., 2020).

Termos como multidisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar têm sido utilizados para denotar esforços que envolvem diversas disciplinas. No entanto, esses termos são definidos de forma ambígua e frequentemente utilizados de forma intercambiável (Choi e Pak, 2007). Como existem diferenças significativas nas definições desses termos, a interpretação equivocada de conceitos resultou na descrição indevida de transdisciplinaridade em ambientes de pesquisa e prática (Van Bever, 2017). As distinções entre as relações que são mantidas pelas equipes de saúde oferecem formas para designação de funções para o desenvolvimento de um trabalho em equipe na prática (Martin et al., 2022; Maldonado e Canella, 2003).

A má aplicação da interdisciplinaridade como transdisciplinar limita o uso e o impacto potencial deste último conceito na prática clínica e nos sistemas de ensino (Van Bever, 2017). Para que o conceito de transdisciplinaridade surja da sombra da interdisciplinaridade, uma compreensão abrangente do conceito é necessária para distinguir concretamente os dois termos.

Esta revisão narrativa de literatura propõe-se a esclarecer os conceitos relacionados a multidisciplinaridade, interdisciplinaridade e transdisciplinaridade em equipes de saúde. Além disso, é objetivo descrever os múltiplos esforços disciplinares e distingui-los no ensino na área da saúde. O entendimento dos conceitos possibilita melhores escolhas para definir os instrumentos mais adequados que serão utilizados pelas equipes de saúde e suas interfaces entre os modelos educacionais teóricos aplicados na prática.



## 2 METODOLOGIA

Foi realizada uma revisão da literatura nas bases de dados MEDLINE, PUBMED, SCIENCE DIRECT, SciELO e LILACS. As buscas foram realizadas usando “multidisciplinaridade”, “interdisciplinaridade”, “transdisciplinaridade” e “definição” como palavras-chave para identificar a literatura online pertinente. Foram incluídos os estudos que melhor descreveram o tema abordado. Não foram estabelecidos períodos específicos de publicação nem restrição quanto ao delineamento do estudo, sendo selecionados artigos originais em português, inglês e espanhol.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos desafios de saúde não reside mais dentro dos limites de uma única disciplina. Profissionais capazes de ampliar suas perspectivas e pensar entre disciplinas são necessários. Uma melhor compreensão de diferentes percepções e integração dos conhecimentos de diferentes disciplinas pode significar maior precisão e redução de disparidades (Martin et al., 2022; Maldonado e Canella, 2003).

Na prática, No entanto, são necessárias distinções de conceitos em relação aos programas interdisciplinares e transdisciplinares de equipes clínicas e em programas de capacitação profissional e de pesquisa (Van Bower, 2017). Para que o conceito de transdisciplinaridade surja da sombra da interdisciplinaridade, uma compreensão abrangente do conceito é necessária para distinguir concretamente os dois termos (Van Bower, 2017).

### 3.1 CONCEITOS DE MULTIDISCIPLINARIDADE, INTERDISCIPLINARIDADE E TRANSDISCIPLINARIDADE

É necessário o entendimento dos conceitos envolvidos nas relações entre os profissionais durante a prática clínica, pois a formação das equipes terá influência sobre a desempenho e a efetividade das ações, além de nortear a distribuição de responsabilidades e competências no decorrer dos atendimentos (Martin et al., 2022). Pode-se definir três modelos de trabalho em equipe, descritos a seguir.

### 3.2 EQUIPES MULTIDISCIPLINARES

O paciente é avaliado individualmente por vários profissionais de várias áreas (como enfermagem, serviço social, psiquiatria etc.). Os participantes podem ter papéis separados, mas inter-relacionados, e manter seus próprios limites disciplinares. O processo pode ser descrito como aditivo, não integrativo (Martin et al., 2022; Maldonado e Canella, 2003).

A multidisciplinaridade baseia-se em conhecimentos de diferentes disciplinas, mas permanece dentro dos limites desses campos. Já a interdisciplinaridade analisa, sintetiza e harmoniza os vínculos



entre as disciplinas em um todo coordenado e coerente. Por fim, a transdisciplinaridade integra as ciências naturais, sociais e da saúde em um contexto de humanidades e, ao fazê-lo, transcende cada uma de suas fronteiras tradicionais (Choi e Pak, 2006).

"Multidisciplinaridade" é um processo para proporcionar uma justaposição de disciplinas que é aditiva, não integrativa; as perspectivas disciplinares não são alteradas, apenas contrastadas (Choi e Pak, 2007). Um exemplo é a física e a história, a biologia e a arquitetura. Uma pintura de Giotto pode ser estudada não apenas dentro da história da arte, mas também dentro da história das religiões, da história europeia e da geometria (Choi e Pak, 2007).

Por exemplo, em uma equipe multidisciplinar que lida com a desnutrição pediátrica, os membros funcionam como especialistas independentes, em vez de membros interativos da equipe. A criança ou a família é avaliada individualmente por diversos profissionais (como enfermagem, serviço social, psiquiatria, nutrição, educação, etc.), geralmente, a critério do líder da equipe (Choi e Pak, 2007) em ambientes com hierarquia pré-definida e com protocolos multidisciplinares. Por via de regra, um profissional médico executa a avaliação clínica e exerce o papel de líder.

### 3.3 EQUIPES INTERDISCIPLINARES

Os profissionais se reúnem para discutir suas avaliações individuais e desenvolver um plano de serviço conjunto para o paciente. Os praticantes podem ofuscar algumas fronteiras disciplinares, mas ainda mantêm uma base específica da disciplina (por exemplo, aspectos da avaliação funcional podem ser compartilhados entre disciplinas). Há uma maior proximidade das equipes para execução de um objetivo compartilhado, com uma integração na busca do melhor tratamento (Martin et al., 2022; Maldonado e Canella, 2003).

A "interdisciplinaridade" é uma síntese de duas ou mais disciplinas, estabelecendo um novo nível de discurso e integração de conhecimentos (Choi e Pak, 2007). Por exemplo, quando a física nuclear é combinada com a medicina, ela leva a novos tratamentos para o câncer. Esforços interdisciplinares podem criar novas disciplinas. Por exemplo, em uma equipe interdisciplinar de desnutrição pediátrica, os membros promovem um diálogo sistêmico sobre todo o contexto para discutir suas avaliações individuais e desenvolver um plano de serviço conjunto para a criança (Choi e Pak, 2007).

### 3.4 EQUIPES TRANSDISCIPLINARES

Os membros da equipe compartilham papéis e metas. Isso requer profissionais especializados para compartilhar suas habilidades (permitindo que outros aprendam e adquiram habilidades), bem como alcançar novas habilidades em outras áreas de outros profissionais. O resultado é uma equipe mais entrosada, que compartilha objetivos e muitos conjuntos de habilidades essenciais, integrando



conhecimentos para diagnóstico, tratamento e para atingir uma meta clínica (Martin et al., 2022; Maldonado e Canella, 2003).

A "Transdisciplinaridade" fornece esquemas holísticos que subordinam disciplinas, olhando para a dinâmica de sistemas inteiros (Choi e Pak, 2007). A transdisciplinaridade, a partir de diferentes abordagens, permite a análise de problemas altamente complexos pela contribuição de cada uma das disciplinas, aprofundando e explorando dimensões diversas, para esclarecer diferentes situações. A abordagem que vários filósofos dão para a transdisciplinaridade é a “reafirmção e constante epistemológica do reagrupamento dos saberes” (Sánchez, 2010).

Em uma equipe transdisciplinar de desnutrição pediátrica, os membros compartilham papéis à medida que cada especialista ajuda outros membros a ampliarem o conhecimento sobre a área de especialização do profissional (Choi e Pak, 2007). Com isso, a equipe passa a ter um maior entendimento e consciência dos processos saúde-doença, adquirindo uma percepção refinada sobre as interações humanas, além do conhecimento técnico assimilado (Chaves, 1998). Para tanto, uma liberdade de papéis é requerida (aceitando que outros tenham o conhecimento das demais áreas/especialidades, podendo contribuir com o maior número de informações, promovendo uma anamnese holística. Isso não faz do profissional que recebeu o conhecimento da especialidade um especialista na área, no entanto, o capacita para as atividades transdisciplinares que são de suma importância para evolução dos sistemas interpessoais, principalmente no sistema de saúde, compreendendo uma expansão de papéis a serem desempenhados e permitindo que o trabalho de alguém possa incluir mais do que o que foi especificamente treinado para fazer (Choi e Pak, 2007).

A transdisciplinaridade é, muitas vezes, confundida com interdisciplinaridade e com multidisciplinaridade. Este fato ocorre em grande parte porque os conceitos transbordam as fronteiras entre disciplinas, mas reduzem o potencial do primeiro conceito, o que inclui uma série de métodos para relacionar o conhecimento científico, a experiência extra científica e a prática da ciência na resolução de problemas (Sánchez, 2010).

### 3.5 ENSINO INTER E TRANSDISCIPLINARES NA ÁREA DA SAÚDE

A interação e conexão entre as disciplinas é um tema de extrema importância no contexto atual, para a promoção de um conhecimento prático-científico eficaz e aplicável. Diversas profissões, projetos de pesquisa e áreas de estudo ocupam-se de entender e promover a sua interseção com a educação, a partir de uma perspectiva transdisciplinar que é tão básica e subjacente a todas as outras áreas de estudo devido ao próprio aspecto do ensino (Orsati et al., 2020).

Os diversos conhecimentos podem trazer conclusões mais assertivas para a resolução do quadro clínico. De acordo com Maldonado e Canella (2009), a saúde não é de competência de um único profissional, mas sim de uma prática interdisciplinar em que profissionais de diversas áreas,



representantes de várias ciências, devem agregar-se em equipes de saúde, tendo como objetivos comuns estudar as interações fisiopatológicas, somáticas, psicossociais de todo processo saúde-doença para encontrar formas adequadas que propiciem uma prática integradora (Chaves, 1998).

Geralmente, os membros pertencentes à equipe têm o conhecimento de várias disciplinas, mas supostamente trabalham de forma independente um dos outros. Os grupos de intervenção têm a abordagem integrada para a avaliação do que é preciso, definição de metas e terapia a ser empregada. Na prática clínica, as equipes podem evoluir para atividades interdisciplinares e trabalho transdisciplinar ao longo do tempo.

A multidisciplinaridade gera acúmulo, mas não integração entre saberes, enquanto a interdisciplinaridade prevê diálogo entre disciplinas, com transferência de métodos entre elas (Silva et al., 2022). A transdisciplinaridade propõe um modo de conhecer e de produzir conhecimento, que está entre, através e além das disciplinas (Orsati et al., 2020). Deve-se repensar as maneiras de ensino pautadas em rupturas paradigmáticas, sendo necessário estratégias e reflexões na práxis complexa e transdisciplinar (Orsati et al., 2020).

O ensino que considera o saber compartimentalizado não compartilha das mesmas bases epistemológicas do ensino fundamentado no saber inter ou transdisciplinar (Silva et al., 2022). O trabalho docente transdisciplinar se caracteriza por meio de uma pulsão religadora de conhecimentos, por buscar pensar complexo, multirreferencial, multidimensional e autorreferencial, articulando razão, emoção, corporeidade e atitude transformadora, trabalhando com uma razão sensível que aproxima, religa e contribui com o outro na práxis complexa e transdisciplinar (Orsati et al., 2020).

Todas as áreas do conhecimento passam por constantes transformações culturais, sociais, econômicas, profissionais e pessoais, assim, a educação em seu dinamismo acompanha as mudanças educacionais necessárias nesse processo (Orsati et al., 2020). Uma nova orientação pedagógica, envolvendo conhecimentos e práticas tanto da educação quanto das profissões de saúde, ultrapassa a divisão clássica do conhecimento científico em disciplinas (Silva et al., 2022).

A ruptura com um modelo tradicional de formação biologicista buscava introduzir a perspectiva da integralidade, ainda que haja vários sentidos para esse conceito na formação de profissionais de saúde (Silva et al., 2022). Tais mudanças requerem modificações nas práticas de estudantes, docentes e profissionais de saúde envolvidos na formação, o que representa um desafio desde o início do processo até os dias atuais (Silva et al., 2022).

O conceito de interdisciplinaridade dentro das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores da Educação Básica vem sendo tema de debates. Schneider (2010) verificou qual a lógica que embasa as indicações legais que tornam a interdisciplinaridade como eixo para a reforma curricular da formação docente, destacando a complexa relação entre os novos objetos de estudo e as características da atividade de professores no contexto contemporâneo.



No contexto atual da educação, a transdisciplinaridade torna-se ainda mais relevante. Relevante porque ela precisa ser ativa e procurar parcerias e ações em diferentes contextos e com populações diversas; ela precisa emprestar da e para a tecnologia, promovendo uma interface dinâmica e acessível para mais e mais aprendizes; ela precisa basear-se em modelos de avaliação que realmente traduzam os processos de aprendizagem dos nossos alunos. E, por fim, deve se ocupar de contribuir com estratégias e práticas que impliquem no avanço da equidade de acesso e aprendizado para todos os alunos, integrando o conhecimento das ciências básicas e aplicadas (Orsati et al., 2020).

#### 4 CONCLUSÕES

A discussão sobre diferentes propostas teóricas e práticas de estratégias educacionais, principalmente em uma perspectiva interdisciplinar e transdisciplinar na área da saúde é uma necessidade para a busca de soluções otimizadas e humanizadas em seus resultados clínicos nas equipes e para a educação frente as complexidades encontradas neste âmbito. Uma definição aprimorada de transdisciplinaridade no processo saúde-doença e na assistência à saúde pode fornecer clareza e direção para os profissionais de saúde e sistemas de ensino.

Com a implantação de metas conjuntas a uma equipe de profissionais de saúde, o paciente só tende a ganhar e desfrutar da vida em sua totalidade. Uma maior contribuição para a disseminação de conhecimentos e integração dos profissionais é cada vez mais necessária para que a transdisciplinaridade seja uma perspectiva para a formação dos especialistas com uma implementação prática nas rotinas dos serviços de saúde.

Estudos que evidenciam as ações inter e transdisciplinares promovem a difusão da informação e do conhecimento. Nesse sentido, a utilização de tais referências são de vital importância para que departamentos acadêmicos e setores privados e públicos de saúde possam rever a suas políticas e práticas referentes as equipes de saúde, de forma a promover e implementar cuidados integrados e integrativos para a população.



## REFERÊNCIAS

- Chaves MM. Complexidade e Transdisciplinaridade: Uma abordagem multidimensional do Setor Saúde. *Rev bras educ med [Internet].*; 22(1): 07-18, 1998.
- Choi BC, Pak AW. Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clin Invest Med.*; 29(6):351-64, 2006.
- Choi BC, Pak AW. Multidisciplinarity, interdisciplinarity, and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 2. Promoters, barriers, and strategies of enhancement. *Clin Invest Med.*; 30(6):E224-32, 2007.
- Choi BCK, Pak AWP. Multidisciplinarity, interdisciplinarity and transdisciplinarity in health research, services, education and policy: 1. Definitions, objectives, and evidence of effectiveness. *Clin Invest Med*; 29: 351-64, 2006.
- Maldonado MT e Canella P. Recursos de relacionamento para profissionais de saúde: a boa comunicação com clientes e seus familiares em consultórios, ambulatórios e hospitais. Rio de Janeiro: Reichmann & Affonso Editores Ltda, 2003. 320 p.
- Martin AK, Green TL, McCarthy AL, Sowa PM, Laakso EL. Healthcare Teams: Terminology, Confusion, and Ramifications. *J Multidiscip Healthc.*15: 765-772, 2022.
- Orsati FT, Cardoso AD, Campos, TML, de Macedo EC. Transdisciplinaridade e interdisciplinaridade na educação [recurso eletrônico]: programa de pós-graduação em distúrbios do desenvolvimento. 1. ed. - São Paulo: Edicon, 2020. Disponível em: <[https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/6-pos-graduacao/upm-higienopolis/mestrado-doutorado/disturbios\\_desenvolvimento/2020/INTER\\_PORTUGUE%CC%82S\\_DIGITAL.pdf](https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/6-pos-graduacao/upm-higienopolis/mestrado-doutorado/disturbios_desenvolvimento/2020/INTER_PORTUGUE%CC%82S_DIGITAL.pdf)>. Acesso em: 23 abr 2023.
- Sánchez E. Multidisciplinarietà, interdisciplinarietà, transdisciplinarietà [Multidisciplinarity, interdisciplinarity, transdisciplinarity]. *Arch Bronconeumol.*; 46(Suppl 1):50-2, 2010.
- Schneider MP. A Organização interdisciplinar na reforma curricular da formação, Educação, Santa Maria; 35(1): 139-154, 2010.
- Silva VX de L e, Vieira VB, Feitosa SF. Complexidade e transdisciplinaridade no currículo médico comprometido com bioéticas latino-americanas. *Rev Bioét* ; 30(3):548–57, 2022.
- Van Bower V. Transdisciplinarity in Health Care: A Concept Analysis. *Nurs Forum.*; 52(4):339-347, 2017.

## Avaliação da degradação de picloram por bactérias produtoras de biossurfactante



<https://doi.org/10.56238/tecnolocienagrariabiosoci-051>

### Carlos Eduardo Soares

Graduação em Ciências Agrárias  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
(Unifesspa), Marabá, Pará, Brasil  
Faculdade de Ciências Agrárias, Instituto de Estudo em  
Desenvolvimento Agrário e Regional  
E-mail: carlos.esoares@unifesspa.edu.br

### Sebastião da Cruz Silva

Doutorado em Química  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
(Unifesspa), Marabá, Pará, Brasil  
Faculdade de Química, Instituto de Ciências Exatas  
E-mail: simotesilva@unifesspa.edu.br

### Simone Yasue Simote Silva

Doutorado em Química  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
(Unifesspa), Marabá, Pará, Brasil  
Faculdade de Química, Instituto de Ciências Exatas  
E-mail: simote@unifesspa.edu.br

### Sidnei Cerqueira dos Santos

Doutorado em Biotecnologia  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
(Unifesspa), Marabá, Pará, Brasil  
Faculdade de Biologia, Instituto de Estudos em Saúde e  
Biológicas  
E-mail: sidnei.cerqueira@unifesspa.edu.br

### RESUMO

Dentre os herbicidas utilizados na agricultura brasileira, o picloram é um dos mais utilizados no controle pré-emergência e pós-emergência das

plantas daninhas, especialmente de dicotiledôneas arbustivas e arbóreas. Entretanto, o picloram pode ser transportado, transformado ou acumulado nas camadas fértil do solo, causando impacto ambiental. Estes riscos têm despertado o interesse científico pelo desenvolvimento de métodos de biorremediação de solos contaminados com herbicidas, tendo como alternativa a degradação microbiana. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a tolerância e a degradação do herbicida picloram por linhagens bacterianas (BM01 e BM02) produtoras de biossurfactante, visando selecionar potencial agentes biorremediadores. Os testes de degradação bacteriana do picloram foram avaliados pelo método pour plate e cromatográfico. Para avaliar a tolerância das linhagens bacterianas ao herbicida, foi utilizado o método de microcultivo para determinar a concentração inibitória e bactericida mínima. A produção de biossurfactante (BS) foi realizada em meio salino mineral com diferentes concentrações de picloram, sendo avaliada através do índice de emulsificação. As linhagens BM01 e BM02 foram tolerantes a altas concentrações de picloram, porém, apresentaram baixo crescimento celular. As análises cromatográficas indicam que houve degradação parcial do herbicida e não foi observado a produção de BS. Novos estudos devem ser realizados para elucidar o processo de biodegradação do picloram associado a produção de BS.

**Palavras-chave:** Biodegradação, Herbicida, Microrganismos, Surfactante.

## 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da agricultura moderna possibilitou atingir altas produtividades nos sistemas agrícolas, principalmente pelo uso de pesticidas para auxiliar no controle da infestação de plantas daninhas, porém, essas substâncias podem ocasionar transformações físicas e químicas no ambiente (ANDRIGHETTI et al., 2014; GAO et al., 2019).



Pesticidas são substâncias utilizadas no controle de insetos, roedores, fungos e ervas daninhas, podendo ser caracterizados como pragas quando causam prejuízos econômicos à agricultura ou a sociedade (MEDEIROS, 2021). A classificação dos pesticidas pode advir por diferentes fatores, como origem (orgânica ou inorgânica), estrutura química, toxicidade e uso. No entanto, a classificação mais comum leva em consideração o tipo de organismo alvo: algicida para algas, acaricida para ácaros, bactericida para bactérias, fungicida para fungos, herbicida para ervas daninhas, inseticidas para insetos e rodenticida para roedores (KUMAR, 2020).

Os herbicidas são utilizados para garantir o crescimento e desenvolvimento das culturas livres da interferência de plantas daninhas, vetores de doenças e pragas, além disso, aumentam a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas, reduz os desperdícios de alimentos estocados e os custos com mão-de-obra (ANDRIGHETTI et al., 2014).

O herbicida é o pesticida mais utilizado em ambiente agrícola no mundo, devido ao seu baixo custo para o controle de plantas espontâneas, sendo a classe dos mimetizadores de auxína uma das mais vendidas (ARAUJO, 2002). O ácido 4-amino 3,5,6 triclora-2-piridinacarboxílico, conhecido como picloram, é um herbicida auxínico de eficaz controle pré-emergência e pós-emergência das plantas daninhas, especialmente de dicotiledôneas arbustivas e arbóreas (PINHO et al., 2007).

A comercialização do herbicida picloram tem intensificado ao longo dos anos. Em 2020 foram comercializadas mais de 4 mil toneladas dessa formulação no Brasil, sendo o estado do Pará responsável por cercar de 27% dessa quantidade (IBAMA, 2020). Segundo Procópio (2008), o picloram é o herbicida registrado para uso em pastagens no Brasil que apresenta longa persistência no solo e atividade residual, impedindo ou reduzindo a emergência de plantas daninhas. A utilização de herbicidas pode causar efeitos nocivos ao meio ambiente, após ou no momento da aplicação no campo do agroquímico. Os herbicidas são capazes de ser transportados, transformados ou acumulados nas camadas fértil do solo, por infiltração ou lixiviação (STEFFEN et al., 2011), podendo se concentrar em cultivos periféricos mais sensíveis, na atmosfera e/ou em recursos hídricos subsuperficiais e superficiais (CORREIA, 2018), influenciando no crescimento da planta (fitotoxicidade) e causando desequilíbrio da biodiversidade do solo (STEFFEN et al., 2011). Estes riscos têm despertado o interesse científico pelo desenvolvimento de métodos de biorremediação de solos contaminados com herbicidas e compostos associados (LEONEL, 2018).

A biorremediação pode ser caracterizada como processo que reduz ou elimina compostos tóxicos em moléculas de menor toxicidade ou atóxica, usando plantas, microrganismos e/ou seus metabólicos (SVARTBERG et al., 2005). Atualmente, a remediação microbiana (fungos e bactérias) tem sido a mais estudada, pois os microrganismos são os principais agentes decompositores de matéria orgânica e desempenham papel essencial nos principais ciclos biogeoquímicos, além do baixo custo do processo (YIN et al., 2018), quando comparado com os métodos químicos tradicionais.



O processo microbiano de decomposição de compostos orgânicos é chamado de biodegradação (YIN et al., 2018). Neste processo, o composto contaminante pode ser oxidado integralmente a moléculas de ocorrência universal ou parcialmente, gerando compostos orgânicos mais simples (MELO; AZEVEDO, 2008).

Além das enzimas responsáveis pela oxidação dos compostos orgânicos, alguns microrganismos também produzem substâncias tensoativas conhecidas como biossurfactantes, que possuem função importante no processo de biodegradação. Biossurfactantes (BS) são moléculas anfílicas, apresentando uma porção hidrofílica e outra hidrofóbica, com a capacidade de reduzir as tensões superficial e interfacial de líquidos miscíveis e imiscíveis, respectivamente, e com ação emulsificante. Esses metabólitos têm propriedades de aumentar a solubilidade e a disponibilidade de poluentes hidrofóbicos a outros organismos, aumentando o potencial de biodegradação (BENTO et al., 2003). Destaca-se ainda que os BS são biodegradáveis, não tóxicos ou menos tóxicos que surfactantes químicos (CLEMENTS et al., 2019) e são produzidos a partir de fontes renováveis (SANTOS et al., 2010, 2020).

Segundo Araújo (2002), a ação de microrganismos sobre os herbicidas constitui mecanismo da maior importância, pois a degradação microbiológica, na maioria dos casos, contribui para a dissipação da molécula no ambiente, podendo ser utilizada nos processos biológicos, como nos ciclos biogeoquímicos e na ciclagem de nutrientes. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar a tolerância e a degradação do herbicida picloram por linhagens bacterianas (BM01 e BM02) produtoras de biossurfactante, visando selecionar potenciais agentes biorremediadores.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LINHAGENS BACTERIANAS

As linhagens bacterianas produtoras de BS utilizadas neste estudo foram BM01 e BM02, isoladas do solo de áreas de mineração em processo de recuperação no estado do Pará, Brasil. As linhagens bacterianas foram caracterizadas como bacilos Gram-negativos, isolados, curtos e alongados (QUEIROZ; SANTOS, 2019) e estão mantidas em solução de glicerol a  $-20^{\circ}\text{C}$  no Laboratório de Bioensaios e Bioprocessos (L@bio) da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (Unifesspa).

### 2.2 PREPARO DO INOCULO BACTERIANO

As linhagens bacterianas foram semeadas em placas de Petri contendo meio tryptic soyer agar (TSA) e incubadas a  $30^{\circ}\text{C}$  por 24 h. Foi transferido uma alçada de cada colônia bacteriana para frascos de Erlenmeyer de 125 mL, contendo 50 mL de meio salino mineral (MSM), previamente esterilizado ( $121^{\circ}\text{C}$  por 20 minutos), com a seguinte composição (g/L):  $\text{K}_2\text{HPO}_4$ , 1,2;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ , 0,45;  $\text{NaNO}_3$ , 0,3;  $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ , 0,06;  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , 0,006;  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , 0,006 (BODOUR; MILLER-MAIER, 1998); e



1% de glicerol. O pH foi ajustado para 7, usando HCl ou NaOH. Os frascos foram incubados em agitador orbital (Quimis – Q225M) a 30°C, 180 rpm, por 20 h, para o teste de oxidação do picloram.

### 2.3 OXIDAÇÃO BACTERIANA DO PICLORAM

A oxidação do picloram foi avaliada pelo método *pour plate*. Foi transferido para cada placa de Petri 1 mL do inóculo das linhagens bacterianas, 25 mL de MSM (contendo 2% de picloram como única fonte de carbono e 1,5% de agar) na temperatura de 45°C, previamente esterilizado (121°C por 20 minutos), e 1% de solução reveladora de cloreto de 2,3,5-trifeniltetrazólio (TTC), esterilizada por filtração. As placas foram homogeneizadas lentamente e, após a solidificação do MSM, foram incubadas na estufa a 30°C por 7 dias. A oxidação do picloram foi considerada positiva pela presença de colônias bacterianas rosa avermelhada na superfície do MSM.

### 2.4 TESTE DE TOLERÂNCIA AO PICLORAM

Para avaliar a tolerância das linhagens BM01 e BM02 ao picloram, foi utilizado o método da concentração inibitória mínima (CIM) e da concentração bactericida mínima (CBM). A determinação da CIM foi realizada de acordo com as recomendações do National Committee for Clinical Laboratory Standards (2003), em placa para cultivo de células de 96 poços, contendo diferentes volumes de caldo Muller-Hinton (CMH); solução mãe de picloram (38,8 mg/mL), nas concentrações de 0,19 a 7,76 mg/mL; e inóculo de 5 µL de cada linhagem bacteriana ajustado a partir da escala padrão de 0,5 de McFarland ( $1,5 \times 10^8$  bactérias/poço), totalizando 200 µl em cada poço. A placa foi incubada a 30°C por 22 h, em seguida, foi adicionado 3 µL de TTC nos poços e incubado na estufa por mais 2 horas. Foi realizado o controle do CMH não inoculado com e sem picloram, e CMH inoculado (BM01 e BM02). A leitura foi realizada através da mudança de coloração da solução reveladora, considerando o resultado positivo a presença de coloração rosa ou avermelhada e negativo a ausência de coloração.

A CBM foi realizada com base nos resultados da CIM. Foi retirada uma alçada a partir dos poços que não apresentaram crescimento bacteriano com o auxílio da alça bacteriológica e semeada na superfície do meio TSA contido em placa de Petri, usando a técnica de estrias por esgotamento. A placa foi incubada na estufa a 30°C por 24 horas para avaliação de crescimento das colônias bacterianas.

### 2.5 EXTRATO BACTERIANO

Para obtenção dos extratos bacterianos, foi realizado uma partição líquido-líquido com acetato de etila. Inicialmente foi feita uma partição de 80 mL de MSM (picloram como fonte de carbono) das linhagens BM01 e BM02 e 40 mL de acetato de etila, que foram transferidos para um funil de separação, agitado levemente e deixado em repouso até separação das fases (orgânica e aquosa). Após



essa etapa, foi retirado a fase orgânica (fase superior) em um Erlenmeyer de 250 mL e a fase aquosa foi colocada no funil de separação para repetir o processo anterior (2 vezes). As fases orgânicas foram concentradas em evaporador rotativo e o extrato foi transferido para frascos previamente pesados. Os extratos obtidos foram designados como BM01i e BM02i, pois as extrações foram feitas no início do experimento, antes de inocular as linhagens bacterianas. Após 5 dias de incubação, foi realizado a extração líquido-líquido do cultivo das linhagens BM01 e BM02, o processo de obtenção dos extratos foi similar a etapa anterior e os extratos foram denominados BM01f e BM02f, pois foram obtidos ao final do experimento. Todos os extratos foram armazenados na geladeira para posterior análise cromatográfica.

## 2.6 ANÁLISE CROMATOGRÁFICA

As análises dos extratos bacterianos foram realizadas no Laboratório de Análise Químicas da Faculdade de Química da Unifesspa, no cromatógrafo líquido de alta eficiência (HPLC, Prominência Shimadzu LC-20AP), composto por duas bombas de solvente binário, um compartimento de coluna, um amostrador automático e um detector de matriz de diodos visíveis UV. Foi utilizada uma coluna analítica C18 (150 mm x 4,6 mm, partículas de 5µm) e uma coluna de guarda C18 (20 mm x 4,6 mm de diâmetro interno e partículas de 5 µ m). O volume de amostra injetado foi de 50 µ L e a temperatura da coluna foi mantida a 30°C.

Antes de realizar as análises, foi realizada a otimização do método, utilizando as seguintes eluições gradiente: 1) água ultrapura Milli-Q 0,5% de ácido fosfórico (solvente A) e acetonitrila (ACN, solvente B); e 2) água ultrapura Milli-Q 0,5% de ácido fosfórico (solvente A) e metanol (MeOH, solvente B); e a solução estoque de picloram (Nortox) na concentração de 0,5 g/L, utilizando acetonitrila (Grau HPLC) como solvente de solubilização. A partir da otimização do método, foi construído uma curva de calibração a partir de diluições sucessivas da solução estoque de picloram, obtendo-se ao final 8 concentrações: 0,1, 0,075, 0,06, 0,05, 0,025, 0,0125 e 0,00625 g/L, que foram injetadas no HPLC utilizando o seguinte método: 50% do solvente B (ACN ou MeOH) por 5 minutos, aumentando gradativamente para 90% em 10 min, com um fluxo de 1,0 mL/min. Os testes foram realizados em triplicata e os dados analisados no software LC-Solution. Essas condições foram usadas para obter uma melhor resolução para o picloram.

## 2.7 ATIVIDADE EMULSIFICANTE

A produção de BS foi realizada em frasco Erlenmeyer de 125 mL contendo 50 mL de MSM, esterilizado a 121°C por 20 minutos. Após a autoclavagem, foi adicionado picloram como única fonte de carbono e energia (esterilizado por filtração), nas concentrações de 1,16, 3,88 e 7,76 mg/mL. O inóculo de 3% da suspensão bacteriana foi adicionado no Erlenmeyer, conforme ensaio de oxidação



bacteriana. O Erlenmeyer foi incubado no agitador orbital na rotação de 180 rpm, a 30°C por 4 dias. O crescimento bacteriano foi monitorado a cada 24 h, retirando alíquotas da cultura para medida da densidade óptica (600 nm) no espectrofotômetro.

A produção de biossurfactante foi avaliada através do índice de emulsificação (IE<sub>24</sub>) (LUNA et al., 2013). Após o período de incubação, a cultura foi centrifugada a 4000 rpm por 30 minutos para obtenção do caldo livre de células. Dois mililitros de óleo mineral e 2,0 mL do caldo livre de células foram transferidos para tubos de ensaio (100 mm x 15 mm) e agitados no vórtex (Biomixer) por 2 minutos. Após 24 horas, o IE<sub>24</sub> foi calculado usando a seguinte fórmula:  $IE_{24} (\%) = x / y \times 100$ , onde x e y representam a altura da camada emulsificada (mm) e a altura total (mm), respectivamente. O controle foi realizado com o sobrenadante do MSM com picloram não inoculado e com MSM com glicerol inoculado (BM01 e BM02).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1 BIODEGRADAÇÃO DO PICLORAM

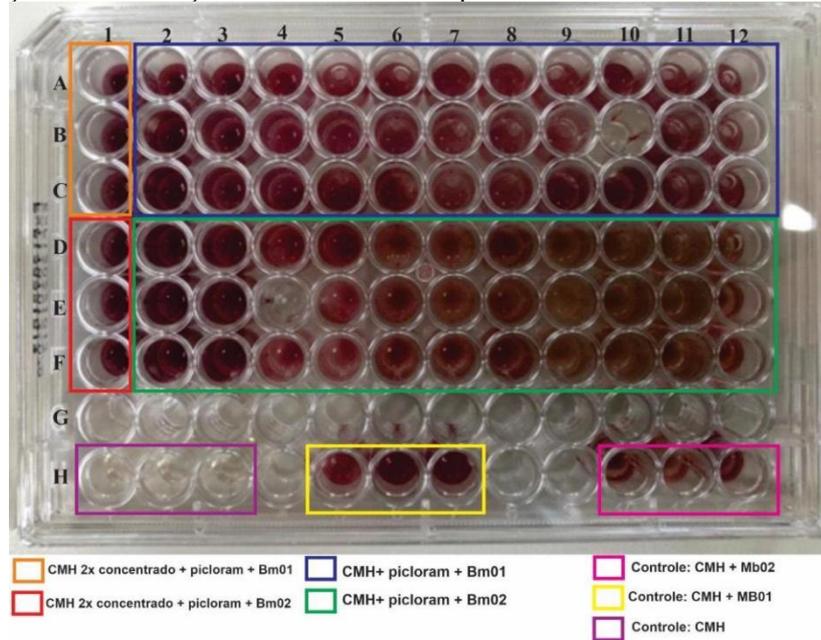
As linhagens BM01 e BM02 cresceram em MSM com 2% de picloram, formando uma camada vermelha de colônias agregadas na superfície do meio de cultura, devido a reação com o indicador TTC (Figura 1), após 48 h de incubação.

Figura 1. Crescimento das linhagens BM01 e BM02 em MSM com 2% de picloram.



Os resultados obtidos no teste de tolerância ao picloram demonstram que as linhagens BM01 e BM02 cresceram em todas as concentrações testadas, formando coloração avermelhada do meio de cultura (Figura 2). Os controles do CMH inoculados foram positivos e não houve crescimento nos controles do CMH não inoculado com e sem picloram (Figura 3). O crescimento das linhagens bacterianas foi confirmado no teste da CBM, havendo formação de colônias a partir do cultivo retirado dos poços contendo a maior concentração de picloram (7,76 mg/mL).

Figura 2. Determinação da concentração inibitória mínima do picloram no crescimento das linhagens BM01 e BM02.



A degradação bacteriana do picloram foi confirmada através da análise cromatográfica, utilizando como fase móvel a acetonitrila, pois apresentou melhor tempo de retenção do picloram em aproximadamente 5 minutos (Figura 3). Além da avaliação do melhor solvente, também foi selecionado o melhor comprimento de onda, sendo observado a maior absorção do picloram em UV 225 nm (Figura 4).

Figura 3. Cromatograma do picloram comercial obtido no modo gradiente e fase móvel H<sub>2</sub>O acidificada/metanol (A) e fase móvel H<sub>2</sub>O acidificada/acetonitrila (B).

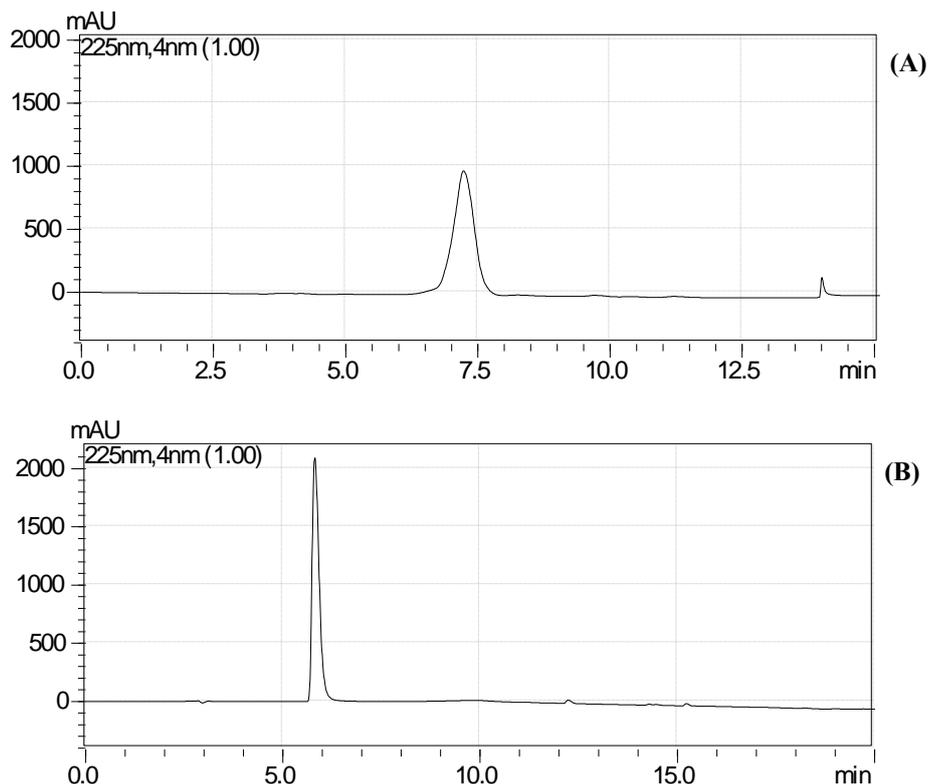
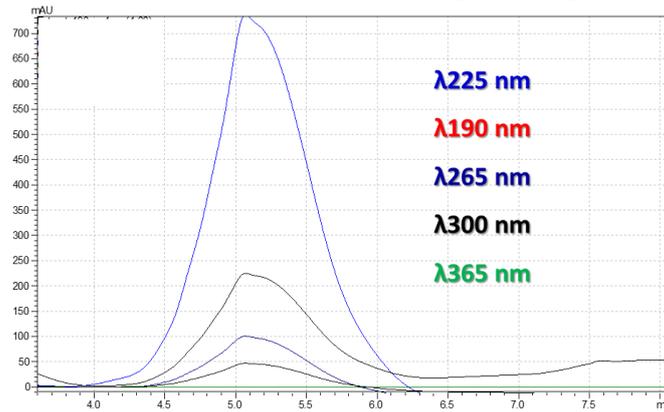
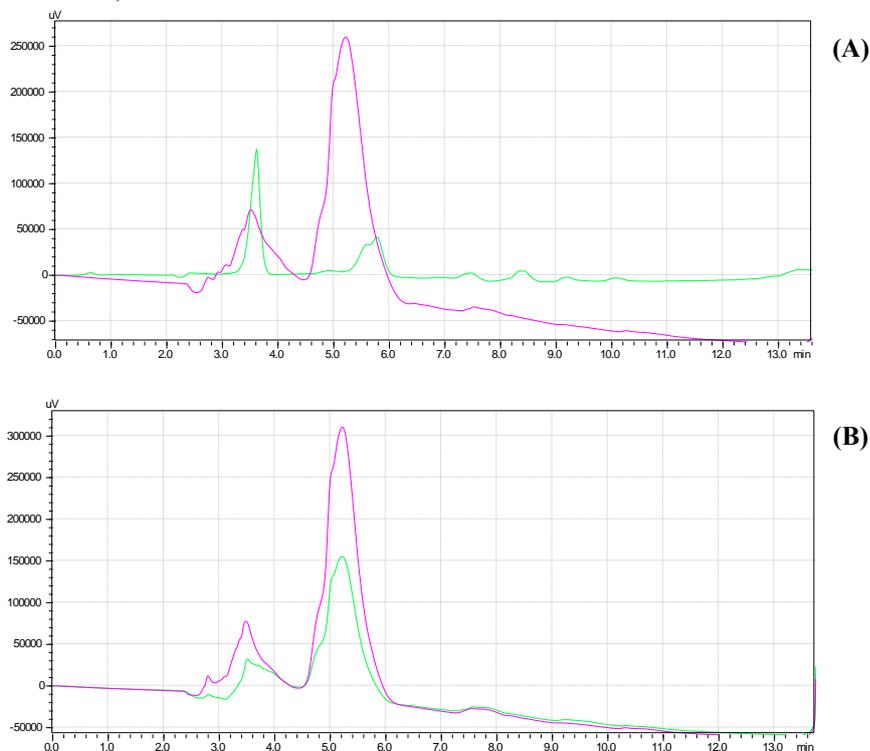


Figura 4. Espectro de UV de absorção da banda cromatográfica do picloram comercial (nm).



Nos extratos das linhagens BM01i e BM02i (fase inicial do experimento), foi observado que o picloram saiu no tempo de retenção em torno de 5 minutos, o que está de acordo com as análises feitas somente com o padrão comercial de picloram, quando estes cromatogramas são comparados com os cromatogramas obtidos do extrato na fase final do experimento (BM01f e BM02f), verifica-se que houve uma diminuição na intensidade do pico de picloram (Figura 5), levando-nos a inferir que houve um consumo e/ou degradação do picloram pelas bactérias.

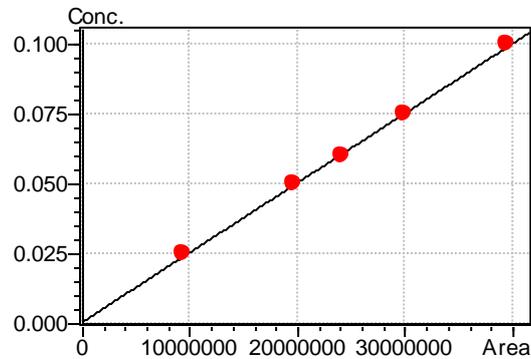
Figura 5. Cromatograma do extrato da (A) linhagem BM01i (linha rosa) e BM01f (linha verde); e (B) linhagem BM02i (linha rosa) e BM02f (linha verde).



A curva de calibração obtida apresentou coeficiente de linearidade ( $R^2$ ) de 0,9994 (Figura 6). No entanto, percebeu-se que o picloram eluiu com tempo de retenção de 10,5 minutos, diferente do

que foi pré-estabelecido (5 minutos), inviabilizando a realização das análises. Dessa forma, será necessário fazer uma nova curva para avaliar o que pode ter ocasionado a alteração no tempo de retenção, uma vez que foi utilizado as mesmas condições de análises.

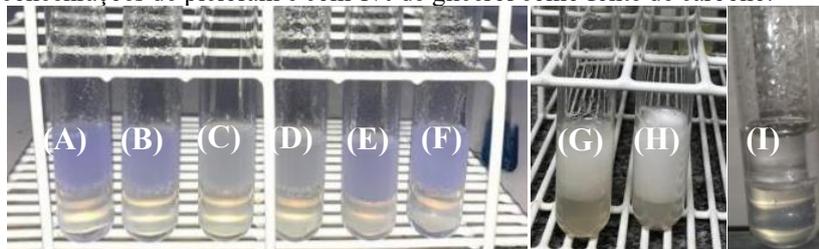
Figura 6. Curva de calibração do picloram ( $R^2$  0,9994).



### 3.2 PRODUÇÃO DE BIOSSURFACTANTE

A produção de biossurfactante pelas linhagens BM01 e BM02 foi avaliada pelo método de índice de emulsificação, entretanto, não foi observado formação de emulsificado em nenhum dos ensaios utilizando picloram como única fonte de carbono, mas houve produção no controle com glicerol (Figura 7).

Figura 7. Determinação do índice de emulsificação do caldo livre de células das linhagens BM01 e BM02 cultivadas em MSM com diferentes concentrações de picloram e com 1% de glicerol como fonte de carbono.

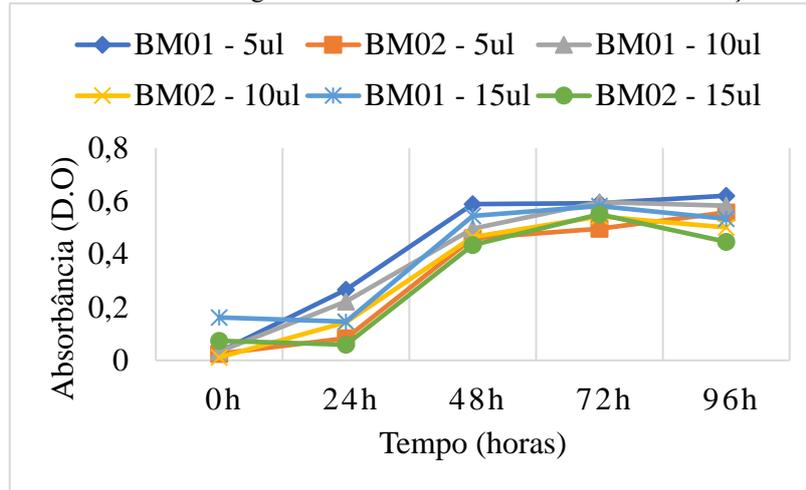


A) BM02 em MSM com 7,76 mg/mL de picloram; B) BM02 em MSM com 3,88 mg/mL de picloram; C) BM02 em MSM com 1,16 mg/mL de picloram; D) BM01 em MSM com 1,16 mg/mL de picloram; E) BM01 em MSM com 3,88 mg/mL de picloram; F) BM01 em MSM com 7,76 mg/mL de picloram; G) BM01 em MSM com 1% de glicerol; H) BM02 em MSM com 1% de glicerol; I) MSM não inoculado.

Foi observado uma baixa quantidade de biomassa celular das linhagens bacterianas em todos os testes de produção de biossurfactante, utilizando picloram como fonte de carbono, com o pico em 48h (Figura 8), porém, os controles da BM01 e BM02 em MSM com 1% de glicerol apresentou densidade óptica três vezes maior que os testes, 1.7 e 1.8, respectivamente (Dados não mostrados).



Figura 8. Crescimento das linhagens BM01 e BM02 em diferentes concentrações de picloram.



#### 4 DISCUSSÃO

O picloram é amplamente utilizado no Brasil para controlar o crescimento de ervas daninhas e arbustos (IBAMA, 2020). Este herbicida é caracterizado por não se aderir bem às partículas do solo, por ser relativamente solúvel em água e apresentar baixa degradabilidade (PROCÓPIO, 2008), persistindo por muito tempo no ambiente, variando de 20 a 300 dias, com média estimada de 90 dias (GHAUCH, 2001).

A biodegradação de herbicidas ocorre geralmente por grupos de microrganismos específicos, capazes de sintetizar enzimas ou complexos enzimáticos envolvidas na hidrólise de compostos orgânicos, como o picloram (molécula xenobiótica e recalcitrante), transformado em produtos finais menos tóxicos ou não tóxicos para o ambiente (SOUZA et al., 2017). O processo de biodegradação de compostos orgânicos, como o picloram, pode ser parcial ou total, no primeiro é gerado como produto compostos intermediários, como ácido cloro-dihidroxi-4-amino-2-piridinocarboxílico, enquanto no total ocorre a mineralização do contaminante resultando em compostos simples, como CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, NH<sub>3</sub>, Cl, biomassa e energia (CRUZ, 2022).

Estudos mostram que a degradação microbiana do picloram é geralmente lenta e incompleta (MEIKLE et al., 1974; SADOWSKY et al., 2009). Sadowsky et al. (2009) observou que a levedura *Lipomyces kononenkoae* degradou parcialmente o picloram e não o usou como a única fonte de carbono, porém, o utilizou como única fonte de nitrogênio para o crescimento, gerando intermediários dihidroxilado e dideclorado. Entretanto, alguns microrganismos são capazes de mineralizar o herbicida, mas não podem utilizar como única fonte de carbono e energia, necessitando de uma fonte suplementar para o seu crescimento (GAYLARDE et al., 2005).

Neste trabalho, foi possível observar que as linhagens BM01 e BM02 cresceram em MSM utilizando picloram como única fonte de carbono, de acordo com os resultados dos testes de oxidação e tolerância ao picloram. Os resultados das análises cromatográficas sugerem que houve degradação



parcial do picloram pelas linhagens bacterianas, considerando que o picloram saiu do tempo de retenção em torno de 5 minutos, quando comparado com os cromatogramas obtidos ao final do experimento (BM01f e BM02f), e a diminuição na intensidade do pico do herbicida. Dessa forma, pode-se inferir que uma parte do padrão de picloram foi degradado pelas bactérias.

As linhagens BM01 e BM02 têm apresentado produção de biossurfactante utilizando diferentes fontes de carbono, como glicerol, óleo diesel (QUEIROZ; SANTOS et al., 2019) e resíduos de açaí (SANTOS; TORQUATO; SANTOS, 2020) e babaçu (SANTOS; SILVA; SANTOS, 2022). No entanto, neste trabalho não foi observado a produção de emulsificado em nenhum teste com picloram como fonte de carbono, mas no controle houve produção satisfatória.

Alguns fatores podem influenciar a produção de BS, como a natureza do substrato, condições de cultivo (temperatura, pH, agitação), concentrações de íons (P, N, Mg, O<sub>2</sub> e Fe<sup>-</sup>, Cl) no meio de cultura (JIMOH, 2019; ROY, 2018). A hipótese levantada neste trabalho é que o picloram foi degradado parcialmente, limitando o crescimento e a produção de BS pelas linhagens bacterianas testadas, gerando pouca energia e fonte de carbono necessária para o crescimento e realização das atividades vitais das células bacterianas.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de herbicidas de maneira inapropriada tem causado impactos negativos ao ambiente, tornando-se necessário desenvolver estratégias inovadoras e sustentáveis para minimizar os impactos ambientais. Neste trabalho, as linhagens bacterianas avaliadas foram capazes de tolerar a altas concentrações de picloram, entretanto, este influenciou no crescimento bacteriano e na produção de biossurfactante, possivelmente devido a degradação parcial do herbicida. Nesse sentido, novos estudos precisam ser realizados para elucidar o processo de oxidação microbiana do picloram associado a produção de biossurfactante.



## REFERÊNCIAS

- ANDRIGHETTI, M. S.; NACHTIGALL, G. R.; QUEIROZ, S. C. N.; FERRACINI, V. L.; AYUB, M. A. Z. Biodegradação de glifosato pela microbiota de solos cultivados com macieira. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, p. 1643-1653, 2014.
- ARAÚJO, A.S.F. Biodegradação, extração e análise de glifosato em dois tipos de solos. 2002. 83 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- BENTO, F.M.; CAMARGO, F.A.O.; OKEKE, B.; FRANKENBERGER JUNIOR, W.T. Biorremediation of soil contaminated by diesel oil. *Brazilian Journal of Microbiology*, [S.l.], v. 34, n. 1, p. 65-68, 2003.
- BODOUR, A.A.; MILLER-MAIER, R.M. Application of a modified drop-collapse technique for surfactant quantitation and screening of biosurfactant-producing microorganisms. *Journal of Microbiological Methods*, v.32, p.273-280, 1998.
- CLEMENTS, T.; NDLOVU, T; KHAN, S.; KHAN, W. Biosurfactants Produced by *Serratia* Species: Classification, Biosynthesis, Production and Application. *Applied microbiology and biotechnology*, v. 103, n. 2, p. 589-602, jan. 2019.
- CORREIA, N. M. Comportamento dos herbicidas no ambiente. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 30 p, doc 160. 2018.
- CRUZ, D.R.S. Aplicação de catalisadores híbridos magnéticos no processo eletro-Fenton heterogêneo para degradação de compostos orgânicos em amostras reais, 2022.
- GAYLARDE, C.C.; BELLINASSO, M.L.; MANFIO, G.P. Biorremediação: aspectos biológicos e técnicos da biorremediação de xenobióticos. *Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento*, v.34, p.36-43, 2005.
- GHAUCH, A. Degradation of benomyl, picloram, and dicamba in a conical apparatus by zero-valent iron powder. *Chemosphere*, v. 43, p. 1109-1117, 2001.
- GAO, Y.; NIU, Z.; YANG, H.; YU, L. Impact of green control techniques on family farms' welfare. *Ecological Economics*, v. 161, p. 91-99, 2019.
- IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis. Boletim de venda de agrotóxicos e afins: Total das Vendas de Agrotóxicos e Afins nas Regiões e Estados Brasileiros. Ibama, 2020. Disponível em: <http://www.ibama.gov.br/agrotoxicos/relatorios-de-comercializacao-de-agrotoxicos#boletinsanuais>. Acesso em: 03 abril 2022.
- JIMOH, Abdullahi Adekilekun; LIN, Johnson. Biosurfactant: A new frontier for greener technology and environmental sustainability. *Ecotoxicology and Environmental safety*, v. 184, p. 109607, 2019.
- YIN, K.; WANG, Q.; LV, M.; CHEN, L. Microorganism remediation strategies towards heavy metals, *Chemical Engineering Journal*, p.36, 2018.
- KUMAR, V. et al. Nanomaterial-based immunosensors for ultrasensitive detection of pesticides/herbicides: Current status and perspectives. *Biosensors and Bioelectronics*, v. 165, p. 112382, 2020.



LEONEL, Lillian Vieira et al. Biorremediação do solo. Revista Terra & Cultura: Cadernos de Ensino e Pesquisa, v. 26, n. 51, p. 37-52, 2018.

LUNA, J.M.; RUFINO, R.D.; SARUBBO, L.A.; CAMPOS-TAKAKI, G.M. Characterisation, surface properties and biological activity of a biosurfactant produced from industrial waste by *Candida sphaerica* UCP0995 for application in the petroleum industry. Colloids Surf B., v. 102, p. 202-209, 2013.

MEDEIROS, J.F.; ACAYABA, R.D.; MONTAGNER, C.C. A química na avaliação do impacto à saúde humana diante da exposição aos pesticidas. Química Nova, v. 44, p. 584-598, 2021.

MEIKLE, RW; Youngson, CR; Hedlund, RT; Göring, CAI; Addington, WW Decomposição de picloram por microrganismos do solo: uma sequência de reação proposta. Ciência da erva daninha, v. 22, p. 263-268, 1974.

MELO, I.S.; AZEVEDO, J.L. Microbiologia ambiental. 2. ed. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2008.

NATIONAL COMMITTEE FOR CLINICAL LABORATORY STANDARDS. Methods for dilution antimicrobial susceptibility tests for bacteria that grow aerobically: approved standard. 6. ed. Pennsylvania: NCCLS; 2003.

PINHO, A. P. et al. Atrazine and picloram adsorption in organic horizon forest samples under laboratory conditions. Planta daninha, v. 25, n. 1, p. 125-131, 2007.

PROCÓPIO, S. O. et al. Fitorremediação de solo contaminado com picloram por capim-pé-de-galinha-gigante (*Eleusine coracana*). Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.32, p. 2517-2524, 2008.

QUEIROZ, D. S.; SANTOS, S. C. Seleção de bactérias produtoras de biossurfactante. In: MOSTRA CIENTÍFICA DO SUL E SUDESTE DO PARÁ, 2., 2019, Marabá. Anais II MOCISSPA. Marabá, PA: Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, 2019. Disponível em: <https://ppgecm.unifesspa.edu.br/eventos/2-uncategorised/163-ii-mocisspa.html>. Acesso em: 18 out. 2019.

ROY, Arpita. Review on the biosurfactants: properties, types and its applications. J. Fundam. Renew. Energy Appl, v. 8, p. 1-14, 2017.

SADOWSKY, M.J.; KOSKINEN, C.C.; BISCHOFF, M.; ÁRBITRO, B.L.; BECKER, J. M.; TURCO, E. F. Rapid and Complete Degradation of the Herbicide Picloram by *Lipomyces kononenkoae*. J. Agric. Food Chem. v. 57, p. 4878-4882, 2009.

SANTOS, S. C.; FERNANDEZ, L. G.; ROSSI-ALVA, J. C.; ROQUE, M. R. A. Evaluation of substrates from renewable-resources in biosurfactants production by *Pseudomonas* strains. Afr. J. Biotechnol., v. 9, p. 5704-5711, 2010.

SANTOS, S.C.; TORQUATO, C.A.; SANTOS, D. A. Solução nutritiva alternativa para produção de biossurfactante. 2020, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR10202002115, Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 15/10/2020.

SANTOS, S.C.; SILVA, K. W.; SANTOS, D. A. MEIO DE CULTURA À BASE DE RESÍDUO DE BABAÇU PARA PRODUÇÃO DE BIOSURFACTANTE. 2022, Brasil. Patente: Privilégio de Inovação. Número do registro: BR1020220079781, Instituição de registro: INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Depósito: 27/04/2022.



SOUZA, A. J.; ANDRADE, P. A. M. DE; ARAÚJO PEREIRA, A. P. DE; ANDREOTE, F. D.; TORNISIELO, Valdemar Luiz; REGITANO, Jussara Borges. The depleted mineralization of the fungicide chlorothalonil derived from loss in soil microbial diversity. *Scientific Reports*, v. 7, p. 1-8, 2017.

STEFFEN, G.P.K.; STEFFEN, R.B.; ANTONIOLLI, Z.I. Contaminação do solo e da água pelo uso de agrotóxicos. *Tecno-logica*, v. 15, p. 15-21, 2011.

SVARTBERG, K. et al. Controle de ph na técnica de biorremediação eletrocinética. *Animal Behaviour*, v. 69, n. 2, p. 283–291, 2005.

REALIZAÇÃO:

**SEVEN**  
publicações acadêmicas

ACESSE NOSSO CATÁLOGO!



[WWW.SEVENPUBLI.COM](http://WWW.SEVENPUBLI.COM)

CONECTANDO O **PESQUISADOR** E A **CIÊNCIA** EM UM SÓ CLIQUE.