

SEVEN

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS
2024



PRÁTICA PROFISSIONAL INTEGRADA DE QUÍMICA

VOLUME 1

ORGANIZADOR
FELIPE KETZER



SEVEN

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS
2024



**PRÁTICA
PROFISSIONAL
INTEGRADA
DE QUÍMICA**

VOLUME 1

ORGANIZADOR
FELIPE KETZER

EDITORA CHEFE

Prof^o Me. Isabele de Souza Carvalho

EDITOR EXECUTIVO

Nathan Albano Valente

ORGANIZADOR DO LIVRO

Felipe Ketzer

PRODUÇÃO EDITORIAL

Seven Publicações Ltda

EDIÇÃO DE ARTE

Alan Ferreira de Moraes

EDIÇÃO DE TEXTO

Natan Bones Petitemberte

BIBLIOTECÁRIA

Bruna Heller

IMAGENS DE CAPA

AdobeStok

2024 by Seven Editora

Copyright © Seven Editora

Copyright do Texto © 2024 Os Autores

Copyright da Edição © 2024 Seven Editora

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva do autor, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Seven Publicações Ltda. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos ao autor, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

A Seven Publicações Ltda é 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 sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.



O conteúdo deste Livro foi enviado pelo autor para publicação de acesso aberto, sob os termos e condições da Licença de Atribuição Creative Commons 4.0 Internacional

CORPO EDITORIAL

EDITORA-CHEFE

Profº Me. Isabele de Souza Carvalho

CORPO EDITORIAL

Pedro Henrique Ferreira Marçal - Vale do Rio Doce University
Adriana Barni Truccolo - Universidade Estadual do Rio Grande do Sul
Marcos Garcia Costa Morais - Universidade Estadual da Paraíba
Mônica Maria de Almeida Brainer - Instituto Federal de Goiás Campus Ceres
Caio Vinicius Efigenio Formiga - Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Egas José Armando - Universidade Eduardo Mondlane de Moçambique
Ariane Fernandes da Conceição - Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Wanderson Santos de Farias - Universidade de Desenvolvimento Sustentável
Maria Gorete Valus - Universidade de Campinas
Luiz Gonzaga Lapa Junior - Universidade de Brasília
Janyel Trevisol - Universidade Federal de Santa Maria
Irlane Maia de Oliveira - Universidade Federal de Mato Grosso
Paulo Roberto Duailibe Monteiro - Universidade Federal Fluminense
Luiz Gonzaga Lapa Junior - Universidade de Brasília
Yuni Saputri M.A - Universidade de Nalanda, Índia
Arnaldo Oliveira Souza Júnior – Universidade Federal do Piauí, CEAD
Anderson Nunes Da Silva - Universidade Federal do Norte do Tocantins
Adriana Barretta Almeida - Universidade Federal do Paraná
Jorge Luís Pereira Cavalcante - Fundação Universitária Iberoamericana
Jorge Fernando Silva de Menezes - Universidade de Aveiro
Antonio da Costa Cardoso Neto - Universidade de Flores Buenos Aires
Antônio Alves de Fontes-Júnior - Universidade Cruzeiro do Sul
Alessandre Gomes de Lima - Faculdade de Medicina da Universidade do Porto
Moacir Silva de Castro - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo
Marcelo Silva de Carvalho- Universidade Federal de Alfnas
Charles Henrique Andrade de Oliveira - Universidade de Pernambuco
Telma Regina Stroparo - Universidade Estadual de Ponta Grossa
Valéria Raquel Alcantara Barbosa - Fundação Oswaldo Cruz
Kleber Farinazo Borges - Universidade de Brasília
Rafael Braga Esteves - Universidade de São Paulo
Inaldo Kley do Nascimento Moraes - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Mara Lucia da Silva Ribeiro - Universidade Federal de São Paulo

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

K43p

Ketzer, Felipe.

PRÁTICA PROFISSIONAL INTEGRADA DE QUÍMICA -
VOLUME 1 [recurso eletrônico] / Felipe Ketzer. – São José
dos Pinhais, PR: Seven Editora, 2024.

Dados eletrônicos (1 PDF).

Inclui bibliografia.

ISBN 978-65-6109-036-0

1. Química. 2. Prática profissional. 3. Atuação
profissional. I. Título.

CDU 54

Índices para catálogo sistemático:

1. CDU: Química 54

Bruna Heller - Bibliotecária - CRB10/2348

DOI: 10.56238/livrosindi202428-

Seven Publicações Ltda
CNPJ: 43.789.355/0001-14
editora@sevenevents.com.br
São José dos Pinhais/PR

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.

ORGANIZADOR DO E-BOOK



Felipe Ketzer

Doutor em Engenharia Química e Especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho. Desde 2014 atua como docente do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico na área de Processos Industriais no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha - Campus Panambi. Desenvolve pesquisas relacionadas a energias renováveis e valorização de resíduos industriais e agroindustriais no contexto da sustentabilidade.

APRESENTAÇÃO

Este livro tem como objetivo apresentar as atividades desenvolvidas pelos alunos do curso Técnico em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha – Campus Panambi no ano de 2022. Está dividido em três seções, cada uma reservada às ações de uma turma: 1º ano, 2º ano e 3º ano. Os trabalhos foram desenvolvidos em grupos, sob supervisão de orientadores, docentes do Campus. Cada trabalho deu origem a um capítulo, os quais são aqui apresentados com o intuito de mostrar a importância da vivência do profissional da química com práticas profissionais estruturadas. Os estudos são baseados em metodologias definidas a partir de revisões bibliográficas, essenciais para a execução da prática profissional. A proposta é desenvolver atividades associadas a atuação profissional, sejam elas inéditas ou não. O documento norteador para a elaboração dos trabalhos de Prática Profissional Integrada é elaborado na forma de Projeto Integrador. O tema escolhido para o ano de 2022 foi “Química e a Prática Profissional”. Nesse contexto, há o desenvolvimento da aprendizagem com a integração da teoria e prática, por meio do estudo de temáticas desenvolvidas em sala de aula ou que os alunos possuem curiosidade em aprender. No desenvolvimento dos trabalhos, são considerados aspectos econômicos, sociais, políticos e culturais. São analisados os fundamentos das ciências naturais e sociais com o desenvolvimento das novas tecnologias voltadas ao cotidiano e a outros temas relacionados às ciências. Como resultado, este livro apresenta dezoito trabalhos, os quais envolvem áreas diversas relacionadas com o tema proposto.

PREFÁCIO

A química está em todo o lugar! Se você é entusiasta ou tem algum interesse por essa área do conhecimento, provavelmente deve ter ouvido essa frase em algum momento. A química está na produção de itens básicos do nosso cotidiano. Os produtos de higiene e limpeza como sabonetes, detergentes, alvejantes e outros tantos que nos mantêm a salvo de inúmeros agentes de perigo à saúde são alguns exemplos. A química está na produção de fármacos e cosméticos e inúmeras técnicas de obtenção de remédios para os mais variados tratamentos. Está na extração e produção de todos os derivados do petróleo, que vão desde o asfalto utilizado na pavimentação de rodovias, passando pelos combustíveis como gasolina, diesel e querosene, até os componentes da nafta, que são a base para a formulação de inúmeros polímeros como o polipropileno, o nylon, o PET e o PVC, que há muito tempo fazem parte da nossa vida. Falando em combustíveis, a química também se preocupa com o meio ambiente. Possui atuação decisiva na produção de biocombustíveis como biodiesel, bioetanol, biometano e hidrogênio verde. Está na produção de pilhas e baterias que equipam equipamentos portáteis, celulares e veículos movidos à eletricidade. Por vezes, a química nem parece estar presente, como na indústria de circuitos integrados (*chips*) para a confecção dos inúmeros componentes eletrônicos que constituem toda a gama de opções de tecnologia que temos a nossa disposição já há algum tempo; mas ela está lá, na extração de componentes metálicos de condução e na produção de estruturas contendo silício cristalino que compõe estes semicondutores eletrônicos. Falando em semicondutores, a química está envolvida na geração de bioenergia, fornecendo o material que compõe painéis de captação de energia solar. Há química presente na construção civil, na obtenção do cimento e aço, formulação de cerâmicas e diversos materiais de decoração, como o gesso. Também há química na produção de tintas e pigmentos, que remontam o início da indústria química e promovem, para além de aspectos estéticos, a proteção de superfícies contra a deterioração, como a corrosão. A química tem papel decisivo na síntese de fibras sintéticas da indústria têxtil, que dá origem a ampla variedade de roupas e tecidos que usamos diariamente. Tem função decisiva na indústria de papel e celulose, que produz o papel que dá origem a livros e documentos, caixas de embalagens diversas e o papel higiênico que usamos todo o dia. A química é essencial para a produção de alimentos, desde a produção de agroquímicos, como defensivos agrícolas e adubos para o cultivo, até o processamento e controle de qualidade do alimento produzido; ou seja, todo o alimento que consumimos tem a intervenção de um profissional da química em uma ou em várias etapas da cadeia de produção. Sendo assim, é possível perceber a importância da química, que tem atuação desde a extração do minério para a produção de reagentes até o processamento dos produtos purificados dessa extração. Busca rotas de produção, métodos de transformação física e/ou química da matéria, propõe a construção de equipamentos e possui responsabilidade técnica para a garantia da qualidade e segurança de todos os processos e produtos que consumimos.

Nesse contexto amplo e complexo que envolve todas estas áreas da química, a Prática Profissional Integrada – ou simplesmente PPI – do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia

Farroupilha – Campus Panambi busca trazer vivências profissionais para a formação de seus alunos, com uma mescla de atividades práticas e teóricas, as quais podem contemplar quaisquer possibilidades relacionadas à indústria ou atividades com aplicação da química. Segundo o Projeto Pedagógico do Curso¹, a Prática Profissional Integrada tem por objetivo aprofundar o entendimento do perfil do egresso e áreas de atuação do curso, buscando aproximar a formação dos estudantes com o mundo de trabalho. Articula horizontalmente o conhecimento dos três anos do curso, oportunizando o espaço de discussão e um espaço aberto para entrelaçamento entre as disciplinas com a finalidade de incentivar a pesquisa como princípio educativo promovendo a interdisciplinaridade e a indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão através do incentivo à inovação tecnológica.

A Prática Profissional Integrada é um dos espaços no qual se buscam formas e métodos responsáveis por promover, durante todo o itinerário formativo, a politecnia, a formação integral, omnilateral e a interdisciplinaridade, integrando os núcleos da organização curricular. Os desafios da Prática Profissional Integrada vão desde a escolha do tema, passando pela construção de um documento com revisão, metodologia e resultados de atividades práticas, até a socialização dos resultados. Dessa prática, surgem ideias que transformam o aprendizado, proporcionam experiências únicas aos alunos, orientadores e comunidade, permitem aprimorar atividades práticas em laboratório e trazem perspectivas e entendimentos únicos relacionados ao perfil de formação do profissional da área química.

É nesse contexto que o livro foi elaborado, com o objetivo de apresentar para os leitores o trabalho desenvolvido pelos alunos sob a orientação dos professores cujos resultados vão além de uma simples elaboração de uma revisão bibliográfica e realização de atividades práticas. É uma experiência única que promove uma simbiose entre a mentalidade acadêmica e a mentalidade prática profissional. Esse elo entre teoria e prática permite aos alunos compreenderem não apenas os conceitos fundamentais da química, mas também sua aplicação no contexto do mundo real. Ao vivenciar situações práticas, os estudantes desenvolvem habilidades essenciais, como a resolução de problemas complexos, o conhecimento de processos industriais e a colaboração em equipe. Além disso, a prática profissional integrada proporciona uma valiosa lição sobre a importância de buscar continuamente novas informações, acompanhar os avanços tecnológicos, explorar aspectos de inovação e empregar métodos de busca orientada de informações. Dessa forma, os estudantes não apenas constroem conhecimentos, mas aprendem a ser proativos na atualização e no aprimoramento de suas competências, preparando-se para enfrentar os desafios dinâmicos e exigentes do cenário profissional na área da química.

Felipe Ketzer

¹ IFFAR. Projeto Pedagógico de Curso: Técnico em Química Integrado, 2020. Disponível em: <https://www.iffarroupilha.edu.br/component/k2/attachments/download/20051/1295c839d53e650c7b92970321d03016> Acesso em: 21 de nov. de 2023

SUMÁRIO

SEÇÃO 1	12
PRÁTICAS PROFISSIONAIS INTEGRADAS DO PRIMEIRO ANO	
CAPÍTULO 1	13
 10.56238/livrosindi202428-001	
A RELAÇÃO ENTRE A QUÍMICA E A FOTOGRAFIA	
Bianca de Oliveira, Giovana Zanuzo Marcon, Julia Eduarda Härter, Leticia Gomes Floriano, Marli Simionato Possebon, Aline Machado Zancanaro.	
CAPÍTULO 2	24
 10.56238/livrosindi202428-002	
ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO RIO FIÚZA E ARROIO MOINHO EM PANAMBI-RS	
Aksana Abigail Weber Rossi, Jean Lucas Dill, Luany Camille Pollon Sorensen, Marina Josephine Bayer, Scheila Ribeiro Hollas, Valdecir Schenkel, Odair Dalagnol.	
CAPÍTULO 3	33
 10.56238/livrosindi202428-003	
EFEITOS DO CAFÉ NO CORPO HUMANO	
Amanda Hardt Markus, Andrieli Mara da Costa Silva, Eduarda Moraes Baldo, Lavínia Schallenberger Scheffler, Luis Antônio Zardin, Angela Schwarz Seiryu Rocha, Abel Bemvenuti, Samile Martel Rhoden.	
CAPÍTULO 4	40
 10.56238/livrosindi202428-004	
O IMPACTO DA SACAROSE NA NUTRIÇÃO HUMANA E ANÁLISE DE AÇÚCAR EM ALIMENTOS	
Cauã Felipe Fenske, Enzo Spaniol Vargas, Gabrielle Sally Rambo, Guilherme Schuster Moi, Myllena Zanuzo da Silva, Angela Schwarz Seiryu Rocha, Abel Bemvenuti.	
CAPÍTULO 5	49
 10.56238/livrosindi202428-005	
ANÁLISE LABORATORIAL E SENSORIAL DE DOCE DE LEITE COM E SEM LACTOSE	
Caroline Graeff, Cíntya Clemente, Emily Vitória Malheiros de Oliveira, Gilsiane Ramos Baptista, Rayssa Moraes Hauenstein, Alessandro Callai Bazzan, Larissa de Lima Alves.	
CAPÍTULO 6	58
 10.56238/livrosindi202428-006	
TOXICOLOGIA NO USO DE CIGARROS ELETRÔNICOS	
Bianca Braitenbach Moura, Gabriel Gottlieb Zimmermann Reiner, Gabriela Santos Barcellos, Martina Seerig Araújo, Raíssa Natália Oliveira, Jenifer Heuert Konrad, Aline Machado Zancanaro.	
CAPÍTULO 7	68
 10.56238/livrosindi202428-007	
UMA VISÃO GERAL SOBRE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS	
Emily de Fatima Silva Sampaio, Nicolás Brizolla Severo, Pedro Henrique de Pellegrin Martins, Rafael dos Santos Meggiolaro, Rudião Rafael Wisniewski, Alessandro Callai Bazzan.	

SEÇÃO 2.....78
PRÁTICAS PROFISSIONAIS INTEGRADAS DO SEGUNDO ANO

CAPÍTULO 8.....79

  10.56238/livrosindi202428-008

AVALIAÇÃO DE DESINFETANTES COMERCIAIS SOBRE O CRESCIMENTO MICROBIANO

Thaís Fetter Severo, Lucilene Lösch de Oliveira, Larissa de Lima Alves.

CAPÍTULO 9.....86

  10.56238/livrosindi202428-009

EQUILÍBRIO QUÍMICO NO CORPO HUMANO

Camilly Zanetti Mantovani, Emilly Schüller de Lima, Giulia Carolina Bernardi Libardi, Lia Emanuelli Soares Ribas, Ângela Schwarz Seiryu Rocha, Samile Martel Rhoden.

CAPÍTULO 10.....95

  10.56238/livrosindi202428-010

PLÁSTICO BIODEGRADÁVEL A BASE DE TAPIOCA E CANA-DE-AÇÚCAR

Ana Júlia Formentini Birkan, Dieli Helwig, Emanuele de Almeida de Quadros, Laila Christina Siqueira, Mariana Buzzatti, Kauana Martins Bonfada Perini, Lucilene Lösch Oliveira.

CAPÍTULO 11.....104

  10.56238/livrosindi202428-011

PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

Augusto Joceli Schafer Candido, Júlia Lessa de Souza, Natally Cristine Sommer Santos, Raissa Vitória de Oliveira, Jenifer Heuert Konrad, Samile Martel Rhoden.

CAPÍTULO 12.....113

  10.56238/livrosindi202428-012

PRODUÇÃO DE BIOETANOL A PARTIR DA BETERRABA (*Beta vulgaris* L.)

Eleandro Augusto Mantovani de Amorim, Letícia Camilly Kuff, Luana Wagner Pitthan, Luiza Couto Pereira, Uilson Linck, Felipe Ketzer.

CAPÍTULO 13.....123

  10.56238/livrosindi202428-013

QUÍMICA FORENSE: USO DA PAPIOSCOPIA FORENSE NA RESOLUÇÃO DE CRIMES

Cíntia Verbes de Lima, Kauana Martins Bonfada Perini, Aline Machado Zancanaro.

CAPÍTULO 14.....132

  10.56238/livrosindi202428-014

AROMATERAPIA: ANÁLISE QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS

Ana Luiza Barboza, Júlia Krüger dos Santos, Julia Veiga Gausmann, Vitória Rodrigues Corá, Aline Machado Zancanaro, Daniela Alves Oriques.

SEÇÃO 3.....141
PRÁTICAS PROFISSIONAIS DO TERCEIRO ANO

CAPÍTULO 15.....142

  10.56238/livrosindi202428-015

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO pH DO SOLO NO CRESCIMENTO DE GIRASSÓIS E ESTUDO DE MACRONUTRIENTES E MICRONUTRIENTES

Danielly Rodrigues dos Santos, Giovana Castro, Junielli dos Santos de Souza, Larissa Martins da Silva, Malú dos Santos Turcatto, Juliana Ferreira da Silva, Anna Maria Deobald.

CAPÍTULO 16.....153

  10.56238/livrosindi202428-016

USO DE EXTRATO DE CASCAS DE FRUTAS COMO BIOINIBIDORES VEGETAIS PARA O CONTROLE DA CORROSÃO

Calebe Dias dos Santos, Eduarda Larissa Dahlke, Livia Vieira de Alencoi, Rafaela Silveira Westphalen, Vitória Wawginiaks, Felipe Ketzer, Lucilene Losch de Oliveira.

CAPÍTULO 17.....169

  10.56238/livrosindi202428-017

XAMPU DE ALOE VERA IN NATURA: PRODUÇÃO, ANÁLISE E APLICAÇÕES DA BABOSA

Amanda Moraes Alberti, Camila Amaral Dornelles, Luana Gobbi Franke, Maria Eduarda Câmara Souza, Michele Schaffazick, Nauyne Schokal Moura, Jenifer Heuert Konrad, Anna Maria Deobald.

CAPÍTULO 18.....179

  10.56238/livrosindi202428-018

PROCESSOS ELETROLÍTICOS NA INDÚSTRIA: PRODUÇÃO DE CLORO E SODA

Ana Carolina Heusner, Bruna Vitória Zamberlan, Eliabe Jose Oliveira, Leonardo Augusto Janke Stochero, Letícia Oliveira, Thierry Weissheimer Monteiro, Lucilene Lösch de Oliveira, Felipe Ketzer.

CAPÍTULO 19.....191

  10.56238/livrosindi202428-019

USO DE BIOADSORVENTE NA REMOÇÃO DE COBRE (Cu²⁺) DE ÁGUAS RESIDUAIS

Amanda Luize Zamberlan, Murilo Eduardo Chagas, Nicolás da Rocha Ribas, Pietra Camargo Hentges, Sara de Oliveira, Tiago Jovani Linn, Juliana Ferreira da Silva, Felipe Ketzer.

PRÁTICAS PROFISSIONAIS INTEGRADAS DO PRIMEIRO ANO

O projeto integrador da Prática Profissional Integrada estabelece que as práticas do primeiro ano devem articular conhecimentos das disciplinas de Química Básica I, Língua Portuguesa e Literatura, Geografia, Biologia, Química Geral Experimental, Química Inorgânica, Matemática e Física. Nesta seção, serão apresentados sete capítulos. O capítulo 1 aborda a revelação fotográfica e tem como objetivo resgatar processos obsoletos da fotografia com o uso de uma câmera Pinhole seguido de revelação com o método de Cafenol. O capítulo 2 apresenta um estudo de parâmetros como pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais e temperatura dos dois corpos hídricos mais importantes para a cidade de Panambi-RS, o rio Fiúza e o arroio Moinho. O capítulo 3 apresenta o efeito do café no organismo em doses moderadas e exageradas, mostrando os seus benefícios e malefícios, além de uma estimativa do pH do café solúvel suave, forte e extraforte com o propósito de compreender e aprofundar os conhecimentos em relação ao pH das soluções. O capítulo 4 aborda os carboidratos, em especial a sacarose, desde suas características e efeitos no ser humano, até uma avaliação do teor de sacarose de alguns alimentos de uso cotidiano. O capítulo 5 tem como assunto as origens e os efeitos da intolerância à lactose e a determinação do teor de lactose em amostras de doce de leite. O capítulo 6 trata das características e dos perigos associados aos Dispositivos Eletrônicos para Fumar (DEF), também conhecidos por cigarros eletrônicos. Por fim, no capítulo 7 são apresentadas informações gerais sobre combustíveis, classes de incêndio e meios de extinção, além de atividades práticas sobre extinção de chamas por isolamento e de resfriamento.

A RELAÇÃO ENTRE A QUÍMICA E A FOTOGRAFIA

  10.56238/livrosindi202428-001

ISBN: 978-65-6109-036-0

Bianca de Oliveira

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Giovana Zanuzo Marcon

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Julia Eduarda Härter

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Leticia Gomes Floriano

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Marli Simionato Possebon

Docente Doutora em Educação – IFFar – Campus Panambi

Aline Machado Zancanaro

Docente Doutora em Química Inorgânica - IFFar – Campus Panambi

RESUMO

Este capítulo aborda a revelação fotográfica enquanto tema gerador, que aprimorou não somente a fotografia, mas a física, a arte e também a química por si própria. Tem como objetivo resgatar processos obsoletos da fotografia. Deste modo, promoveu-se a produção de um papel fotossensível a fim de utilizá-lo em uma câmera Pinhole, que, posteriormente, foi revelado com o uso do método de Cafenol. Obteve-se sucesso na confecção do papel fotossensível e da câmera Pinhole, porém o método de revelação executado não obteve o comportamento esperado. No entanto, foi alcançado o objetivo do estudo e análise da evolução dos processos químicos envolventes na fotografia.

Palavras-chave: Cafenol, Câmera Pinhole, Revelação fotográfica.

1 INTRODUÇÃO

A fotografia é usada desde os primórdios como modo de expressão, tanto artística quanto afetiva. É possível manipular a fotografia como um instrumento usando-a para preservar momentos importantes ou para criar e manifestar algo. Seja qual for a intenção, todos desejam expressar algo. Segundo De Quadros (2007), as relações da fotografia com a arte têm passado por constantes transformações e sido alvo de acalorados debates e controvérsias ao longo da história. Desde o seu surgimento em 1839, foi considerada por vezes a goz da arte e por outras a sua redentora.

Com a evolução da tecnologia, a fotografia e os métodos de revelação foram sendo cada vez mais ultrapassados e esquecidos. A ampliação da digitalização trouxe significativamente a decadência desse costume. O intuito deste trabalho é resgatar e apontar processos perdidos com o tempo, e expressar a importância da química presente neles. Sendo um assunto parcialmente obsoleto, será

relatada sua trajetória histórica e evolutiva, demonstrando um de seus processos químicos e diversos métodos utilizados nele. Deseja-se, também, contextualizar sua importância diante da arte e da ciência.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A palavra fotografia originou-se das palavras gregas: fós (“luz”) e grafê (“pincel”), e significa “desenhar com luz e contraste” (Dos Santos, 2016). Fotografia é a técnica de criação de imagens por meio de exposição luminosa, mas ela passou por várias fases até chegar no modelo que conhecemos atualmente. É um elemento indispensável na era em que vivemos e faz parte do nosso dia a dia de várias formas. São usadas para registrar momentos importantes, especiais ou até mesmo para manifestar algo. O surgimento da fotografia remete às primeiras câmeras Pinholes, e o processo de revelação foi fundamental para o desenvolvimento de várias técnicas que surgiram ao longo do tempo.

2.1 CÂMERA PINHOLE

A câmera Pinhole é um tipo de câmera sem lente. Possui um funcionamento simples, onde é possível verificar a imagem real através de uma câmara obscura. A câmera obscura partiu do primórdio desejo de capturar e refletir imagens e os seus primeiros conceitos foram registrados pelo filósofo chinês Mozi (470 a 390 a.C.) que relatou corretamente que a imagem invertida refletida pela câmera obscura é em razão da propagação retilínea da luz (Wang et al., 2016). Aristóteles também reforçou alguns princípios da câmera obscura em seus estudos, tal como quando observou a imagem do sol, durante um eclipse parcial, projetando-se no solo em forma de meia lua quando seus raios passavam por um pequeno orifício entre as folhas.

A câmara obscura (Pinhole) pode ser produzida com apenas um pequeno orifício em uma parede (quanto menor, mais nítida a imagem) em um quarto escuro e a imagem do lado de fora se projetava na parede de forma invertida. Esse fenômeno ocorre porque, na maior parte dos casos, um feixe de luz se propaga de maneira retilínea e, quando apenas alguns raios fazem a passagem pelo pequeno orifício, a luz se projeta em forma de imagem. Um processo semelhante ocorre até mesmo em nosso corpo: a linha reta da luz passa pela córnea, pupila, cristalino e chega à retina, onde células especializadas codificam a imagem e o nervo óptico leva o estímulo para o cérebro, onde a imagem é finalmente revertida, assim nos fazendo enxergar da forma com que somos acostumados (Betancourt e Del Río, 2006).

2.2 PRIMEIRA FOTOGRAFIA REVELADA

A primeira fotografia oficialmente impressa só foi realizada no século XIX, no ano de 1826 pelo francês Joseph Nicéphore Niépce e foi nomeada como “heliografia” que vem do grego e significa “gravar com sol”. Neste processo Nicéphore utilizou uma placa de estanho, A placa foi inserida em uma câmera escura que estava posicionada para a vista de seu jardim, e, após 8 horas de exposição à luz solar, a placa produziu uma impressão do pátio, dos anexos e das árvores que estavam no seu jardim (Piassarolo, 2019).

2.3 DAGUERREOTIPIA

Dez anos depois da fotografia de Niépce, o francês Louis-Jacques Mandé Daguerre desenvolveu uma pesquisa criando o chamado Daguerreótipo. Marquis et al. (2015) afirmam que este método consiste em uma placa de cobre coberta com prata, que antes da exposição é polida com uma pequena quantidade de pó de calcário, que é aplicado sobre um pano umedecido com álcool diluído, também é borrifado um pó fino e vermelho chamado “rouge” sobre uma ripa acolchoada. A placa então é impregnada com este pó, polindo a placa no mesmo sentido melhora a visualização da superfície altamente reflexiva. No escuro, a placa é posicionada com a face fotossensível para baixo, em uma caixa sensibilizante que contém uma pequena quantidade de cristais de iodo. Em cerca de 15 a 45 segundos, os vapores do iodo reagem com a prata, criando uma camada de iodeto de prata. A placa é retirada da caixa sensibilizante e agora está sensível à luz, pronta para ser usada na câmera. Para fazer a exposição basta remover a tampa da lente, o tempo de exposição era notoriamente longo, muitas vezes levando mais de 40 segundos. No completo escuro, algumas unidades de mercúrio líquido são adicionadas, cuidadosamente vertidas para um recipiente de queima feito de ferro aquecido por uma lamparina. A placa é adicionada na câmara de mercúrio aquecida a temperatura de cerca de 79,4°C até que os vapores reajam com a prata sensibilizada. Após a revelação, ocorre o processo de fixação com solução de tiosulfato de sódio, que remove o excesso de brometo de prata. Após a limpeza final da placa, o daguerreótipo é montado para a custódia e exibição.

2.4 CALOTIPIA

William Henry Fox Talbot vinha pesquisando a fixação da imagem da câmera escura há tempos. Em 1841 ele lançou o calótipo, processo mais eficiente de fixar imagens. Calotipia foi o processo fotográfico que utilizava imagens negativo-positivas, antecedendo a fotografia atual (Maimon, 2011). Segundo Dos Santos Júnior e dos Santos (2007), o papel era impregnado com iodeto de prata e exposto à luz numa câmara escura e a imagem era revelada com ácido gálico e fixada com tiosulfato de sódio, resultando num negativo. Então, era impregnado de óleo até tornar-se

transparente. O positivo se fazia por contato com papel sensibilizado, processo muito utilizado até os dias de hoje. O calótipo foi a primeira fase na linha de desenvolvimento da fotografia moderna. Esse processo se assemelha bastante com o processo atual. Os dois filmes fotográficos possuem uma base plástica formada por triacetato de celulose, uma substância transparente e flexível. A calotipia consiste na sensibilização do papel com nitrato de prata (AgNO_3) e ácido gálico ($\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_5$).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 PRODUÇÃO DA CÂMERA PINHOLE

Para produzir a própria câmera Pinhole, foram utilizados os seguintes materiais, baseado em Martins (2017): lata de leite em pó vazia; papel cartolina preto; fita isolante e dupla-face; pedaço de lata de refrigerante; prego; e agulha. Com o prego realizou-se um furo de 2 cm de diâmetro na lata maior. Na sequência, foi coberta toda a parte interna com cartolina escura e foi feito um pequeno furo no pedaço da lata de refrigerante com a agulha. Por fim, centralizou-se o furo menor com o furo feito posteriormente, como mostram as Figuras 1 e 2.

Figura 1 – Visão externa da Câmera Pinhole.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 2 – Visão interna da Câmera Pinhole.



Fonte: Autoria própria (2022).

3.2 PRODUÇÃO DE PAPEL FOTOGRÁFICO

Para o preparo do papel fotográfico fotossensível ocorreu com a utilização do seguinte material:

- **Nitrato de prata:** é um composto químico de fórmula molecular AgNO_3 . Comercialmente, costuma chamar-se também de "cáustico lunar", ainda que para uso como reagente analítico tem grau de pureza de 99,8%.
- **Gelatina:** é uma mistura de poli e oligopeptídeos derivados da hidrólise parcial do colágeno, em que as ligações moleculares naturais entre fibras separadas de colágeno são quebradas, permitindo o seu rearranjo. A gelatina funde com o calor e solidifica quando o calor cessa.
- **Ácido cítrico ou citrato de hidrogênio:** fórmula molecular $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_7$, nome oficial ácido 2-hidroxí-1,2,3-propanotricarboxílico, é um ácido orgânico fraco, que se pode encontrar nos citrinos.
- **Cloreto de sódio:** popularmente conhecido como sal ou sal de cozinha, é uma substância largamente utilizada, formada na proporção de um átomo de cloro para cada átomo de sódio. A sua fórmula química é NaCl .

Existem diversas maneiras de produzir um papel fotográfico, das mais simples até as mais complexas. O método utilizado neste trabalho foi o de produção de uma emulsão de cloreto de prata (gás paper/gaslight paper).

O modo de produção consiste em, inicialmente, preparar uma solução a 12% de nitrato de prata, com 40 mL de água destilada usada para dissolver 6 g de nitrato de prata em um béquer. Após o nitrato completamente dissolvido, completou-se com água até o volume de 100 mL. A próxima etapa foi aquecer 125 mL de água destilada em um béquer sobre uma base aquecida, em aproximadamente 55 °C, e adicionar 6 g de gelatina comercial, incolor e sem sabor, juntamente com 2,5 g de cloreto de sódio (sal de cozinha) e 1 g de ácido cítrico. Após completa dissolução dessas substâncias, manteve-se o béquer em banho maria entre 50 e 55 °C durante alguns minutos.

O próximo passo foi apagar as luzes e, na ausência de luz, adicionar a solução de gelatina juntamente à solução de nitrato de prata de forma lenta e constante. Nesse momento, o líquido tomou um aspecto leitoso resultante da formação do cloreto de prata. Na sequência, a emulsão foi mantida em repouso para a formação regular dos cristais de cloreto. A emulsão (Figura 3) foi deixada por 20 minutos em banho-maria, em temperatura de 50 °C. Uma vez passado esse tempo, recolheu-se a emulsão ao abrigo da luz em uma geladeira. Retirou-se uma quantidade para uso imediato, passando o líquido sobre uma folha sulfite A4 comum, com a ajuda de um pincel. Utilizou-se uma estufa para acelerar o processo de secagem. Após todos esses processos, o papel ficou pronto para a utilização.

Figura 3 – Emulsão do nitrato de prata.



Fonte: Autoria própria (2022).

3.3 PRODUÇÃO DO REVELADOR

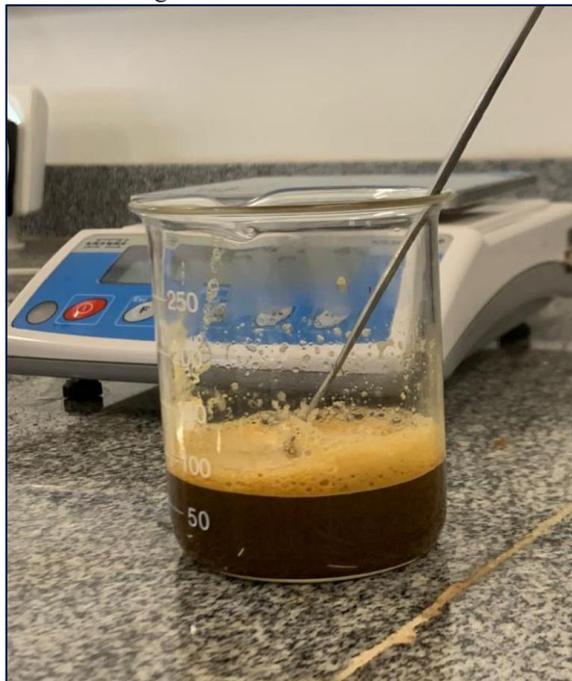
Para a produção do revelador artesanal foram utilizados os seguintes materiais, baseado em Das Neves et al. (2018):

- **Café solúvel com cafeína:** a cafeína, presente no café é um composto químico de fórmula $C_8H_{10}N_4O_2$. O ácido cafeico, e não a cafeína, é o responsável pela ativação do processo de revelação. O ácido cafeico é um composto fenólico, ou seja, possui um grupo hidroxilo ligado diretamente a um grupo hidrocarboneto aromático.
- **Vitamina C – Ácido Ascórbico:** com nome químico de ácido L-ascórbico ou simplesmente ácido ascórbico – funciona como a Hidroquinona, aumentando o contraste, reduzindo o véu e o tempo de revelação.
- **Carbonato de Sódio – Na_2CO_3 :** é um sal branco e translúcido, produzido sinteticamente em larga escala a partir do cloreto de sódio (sal de cozinha) pelo processo Solvay. Usado como base em contraste com o ácido ascórbico, atua como uma base que torna a solução alcalina, quando uma base sólida se dissolve em água, ativando assim os agentes reveladores e possibilitando a revelação.
- **Brometo de Potássio – KBr :** sal iônico o qual é completamente dissociado próximo ao pH neutro em solução aquosa. Serve como uma fonte de íons brometo - esta reação é importante para a fabricação de brometo de prata para o filme fotográfico. É um moderador - Substância retardadora. A maior parte dos reveladores atuam também um pouco sobre os cristais de halogeneto de prata que não foram expostos à luz, provocando o que se chama de véu químico. A adição deste produto ajuda a reduzir esse véu ou Velatura.

Para o preparo, foram constituídas duas soluções (solução A e solução B) e, no momento de realizar a revelação do papel fotográfico, as mesmas foram misturadas. Para a solução A, em uma balança analítica foram pesados 5,4 g de Carbonato de Sódio. Na sequência, transferiu-se para um béquer e adicionaram-se 30 mL de água destilada a 30 °C. Para a solução B, em uma balança analítica, pesou-se 1,6 g de ácido ascórbico, 4,0 g de café, e 0,1 g de brometo de potássio. Transferiu-se o ácido ascórbico e o café para um béquer e dissolveram-se ambos com 70 mL de água destilada a 30 °C. Por fim, adicionou-se 0,1 g de Brometo de potássio para atuar como estabilizador.

Para o armazenamento, as soluções foram mantidas em frascos separados e devidamente fechados. Ao misturar as duas soluções, a mistura escureceu (Figura 4) e liberou um mau odor. Após o papel já queimado dentro da câmera Pinhole, retirou-se da mesma e imediatamente, em escuro total, mergulhou-se o papel no revelador durante 3 minutos (Figura 5). Após esse tempo, retirou-se o papel e foi deixado secar tanto em temperatura ambiente quanto em uma estufa inicialmente a 47 °C, chegando a 74 °C.

Figura 4 - Revelador Cafenol.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 5 - Processo de revelação fotográfica com Cafenol.



Fonte: Autoria própria (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho propôs mostrar a química presente na revelação fotográfica e nos diversos processos de revelação. O método utilizado foi baseado em uma receita caseira, e após realizar diversas tentativas as expectativas não foram plenamente atendidas. Por ser um método caseiro, não foi possível identificar a falha no experimento. Em relação ao papel fotossensível, tornando-se

vulnerável pela emulsão do nitrato de prata, após exposto ao sol apresentou parcelas parcialmente mais escuras, sendo essa etapa o principal objetivo.

O revelador pelo método do Cafenol foi sintetizado de acordo com o procedimento metodológico relatado. Observou-se a mudança da coloração quando a substância A (5,4 g Carbonato de Sódio e 30 mL de água destilada) e B (1,6 g de ácido ascórbico, 4,0 g de café, 0,1 g de brometo de potássio e 70 mL de água destilada) foram misturadas, em contato com o papel fotossensível produzido anteriormente. Nesse momento houve o escurecimento do mesmo. A câmera Pinhole produzida também a partir de um método caseiro, foi testada de diversas maneiras para um melhor resultado, porém todos obtiveram o mesmo desfecho. A partir dos resultados, concluiu-se que teria sido obtido resultado adequado caso o papel fotossensível fosse deixado por um maior tempo de exposição ao sol. É possível observar os resultados nas Figuras 6 e 7.

Figura 6 – Papel Fotossensível após exposição na Câmera Pinhole.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 7 – Papel Fotossensível após exposição na Câmera Pinhole e Cafenol.



Fonte: Autoria própria (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há muito tempo a fotografia começou a fazer parte do dia-a-dia, algo que inicialmente apenas os fotógrafos profissionais, que trabalhavam em estúdios, tinham acesso. Com o avanço da tecnologia esse cenário se alterou ainda mais, pois as câmeras fotográficas passaram a ser analógicas, digitais e evoluíram ao ponto de se tornarem acessíveis, tal como em nossos celulares. Assim passamos a registrar todos os momentos de nossa escolha, algo que antigamente era restrito apenas a ocasiões especiais e a sujeitos que conseguiam arcar com os seus custos. Além da sua importância na química, a fotografia também é algo belo e que nos move desde nossos primórdios. Apesar o resultado esperado não ter sido obtido plenamente com a proposta do trabalho, foi possível reforçar como a trajetória fotográfica não foi uma invenção isolada, mas sim fruto de diversos pesquisadores que juntamente persistiram no mesmo objetivo: o anseio pela arte de capturar momentos.

REFERÊNCIAS

- BETANCOURT D.; DEL RÍO, C. Study of the Human Eye Working Principle: An Impressive High Angular Resolution System with Simple Array Detectors. Fourth IEEE Workshop on Sensor Array and Multichannel Processing, Waltham, MA, USA, p. 93-97, 2006. DOI: 10.1109/SAM.2006.1706098
- DAS NEVES T. A. et al. Produção de uma oficina de fotografia a partir da união de técnicas alternativas isoladas. *In: X Simpósio de Graduação e Pós-Graduação em Química da UEPG - Reflexão Crítica e Transformações*, Ponta Grossa. Anais. 2018.
- DE QUADROS, Flávia Campos de. A suspeita ronda a fotografia – jogos e ambiguidades na arte contemporânea brasileira. 2007. 146 p. Dissertação (Mestrado em Artes Visuais) – Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS, 2007. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/12227>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- DOS SANTOS. Alisson Rodrigues. A química da fotografia e a fotografia da química. 2016. 55 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Instituto de Química, Universidade de Brasília. Brasília-RS, 2016. Disponível em: <https://bdm.unb.br/image/fundo.png>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- MAIMON, V. On the Singularity of Early Photography: William Henry Fox Talbot's Botanical Images. *Art History*, v. 34(5), p.958-977, 2011. DOI 10.1111/j.1467-8365.2011.00852.x
- MARQUIS E. A. et al. Exposing the sub-surface of historical daguerreotypes and the effects of sulfur-induced corrosion. *Corrosion Science*, v. 94, p.438-444, 2015. DOI 10.1016/j.corsci.2015.02.018
- MARTINS, Macaulay Ferreira. A fotografia como proposta interdisciplinar no ensino de ciências. 2017. 78 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Química) – Universidade Federal de Campina Grande. Cuité-PB, 2017. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/7405>. Acesso em 23 abr. 2024.
- PIASSAROLO, Daiane dos Santos. 2019. 165 p. História, memória e fotografia: reconhecimentos e re-memorações sobre o passado. Dissertação (Mestrado em História) – Programa de Pós-graduação em História, Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande-RS, 2019. Disponível em: <http://repositorio.furg.br/handle/1/9057>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- DOS SANTOS JUNIOR A.P.; DOS SANTOS A.C. Arte e turismo: a fotografia como instrumento de trabalho do turismólogo contemporâneo. *Observatório de Inovação do Turismo*, v.2(3), p. 1-13, 2007. DOI 10.12660/oit.v2n3.5672
- WANG J, LV Y, JOU M, ZHANG J. Research on the effects of cloud-based pedagogy for creative talents: A case study on Chinese High School. *Computers in Human Behavior*, v. 63, p. 229-239, 2016. DOI 10.1016/j.chb.2016.05.038

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DO RIO FIÚZA E ARROIO MOINHO EM PANAMBI-RS

  10.56238/livrosindi202428-002

ISBN: 978-65-6109-036-0

Aksana Abigail Weber Rossi

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Jean Lucas Dill

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Luany Camille Pollon Sorensen

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Marina Josephine Bayer

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Scheila Ribeiro Hollas

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Valdecir Schenkel

Docente Especialista em Gestão Ambiental - IFFar - Campus Panambi

Odair Dalagnol

Docente Mestre em Agricultura de Precisão - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

A poluição das águas dos rios por efluentes não tratados tem sido motivo de muita preocupação e cuidado nos dias atuais, pelo fato de ocasionar doenças graves como tuberculose, tifo, hepatite, dentre outras. Este trabalho tem por objetivo realizar a coleta e análise da água em dois corpos hídricos mais importantes para a cidade de Panambi-RS, o rio Fiúza e o arroio Moinho, para verificação de algumas características da água e sua possível contaminação, sendo analisados os parâmetros físico-químicos: pH, turbidez, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos totais e temperatura. A disposição dos pontos de coleta das amostras de água foi definida de tal forma que fosse possível verificar diferenças nos parâmetros físico-químicos no percurso dos cursos d'água, iniciando pelos pontos com a maior altitude na entrada da cidade, pontos na região central e na saída da cidade. Todos os pontos de coleta foram georreferenciados. Obteve-se como resultado altos valores dos parâmetros no centro da cidade, e baixos valores no início e final da cidade. Com isso, foi possível confirmar que as águas presentes no percurso analisado apresentam alterações relacionadas à sua qualidade, sendo assim, o contato ou consumo sem o tratamento adequado podem causar grande risco à saúde.

Palavras-chave: Poluição, Rios, Efluentes, Parâmetros, Coleta.

1 INTRODUÇÃO

A água é fundamental para a vida no planeta, entregando inúmeros benefícios a todo o ecossistema. Muitas cidades do Rio Grande do Sul, surgiram ao redor de rios e arroios com o propósito de usufruir da água, usando-a para o cultivo de plantas, para a higiene pessoal, para a hidratação e muito mais. Para o rio Fiúza e arroio Moinho a história não foi diferente. Nos dias de

hoje, estes corpos d'água sofrem com o excesso de cargas de efluentes domésticos lançadas em seus leitos, por conta de a cidade não ter um sistema de coleta e tratamento do esgoto gerado.

O uso inadequado, a poluição dos rios e o lançamento indevido do esgoto sanitário sem o devido tratamento têm se tornado um problema alarmante para todos, e boa parte disso é culpa do ser humano que descarta seus resíduos de maneira incorreta na natureza. Por conta dessa falta de cuidado ocorre a contaminação das águas e torna o ambiente propício à proliferação de parasitas, fungos e bactérias que, por sua vez, podem ocasionar diversas doenças. Apesar da capacidade que os cursos d'água têm em dissolver os diferentes contaminantes, o excesso de poluição pode alterar diversos parâmetros de qualidade da água.

Visando erradicar esses despejos de efluentes domésticos, a Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) oferece a todas as pessoas usufruidoras da água tratada da Companhia, a implantação de um plano de saneamento individual – o SOLUTRAT – impondo a introdução ou manutenção de uma fossa séptica e a remoção periódica do lodo acumulado (Rio Grande do Sul, 2022).

Com todo esse cenário, foi realizado este trabalho com o objetivo de analisar parâmetros físico-químicos de amostras de água superficial do rio Fiúza e do Arroio Moinho situados na cidade de Panambi, Rio Grande do Sul, Brasil. Foram analisados o pH, sólidos dissolvidos totais, temperatura, turbidez e condutividade elétrica da água (todos em triplicata).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As principais características físicas e químicas da água podem ser representadas por diversos parâmetros. Alterações nos valores de referência desses parâmetros podem indicar interferência antrópica. Diversos autores publicaram pesquisas relacionadas à análise de parâmetros físico-químicos para a verificação da qualidade da água, dentre eles Marcelo Libânio (2010), Antonio Teixeira de Matos (2012), Roque Passos Piveli e Mário Takayuki Kota (2006) e Marcos Von Sperling (2011). Os mesmos são especialistas na área ambiental, a partir do estudo de suas obras foram definidos os parâmetros utilizados neste trabalho.

2.1 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

O pH representa a concentração de íons H^+ nas águas, e retrata a condição de acidez ou alcalinidade das mesmas (Piveli e Kato, 2006). As águas naturais superficiais que se caracterizam por ter o pH entre 6,0 e 8,5 conseguem manter e restaurar a vida aquática. Porém, com o aumento da concentração de matéria orgânica manifestando-se por meio de cor verdadeira, o pH da

água decai, podendo ficar abaixo de 5,0 (Libânio, 2010), pois vai depender da severidade de contaminação da mesma.

2.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)

Representa a capacidade da água natural de conduzir corrente elétrica, em função de substâncias dissolvidas que se dissociam formando cátions e ânions. Os compostos inorgânicos conduzem melhor corrente elétrica do que compostos orgânicos. Os corpos d'água apresentam valores menores do que 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$, com grandes valores de poluição os valores podem chegar a 1.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Libânio, 2010).

2.3 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS (SDT)

Determina a matéria orgânica e sais inorgânicos dissolvidos na água, a partir do peso total de sólidos na amostra (von Sperling, 2011). Está diretamente proporcional relacionado com a turbidez (Libânio, 2010). Valores menores que 100 ppm (parte por milhão) estão de acordo com a normalidade, mas maiores que isso já pode haver poluição.

2.4 TURBIDEZ

A turbidez representa a interferência de sólidos concentrados que impede que um feixe de luz passe através de uma amostra (Libânio, 2010). Segundo American Public Health Association (2005), a turbidez passou a ser definida como expressão da propriedade óptica que faz a luz ser dispersa ou absorvida em vez de ser transmitida em linha reta através da amostra. A turbidez é um parâmetro que pode ser influenciado pelo lançamento de poluentes na água, porém também pode estar associado ao deslocamento de sedimentos provocado pela turbulência da água.

2.5 TEMPERATURA

Indica a frequência de energia cinética entre as moléculas. A temperatura é diretamente proporcional às reações químicas, físicas e biológicas, a elevação da temperatura interfere na solubilidade dos gases (von Sperling, 2011).

3 METODOLOGIA

3.1 PONTOS DE COLETA

Para as análises, optou-se em selecionar 6 pontos de coleta de amostras (Tabela 1) ao longo dos referidos corpos hídricos, buscando-se possibilidades comparativas no espaço geográfico urbano de Panambi. Os pontos de coleta foram georreferenciados com auxílio do aplicativo *C7 GPS Dados*.

Tabela 1 - Georreferenciamento dos pontos.

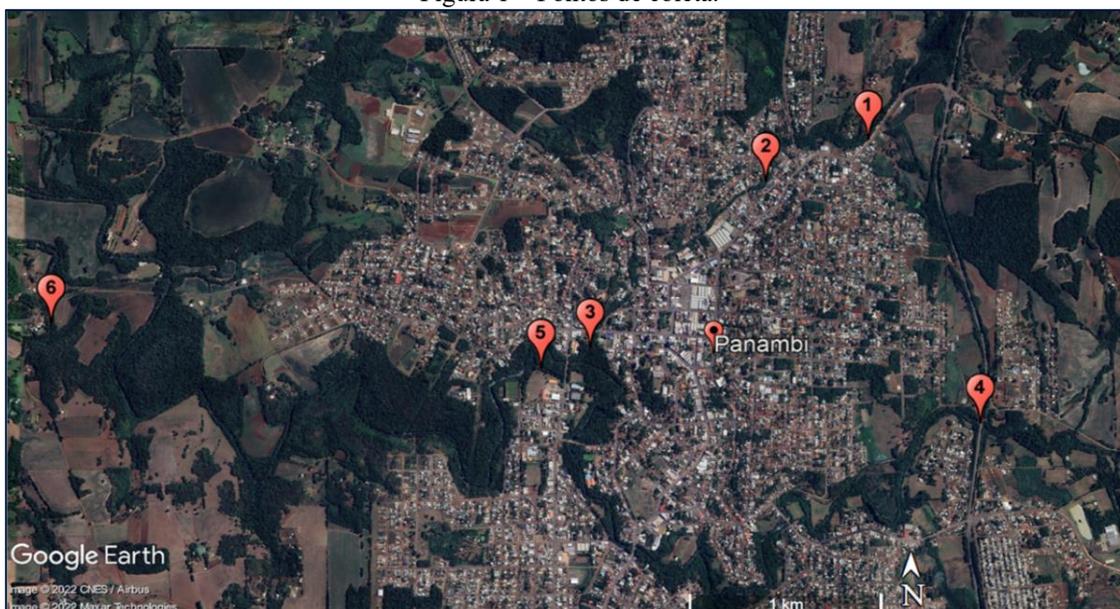
Pontos de coleta	Latitude	Longitude
1	28°16'50.35"S	53°29'26.78"O
2	28°16'57.96"S	53°29'46.69"O
3	28°17'28.24"S	53°30'20.85"O
4	28°17'41.84"S	53°29'5.39"O
5	28°17'31.94"S	53°30'30.36"O
6	28°17'23.79"S	53°32'5.60"O

Fonte: Autoria própria.

Na Figura 1 são apresentados os seis pontos de coleta identificados no mapa com o auxílio do Google Earth®, com os respectivos pontos de referência:

- Ponto 1, localizado próximo ao Museu a Céu Aberto, bairro Kuhn, perto da BR-158, neste local passa o arroio Moinho;
- Ponto 2, localizado perto do mercado Lian, bairro Fensterseifer, este local remete-se ao arroio Moinho;
- Ponto 3, está localizado perto da Feira do Produtor, no Centro de Panambi, este ponto refere-se ao arroio Moinho antes de desaguar no rio Fiúza;
- Ponto 4, junto à BR-158, bairro Wolgien, é o ponto de entrada do rio Fiúza na cidade de Panambi;
- Ponto 5, localiza-se no Parque Municipal Rudolfo Arno Goldhardt centro da cidade, este ponto já é o resultado da confluência do arroio Moinho e rio Fiúza;
- Ponto 6, localizado no Parque Papillon, área rural. É o resultado de todo o despejo de esgotos e lixos domésticos.

Figura 1 – Pontos de coleta.



Fonte: Autoria própria (2022).

3.2 COLETAS

As coletas foram realizadas colhendo a água superficial de 0 a 30 cm de profundidade. Foi utilizado um cabo extensor para ser possível fazer a coleta distante das margens dos cursos d'água. As amostras foram coletadas em um béquer de plástico, em seguida foram realizadas as análises de alguns parâmetros em campo, todas em triplicata. Em seguida, foram coletadas amostras em frasco de vidro de cor âmbar, identificados (Figura 2). As amostras foram acondicionadas em uma caixa de isopor com gelo e em seguida refrigeradas para a realização das análises de laboratório em outro momento.

Figura 2 – Amostras em frasco âmbar.



Fonte: Autoria própria (2022).

3.3 PARÂMETROS

Os parâmetros utilizados para a realização das análises foram: pH, condutividade elétrica (CE), sólidos dissolvidos totais (SDT), temperatura e turbidez.

3.3.1 Potencial Hidrogeniônico - pH

Os materiais utilizados para determinar o pH foram:

- pHmetro;
- Água destilada;
- Béquer de plástico para realizar as coletas;
- Solução tampão ácida;
- Solução tampão básica.

O equipamento utilizado para a determinação do pH foi o pHmetro. Para a verificação deste parâmetro, primeiramente se calibrou o pHmetro, para calibrar o equipamento deve-se mergulhar primeiramente o eletrodo na solução tampão ácida e esperar dar o valor do pH da mesma, para repetir o mesmo processo na solução tampão básica deve-se aplicar um pouco de água destilada na ponta do eletrodo, para evitar a contaminação de uma solução tampão. Este parâmetro foi medido em campo.

3.3.2 Condutividade elétrica, Sólidos Dissolvidos Totais e Temperatura

Os materiais utilizados para a verificação da C.E, SDT e Temperatura foram:

- Condutivímetro portátil;
- Béquer descartável para realizar as coletas.

Para estes três parâmetros, foi utilizado um só equipamento chamado condutivímetro. Para a realização dos mesmos, foi realizada a coleta em triplicata e o processo se constituiu em mergulhar o eletrodo do condutivímetro no béquer onde continha a água coletada. Para a C.E, a unidade dada foi microSiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$). Para SDT, a unidade foi ppm (partes por milhão) para a temperatura a unidade foi graus celsius ($^{\circ}\text{C}$). Estes parâmetros foram medidos em campo.

3.3.3 Turbidez

Esse parâmetro foi medido por um turbidímetro em Unidades Nefelométricas de Turbidez (UNT) no laboratório. Para a realização deste parâmetro, primeiramente foi calibrado o equipamento, para calibrar o turbidímetro utiliza-se três cubetas de solução padrão referência e se aplica no equipamento para o mesmo fazer a medida, após ser calibrado se coloca um pouco da água coletada (que estava em frascos âmbar refrigerada) em uma cubeta vazia e aplica-se no turbidímetro para a leitura da turbidez, também foi utilizado a triplicata para este parâmetro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2 podem ser observados os resultados das análises físico-químicas. Os resultados das análises da água do arroio Moinho, que correspondem aos pontos 1, 2 e 3, especialmente para os parâmetros SDT e CE, demonstram haver um aumento em direção a sua foz, (área central da cidade) o que indica maior agregação de contaminantes. Pode ser destacado o aumento do pH no ponto 3, quando comparado aos demais pontos do arroio Moinho, o que reforça essa hipótese de contaminação da água. O ponto 3, destaca-se na maioria dos parâmetros analisados. Isso se deve ao fato de o local de coleta estar altamente contaminado por efluentes domésticos provavelmente vindos de prédios e

casas das quadras vizinhas. A mesma tendência é observada nos pontos de coleta ao longo do curso do rio Fiúza, com aumento nos valores encontrados no sentido da sua foz.

Tabela 2 – Resultado das análises Físico-Químicas da água do Rio Fiúza e Arroio Moinho.

Pontos de coleta	pH	SDT (ppm)	Temperatura (°C)	C.E (µS/cm)	Turbidez (UNT)
1	5,8	34,0	19,0	67,0	7,3
2	5,6	50,0	20,2	101,0	4,1
3	7,0	61,7	19,0	129,3	3,2
4	6,0	11,0	18,2	31,0	14,2
5	7,2	18,3	18,4	35,7	11,4
6	7,8	21,3	20,4	44,0	11,8

Fonte: Aatoria Própria (2022).

Quanto aos resultados de turbidez, estes estão associados à turbulência da água nos pontos de coleta e não se remetem à poluição, pois o movimento das águas faz com que os sedimentos acomodados no fundo do rio se movam, e por consequência aumenta-se o valor de turbidez. O maior valor de turbidez (14,2 UNT), foi verificado no ponto 4, pode-se verificar visualmente que nesse ponto há uma grande turbulência nas águas do rio Fiúza.

Figura 3 – Lançamento de esgoto encontrado próximo ao ponto 3.



Fonte: Aatoria própria (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da análise dos dados obtidos, conclui-se que o ponto 3 apresenta os valores mais elevados para a maioria dos parâmetros analisados, o mesmo localiza-se no centro da cidade, provavelmente ocasionado pelas cargas de esgotos comerciais, domésticos e além dos poluentes depositados nas ruas. Lembra-se os parâmetros que mais destacaram-se, a condutividade elétrica, chegando a valores de 129,3 µS/cm no ponto 3, e 101 µS/cm no ponto 2, sólidos dissolvidos totais onde no ponto 3 chegou ao valor de 61,7 ppm e 50,0 ppm no ponto 2.

A partir desses dados é possível verificar que durante o percurso analisado ocorrem alterações na qualidade da água e que o contato com a mesma ou o consumo sem o devido tratamento devem ser evitados, pois existe risco de haver algum efeito negativo na saúde humana. Os resultados obtidos na pesquisa não são suficientes para identificar os contaminantes e suas origens, seriam necessárias mais pesquisas para identificá-los, para que seja possível planejar ações para minimizar a contaminação e logo reduzir os impactos ambientais e proteger a saúde humana.

Levando em consideração todos os dados pode-se concluir que a poluição degrada toda a natureza, podendo dizimar as formas de vida dentro e fora da água. Deve-se cuidar do que se tem para a posteridade, pois as oportunidades para preservar o meio ambiente estão impostas para todos, agora, basta agir e conscientizar-se.

REFERÊNCIAS

APHA. American Public Health Association. Standard methods for the examination of water and wastewater, 21st ed. Washington, 2005.

CORSAN – Companhia Rio-Grandense de Saneamento. SOLUTRAT. Porto Alegre, c2024. Disponível em: <https://www.corsan.com.br/solutrat>. Acesso em: 23 abr. 2024.

DE MATOS AT. Qualidade do meio físico ambiental: práticas de laboratório. Minas Gerais: UFV, 2012. 150 p.

LIBÂNIO M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas, SP: Editora Átomo, 2010. 494 p.

PIVELI R.P.; KATO M.T. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. São Paulo: ABES, 2006. 285 p.

RIO GRANDE DO SUL. Agência estadual de regulação dos serviços públicos delegados do Rio Grande do Sul. Resolução Normativa nº 65/2022, de 05 de abril de 2022. Disciplina a prestação do serviço de limpeza programada de sistemas individuais pela CORSAN. Porto Alegre-RS, 2022. Disponível em: <https://www.corsan.com.br/upload/arquivos/202204/12175506-resolucao-65-2022-limpeza-programada-agergs.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2024.

VON SPERLING M. Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento de Esgotos. 4. ed. Minas Gerais: UFMG, 2011. 452 p.

EFEITOS DO CAFÉ NO CORPO HUMANO

  10.56238/livrosindi202428-003

ISBN: 978-65-6109-036-0

Amanda Hardt Markus

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Andrieli Mara da Costa Silva

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Eduarda Moraes Baldo

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Lavínia Schallenberger Scheffler

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Luis Antônio Zardin

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Angela Schwarz Seiryu Rocha

Docente Graduada em Licenciatura Plena em Educação Física - IFFar - Campus Panambi

Abel Bemvenuti

Docente Mestre em Ciências Biológicas - IFFar - Campus Panambi

Samile Martel Rhoden

Docente Doutora em Química Analítica - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

O café é uma das bebidas mais consumidas no mundo, sendo o Brasil o maior exportador do seu grão, conta com a cafeína como principal componente. A cafeína está presente na lista de estimulantes sendo o mais utilizado nos dias de hoje, segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS). Com esse trabalho buscamos mostrar o efeito do café no nosso organismo em doses moderadas e exageradas, mostrando os seus benefícios e malefícios. Além disso, o grupo avaliou o pH do café solúvel suave, forte e extraforte com o propósito de compreender e aprofundar os conhecimentos em relação ao pH das soluções. Foi possível concluir que em doses baixas ou moderadas o café traz benefícios para a saúde e para a mente. Conclui-se, também, que o pH dos cafés em questão são ácidos. Portanto, pode-se afirmar que este trabalho trouxe muito conhecimento e curiosidades para todos os envolvidos.

Palavras-chave: Cafeína, Teobromina, Teofilina.

1 INTRODUÇÃO

O café é uma das bebidas mais consumidas no mundo, sendo o grão mais exportado pelo Brasil. Pode ser encontrado em diferentes formas de torrefação, aromas, sabores, características e misturas. Observando essa grande variedade com relação aos grãos de café, este trabalho propõe aprofundar os estudos sobre esse assunto a partir de algumas curiosidades: qual é o melhor tipo de

café? Quais os seus benefícios? O que é a cafeína e qual o seu efeito? Qual o pH do café? Como essas características podem afetar nossa saúde?

O café, muitas vezes, é consumido em excesso pela população. Sabendo disso, este trabalho tem o objetivo de pesquisar e buscar informações sobre a composição química do café, o efeito da cafeína no corpo humano, os prós e contras de seu consumo, contribuindo com as pessoas para encontrarem métodos de consumo saudável, demonstrando aspectos e informações químicas de umas das bebidas mais consumidas no mundo.

Com o objetivo de aprofundar os conhecimentos sobre algumas características do café, medidas de pH (potencial hidrogeniônico) foram realizadas no laboratório de química do Instituto Federal Farroupilha, Campus Panambi. Com estas medidas também espera-se aprofundar os conhecimentos sobre umas das avaliações mais realizadas no mundo da química, o pH.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Por suas propriedades estimulantes ou pelo seu aroma, o café é uma das bebidas mais consumidas do mundo. Um dos fatores que pode explicar o motivo das pessoas consumirem tanto esta bebida seria pelo seu efeito estimulante pela presença da cafeína. A Organização Internacional do Café informa que o comércio mundial de café instantâneo tem crescido desde 2000, sendo o Brasil o maior produtor e exportador de café do mundo. Em 2021, o Brasil exportou 94,4 mil toneladas de produtos à base de café (Nóbrega et al., 2023).

Pesquisas apontam que o consumo do café está associado à prevenção de vários tipos de doenças crônicas, reduzindo, por exemplo, o risco de alguns tipos de câncer devido à presença de substâncias antioxidantes, anticarcinogênicas e antiteratogênicas (Alves et al., 2009). No entanto, o consumo excessivo do café geralmente está relacionado a irritabilidade, ansiedade, inquietação, insônia, distúrbios gastrointestinais, tremores, taquicardia e agitação psicomotora (Protano et al., 2023).

Estudos mostram que a ingestão de doses baixas e moderadas do café influenciam as capacidades cognitivas, como o estado de alerta, os tempos de reação, os níveis de atenção, a clareza mental, a memória de curto prazo, a capacidade de concentração e a tomada de decisões (Manippa et al., 2022). Em doses moderadas, a cafeína pode auxiliar no combate a depressão, pois essas doses influenciam positivamente no humor e na disposição, devido ao seu efeito estimulante, diminui os riscos de cálculos renais e ajuda na perda de peso (Alves et al., 2009). Contudo, doses mais altas podem induzir um estado de intoxicação por cafeína, caracterizado por ansiedade, inquietação, insônia e taquicardia. Outro efeito amplamente reconhecido da cafeína é o distúrbio do sono, embora muitas variações tenham sido relatadas entre os indivíduos (Heishman e Henningfield, 1992).

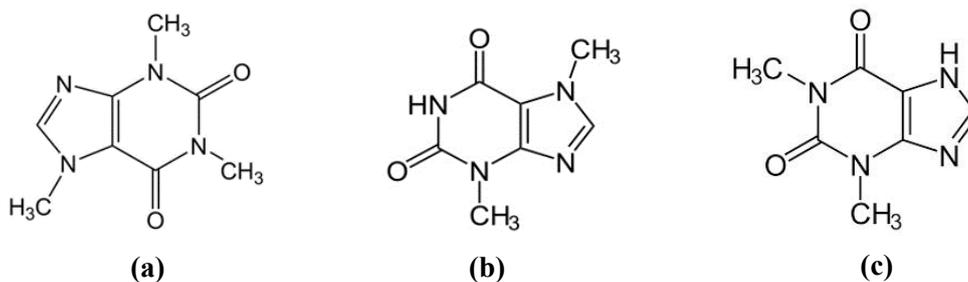
Alves et al. (2009) reportam que a planta do café tem variadas espécies de grãos, sendo a *Coffea arabica* e a *Coffea robusta* as mais comuns, com as propriedades químicas, físicas e organolépticas sendo o que as diferenciam. O café arábica tem seu aroma e seu sabor mais apreciados, sendo mais estimado comercialmente. Contudo, o café robusta é mais resistente a pragas no decorrer de seu cultivo, o que o capacita a ser utilizado no corpo de outras bebidas, sendo utilizado também na produção do café solúvel.

Um aspecto que impacta na qualidade do café é o processo de torra (claro, médio ou escuro), uma vez que este processo é responsável por conferir propriedades organolépticas à bebida. Por exemplo, a torra forte (escura) pode ser usada para esconder grãos de café de baixa qualidade, bem como a presença de contaminantes como cascas, palitos, milho e chicória. Estes adulterantes constituem fraude econômica para os consumidores, pois têm custos mais baixos do que os grãos de café. O programa de qualidade do café da Associação Brasileira da Indústria do Café (ABIC) classifica os cafés solúveis em quatro categorias: extraforte, tradicional, superior e gourmet, sendo os cafés extraforte e tradicional os mais baratos e mais consumidos pela população (Nóbrega et al., 2023).

Na composição do grão de café, além da cafeína, é possível encontrar minerais como potássio (K), cálcio (Ca), sódio (Na), zinco (Zn), manganês (Mn), magnésio (Mg), ferro (Fe), fósforo (P) entre outros. Os grãos de café contam também com a presença de alguns aminoácidos, como por exemplo; alanina, arginina, asparagina, cisteína, ácido glutâmico, glicina, histidina, isoleucina, lisina, metionina, fenilalanina, prolina, serina. Além disso, lipídeos também estão presentes na bebida como os ácidos graxos livres e triglicerídeos (Sim et al., 2023).

Segundo Camargo e Toledo (1998), o consumo de apenas uma xícara de 60 mL de café expresso, dependendo da marca, pode representar uma ingestão de mais de 70 mg de cafeína. A cafeína é considerada um alcaloide, nomeado como 1,3,7-trimetilxantina e possui em sua molécula xantinas e trimetiladas que se assemelha a teobromina e teofilina presentes no cacau (Figura 1) (Alves et al., 2009).

Figura 1 – Estrutura química da cafeína (a); teobromina (b); e teofilina (c).



Fonte: Adaptado de Alves et al. (2009).

Desde muito tempo, os humanos têm usado plantas e animais contendo alcaloides como estimulantes, narcóticos e medicamentos. Alcaloides contendo plantas e produtos ainda fazem parte da nossa vida diária. São muito comuns na cadeia alimentar, estando presentes em alimentos e bebidas como vegetais (tomate, batata, berinjela), chás, chocolates, café, refrigerantes e também em drogas estimulantes. Os alcaloides atuam diretamente no sistema nervoso central do corpo humano e também afetam o ácido nucléico, o DNA (ácido desoxirribonucleico), o RNA (ácido ribonucleico), a permeabilidade da membrana e as proteínas. Devido a essas propriedades, muitos alcaloides são usados como compostos farmacologicamente ativos em medicamentos. O alcaloide estimula o sistema nervoso central do corpo humano, por isso os alcaloides são usados como estimulantes e drogas psicoativas (Rajput et al., 2022).

A qualidade das bebidas, como o sabor, depende muito dos componentes químicos e de suas interações. Os estados dos componentes químicos e suas interações no café preparado, que contém muitos tipos de ácidos orgânicos intimamente relacionados ao sabor, são significativamente influenciados pela temperatura e pelo pH (Hashimoto et al., 2011). Segundo Widodo et al. (2023), existe uma diferença significativa no pH com base no método de processamento pós-colheita e o processo de torra da amostra. Com um tempo de torra mais longo, o valor do pH aumenta e o aumento do pH altera o grau de ionização de compostos químicos que realçam o sabor da bebida. O processo de torra torna a borra de café mais ácida. Isto se deve à decomposição de ácidos de cadeia longa em ácidos de cadeia curta. O valor do pH dos grãos de café também é afetado pelo local onde as plantas crescem, pela temperatura de torra e pelo tipo de torrador. A concentração de ácido será inversamente proporcional ao valor de pH, um valor de pH alto significa que a concentração de ácido será baixa.

Nesse contexto, esse trabalho propõe a avaliação do pH de amostras de cafés comerciais. Serão avaliados diferentes graus de torrefação: suave, forte e extraforte. Com base nos resultados, será possível verificar se o grau de torrefação apresentou alguma alteração no pH, para além das propriedades organolépticas características de cada formulação.

3 METODOLOGIA

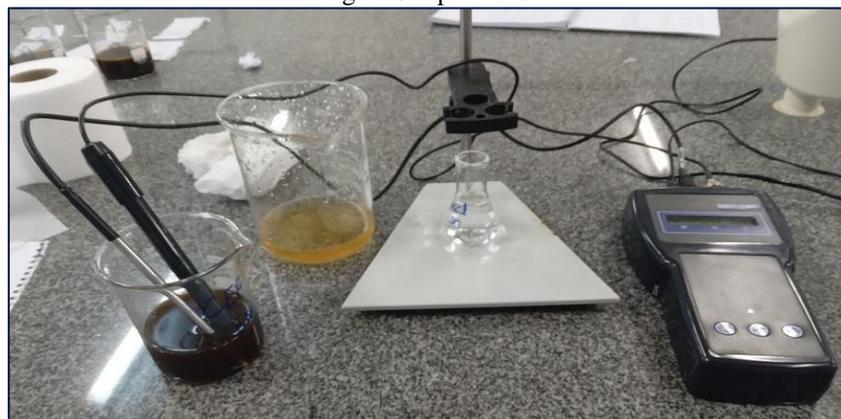
Este trabalho propõe a realização de medidas de pH de uma determinada marca de café, com diferentes níveis de torrefação: suave, forte e extra forte. O objetivo é verificar se há alguma diferença nos valores de pH destas amostras. Para a medição do pH, foram utilizados dois métodos: a análise por fita universal (Figura 2) e a análise com pHmetro de bancada (Figura 3). As análises foram realizadas no laboratório de Química do Instituto Federal Farroupilha – Campus Panambi.

Figura 2 – Tira universal de pH.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 3 – pHmetro.



Fonte: Autoria Própria (2022).

Para realizar as medidas de pH, inicialmente foram preparadas soluções dos três diferentes tipos de café utilizando água como solvente. Em seguida, foi medido o pH dessas soluções com fita medidora de pH e com o pHmetro para observar a diferença do pH entre elas. Para este processo foram utilizados 9 béqueres de 250 mL, cada um deles contendo um tipo de torra de café em dosagens diferentes: a dosagem do rótulo (2g para 100 mL de água), dosagem menos concentrada (1 g para 100 mL de água) e dosagem mais concentrada (4 g para 100 mL de água). A pesagem foi realizada em balança analítica, e o preparo ocorreu com a utilização de água a 60 °C. Após as soluções chegarem à temperatura ambiente, foram realizadas as medições dos seus respectivos pHs.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As Tabelas 1 e 2 apresentam os resultados de pH encontrados com a fita universal de pH e com o pHmetro de bancada, respectivamente. Verificou-se que o pH dos cafés solúveis utilizados neste trabalho é abaixo de 7, o que indica ser uma bebida ácida. Esse resultado está de acordo com o apresentado em Widodo et al. (2023). De maneira geral, observou-se que a medição com fita indicadora de pH apresentou resultados um pouco diferentes daqueles medidos pelo pHmetro de bancada. Isso se deve, entre outros fatores, pela limitação de medida do método de leitura, muito pelo fato de possuir um método discreto de leitura, ou seja, o valor de pH lido varia unitariamente. Foi possível observar que a tendência de o café extraforte ser o mais ácido, em virtude da torrefação, não foi tão evidente, uma vez que os valores ficaram muito próximos uns dos outros. Desse modo, entende-se que estes resultados podem ser um indicativo de que a decomposição de ácidos de cadeia longa em ácidos de cadeia curta foi semelhante em todas as amostras.

Tabela 1 – Valores de pH encontrados com fita universal de pH.

	Dosagem do rótulo	Dosagem concentrada	Dosagem menos concentrada
Café suave	5	4	5
Café forte	5	4	6
Café extraforte	5	5	6

Fonte: Autoria própria (2022).

Tabela 2 – Valores de pH encontrados com pHmetro de bancada.

	Dosagem do rótulo	Dosagem concentrada	Dosagem menos concentrada
Café suave	4,99	4,90	5,05
Café forte	4,93	4,88	5,02
Café extra forte	4,95	4,85	5,05

Fonte: Autoria própria (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho permitiu entender que o café possui inúmeros benefícios, mas em dosagens exageradas pode prejudicar a saúde, trazendo alguns distúrbios. O grão de café não tem apenas cafeína, existem vários minerais, aminoácidos e lipídios. No entanto, a cafeína é a menor parte que compõe o seu grão. A partir dos resultados encontrados, conclui-se que a bebida conhecida como café, consumida amplamente no mundo todo, possui pH ácido e suas soluções são ácidas, sendo que o que tende a diferenciar o pH do café é a forma de torrefação dos seus grãos. No entanto, os resultados apresentados mostraram não haver variação significativa no pH das amostras de café solúvel suave, forte e o extraforte utilizados como referência. Desse modo, é possível inferir que, nas amostras analisadas, não houve variação significativa da decomposição de ácidos de cadeia longa em ácidos de cadeia curta mediante diferentes graus de torrefação.

REFERÊNCIAS

- ALVES R.C. et al. Benefícios do café na saúde: mito ou realidade? *Química Nova*, v. 32(8), p.2169-2180, 2009. DOI 10.1590/S0100-40422009000800031
- CAMARGO M.C.R.; TOLEDO M.C.F. Teor de cafeína em cafés brasileiros. *Food Science and Technology*, v. 18(4), p. 421–424, 1998. DOI 10.1590/S0101-20611998000400012
- HASHIMOTO A.; SUGIMOTO Y.; SUEHARA K.; KAMEOKA T. Influences of pH and temperature on infrared spectroscopic features of brewed coffee. *Procedia Food Science*, v.1, p.1132-1138, 2011. DOI 10.1016/j.profoo.2011.09.169
- HEISHMAN S.J.; HENNINGFIELD J.E.; Stimulus Functions of Caffeine in Humans: Relation to Dependence Potential. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*. v.16, p. 273-287, 1992. DOI 10.1016/s0149-7634(05)80202-7
- PROTANO, C. et al. Consumption patterns of energy drinks in university students: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition*, v.107, n°111904, 2023. DOI 10.1016/j.nut.2022.111904
- MANIPPA, V. et al. Italian breakfast in mind: The effect of caffeine, carbohydrate and protein on physiological state, mood and cognitive performance. *Physiology & Behavior*, v.234, n°113371, 2021. DOI 10.1016/j.physbeh.2021.113371
- NÓBREGA, R.O. et al. Classification of instant coffees based on caffeine content and roasting degree using NIR spectrometry and multivariate analysis. *Microchemical Journal*, v.190, n°108624, 2023. DOI 10.1016/j.microc.2023.108624
- RAJPUT A.; SHARMA R.; BHARTHI R. Pharmacological activities and toxicities of alkaloids on human health. *Materials Today: Proceedings*, v.48(5), p.1407-1415, 2022. DOI 10.24425/jwld.2022.142323
- SIM J. et al. Near-infrared reflectance spectroscopy accurately predicted isotope and elemental compositions for origin traceability of coffee. *Food Chemistry*, v.427, n°136695, 2023. DOI 10.1016/j.foodchem.2023.136695
- WIDODO P.B. et al. Efficacy of natural and full washed post-harvest processing variations on arabica coffee characteristics. *Materials Today: Proceedings*, v.87(2), p.79-85, 2023. DOI 10.1016/j.matpr.2023.02.376

O IMPACTO DA SACAROSE NA NUTRIÇÃO HUMANA E ANÁLISE DE AÇÚCAR EM ALIMENTOS

  10.56238/livrosindi202428-004

ISBN: 978-65-6109-036-0

Cauã Felipe Fenske

Discente do Curso Técnico em Química Integrado – IFFar – Campus Panambi

Enzo Spaniol Vargas

Discente do Curso Técnico em Química Integrado – IFFar – Campus Panambi

Gabrielle Sally Rambo

Discente do Curso Técnico em Química Integrado – IFFar – Campus Panambi

Guilherme Schuster Moi

Discente do Curso Técnico em Química Integrado – IFFar – Campus Panambi

Myllena Zanuzo da Silva

Discente do Curso Técnico em Química Integrado – IFFar – Campus Panambi

Angela Schwarz Seiry Rocha

Docente Graduada em Licenciatura Plena em Educação Física – IFFar – Campus Panambi

Abel Bemvenuti

Docente Mestre em Ciências Biológicas – IFFar – Campus Panambi

RESUMO

Os carboidratos são uma classe de macromoléculas essenciais à vida humana e aos demais tipos de vida. Por ser a maior fonte da energia que sustenta a vida na terra e possuir função estrutural em algumas espécies de plantas, animais e fungos, carboidratos são fundamentais para a manutenção da vida no nosso planeta. Contudo, como tudo em excesso prejudica o organismo, o excesso de carboidratos, especialmente em tipo específico denominado sacarose (açúcar comercial), acarreta severos problemas cardiovasculares, pois ocasiona obesidade e diabetes. Tal exagero no consumo de açúcares atualmente implica disfunções na saúde humana, podendo levar à morte. Nesse contexto, foi utilizado um refratômetro a partir do qual foram medidos os níveis de açúcares totais presentes nos alimentos escolhidos com base no consumo diário da população. Assim, foram obtidos dados que mostram as pessoas a quantidade de açúcar que compõe a dieta de seu cotidiano, indicando melhores escolhas a sua nutrição, bem como a substituição de certos alimentos para outros com melhores nutrientes. Para isso, devem ser considerados os níveis de concentração das substâncias, uma vez que a quantidade da mesma irá variar com sua concentração. Desse modo, propôs-se uma melhor forma de nutrição aos leitores, com base nos impactos da sacarose no corpo humano e na análise do açúcar nos alimentos.

Palavras-chave: Carboidratos, Dieta, Obesidade, Diabetes.

1 INTRODUÇÃO

As moléculas mais importantes para a vida são denominadas macromoléculas. São elas os ácidos nucleicos (DNA e RNA), proteínas (enzimas, anticorpos etc.), lipídios (compositores da membrana plasmática) e os carboidratos (açúcares), as quais desempenham um papel essencial na vida, desempenhando várias funções (Okolie et al., 2019). Os carboidratos possuem basicamente duas funções: energética ou estrutural (Low et al., 2023). Aqueles com função de energia são responsáveis por suprir as necessidades energéticas das células, mantendo o funcionamento do organismo. Os mais conhecidos são os monossacarídeos glicose, frutose e galactose; os dissacarídeos sacarose, lactose e maltose; e os polissacarídeos, como o amido.

A sacarose, comumente conhecida como açúcar comercial, em geral é produzida pela indústria a partir da cana de açúcar ou da beterraba sacarina (Kamzon et al, 2016). É um dissacarídeo composto por uma molécula de glicose e uma de frutose. Originário da Nova Guiné, desde o século XI até o século XVII, o açúcar era um produto caro, desejado, a ponto de ser dado como dote nos matrimônios. Foi também na Ilha da Madeira que os portugueses desenvolveram a cultura dos doces, as técnicas açucareiras e o comércio das frutas cristalizadas. A partir daí, o açúcar chegou ao Brasil, em 1526, em Pernambuco, onde o clima e o solo massapê são muito favoráveis ao cultivo da cana de açúcar que floresce rapidamente e, apesar da invasão holandesa de 1654, o açúcar dominou o cenário econômico por quatro séculos (Caparica, 2010).

O açúcar passou a ser usado em grande escala pela indústria alimentícia ao passar dos anos, devido a seu doce sabor e especialmente às suas propriedades que causam a estímulo do sistema nervoso central, já que, quando ingerido, o cérebro libera opioides e dopamina, substâncias químicas que passam a sensação de intenso prazer (Dos Santos, 2012). Os carboidratos como o açúcar, ao final de sua digestão, são transformados em glicose, a fonte energética primária do cérebro e do sistema nervoso. Essa molécula de glicose é importante para o desenvolvimento e manutenção funcional do sistema nervoso central, sendo que, em condições normais, é a fonte única e exclusiva fornecedora de energia para o cérebro (Ramos, 2021).

O consumo excessivo de açúcares processados e seu frequente uso na indústria alimentícia acarreta aumento significativo do índice glicêmico dos indivíduos, o que promove doenças com influência de processos inflamatórios crônicos. A utilização de alimentos com excesso de açúcares acarreta diversos problemas cardiovasculares, provenientes da obesidade e diabetes (Arnone et al., 2022). Nesse contexto, este trabalho tem como objetivos a análise dos níveis de açúcar nos alimentos por meio de métodos laboratoriais, bem como a apresentação dos usos na indústria e alimentação, além dos impactos e riscos que o açúcar (sacarose) traz à nutrição humana.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 CONHECENDO OS CARBOIDRATOS

Perdendo apenas para a água, os carboidratos representam de 50% a 55% da ingestão total de nutrientes em uma dieta balanceada nos seres humanos (Arnone et al., 2022). Carboidratos, também conhecidos como açúcares, são macromoléculas orgânicas cuja fórmula empírica é $(CH_2O)_n$. Feitas à base de carbono, hidrogênio e oxigênio em uma proporção de aproximadamente um átomo de carbono para uma molécula de água, esses hidratos de carbono são indispensáveis para a manutenção da vida, por servirem como reserva energética ou sustentação, em casos específicos. Essa composição dá aos carboidratos o seu nome: são feitos de carbono (carbo-) e água (-hydrate). São poliídroldeídos ou poliídrolxetonas que se diferenciam de acordo com sua fórmula química, configuração e conformação química. A classificação destes compostos pode ser dada pelo número de carbonos: triose tem três carbonos; tetrose quatro; pentose cinco; hexose seis átomos; e assim por diante (Shiga, 2003).

Niaz et al. (2020) reforçam que os carboidratos são o grupo mais abundante de compostos aldeídos orgânicos presentes nos organismos vivos e são produzidos pela reação do dióxido de carbono e da água na reação da fotossíntese. Todos os carboidratos compartilham a estrutura comum composta de aldeídos ou cetonas ligadas a um número variável de grupos hidroxila. De acordo com o tamanho, são classificados em três grupos principais: monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. Os monossacarídeos, o tipo mais simples de carboidratos, são frequentemente chamados de açúcares simples (sacarose), contendo de três a sete átomos de carbono. Como possuem múltiplos centros assimétricos, muitos tipos de isoformas são possíveis, incluindo enantiômeros, diastereoisômeros e epímeros. A glicose ($C_6H_{12}O_6$) é um dos monossacarídeos mais importantes, que é sintetizado durante a fotossíntese e serve como “combustível” e fonte de energia, armazenado como um polímero de glicogênio em animais e como amido em plantas. Galactose (açúcar do leite) e frutose (açúcar da fruta) são outros dois açúcares monossacarídeos que compartilham a mesma fórmula molecular com a glicose, mas, devido aos diferentes arranjos dos átomos, diferem química e estruturalmente, sendo conhecidos como isômeros. A ligação covalente entre 2 e 20 unidades de monossacarídeos resulta na formação de polímeros maiores chamados oligossacarídeos, entre os quais os mais conhecidos são os dissacarídeos. Eles são formados pela reação de desidratação entre dois monossacarídeos. Isso ocorre por reação de condensação com liberação de uma molécula de água, resultando na formação de ligação covalente entre o carboidrato e outra molécula, conhecida como ligação glicosídica. Os dissacarídeos mais comuns são sacarose, lactose e maltose. A lactose (açúcar do leite) é composta por uma molécula de galactose e uma molécula de glicose unidas por uma ligação β -1,4-glicosídica e é um isômero da sacarose. A maltose (açúcar de malte) surge da

reação de duas moléculas de glicose por uma ligação α -1,4-glicosídica. A sacarose (açúcar alimentício), o dissacarídeo mais comum, é formada pela ligação glicosídica entre a molécula de α -glicose e β -frutose.

Ainda segundo Niaz et al. (2020), a última grande classe de carboidratos são os polissacarídeos, comumente conhecidos como glicanos. São carboidratos complexos compostos por grande número de monossacarídeos ligados entre si covalentemente por ligações glicosídicas, que podem estar ligados linearmente em uma cadeia ou ramificar-se lateralmente formando polímeros complexos. Portanto, geralmente podem ser apresentados pela fórmula $C_x(H_2O)_y$, sendo x um número grande entre 200 e 2500. De acordo com o tipo de monossacarídeo construtor, podem ser classificados em homopolissacarídeos, constituídos por apenas um tipo de monossacarídeo repetitivo, e heteropolissacarídeos, contendo pelo menos dois tipos diferentes de blocos de monossacarídeos. Tanto os homo quanto os heteropolissacarídeos podem ser lineares ou ramificados em formações complexas. A celulose (β -D-glucopiranosose), um dos polissacarídeos mais importantes, é um polímero linear de glicose condensada por meio de ligações β -1,4-glicosídicas. Pelo contrário, o amido é um polímero de glicose altamente ramificado composto por duas classes de moléculas: (1) amilose ou α -D-glucopiranosose, um polímero linear que consiste em unidades de glicose ligadas por α -1,4-glicosídica e (2) amilopectina, polímero de glicose ramificado. O terceiro principal polímero de glicose é o glicogênio, que difere da amilopectina apenas por ser mais ramificado, com pontos de ramificação ocorrendo a cada 8-12 resíduos de glicose.

Os seres humanos, constantemente consomem o amido presente em tubérculos e raízes, e digerem essa enorme cadeia de glicose, quebrando cada uma de suas ligações. Devido a essa digestão e absorção lenta, os polissacarídeos promovem sensação de saciedade a longo prazo. Assim, o organismo utiliza de parte dessa glicose para o processo de respiração celular e obtenção de ATP, parte é guardada para ser utilizada futuramente, em células adiposas, e parte é armazenada para o gasto imediato em forma de glicogênio, outro polissacarídeo estrutural, nas células do fígado ou musculares.

2.2 DIGESTÃO HUMANA

A digestão dos carboidratos inicia-se a partir da mastigação, onde há uma quebra nas moléculas devido a mecânica e ação enzimática pela amilase salivar, a enzima responsável por iniciar a digestão de amidos na boca. Já no intestino delgado – lugar onde ocorre a maior digestão dos carboidratos – a digestão se processa através da amilase pancreática, a enzima produzida pelo pâncreas e pelas glândulas salivares, assim, auxiliando na digestão. Esse processo resulta em produtos como a maltose, a maltotriose e a glicose. Dissacarídeos sob a ação de lactose, sacarose e maltose,

são decompostos – hidrolisados – em monossacarídeos como frutose, galactose e glicose. Esses monossacarídeos são absorvidos por transportadores específicos para dentro das células intestinais, onde atingem a corrente sanguínea e são transportados para o fígado. No fígado, os carboidratos são transformados, como por exemplo a frutose e a galactose, que são transformadas em glicose. Seu excesso também é armazenado no fígado, na forma de glicogênio, e nos tecidos do corpo, em forma de gordura. À medida que o corpo necessita de glicose, o fígado libera o glicogênio na forma de glicose na corrente sanguínea (Cardoso, 2006).

Existem diversas contribuições de estudos indicando a relação entre o consumo de açúcar e doenças como: diabetes tipo 2, hipertensão, doença coronária e AVC (acidente vascular cerebral). Como reportado em Malik et al. (2010), pessoas que ingeriram de uma a duas porções por dia de bebidas adoçadas, tiveram um risco de 26% maior de desenvolverem diabetes Tipo 2, em comparação às pessoas que consumiram no máximo uma porção por dia. Bebidas adoçadas também aumentam a pressão sanguínea, maior risco para doença coronária e maior propensão a AVC. Existem alguns indícios que geralmente antecedem esses problemas mais graves, são eles: complicações nos vasos sanguíneos da retina; dificuldade do corpo em processos de cicatrização; e diminuição nas capacidades cognitivas e do funcionamento dos rins.

2.3 HISTÓRICO DO CONSUMO DE CARBOIDRATOS

O primeiro contato que a raça humana teve com os carboidratos foi nos seus primórdios, quando se alimentava de trigo, uma importante fonte de carboidrato com alto índice glicêmico, e de cevada, que a cada 100g tem até 75g de carboidratos (Novack, 2010). Os carboidratos têm sido tradicionalmente a maior fonte de energia para grande parte da população mundial devido à sua abundância agrícola e acessibilidade econômica e, até hoje, ainda representam mais de três quartos da produção agrícola global (Schulz e Slavin, 2021).

Desde a sua descoberta, o açúcar vem sendo utilizado cada vez mais, especialmente no último século, em formulações alimentícias diversas. Segundo Da Silva Júnior et al. (2023), em relação ao açúcar, o termo “açúcares de adição” refere-se à classe de carboidratos simples que é extraída de alimentos - como cana-de-açúcar, milho etc. – e posteriormente utilizada em preparações e alimentos processados, sendo composto majoritariamente por monossacarídeos – como glicose, frutose e galactose, e dissacarídeos – como sacarose e lactose. Segundo a Organização Mundial da Saúde, o consumo deve ser inferior a 5% da ingestão calórica diária. Desse modo, é importante saber o conteúdo de açúcares em alimentos, e deve-se evitar o consumo de alimentos ultraprocessados e bebidas adoçadas, como refrigerantes, sucos industrializados entre outros, pois apresentam grandes quantidades de açúcares de adição.

2.4 PRODUÇÃO DE AÇÚCAR

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e, na safra 2020/21, foi responsável pela produção de 654,5 milhões de toneladas de cana-de-açúcar, sendo destinados à produção de 41,2 milhões de toneladas de açúcar e 29,7 bilhões de litros de etanol. O Estado de São Paulo, que lidera a produção no país, respondeu por 54,1% da quantidade produzida na safra 2020/21, e foi responsável pela produção de 63,2% do açúcar (26,0 milhões de toneladas). A safra 2020/21 foi encerrada com um total de 179,9 milhões de toneladas de açúcar produzidas mundialmente, sendo a produção brasileira responsável por 22% desse total. Além disso, o país exportou 30,7 milhões de toneladas de açúcar, 1,1 vezes a mais do que o exportado em 2019. 65% das exportações foram feitas para a China, Argélia, Bangladesh, Índia, Indonésia, Nigéria, Marrocos, Malásia, Arábia Saudita e Iraque (Nachiluk, 2021).

3 METODOLOGIA

Com base em pesquisas bibliográficas por meio de artigos acadêmicos, livros técnicos e entrevistas com especialistas, a proposta deste trabalho foi a análise quantitativa de açúcar (sacarose) em alimentos consumidos diariamente com a utilização de um refratômetro. A técnica de refratometria é a mais difundida e aplicada no controle industrial na determinação quantitativa e qualitativa de açúcares. Consiste em um método indireto, físico, não seletivo que determina a concentração de sólidos solúveis totais e por isso não faz nenhuma distinção entre os tipos de açúcares presentes e suas concentrações (Dornermann, 2016). O equipamento usado para as análises foi um refratômetro grau Brix de 0° a 30°, embora existam equipamentos que operam em outras faixas. Além disso, foram realizadas análises de pH das amostras com o uso do pHmetro. Os procedimentos foram realizados no laboratório de Química do Instituto Federal Farroupilha – Campus Panambi.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A técnica de refratometria baseia-se em um sistema de gradação de aparelhos especialmente para ser utilizado na indústria açucareira, mais precisamente na análise de açúcares em geral que estejam em solução. O resultado é obtido em graus Brix. A Escala Brix calibra o número de gramas de açúcar puro (sacarose) contido em 100 mL da substância analisada. Um refratômetro usa o índice de refração da luz para converter a medida bruta da escala Brix em uma porcentagem em peso de conteúdo de sacarose, e isso é exibido como porcentagem Brix. A Tabela 1 apresenta os dados de graus Brix obtidos e pH para diferentes amostras analisadas.

Com base nos dados apresentados, foi possível identificar a quantidade de sólidos associadas à quantidade de açúcar e o potencial hidrogeniônico que possuem determinadas frutas naturais em comparação a sua forma industrializada. É preciso frisar que a concentração dos sucos naturais é muito maior que a dos sucos industrializados, concordando com a ideia de que a fruta é mais saudável que o industrializado.

Tabela 1 – Valores de sólidos solúveis (°Brix) e de pH das amostras analisadas.

Substâncias Analisadas	Graus Brix	pH
Suco de abacaxi caixa	11,50%	3,48
Refresco de abacaxi em pó	2,50%	3,22
Abacaxi fruta	13,00%	3,37
Suco de morango caixa	9,60%	2,94
Refresco de morango em pó	2,00%	2,84
Morango fruta	6,00%	3,28
Suco de limão fruta	7,50%	2,27
Refresco de limão em pó	2,50%	2,83
Refrigerante de limão	10,00%	3,12
Refrigerante guaraná	10,00%	3,3

Fonte: Autoria própria (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho indicou que os carboidratos são de grande importância para a indústria e economia, sendo usado também como fonte de energia e estrutura em seres vivos. Nos humanos, o açúcar possui função energética, já que os carboidratos estruturais de nada contribuem para a nossa fisiologia. Também foi possível concluir que o consumo inadequado de açúcares simples, como a sacarose, aumenta o risco para diversas complicações no corpo humano como diabetes Tipo 2, problemas na retina, diminuição do funcionamento dos rins, diminuição na capacidade cognitiva, e problemas na cicatrização.

Foram determinadas as quantidades de açúcar presentes em alguns alimentos comuns do dia-a-dia de grande parte da população, onde foram indicados alimentos para melhor consumo, considerando concentrações e demais nutrientes necessários ao corpo humano. Dessa forma, a proposta do trabalho foi atendida, uma vez que trouxe informações de seu uso e os riscos, conscientizando os leitores sobre algo tão importante.

REFERÊNCIAS

- ARNONE, D. et al. Sugars and Gastrointestinal Health. *Clinical Gastroenterology and Hepatology* v. 20, p.1912–1924, 2022. DOI 10.1016/j.cgh.2021.12.011
- CAPARICA, C. No tempo em que o açúcar não era vilão. *Ciência e Cultura*, v.62(4), p.62-63, 2010. Disponível em: http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252010000400021. Acesso em: 24 abr. 2024.
- CARDOSO, M.A. *Nutrição Humana*. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2006. 376 p.
- DA SILVA JÚNIOR J.N.B. et al. Fatores associados ao consumo de açúcares de adição de idosos da região de Campinas-SP, Brasil. *Ciência e Saúde Coletiva*, v. 28(4), p. 1219-1228, 2023. DOI 10.1590/1413-81232023284.13112022
- DORNEMANN, Guilherme Moraes. Comparação de métodos para determinação de açúcares redutores e não-redutores. 2016. 47 p. Trabalho de Diplomação de Curso (Graduação em Engenharia Química). Escola de Engenharia – Departamento de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS, 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/143940>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- DOS SANTOS, Iracema Ayalla. Efeitos comportamentais da ingestão crônica de tipos diferentes de açúcares. 2012. 117 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Fisiológicas) – Programa Multicêntrico de Pós-Graduação em Ciências Fisiológicas. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis-SC, 2012. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/pdf/30381315.pdf>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- KAMZON, M.A.; ABDERAFFI, S.; BOUNAHMIDI, T. Promising bioethanol processes for developing a biorefinery in the Moroccan sugar industry. *International Journal of Hydrogen Energy*, v.41(45), p.20880-20896, 2016. DOI 10.1016/j.ijhydene.2016.07.035
- LOW, K.E. et al. Carbohydrate flow through agricultural ecosystems: Implications for synthesis and microbial conversion of carbohydrates. *Biotechnology Advances*, n° 108245, 2023. DOI 10.1016/j.biotechadv.2023.108245
- MALIK, V.S. et al. Sugar-Sweetened Beverages and Risk of Metabolic Syndrome and Type 2 Diabetes: A meta-analysis. *Diabetes Care*, v. 33(11), p. 2477–2483, 2010. DOI 10.2337/dc10-1079
- NIAZ, K.; KHAN, F.; SHAH, M.A. Analysis of carbohydrates (monosaccharides, polysaccharides). *In: Silva, A. S. et al. Recent Advances in Natural Products Analysis*. Elsevier. 2020, cap 18, p. 621-633. DOI 10.1016/B978-0-12-816455-6.00018-4
- NACHILUK, K. Alta na Produção e Exportações de Açúcar Marcam a Safra 2020/21 de Cana. *Análises e Indicadores do Agronegócio*, São Paulo, v. 16(6), p. 1-5, 2021. Disponível em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/TerTexto.php?codTexto=15925>. Acesso em: 23 abr. 2024.

NOVACK, Mariana Moura Ercolani. Avaliação nutricional de grãos de cevada submetidos a diferentes processamentos. 2010. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/5686>. Acesso em 23 abr. 2024.

OKOLIE, C.L. et al. Influence of conventional and recent extraction technologies on physicochemical properties of bioactive macromolecules from natural sources: A review. *Food Research International*, v.116, p.827-839, 2019. DOI 10.1186/s40643-022-00498-3

SCHULZ R.; SLAVIN J. Perspective: Defining Carbohydrate Quality for Human Health and Environmental Sustainability. *Advances in Nutrition*. v.12(4), p. 1108-1121, 2021. DOI 10.1093/advances/nmab050

SHAGA, Tânia Misuzu. Participação dos polissacarídeos de parede celular no fenômeno de endurecimento de feijões (*Phaseolus vulgaris* L.) - cv Carioca-Pérola. 2003. 158 p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) – Programa de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos – Área de Bromatologia. Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2003. DOI 10.11606/T.9.2003.tde-15052009-170439. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9131/tde-15052009-170439/pt-br.php>. Acesso em: 23 abr. 2024.

ANÁLISE LABORATORIAL E SENSORIAL DE DOCE DE LEITE COM E SEM LACTOSE

  10.56238/livrosindi202428-005

ISBN: 978-65-6109-036-0

Caroline Graeff

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Cíntya Clemente

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Emily Vitória Malheiros de Oliveira

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Gilsiane Ramos Baptista

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Rayssa Moraes Hauenstein

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Alessandro Callai Bazzan

Docente Mestre em Educação nas Ciências - IFFar - Campus Panambi

Larissa de Lima Alves

Docente Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

O presente trabalho tem como tema a intolerância à lactose, que atualmente está presente em uma representativa parcela da população mundial. Corresponde a uma condição caracterizada pela incapacidade do organismo em digerir a lactose, sendo uma deficiência em produzir a enzima lactase, que quebra o dissacarídeo lactose em carboidratos menores, para facilitar a sua absorção. Os objetivos foram, fazer uma análise laboratorial de quantificação do teor de lactose em amostras de doce de leite com e sem lactose e uma degustação sensorial com alunos da Turma 12 do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do IFFar - *Campus* Panambi, estudando a estrutura química de carboidratos e aprofundando conhecimento sobre química de alimentos e sua relação com o curso. A determinação do teor de lactose, baseou-se na quantificação de açúcares redutores pelo método titulométrico de Lane-Eynon. Observou-se que o teor de glicídios redutores foi maior em amostras de doce de leite sem lactose do que em amostras com lactose. Na avaliação sensorial avaliaram-se as semelhanças e diferenças identificadas entre o mesmo alimento com e sem lactose. As respostas foram coletadas por meio de um questionário, para que os consumidores pudessem expressar sua opinião sobre o produto. A maior parte dos respondentes observou diferença na cor e no sabor das duas amostras e obtiveram preferência pelo doce de leite sem lactose.

Palavras-chave: Intolerância à lactose, Lane-Eynon, Glicídios Redutores.

1 INTRODUÇÃO

A lactose é o açúcar predominante no leite, conferindo-lhe sabor adocicado. É menos solúvel do que a sacarose e pode cristalizar quando submetida ao aquecimento, resultando em uma textura granular ou arenosa para o produto. Essa molécula é transformada em energia pelo nosso organismo para abastecer nossas células. Mas, para que isso aconteça, a lactose precisa ser quebrada em duas partes menores em nosso intestino, que facilitam a sua absorção. Assim, a lactose é transformada em galactose e glicose, e a responsável por essa “quebra” é a enzima lactase. A presença da lactose no leite é importante porque ela serve de fonte de energia para microrganismos que produzem ácido láctico, acidificando o meio e coagulando a caseína, favorecendo assim a produção de iogurte, queijo, requeijão, leite acidófilo, entre outros. Sua caramelização pode ser potencializada pela presença da sacarose, auxiliando no desenvolvimento de texturas e sabores únicos, além de escurecer (Moreira, 2016).

A utilização do leite bovino como parte constituinte da alimentação após o período de amamentação data de aproximadamente 6000 anos. A lactose foi descoberta em 1633 por Bartoletus, em Bolonha, mas sua síntese química somente foi obtida em 1927, por Haworth nos Estados Unidos. Mendel, em 1909, demonstrou que a lactase encontra-se presente, e em grande quantidade, no intestino de praticamente todos os mamíferos durante o período de amamentação e está ausente ou em menor quantidade nos adultos. A lactose é um dissacarídeo e surgiu na natureza apenas como um produto específico da glândula mamária e, portanto, do ponto de vista evolutivo, tem aproximadamente 100 milhões de anos (Kretchmer, 1971).

A constatação de que a lactose, assim como outros carboidratos, poderia estar associada à patogênese da diarreia foi observada no início do século XX (Kretchmer, 1971). Desde então, muita coisa evoluiu. Hoje, sabe-se que a intolerância à lactose é uma incapacidade para digerir a lactose completamente. Sendo um dissacarídeo, sua absorção requer a hidrólise da célula intestinal, previamente no intestino delgado por uma beta-galactose de borda em escova de célula intestinal, chamada lactase. A deficiência da lactase leva a má ou a não absorção da lactose, tendo como consequência a intolerância. Os sintomas de intolerância à lactose são: cólicas, flatulência, dor abdominal e diarreia osmótica (Téo, 2002).

Nesse contexto, este trabalho propõe o estudo de um produto derivado do leite. O alimento utilizado para análise foi o doce de leite, muito consumido no Brasil, que é produzido a partir do leite. Um dos benefícios desse produto, é que ele apresenta menos calorias se comparado a outros doces. O doce de leite contém cerca de 315 calorias a cada 100 gramas, diferente de outros doces que possuem uma quantidade maior. Além de ser um carboidrato de rápida absorção, é ótimo para quem treina musculação ou faz algum tipo de exercício físico constante, gerando energia de forma rápida e

eficaz. Uma forma de analisar o teor de lactose em doce de leite é a quantificação de açúcares redutores pelo método de Lane-Eynon, que se baseia na redução de volume conhecido do reagente de cobre alcalino (Fehling) à óxido cuproso.

O objetivo deste trabalho, portanto, é determinar a diferença no teor de açúcares em doce de leite com e sem lactose, aprofundando conhecimento em Química de Alimentos e sua relação com o dia a dia. A pesquisa busca ampliar a compreensão do público sobre o assunto lactose e sua intolerância, e também as diferenças identificadas entre um mesmo alimento específico (doce de leite) com e sem lactose.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A alta atividade da lactase durante a amamentação e posterior declínio em crianças e adultos é realizada desde muito tempo, porém, com a domesticação do gado, as pessoas começaram a utilizar o leite animal para substituir o leite materno para as crianças, e depois, para os adultos. Com isso, ocorreram desvios genéticos possibilitando maior atividade da lactase. Portanto, a tolerância à lactose se desenvolveu como uma mutação genética. O estudo sobre a intolerância à lactose em âmbito mundial começou a ter ênfase no final do século XIX, quando se identificou que ela era hidrolisada no intestino delgado. Dahlqvist, em 1964, desenvolveu o método da glicose oxidase com amostras de tecido, incluindo biópsia intestinal em combinação com níveis de glicose no sangue após a ingestão de doses-padrão de lactose (Da Cunha et al., 2008).

A lactose, o principal carboidrato do leite, pode ser hidrolisada por uma enzima intestinal chamada lactase. A lactase exerce papel fundamental na digestão da lactose em neonatais, pois transforma a lactose, um dissacarídeo, em monossacarídeos: glicose e galactose. No leite cru, a lactose é responsável por 40 % dos sólidos totais, 50 % no leite desnatado e de 70 a 80% no soro. Pessoas com intolerância à lactose não conseguem digerir lactose, por conta da quantidade inadequada da enzima lactase (Da Cunha et al., 2008). Como consequência, essa substância acessa o intestino delgado, onde se acumula e é fermentada por bactérias que fabricam ácido lático e gases, que promovem maior retenção de água e o aparecimento de diarreias e cólicas.

É importante estabelecer a diferença entre alergia ao leite e intolerância à lactose. A alergia é uma reação imunológica adversa às proteínas do leite, que se manifesta após a ingestão de uma porção, por menor que seja, de leite ou derivados. A mais comum é a alergia ao leite de vaca, que pode provocar alterações no intestino, na pele e no sistema respiratório (tosse e bronquite, por exemplo). A intolerância à lactose é um distúrbio digestivo associado à baixa ou nenhuma produção da enzima lactase pelo intestino delgado (Varella, 2005).

A intolerância à lactose pode ser classificada como deficiência de lactase primária, secundária ou congênita. A deficiência primária ocorre quando o organismo reduz, fisiologicamente, a produção de lactase. A condição pode se manifestar na infância, adolescência ou idade adulta, sendo a causa mais comum de intolerância à lactose. A deficiência secundária ocorre como consequência de alguma alteração patológica no intestino delgado, que pode se manifestar em qualquer idade. A produção de lactase é afetada por doenças intestinais, como diarreias, síndrome do intestino irritável, doença de Crohn, doença celíaca ou alergia à proteína do leite. Nestes casos, a intolerância à lactose pode ser temporária e desaparecer com o controle da doença de base, que originou a redução da enzima lactase. E a deficiência congênita, que é uma condição grave, rara e irreversível, que se manifesta nos recém-nascidos (Bauermann e Santos, 2013).

Os sintomas característicos de intolerância à lactose são distensão abdominal, cólicas, diarreia, flatulência (excesso de gases), náuseas, ardor anal e assaduras, estes dois últimos provocados pela presença de fezes mais ácidas. Crianças pequenas e bebês portadores do distúrbio, em geral, perdem peso e crescem mais lentamente. As manifestações clínicas estão diretamente relacionadas com a quantidade de lactose ingerida e com o grau de deficiência na produção da enzima lactase (enzima β -galactosidase) (Yamamoto e Campos Júnior, 2006).

O teste de hidrogênio expirado, é um dos testes mais utilizados para diagnóstico de má absorção de lactose. Este dissacarídeo não é absorvido pela flora intestinal e assim fermenta-se, produzindo hidrogênio. Parte desse gás é eliminado pelos pulmões e pode ser detectado no ar expirado. O aumento da produção de gás hidrogênio após a ingestão de lactose, é indicativo de deficiência do organismo em absorver este dissacarídeo. O teste de curva glicêmica consiste em verificar a concentração de glicose no sangue de pacientes em jejum de 8 a 10 horas, após a ingestão de uma dose de lactose. Em portadores de intolerância à lactose, os níveis de glicose permanecem inalterados. E o teste de acidez fecal, que leva em consideração a análise do nível de acidez no exame de fezes (Da Cunha et al., 2008).

Segundo Bauermann e Santos (2013), o tratamento de intolerância à lactose depende da origem da má absorção deste carboidrato: na deficiência congênita, o tratamento consiste em remover totalmente a lactose da dieta; na deficiência secundária, o tratamento deve ser direcionado para a doença de base; por fim, na deficiência primária, inicialmente é preciso identificar a quantidade de lactose tolerada (aquela em que o indivíduo não apresenta sintomas, ou estes não são significativos) e quais produtos lácteos podem ser tolerados (leites, queijos e iogurtes). Com base nestas informações há a prescrição da dieta e do tratamento. A orientação básica consiste na prescrição de alimentos lácteos de acordo com a tolerância do paciente, e reposição adequada de nutrientes que possam ter

sido excluídos ou reduzidos, como por exemplo o cálcio. A não ingestão da quantidade recomendada (1,2 grama/dia) pode promover a osteoporose, insuficiência cardíaca, depressão e demência.

Considerando que a deficiência primária de lactase é bastante comum na população, é esperado que uma importante parcela destes indivíduos desenvolva intolerância à lactose. Sendo o manejo clínico desta situação eminentemente nutricional, o nutricionista passa a ser um profissional fundamental. Leites alternativos feitos com plantas como soja ou amêndoas estão sendo cada vez mais consumidos. Estas alternativas são muitas vezes adotadas por adeptos do veganismo, que exclui da alimentação qualquer produto de origem animal, e podem ser essenciais para pessoas alérgicas ou intolerantes à lactose.

No Brasil, enquanto bebidas à base de soja sofrem queda, o leite sem lactose, com vendas que superam os US\$ 300 milhões e US\$ 2 per capita anuais, mantém alta taxa de crescimento, com alta anual estimada entre 5,5% e 15% para os próximos cinco anos. Produtos zero lactose cresceram 7,9% em volume e 12,6% em valor só no ano de 2018. Na América Latina, entre 2012 e 2017, os alimentos industrializados “livres de” cresceram 8% ao ano (Henrique, 2020). Essa tendência tende a se manter, o que revela um grande mercado a ser explorado.

3 METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado com base em pesquisas bibliográficas, com base em artigos científicos e vídeos sobre a prática desenvolvida em laboratório. Um questionário *online*, efetuado por meio da plataforma *Google Forms*, foi aplicado com alunos da Turma 12 do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do IFFar - *Campus* Panambi, após uma degustação sensorial de amostras de doce de leite com e sem lactose. Esta análise teve por finalidade de analisar a percepção dos consumidores em relação ao mesmo alimento com e sem lactose. O questionário foi direcionado em forma de sete perguntas e os resultados coletados serviram como base para representações gráficas. Também buscou-se quantificar a percentagem de glicídios redutores em amostras de doce de leite com e sem lactose, utilizando o Método Titulométrico de Lane-Eynon, também conhecido como Método de Fehling, que consiste na redução do Cu^{2+} à Cu^{1+} em meio básico, utilizando o ânion tartarato para evitar a precipitação do íon Cobre em meio alcalino.

A análise foi realizada conforme Gomes e Oliveira (2012). Para o procedimento experimental, pesou-se em balança analítica 5g de amostra em béquer e dissolveu-se em 50 mL de água destilada. Adicionaram-se às amostras 5 mL de solução de ferrocianeto de potássio trihidratado ($\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6] \cdot 3\text{H}_2\text{O}$) a 15% e 5 mL de solução de sulfato de zinco heptahidratado ($\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$). Passou-se para balão de 250 mL e agitou-se, em seguida completou-se o volume com água. Deixou-se sedimentar e filtrou-se em papel de filtro, posteriormente recebeu-se o filtrado em Erlenmeyer.

Transferiu-se o filtrado obtido para uma bureta de 50 mL. Pipetou-se volumetricamente para um Erlenmeyer 5 mL de solução de Fehling A e 5 mL de solução de Fehling B. Adicionou-se 40 mL de água, aqueceu-se até a ebulição e gotejou-se a solução da amostra, sem agitação. Manteve-se a ebulição e adicionou-se 1 gota de solução de azul de metileno a 1% e continuou-se até descoloração do indicador.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

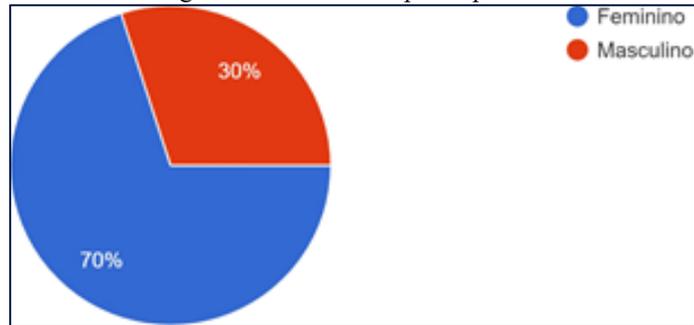
Com a prática experimental desenvolvida em laboratório, verificou-se que o teor de glicídios redutores foi maior em amostras de doce de leite sem lactose, do que em amostras com lactose. Isso se deve ao fato de que alimentos sem lactose possuem a adição da enzima lactase, a responsável pela quebra do dissacarídeo lactose em galactose e glicose, para facilitar a sua absorção. Desta forma, a percentagem de Glicídios Redutores ($GR(\%)$) é maior em alimentos sem lactose, do que em alimentos com lactose. O cálculo da quantidade percentual de glicídios redutores em glicose foi feito com base na Equação 1, onde T é o título da solução de Fehling, V é o volume de amostra gasto na titulação, em mL e m é a massa da amostra, em gramas.

$$GR(\%) = \frac{100 \times 250 \times \left(\frac{T}{2}\right)}{V \times m} \quad (1)$$

A média da percentagem de açúcares em amostras com lactose foi $GR(\%) = 9,28\%$, enquanto em amostras sem lactose foi $GR(\%) = 15,94\%$. O desvio padrão (σ) em triplicata com lactose foi de $\sigma = 1,24\%$ e em triplicata sem lactose $\sigma = 1,67\%$. Observa-se que os dados em amostras sem lactose foram ligeiramente mais dispersos do que em amostras com lactose.

O questionário aplicado com alunos da Turma 12 do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do IFFar - *Campus* Panambi obteve 20 respostas. A análise foi realizada com o objetivo de verificar as semelhanças e diferenças identificadas entre o mesmo alimento com e sem lactose. A maioria dos participantes era composto pelo público feminino, representando 70% dos resultados coletados, como mostra a Figura 1.

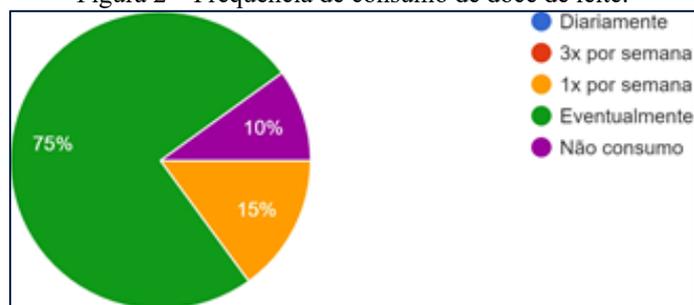
Figura 1 – Gênero dos participantes.



Fonte: Autoria própria (2022).

A faixa etária dos respondentes do questionário era de 15 a 17 anos. Sobre o consumo de doce de leite, 85% dos respondentes afirmaram fazê-lo. A Figura 2 apresenta a periodicidade do consumo de doce de leite. Constatou-se que 75% consomem este alimento eventualmente, sendo a resposta com maior incidência para este questionamento. Além disso, 15% responderam consumir uma vez por semana e 10% não costumam ingerir esse alimento.

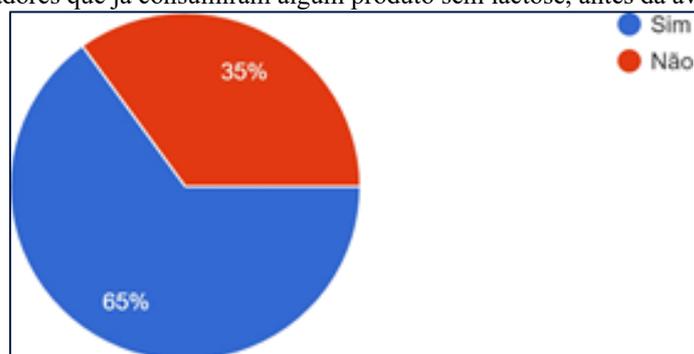
Figura 2 – Frequência de consumo de doce de leite.



Fonte: Autoria própria (2022).

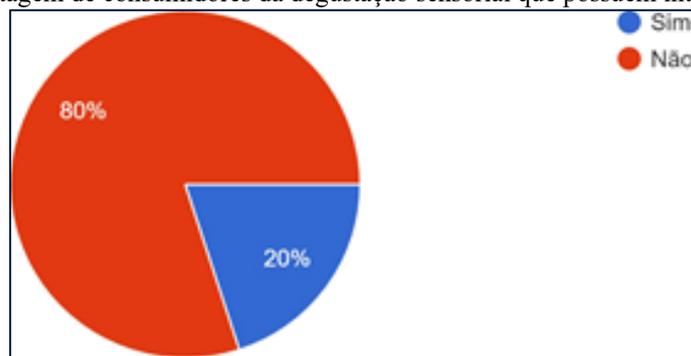
A Figura 3 indica que 65% dos respondentes já haviam consumido algum produto sem lactose, antes da realização da degustação sensorial. A Figura 4 mostra que 20% dos respondentes possuem intolerância à lactose.

Figura 3 – Parcela de provadores que já consumiram algum produto sem lactose, antes da avaliação perceptiva.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 4 – Percentagem de consumidores da degustação sensorial que possuem intolerância à lactose.



Fonte: Autoria própria (2022).

De maneira complementar, 15 (75%) respondentes concluíram que existem diferenças entre as amostras de doce de leite com e sem lactose e apenas 5 (25%) não identificaram nenhuma desigualdade entre o mesmo alimento com e sem lactose. As principais diferenças verificadas entre as duas amostras foram a cor mais escura do doce de leite sem lactose e o sabor mais doce do mesmo. Apenas 6 (30%) respondentes manifestaram sua preferência em relação ao doce de leite com e sem lactose, adquirindo favoritismo pelo doce de leite sem lactose.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A lactose é o principal carboidrato encontrado no leite. É constituída por dois monossacarídeos, glicose e galactose, caracterizando um dissacarídeo. A intolerância à lactose consiste na má digestão e absorção de lactose proveniente da redução da atividade da enzima β -galactosidase, nomeada também como lactase, que possui a capacidade de hidrolisar a lactose em glicose e galactose. Os objetivos deste trabalho, foram fazer uma análise laboratorial de quantificação do teor de lactose em doce de leite com e sem lactose, e uma degustação sensorial com uma parcela de alunos do Curso Técnico em Química Integrado ao Ensino Médio do IFFar - *Campus* Panambi, com este mesmo alimento. Como consequência da análise realizada em laboratório, constatou-se que o teor de glicídios redutores foi maior em amostras de doce de leite sem lactose, do que em amostras com lactose. De acordo com os resultados do questionário, as principais diferenças detectadas entre o mesmo alimento com e sem lactose foram em relação à cor e ao sabor.

REFERÊNCIAS

- BAUERMANN, A.; SANTOS, Z.A. Conhecimento sobre intolerância à lactose entre nutricionistas. *Scientia Medica (Porto Alegre)*, v. 23(1), p. 22-27, 2013. DOI 10.15448/1980-6108.2013.1.11643
- DA CUNHA, M.E.T. et al. Intolerância à Lactose e Alternativas Tecnológicas. *Científica, Ciências Biológicas e da Saúde*. v. 10(2), p. 83-88, 2008. DOI 10.17921/2447-8938.2008v10n2p%25p
- GOMES, J.C.; OLIVEIRA, G.F. *Análises Físico-Químicas de Alimentos*. Viçosa: UFV, 2012. 303 p.
- HENRIQUE, Joyce Costa. Um estudo sobre os hábitos de compra do consumidor de produtos zero lactose. 2020. 86 p. Dissertação (Mestrado em administração) – Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal-SP, 2020. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/194249>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- KRETCHMER, N. Memorial Lecture: Lactose and Lactase—A Historical Perspective. *Gastroenterology*, v. 61(6), p. 805-813, 1971. DOI 10.1016/S0016-5085(19)33391-8
- MOREIRA, L.N. *Técnica dietética*. Rio de Janeiro: SESES, 2016. 240 p.
- TÉO, C.R.P.A. Intolerância à lactose: uma breve revisão para o cuidado nutricional. *Arquivos de Ciências da Saúde UNIPAR*, v. 6(3), p. 135-140, 2002. DOI 10.25110/ARQSAUDE.V6I3.2002.1190
- VARELLA, D. Intolerância à lactose. *Biblioteca Virtual em Saúde*. Ministério da Saúde. 2005. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/intolerancia-a-lactose/> Acesso em: 23 abr. 2024.
- YAMAMOTO, R.M.; CAMPOS JÚNIOR, D. *Manual Prático de Atendimento em Consultório e Ambulatório de Pediatria*. Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Pediatria, 2006. 118 p.

TOXICOLOGIA NO USO DE CIGARROS ELETRÔNICOS

 10.56238/livrosindi202428-006

ISBN: 978-65-6109-036-0

Bianca Braitenbach Moura

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Gabriel Gottlieb Zimmermann Reiner

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Gabriela Santos Barcellos

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Martina Seerig Araújo

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Raíssa Natália Oliveira

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Jenifer Heuert Konrad

Docente Mestre em Modelagem Matemática - IFFar - Campus Panambi

Aline Machado Zancanaro

Docente Doutora em Química Inorgânica - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

Os Dispositivos Eletrônicos para Fumar (DEF), também conhecidos por cigarros eletrônicos, estão cada vez mais presentes no cotidiano de jovens e adultos. Estes dispositivos são compostos por uma bateria, um cartucho de nicotina e uma câmara de vapor os quais, em conjunto, fazem ocorrer a vaporização de substâncias tóxicas e às vezes nem tão conhecidas. Existem diversos artigos fazendo referência a doenças causadas pelo uso desses dispositivos, além de profissionais alertando os inúmeros problemas da utilização excessiva e autoridades proibindo seu aproveitamento. No entanto, nem sempre é o suficiente para que a população cesse o consumo. O propósito desta Prática Profissional Integrada é trazer uma visão mais clara para todos que gostariam de se aprofundar a respeito do tema. Para embasamento teórico utilizaram-se pesquisas bibliográficas e um questionário aplicado ao público geral para compreender o quanto a população conhece a respeito dos cigarros eletrônicos.

Palavras-chave: Câncer, Pulmão, Dispositivo eletrônico para fumar.

1 INTRODUÇÃO

Os Cigarros Eletrônicos, popularmente chamados de *Vape* ou *Pod*, foram introduzidos na indústria de fumo tendo a finalidade de simular a sensação de estar fumando um cigarro dito convencional. A idealização de um cigarro eletrônico iniciou-se em 1963 nos Estados Unidos, projetado e desenvolvido por Herbert Gilbert, entretanto não chegou a ser comercializado pela ausência de tecnologia da época. Em 2003 a ideia de um Dispositivo Eletrônico para Fumar (DEF) surgiu novamente, tendo-se como idealizador Hon Lik, um farmacêutico Chinês. O aparelho

eletrônico nomeado como *Ruyan*, foi a primeira versão de um cigarro eletrônico comercializado e confiável, o qual foi popularizado rapidamente na China (INCA, 2016).

O dispositivo idealizado por Lik acabou sendo introduzido no comércio por ser uma boa opção para substituir o cigarro convencional, uma vez que a nicotina dos DEF passa por um processo de remoção de impurezas e de outras substâncias químicas presentes nas folhas de tabaco, o que significa teoricamente uma forma mais limpa de nicotina. Entretanto, na prática, a maioria dos produtos disponíveis atualmente no mercado não possuem um padrão de controle (INCA, 2016). Então, devido à falta de dados que comprovem segurança e eficácia desses dispositivos eletrônicos, sua venda foi proibida em 2009 pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2009).

O cigarro eletrônico tem pontos negativos em relação a seu uso assim como o convencional, por meio da liberação de nicotina que prejudica gravemente não somente o usuário, mas também quem inala a fumaça de forma involuntária. Este dispositivo é ainda mais prejudicial no caso de gestantes, que quando expostas à nicotina apresentam grande risco ao feto por conta de malformações neurológicas, pois são compostos tóxicos que atravessam a barreira hemato-placentária (Leopércio e Gigliotti, 2004).

Nesse contexto, este trabalho propõe abordar com maior clareza os riscos, doenças, consequências e substâncias que o Cigarro Eletrônico apresenta à população. Uma vez que seu uso tem se expandido, principalmente no meio dos jovens, julga-se importante alertar sobre os perigos do Dispositivo Eletrônico para Fumar (DEF), cuja comercialização é completamente ilegal no Brasil.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 NICOTINA

A nicotina é um composto orgânico do grupo dos alcaloides, que contém átomos de nitrogênio e é encontrado nas folhas de tabaco, planta originária das Américas. É o principal alcalóide do tabaco (representando 98% do total de alcalóides do tabaco), comumente introduzido no corpo humano através do fumo do tabaco (Verovsek et al., 2022). Essa substância causa dependência aos usuários ativos e também a não usuários que acabam tendo contato contínuo com a fumaça produzida, tornando-se os chamados fumantes passivos.

Quando se fala em nicotina o primeiro pensamento que se tem é que ela causa dependência, mas o que algumas pessoas não sabem é que, além do vício, ela traz mais riscos a nós seres humanos do que possamos imaginar. As principais maneiras de absorção de nicotina no corpo humano são por via oral e ou pulmonar, através do uso de tabacos, cigarros eletrônicos, charutos, cachimbos, entre outros. A nicotina é uma substância alcalina (pH 8,5) portanto é facilmente absorvida pela mucosa bucal. Ela é também uma das substâncias que mais está presente na fumaça dos cigarros eletrônicos

e também na dos tabacos, e o qual é conhecido por ser um agente fatal e que tem rápida ação nas reações no organismo humano. A fumaça de cigarro, por sua vez, tem caráter ácido (pH 5,5), o que faz com que sua absorção ocorra de melhor maneira nos alvéolos pulmonares (Delfim, 2004).

Os principais efeitos causados pela nicotina são principalmente aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial, leve aumento na frequência da respiração e a supressão da diurese (isso acontece devido a estimulação de vasopressina). Pode acontecer também o aumento da glicemia, principalmente quando o indivíduo está com fome (OGA et al., 2008).

2.2 EFEITO DA VAPORIZAÇÃO DO CIGARRO NO ORGANISMO

O uso do cigarro causa danos a diversos órgãos e sistemas do organismo humano. O tabaco e a fumaça do tabaco são compostos por mais de 9000 produtos químicos, muitos dos quais são tóxicos e/ou cancerígenos e contribuem para inúmeras doenças, incluindo câncer, acidente vascular cerebral, doenças cardíacas e vasculares e enfisema. Quase 6 milhões de mortes a cada ano são resultado do tabagismo e da exposição ao fumo passivo, incluindo aproximadamente 90% dos cânceres do pulmão. O tabagismo é a principal causa de morte evitável em todo o mundo e, se o uso global do tabaco persistir, prevê-se que cause até mil milhões de mortes no século XXI (Kivell e Danielson, 2016).

Ao contrário dos cigarros normais, com fumo sólido, os cigarros eletrônicos não dependem da combustão da substância inalada, mas sim do aquecimento de seus componentes líquidos, que então produzem vapor. Uma das supostas vantagens do uso de cigarros eletrônicos é que o aparelho pode ser usado como alternativa aos cigarros tradicionais para pessoas que desejam parar de fumar. Isso ocorre porque a dose de nicotina em alguns componentes químicos é menor do que nos cigarros convencionais. E a substância pode ser ainda mais reduzida ou até mesmo trocada por outro componente.

Segundo Carneiro e Moraes (2023), a nicotina é o componente mais preocupante, pois tem potencial alto de estimulação, sendo capaz de causar alterações no Sistema Nervoso Central (SNC), elevar padrão respiratório, pressão arterial, batimentos cardíacos e metabolismo. Pode causar diversas patologias, a exemplo das doenças pulmonares obstrutivas crônicas (DPOC) e alterações cardiovasculares. Desse modo, os fabricantes alteram o valor no produto, colocando cerca de 16 a 24% a menos que a quantidade real de nicotina. No entanto, para além dos efeitos da nicotina, a vaporização traz consigo compostos carcinogênicos como os carbonilos e as nitrosaminas. Além dessas substâncias, o cigarro eletrônico apresenta o propilenoglicol e o glicerol em seus cartuchos e são conhecidos por serem altamente irritativos para as vias aéreas superiores.

2.3 DOENÇAS RELACIONADAS AO USO DE CIGARROS ELETRÔNICOS

No ano de 2019, os Centros de Controle e Prevenção de Doenças (do inglês: *Centers for Disease Control and Prevention*, CDC), nos Estados Unidos, instituíram uma nova doença causada pelo uso do cigarro eletrônico, conhecida como *E-cigarette, or Vaping, Product use–Associated Lung Injury* (EVALI), sigla em inglês para lesão pulmonar associada ao uso de cigarro eletrônico. Em menos de um ano após sua definição, os Estados Unidos registraram 68 mortes de um total de 2.711 casos confirmados. No Brasil, desde o conhecimento da EVALI foram registrados apenas três casos sem confirmação de óbitos (Correa et al., 2023).

Conforme relato de Shinbashi e Rubin (2020), os pacientes com EVALI são frequentemente jovens e saudáveis, e geralmente apresentam um início gradual dos sintomas ao longo de dias a semanas. Estes sintomas incluem tosse, dor no peito e falta de ar, sintomas gastrointestinais incluindo dor abdominal, náuseas, vômitos ou diarreia, e sintomas sistêmicos incluindo fadiga, febre ou taquicardia. Embora os sintomas respiratórios sejam predominantes, os sintomas gastrointestinais podem preceder os sintomas respiratórios, mas tendem a desaparecer rapidamente após a admissão hospitalar. No entanto, como há poucos casos relatados em pacientes não hospitalizados, é provável que tenham sido identificados sintomas apenas nos pacientes mais graves.

2.4 EXPOSIÇÃO INVOLUNTÁRIA

Ainda que seja evidente a existência de fumantes passivos do cigarro eletrônico, ainda são escassas as análises e estudos concretos sobre quais os riscos que o vapor do cigarro eletrônico pode ocasionar ao organismo de pessoas expostas involuntariamente. Amalia et al. (2023) analisaram a exposição involuntária a aerossóis formados por cigarros eletrônico, avaliando a presença de Biomarcadores, incluindo nicotina e seus metabólitos, nitrosaminas específicas do tabaco, propanodiol, glicerol e metais em amostras de saliva e urina dos participantes. Foi constatado que os não usuários que residiam com usuários de cigarros eletrônicos apresentavam níveis baixos, mas significativamente mais elevados, de cotinina, 3'-OH-cotinina e 1,2-propanodiol na saliva e cobalto na urina, quando comparado aos não usuários que viviam em residências sem o consumo de cigarros eletrônicos. Esta condição alerta para o fato de que há, sim, efeitos causados pela exposição involuntária aos cigarros eletrônicos, ainda que haja a tendência de serem menores quando comparados aos riscos causados pelo cigarro tradicional, por conta dos cigarros tradicionais conterem mais substâncias tóxicas e cancerígenas.

3 METODOLOGIA

Para oportunizar o entendimento dos perigos associados à toxicidade e o uso dos dispositivos eletrônicos para fumar, realizou-se uma pesquisa bibliográfica para aprofundar os conhecimentos sobre o tema abordado. Buscou-se compreender as diferenças entre os cigarros convencionais e os cigarros eletrônicos, tendo como atenção especial alertar em relação a sua composição e como é o seu funcionamento. Aplicou-se um questionário realizado através da plataforma *online Google Forms* para compreender qual o nível de conhecimento dos participantes acerca desta temática que, como citado, é um assunto em ascensão e cada vez mais necessário o alerta do uso.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ESTRUTURA DO EQUIPAMENTO

Para melhor compreensão do funcionamento dos dispositivos eletrônicos para fumar, viu-se como prática necessária a realização do desmonte de dois aparelhos, para posterior identificação de seus componentes e suas funcionalidades. Com isso, observou-se que normalmente estes equipamentos são constituídos por um sensor, um microprocessador, uma bateria, uma lâmpada de LED, um atomizador, e um cartucho de nicotina líquida. O sensor tem como função ativar o atomizador toda vez que o usuário fizer a inalação. O microprocessador serve para ativar tanto a bateria quanto a luz de LED. A bateria é a fonte de energia do dispositivo. A lâmpada de LED é um indicador visual, sinalizando se o aparelho está ligado ou desligado. O atomizador tem como objetivo aquecer o líquido e gerar o vapor. Já o cartucho é onde fica armazenada a nicotina com o *juice/essência*. Na Figura 1 é possível observar um *pod* descartável que possivelmente ficou destruído na tentativa de recarregá-lo, tendo como consequência a bateria inflada que pode desencadear grande risco de explosão.

Figura 1 – Bateria de cigarro eletrônico estufada.



Fonte: Autoria própria (2022).

Já na Figura 2, é possível observar a estrutura de um cigarro eletrônico onde não houve alterações, cujo funcionamento estava bom.

Figura 2 – Bateria de cigarro eletrônico sem alterações.

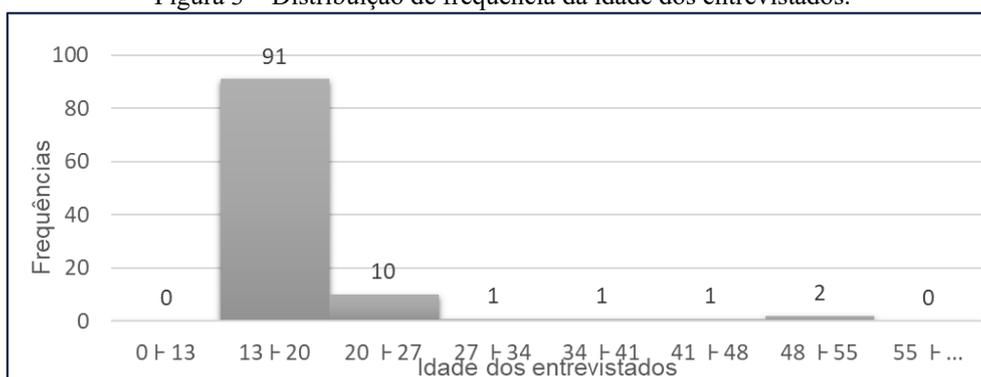


Fonte: A autoria própria (2022).

4.2 RESULTADOS DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Uma das atividades realizadas com o intuito de conhecer melhor o público alvo foi o desenvolvimento e aplicação de um questionário anônimo, no qual havia algumas perguntas de conhecimento pessoal dos entrevistados acerca da temática da prática profissional integrada. A média de idade dos voluntários que responderam à pesquisa foi de 17 anos (Figura 3), consistindo em um público jovem e de certa maneira que tem mais contato com a tecnologia e novidades do século 21.

Figura 3 – Distribuição de frequência da idade dos entrevistados.



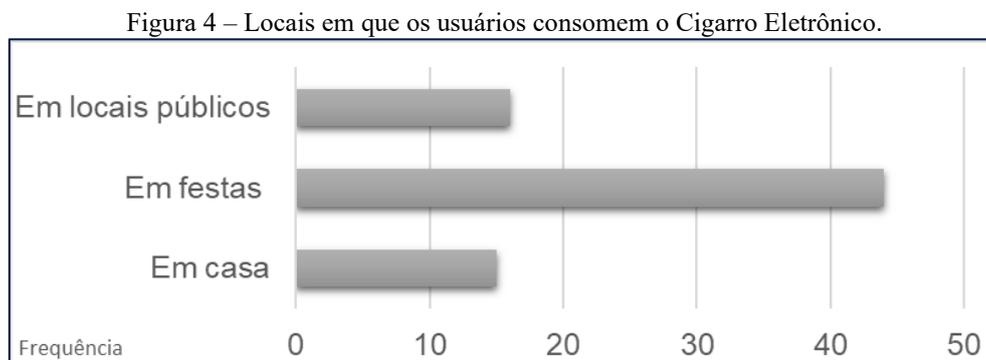
Fonte: A autoria própria (2022).

Apenas 5% dos respondentes não conhecem ou convivem com algum usuário de cigarro eletrônico. Outro resultado relevante obtido através desta pesquisa é que 92% das pessoas dizem que conhecem os riscos e doenças que os cigarros eletrônicos podem causar ao organismo e mesmo assim continuam usando ou aceitando muitas vezes o vício de algum amigo ou familiar.

Outro questionamento foi sobre o conhecimento da funcionalidade dos DEF. Dos entrevistados 67% afirmaram que sabem a funcionalidade do mesmo, 33% negaram saber sua funcionalidade. Com esses dados, conclui-se que a maioria das pessoas apontam saber sua funcionalidade que ocorre através de uma bateria, um cartucho de nicotina e uma câmara de vapor.

Por fim, 45% das pessoas dizem não saber exatamente quais são as substâncias que são utilizadas nas essências do cigarro eletrônico, e 55% dizem que sabem. Nesse ponto, cabe um questionamento: será que essas pessoas que dizem conhecer as substâncias também conhecem os malefícios à saúde humana e todos os problemas com o meio ambiente? São dúvidas que fazem pensar sobre a falta de divulgação de informações mais precisas sobre o funcionamento, composição e doenças causadas, pois muitos participantes dizem conhecer e saber sobre os DEF contudo as informações que conhecem muitas vezes são vagas.

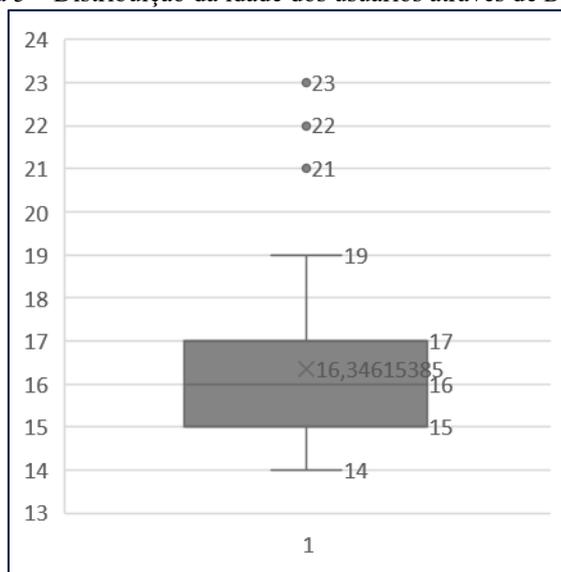
Observou-se que cerca de 51% dos entrevistados utilizam ou já utilizaram alguma vez em sua vida um dispositivo eletrônico para fumar. A estes respondentes foi perguntado quais são os lugares mais comuns em que usufruíram de um cigarro eletrônico, as respostas foram: em locais públicos, em festas e em casa, que pode ser verificado na Figura 4.



Fonte: Autoria própria (2022).

Com base nas respostas, constatou-se que a média de idade dos entrevistados que usam ou já usaram o Cigarro Eletrônico é de 16 anos e que 75% deles têm entre 14 e 17 anos de idade, o que pode ser visualizado no *box plot* (Figura 5). Isto significa que a maioria dos usuários de *vapes* e *Pods* são menores de idade. Este resultado gera grande preocupação devido ao fato de serem adolescentes e jovens usufruindo de aparelhos ilegais, pois a Anvisa proibiu o uso de cigarros eletrônicos em 2009 e uma década depois, foi aberto um processo regulatório para legalizar a venda dos mesmos. Desde então, o consumo de cigarros eletrônicos pelo público jovem cresceu exponencialmente, levando a novas medidas do Ministério da Justiça brasileiro.

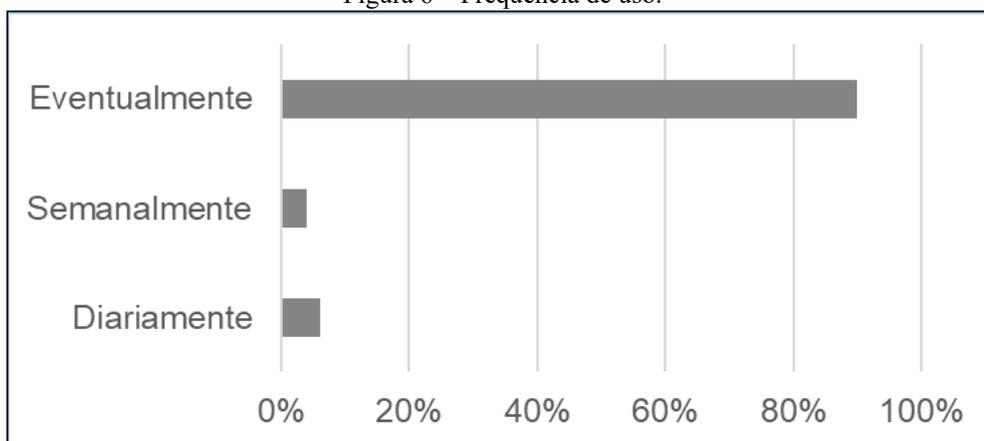
Figura 5 – Distribuição da idade dos usuários através de *Box plot*.



Fonte: Autoria própria (2022).

Também foi questionado qual a frequência de utilização desses DEFs, e obteve-se como resposta que 90,4% dos entrevistados utilizam eventualmente, 3,8% utilizam semanalmente e por fim 5,8% utilizam diariamente (Figura 6).

Figura 6 – Frequência de uso.



Fonte: Autoria própria (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da revisão bibliográfica, foi possível compreender que é emergente no Brasil a necessidade de campanhas de conscientização e informação sobre os malefícios causados pelo uso excessivo de dispositivos eletrônicos para fumar, principalmente ao público mais jovem que neste trabalho apresentou ser o maior consumidor. Sendo assim, as escolas seriam um local de grande potencial de alcance deste público.

De modo complementar, o questionário aplicado indicou um grande percentual de uso destes dispositivos. A constatação de que o consumo desta variante de forma eletrônica está grandemente presente no cotidiano do público jovem causa enorme preocupação, especialmente em um período pós-pandêmico em que o meio científico ainda não possui conhecimento concreto de todas as possíveis sequelas deixadas pela COVID-19.

REFERÊNCIAS

- AMALIA, B. et al. Exposure to secondhand aerosol from electronic cigarettes at homes: A real-life study in four European countries. *Science of The Total Environment*, v. 854, n°158668, 2023. DOI 10.1016/j.scitotenv.2022.158668
- BRASIL, RDC nº 46, de 28 de agosto de 2009. Proíbe a comercialização, a importação e a propaganda de quaisquer dispositivos eletrônicos para fumar, conhecidos como cigarro eletrônico. Diário oficial da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 31 ago. 2009.
- CARNEIRO, H.M.L.O.; MORAIS, P.S.A. Cigarros eletrônicos: uma abordagem acerca do conhecimento de jovens adultos e os riscos para o sistema respiratório. *Arquivos de ciências da Saúde da UNIPAR*, v. 27(7), p. 3264-3283, 2023. DOI 10.25110/arqsaude.v27i7.2023-002
- CORREA, E.R.T. et al. Lesão pulmonar associada ao uso do cigarro eletrônico (EVALI). *Brazilian Journal of Health Review*, v. 6(3), p. 10787-10797, 2023. DOI 10.34119/bjhrv6n3-187
- DELFIN, Claudia Isabel Guastini. Avaliação dos teores de nicotina e cotinina, por cromatografia em fase gasosa, em urina de crianças fumantes passivas. 2004. 114 p. Dissertação (Mestrado em Toxicologia e Análises Toxicológicas) – Programa de Pós Graduação em Toxicologia e Análises Toxicológicas. Universidade de São Paulo. São Paulo-SP, 2004. DOI 10.11606/D.9.2004.tde-05052015-175022. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9141/tde-05052015-175022/pt-br.php>. Acesso em: 23 abr. 2024.
- INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA. Cigarros eletrônicos: o que sabemos? Estudo sobre a composição do vapor e danos à saúde, o papel na redução de danos e no tratamento da dependência de nicotina. Organização Stella Regina Martins. Rio de Janeiro: INCA, 2016. 120 p.
- KIVELL, B.M.; DANIELSON, K. Neurological Effects of Nicotine, Tobacco, and Particulate Matter. *Neuropathology of Drug Addictions and Substance Misuse*, v.1, p. 115-122, 2016. DOI 10.1016/B978-0-12-800213-1.00011-0
- LEOPÉRCIO, W.; GIGLIOTTI, A. Tabagismo e suas peculiaridades durante a gestação: uma revisão crítica. *Jornal Brasileiro de Pneumologia*, v. 30(2), p. 176-185, 2004. DOI 10.1590/S1806-37132004000200016
- OGA, S; CAMARGO, M.M.A.; BATISTUZZO, J.A.O. Fundamentos de Toxicologia: farmacocinética da Nicotina. 3. ed. São Paulo: Atheneu Editora, 2008. 677 p.
- SHINBASHI, M.; RUBIN, B.K. Electronic cigarettes and e-cigarette/vaping product use associated lung injury (EVALI). *Paediatric Respiratory Reviews*, v. 36, p. 87-91, 2020. DOI 10.1016/j.prrv.2020.06.003
- VEROVSKO, T.; HEATH, D.; HEATH, E. Occurrence, fate and determination of tobacco (nicotine) and alcohol (ethanol) residues in waste- and environmental waters. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, v.4, n° e00164, 2022. DOI 10.1016/j.teac.2022.e00164

UMA VISÃO GERAL SOBRE PREVENÇÃO E COMBATE A INCÊNDIOS

  10.56238/livrosindi202428-007

ISBN: 978-65-6109-036-0

Emily de Fatima Silva Sampaio

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Nícolas Brizolla Severo

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Pedro Henrique de Pellegrin Martins

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Rafael dos Santos Meggiolaro

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Rudião Rafael Wisniewski

Docente Doutor em Educação nas Ciências - IFFar - Campus Panambi

Alessandro Callai Bazzan

Docente Mestre em Educação nas Ciências - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

Saber como agir em caso de incêndio é muito importante. Por isso, ter o conhecimento necessário sobre como se dá a combustão, como é a infraestrutura da edificação, qual é o extintor de incêndio ideal para cada situação, como usar e qual a classe de fogo que está associada à chama, pode salvar muitas vidas. Neste trabalho são apresentadas informações gerais sobre combustíveis, classes de incêndio e meios de extinção. O projeto foi desenvolvido por meio de pesquisas bibliográficas em artigos relacionados ao tema. Além disso, foram desenvolvidas atividades práticas sobre extinção de chamas por isolamento, promovendo o consumo do comburente (gás oxigênio, O_2), e de resfriamento, com a utilização de um helicoide de fio de cobre para absorver calor da chama. Além desses métodos, foi desenvolvido um extintor de incêndio caseiro, cuja reação química promoveu a formação de gás carbônico (CO_2), que é capaz de extinguir chamas.

Palavras-chave: Combustão, Extintor de incêndios, Lei Kiss.

1 INTRODUÇÃO

A utilização do fogo consiste em uma atividade essencial para a civilização humana. Conhecido desde a pré-história, seu uso está no contexto de elaboração de alimentos e de produção de itens do nosso cotidiano, tendo em vista que uma enormidade de processos industriais envolve, em algum momento, a utilização dessa ferramenta para a conversão, purificação e produção de materiais de uso cotidiano. A combustão é uma reação química exotérmica, ou seja, que libera energia na forma de calor. Nela, um combustível, o material oxidável, reage com um comburente, o gás oxigênio (O_2), formando os produtos da combustão, em especial o dióxido de carbono (CO_2).

Com o tempo e com o avanço das tecnologias foram surgindo normas e legislações, além da criação de equipamentos de prevenção e combate a incêndio. As normas de prevenção a incêndio têm o objetivo de eliminar possíveis incêndios, criando mecanismos para que ele não ocorra. Mas, quando não houver a possibilidade de evitá-los, em virtude de algum acidente, devem existir medidas que limitem a propagação do fogo e permitam a evacuação segura das edificações.

Os combustíveis possuem propriedades associadas ao seu estado físico e natureza química, por isso queimam de maneira diferente. Nesse contexto, é possível definir quatro principais classes de incêndios: classe A, que ocorre em combustíveis sólidos comuns como madeira; classe B, que ocorre em líquidos inflamáveis como gasolina; classe C, que ocorre em material energizado, como motores elétricos; e classe D, que ocorre em compostos metálicos como magnésio, zinco, potássio (Madrzykowski; Stroup, 1998).

Há diversos métodos de extinguir as chamas. Os métodos de extinção têm por objetivo o resfriamento, que consiste na redução da quantidade de calor presente na reação; o abafamento, que tem por objetivo isolar o oxigênio do processo de combustão; e o isolamento, que visa desagregar do processo de combustão o elemento combustível. Estes métodos podem ser empregados isoladamente ou simultaneamente (Seito *et al.*, 2008).

Segundo Seito *et al.* (2008), um sistema global de segurança contra incêndios deve promover, entre outras ações, a possibilidade de extinção inicial do incêndio. Esta ação é feita com a provisão de sistemas de hidrantes, chuveiros automáticos e equipamentos portáteis, entre os quais se destacam os extintores. Segundo os autores, os extintores surgiram no século XV, de forma rudimentar, sendo constituído de uma espécie de seringa metálica provida de um cabo de madeira. No século XVI, Jacob Besson inventou um extintor que era constituído de um grande recipiente de ferro montado sobre rodas, com um enorme gargalo curvo, que era capaz de entrar nas aberturas dos edifícios em chamas. Desde então, houve evolução até as se alcançar as características atuais, como portabilidade e facilidade de uso, manejo e operação.

Nesse contexto, este trabalho tem por objetivo estudar características dos combustíveis, classes de fogo e métodos de extinção. Também pretende avaliar aspectos gerais de prevenção e combate a incêndios. Além disso, será apresentado um breve panorama sobre a infraestrutura de prevenção e combate a incêndios do Instituto Federal Farroupilha – *Campus* Panambi. Por fim, serão estudados métodos de extinção do fogo por isolamento e resfriamento, além de ser proposta a utilização de um extintor de incêndio caseiro, de CO₂, para a extinção de chamas. Desse modo, espera-se contribuir para o conhecimento dos leitores, apresentando um breve panorama geral sobre prevenção e combate a incêndios.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 COMBUSTÍVEIS

A busca por fontes de energia tem sido uma das grandes preocupações da humanidade. Começando por fontes naturais, como a luz e calor do sol, o advento da urbanização e das atividades industriais demandou a busca por combustíveis e se tornou um fator decisivo para o desenvolvimento de várias atividades humanas que surgiram neste novo panorama (Bizerra *et al.*, 2018). Segundo De Miranda (2013), os combustíveis representam uma classe especial de compostos químicos devido ao seu caráter essencial para a existência e sobrevivência da nossa sociedade, a qual demanda grandes quantidades de energia para produzir bens, serviços e garantir o funcionamento de máquinas, equipamentos e veículos.

Os combustíveis são caracterizados pela reação com o gás oxigênio ($O_{2(g)}$), também chamado de comburente. Este fenômeno é chamado de reação de oxidação completa, o qual forma dióxido de carbono gasoso ($CO_{2(g)}$) e água líquida ($H_2O_{(l)}$) se o combustível contiver exclusivamente carbono (C), hidrogênio (H) e oxigênio (O). No entanto, se nitrogênio (N) estiver presente, também haverá a formação de nitrogênio gasoso ($N_{2(g)}$) (Atkins e De Paula, 2008, p. 47). Já a combustão incompleta de combustíveis compostos exclusivamente por carbono, oxigênio e hidrogênio, ou seja, aquela combustão que ocorre em condições de limitação de disponibilidade de gás oxigênio (comburente), tende a formar monóxido de carbono ($CO_{(g)}$) e carbono ($C_{(s)}$) como produtos.

Segundo Atkins e De Paula (2008, p. 47), as reações de combustão são todas do tipo exotérmicas, ou seja, são caracterizadas pela liberação de energia para o ambiente. Como pode haver uma diversidade de combustíveis e de produtos gerados pela sua combustão, esta energia liberada é avaliada para cada um deles em termos de entalpia de combustão. Entalpia de combustão consiste, basicamente, em uma avaliação da variação de energia na forma de calor por unidade de quantidade de matéria do combustível. Quando essa entalpia de combustão é avaliada na condição padrão, cuja temperatura é de 298K e a pressão é de 1 atm, obtém-se a entalpia padrão de combustão. Desse modo, a entalpia (padrão) de combustão possui unidade de energia (Joule, Caloria etc.) relacionada a cada mol de matéria (combustível). Por exemplo, cada mol de gás metano ($CH_{4(g)}$) libera 890 kJ de energia quando reage com o oxigênio na condição padrão. Já o metanol líquido ($CH_3OH_{(l)}$) libera 721 kJ de energia quando reage com o oxigênio na condição padrão.

Existem várias classificações de combustíveis, mas uma delas tem se tornado importante em tempos de sustentabilidade e escassez de recursos: combustíveis não-renováveis e combustíveis renováveis. Segundo Tollazzi e Ketzer (2023), enquanto combustíveis renováveis como biodiesel, bioetanol e biogás utilizam biomassas como resíduos agrícolas, plantas energéticas, lixo doméstico etc. em sua obtenção, os combustíveis não renováveis possuem origem fóssil, com presença de

inúmeras impurezas. São exemplos de combustíveis não renováveis: o carvão mineral, o gás natural e o petróleo e seus derivados. É possível, também, avaliar os combustíveis em relação a seu estado de agregação. São exemplos de combustíveis sólidos: a madeira e o carvão. Já de combustíveis líquidos: o etanol, a gasolina e o óleo diesel, entre outros tantos. Por fim, os combustíveis gasosos mais comuns são: o metano, o hidrogênio e o gás natural.

2.2 PREVENÇÃO CONTRA INCÊNDIOS

Em todo o combate e prevenção a incêndios devem ser observadas características como a classe de fogo e a infraestrutura do local. A seguir serão abordadas as principais características das classes de fogo, da infraestrutura de apoio e combate a incêndios e da extinção de incêndios.

2.2.1 Classes de fogo

Segundo a norma ABNT NBR 15808:2010, existem diferentes classes de incêndios, as quais são divididas de acordo com o material que é usado como combustível. A Classe A diz respeito ao fogo envolvendo materiais combustíveis sólidos como, por exemplo, madeiras, papel, tecido, borracha, plásticos termoestáveis e outras substâncias. É caracterizado pelas cinzas e brasas que deixa como resíduos, sendo que a queima acontece na superfície e em profundidade. A Classe B representa fogo em líquidos inflamáveis, graxas e gases combustíveis, como, por exemplo, gasolina, óleo, querosene, GLP entre outros. É caracterizado por não deixar resíduos e queimar apenas na superfície exposta. Já a Classe C diz respeito ao fogo em materiais e equipamentos energizados, como, por exemplo, motores, transformadores, geradores etc. É caracterizado pelo risco de morte que oferece, sendo importante nunca usar extintor de água. Segundo Madrzykowski e Stroup (1998), há a classe D de fogo, que ocorre em metais combustíveis, como, por exemplo, magnésio, selênio, antimônio, lítio, potássio, alumínio fragmentado, zinco, titânio, sódio e zircônio, entre outros.

2.2.2 Infraestrutura de apoio e combate a incêndios

Inúmeros são os casos de tragédias provocadas pela propagação de chamas, dentre elas: a do edifício Andraus, em 1972, edifício Joelma, em 1974, e o incêndio da Boate Kiss, em 2013. Esses eventos originaram adequações em normas e algumas leis sobre segurança contra incêndios, aperfeiçoando processos e embasando guias de elaboração de Planos de Prevenção e Combate a Incêndios e Explosões (PPCI). A Lei Complementar nº 14376 (Lei Kiss), no Art. 6º, estabelece que:

“[...] XXI - medidas de segurança contra incêndio são o conjunto de dispositivos ou sistemas a serem instalados nas edificações e áreas de risco de incêndio, necessário para evitar o surgimento de um incêndio, limitar sua propagação, possibilitar sua extinção e ainda propiciar a proteção à vida, ao meio ambiente e ao patrimônio (Rio Grande do Sul, 2013).”

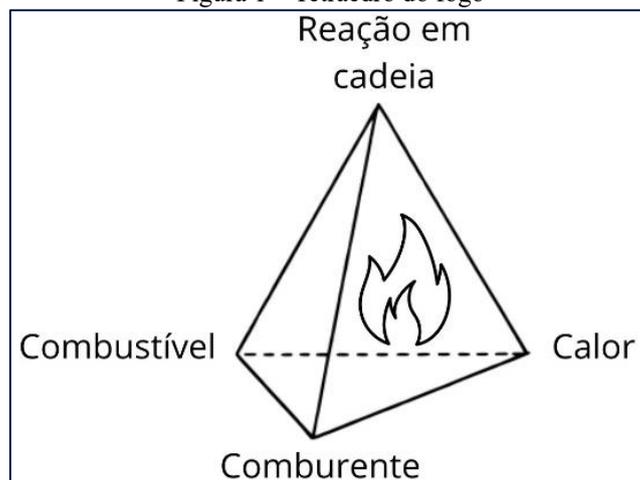
Segundo Almeida e Franzoloso (2015), um sistema de segurança contra incêndio consiste em um conjunto de meios ativos e passivos. Como meios ativos, é possível destacar o sistema de detecção de calor e fumaça, os chuveiros automáticos (*sprinklers*), hidrantes, brigada contra incêndio, entre outros. Já como meios passivos têm-se a resistência ao fogo das estruturas, a compartimentação e as saídas de emergência. Essa estrutura necessita assegurar a fuga dos ocupantes sem que haja risco, além de garantir, tanto a minimização dos danos a edificações adjacentes e à infraestrutura pública, quanto a eficiência do combate a incêndio, quando necessário.

Cavalcante *et al.* (2021) afirmam que acidentes e incidentes em comunidade escolar demandam processos específicos a serem seguidos para garantir a segurança, bem como a conformidade com a legislação aplicável com procedimentos e diretrizes departamentais para abordar estas questões, cuja eficácia deve levar em consideração a percepção da sociedade. Nesse contexto, instituições de ensino devem dispor de estrutura, treinamento e conscientização permanente sobre questões associadas a acidentes e incidentes de incêndio.

2.3.3 Extinção de incêndio

Para que haja ocorrência do fogo, deve haver a concorrência simultânea de três elementos essenciais: combustível, comburente (oxigênio do ar) e uma fonte de calor, formando o triângulo do fogo. Para que haja a propagação do fogo após sua ocorrência, deve haver a transferência de calor de molécula para molécula do combustível, gerando, então, o que é chamado de reação em cadeia. A reação em cadeia é o quarto elemento, o qual se soma ao triângulo do fogo, formando o chamado tetraedro do fogo. Desse modo, a extinção do fogo ocorre com a remoção de algum elemento no tetraedro (Figura 1), ou seja, com a eliminação do calor (resfriamento), com a eliminação do comburente (abafamento), com o isolamento do combustível ou com a interrupção da reação em cadeia. Alguns agentes extintores acabam com a reação de combustão usando mais de uma das técnicas (Seito *et al.* 2008; De Castro, 2015).

Figura 1 – Tetraedro do fogo



Fonte: Adaptado de Seito et al. (2008)

Segundo Seito *et al.* (2008), existe no mercado uma grande variedade de extintores que se caracterizam por: agente extintor, massa, volume, sistema de ejeção, capacidade extintora e acionamento. Em relação ao agente extintor, existem extintores de água, pó para extinção de incêndio, espuma mecânica, CO₂ (gás carbônico), e extintores halogenados. Quanto ao sistema de injeção, existe o de autoinjeção, o de pressurização direta e o de pressurização indireta. Todos eles operam com ao menos um dos princípios de extinção de chamas: abafamento, resfriamento e/ou isolamento.

3 METODOLOGIA

O trabalho foi elaborado a partir de pesquisa bibliográfica em artigos e demais publicações relacionadas com o tema, visando definir e esclarecer os seguintes tópicos: “Classes de Incêndios”, “Para que cada extintor serve?”, “O que é combustão?”, além de outros conceitos que surgiram com o andamento da pesquisa. De posse destas informações relevantes, foram realizadas atividades práticas sobre combustões e combate ao fogo. Uma das técnicas demonstrativas foi a da extinção do fogo por abafamento, onde uma vela acesa foi tampada com o auxílio de um béquero até a extinção do fogo. Outra técnica foi a extinção da chama por eliminação do calor, onde um fio de cobre com o formato de mola foi aproximado da chama. Por fim, foi utilizada a técnica de eliminação da chama pela ação de um extintor caseiro de gás carbônico.

3.1 ELABORAÇÃO DO EXTINTOR CASEIRO

O trabalho contou com a elaboração de um extintor de incêndio caseiro, segundo Durazzini *et al.* (2020). Esse extintor tem como princípio a geração de gás carbônico (CO₂) para reduzir o oxigênio em volta da chama (o oxigênio é deslocado pela presença do CO₂). O gás carbônico é produzido pela reação entre vinagre (solução de ácido acético - CH₃COOH) e bicarbonato de sódio sólido (NaHCO₃).

Nesse procedimento foram utilizados os seguintes materiais: garrafa pet 250 mL, pipeta descartável, tubo de ensaio, vinagre (solução de ácido acético 4% - CH_3COOH), bicarbonato de sódio (NaHCO_3), funil, papel alumínio e vidro-relógio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

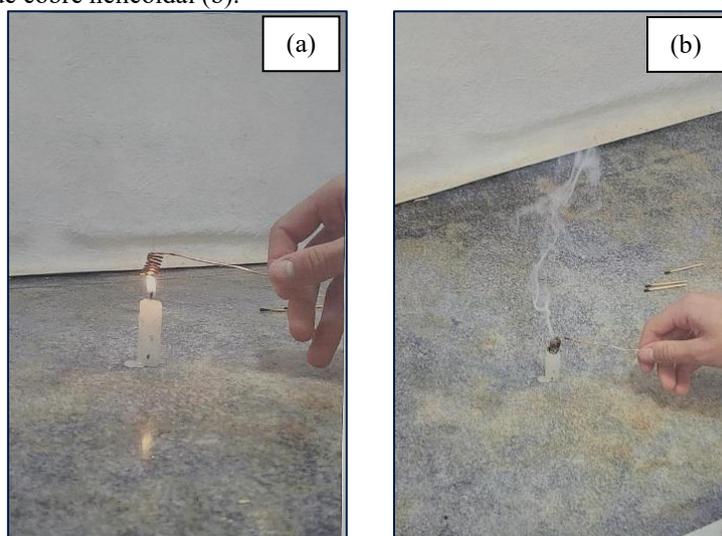
4.1 INFRAESTRUTURA DO IFFAR

Com o objetivo de avaliar a estrutura de prevenção e combate a incêndios do IFFar, foi feito um levantamento sobre os principais itens existentes nas edificações que compõem os prédios A, B e C. As edificações contam com portas com barra antipânico e com rampa de acesso ao pavimento superior, as quais fazem parte da estratégia de evacuação de emergência das edificações. As instalações também contam com extintores de incêndio e com hidrantes com mangotes para a extinção de incêndio. Além disso, há um sensor de fumaça e calor que está ligado a um sistema de alarme contra incêndios. Desse modo, observou-se que, de maneira geral, o sistema de combate e extinção de incêndios bem como as saídas de emergência estão de acordo com as necessidades básicas necessárias para evitar acidentes e danos à vida e à saúde das pessoas que transitam pela instituição.

4.2 EXTINÇÃO DO INCÊNDIO POR RESFRIAMENTO

O experimento de extinção da chama por resfriamento consistiu em diminuir a temperatura do material combustível (chama da vela) com a aproximação de fio de cobre com o formato de mola (Figura 2a). Uma vez mantida a posição, o fio de cobre absorveu calor (energia) da chama o suficiente para sua extinção (Figura 2b).

Figuras 2 – fio de cobre helicoidal colocado em contato com a chama (a); chama extinta pelo resfriamento provocado pela aproximação do fio de cobre helicoidal (b).

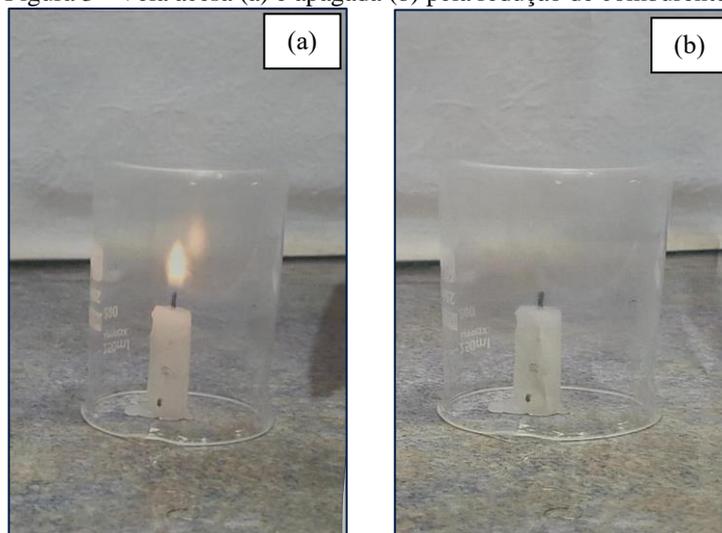


Fonte: Autoria própria, 2022.

4.3 EXTINÇÃO DO INCÊNDIO POR ABAFAMENTO

O experimento de extinção da chama por abafamento consistiu em reduzir o contato com o oxigênio com o material combustível. Neste caso, uma vela acesa foi coberta com um béquer (Figura 3), diminuindo a quantidade O₂ presente ao redor da chama. A vela se manteve acesa por dez segundos até consumir todo o oxigênio presente dentro do béquer e se apagar completamente.

Figura 3 - Vela acesa (a) e apagada (b) pela redução de comburente.



Fonte: Autoria própria, 2020

4.4 EXTINÇÃO DO INCÊNDIO POR AÇÃO DO EXTINTOR CASEIRO

A elaboração do extintor caseiro foi feita furando a tampa da garrafa pet, do mesmo tamanho do diâmetro da pipeta descartável. Então, foi introduzida a pipeta no furo da tampa e cortou-se a parte superior para a passagem do líquido. A seguir, foi adicionado o vinagre dentro da garrafa pet com auxílio de um funil analítico até cerca de metade da garrafa. Em paralelo, foi adicionado bicarbonato de sódio a um tubo de ensaio até cerca de metade do tubo. Com a ajuda do papel alumínio, conduziu-se o tubo de ensaio até o interior da garrafa pet, onde ele ficou mergulhando sobre o vinagre na forma vertical. Este procedimento foi realizado com muito cuidado para que o vinagre e o bicarbonato não se misturassem, pois isso daria início a reação antes da hora. Depois de o sistema estar pronto, tampou-se com o dedo a ponta da pipeta descartável e agitou-se. Quando o vinagre entrou em contato com o bicarbonato, destampou-se a ponta da pipeta, liberando o orifício do extintor caseiro, fazendo com que houvesse o vazamento da mistura com grande pressão. Como produtos, houve a formação do acetato de sódio, da água e do dióxido de carbono (Equação 1). Esses produtos, quando direcionados à chama, promoveram sua extinção.



5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

São diversos aspectos que devem ser observados em caso de incêndios. Por exemplo, há várias classes de fogo, cada uma com sua peculiaridade. Também são diferentes os métodos (combinados ou não) de extinção de chamas, que podem ser: uso de hidrantes, chuveiros automáticos (*sprinklers*), extintores de incêndio, entre outros. Este trabalho buscou trazer aspectos gerais sobre prevenção e combate a incêndios. Foram apresentadas características sobre os combustíveis, as condições para que uma chama permaneça acesa e os métodos de extinção de incêndio.

Foram testadas três situações relacionadas à extinção de chamas. No primeiro experimento, a chama foi extinta por resfriamento, onde um helicoide de cobre retirou calor suficiente da chama a ponto de apagá-la. No segundo experimento, o acesso ao comburente (O_2) foi limitado e a chama foi extinta por isolamento. Por fim, em um terceiro momento, foi proposta a utilização de um extintor caseiro, o qual, por uma reação entre o ácido acético (CH_3COOH) e o bicarbonato de sódio ($NaHCO_3$), formou gás carbônico (CO_2) e outros compostos, que são excelentes elementos de extinção de chamas. Os experimentos apresentados contribuíram para esclarecer questões sobre prevenção e combate a incêndios.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A.K.; FRANZOLOSO, C.R.G. Projetos de Proteção e Combate a Incêndio: Segurança Como Requisito Fundamental. *Uniciências*, v.19, n.1, p.62-71, 2015. DOI 10.17921/1415-5141.2015v19n1p%25p

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 15808: Extintores de incêndio e portáteis. Rio de Janeiro: ABNT, 2010;

ATKINS, P.; DE PAULA, J. Físico-Química. V. 1. Rio de Janeiro: LTC, 2008. 512 p.

BIZERRA, A.M.C.; DE QUEIROZ, J.L.A.; COUTINHO, D.A.M. O impacto ambiental dos combustíveis fósseis e dos biocombustíveis: as concepções de estudantes do ensino médio sobre o tema. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 13, n. 3, p. 299-315, 2018. DOI 10.34024/revbea.2018.v13.2502

CAVALCANTE, M.M.S. et al. Análise do conhecimento sobre combate a incêndio nas escolas da rede Municipal de João Pessoa. *Revista Brasileira de Saúde e Segurança no Trabalho*. v.2, n.1, p. 40-49, 2021. DOI 10.18265/2594-4355a2019v1n1p18-30

DE CASTRO, Eduardo Farias. Mudança nas exigências das medidas de prevenção e proteção contra incêndio em edificações devido à nova legislação (lei kiss): análise teórica e aplicação em uma edificação de uso comercial. Trabalho de Conclusão de Graduação (Engenharia Civil). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: < <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/138338>>. Acesso em 03 abr. 2024;

DE MIRANDA, P.E. Combustíveis – materiais essenciais para prover energia à nossa sociedade. *Revista Matéria*, v. 18, n. 03, 2013. DOI 10.1590/S1517-70762013000300001

DURAZZINI, A. M. S. et al. Ensino de Química – algumas aulas práticas utilizando materiais alternativos. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 11, n. 6, p. 330–349, 18 out. 2020. DOI 10.26843/rencima.v11i6.2551

MADRZYKOWSKI, D.; STROUP, D. Demonstration of biodegradable, environmentally safe, non-toxic fire suppression liquids. NISTIR 6191. 1 jan. 1998. DOI 10.6028/NIST.IR.6191

RIO GRANDE DO SUL. Assembleia Legislativa. Lei Complementar n. 14.376, de 26 de dezembro de 2013. Estabelece normas sobre segurança, prevenção e proteção contra incêndios nas edificações e áreas de risco de incêndio no Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<http://www.al.rs.gov.br/FileRepository/repLegisComp/Lec%20n%C2%BA%2014.376.pdf>>. Acesso em 03 abr. 2024.

SEITO, Alexandre Itiu et al. (Ed.) A Segurança Contra Incêndio no Brasil. São Paulo: Projeto Editora, 2008. 496 p.

TOLAZZI, D. B.; KETZER, F. Produção de biodiesel sem geração de glicerol. *In: Tecnologias avançadas e suas abordagens*, v.1 Seven Editora, cap 33, 2023. DOI 10.56238/tecavanaborda-033. Disponível em: <https://sevenpublicacoes.com.br/index.php/editora/article/view/1438>. Acesso em: 28 mar. 2024.

PRÁTICAS PROFISSIONAIS INTEGRADAS DO SEGUNDO ANO

O projeto integrador da Prática Profissional Integrada estabelece que as práticas do segundo ano devem articular conhecimentos das disciplinas de Língua Portuguesa e Literatura, Matemática, Físico-Química, Biologia, Química Analítica e Tecnologia de Produtos de Higiene e Limpeza. Nesta seção serão apresentados sete capítulos. O primeiro trata da avaliação do desempenho de desinfetantes comerciais em relação ao crescimento microbiano. Na sequência, são abordados aspectos relacionados ao equilíbrio químico no corpo humano, trazendo um paralelo com o conteúdo homônimo abordado nas disciplinas. O capítulo seguinte propõe a elaboração de um polímero natural, a base de goma de tapioca e fibras de cana-de-açúcar. Há um capítulo que apresenta aspectos importantes de atividades práticas no contexto do ensino de ciências, onde contextualiza e aborda aspectos químicos relacionados às práticas. Um panorama geral sobre a produção de bioetanol e a produção deste biocombustível a partir da beterraba são tratados em outro capítulo, juntamente com a produção de álcool gel com este mesmo bioetanol produzido em laboratório. Química forense é o tema de outro capítulo, que aborda a prática da impressão digital latentes pelo método do vapor de iodo. Por fim, o último capítulo explora os efeitos dos óleos essenciais no âmbito da aromaterapia.

AVALIAÇÃO DE DESINFETANTES COMERCIAIS SOBRE O CRESCIMENTO MICROBIANO

  10.56238/livrosindi202428-008

ISBN: 978-65-6109-036-0

Thaís Fetter Severo

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar – Campus Panambi

Lucilene Lösch de Oliveira

Docente Doutora em Química - IFFar - Campus Panambi

Larissa de Lima Alves

Docente Doutora em Ciência e Tecnologia de Alimentos - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo analisar a eficiência de desinfetantes comerciais sobre duas bactérias (*Salmonella typhimurium* e *Staphylococcus aureus*). Foram testados os princípios ativos aquil benzeno sulfonato de sódio, peróxido de hidrogênio, hipoclorito de sódio e álcool etílico hidratado. O método utilizado nas análises foi o de o disco-difusão. Após submeter à análise microbiológica a cada desinfetante, foi possível visualizar o halo de inibição formado após 24 horas a 35 °C, demonstrando que houve diferença na sensibilidade entre as duas bactérias testadas apenas para o álcool etílico, onde a *Salmonella* apresentou maior inibição no crescimento comparado a *Staphylococcus*. Na comparação entre os desinfetantes, o aquil benzeno sulfonato de sódio foi o mais efetivo na inibição do crescimento das bactérias.

Palavras-chave: Microrganismo, Salmonella, Desinfecção, Staphylococcus, Bactérias.

1 INTRODUÇÃO

A sanitização é um conjunto de procedimentos higiênico-sanitários que visa garantir a obtenção de superfícies, equipamentos e ambientes com características adequadas de limpeza e baixa carga microbiana residual. A escolha do sanitizante ou desinfetante a ser utilizado deve ser precedida de uma análise detalhada, levando em consideração aspectos como efetividade, toxicidade, poder corrosivo, efeito ambiental, entre outros. Assim, a garantia de precisão sobre os micro-organismos é maior (Wolf, 2017).

Os agentes químicos, em maioria, meramente reduzem as populações microbianas em níveis seguros ou removem as formas vegetativas dos patógenos de objetos; ou seja, há pouca eficácia no que diz respeito à eliminação de organismos capazes de causar doenças ao hospedeiro, sendo também de problema comum, a seleção do desinfetante apropriado às circunstâncias. Considerando que o mesmo deve entrar facilmente em contato com os micróbios, a área pode estar sujeita a ser esfregada e lavada antes da aplicação do mesmo. Em geral, a desinfecção é um processo gradual, tendo a necessidade de testar a efetividade dos produtos e comparar a atividade do mesmo (Tortora et al., 2017).

Sendo a taxa de morte microbiana constante, as populações podem ser aquecidas e tratadas com substâncias químicas. Ou seja, a cada minuto que um tratamento microbiano é aplicado, cerca de 90% da população de micro-organismos é morta. Os desinfetantes, sendo utilizados no dia a dia com tratamento destinado a reduzir as contaminações microbianas até níveis de saúde pública, têm certa atenção no mercado tanto por sua eficácia, baixo custo e, em muitos casos, sua facilidade de fabricação e aplicação (Tortora et al., 2017).

Um dos métodos usados para avaliar a eficácia de um agente químico sobre bactérias é o disco-difusão. Este método compara a atividade microbiana de discos de papel embebidos em solução sobre a superfície de um meio nutriente contendo a bactéria-teste semeada para reproduzir um crescimento uniforme, verificando das mais às menos resistentes (Ferraro, 2003).

O objetivo deste trabalho é demonstrar e comparar a eficácia de alguns desinfetantes comerciais que são usados na rotina de limpeza doméstica sobre duas bactérias com características morfológicas diferentes. Este trabalho faz parte da Prática Profissional Integrada (PPI) do 2º ano do curso Técnico em Química Integrado do IFFar - Campus Panambi e foi desenvolvida no ano de 2022.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As bactérias são seres unicelulares procariontes, não possuindo membrana nuclear envolvendo seu material genético. O método de Gram é usado para diferenciar as espécies em dois grupos: as gram-positivas e as gram-negativas. Em questão, os fatores para identificação são a coloração, a sua composição, e propriedades químicas e físicas das paredes celulares. A coloração de Gram é uma das técnicas de coloração mais cruciais em microbiologia. Seu nome vem do bacteriologista dinamarquês Hans Christian Gram, que o introduziu pela primeira vez em 1882, principalmente para identificar organismos que causam pneumonia. O método de coloração de Gram é o mais importante em microbiologia e é o primeiro passo na diferenciação de bactérias. A coloração distingue entre bactérias Gram-positivas e Gram-negativas, colorindo essas células em vermelho (Gram negativo) ou violeta (Gram positivo). A técnica de coloração também fornece uma imagem sobre as formas morfológicas e arranjos das bactérias. Além de bactérias, a coloração de Gram também é usada para identificar vários fungos e parasitas (Paray et al., 2023).

Bactérias gram-positivas possuem parede celular espessa envolvendo a membrana plasmática, composta por peptidoglicanos (polímero constituído por açúcares e aminoácidos que originam uma espécie de malha na região exterior à membrana) e ácido teicóico. As bactérias Gram-negativas possuem parede celular fina e contém moléculas de lipopolissacarídeos, além de uma membrana externa e espaço periplasmático (Tortora et al., 2017).

Dois tipos muito comuns de bactérias são a *Staphylococcus aureus* (Gram-positiva) e a *Salmonella typhimurium* (Gram-negativa). A *Salmonella* é um bacilo da família Enterobacteriaceae, que produz sintomas como náusea, febre, dores de cabeça, desidratação, após ingestão de alimentos mal higienizados, crus ou mal cozidos. Estima-se que a *Salmonella* cause aproximadamente 115 milhões de infecções humanas, 370.000 mortes por ano em todo o mundo, e seja responsável por cerca de 22,5% dos surtos globais de origem alimentar em 2020 (Xu et al., 2023). Já *Staphylococcus* são bactérias imóveis que assemelham a cachos de uva, que crescem facilmente em meios de cultura, sendo da família Estafilococos; podem ser encontradas no ar, no esgoto, água, ambientes hospitalares, leite e equipamentos utilizados para processamento de alimentos, sendo a espécie mais relacionada a surtos de intoxicação alimentar. Essas bactérias podem causar infecções superficiais na pele a doenças invasivas graves e potencialmente fatais sendo o método de prevenção a constante higienização das mãos e produtos alimentícios (Dos Santos et al., 2007).

2.1 CONTROLE SANITÁRIO DE BACTÉRIAS

Os desinfetantes são usados para reduzir a concentração de microrganismos patogênicos a um nível seguro e ajudar a prevenir a transmissão de doenças infecciosas. Os desinfetantes contêm uma ou mais substâncias ativas biocidas pelas quais os organismos prejudiciais são química ou biologicamente dissuadidos, tornados inofensivos ou destruídos. No entanto, as bactérias têm uma enorme capacidade de responder ao stress químico causado pelos biocidas, onde o uso excessivo e inadequado de desinfetantes pode refletir-se numa suscetibilidade reduzida dos microrganismos (Rozman et al., 2021). Alguns desses desinfetantes comuns são o hipoclorito de sódio, o alquil benzeno sulfonato de sódio, o peróxido de hidrogênio e o álcool etílico.

Hipoclorito de sódio (água sanitária)

Água sanitária, cujo princípio ativo é o hipoclorito de sódio (NaClO), penetra nas paredes celulares e camadas protetoras dos microrganismos, exercendo sua ação antibacteriana através de uma oxidação irreversível de grupamentos sulfidrílica de enzimas essenciais aos microrganismos, desativando funções metabólicas da célula bacteriana (Bandeira et al., 2019).

2.1.1 Alquil benzeno sulfonato de sódio (desinfetante comum)

Desinfetante comum, com princípio ativo associado ao elemento alquil benzeno sulfonato de sódio (C₁₆H₂₆SO₃ - Dodecilbenzenossulfonato de Sódio), também chamado pela sigla LAS (do inglês, *Linear Alkylbenzene Sulfonate*), diminui a tensão interfacial e superficial influenciando a superfície de contato de dois líquidos, provocando destruição da membrana celular e desnaturação de proteínas (Bandeira et al., 2019).

2.1.2 Peróxido de hidrogênio

Água oxigenada é um desinfetante sem cloro, cujo princípio ativo é o elemento químico peróxido de hidrogênio (H_2O_2), possui forte ação que se deve ao ataque da membrana lipídica, DNA e outros componentes essenciais à vida da célula, pelos radicais livres tóxicos que o peróxido produz (De Mattos et al., 2003).

2.1.3 Álcool etílico

Álcool etílico (C_2H_6O) utilizado na concentração de 70%, também chamado como álcool etílico hidratado (70% de álcool etílico e 30% de água), tem mecanismo de ação germicida se dá através da desnaturação de proteínas dos micro-organismos e remoção de lipídios causando desidratação e precipitação do citoplasma (Tostes et al., 2021).

3 METODOLOGIA

Em um primeiro momento, foram preparadas as soluções dos desinfetantes. Seguindo as instruções de diluição dos rótulos dos produtos, a solução de hipoclorito de sódio foi diluída a 150 ppm, com uma colher (sopa) do produto em 500 mL de água potável. O alquil benzeno sulfonato de sódio e o peróxido de hidrogênio não precisaram de diluição, pois, de acordo com o rótulo, são produtos de aplicação direta. O álcool foi aplicado na concentração de 70%.

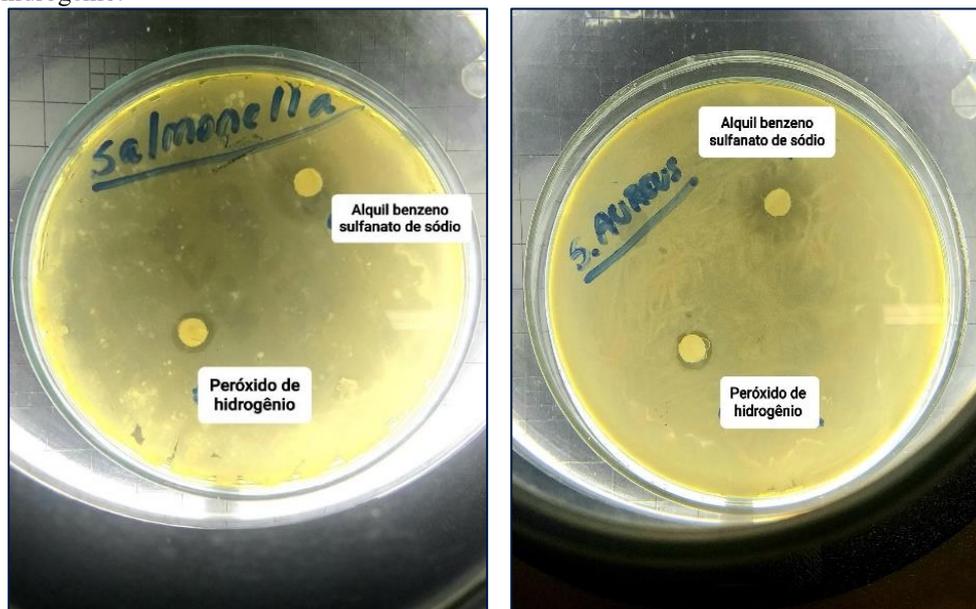
Para disco-difusão, discos de papel foram imersos nos desinfetantes por 2 segundos, com auxílio de uma pinça. Após, foram depositados em placas de Petri contendo as bactérias semeadas, sendo dois desinfetantes por placa, para observarmos melhor o efeito inibitório no crescimento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após 24 horas na estufa a 35 °C, pode-se perceber os diferentes graus de inibição de cada sanitizante frente às bactérias avaliadas de acordo com o halo de inibição formado. O halo é considerado como a área mais clara em torno do disco de papel, e quanto maior o diâmetro do halo, maior o grau de inibição bacteriana.

Foi possível perceber, através do diâmetro dos halos de inibição (Figura 1), que o alquil benzeno sulfonato de sódio apresentou maior efeito inibitório sobre o crescimento das duas bactérias avaliadas, pois teve o maior halo de inibição. Com relação ao peróxido de hidrogênio, o efeito inibitório foi o mesmo entre as duas bactérias.

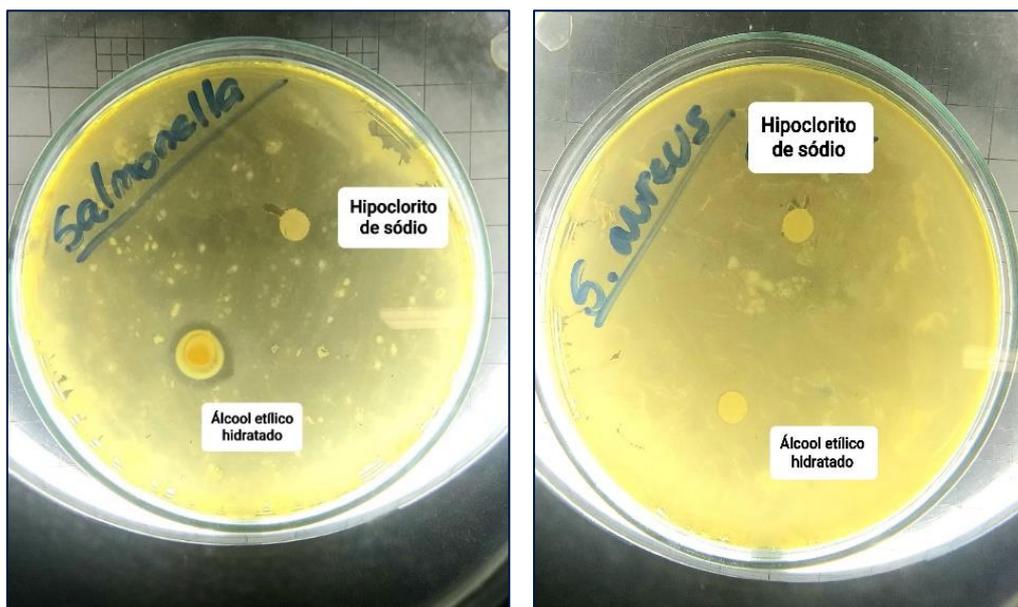
Figura 1 – Comparação entre *Salmonella* (Esquerda) e *Staphylococcus* (direita) sobre alquil benzeno sulfonato de sódio e peróxido de hidrogênio.



Fonte: Autoria própria (2022).

Houve diferença perceptível entre *Salmonella* e *Staphylococcus* apenas para o álcool etílico (Figura 2), onde a *Salmonella* apresentou maior inibição no crescimento. Comparando o hipoclorito de sódio com os demais, observou-se que sua inibição não teve reação significativa, não afetando o crescimento das duas bactérias utilizadas e podendo ter ocorrido pela sua concentração de 150 ppm talvez por ser baixa demais.

Figura 2 - Comparação entre *Salmonella* (Esquerda) e *Staphylococcus* (direita) sobre hipoclorito de sódio e álcool etílico hidratado.



Fonte: Autoria própria (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como o principal objetivo desta pesquisa foi comparar a eficiência dos produtos desinfetantes em ação antibacteriana observando a olho nu em placas de Petri o halo formado em torno das bactérias, tem-se como resultado o alquil benzeno sulfonato de sódio sendo a melhor escolha entre os desinfetantes testados. Ao comparar a sensibilidade das duas bactérias frente aos desinfetantes, observou-se diferença apenas para o álcool etílico, onde a *Salmonella typhimurium* teve seu crescimento inibido em maior proporção do que a *Staphylococcus aureus*. Além disso, este trabalho também proporcionou um aprofundamento do conhecimento de conceitos de microbiologia através de um olhar químico e microbiológico, adquirindo, ao fim, mais experiência sobre o assunto.

REFERÊNCIAS

- BANDEIRA, N.C. et al. Ação de antissépticos e desinfetantes de uso doméstico sobre *Enterococcus* spp. isolados do arroio Dilúvio, RS, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 17(2), p. 77-86, 2019. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/114579>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- DE MATTOS, I.L. et al. Peróxido de hidrogênio: importância e determinação. *Química Nova*, v. 26(3), p. 373-380, 2003. DOI 10.1590/S0100-40422003000300015
- DOS SANTOS, A.L. et al. *Staphylococcus aureus*: visitando uma cepa de importância hospitalar. *Jornal Brasileiro de Patologia e Medicina Laboratorial*, v. 43(6), p. 413-423, 2007. DOI 10.1590/S1676-24442007000600005
- FERRARO, M.J. *Padronização dos testes de sensibilidade a antimicrobianos por disco-difusão*. 8. ed. Pennsylvania: Wayne, 2003. 58 p.
- PARAY, A.A. et al. Gram Staining: A Brief Review. *International Journal of Research and Review*, v. 10(9), 2023. DOI 10.52403/ijrr.20230934
- ROZMAN, U. et al. Reduced Susceptibility and Increased Resistance of Bacteria against Disinfectants: A Systematic Review. *Microorganisms*, v. 9(12), n° 2550, 2021. DOI 10.3390/microorganisms9122550
- TORTORA GJ, FUNKE BR, CASE CL. *Microbiologia*. 12ª Edição. Porto Alegre-RS: Artmed, 2017. 962 p.
- TOSTES, L.C.S. et al. Álcool 70% versus solução alcoólica de clorexidina 0,5% na antisepsia da pele para bloqueios do neuroeixo: ensaio clínico randomizado. *Revista do Colegiado Brasileiro de Cirurgias*, v. 48, n° e20202633, 2021. DOI 10.1590/0100-6991e-20202633
- WOLF, Cristiane. Estudo de caso da higiene (limpeza e desinfecção) em matadouro-frigorífico de bovinos, suínos e ovinos. 2017. 30 p. Monografia (Especialização em Produção, Tecnologia e Higiene em Alimentos de Origem Animal) – Faculdade de Veterinária. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS, 2017. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/163628>. Acesso em 24 abr. 2024.
- XU, Z. et al. Virtual screening of quorum sensing inhibitors for *Salmonella Typhimurium* and their application as preservatives in chicken breast. *Food Bioscience*, v. 55, n° 102957, 2023. DOI 10.1016/j.fbio.2023.102957

EQUILÍBRIO QUÍMICO NO CORPO HUMANO

 10.56238/livrosindi202428-009

ISBN: 978-65-6109-036-0

Camilly Zanetti Mantovani

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Emilly Schüler de Lima

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Giulia Carolina Bernardi Libardi

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Lia Emanuelli Soares Ribas

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Ângela Schwarz Seiryu Rocha

Docente Graduada em Licenciatura Plena em Educação Física - IFFar - Campus Panambi

Samile Martel Rhoden

Docente Doutora em Química Analítica - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

Em todo organismo existem reações químicas e, para que ele funcione corretamente, é necessário que essas reações estejam em perfeito equilíbrio, caso contrário poderão ocorrer graves alterações nos sistemas do corpo humano, como na circulação sanguínea e no metabolismo, por exemplo. O tema Equilíbrio Químico, amplamente abordado no Ensino Médio e em cursos da área da Química, normalmente é um tema complexo e que, muitas vezes, não desperta o interesse dos alunos da maneira devida. Sendo assim, esse trabalho é baseado em uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de compreender o funcionamento do corpo humano e os equilíbrios químicos envolvidos. Além disso, busca demonstrar procedimentos práticos relacionados a este tópico e, principalmente, abordar o tema Equilíbrio Químico vinculado ao corpo humano, uma vez que o organismo humano pode ser considerado um grande sistema químico com diferentes equilíbrios químicos envolvidos.

Palavras-chave: Le Chatelier, Água furiosa, Galinho do Tempo, Sopro Mágico, Homeostase.

1 INTRODUÇÃO

Todo ser vivo é estável química e fisicamente, ou seja, a homeostase está presente em todo ser que possui vida. Para que exista esse equilíbrio e que ele seja permanente, sua estabilidade deve ser capaz de modificar-se de acordo com os estímulos externos, estando apto a adequar-se em resposta a esses impulsos. Sendo assim, a breve instabilidade é necessária para a verdadeira estabilidade do organismo (Brito e Haddad, 2017).

O tema Equilíbrio Químico, amplamente abordado no Ensino Médio e em cursos da área da química, normalmente é um tema complexo e que, muitas vezes, não desperta o interesse dos alunos. Sendo assim, esse trabalho busca demonstrar procedimentos práticos relacionados a este tópico e,

principalmente, abordar o equilíbrio químico vinculado ao corpo humano, uma vez que o organismo humano pode ser considerado um grande sistema químico com diferentes equilíbrios químicos envolvidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Atkins e De Paula (2017) descrevem que equilíbrio químico ocorre quando as reações químicas tendem a avançar para um estado onde reagentes e produtos estão presentes e não mostram mais tendência a sofrerem modificações líquidas. Portanto, equilíbrio químico é o comportamento e as características das reações reversíveis, ou seja, reações que ocorrem em sentido direto (reagentes transformam-se em produtos) e inverso (produtos transformam-se em reagentes). O equilíbrio só ocorrerá se a reação for reversível e quando as velocidades das reações direta e inversa se igualam.

Segundo Harris (2017), o princípio de *Le Chatelier* estabelece que o sentido em que o sistema avança de volta para o equilíbrio é aquele que permite que a perturbação seja parcialmente compensada. De acordo com esse princípio, existem três variáveis que podem perturbar o equilíbrio químico de uma reação: temperatura, pressão e concentração. A variação de temperatura afeta o equilíbrio deslocando-o no sentido endotérmico, caso ocorra um aumento na temperatura; e, deslocando o equilíbrio no sentido exotérmico, caso ocorra uma redução na temperatura. Com o aumento da pressão do sistema, o equilíbrio desloca-se para o sentido de menor volume; e, com a redução da pressão do sistema, o equilíbrio desloca-se para o sentido de maior volume. Por fim, em razão da concentração, se houver redução da concentração de um dos reagentes/produtos, o equilíbrio se deslocará para o lado dele mesmo, e se aumentar a concentração de determinado reagente/produto, o equilíbrio se deslocará para o lado contrário.

Homeostase é um termo que foi cunhado pela primeira vez pelo fisiologista Walter Cannon em 1926, esclarecendo o '*milieu intérieur*' de que o colega fisiologista Claude Bernard havia falado em 1865. 'Homeo', expressão latina da palavra grega 'homio', significa 'semelhante a' e quando combinado com a palavra grega 'stasis', que significa 'parado', dá o termo que é a pedra angular da fisiologia (Libretti e Puckett, 2023). O equilíbrio químico juntamente com o equilíbrio físico, presentes no corpo humano, recebem a denominação de homeostase, ou seja, formam um processo de auto regulação por meio do qual os sistemas biológicos tendem a manter suas estabilidades para se ajustarem de acordo com que consigam sua sobrevivência.

Em todo organismo existem reações químicas, e para que ele funcione corretamente é necessário que essas reações estejam em perfeito equilíbrio, caso contrário ocorrerão graves alterações nos sistemas do corpo humano, como na circulação sanguínea e no metabolismo, por exemplo. Os principais equilíbrios químicos presentes no corpo humano são encontrados nas células,

no sangue, na saliva e dentes, podendo ocorrer desequilíbrios desses sistemas por aspectos que estão presentes no cotidiano. Um exemplo é a formação de cáries dentárias, devido a ingestão de bebidas ácidas pode haver um desequilíbrio químico que resulta na desmineralização dos dentes.

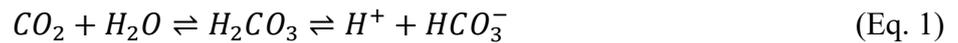
2.1 HOMEOSTASE

A homeostase é um conceito central necessário para a compreensão dos muitos mecanismos regulatórios da fisiologia. Claude Bernard propôs originalmente o conceito de constância do “meio interno”, mas a sua discussão foi bastante abstrata. Walter Cannon introduziu o termo “homeostase” e expandiu a noção de Bernard de “constância” do ambiente interno de forma explícita e concreta. Na década de 1960, os mecanismos reguladores homeostáticos na fisiologia começaram a ser descritos como processos discretos após a aplicação da análise de sistemas de controle de engenharia a sistemas fisiológicos (Modell et al., 2015). Definida por ser um processo de autorregulação, onde os sistemas biológicos tendem a permanecer estáveis para se ajustarem a condições ótimas de sobrevivência, a homeostase está interligada, diretamente, com o equilíbrio químico, pois é através dele que se alcança esta estabilidade.

O ser vivo, com seu desenvolvimento elevado, é considerado um sistema aberto, que, possuindo muitas relações com o seu entorno, é afetado diretamente pelas alterações em seu meio. Tais alterações são normalmente mantidas dentro de limites estreitos, pois determinados ajustes automáticos dentro do sistema são postos em ação, mantendo assim, as condições internas praticamente constantes sem que ocorra grandes oscilações.

2.2 EQUILÍBRIO QUÍMICO NO SANGUE

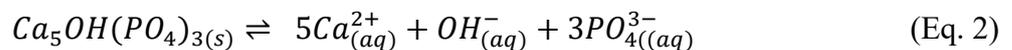
Em relação às circunstâncias que afetam o sangue, há pequenos arranjos finos no próprio sangue ligados a uma vastidão de órgãos (como o cérebro e nervos, coração, pulmões, rins, baço) que operam para manter as funções respiratórias estáveis (Brito e Haddad, 2017). O sangue humano é formado por uma solução tampão (mistura de um ácido fraco com seu sal), ou seja, não possui variações bruscas em seu pH, permanecendo entre 7,35 e 7,45. A relação de equilíbrio é apresentada na Equação 1 (Engelking, 2015). Quando o pH fica menor do que o ideal, ocorre a acidose. Em muitos casos, é resultado de problemas respiratórios como pneumonia, bronquite ou asma. Nesse caso, a hipoventilação mantém o teor de CO₂ transferido para o exterior reduzido, aumentando a sua concentração no sangue. Já a alcalose deriva do aumento do pH sanguíneo, causado pela respiração acelerada decorrente do uso de drogas, crises de ansiedade, prática excessiva de esportes, doenças pulmonares entre outros.



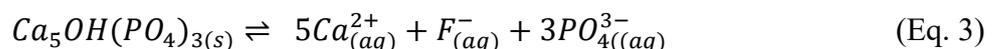
2.3 EQUILÍBRIO QUÍMICO NOS DENTES E SALIVA

Os dentes são estruturas mineralizadas, formados por três principais partes: a coroa, o colo e a raiz. O esmalte, a dentina, a polpa e o cimento são outras estruturas presentes no dente, sendo seu principal componente a hidroxiapatita, um sal muito insolúvel em água, com a seguinte fórmula molecular: $Ca_5OH(PO_4)_3(s)$ (Silva et al., 2001).

Pelo fato de nossa boca estar submetida a 36°C, e estar sempre úmida, é um ambiente muito propício para a proliferação de microrganismos. A saliva possui proteínas que formam uma camada sobre os dentes, acumulando as bactérias, elas se alimentam dos açúcares dos alimentos que ficam acumulados e vão se proliferando, formando as placas bacterianas ou também chamadas de biofilmes dentais. As bactérias se metabolizam formando ácidos, que acabam corroendo a hidroxiapatita, ocorrendo a desmineralização, formando uma cavidade nos dentes, originando então, as cáries. O consumo de alimentos e bebidas ácidas resulta na reação entre os íons H^+ e OH^- , provocando um deslocamento de equilíbrio para a direita, ilustrada na Equação 2. Os íons OH^- são essenciais no processo de mineralização, ocorrendo sua redução devido sua neutralização realizada pelos íons H^+ , ou seja, consumindo cada vez mais a hidroxiapatita, fragilizando o esmalte dos dentes (Chacon et al., 2016).



Ao escovar os dentes com uma pasta alcalina (pH maior que 7) o equilíbrio desloca para o lado da mineralização. Os cremes dentais são constituídos por abrasivos, soluções básicas que agem diminuindo a acidez da boca, são insolúveis em água e os mais usados são, o carbonato de cálcio ($CaCO_3$), óxido de magnésio (MgO), entre outros. Um componente importante dos cremes dentais são os sais de flúor como o monoflúor fosfato de sódio ($Na_4(PO_4)F$) e o fluoreto de sódio (NaF), estes ajudam no combate da desmineralização da hidroxiapatita, mantendo os dentes mais resistentes. O íon que atua é o fluoreto (F^-), conforme mostra a Equação 3 (Chacon et al., 2016).



Os íons OH^- são substituídos pelos íons F^- na hidroxiapatita, formando a fluorapatita ($Ca_5F(PO_4)_4$), que é insolúvel em água, tornando o esmalte dos dentes mais resistente aos ácidos.

3 METODOLOGIA

Essa pesquisa caracteriza-se por ser um estudo de caráter descritivo, pois tem o objetivo de descrever a homeostase de determinados sistemas do corpo humano, além de um delineamento bibliográfico, pois implica na verificação de conhecimentos científicos sobre o tema desenvolvido (Gil, 2008). Possui também uma abordagem qualitativa e quantitativa, devido a verificação do equilíbrio químico através de experimentos realizados nos laboratórios do IFFar- *Campus* Panambi que posteriormente serão demonstrados na apresentação da Prática Profissional Integrada para auxiliar na explicação da temática. Os experimentos realizados são Água Furiosa (Oliveira e de Oliveira, 2020), Sopro Mágico (Da Silva, 2019) e Galinho do Tempo (Parussolo et al., 2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Valadares (2001) relata que um dos maiores desafios do ensino de Química é conseguir construir uma ponte entre o conhecimento escolar com o cotidiano dos alunos. Na maioria das vezes, a ausência deste vínculo a responsável pelo distanciamento entre alunos e professores. Em contraponto, as atividades práticas laboratoriais estão diretamente ligadas à aprendizagem de conceitos químicos com maior facilidade, já que, por ser um conteúdo complexo, torna-se complicada a sua compreensão com apenas teoria.

Para o entendimento de como ocorre o equilíbrio químico na prática, foram realizados os experimentos Água Furiosa, Galinho do Tempo e Sopro Mágico, sendo posteriormente duas delas demonstradas na apresentação deste projeto. Os três experimentos reproduzidos demonstram, na prática, como o equilíbrio químico pode ser afetado pela alteração de temperatura, pressão e concentração dos reagentes, além da sua capacidade de se restabelecer.

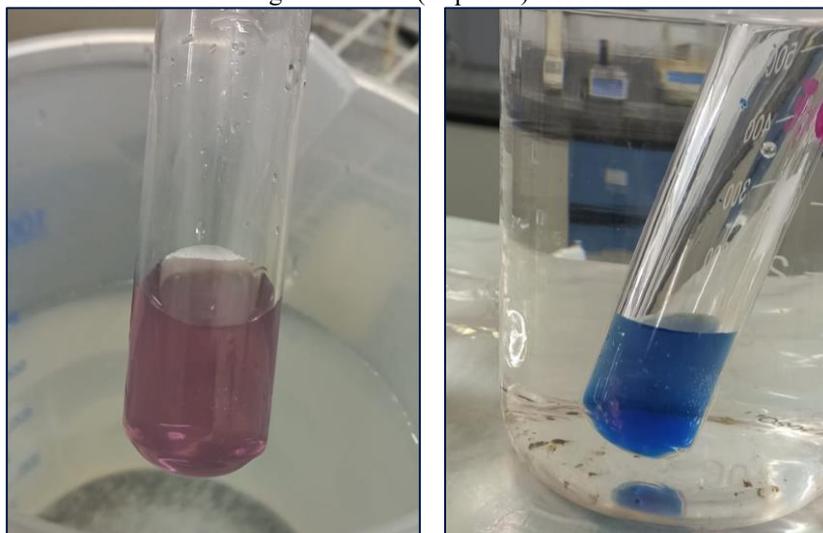
4.1 ÁGUA FURIOSA

Essa prática foi baseada em um experimento realizado por Oliveira e de Oliveira (2020), o qual utiliza azul de metileno em uma solução contendo glicose, hidróxido de sódio e água destilada para que ocorra sua dissolução. Depois de determinado tempo parada, a solução fica incolor. Ocorre novamente a mudança de coloração ao transferir o conteúdo do béquer para um outro, deslocando assim o seu equilíbrio químico. A Água Furiosa é um experimento que demonstra que com agitação de determinada solução, equilíbrio químico pode ser perturbado, causando uma mudança de cor. Essa alteração na cor, ocorre pelo fato que o leucometileno (mistura da glicose com NaOH), quando agitado, interage com o oxigênio gasoso presente no ar e dissolvido na água, retornando a ser azul de metileno temporariamente.

4.2 GALINHO DO TEMPO

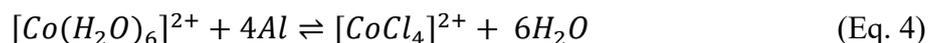
A prática, baseada em um experimento utilizado por Parussolo et al. (2015) para auxiliar no ensino-aprendizagem do conteúdo de equilíbrio químico no ensino médio, demonstra o deslocamento de equilíbrio químico devido a alteração de concentração dos reagentes e mudança de temperatura. Para isso, em um tubo de ensaio, adiciona-se Cloreto de Cobalto hexahidratado ($[\text{Co}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$) e, em seguida, água destilada. Posteriormente, adiciona-se Ácido Clorídrico concentrado, com manuseio em capela. A mudança de cor é bem visível. Na sequência, é adicionada mais água destilada ao tubo de ensaio, e a cor se altera novamente. Neste experimento é demonstrada a alteração do equilíbrio químico referente a um aumento de concentração dos reagentes e a mudança de temperatura. O cloreto de cobalto possui coloração rosada (Figura 1, esquerda), porém com a adição de HCl, a solução ficou azul (Figura 1, direita).

Figura 1 – Cloreto de Cobalto em água destilada (esquerda) e HCl em Cloreto de Cobalto (direita).



Fonte: Autoria própria (2022).

Colocando o tubo de ensaio em um béquer com água quente, o equilíbrio químico da reação é deslocado no sentido endotérmico (Equação 4), ficando, desse modo, azulado, pois o tetracloreto de cobalto ($[\text{CoCl}_4]^{2-}$) possui essa coloração.



Quando esse tubo é posto em um béquer com água fria, ocorre o inverso, o deslocamento químico ocorre no sentido exotérmico (Equação 5), formando mais cloreto de cobalto hexahidratado, ficando com a cor rosa novamente. Essa mudança de coloração devido a temperaturas diferentes está demonstrada na Figura 2.



Figura 2 – Mudança de coloração devido a temperatura.



Fonte: Autoria própria (2022).

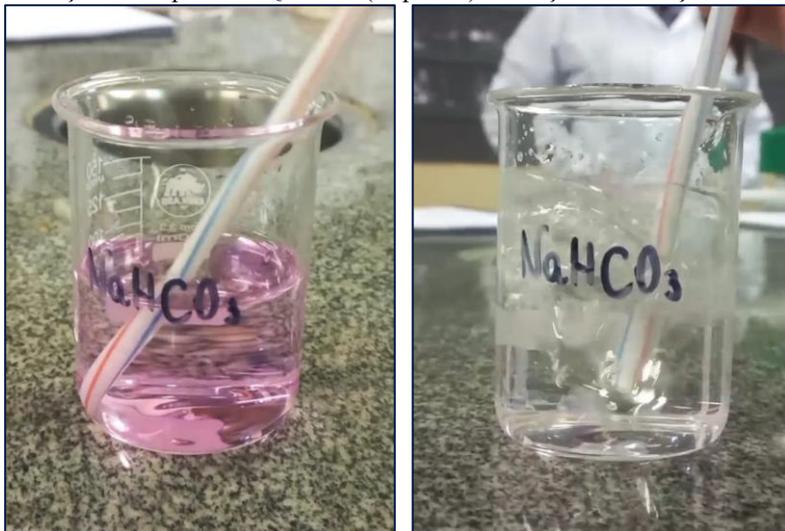
4.3 SOPRO MÁGICO

Baseado em Da Silva (2019), este experimento utiliza água, bicarbonato de sódio e fenolftaleína em 2 Béqueres, formando uma solução rosada devido ao seu $\text{pH} > 7$. Em apenas um dos Béqueres acrescenta-se indicador (fenolftaleína) (Figura 3, esquerda). Posteriormente, coloca-se o canudinho para soprar a solução até ela ter sua cor modificada (Equações 6 e 7).



Ao utilizar o canudinho para soprar CO_2 na solução, aumentou a concentração de H_2CO_3 , consequentemente formando mais $NaHCO_3$. Ou seja, o equilíbrio químico da reação é alterado devido a mudança de concentração no sentido de formação dos reagentes dos reagentes (Figura 3, direita).

Figura 3 – Solução em Equilíbrio Químico (esquerda) e solução com adição de CO_2 (direita).



Fonte: Autoria própria (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base no estudo bibliográfico e nos experimentos realizados em laboratório, concluiu-se que o equilíbrio químico está presente em praticamente todos os sistemas do universo, inclusive no corpo humano. Conforme apresentado ao longo da pesquisa, sem a homeostase presente nos diversos sistemas do corpo humano, não haveria possibilidade de vida. Sabendo da sua importância, visualizou-se que esse equilíbrio pode ser alterado devido a condições de temperatura, pressão e concentração dos elementos envolvidos, principalmente, relacionados com as ações do cotidiano, como a alimentação, por exemplo. O conteúdo abordado nessa pesquisa é de suma importância para o conhecimento do corpo humano, um assunto pouco falado, mas que abrange um grande conhecimento sobre o funcionamento dos organismos. Com as práticas dos experimentos feitos em laboratório, foi possível identificar, de forma visual, equilíbrios químicos semelhantes aos que ocorrem em nosso corpo, auxiliando nosso entendimento sobre o assunto abordado.

REFERÊNCIAS

- ATKINS, P.; DE PAULA, J. Físico-química. v.1. 10º Ed. LTC: Rio de Janeiro-RJ, 2017. 512 p.
- BRITO, I.; HADDAD, H. A formulação do conceito de homeostase por Walter Cannon. *Filosofia e História da Biologia*, v. 12(1), p. 99-113, 2017. Disponível em: https://www.abfhib.org/FHB/FHB-12-1/FHB-12-01-06-Ivana-Brito_Hamilton-Haddad.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.
- CHACON, E.P.; DE CARVALHO, L.J.; RIBEIRO, C.M.R. A odontologia como tema para o ensino de química: estudo de possibilidades por meio de mapas conceituais. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v.9(2), p. 45-62, 2016. DOI 10.22409/resa2016.v9i2.a21223
- DA SILVA, Maradona Cavalcante. Associação entre história da química e experimentação como potencializadora para o ensino de química. 2019. 52 p. Monografia (Graduação em Química) – Centro de Ciências. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza-CE, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/48443>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- ENGELKING, L.R. *Metabolic Alkalosis. Textbook of Veterinary Physiological Chemistry (Third Edition)*, p. 576-583, 2015
- GIL, A.C. Métodos e técnicas de pesquisa social. 6. ed. - São Paulo: Atlas, 2008. 200 p.
- LIBRETTI S, PUCKETT Y. *Physiology, Homeostasis. StatPearls*, 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK559138/>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- HARRIS D. *Análise química quantitativa*. 9º Ed. LTC: Rio de Janeiro-RJ, 2017. 966 p.
- MODELL, H. et al. A physiologist's view of homeostasis. *Advances in Physiology Education*, v. 39(4), p. 259–266, 2015. DOI 10.1152/advan.00107.2015
- OLIVEIRA, J.C.C.; DE OLIVEIRA, A.C. Sala invertida em avaliações de físico química no ensino superior. *Com a Palavra o Professor*, v.5(12), 2020. DOI 10.23864/cpp.v5i12.440
- PARUSSOLO, A.P.; LOMBARDE, W.; BARON, A.M. Galinho do tempo: um jogo didático para auxiliar o ensino-aprendizagem do conteúdo equilíbrio químico no ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, v. 10(1), p. 141-146, 2015. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/519>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- SILVA, R.R. et al. A química e a conservação de dentes. *Química Nova na Escola*. v. 13, p. 3-8, 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc13/v13a01.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- VALADARES, E.C. Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade. *Química nova na escola*, v. 13, p. 38-40, 2001. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc13/v13a08.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.

PLÁSTICO BIODEGRADÁVEL A BASE DE TAPIOCA E CANA-DE-AÇÚCAR

  10.56238/livrosindi202428-010

ISBN: 978-65-6109-036-0

Ana Júlia Formentini Birkan

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Dieli Helwig

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Emanuele de Almeida de Quadros

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Laila Christina Siqueira

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Mariana Buzzatti

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Kauana Martins Bonfada Perini

Docente Mestre em Educação - IFFar - Campus Panambi

Lucilene Lösch Oliveira

Docente Doutora em Química - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

O plástico faz parte do cotidiano das pessoas. Está presente em diversos produtos considerados descartáveis, como garrafas PET, sacolas plásticas, embalagens entre outros. Porém, estes produtos, majoritariamente de origem em derivados do petróleo, não se degradam facilmente, o que contribui consideravelmente com a poluição do meio ambiente, desde sua produção até seu descarte incorreto. Por isso, é de grande importância que novas alternativas sejam apresentadas e desenvolvidas, como plásticos biodegradáveis. Nesse contexto, um biopolímero produzido a partir do amido de mandioca processado (tapioca) e fibra de cana-de-açúcar foi desenvolvido como pesquisa na Prática Profissional Integrada do ano de 2022. O resultado obtido foi satisfatório, formando um biopolímero com tempo de degradação de 15 dias no meio terroso, com maior resistência mecânica, podendo ser utilizado como embalagem para mudas de hortaliças.

Palavras-chave: Biopolímero, Embalagem sustentável, Bioplástico.

1 INTRODUÇÃO

A indústria dos polímeros teve seu surgimento com a tecnologia de vulcanização da borracha natural, a qual foi patenteada em 1844 por Charles Goodyear. Outro momento importante para o início da indústria foi em 1870, quando os irmãos Hyatt apresentaram o processo de plastificação do nitrato de celulose, tendo como principais usos desde escovas de dentes até bolas de bilhar. No século XX, foi a vez da celulose se transformar em fibras têxteis, pelo processo de viscose; até esse momento a indústria era limitada a apenas a transformação dos polímeros naturais. Em 1907, foi exposto o

processo de síntese de um material polimérico sintético por Lord Baekeland, a baquelite, sendo ele o fundador de fábricas para a produção deste polímero (Hage Junior, 1998). Até 1950 houve um crescimento lento na taxa de produção de plástico; depois, houve uma revolução nos produtos da indústria plástica. No ano de 2019, a produção global de plástico foi de cerca de 368 milhões de toneladas métricas, das quais a Ásia contribuiu com cerca de 51%, seguida pelo Acordo de Livre Comércio da América do Norte (NAFTA) (18%) e pela Europa (17%). No ano de 2020, a produção de plástico foi registrada em cerca de 367 milhões de toneladas (Jadaun et al., 2022).

Por certo tempo o plástico foi muito estudado e aperfeiçoado, e atualmente tornou-se algo regularmente utilizado pela sociedade. Em consequência disso, a poluição criada pelos plásticos sintéticos vem aumentando proporcionalmente a sua produção e consumo, já que este item tem uma grande demora para se degradar. Segundo Abhilash e Inamdar (2022), ao ritmo atual, há produção de plástico no mundo suficiente para encher um navio de carga a cada meia hora. Dos cerca de 8,3 bilhões de toneladas gerados, 80% estão retidos no solo, na água e nos sistemas alimentares. Menos de 10% dos resíduos plásticos são reciclados numa perspectiva global. Os processos de fim de vida útil dos resíduos plásticos geraram 193 toneladas de gases de efeito estufa (GEE) em 2019, uma fração de 1789 toneladas em emissões geradas ao longo de todo o ciclo de vida do plástico, incluindo a sua produção. Uma das razões para que o índice de reciclagem seja baixo é a contaminação que ocorre no descarte e coleta, pois nem todo plástico coletado pode ser reciclado.

Outra causa para a dificuldade da reciclagem dos plásticos é a estabilidade química de diversos polímeros sintéticos, que são características consideradas como aspectos de qualidade, como por exemplo resistência ao calor, ao atrito, isolantes elétricos, ao passo que também dificultam sua decomposição (McMurry, 2011). Essas características devem-se ao fato de que as chamadas reações de polimerização dos polímeros sintéticos, quando moléculas menores (monômeros provenientes da nafta, a partir da destilação do petróleo) reagem formando macromoléculas que requerem muita energia e tempo para que ocorra a degradação (Mortimer e Machado, 2016).

Pensando nisso, há a necessidade de se produzir polímeros que possam ser degradados naturalmente, por microrganismo, e/ou em curto espaço de tempo, situação onde se inserem os chamados biopolímeros. Segundo Riyajan (2015), o amido é um exemplo de biopolímero renovável e de baixo custo, assim se torna uma ótima alternativa para o avanço na fabricação de plásticos. Contudo, como desvantagens o amido possui propriedades mecânicas insuficientes e baixa resistência à água. Portanto, geralmente é modificado para diversificar a estrutura e funcionalidade para atender diferentes aplicações. A mandioca pode fornecer amido a partir de seus derivados, como a tapioca, e por isso foi o material escolhido, juntamente com o reforço da fibra de cana-de-açúcar, para a elaboração de um biopolímero com melhor resistência mecânica e rápida degradabilidade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O QUE É POLÍMERO?

O plástico é quimicamente conhecido como polímero e possui uma infinidade de aplicações que estão intensamente presentes no dia-a-dia, desde produtos descartáveis, como as garrafas PET e as máscaras cirúrgicas, até os eletrodomésticos. A palavra polímero (“*poly*” + “*mer*”) significa muitas partes, originada do grego e criada por Berzelius, em 1832, com a intenção de designar compostos de pesos moleculares variados (Mano e Mendes, 1999). “Meros”, são unidades repetidas ao longo de toda a cadeia polimérica, eles se ligam entre si por meio de ligações primárias para formar um polímero, ou seja, uma macromolécula. A formação de um polímero se dá quando cerca de mil a cinco mil meros se ligam, sequencialmente (Passatore, 2013). Esses meros são originados pela matéria-prima chamada monômero, em grande parte obtida a partir do petróleo. Entretanto também é possível produzir e utilizar monômeros a partir do milho, cana-de-açúcar, celulose, quitina entre outros, já que são substâncias ricas em carbono, o principal átomo constituinte dos polímeros (Brito et al., 2011).

2.2 POLÍMEROS NATURAIS E SINTÉTICOS

De maneira geral, existem duas divisões no grupo de polímeros: naturais e sintéticos. A principal diferença entre os dois são a aplicabilidade e os tipos de materiais que os compõem (Fechine, 2013). Polímeros sintéticos são a maior parte dos plásticos encontrados atualmente. São definidos como aqueles que são sintetizados por processos industriais, normalmente derivados de fontes não renováveis, como o petróleo (Gonçalves, 2013). Existem diversos tipos de polímeros sintéticos, como polietileno (PE), polipropileno (PP), poli(cloreto de vinila) (PVC) e poli(tereftalato de etileno) (PET). Esses são muito utilizados por causa de suas durabilidades, já que permanecem inalterados durante muitos anos, devido as suas propriedades químicas e físicas, inclusive após o seu descarte (Fechine, 2013). Por outro lado, existem os polímeros biodegradáveis (PB), que são definidos como aqueles que podem ser quebrados em pequenos segmentos por enzimas que vão possibilitar que os microrganismos existentes no solo causarem a degradação (Bruice, 2006). Entre eles estão o polietileno verde (PE), polilactatos (PLA), polissacarídeos e polihidroxialcanoatos (PHA) (Belloli, 2010).

2.3 PROPRIEDADE DOS POLÍMEROS

2.3.1 Propriedades mecânicas

As propriedades mecânicas podem ser definidas como resistência ao impacto e a elasticidade do polímero. Estas propriedades dependem do tipo de polímero e quais são os seus elementos

estruturais e são definidas através de uma série de ensaios. Muitas vezes esses ensaios não são suficientes para a definição, por isso é necessária a classificação deve ser definida por meio de métodos que utilizam o empirismo do qual é contrabalançado pelo rigor (Mano, 1991).

Propriedades térmicas

As propriedades térmicas são divididas em dois grandes grupos, os termoplásticos e os termofixos. Os polímeros termoplásticos são definidos como aqueles que podem mudar de forma quando aquecidos, permitindo a moldagem e tratamento. Depois de resfriado, ele pode ser novamente aquecido e moldado em novos formatos. Já os polímeros termofixos, também conhecidos como termorrígidos, são materiais que inicialmente se fundem, mas quando aquecidos novamente não podem ser remoldados. Esses plásticos não podem ser reciclados (Pavia et al., 2009).

A grande parte dos materiais não poliméricos existe em diversos estados caracterizados por pontos de fusão e ebulição bem definidos. Porém existem outros comportamentos mais complexos, como a temperatura de transição vítrea (T_g), que é definida pela temperatura em que o polímero passa para o estado borrachoso. Esse comportamento pode ser determinado experimentalmente pela dilatométrica e calorimetria. Outro comportamento complexo é a temperatura de fusão cristalina (T_m), sendo definida como aquela em que os cristalitos e esferulitos, as regiões ordenadas dos polímeros, se desagregam e fundem. O contrário do ponto de fusão cristalina é o ponto de cristalização (T_c), que ocorre do sentido fundido para o sólido (Akcelrud, 2007).

3 COMPONENTES DE ELABORAÇÃO DE BIOPOLÍMEROS

Diversos são os elementos que podem ser utilizados na produção e biopolímeros. Na sequência, serão descritas algumas características do amido, da cana de açúcar e da glicerina, a qual possui ação plastificante e é um importante composto utilizado na produção de polímeros biodegradáveis.

3.1 AMIDO

Polímeros biodegradáveis de base natural podem ser compostos de polissacarídeos – como amidos – e outras macromoléculas e proteínas essenciais. O amido é um carboidrato composto por duas estruturas principais: amilose (linear) e amilopectina (ramificada); é uma opção viável para produzir biopolímeros e substituir seus parentes de origem fóssil por ter baixo custo e ampla disponibilidade (Cremonez et al., 2020). Ele é obtido a partir de (mandioca, batata doce, cará), caules do tipo tubérculo (batatinha) e frutos e sementes (milho) (Fechine, 2013).

O polissacarídeo está armazenado em formato de grânulos, demonstrando um grau de organização molecular que atribui características parcialmente cristalinas, ou semicristalinas. Esta característica é essencial para a obtenção dos termoplásticos, já que é necessário destruir a estrutura semicristalina a fim de dar origem a uma matriz polimérica amorfa e homogênea. Para que a destruição dos grânulos de amido ocorra é necessário que haja um de dois fenômenos: a gelatinização ou a fusão. A gelatinização acontece quando o amido é transformado em uma pasta viscoelástica, por meio de excesso de água, causando o rompimento de ligações de hidrogênio que mantinham a integridade do grânulo. Em contrapartida, a fusão acontece quando o amido é aquecido em altas temperaturas na presença de menores quantidades de água. Finalmente, após a ocorrência da gelatinização, as moléculas se reassociam em ligações de hidrogênio. Assim a estrutura pode se tornar novamente cristalina e ordenada, acontecendo a chamada retrogradação ou recristalização homogênea (Mali et al., 2010).

3.2 CANA-DE-AÇÚCAR

A fibra da cana-de-açúcar é utilizada para produzir materiais compósitos, como é o caso deste trabalho. Compósitos são uma combinação de dois ou mais elementos que fazem o produto ter diferentes propriedades, sendo formados por uma matriz e um reforço. Matrizes fornecem a estrutura, mantendo os reforços em sua posição e preenchendo o espaço, um exemplo é o termoplástico de amido. Materiais reforços fazem com que o polímero tenha diferentes propriedades, esse é o caso da fibra vegetal de cana de açúcar que dá maior resistência e rigidez ao biopolímero formado (Ligowsky et al., 2015).

3.3 GLICERINA

A glicerina, também conhecida como glicerol, é um líquido oleoso, incolor e solúvel em água, sendo produzida como subproduto do processo de saponificação. Na química ela é reconhecida como um tri-álcool com 3 carbonos e denominado pela IUPAC como propano-1,2,3-triol. Os três grupos de hidroxila presentes na estrutura são responsáveis pela solubilidade e fornecem um ponto de partida para reações químicas e outras aplicações. Para a produção de biopolímeros é necessário um agente plastificante, podendo ser esse o glicerol. Agentes plastificantes são utilizados para melhorar a processabilidade e flexibilidade, formando um material mais homogêneo, flexível e com menor temperatura de transição vítrea. Essa substância reduz as forças intermoleculares das cadeias poliméricas, possibilitando que as macromoléculas deslizem entre si facilmente (Gonçalves, 2013).

4 METODOLOGIA

4.1 MATERIAIS

O material utilizado para a produção do biopolímero foi fibra de cana-de-açúcar, amido de mandioca processado, água, glicerina, ácido acético e corante alimentício.

4.2 PROCEDIMENTO

O procedimento de experimental teve como base o trabalho de Gonçalves (2013), mas contou com várias adaptações para o biopolímero proposto neste trabalho, com base na experimentação. Após vários testes, chegou-se à sequência que melhores resultados retornou. Inicialmente, a cana-de-açúcar foi manualmente descascada e cortada, em seguida foi triturada em um liquidificador industrial marca Vitalex. Na sequência, ela foi moída em um micromoinho marca Marconi. Em um béquer foram pesados 60g de amido de mandioca processado e 85g de fibra da cana-de-açúcar, em proveta foram adicionados 160mL de água, 40 mL de glicerina e 40mL de ácido acético. Os reagentes foram misturados e aquecidos em fogo baixo em uma panela de alumínio. O composto foi aquecido até se obter uma mistura gelatinosa e transparente. Em seguida, o polímero foi transferido para o molde. Em, aproximadamente, três dias o biopolímero solidificou.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na produção e experimentação para a produção de um compósito polimérico, foram obtidos os resultados parciais a partir das primeiras tentativas de produção que visavam a fabricação de um polímero resistente e flexível. Verificou-se que a produção do biopolímero sem a adição de fibra de cana-de-açúcar resultava em um produto de baixa resistência térmica e mecânica, além de permanecer com aspecto pegajoso por vários dias. Então, com o objetivo de melhorar as propriedades físicas do biopolímero a partir do amido da mandioca, a opção proposta foi a utilização da fibra da cana-de-açúcar, caracterizando a formação de um compósito. Primeiramente, o método utilizado era o de combinar todos os elementos e aquecê-los. Entretanto, para que fosse utilizada a cana-de-açúcar, ela foi triturada juntamente com os líquidos e na sequência aquecida. Observou-se que quando esse método não foi utilizado, com a fibra sendo adicionada diretamente a todos os outros componentes e aquecida (e não triturada juntamente com os compostos líquidos e aquecida), o plástico não solidificou de maneira satisfatória. Esse fato pode ter origem tanto no grau de redução de tamanho, que é maior na primeira situação, como no grau de misturação, no sentido de que o compósito se distribuiu de maneira uniforme e garantiu um processo de secagem mais eficiente.

Também foi proposto um teste simples de biodegradação, a qual ocorre quando o material é submetido a microrganismos que proporcionam a quebra das ligações químicas da cadeia principal

do polímero (De Paoli, 2008). Desse modo, uma amostra do bioplástico produzido foi enterrado no solo e observado em um intervalo de cerca de 30 dias. No final do experimento a amostra mostrou-se em um processo de deterioração e fragmentação, associando-se à terra e completando sua decomposição conforme o esperado. Portanto, o plástico resultou em uma ótima opção para ser utilizado como embalagem de diversos objetos, como embalagens de mudas de hortaliças, visto que ele servirá como adubo e tem grande aplicabilidade para a diminuição de plásticos não renováveis.

Por fim, foi proposta a construção de formas para o cultivo de mudas de verduras, como alface (Figura 1). Observou-se que a estrutura ficou uniforme, mantendo a resistência mecânica e térmica. De maneira complementar, também suportou teores de umidade para o cultivo da planta. Desse modo, o suporte pode ser utilizado para o cultivo, comercialização e plantio da muda de hortaliças e demais plantas no local de destino, pois se trata de uma solução biodegradável para o acondicionamento temporário.

Figura 1 – Suporte de biopolímero produzido para acondicionamento temporário de hortaliças.



Fonte: Autoria própria (2022).

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em virtude de que o plástico estar presente no cotidiano das pessoas, foi possível com este trabalho apresentar uma nova alternativa sustentável e benéfica para o ecossistema. O bioplástico produzido se mostrou uma tecnologia promissora, apresentando uma forma mais sustentável de elaborar um plástico biodegradável. O êxito na produção foi possível devido a utilização de compósitos a partir do amido de mandioca e do reforço da fibra natural da cana-de-açúcar. O baixo custo para a produção mostra que suas possibilidades de utilização são positivas. Por isso, a continuação do estudo e aprimoramento, por meio de futuros trabalhos acadêmicos, da prática são necessários, fazendo com que os aspectos negativos desse material, como a falta de elasticidade e aspecto rudimentar, se tornem mínimos.

REFERÊNCIAS

- ABHILASH; INAMDAR, I. Recycling of plastic wastes generated from COVID-19: A comprehensive illustration of type and properties of plastics with remedial options. *Science of the Total Environment*, v.838, n° 155895, 2022. DOI 10.1016/j.scitotenv.2022.155895
- AKCELRUD, L. Fundamentos da ciência dos polímeros. 1. ed. Barueri: Manole, 2007. 288 p.
- BELLOLI, Rodrigo. Polietileno Verde do Etanol da Cana-de-Açúcar Brasileira: Biopolímero de classe mundial. 2010. 34 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-RS, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/35204>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- BRITO, G.F. et al. Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, v.6(2), p. 127-139, 2011. Disponível em: <http://www2.ufcg.edu.br/revista-remap/index.php/REMAP/article/viewFile/222/204>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- BRUICE, P.Y. Química Orgânica. 4. ed. vol. 2. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2006. 574 p.
- CREMONEZ, P.A. et al. Effect of substrate concentrations on methane and hydrogen biogas production by anaerobic digestion of a cassava starch-based polymer. *Industrial Crops and Products*, v. 151, n° 112471, 2020. DOI 10.1016/j.indcrop.2020.112471
- DE PAOLI, M.A. Degradação e estabilização de polímeros. São Paulo: Artliber Editora, 2008. 286 p.
- FECHINE, G.J.M. Polímeros biodegradáveis: tipos, mecanismos, normas e mercado mundial. São Paulo: Editora Mackenzie, 2013. 120 p.
- GONÇALVES, Paula Fernanda Almeida. Obtenção e caracterização de compósitos poliméricos biodegradáveis obtidos via extrusão a partir de PLA (ácido polilático), amido de mandioca, glicerol e bagaço de cana-de-açúcar. 2013. 83 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina-PR, 2013. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/11955>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- HAGE JUNIOR, E. Aspectos históricos sobre o desenvolvimento da ciência e tecnologia de polímeros. *Revista Polímeros: Ciência e Tecnologia*. v. 8(2), p. 6-9, 1998. DOI 10.1590/S0104-14281998000200003
- JADAUN, J.S. et al. Biodegradation of plastics for sustainable environment. *Bioresource Technology*, v. 347, n° 126697, 2022. DOI 10.1016/j.biortech.2022.126697
- LIGOWSKI, E.; SANTOS, B.C.; FUJIWARA, S.T. Materiais compósitos a base de fibras da cana-de-açúcar e polímeros reciclados obtidos através da técnica de extrusão. *Polímeros*, v. 25, p. 70-75, 2015. DOI 10.1590/0104-1428.1605
- MALI, S.; GROSSMANN, M.V.E.; YAMASHITA, F. Filmes de amido: produção, propriedades e potencial de utilização. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 31(1), p. 137-156, 2010. DOI 10.5433/1679-0359.2010v31n1p137

MANO, E.; MENDES, L.C. Introdução a polímeros. 2ª ed. São Paulo, 1999. 208 p.

McMURRY, J. Química Orgânica. vol. 2. Tradução de All Tasks. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. Química: ensino médio. 3ª ed. São Paulo: Scipione, 2016. 1141 p.

PASSATORE, C.R. Química dos polímeros. São Paulo: Centro Paula Souza, 2013.

PAVIA DL, LAMPAM GM, KRIZ GS, ENGEL R. Química Orgânica Experimental: Técnicas de escala pequena. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 880 p.

RIYAJAN S. Robust and biodegradable polymer of cassava starch and modified natural rubber. Carbohydrate Polymers, v. 134, p. 267–277, 2015. DOI 10.1016/j.carbpol.2015.07.038

PRÁTICAS NO ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

 10.56238/livrosindi202428-011

ISBN: 978-65-6109-036-0

Augusto Joceli Schafer Candido

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Júlia Lessa de Souza

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Natally Cristine Sommer Santos

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Raissa Vitória de Oliveira

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Jenifer Heuert Konrad

Docente Mestre em Modelagem Matemática - IFFar - Campus Panambi

Samile Martel Rhoden

Docente Doutora em Química Analítica - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo explorar a importância da prática de experimentos no ensino das ciências exatas voltada aos alunos do ensino fundamental e médio. O trabalho consiste em uma pesquisa bibliográfica e atividade prática relacionada aos experimentos abordados como o Camaleão Químico, Cristalização do Naftaleno e Torre de Líquidos. Também foi realizado um questionário obtendo informações e opiniões de alunos e ex-alunos com relação a experimentos realizados na área de física e química, com o objetivo de obter informações sobre o acesso a essas aulas práticas e qual a importância delas para a aprendizagem. Realizada essa pesquisa, percebe-se a importância da compreensão do que a realização de experimentos abrange, comprovando a importância destas práticas, principalmente em conteúdos mais complexos, de maneira que pode despertar ou facilitar a compreensão de muitos conceitos de ciências exatas. A pesquisa ampliou o conhecimento no sentido de que muitas escolas não realizam prática, sendo que alguns experimentos poderiam ser realizados com materiais alternativos.

Palavras-chave: Camaleão Químico, Cristalização do Naftaleno, Torre de Líquidos.

1 INTRODUÇÃO

As disciplinas de química e física, no ramo das ciências exatas, englobam o estudo da estrutura das substâncias, a composição e as propriedades das diferentes matérias, as transformações e a energia que acompanha essas transformações, possibilitando ao aluno a compreensão de processos do seu dia a dia. Sabendo a importância destes conhecimentos no nosso cotidiano, há grande preocupação sobre o aproveitamento destes, principalmente durante o ensino médio, pela dificuldade de alunos em construir um aprendizado sólido em alguns desses tópicos. Um dos fatores que pode influenciar nessa dificuldade de compreensão, prejudicando o interesse por essas disciplinas, é a

maneira como ela é apresentada aos alunos, muitas vezes, aplicando apenas a teoria em sala de aula, e não apresentando na prática como a matéria está presente nas nossas vidas e no nosso dia a dia.

Segundo Baratieri et al. (2008), a experimentação aplicada ao ensino de química, de acordo com a linha epistemológica empirista e indutivista, é geralmente orientada por roteiros nos quais as atividades são desenvolvidas sequencial e linearmente. Por vezes, os alunos procedem apenas com anotações e manipulações sem saber o objetivo e as consequências, não associando de maneira adequada a teoria à prática. Em paralelo, alguns professores encaram grande dificuldade na abordagem de aulas práticas, por falta de recursos para realizar os experimentos, até mesmo pela falta de espaços como laboratórios para realizar essas atividades e a falta de materiais a serem utilizados. O presente trabalho tem como objetivo reforçar o quanto as aulas práticas influenciam na aprendizagem e no interesse dos alunos, bem como auxiliar para que esses tenham acesso a experimentos fáceis que podem ser feitos em casa ou até mesmo em sala de aula, com materiais de fácil acesso e caseiros.

O primeiro experimento abordado é o camaleão químico, que é um processo de oxirredução no qual há mudança de cor da solução, tornando-se atrativo para os alunos. O segundo experimento é a cristalização do naftaleno, no qual se formam cristais de naftaleno. Já o terceiro experimento é a torre de líquido, que está relacionada à densidade dos líquidos, onde alguns exemplos de líquidos que podem ser utilizados são, álcool etílico, água e óleo de soja, produtos facilmente encontrados. Deste modo, o principal objetivo é demonstrar como podem ser realizadas aulas que tragam conhecimento para os alunos de forma que seja estimulante para todos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

A aula prática é uma maneira eficiente de facilitar a compreensão de diversos conceitos de ciências exatas, facilitando o processo de ensino e aprendizagem. Para que a compreensão, principalmente, da química ocorra satisfatoriamente, deve-se tomar como elemento facilitador a exposição teórica juntamente com outras ferramentas de ensino, como a execução de práticas experimentais, de forma a desenvolver no aluno o seu senso crítico e pensamento químico para relacionar o aprendizado às transformações do cotidiano, pois se trata de uma ciência extremamente prática que tem grande impacto no dia a dia (Brown, LeMay, Bursten, 2005).

2.2 EXPERIMENTOS REALIZADOS

Três experimentos foram abordados nesse trabalho e eles foram escolhidos para apresentar aos estudantes aspectos importantes na química e física: conceitos de oxirredução, com o experimento do camaleão químico; de cristalização, com o experimento do naftaleno; e de densidade com o experimento de torre de líquidos.

2.2.1 Experimento 1: Camaleão Químico

No Experimento 1, denominado Camaleão Químico, aborda-se um conteúdo de extrema importância dentro da Química: a alteração do número de oxidação (NOX) em consequência de uma oxidação ou redução. Durante a execução do experimento é possível ver a mudança de coloração em virtude da ocorrência das reações dando o nome (camaleão químico) ao experimento. O elemento que perde elétrons sofre uma reação de oxidação, enquanto o elemento que recebe elétrons sofre uma reação de redução. A oxidação e a redução são reações que devem ocorrer de forma simultânea.

Nascimento (2019) relata as etapas do procedimento experimental. No início do experimento, o permanganato de potássio ($KMnO_4$) é adicionado na água (H_2O), ocorrendo a dissociação do sal em água (Equação 1), assim liberando íons permanganato (MnO_4^-), deixando a solução violeta. Nessa situação, o permanganato contém manganês (Mn) com um NOX igual a +7.



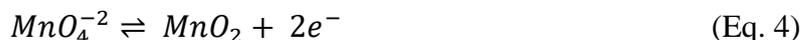
A dissolução do hidróxido de sódio (NaOH) em água promove a dissociação, a qual libera íons sódio (Na^+) e hidróxido (OH^-), conforme é mostrado na Equação 2.



A sacarose ($C_{12}H_{22}O_{11}$), ao se dissolver em água, não forma (ionização) nem se separa (dissociação iônica) em íons. Desse modo, não há a condução de corrente elétrica. No entanto, segundo Nascimento et al. (2019), em meio básico o par de elétrons do açúcar torna-se disponível para reagir com os íons permanganato, fazendo com que ocorra a mudança de coloração do violeta (Mn^{+7}) para o verde (Mn^{+6}), conforme Equação 3.



Em uma última etapa, o íon manganato (MnO_4^{-2}) de forma diluída converte-se em dióxido de manganês (MnO_2), (Equação 4), apresentando a cor marrom ou amarela. Deste modo, no dióxido de manganês, o manganês apresenta um NOX +4.



2.2.2 Experimento 2: Cristalização do Naftaleno

No experimento 2, denominado como cristalização do naftaleno ($C_{10}H_8$), é abordado um processo de formação de cristais sólidos a partir de uma solução. Sob a ótica físico-química e de fenômenos de transferência, a técnica de sublimação de naftaleno é um dos métodos mais convenientes para estudar a transferência de calor e massa com múltiplas aplicações, tais como a determinação dos coeficientes de transferência de calor e massa e estimativa de pressão de vapor (Souza Mendes, 1991; Curteanu et al., 2014).

O processo de sublimação ocorre quando a pressão de vapor no ponto de fusão for maior que a pressão atmosférica. Assim, o naftaleno consegue passar diretamente do estado sólido para o estado gasoso. Quando o naftaleno sólido colocado dentro de um béquer é aquecido em uma base de aquecimento, primeiramente muda de estado sólido para líquido em um processo denominado fusão. Mantendo o aquecimento, o naftaleno entra em ebulição, evapora e cristaliza quando entra em contato com o vidro de relógio colocado na parte superior do béquer. Esse fenômeno ocorre porque o vidro de relógio está a uma temperatura mais baixa pela presença da água na parte superior do vidro.

2.2.3 Experimento 3: Torre de líquidos

O experimento 3, denominado como torre de líquidos, se baseia na densidade dos líquidos e o fundamento básico consiste em usar líquidos de densidades diferentes que não sejam solúveis entre si, isto é, que não se misturam. Para dispor os líquidos uns sobre os outros, deve-se iniciar a torre pelo líquido mais denso (mel) e terminar no menos denso (etanol). Estes devem ser colocados cuidadosamente no frasco. O mel deve ser colocado pelo centro para evitar que ele escorra pelas paredes do frasco, evitando entrar em contato com outra região e contaminar a camada seguinte. Os outros compostos podem ser colocados lentamente pelas paredes do frasco tomando apenas o cuidado de deixar estabilizar a sobreposição dos líquidos, pois eles não devem se misturar.

Com este experimento, é possível observar na prática como funciona a densidade dos líquidos, mostrando que eles não se misturam por serem substâncias imiscíveis e com densidades diferentes formando uma mistura heterogênea. A densidade (d) pode ser expressa pela divisão da massa (m) pelo volume (V) (Equação 5). Respectivamente, a densidade dos líquidos utilizados são: $d_{Mel} =$

$1,44 \frac{g}{mL}$; $d_{Detergente} = 1,0636 \frac{g}{mL}$; $d_{Água} = 1,00 \frac{g}{mL}$, $d_{Óleo\ de\ soja} = 0,86 \frac{g}{mL}$; $d_{Etanol} = 0,789 \frac{g}{mL}$
(Kotz e Treichel Jr, 2005).

$$d \left(\frac{g}{mL} \right) = \frac{m(g)}{V(mL)} \quad (\text{Eq. 5})$$

3 METODOLOGIA

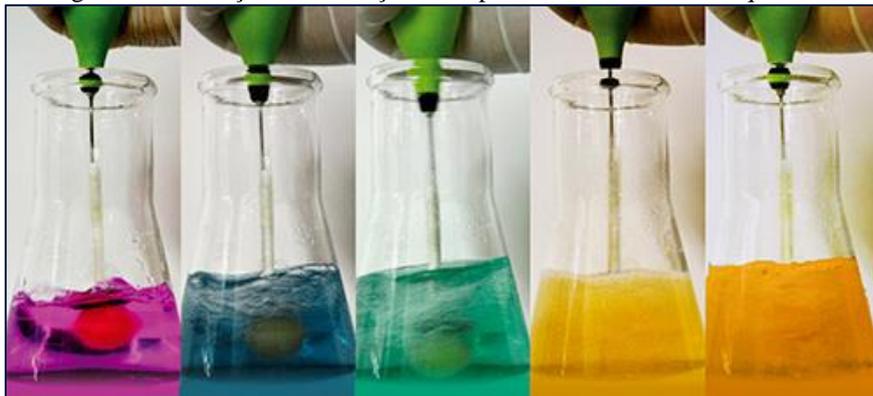
O presente trabalho está baseado em um estudo de caráter descritivo que busca apresentar como o ensino da química nas escolas e a falta de aulas práticas afeta o entendimento da matéria. Além desta abordagem descritiva, este trabalho possui também uma abordagem prática, uma vez que serão apresentados três diferentes experimentos, sendo eles, o camaleão químico, a cristalização do naftaleno e a torre de líquidos, com a intenção de ampliar a compreensão da química a partir das práticas. Estes experimentos serão posteriormente demonstrados na socialização dos trabalhos da Prática Profissional Integrada. Em um segundo momento, serão analisadas as respostas de um questionário anônimo para obtenção informações de alunos e ex-alunos sobre o acesso que tiveram a aulas práticas, se tiveram contato com laboratórios em suas escolas e o que pensam sobre essas aulas. As questões variam entre, qual o grau de escolaridade, até questões sobre a visão e o interesse que as pessoas têm em relacionar a teoria com a prática em matérias de ciências exatas, com o enfoque principal na disciplina de química.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 EXPERIMENTOS

Os experimentos abordados nesse trabalho foram escolhidos por abordarem conteúdos importantes e apresentarem facilidade em sua execução. Sendo assim, podem ser considerados processos complementares nas áreas de física e química. Eles apresentam cores, reações e curiosidades que chamam a atenção dos alunos, o que promove um maior interesse pelas disciplinas e conteúdo. No experimento camaleão químico ocorre mudança de cor durante seu processo, e esse experimento pode ser realizado durante o ensino de oxirredução (NOX).

Figura 1 – Alteração de coloração do experimento do Camaleão químico.



Fonte: Prolongo e Pinto (2018).

No experimento da cristalização do naftaleno (Figura 2), formam-se cristais que ficam espalhados pelas paredes do béquer e também no vidro relógio. Este experimento pode auxiliar no estudo de mudanças de estados físicos.

Figura 2 - Cristalização do naftaleno.



Fonte: Autoria própria (2022).

No experimento 3, a Torre de Líquidos (Figura 3) foi desenvolvida com líquidos de diferentes densidades, sendo que o líquido de maior densidade fica posicionado abaixo do líquido de menor densidade.

Figura 3 - Torre de Líquidos.



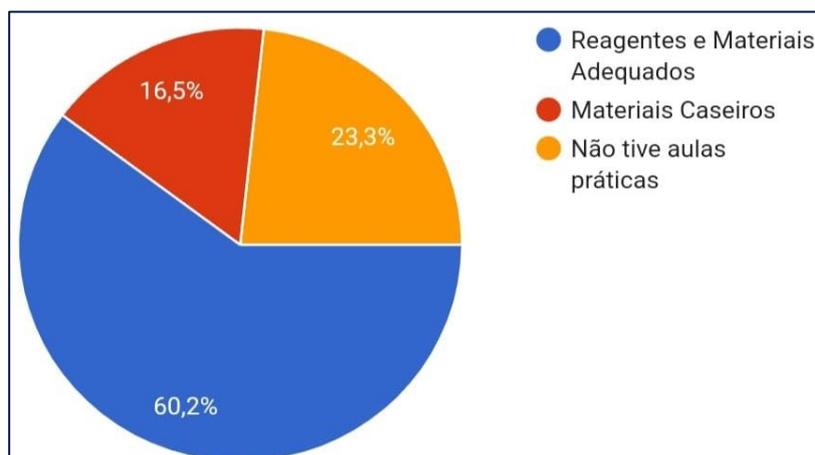
Fonte: Autoria própria (2022).

4.2 QUESTIONÁRIO

Como complemento às atividades experimentais, foi aplicado um questionário de pesquisa tendo como público alvo alunos e ex-alunos do ensino médio. A primeira questão esteve relacionada com o grau de escolaridade, onde a maior porcentagem de respostas foi do segundo ano do Ensino Médio. Foram obtidas 103 respostas, destas, 86,4% responderam estudar em escola pública e 13,6% em escola particular. Além disso, 73,8% responderam possuir ou que possuíam – a sua época – materiais e ambientes adequados para aulas práticas em suas escolas, 20,4% não possuem/possuíam e 5,8% não souberam dizer. Das respostas, 99% julgaram importante contar com aulas práticas durante as aulas. Com relação à opinião dos entrevistados, se os seus professores, de um modo geral, relacionam ou relacionavam a teoria com a prática, 76,7% das pessoas disseram que sim, e 23,3% das pessoas que não. Questionados se consideram a matéria de química interessante, 85,4% responderam que sim e 14,6% responderam que não. Por fim, questionando se as aulas práticas realizadas em suas escolas faziam uso de reagentes adequados ou materiais caseiros, as respostas são demonstradas na Figura 4.

Estes resultados, de maneira geral, reforçam a importância da realização de experimentos para o entendimento do conteúdo. Disciplinas como química e física dependem muito de atividades experimentais como complemento de temas complexos, e a utilização de experimentos de fácil execução possibilita que atividades como estas sejam realizadas, também, em ambientes que não possuem estrutura ampla disponível, como laboratórios didáticos.

Figura 4 – Respostas à pergunta: “Se você teve aulas práticas, foram com reagentes específicos de laboratório ou materiais caseiros?”.



Fonte: Aatoria Própria (2022)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As experimentações na área das ciências exatas demonstraram ser uma metodologia importante para um melhor entendimento nas disciplinas de física e química. São maneiras de possibilitar que o aluno observe a relevância do conteúdo estudado e atribua sentido a este, além de resultar em uma maior motivação a eles.

A partir da análise dos dados do questionário, conclui-se que mais da metade das respostas (76,7%) apontam que seu professor relaciona a parte teórica da disciplina com a prática, e o restante (23,3%) nos diz que não presencia este tipo de relação em suas aulas. Novamente, a maioria das respostas (73,8%) nos indicam que possuem ou possuíram materiais e ambientes adequados para a elaboração de aulas experimentais em suas escolas, e o restante (26,2%) não possuem ou não têm conhecimento da existência de tais em suas escolas.

Partindo disso, nota-se que é possível tornar o processo de ensino dos conteúdos abordados na área de ciências exatas em salas de aula mais relacionadas às necessidades dos alunos e com os princípios que levam a uma significativa aprendizagem. Compreende-se, ainda, que este método de ensino não é aplicado, muitas vezes, por conta da falta de infraestrutura, falta de tempo, entre as principais dificuldades encontradas no ensino nas principais disciplinas, física e química. No entanto, atividades experimentais de fácil execução e com material simples são essenciais para possibilitar a correlação entre teoria e prática em ambientes carentes de recursos, realidade de muitas escolas no Brasil.

REFERÊNCIAS

BROWN, T.L.; LEMAY, H.E.; BURSTEN, B.E. Química: a ciência central. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. 975 p.

BARATIERI, S.M. et al. Opinião dos estudantes sobre a experimentação em química no ensino médio. *Experiências em Ensino de Ciências*, v.3, n.3, p. 19-31, 2008. Disponível em: <https://fisica.ufmt.br/eenciojs/index.php/eenci/article/view/293>. Acesso em: 24 abr. 2024.

CURTEANU, S. et al. Naphthalene sublimation. Experiment and optimisation based on neuro-evolutionary methodology. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, v. 20, n. 4, p. 1608–1611, jul. 2014. DOI 10.1016/j.jiec.2013.08.007

KOTZ, J.C., TREICHEL JÚNIOR, P.M. Química Geral e Reações Químicas. vol. 1, São Paulo: Pioneira Thomson, 2005. 708 p.

NASCIMENTO, Márcia Araújo do Nascimento. Sequência didática no ensino de química: contextualizando a temática pilhas para turmas do ensino médio regular. 2019. 116 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação - Licenciatura em Química) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba - Campus João Pessoa-PB, 2019. Disponível em: [https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/bitstream/177683/2946/1/TCC%20MAYZZA_M%C3%81RCIA_A_ARA%C3%9AJA_DO_NASCIMENTO%20_%202019.pdf](https://repositorio.ifpb.edu.br/jspui/bitstream/177683/2946/1/TCC%20MAYZZA_M%C3%81RCIA_ARA%C3%9AJA_DO_NASCIMENTO%20_%202019.pdf). Acesso em: 24 abr. 2024.

NASCIMENTO, I. DA S. et al. Portfólio de experimentos para o ensino de química básica na formação farmacêutica. *Revista Arquivos Científicos (IMMES)*, v. 2, n. 2, p. 101–110, 16 dez. 2019. DOI 10.5935/2595-4407/rac.immes.v2n2p101-110

PROLONGO, M.; PINTO G. Colourful chemistry: redox reactions with lollipops. *Science in School*, v.1, n° 43, p. 41-45, 2018. Disponível em: https://www.scienceinschool.org/wp-content/uploads/2018/03/issue43_lollipops.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.

SOUZA MENDES, P. R. The naphthalene sublimation technique. *Experimental Thermal and Fluid Science*, v. 4, n. 5, p. 510–523, set. 1991. DOI 10.1016/0894-1777(91)90031-L

PRODUÇÃO DE BIOETANOL A PARTIR DA BETERRABA (*Beta vulgaris L.*)

  10.56238/livrosindi202428-012
ISBN: 978-65-6109-036-0

Eleandro Augusto Mantovani de Amorim

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Letícia Camilly Kuff

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Luana Wagner Pitthan

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Luiza Couto Pereira

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Uilson Linck

Docente Mestre em Educação - IFFar - Campus Panambi

Felipe Ketzer

Docente Doutor em Engenharia Química - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

A produção de biocombustíveis vem sendo motivada com o intuito de inserir fontes renováveis na matriz energética em diversos países. O Brasil se destaca como grande produtor de bioetanol, tendo a cana-de-açúcar como matéria-prima principal. Embora essa biomassa forneça bons rendimentos, não encontra condições favoráveis para seu cultivo em todo o território nacional. O Bioetanol também é muito utilizado na síntese de compostos químicos e como agente desinfetante, e o aumento da demanda torna necessária a busca por fontes alternativas de biomassa para sua produção. Dessa maneira, esse trabalho propõe a avaliação do uso da beterraba vermelha (*Beta vulgaris L.*) como matéria-prima para a produção de bioetanol. Foi conduzido um ensaio de produção de etanol de beterraba a partir das operações de preparo da matéria-prima, extração, evaporação, fermentação e destilação, em escala laboratorial. A fermentação fez uso da levedura *Saccharomyces cerevisiae*, cepa LNF CA-11, e a destilação forneceu uma solução hidroalcolica com teor de 95,1 °GL (% v/v), indicando a viabilidade de uso como etanol hidratado combustível. Por fim, houve a produção de álcool em gel com o uso do carbômero 960, evidenciando a viabilidade do uso de beterraba como biomassa.

Palavras-chave: Biocombustíveis, Beterraba vermelha, Álcool em gel, Etanol combustível.

1 INTRODUÇÃO

Derivados fósseis como petróleo, carvão e gás natural vem sendo utilizados exaustivamente como fonte de energia primária, sendo responsáveis por suprir pouco mais de 82% do consumo mundial atual (British Petroleum, 2022). Com essa enorme demanda, os biocombustíveis têm sido incentivados globalmente como uma alternativa aos combustíveis fósseis, não apenas como meio de reduzir as emissões de carbono, mas também para promover o desenvolvimento agrícola e a

segurança energética por meio da redução da dependência a fontes fósseis. A produção de biocombustíveis depende da disponibilidade de matéria-prima, cuja aquisição pode envolver altos custos devido à especificidade geográfica e sazonal das matérias-primas (Sant’Anna et al., 2022).

Nesse sentido, a biotecnologia é uma ferramenta limpa e poderosa para estabelecer resultados efetivos em termos de produção de biocombustíveis e de mitigação de emissões de carbono. Por outro lado, a grande demanda do mercado energético de biocombustíveis estabeleceu novos paradigmas para a produção agrícola, uma vez que a produção de biocombustíveis deve ser desenvolvida em harmonia com os mercados tradicionais de alimentos, sem impactos ambientais e sociais negativos. Em alguns países, incentivos políticos para usar ou produzir bioenergia aumentaram ainda mais a demanda por produção agrícola e reduziram o preço ao ponto em que outras matérias-primas não competitivas se tornaram economicamente viáveis. Uma revolução tecnológica em biocombustíveis está em andamento para incorporar novas matérias-primas e resíduos na produção de etanol que não interfiram com os utilizados para a produção de alimentos, bem como políticas de preços visando incentivos (Carioca e Leal, 2017).

Embora o Brasil seja um dos principais produtores de bioetanol do mundo, há uma predominância na utilização de cana-de-açúcar como matéria-prima, cuja crescente expansão da área plantada tende a aumentar a oferta em 20 bilhões de litros até 2030, incrementando em aproximadamente 60% os atuais 34 bilhões de litros produzidos anualmente (REN21, 2021; Sant’Anna et al., 2022). Para essa expansão ser ampliada, há a necessidade de se estudar a viabilidade de outras matérias primas para sua produção, pois a cana de açúcar não encontra condições favoráveis para seu cultivo em todo o Brasil. Sendo assim, esse trabalho propõe o estudo do processo e a realização de atividade prática de produção de etanol utilizando beterraba vermelha como alternativa ao uso da cana de açúcar. Dessa maneira, a pesquisa entra no contexto de produção de biocombustíveis e de produção de etanol para usos diversos, com a obtenção de álcool gel e de álcool líquido.

2 ETANOL

2.1 PORQUE PRODUZIR ETANOL?

A descoberta de combustíveis fósseis para a geração de energia virou a roda da revolução na história da humanidade. Porém, atualmente, a preocupação com o futuro do planeta vem se destacando devido à utilização dessas fontes de energia não renováveis, que se mostram como um agressor ao meio ambiente devido aos compostos gerados em sua combustão. Os combustíveis fósseis podem ser substituídos por outras fontes de energia, sendo uma delas os biocombustíveis, como o

etanol: derivado de origem vegetal, tem origem em fontes renováveis e é menos nocivo ao ambiente, pois mantém o ciclo do carbono apenas na atmosfera, sem retirada de carbono fóssil.

O etanol é representado pela sua fórmula C_2H_6O , ou CH_3CH_2OH mais detalhadamente. Isso quer dizer que o composto é formado por dois átomos de carbono (C) ligados a cinco átomos de hidrogênio (H) e a um átomo de oxigênio (O) que se liga a outro hidrogênio. Na composição do etanol há a presença do grupo OH, chamado de hidroxila, isso acaba fazendo com que o etanol se torne uma substância polar, ou seja tem polos eletrônicos distintos em sua cadeia, como resultado da presença do oxigênio. Com isso o etanol possui bastante afinidade com a água e outras substâncias que também sejam polares.

Segundo Leite (2022), em primeira instância o etanol é um combustível utilizado para compor a matriz energética brasileira. Produzido pelo processo de fermentação, tem sido utilizado como combustível desde 1938, quando um decreto do governo tornou obrigatória a mistura de etanol anidro à gasolina, atualmente estipulado em 27,5%. Já a oferta de etanol hidratado (96°GL) ocorre desde 1979, quando foi lançado o primeiro carro a álcool no Brasil. Além disso, o etanol é utilizado no preparo de compostos como etanal, ácido acético, acetato de etila, etileno, dibrometo de etileno, glicóis, éter etílico etc. De maneira complementar, o etanol também é usado como desinfetante na forma de álcool gel, cuja concentração deve estar entre 68 e 72 °INPM. Nessa condição, é possível alcançar a destruição de microorganismos pela desnaturação das proteínas.

2.2 MATÉRIAS-PRIMAS PARA A PRODUÇÃO DE ETANOL

Segundo REN21 (2021), biocombustíveis, especialmente etanol e biodiesel, fornecem cerca de 3% da energia para transportes no mundo. No ano de 2020, o mundo produziu 105 bilhões de litros de etanol. Estados Unidos é o maior produtor, com 53,2 bilhões de litros (51%) e a principal matéria-prima utilizada em sua obtenção é o milho. Já o Brasil é o segundo maior produtor, com 34 bilhões de litros (32%) e a principal matéria-prima é a cana-de-açúcar.

Muitos tipos de matérias-primas agrícolas podem ser convertidos em etanol, como frutas, cana-de-açúcar, beterraba sacarina, sorgo sacarino, melão e polissacarídeos como milho e celulose. É importante ressaltar que os polissacarídeos requerem conversão em açúcares fermentescíveis em um primeiro momento, para, só após essa etapa, prosseguir com o processo de fermentação. As matérias-primas à base de açúcar mais importantes são cana-de-açúcar, beterraba sacarina e o sorgo sacarino. A cana-de-açúcar cresce facilmente em trópicos úmidos, apresentando altos rendimentos de açúcar por hectare, enquanto a beterraba cresce em clima temperado. Os tipos de açúcares do sorgo sacarino são semelhantes aos da cana-de-açúcar. Além disso, o sorgo sacarino produz grãos que podem ser utilizados para alimentação animal ou produção de etanol. A escolha da matéria-prima

adequada para suprir a demanda de etanol em uma determinada região depende de vários fatores, como qualidade e disponibilidade da terra, mão de obra, condição climática, produtividade, nível de mecanização, custo de produção e paridade de preço com a gasolina (Carioca e Leal, 2017).

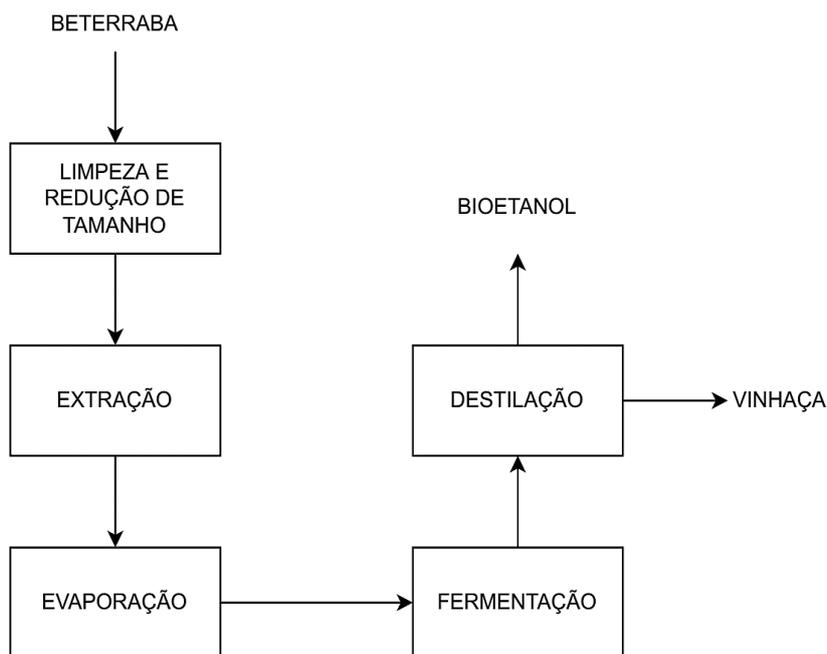
Tanto a beterraba sacarina - de coloração branca - quanto a beterraba vermelha - cultivada como hortaliça no centro-sul do Brasil - possuem altos teores de açúcares, que podem ser extraídos na forma de solução sacarina para a produção de etanol. Segundo Carioca e Leal (2017), embora a beterraba tenha sido cultivada como vegetais para alimentação desde a antiguidade, seu uso como cultura de açúcar é relativamente recente. Em 1590, o botânico francês Olivier de Serres extraiu xarope doce de beterraba, mas a prática não era amplamente utilizada. O químico prussiano Andreas Sigismund Marggraf usou álcool para extrair açúcar de beterraba (e cenoura) em 1747, mas os métodos não eram propícios à produção em escala industrial. A beterraba (*Beta vulgaris* L.) é membro da família *Chenopodiaceae*. É uma planta cuja raiz contém alta concentração de sacarose e é cultivada comercialmente para produção de açúcar. A beterraba sacarina está diretamente relacionada à beterraba vermelha e à beterraba forrageira, todas descendentes do cultivo da beterraba marinha.

A beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.) é um vegetal popular que promove a saúde contendo uma quantidade maior de componentes bioativos que consistem em betacianina, betaxantina, betalainas, polifenóis, flavonóides, ácido ascórbico e carotenóides etc. Embora a beterraba sacarina contenha maiores teores de açúcares que a beterraba vermelha, a maioria das cultivares de beterraba são capazes de produzir raízes de aproximadamente 40 toneladas por hectare anuais, com 15,5–18% de teor de açúcar, fornecendo de 6 a 7 toneladas de açúcar por hectare, evidenciando a viabilidade de uso para a produção de etanol (Seremet et al., 2020).

2.3 ETAPAS DE PRODUÇÃO DO ETANOL

As operações necessárias para a produção de etanol de beterraba são apresentadas na Figura 1, com base no trabalho de Santek et al., 2010. O processo inicia com a limpeza e redução de tamanho, com a finalidade de remover resíduos de terra remanescentes e de ampliar a superfície de extração da sacarose, respectivamente. Na sequência, ocorre a extração, na qual água quente é utilizada como solvente e uma solução sacarina é formada. Essa solução é concentrada em um evaporador e depois segue para o processo de fermentação, onde o açúcar é convertido em etanol. Da fermentação, a solução hidroalcoólica segue para a destilação, onde o bioetanol é obtido e a vinhaça (resíduo da destilação) é separada como coproduto.

Figura 1 – Fluxograma simplificado do processo de produção de beterraba em etanol.



Fonte: Adaptado de Santek et al. (2010).

2.4 ÁLCOOL EM GEL: BREVE HISTÓRICO E USO

No início de 2020, à medida que o surto do novo coronavírus (SARS-CoV-2) se espalhou, as vendas de desinfetantes para as mãos começaram a crescer. Embora a maioria das autoridades de saúde diga que água e sabão são a melhor maneira de manter as mãos livres de vírus, quando você não está perto de uma pia, dizem os especialistas, desinfetantes são a melhor coisa. Nesse contexto, o uso de álcool em gel se tornou imprescindível. Para obter o máximo benefício dos desinfetantes para as mãos, os Centros dos EUA para Controle e Prevenção de Doenças (CDC) recomendam que as pessoas usem um produto que contenha pelo menos 60% de álcool. Mesmo antes de os cientistas saberem que os germes existiam, os médicos fizeram a ligação entre lavar as mãos e a saúde. O reformador médico americano Oliver Wendell Holmes e o “Salvador das Mães” húngaro Ignaz Philipp Semmelweis associaram a má higiene das mãos ao aumento das taxas de infecções pós-parto na década de 1840, quase 20 anos antes do famoso biólogo francês Louis Pasteur publicar sua primeira descoberta da teoria dos germes. Em 1966, ainda estudante de enfermagem, Lupe Hernandez patenteou um desinfetante para as mãos à base de gel contendo álcool para hospitais. E em 1988, a empresa Gojo apresentou Purell, o primeiro desinfetante em gel contendo álcool para os consumidores. Embora alguns desinfetantes para as mãos sejam vendidos sem álcool, ele é o principal ingrediente na maioria dos produtos que estão sendo retirados das prateleiras das lojas. Isso porque o álcool é um desinfetante muito eficaz que também é seguro para colocar em sua pele (Howes, 2020).

O trabalho do álcool é quebrar os revestimentos externos de bactérias e vírus. O SARS-CoV-2 é conhecido como vírus envelopado. Alguns vírus se protegem apenas com uma gaiola feita de proteínas. Mas, à medida que os vírus envelopados deixam as células que infectam, os vírus envolvem-se em um revestimento feito de algumas das paredes à base de lipídios das células, bem como algumas de suas próprias proteínas. De acordo com o químico Pall Thordarson, as bicamadas lipídicas que envolvem vírus envelopados como SARS-CoV-2 são mantidas juntas por uma combinação de ligações de hidrogênio e interações hidrofóbicas. Como os lipídios que protegem esses microrganismos, os álcoois têm uma região polar e apolar, então etanol e outros álcoois interrompem essas interações supramoleculares, efetivamente ‘dissolvendo’ as membranas lipídicas. No entanto, é necessária uma concentração bastante alta de álcool para quebrar rapidamente o revestimento protetor dos organismos (Howes, 2020).

3 METODOLOGIA

Beterraba (*Beta vulgaris* L.) foi utilizada para a produção de etanol em escala laboratorial. Para o desenvolvimento das atividades práticas, foram consultados livros, resoluções e bases de dados de artigos científicos (SciELO, ScienceDirect, American Chemical Society, Wiley etc.). O preparo da matéria-prima envolveu a redução de tamanho, produzindo lascas de beterraba com a utilização de facas. Na sequência, as lascas de beterraba foram destinadas à etapa de extração para a formação de uma solução sacarina. À essa solução, foi adicionada a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, cepa LNF CA-11, e deu-se início a fermentação. O acompanhamento do processo de fermentação ocorreu com a análise da densidade em um refratômetro. A solução fermentada foi destilada em um aparato de destilação de laboratório composto por uma manta de aquecimento, um balão de fundo redondo, uma coluna de Vigreux, um condensador e um termômetro. A densidade da solução alcoólica resultante da destilação foi medida por picnometria para a avaliação da composição pelo método gráfico. Por fim, parte da solução alcoólica foi utilizada no preparo de álcool gel, conforme recomendações da Farmacopeia Brasileira.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PREPARO DA MATÉRIA-PRIMA

Como ponto de partida, a beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.) foi descascada. Após o descasque, 5 kg de beterraba foram colocados em uma sacola de tecido permeável, que foi fechada e imersa em 10 L de água em uma panela, dando início à extração. Dessa maneira, foi eliminada a necessidade de separação centrífuga da beterraba sólida da solução. O processo foi mantido por 1h à temperatura de ebulição, e além da extração promoveu a concentração da solução pela evaporação do

solvente. Essa sequência de operações deu origem ao mosto, solução sacarina destinada à fermentação. O pH final da solução foi 4.

4.2 FERMENTAÇÃO

A solução resultante do processo de preparo da matéria-prima - o mosto - seguiu para a fermentação alcoólica. Para tanto, um fermentador foi construído com um frasco comercial de água de 20 L, onde um sistema de vedação (airlock) em uma rolha foi adaptado em sua abertura. Foram adicionados ao fermentador a solução sacarina e 20 g do fermento *Saccharomyces cerevisiae* (LNF CA-11), e o processo de fermentação foi mantido por 10 dias. Para o acompanhamento da destilação, foi utilizado um refratômetro para a avaliação da densidade inicial e a densidade no décimo dia de fermentação, cujos dados são apresentados na Tabela 1. Observa-se que a densidade diminuiu, o que indica que ocorreu a conversão de sacarose em etanol, pois o etanol possui densidade menor que a densidade do mosto original. Além disso, observou-se que ao final da fermentação o pH foi 3. A redução do pH é um processo natural na fermentação e ajuda a inibir bactérias acéticas e oxidativas (Brandão, 2013).

Tabela 1 – Densidades no início e no final da fermentação.

Amostra	Densidade (g mL ⁻¹)	Brix %
Mosto original	1,040	10
Mosto fermentado	1,010	2

Fonte: Autoria Própria (2022)

4.3 DESTILAÇÃO

O mosto fermentado, resultante do processo de fermentação, foi submetido à destilação simples. Nesse processo, houve a separação de bioetanol e a geração da vinhaça, solução remanescente no balão de destilação.

4.4 AVALIAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO

A concentração de soluções hidroalcoólicas pode ser avaliada pela densidade. Destaca-se que etanol e água compõem uma mistura não ideal, onde os efeitos de contração do volume são muito evidentes (Atkins e De Paula, 2012). Por exemplo, ao se misturar 50 mL de etanol com 50 mL de água, a mistura terá um volume de aproximadamente 96,5 mL - e não de 100 mL - pois a interação intermolecular atua no sentido de atrair as moléculas umas às outras, reduzindo o volume da solução. Desse modo, há a necessidade de avaliar a densidade de mistura considerando esses efeitos

termodinâmicos. Utilizando a técnica de picnometria, a densidade da solução foi estimada em 0,8124 g/cm³. De acordo com a tabela alcoométrica da 6ª edição da Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2019), essa densidade corresponde a uma concentração de aproximadamente 92,55 °INPM (%p/p) ou 95,1 °GL (%v/v). De acordo com a resolução nº 7 da ANP (BRASIL, 2011), essa condição atende a especificação mínima de etanol combustível.

4.5 PRODUÇÃO DE ÁLCOOL GEL

Etanol na forma gel foi produzido de acordo com as “Orientações gerais para a produção de formulações antissépticas alcoólicas” da ANVISA (2020). Com base nessa referência, foi preparado álcool gel pela mistura dos ingredientes nas proporções indicadas na Tabela 2.

Tabela 2 – Formulação do álcool gel.

Componente	Quantidade
Etanol 96°GL	75,73 g
Carbômero 960	0,5 g
Solução de trietanolamina a 50% (p/v)	q.s.
Água purificada	q.s.p. 100 mL

Fonte: ANVISA (2020)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Bioetanol é um importante composto utilizado como biocombustível, reagente de síntese química e agente desinfetante. Produzido por uma sequência de operações unitárias que envolvem, essencialmente, fermentação e destilação, tem na cana-de-açúcar a principal matéria-prima utilizada no Brasil. Esse trabalho mostrou a viabilidade da substituição dessa biomassa pela beterraba vermelha, que contém elevados teores de sacarose em sua composição. Com o auxílio de leveduras e de todo o aparato experimental, foi possível obter etanol com especificações de pureza de álcool hidratado. Além disso, foi produzido álcool em gel de acordo com os padrões estabelecidos pela farmacopeia brasileira, evidenciando a versatilidade e a viabilidade da utilização da beterraba vermelha (*Beta vulgaris* L.) como matéria-prima para a produção de etanol.

REFERÊNCIAS

- ANVISA. Farmacopeia Brasileira. 6 ed. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019. 874 p. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/farmacopeia/farmacopeia-brasileira/arquivos/7985json-file-1>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- ANVISA. Orientações Gerais para Produção de Formulações Antissépticas Alcoólicas. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/arquivos-noticias-anvisa/743json-file-1>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- ATKINS, P. W.; PAULA, J. Físico-química. 9. ed. v. 2. Rio de Janeiro: LTC, 2012. 512 p.
- BRANDÃO, Camila Cheker. Desenvolvimento de fermentado alcoólico de Yacon. 2013. 74 p. Dissertação (Mestrado – Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2013. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/tede/handle/tede/5357>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- BRASIL. Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Resolução ANP nº 7, 2011. Disponível em: https://www.udop.com.br/download/legislacao/comercializacao/institucional_site_juridico/res_anp_07_amplia_nomenclatura_alcool.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.
- BRITISH PETROLEUM. BP Statistical Review of World Energy. 71. Ed. London, 2022. 57 p.
- CARIOCA, J.O.B., LEAL, M.R.L.V. Ethanol Production From Sugar-Based Feedstocks. Reference Module in Life Sciences, v. 3, p. 24-34, 2017. DOI 10.1016/B978-0-12-809633-8.09129-9
- HOWES, L. What's that stuff? Hand sanitizers. C&EN Global Enterprise, v. 98, s. 12, p. 24-25, 2020.
- LEITE, Izabele Vitória Oliveira. Processo de produção e controle de qualidade do álcool 70 °INPM e sua eficácia na desinfecção de superfícies fixas como alternativa de combate ao vírus SARS-COV2. 2022. 42 p. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) - Curso de Engenharia Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/46049>. Acesso em 24 abr. 2024.
- NOVA CANA. Aplicações e usos do etanol. Disponível em: <https://www.novacana.com/etanol/aplicacoes>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- REN21. Renewables 2021: Global Status Report. Paris: REN21 Secretariat. 2021. Disponível em: https://www.ren21.net/wp-content/uploads/2019/05/GSR2021_Full_Report.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.
- SANT'ANNA, A.C., BERGTOLD, J.S., SHANOYAN, A., CALDAS, M.M., GRANCO, G. Biofuel feedstock contract attributes, substitutability and tradeoffs in sugarcane production for ethanol in the Brazilian Cerrado: A stated choice approach. Renewable Energy. v. 185, p. 665-679, 2022. DOI 10.1016/j.renene.2021.12.021

SANTEC, B., GWEHWNBERGER, G., SANTEK, M.I., NARODOSLAWSKY, M., HORVAT, P. Evaluation of energy demand and the sustainability of different bioethanol production processes from sugar beet. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 54, p. 872–877, 2010. DOI 10.1016/j.resconrec.2010.01.006

SEREMET, L., NISTOR, O., GEORGETA, D., DANUT, G., VASILICA, V., MAIDAN, A., RUDI, L. Development of several hybrid drying methods used to obtain red beetroot powder. *Food Chemistry*. 310, n° 125637, 2020. DOI: 10.1016/j.foodchem.2019.125637

QUÍMICA FORENSE: USO DA PAPILOSCOPIA FORENSE NA RESOLUÇÃO DE CRIMES

  10.56238/livrosindi202428-013

ISBN: 978-65-6109-036-0

Cíntia Verbes de Lima

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Kauana Martins Bonfada Perini

Docente Mestre em Educação - IFFar - Campus Panambi

Aline Machado Zancanaro

Docente Doutora em Química Inorgânica - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

A área da química forense é um campo fundamental da perícia criminal que faz investigações por meio de análises de materiais e vestígios encontrados em cenas de crimes. Dentro das aplicações, a papiloscopia é o estudo de identificação das impressões digitais, com isso foi apresentado e discutido o procedimento de impressão digital latente com iodo. Este trabalho teve como objetivo esclarecer o que é a química forense e a papiloscopia, além de mostrar o papel de um perito criminal e seus desafios no Brasil. A química forense juntamente com profissionais de alta qualificação promovem importante conjunto de ações para a conclusão das investigações criminais. Embora a impressão digital com iodo não é técnica mais eficaz, é a de melhor custo-benefício, o que faz dela uma alternativa viável em situações que se encaixam num contexto de baixo custo.

Palavras-chave: Perícia criminal, Impressão digital, Iodo.

1 INTRODUÇÃO

A química forense é o ramo da química que se ocupa da investigação forense especializada a fim de atender aspectos de interesse jurídico por meio da utilização ou aplicação dos conhecimentos da ciência química aos problemas de natureza forense. Embora a química forense seja um tema muito importante – pois é a principal forma de análise de matérias de cenas de crimes, auxilia a resolução de casos e desperta o interesse perante a sociedade científica – a sua aplicação no campo da criminalística ainda constitui uma nova linha de pesquisa no Brasil (Romão et al., 2011).

O combate ao crime no Brasil e no mundo conta com o auxílio de várias áreas científicas na análise das cenas que o compõem. Os vestígios encontrados devem ser analisados e avaliados pelos peritos e, assim que possível, identificados para um melhor entendimento do fato criminoso. Quando, para o entendimento de um crime, for necessária a determinação da presença ou ausência de alguma substância ou mesmo a determinação de sua natureza, logo, torna-se imprescindível a utilização de métodos químicos de análise. Daí a importância da Química Forense como ferramenta na área criminalística. Os métodos utilizados pelos químicos forenses são inúmeros e sempre variam de

acordo com a situação específica do crime. Esses métodos vão desde simples análises à utilização de equipamentos de alta tecnologia.

A Química Forense é uma área bastante avançada nos países desenvolvidos. No Brasil, é uma área ainda em expansão. Diversas pesquisas científicas estão sendo conduzidas no país e a criação de cursos universitários específicos na área tende a dinamizar esse processo na busca pelo aperfeiçoamento. Dentre as atuações da química forense, a área de papiloscopia forense, que terá enfoque deste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O QUE FAZ O QUÍMICO FORENSE?

Soria (2022) reporta que a disponibilidade imediata de venenos mortais em Inglaterra, na Europa Ocidental e nos Estados Unidos no século XIX causou ansiedade pública sobre a extensão do assassinato por envenenamento, destacando um tipo de homicídio que era particularmente difícil de prevenir ou detectar. Estes crimes de envenenamento motivaram a criação da primeira especialidade médico-legal, a toxicologia forense, para a qual contribuíram alguns dos mais conhecidos especialistas da era vitoriana, como Matthew J. B. Orfila, Alfred Swaine Taylor, Thomas Stevenson e Theodore Wormley. Na ausência de provas químicas irrefutáveis de envenenamento, as condenações baseavam-se geralmente em provas circunstanciais ou na confissão ocasional. No entanto, isso mudou com as investigações de M. J. B. Orfila (1787-1853) sobre a detecção de venenos, e à medida que cada vez mais envenenamentos eram descobertos, a toxicologia tornou-se um aspecto fundamental da prática forense. Os desafios específicos da toxicologia como disciplina forense resultaram em métodos analíticos que são constantemente atualizados para acompanhar as novas tendências analíticas. Estas tendências exigem o desenvolvimento consistente de novas ferramentas analíticas, incluindo procedimentos de amostragem eficientes, protocolos apropriados de preparação de amostras e métodos adequados, para otimizar a detecção de compostos mesmo em níveis vestigiais.

São diversas as ações que demandam atividades do químico forense. Os tipos de evidências que exigem testes para garantir uma identificação precisa incluem manchas de sangue, fluidos corporais, drogas, aceleradores de incêndio criminoso e outros produtos químicos. A identificação de substâncias ou objetos desconhecidos pode ser realizada comparando suas características com padrões conhecidos, critérios previamente estabelecidos ou informações de bancos de dados. No exame forense de fibras e cabelos, a determinação do tipo de fibra, forma, composição do corante, cor, espécie ou origem anatômica utilizam características de classe para tal identificação. O objetivo final do processo de identificação na ciência forense é a individualização: dizer que uma determinada

evidência se origina de um local, cena ou pessoa específica. Na realidade, poucos tipos de provas podem ser inequivocamente individualizados como as impressões digitais e as provas de DNA. Todos os outros tipos de provas, se devidamente identificados, podem ser considerados consistentes com a origem de uma fonte, local ou indivíduo específico. Muitas das bases de dados, técnicas e testes clássicos que agora utilizados rotineiramente na identificação forense foram construídos, desenvolvidos e refinados num processo que, para algumas disciplinas, levou séculos, e para tecnologias mais recentes, décadas (Wielbo, 2000).

Nesse contexto, o químico forense analisa amostras tomadas por investigadores em locais de ocorrências. Tem como atividade destaque a identificação de materiais e conhecimento da natureza de cada prova relacionada a um crime. Devido ao amplo espectro de provas, o químico forense necessita de conhecimentos em vários segmentos da físico-química, química analítica, química inorgânica, química orgânica e bioquímica, uma vez que terá de analisar fluidos de origem biológica. O químico forense é ainda o responsável por decidir que tipo de análise será feita e quais substâncias/materiais serão necessários para chegar às provas.

2.2 PAPILOSCOPIA FORENSE

Segundo Wielbo (2000), o exame de impressões digitais é provavelmente a técnica de identificação pessoal mais utilizada na área forense. Grande parte do trabalho envolve o estudo e classificação de impressões digitais, o desenvolvimento de impressões digitais latentes e a comparação de impressões digitais conhecidas e desconhecidas. Apesar de Bertillon ter se oposto à introdução da coleta de impressões digitais, ele foi a primeira pessoa na Europa a utilizar impressões para resolver um caso criminal, além de estar entre os primeiros a utilizar fotografia sistemática da cena do crime. O desenvolvimento da impressão digital para identificação pessoal foi, originalmente, iniciativa de William Herschel, um funcionário público britânico residente na Índia em 1877, que foi o primeiro a propor publicamente que as impressões digitais poderiam ser úteis na identificação de criminosos. No entanto, foi Henry Faulds, um médico escocês que trabalhava no Japão na mesma época, quem reconheceu o valor das impressões digitais da cena do crime. O uso de impressões digitais na identificação de um criminoso foi posteriormente publicado na revista Nature e Faulds continuou a usar impressões digitais para identificar criminosos em Tóquio, em 1880. Como resultado de seus próprios estudos e tipos de padrões de impressões digitais descritos por Francis Galton, Juan Vucetich, um policial argentino, criou seu próprio sistema de classificação de impressões digitais em 1891. Em 1892, Galton publicou Impressões Digitais, o primeiro texto sobre o uso de impressões digitais na identificação pessoal e na investigação de crimes, e desenvolveu os primeiros métodos científicos para a classificação de padrões de impressões digitais. Vários anos mais tarde, Sir Edward

Richard Henry, outro funcionário público britânico na Índia, continuou a conceber um esquema de classificação de impressões digitais, catalogando conjuntos de impressões digitais que poderiam ser recuperados para fins de identificação; posteriormente ele desenvolveu o sistema de classificação de impressões digitais que substituiria a antropometria na Europa e na América do Norte. Este sistema foi implementado na Europa quando Henry foi nomeado chefe da Scotland Yard no início do século XX. Ao mesmo tempo, nos Estados Unidos, DeForrest iniciou o primeiro uso sistemático de impressões digitais na identificação pessoal. Mais recentemente, o Sistema Integrado de Identificação Automatizada de Impressões Digitais (IAFIS) do FBI (*Federal Bureau of Investigation*) foi iniciado como um meio de fornecer serviços de identificação às comunidades policiais dos EUA.

Segundo Carvalho (2019), a papiloscopia estuda a identificação humana por meio da comparação de peculiaridades presentes nas cristas de fricção (ranhuras) que se manifestam na pele espessa, originadas a partir das papilas dérmicas. É possível destacar cinco principais divisões: datiloscopia (digitais dos dedos), porosopia (utiliza-se os poros), podoscopia (plantas dos pés), cristoscopia (cristas papilares) e quirosopia (palmas das mãos). Os princípios da papiloscopia são perenidade, imutabilidade e variabilidade. Perenidade é a propriedade que têm os desenhos papilares de se manifestarem desde a vida intrauterina até a putrefação cadavérica. Já imutabilidade é a condição de os desenhos papilares de não alterarem a forma original, a menos que haja alguma cicatriz permanente. Por fim, variabilidade é consiste no fato de os desenhos papilares não se repetirem, variando de região para região papilar e de pessoa para pessoa (Freitas et al., 2019).

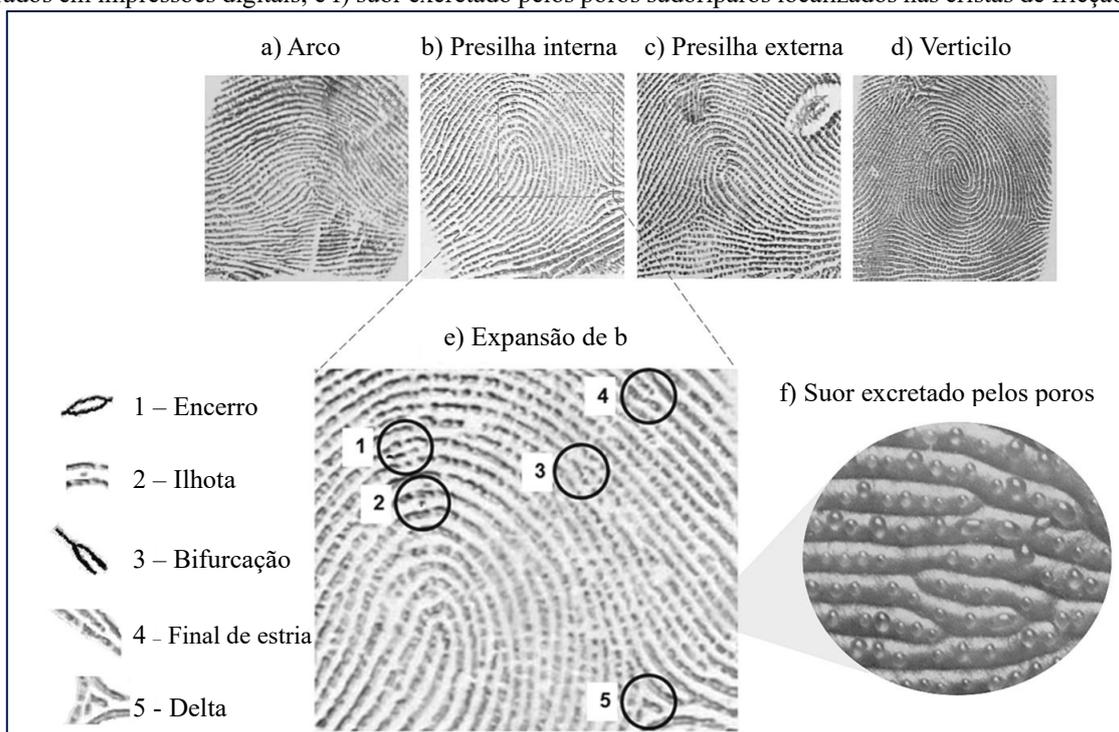
O sistema para identificação das impressões digitais pela datiloscopia é adotado no Brasil desde o início do século XX, quando Felix Pacheco, membro do Gabinete de Identificação do Estado do Rio de Janeiro, utilizou a classificação datiloscópica de acordo com o sistema desenvolvido pelo antropólogo argentino Juan Vucetich (Ferrari e Galeano, 2016).

O método de Vucetich divide a impressão digital em três sistemas: basilar, marginal e central (ou nuclear). As linhas desenhadas pela impressão se dispõem em ângulos obtusos, circundando o núcleo formando o delta. Assim, a presença ou não do delta, bem como sua posição, são fundamentais para o sistema de Vucetich. O conjunto formado pelas linhas de fricção e sulcos presentes nas impressões papilares gera imagens específicas e pode ser enquadrado em quatro tipos principais de formatos segundo a classificação de Juan Vucetich. A Figura 1a-d mostra que os tipos de formações são a) arco; b) presilha interna; c) presilha externa; e d) verticilo. A partir desta classificação, também são analisados os diferentes pontos característicos que produzem algumas figuras como encerro, ilhota, final de estria, delta e bifurcação, conforme mostrado na Figura 1e. A Figura 1f destaca o suor excretado pelos poros (Gomes et al., 2023).

2.3 COMO SE FORMA A IMPRESSÃO DIGITAL?

Segundo o antropólogo inglês Sir Francis Galton, em seu livro publicado em 1882, *Finger Prints*, a chance de encontrar duas pessoas com a impressão digital idêntica é de 1 em 64 bilhões. Atualmente a população mundial é de aproximadamente 7,5 bilhões de habitantes. Portanto, matematicamente, é improvável existirem duas pessoas com a mesma impressão digital (Guerreiro e Sampaio, 2019).

Figura 1 - Classificação das impressões digitais: a) arco, b) presilha interna, c) presilha externa e d) verticilo; e) detalhes encontrados em impressões digitais; e f) suor excretado pelos poros sudoríparos localizados nas cristas de fricção da pele.



Fonte: Adaptado de Gomes et al. (2023).

Segundo Dias et al. (2016), as impressões digitais formam-se durante o desenvolvimento no útero materno por um mecanismo duplo: o pregueado aleatório da epiderme (o que explica por que é que as impressões digitais são únicas para cada indivíduo) e o crescimento dos nervos digitais palmares (o que justifica que mostram características herdadas coincidente em parentes de 1º grau, como pais e irmãos). Nas linhas ou cristas alojam as glândulas do suor, um fluido que impregna as superfícies onde tocamos. A fórmula do suor é complexa: água, sal, cloreto de potássio, sulfatos, fosfatos alcalinos, lactoses, ureia e lipídios. Através do conhecimento desta composição química foi possível o desenvolvimento dos reagentes, líquidos ou sólidos, que hoje os forenses empregam para colorir e tornar visíveis as impressões digitais.

3 REVELAÇÃO DE IMPRESSÃO DIGITAL COM IODO

As impressões digitais latentes – escondidas – não são visíveis a olho nu, e consistem, substancialmente, apenas de secreções naturais da pele humana e, tais impressões, necessitam de tratamento para se tornarem visíveis. Esse tratamento é denominado de “revelação de impressão digital latente”, sendo necessário utilizar alguns processos químicos ou físicos, nos quais ao interagir com as secreções da pele (gorduras, proteínas, aminoácidos) faz com que a impressão digital latente apresente contraste. A escolha de metodologia adequada para a revelação é de extrema importância para conhecimento da constituição da impressão digital (Balsan et al., 2019).

Através da técnica com a utilização do iodo também é empregada para revelação de impressões digitais. O iodo sublima em condições ambientes de pressão e temperatura, e, também, possui afinidade por traços de gordura presentes nas impressões digitais. Desta maneira é possível processar rapidamente sua revelação em papéis, plásticos e outros objetos de pequeno porte. O procedimento consiste em colocar os objetos a serem analisados dentro de uma câmara de revelação que é onde será inserido o vapor de iodo. O iodo se depositará sobre a gordura presente nas impressões, produzindo uma coloração castanho escuro.

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho foi baseada em Guerreiro e Sampaio (2019). O iodo molecular é um sólido de cor acinzentada que sublima a temperaturas um pouco superiores à temperatura ambiente, liberando vapores violetas. O vapor de iodo, por ser constituído de moléculas de iodo molecular que são apolares, adere facilmente à impressão digital latente (por meio de adsorção) que contenha gorduras, visto que as gorduras são também são moléculas apolares, ocorrendo uma interação do tipo dispersão de London, fazendo assim a revelação da impressão digital latente. Ao entrar em contato com a impressão digital latente, o vapor de iodo revela um produto de cor marrom. Para o processo de impressão, pode-se colocar o objeto dentro de um saco plástico contendo alguns cristais de iodo e agitar. O pequeno calor gerado pela agitação é suficiente para fazer o iodo sublimar e revelar a impressão digital latente, a qual utiliza o elemento iodo.

4.1 MATERIAIS E REAGENTES

Para a prática, serão utilizados o iodo sólido, um recipiente pequeno de vidro, uma lamparina, uma pinça de madeira, um papel branco A4 (ou papel de filtro) e uma fita adesiva.

4.2 PROCEDIMENTO

Primeiramente é necessário preparar a amostra recolhendo a impressão digital em uma tira de papel, que pode ser branco ou papel filtro. É importante que as digitais estejam com um pouco de gordura para facilitar que a interação com a molécula de iodo aconteça, caso não esteja, pode ser realizado a utilização de algum creme hidratante. Após os dedos entrarem em contato com o papel, o mesmo foi adicionado dentro de um recipiente de vidro tampado. São colocados alguns cristais de iodo dentro do recipiente de vidro. A próxima etapa é o aquecimento dos cristais de iodo, utilizando uma lamparina com tela de amianto e tripé, até a sua sublimação. Esperou-se alguns segundos até a total revelação. Após a impressão revelada é preciso colocar um decalque com fita adesiva para a preservação da impressão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 2 apresenta o passo a passo com os resultados do método de impressão digital latente com vapor de iodo. À esquerda, o papel no recipiente, logo após ser submetido ao calor da chama. À direita, a folha com a impressão digital. Quando uma superfície é tocada com o dedo, são deixados resíduos de suor, proteínas, aminoácidos e gorduras, que se tornam evidentes com a deposição do vapor de iodo.

Figura 2 – Experimento de impressão digital latente com vapor de iodo: geração do vapor em recipiente (esquerda) e impressão digital (direita).



Fonte: Autoria própria (2022).

A Figura 3 apresenta, em detalhe, o processo de sublimação dos cristais de iodo, ou seja, o iodo sólido passa diretamente do estado sólido para o gasoso e se deposita exatamente nas marcas deixadas pela impressão digital.

Figura 3 – Sublimação do iodo com deposição sobre a digital.



Fonte: Aatoria própria (2022).

Após a revelação da impressão digital latente com o iodo, em pouco tempo ela desaparece do papel, podendo-se repetir o procedimento inúmeras vezes. Entretanto, para que a impressão digital seja preservada, pode-se fazer um decalque com fita adesiva, mantendo o iodo exatamente sobre a impressão digital gerada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A química forense assim como o papiloscopista fazem parte de uma área fundamental da perícia criminal. Inúmeras técnicas e inúmeros conceitos foram estruturados ao longo do tempo. A química forense envolve profissionais altamente especializados, que encontram vestígios nas mais remotas localidades e analisam através de técnicas científicas, todas as provas encontradas, confirmando ou não a presença do suspeito. A técnica de identificação de impressão digital latente por vapor de iodo se mostrou eficiente para a proposta deste trabalho, pois foi possível fazer a identificação da impressão de maneira consistente. O custo mais baixo torna essa técnica de fácil aplicação pela facilidade de manuseio e pelo baixo custo.

REFERÊNCIAS

BALSAN, J. et al. Desenvolvimento de metodologia de revelação de impressão digital latente com chalconas. *Química Nova*, 2019. DOI 10.21577/0100-4042.20170399

CARVALHO, Daniel da Silva. Determinação do sexo a partir da densidade de cristas papilares e da contagem de albotilares em brasileiros. 2019. 146 p. Dissertação (Mestrado em Ciência de Materiais) - Programa de Pós-graduação em Ciência de Materiais da Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2019. Disponível em: http://icts.unb.br/jspui/bitstream/10482/38061/1/2019_DanieldaSilvaCarvalho.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.

DIAS, W.F. et al. Vapor de iodo na identificação de impressões digitais. 10º ENTEC – Encontro de Tecnologia, UNIURBE, Uberaba, MG, 2016. Disponível em: <https://www.uniube.br/eventos/entec/2016/arquivos/aprovados/67.pdf>. Acesso em 24 abr. 2024.

FERRARI, M.G.; GALEANO, D. Polícia, antropometria e dactiloscopia: história transnacional dos sistemas de identificação, do rio da Prata ao Brasil. *História, Ciências, Saúde-Manguinhos*, v. 23, n. suppl 1, p. 171–194, dez. 2016. DOI 10.1590/S0104-59702016000500010

FREITAS, A.F. et al. Papiloscopia Forense: Caderno didático ANP. Brasília: Academia Nacional de Polícia, 2019

GOMES, F. et al. Study of latent fingerprints. *Forensic Chemistry*, v. 35, no. 100525, 1 ago. 2023. DOI 10.1016/j.forc.2023.100525

ROMÃO W. et al. Química Forense: Perspectivas Sobre Novos Métodos Analíticos Aplicados à Documentoscopia, Balística e Drogas de Abuso. *Química Nova*, vol. 34, n. 10, 2011. DOI 10.1590/S0100-40422011001000005

SORIA, M. L. The improvements in forensic toxicology and its role in the forensic process (I). *Spanish Journal of Legal Medicine*, 20 jun. 2023. DOI 10.1016/j.remle.2022.03.003

WIELBO, D. HISTORY | Forensic Sciences. Elsevier eBooks, 1 jan. 2000.

AROMATERAPIA: ANÁLISE QUÍMICA DOS ÓLEOS ESSENCIAIS 10.56238/livrosindi202428-014

ISBN: 978-65-6109-036-0

Ana Luiza Barboza

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Júlia Krüger dos Santos

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Julia Veiga Gausmann

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Vitória Rodrigues Corá

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Aline Machado Zancanaro

Docente Doutora em Química Inorgânica - IFFar - Campus Panambi

Daniela Alves Oriques

Docente Mestre em Química Orgânica - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

Este trabalho de prática profissional integrada, cujo tema proposto é a aromaterapia, tem como objetivo estudar o surgimento desta técnica, bem como as aplicações e composição dos óleos essenciais. Serão apresentadas suas propriedades, como agem quimicamente no organismo, suas formas de extração, a maneira como os óleos essenciais comerciais são extraídos e preparados, e porque são benéficos para o corpo e a mente. O objetivo é levar informações a um maior número de pessoas, sobre seus benefícios e funcionalidades comprovadas, de forma a deixar o misticismo de lado. O trabalho consiste em uma pesquisa bibliográfica, juntamente com a prática de extração do óleo essencial de laranja doce. O experimento prático embasou-se na obtenção do limoneno, principal constituinte do óleo essencial da laranja, que foi realizado pelo método de destilação, resultando em 2,2 mL do limoneno. Assim, com o entendimento de como cada óleo atua no organismo e as suas diversas formas de aplicação, este trabalho pretende auxiliar na não dependência da medicina tradicional e na geração de bem-estar do corpo e mente.

Palavras-chave: Extração, Solvente, Limoneno.**1 INTRODUÇÃO**

A aromaterapia é uma prática milenar que se define como o uso terapêutico de óleos essenciais extraídos de plantas para apoiar o bem-estar físico, emocional e espiritual. Os óleos essenciais podem ser definidos como material volátil presente em plantas e, geralmente, de odor e fragrância característica. São utilizados essencialmente na área farmacêutica, visando a produção de cosméticos principalmente, tendo cada vez mais reconhecimento (Hedigan; Sheridan; Sasse, 2023).

Nota-se atualmente o crescimento considerável da utilização dos óleos essenciais e da aromaterapia em si, muito por conta de suas propriedades medicinais e por ser considerada uma alternativa mais natural e amena para a saúde humana. Dado o aumento de sua procura, muitas pessoas desinstruídas sobre a base científica dos óleos também acabam por consumi-los. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho de prática profissional integrada é explicitar aspectos químicos dos óleos essenciais para melhor entendimento do que se tratam, assim como seu funcionamento no sistema nervoso.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As primeiras referências de óleos vegetais remontam a 2000 a.C., no Antigo Egito, onde resinas como incenso, mirra e benjoim eram usadas para perfumaria, sacrifícios cerimoniais e rituais. As plantas aromáticas e os óleos vegetais fazem parte da medicina vegetal e são utilizados desde a antiguidade no tratamento de doenças e enfermidades. Os fundamentos da medicina moderna começaram com os médicos gregos Hipócrates (400 a.C.) e mais tarde com Galeno (150–200 d.C.). O conceito de medicina holística é atribuído a Hipócrates que considerava a pessoa “inteira” do ponto de vista medicinal – mental, emocional e físico. Neste sentido, a aromaterapia é considerada uma “terapia holística”, conceito que partilha com outras práticas como a Medicina Tradicional Chinesa e a medicina Ayurvédica (Hedigan; Sheridan; Sasse, 2023).

Gattefossé é considerado o pai da aromaterapia e descendente de uma família proprietária de uma empresa de perfumes. No ano de 1919, estava trabalhando no seu laboratório quando uma explosão aconteceu, deixando-o coberto com substâncias inflamáveis, causando um ferimento. Apenas um enxágue com o óleo essencial de lavanda interrompeu a gaseificação do tecido e a cura do ferimento começou no dia seguinte (Farrar; Farrar, 2020).

Óleos essenciais (OE) são misturas de constituintes voláteis à temperatura ambiente, originados, na maioria das vezes, do metabolismo secundário, sendo produzidos e armazenados em estruturas secretoras próprias formadas nas folhas, flores, ramos/caules ou raízes de diversas espécies (Kamatou et al., 2007). São classificados segundo a sua estrutura molecular em monoterpenos, sesquiterpenos, álcoois, aldeídos, ésteres, fenóis, éteres e óxidos, peróxidos, furanos, lactonas e ácidos, e, por sua atividade bioquímica, em grupos funcionais (Kumar et al., 2012). Óleos essenciais podem apresentar até 300 componentes, sendo essa a razão da sua grande abrangência terapêutica, atuando em diversos sistemas no corpo e na psique (Wolffenbuttel, 2016).

Em diversas famílias de plantas, designadamente, Lamiaceae e Verbenaceae, os OE são geralmente, secretados por tricomas glandulares, que possuem várias formas, estruturas e funções, distribuindo-se maioritariamente na superfície das folhas (Kamatou et al., 2007). Sendo estruturas celulares especializadas, os tricomas, como órgãos de síntese e armazenamento de OE, protegem a

planta da toxicidade própria de alguns dos respectivos constituintes, como é o caso dos monoterpenos que, em concentrações elevadas, são fitotóxicos. Os tricomas das Lamiaceae são de dois tipos morfológicamente distintos: peltados e capitados, que se distinguem pela sua estrutura e forma de secreção, facto comprovado por observações de microscopia óptica e electrónica (Hallahan, 2000).

A identificação dos constituintes dos óleos essenciais é importante para a compreensão e previsão dos respectivos efeitos fisiológicos. Por exemplo, os OE ricos em hidrocarbonetos sesquiterpênicos exibem, frequentemente, efeito anti-inflamatório (Tappin et al., 2004) e, OE ricos em trans-cariofileno podem auxiliar na lipo-regulação (Yoo et al., 2005).

No estudo da aromaterapia, as principais vias de absorção são tópica, oral e inalatória. Na via tópica, quando os óleos essenciais são aplicados diretamente na pele, ocorre a absorção pela corrente sanguínea e transporte para diferentes partes do corpo. Entretanto, a maioria dos óleos essenciais necessita do auxílio de um óleo carreador para que ocorra sua penetração no organismo por meio dessa via. Certos óleos essenciais podem ser ingeridos, mas é necessária cautela, pois nem todos são seguros. Isso é relativo principalmente à dosagem correta tendo em vista que os óleos têm concentrações elevadas e podem apresentar caráter tóxico se consumidos em grande quantidade. Ao ingerir óleos essenciais, suas moléculas serão absorvidas pelo intestino e levadas a vários tecidos do corpo. Os óleos podem ser ingeridos sem diluição, incorporados em algum alimento ou encapsulados. (Gnatta et al., 2016)

O sentido olfativo é muito primitivo e ao mesmo tempo sofisticado. O bulbo olfativo situado no alto das narinas contém cerca de dez milhões de células olfativas. Trata-se da única parte do sistema nervoso que está em contato direto com o ambiente. Dessa forma recebemos inúmeras informações sobre o ambiente e sobre os óleos essenciais. O sentido do olfato atua principalmente a nível subconsciente sem que o córtex cerebral registre. Os impulsos nervosos captados pelos nervos olfativos são enviados para o sistema límbico (amígdala, tálamo, hipotálamo, as glândulas pituitárias e a pineal e o hipocampo), local onde se processam as emoções como prazer, dor, raiva, medo, tristeza, sentimentos sexuais e memória (Lavabre, 2018).

Essa é a forma mais rápida, eficaz e segura para o emprego da aromaterapia, pois, se apoia mais na presença do óleo do que na quantidade, produzindo resultados satisfatórios com menores quantidades e com menor risco de intoxicação comparado com outras vias. Por meio da inalação, cuida-se das emoções, do sistema respiratório, além de proporcionar elevação espiritual (Damian, 2018). Assim que as moléculas odoríferas são inaladas, produzem resultados antes mesmo da sua absorção, através dos neurônios olfativos que enviam sinais eletroquímicos para o sistema límbico, gerando respostas emocionais para o córtex cerebral e respostas mentais nos tecidos e órgãos. Nos pulmões, permeiam a mucosa e estruturas internas do trato respiratório, possibilitando uma assepsia,

uma melhor expansão dos movimentos relativos à respiração e a eliminação de secreções, além de serem absorvidas pela via sanguínea (Lavabre, 2018). Na Tabela 1 é possível observar alguns dos efeitos relacionados com o uso terapêutico dos óleos essenciais.

Os óleos essenciais de frutas cítricas possuem maior aplicação nas indústrias alimentícia e farmacêutica como componente aromático e saborizante, e podem apresentar atividade antimicrobiana, antioxidante e inseticida, entre outras. Foram detectados dez compostos terpênicos, entre os quais, limoneno (C₁₀H₁₆), β-linalol (C₁₀H₁₈O) e β-pineno (C₁₀H₁₆) foram os majoritários. Limoneno foi o constituinte principal e representou 93,3% do óleo essencial de laranja lima e 90,5% da laranja pera (Silva, 2013).

O limoneno tem aplicações na indústria farmacêutica, não só como solvente na síntese de compostos químicos, mas também como princípio ativo, uma vez que exibe baixa toxicidade para a saúde humana. É um solvente do colesterol e, como tal, tem sido utilizado na dissolução de cálculos biliares contendo colesterol, bem como na neutralização da azia (ácido gástrico) (Pires et al., 2018).

Tabela 1 - Relação entre o óleo essencial e seu efeito no organismo.

Óleos essenciais	Efeitos no organismo
Alecrim (<i>Rosmarinus officinalis</i>)	Relaxante e antidepressivo.
Bergamota (<i>Citrus bergamia</i>)	Além de ser revigorante, age contra dores de cabeça e má circulação.
Hortelã (<i>Menta Viridas</i>)	Age contra dores de cabeça, fadiga e dores musculares.
Lavanda (<i>Lavandula angustifolia</i>)	Reduz a tensão, o cansaço e a depressão, além de acalmar revigorar o ânimo.
Limão (<i>Citrus limon</i>)	Além de ser estimulante e tonificante, age contra dores de cabeça.
Laranja (<i>Citrus sinensis</i>)	Além de ser antisséptico, alivia o estresse, a ansiedade e o nervosismo.

Fonte: Sacco; Ferreira; Silva (2015).

Dado o aumento na procura dos óleos essenciais, nota-se a necessidade: do aumento da demanda das plantas aromáticas produtoras de óleos essenciais; da garantia de qualidade desses produtos; de maior disponibilidade comercial dos óleos essenciais e, conseqüentemente, uma sistematização da produção em larga escala, observando que a maioria das pesquisas sobre óleos essenciais ainda são realizadas com óleos obtidos em laboratório (Steffens, 2010).

Visando isso, é preciso analisar como os óleos essenciais comerciais são extraídos e preparados. São vários os métodos de extração dos compostos aromáticos, sendo que eles dependem da parte da planta da qual o óleo essencial será extraído e para qual uso ele se destinará. Os métodos de extração mais comuns são: enfloração, prensagem a frio, extração com solventes orgânicos, extração por fluido supercrítico, arraste a vapor, hidrodestilação e turbodestilação, sendo que o processo abordado no trabalho de prática profissional integrada será o arraste a vapor (Ribeiro, 2016).

A extração por arraste a vapor é a mais comum vista em escala industrial, isso porque este tipo de extração é mais simples e econômico, além de ter um custo menor quando comparado aos meios mais avançados, como a extração por fluido supercrítico. Este método permite ainda, que um grande volume de matéria-prima vegetal seja processado de uma única vez (Pires et al., 2018).

O processo tem início em um vaso extrator, onde se dispõe o material vegetal de interesse de maneira que favoreça o contato superficial com o vapor, uma vez que a amostra não entra em contato com a água, somente com seu vapor, que atravessa os tecidos das plantas, vaporizando os óleos essenciais contidos nas glândulas destes e levando para o topo do vaso extrator, devido ao fluxo ascendente do vapor, sendo então direcionados para um condensador. Após o condensador tem-se uma emulsão de água com óleo essencial que serão encaminhados a um vaso separador, conhecido como vaso florentino, resultando na separação da fase oleosa da fase aquosa devido às suas diferenças de densidade e polaridade (Ribeiro, 2016; Pires et al., 2018).

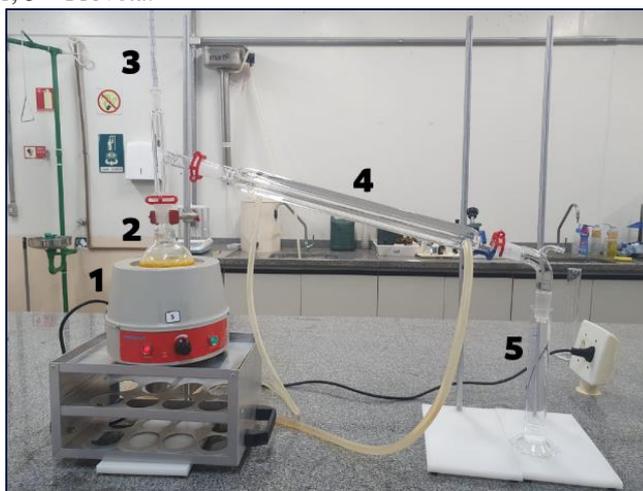
3 METODOLOGIA

O trabalho de prática profissional integrada consistiu em duas etapas: a pesquisa bibliográfica e o experimento prático. A pesquisa bibliográfica envolveu a busca pelo conceito de aromaterapia, composição química e as respectivas funcionalidades dos óleos essenciais no organismo humano, em especial, a composição do óleo essencial de laranja e suas utilidades, pois foi o elemento da prática. Utilizou-se da plataforma de pesquisa Google Acadêmico para identificar e, posteriormente, analisar publicações já estruturadas como base para o trabalho. Além disso, a pesquisa buscou dispor de informações interpretativas acerca do que há no mercado em matéria de óleos essenciais, bem como concluir a indagação do que há por trás do comércio do produto.

Por sua vez, o experimento prático embasou-se no levantamento feito por Pires et al. (2018) para a obtenção do limoneno por destilação, principal constituinte do óleo essencial da laranja (90 a 95%). Nesse caso, foram utilizados 57 gramas de cascas frescas de laranja, que foram lavadas e devidamente higienizadas, a fim de evitar contaminação do óleo essencial. As cascas da fruta foram reduzidas a partir de um ralador, misturadas com água destilada e postas em um balão de fundo redondo, juntamente com 10 esferas de vidro. Após isso, o balão foi colocado sobre uma manta aquecedora, e a parte mais volátil arrastada (a uma temperatura inferior a 100 °C) até atingir o condensador foi resfriada, voltando à fase líquida. Por fim, a mistura foi recolhida na proveta, sendo possível visualizar as fases líquidas do limoneno e da água, já que são imiscíveis. Depois da destilação, o líquido extraído foi colocado no funil de separação para obter somente o limoneno.

A Figura 1 apresenta o aparato utilizado na prática de destilação por arraste a vapor, para a obtenção do limoneno (óleo essencial de laranja). Já a Figura 2 apresenta o fluxograma do processo de obtenção do óleo essencial. O processo inicia com a higienização com água corrente e redução de tamanho das cascas com auxílio de facas. Então, a amostra é preparada em um balão, com a montagem do equipamento na sequência. As etapas finais são a extração por arraste a vapor e a separação das fases, com a obtenção do produto final.

Figura 1 – Aparato da prática de destilação. Em destaque: 1 – Manta de aquecimento; 2 – Balão de fundo redondo; 3 – Termômetro; 4 – Condensador; 5 – Proveta.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 2 – Fluxograma do processo de obtenção do óleo essencial de laranja.



Fonte: Autoria própria (2022)

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a prática de extração de destilação realizada em laboratório, foi obtido em 57g de casca 2,2 mL do limoneno, o maior constituinte do óleo essencial de laranja. O cálculo de rendimento do óleo é dado pela Equação 1, onde $V_{\text{óleo essencial}}$ é o volume de óleo essencial, em mL, e m_{casca} é a massa da casca de laranja, dada em g. Foi possível observar um rendimento de 3,86% da massa total inicial.

$$\text{Rendimento}(\%) = \frac{V_{\text{óleo essencial}}(\text{mL})}{m_{\text{casca}}(\text{g})} \cdot 100\% \quad (\text{Eq. 1})$$

A destilação por arraste de vapor foi escolhida para a prática pois é uma técnica de extração simples de ser realizada. O processo ocorre por meio do vapor d'água passando através das cascas da laranja, extraíndo o limoneno que está dentro das glândulas. Posteriormente, sofre um choque térmico vaporizando, o que o faz ser arrastado até atingir o condensador, onde é resfriado, voltando à fase líquida. O objetivo do método é separar os componentes por meio da destilação da água e do limoneno, os dois estando em fase líquida e sendo uma mistura heterogênea. Cabe ressaltar que outros componentes são separados junto com o limoneno neste método de destilação. Desse modo, alguns autores, como Pires et al. (2018), indicam que, nesse caso, há a formação de uma mistura chamada óleo de laranja. Essa mistura contém, em maior quantidade, o limoneno, mas não apenas ele. O limoneno com alto grau de pureza é obtido com processos de purificação posteriores, como destilação fracionada a pressão reduzida.

5 CONCLUSÃO

A aromaterapia apresenta uma alternativa de tratamento mais ameno para o corpo e a mente, e tem sido mais procurada pela população devido a iminente falta de recursos para tratar certas doenças e ao conjunto de efeitos colaterais que o tratamento convencional pode conceder. O entendimento de como cada óleo atua no organismo e as diversas formas de aplicação, pode proporcionar a não dependência da medicina tradicional, afinal são capazes de propiciar efeitos que amenizam sintomas de doenças, desconfortos no corpo e ajudam no equilíbrio emocional, além de purificar o ar dos ambientes.

Há uma certa resistência por parte da sociedade em acreditar nos efeitos da aromaterapia, já que ainda não é uma prática comum do cotidiano, mas devido aos diversos efeitos positivos que pode trazer a população e aos estudos científicos a respeito do assunto, pode-se dizer que ela há de se estabelecer no mundo todo, mas que ainda há muito a ser estudado e investido para seu reconhecimento. Assim, é de grande importância a investigação acerca das propriedades químicas, terapêuticas e farmacológicas dos óleos essenciais, pois dessa forma é possível tirar proveito de tudo o que eles têm a oferecer e então alcançar maior fiabilidade e respeito.

REFERÊNCIAS

- DAMIAN, P. Aromaterapia & psiquê: o uso dos óleos essenciais para o bem-estar psicológico e físico. Belo Horizonte: Laszlo. 2018. 318 p.
- FARRAR, A.J.; FARRAR, F.C. Clinical Aromatherapy. *Nursing Clinics of North America*, v. 55, n. 4, p. 489–504, 1 dez. 2020. DOI 10.1016/j.cnur.2020.06.015
- GNATTA, J.R. et al. Aromaterapia e enfermagem: concepção histórico-teórica. *Revista da Escola de Enfermagem da USP*, v. 50, n. 1, p. 127–133, 1 fev. 2016. DOI 10.1590/S0080-623420160000100017
- HALLAHAN, D.L. Monoterpenoid biosynthesis in glandular trichomes of labiate plants. *Advances in Botanical Research*, p. 77–120, 2000. DOI 10.1016/S0065-2296(00)31007-2
- HEDIGAN, F.; SHERIDAN, H.; SASSE, A. Benefit of inhalation aromatherapy as a complementary treatment for stress and anxiety in a clinical setting – A systematic review. *Complementary Therapies in Clinical Practice*, v. 52, p. 101750, 1 ago. 2023. DOI 10.1016/j.ctcp.2023.101750
- KAMATOU, G. P. P. et al. Trichomes, essential oil composition and biological activities of *Salvia albicaulis* Benth. and *S. dolomitica* Codd, two species from the Cape region of South Africa. *South African Journal of Botany*, v. 73, n. 1, p. 102–108, jan. 2007. DOI 10.1016/j.sajb.2006.08.001
- KUMAR, P. et al. Compositional analysis and insecticidal activity of *Eucalyptus globulus* (family: Myrtaceae) essential oil against housefly (*Musca domestica*). *Acta Tropica*, v. 122, n. 2, p. 212–218, maio 2012. DOI 10.1016/j.actatropica.2012.01.015
- LAVABRE, M. Aromaterapia: a cura pelos óleos essenciais. Belo Horizonte: Ed Laszlo, 2018. 370 p.
- PIRES, T. C. M. et al. Extração do R-(+)-limoneno a partir das cascas de laranja: avaliação e otimização da verduza dos processos de extração tradicionais. *Química Nova*, v. 41, n. 3, p. 355–365, 1 mar. 2018. DOI 10.21577/0100-4042.20170139
- RIBEIRO, Denise Fernandes Coutinho. Atividade moluscicida de óleos essenciais de plantas aromáticas da região amazônica maranhense. 2016. 91 p. Dissertação (Mestrado em Saúde e Ambiente), Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente. UFMA-MA. São Luis, MA, 2016. Disponível em: <https://tedebc.ufma.br/jspui/handle/tede/tede/1393>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- SACCO, P. R.; FERREIRA, G. C.; SILVA, A. C. Aromaterapia no auxílio do combate ao estresse: bem-estar e qualidade de vida. *Revista Científica da FHO|UNIARARAS* v. 3, n. 1/2015, p. 54-62. DOI 10.55660/revfho.v3i1.98
- SILVA, Geovana Teixeira Alves. Estudo de processos convencionais de extração de óleos essenciais via revisão bibliográfica: uma base para um projeto industrial. 2021. 57 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) - Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2021. Disponível em: <https://bdm.ufmt.br/bitstream/1/1858/1/TCC%202021%20Geovana%20Teixeira%20Alves%20da%20Silva.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.

STTEFENS, Andréia Hoeltz. Estudo da Composição Química dos Óleos Essenciais Obtidos por Destilação por Arraste a Vapor em Escala Laboratorial e Industrial. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Tecnologia de Materiais), Programa de Pós-graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais. PUC-RS. Porto Alegre, RS, 2010. Disponível em: <https://tede2.pucrs.br/tede2/handle/tede/3155>. Acesso em: 24 abr. 2024.

TAPPIN, M. R. R. et al. Análise química quantitativa para a padronização do óleo de copaíba por cromatografia em fase gasosa de alta resolução. *Química Nova*, v. 27, n. 2, p. 236–240, abr. 2004. DOI 10.1590/S0100-40422004000200012

WOLFFENBUTTEL, A. N. Bases químicas dos óleos essenciais e aromaterapia: Abordagens técnica e científica. Belo Horizonte: Ed. Laszlo, 2016. 494 p.

YOO, S. S. et al. The comparison of physico-chemical and textural properties, as well as volatile compounds, from low-fat and regular-fat sausages. *International Journal of Food Science & Technology*, 1 jan. 2005. DOI 10.1111/j.1365-2621.2004.00911.x

PRÁTICAS PROFISSIONAIS DO TERCEIRO ANO

O projeto integrador da Prática Profissional Integrada estabelece que as práticas do terceiro ano devem articular conhecimentos das disciplinas de Língua Portuguesa e Literatura, Corrosão, Química de Alimentos, Biologia, Processos Industriais, Análise Instrumental e Matemática. Nesta seção serão apresentados cinco capítulos. Um dos capítulos aborda a influência do pH no crescimento do girassol, além de fazer uma análise sobre micronutrientes e macronutrientes necessários para seu crescimento. Outro capítulo trata da produção de bioinibidores vegetais a partir da casca de laranja e de limão para a proteção de equipamentos industriais em relação a processos corrosivos. Na sequência, são apresentados os resultados do uso de *Aloe vera* (babosa) in natura na produção de xampus. A produção de cloro e soda é relatada em outro capítulo, no qual são evidenciadas as principais características dos processos eletroquímicos de produção e purificação de compostos. Já a remoção de íons cobre de águas residuais é tema do último capítulo dessa seção, no qual um bioadsorvente produzido a partir de sementes de mamão é utilizado no processo de adsorção.

ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO pH DO SOLO NO CRESCIMENTO DE GIRASSÓIS E ESTUDO DE MACRONUTRIENTES E MICRONUTRIENTES

  10.56238/livrosindi202428-015

ISBN: 978-65-6109-036-0

Danielly Rodrigues dos Santos

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Giovana Castro

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Junielli dos Santos de Souza

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Larissa Martins da Silva

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Malú dos Santos Turcatto

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Juliana Ferreira da Silva

Docente Doutora em Ciências Biológicas - IFFar - Campus Panambi

Anna Maria Deobald

Docente Doutora em Química Orgânica - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

O cultivo de girassol que contribui tanto para fins econômicos como para a natureza. Essa planta se adapta a diferentes tipos de solos, porém é sensível à acidez do solo, geralmente apresentando sintomas de toxidez em pH muito ácido, o que acaba interferindo em seu desenvolvimento. Este trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho das sementes de girassol quando submetidas a diferentes tipos de solos, além de avaliar como os macronutrientes e micronutrientes influenciam no crescimento dos girassóis. Além disso, busca relatar as condições favoráveis para seu cultivo. Portanto, com a revisão realizada no presente trabalho aliada aos resultados obtidos nas práticas tem o propósito de ajudar o leitor a ter uma melhor compreensão sobre o desenvolvimento do girassol, a influência do pH e os macronutrientes e micronutrientes presentes na planta.

Palavras-chave: *Helianthus annuus*, Correção do solo, Toxicidade do solo.

1 INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) é uma dicotiledônea anual da família Compositae, originária do continente Norte Americano. O principal destino desta planta é para produção em indústria de óleo comestível ou da agroindústria, além do mercado de pássaros, silagem e para produção de biodiesel (Castro, 1996). Devido à sua importância para fins econômicos e contribuição para a natureza, os girassóis são cultivados comercialmente principalmente nos estados do Mato Grosso, Minas Gerais, Goiás, Rio Grande do Sul, Mato Grosso do Sul, Rondônia, Paraná, Bahia e

Ceará. Essa planta se adapta a diferentes tipos de solos, porém, é fisicamente sensível à compactação de solo e quimicamente à acidez (Bordin; Nolla; da Silva, 2021).

Os solos possuem micronutrientes e macronutrientes que influenciam no desenvolvimento das plantas. Desse modo, é utilizado calcário para corrigir a acidez do solo, fornecer Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), estimular o desenvolvimento de microrganismos e reduzir os efeitos nocivos do Manganês (Mn), Ferro (Fe) e Alumínio (Al), presentes nos solos ácidos (Silva et al., 2011).

A cultura do girassol tem uma interessante capacidade de adaptação a uma ampla variedade de solos, além de apresentar versatilidade em relação a condições climáticas. Nesse contexto, este trabalho propõe a realização de análises e pesquisas sobre a influência do pH do solo no desenvolvimento e nas características fisiológicas dos girassóis, além de um estudo em relação aos micronutrientes e macronutrientes necessários para seu desenvolvimento.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O GIRASSOL

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é cultivado mundialmente devido ao seu curto tempo de cultivo e alta adaptabilidade a diversos climas. Atualmente representa a 4ª maior área entre oleaginosas. No Brasil, existe um grande potencial de expansão desta cultura, impulsionado pela área viável de plantio de girassol, que é realizado em sucessão à colheita de soja, que compreende uma área de 33,8 milhões de hectares (Pacífico et al., 2023).

A maior utilização dos girassóis deriva dos grãos (aquênios-sementes), os quais constituem a matéria-prima para a obtenção de uma série de subprodutos, os mesmos podem ser utilizados diretamente no consumo humano, torrados ou crus, ou na alimentação de aves e pássaros. Os grãos são bastante ricos em óleo, entre 30 e 56%, dependendo do cultivo, do ambiente edafoclimático e das tecnologias adotados no seu cultivo, o que o torna a quarta maior fonte de óleo vegetal comestível do mundo, após a soja, a palma e a canola (Fernández-Martínez et al., 2008).

As fases de crescimento do girassol são: vegetativa (V) e reprodutiva (R). O estágio V inicia-se com o surgimento da plântula e termina com o aparecimento visual inicial da inflorescência. O estágio R começa com o primeiro aparecimento da inflorescência e termina quando a planta atinge a maturidade (Qadir et al., 2023). O solo propício para o crescimento de girassóis é aquele com pH próximo a 6, bem drenado e profundo, para que suas raízes possam se desenvolver livremente, visto que geralmente suas raízes atingem profundidades de 0 a 40 cm, podendo chegar a 1,5 m.

2.2 POTENCIAL HIDROGENIÔNICO (PH)

O girassol não é muito sensível à acidez do solo, desenvolvendo-se bem em solos com pH a partir de 5,1. Porém, para solos muito ácidos a adição de calcário é uma opção para o bom desenvolvimento da planta (Embrapa, 1983). A acidez do solo é dividida em três componentes: a) acidez ativa que corresponde à atividade dos íons hidrogênio em solução e determinada através de potenciômetro ou medidor de pH; b) acidez trocável, que corresponde à quantidade de Al^{3+} adsorvido aos colóides do solo; e c) acidez potencial que corresponde à soma da acidez trocável com os íons hidrogênio adsorvidos na superfície dos colóides, utilizando uma solução-tampão. A determinação de pH pode ser feita por potenciometria na suspensão solo ou pelo método do pH SMP (*Schumacher McLean e Pratt*), que determina o requerimento de calcário no solo para cada cultura (Ebeling et al., 2008).

2.3 MACRONUTRIENTES E MICRONUTRIENTES

A fertilidade do solo é medida a partir da sua capacidade de suprir nutrientes às plantas, tanto com macronutrientes quanto micronutrientes (Dechen, 2007). Os nutrientes essenciais são classificados como macro e micronutrientes, de acordo com a quantidade em que são necessários para realizar as suas funções fisiológicas. Nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre são os macronutrientes, porque são encontrados na massa seca de plantas superiores na ordem de grandeza de 1 parte para cada 1000 partes (em massa); enquanto manganês, ferro, cobre, zinco, níquel, molibdênio, cloro e boro são os micronutrientes, pois a ordem de grandeza é de 1 parte para cada 1 milhão de partes (em massa). Essa classificação é empírica e apenas quantitativa e não são incluídos o carbono, oxigênio e hidrogênio, uma vez que são obtidos pelas plantas a partir do ar e da água durante a fotossíntese (Enrique et al., 2023; Santos; Silva, 2023).

Em geral, macronutrientes como nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio e enxofre estão altamente disponíveis em pH 6,0–6,5, enquanto os micronutrientes tornam-se menos disponíveis em pH alcalino mais alto (pH > 7,0). Ambos são necessários para que as plantas se desenvolvam de forma saudável. Por esse motivo, quando o solo não possui quantidades suficientes desses nutrientes, é necessário recorrer a fertilizantes ou correção do pH (Ferrarezi et al., 2022).

3 METODOLOGIA

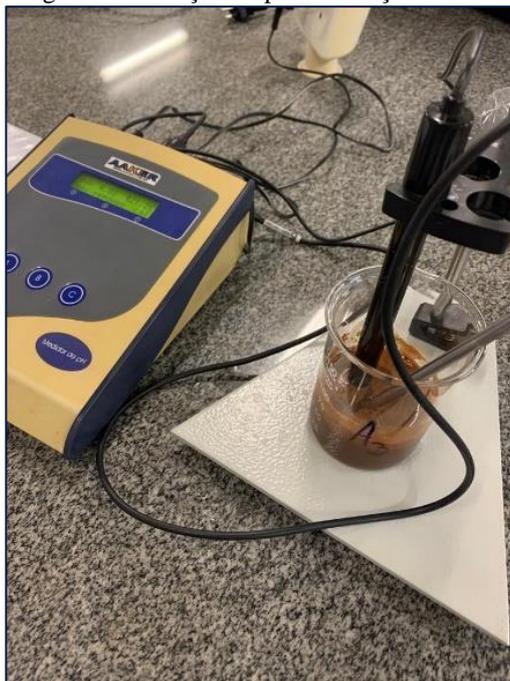
O presente trabalho foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica em sites e revistas científicas, a partir de uma abordagem metodológica e de natureza exploratória, na qual foram coletadas informações acerca da influência do pH do solo no desenvolvimento de girassóis e a relação da existência dos macronutrientes e micronutrientes no solo com o crescimento da planta. Como

produto desta pesquisa, foi construído um documento de divulgação no formato de folheto, para divulgação de informações relativas ao cultivo de girassol.

Além da pesquisa teórica, também foi realizada a prática do plantio de girassóis, para a verificação da influência do pH durante o crescimento. Com base em Silva (2016), foi possível avaliar a quantidade de calcário necessária para corrigir o solo para a produção de girassol. Assim, foram plantadas cerca de 20 sementes em 9 recipientes (baldes) com pHs distintos e divididos em dois grupos, a saber: o primeiro grupo com 3 recipientes em que o solo foi retirado da entrada do IFFar *Campus* Panambi, onde crescem plantas gramíneas; o segundo grupo com 6 recipientes em que o solo, também do instituto, foi coletado dos barrancos perto do prédio de recursos naturais, onde não há incidência de plantas.

Em seguida, foram extraídas amostras do solo de cada coleta para verificação do pH. Para tanto, foi feita uma solução de terra e água destilada (proporção 1:2,5) para usar o pHmetro com o eletrodo imerso na mistura, conforme metodologia descrita pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Solos), na revista “Manual de Métodos de Análise de Solo” (Figura 1). Depois desta medição, outra foi feita 21 dias após a calagem, para que se percebesse a diferença de antes e depois da adição do calcário. Desta forma, a partir do plantio, foi construído um gráfico no programa Microsoft Excel® com as medidas de comprimento das plantas, coletadas durante os dias em que se procedeu o acompanhamento dos espécimes, facilitando a compreensão do desenvolvimento destes.

Figura 1 - Medição do pH da solução de solo.



Fonte: Autoria própria (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 AVALIAÇÃO DO PH (POTENCIAL HIDROGENIÔNICO)

A primeira medida de pH das amostras de solo foi realizada antes de ser feita a correção com calcário. Foram observadas faixas de pH ácidas em todos os solos coletados. As medidas de pH para o solo esperado que fosse ácido, coletado dos barrancos próximo ao prédio de recursos naturais, foram de: 4,60 (balde A1), 4,46 (balde A2) e 4,91 (balde A3). Foi coletado, também, solo da entrada do *Campus*. Após a medição do pH deste solo, foram verificados os seguintes valores: 5,19 (balde B1), 5,23 (balde B2) e 4,67 (balde B3). Foram coletadas 3 amostras adicionais do solo do barranco para ser alcalinizado. A correção desses solos foi feita com calcário Filler, aplicado a 20 cm de profundidade na terra. Após 21 dias da realização da calagem foi realizada a medição do pH dos solos corrigidos. As faixas de pH encontradas foram de: 5,36 (balde C1), 5,39 (balde C2) e 5,33 (balde C3).

4.2 CALAGEM DO SOLO EXPERIMENTAL

O processod e calagem foi executado de acordo com Silva (2016). Como o plantio dos girassóis foi efetuado em baldes grandes, se fez necessário medir a área da superfície circular do balde a partir do raio de 14,7cm e, depois, fazer uma regra de três para relacionar a área obtida com a quantidade de calcário propícia. Conclui-se, então, que são necessárias 37g de calcário para 678,87 cm² de terra.

4.3 PLANTIO DO GIRASSOL

O primeiro plantio foi realizado no dia 30 de agosto de 2022. Foram plantadas cerca de 10 sementes por balde. Entretanto, não ocorreu a germinação. No dia 21 de setembro foi feito, novamente, o plantio com outras sementes. A partir do dia 29 de setembro já pôde ser observada a germinação das novas sementes, como mostra a Figura 2.

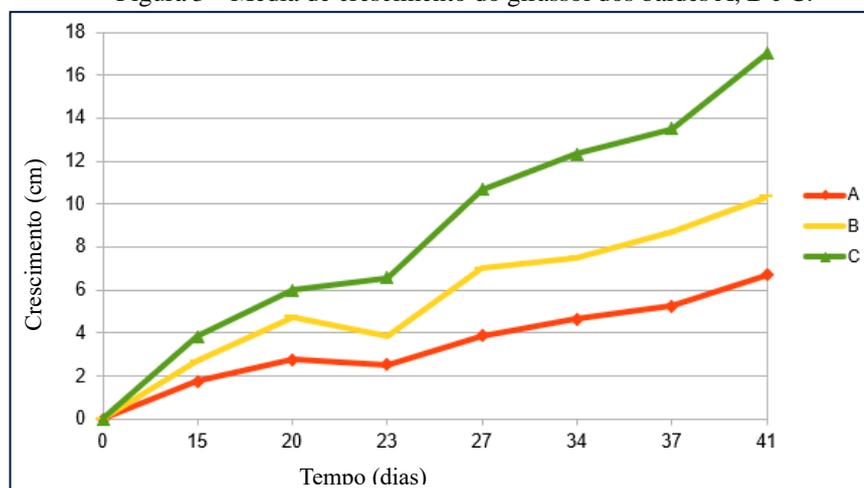
Figura 2 - Início da germinação.



Fonte: Autoria própria (2022).

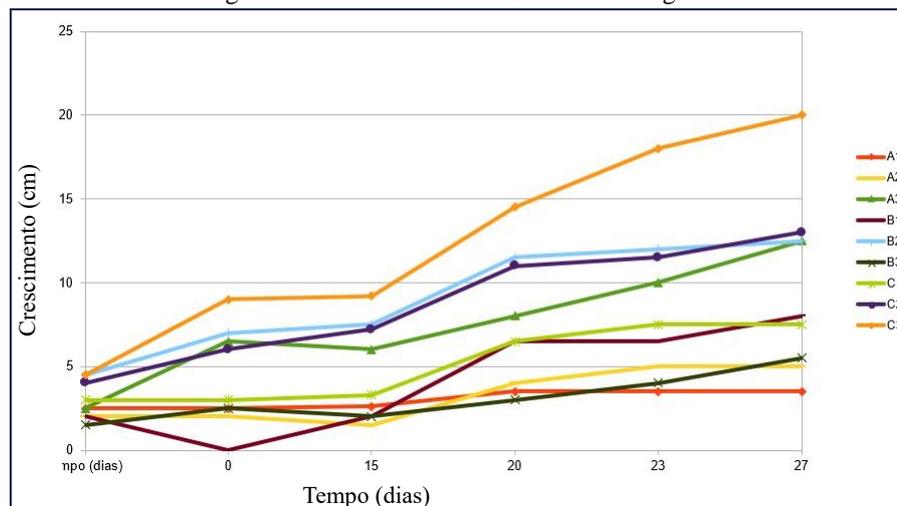
No dia 5 de outubro foram plantadas, ainda, mais sementes nos baldes A1, A2, A3, B1, B2 e C1, pois os girassóis germinados nesses baldes sofreram herbivoria. Foram realizadas, também, medições do tamanho dos girassóis ao decorrer dos dias, o crescimento dos girassóis pode ser observado no gráfico da Figura 3 em que foi realizada uma média e a Figura 4 que é de cada girassol.

Figura 3 – Média de crescimento do girassol dos baldes A, B e C.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 4 – Crescimento individual de cada girassol



Fonte: Autoria própria (2022)

Dessa forma, é possível constatar que houve um maior crescimento nos solos corrigidos com calcário, conforme mostra a Figura 5, sendo eles C1, C2 e C3, pois o pH desses baldes foi o mais próximo ao adequado para o crescimento de girassóis, que é pH 6. Crescimento moderado nos solos dos baldes B1, B2 e B3, apresentado na Figura 6, e pouco crescimento nos solos ácidos dos baldes A1, A2 e A3, exposto na Figura 7. Isso, possivelmente, ocorreu pois o girassol é uma planta sensível à acidez, não crescendo significativamente em solos muito próximos ao pH 4.

Figura 5 - Desenvolvimento do girassol (balde C3).



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 6 - Desenvolvimento do girassol (balde B2).



Fonte: A autoria própria (2022).

Figura 7 - Desenvolvimento do girassol (balde A1).



Fonte: A autoria própria (2022).

4.4 PRODUÇÃO DO FOLHETO DE DIVULGAÇÃO

Para que o conhecimento adquirido com a realização da pesquisa não apenas fosse mantido dentro do ambiente do IFFar, foi produzido um folheto (Figura 8) trazendo informações sobre o girassol e as práticas necessárias para seu cultivo, entregue no Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Panambi, RS.

Figura 8 - Flyer (frente e verso).

O QUE VOCÊ PRECISA SABER AO PLANTAR GIRASSÓIS

UM GUIA RÁPIDO E PRÁTICO

Os girassóis são plantas que se adequam melhor a solos levemente ácidos, em torno de pH 6

Na região do Rio Grande do Sul, o método de calagem utilizado é do índice SMP, onde você pode enviar uma amostra de solo para um laboratório especializado e obter esse índice

Depois de obtido, é só olhar na tabela criada pela Comissão de Química e Fertilidade do Solo (CQFS RS/SC) e identificar a quantidade de calcário necessária em relação ao índice

TABELA

SMP	pH 6	SMP	pH 6
4,4	21,0	5,8	4,2
4,5	17,3	5,9	3,7
4,6	15,1	6,0	3,2
4,7	13,3	6,1	2,7
4,8	11,9	6,2	2,2
4,9	10,7	6,3	1,8
5,0	9,9	6,4	1,4
5,1	9,1	6,5	1,1
5,2	8,3	6,6	0,8
5,3	7,5	6,7	0,5
5,4	6,8	6,8	0,3
5,5	6,1	6,9	0,2
5,6	5,4	7,0	0
5,7	4,8	7,1	0

Quantidade de calcário em t/ha⁽²⁾

MACRONUTRIENTES E MICRONUTRIENTES + DICAS

MACRONUTRIENTES PRINCIPAIS
ferro, manganês, zinco, cobre, boro, molibdênio, cloro e níquel

MICRONUTRIENTES PRINCIPAIS
carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre

Solos muito ácidos são pobres em micronutrientes, por isso a calagem é tão necessária, fornecendo principalmente cálcio e magnésio, além de estimular o desenvolvimento de microrganismos e eliminar os efeitos tóxicos do manganês, ferro e alumínio. Já os macronutrientes encontram-se em solos ácidos, não exigindo uma reposição tão necessária

A profundidade do plantio da semente deve ser em média 7,87mm

Regue o girassol dia sim dia não e deixe-o no sol por no mínimo 6 horas!

INSTITUTO FEDERAL Farroupilha | Campus Panambi

Flyer informativo desenvolvido por alunas do Curso Técnico em Química do IFFar – Campus Panambi

INSTITUTO FEDERAL Farroupilha | Campus Panambi

Flyer informativo desenvolvido por alunas do Curso Técnico em Química do IFFar – Campus Panambi

Fonte: Autoria própria (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O girassol é uma planta sensível à acidez do solo, geralmente apresentando sintomas de toxidez em pH menor que 5,1. Nessas condições, o crescimento do girassol é afetado pela restrição do desenvolvimento do sistema radicular, diminuindo, conseqüentemente, a resistência à seca e ao acamamento, comprometendo severamente o efeito da adubação e aumentando, assim, a incidência de doenças. Esses fatores levam, finalmente, à redução da produção de grãos.

Sendo assim, percebe-se a importância do cultivo do girassol em solos com pH corrigido. A correção, além da eliminação dos teores de elementos tóxicos, principalmente do alumínio e do manganês, promove a elevação do pH do solo, aumentando a disponibilidade de fósforo, cálcio, magnésio e molibdênio para as plantas.

Com base neste trabalho, foi possível concluir que os girassóis promovem muitos benefícios para o médio e grande produtor rural, pois preenche necessidades de opção de rotação e sucessão de culturas com vantagens sobre outras plantas devido à sua menor sensibilidade à seca e a baixas temperaturas, especialmente quando a produção visa o mercado de óleo e de silagem. Para o pequeno produtor, além das vantagens na sucessão e rotação, a planta é excelente produtora de mel, grãos para a alimentação de aves e consumo humano.

REFERÊNCIAS

- BORDIN, A. V.; NOLLA, A.; DA SILVA, T. G. Desenvolvimento de girassol submetido a dosagens de torta de filtro em latossolo vermelho distrófico típico. In: SILVA-MATOS, R. R. S.; MACHADO, N. A. F.; CORDEIRO, K. V. Sistemas de Produção nas ciências agrárias 2. Ponta Grossa - PR: Atena, 2021. DOI 10.22533/at.ed.12021030211
- CASTRO et al. A cultura do girassol. Londrina, EMBRAPA-CNPSO. 1996. 38p.
- EBELING, A.G.; DOS ANJOS, L.H.C.; PEREZ, D.V.; PEREIRA, M.G.; VALLADARES, G.S. Relação entre acidez e outros atributos químicos em solos com teores elevados de matéria orgânica. *Bragantia*, Campinas, v.67, n.2, p. 429-439, 2008. DOI 10.1590/S0006-87052008000200019
- EMBRAPA. Indicações técnicas para o cultivo do girassol. 1. Ed. Londrina, PR: CNPSO, 1983. 40p. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/60518/1/Documentos-3.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- ENRIQUE, J. et al. Macronutrient omission influences morphological parameters, growth, and yield in *Arracacia xanthorrhiza* Bancroft. *Heliyon*, v. 9, n. 2, p. e13062–e13062, 1 fev. 2023. DOI 10.1016/j.heliyon.2023.e13062
- FERNÁNDEZ-MARTINEZ, J. M.; VELASCO, L.; PÉREZVICH, B. Progress in the genetic modification of sunflower oil quality. In: International Sunflower Conference, 2008, Cordoba. Proceedings Cordoba: Consejería de Agricultura y Pesca, v. 17, n. 1, p. 1-14, 2008. Disponível em:
<https://www.isasunflower.org/fileadmin/documents/aaProceedings/16thISCFargo-vol1/paper1-14.pdf>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- FERRAREZI, R. S. et al. Substrate pH Influences the Nutrient Absorption and Rhizosphere Microbiome of Huanglongbing-Affected Grapefruit Plants. *Frontiers in Plant Science*, v. 13, 13 maio 2022. DOI 10.3389/fpls.2022.856937
- PACÍFICO, M. et al. High-intensity ultrasound-based process strategies for obtaining edible sunflower (*Helianthus annuus* L.) flour with low-phenolic and high-protein content. *Ultrasonics Sonochemistry*, v. 97, no. 106449, 1 jul. 2023. DOI 10.1016/j.ultsonch.2023.106449
- QADIR, A. et al. Sentinel-1 time series data for sunflower (*Helianthus annuus*) phenology monitoring. *Remote Sensing of Environment*, v. 295, n.º. 113689, 1 set. 2023. DOI 10.1016/j.rse.2023.113689
- SANTOS, D. R.; SILVA, L. S. Fertilidade do solo e nutrição de plantas. Agricultura familiar e sustentabilidade. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, 2010. Disponível em:
<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/16178>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- SILVA, J. J. M. et al. Macro e micronutrientes no solo, folhas e frutos de noni (*Morinda citrifolia*) em São Luís – MA. *Revista Verde (Mossoró – RN – Brasil)*, v.6, n.5, p. 123-133, 1 dez. 2011. Disponível em:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7446464>. Acesso em 24 abr. 2024.
- SILVA, L et al. Manual de calagem e adubação para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina - 11. ed. Santa Maria: Sociedade Brasileira da Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2016. Disponível em:
https://www.sbcs-nrs.org.br/docs/Manual_de_Calagem_e_Adubacao_para_os_Estados_do_RS_e_de_SC-2016.pdf.

Acesso em 24 abr. 2024.

USO DE EXTRATO DE CASCAS DE FRUTAS COMO BIOINIBIDORES VEGETAIS PARA O CONTROLE DA CORROSÃO

  10.56238/livrosindi202428-016

ISBN: 978-65-6109-036-0

Calebe Dias dos Santos

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Eduarda Larissa Dahlke

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Livia Vieira de Alencoi

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Rafaela Silveira Westphalen

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Vitória Wawginiaks

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Felipe Ketzer

Docente Doutor em Engenharia Química - IFFar - Campus Panambi

Lucilene Losch de Oliveira

Docente Doutora em Química - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

A corrosão configura um dos principais problemas nas indústrias, tanto economicamente quanto ambientalmente. Nesse sentido, é de suma importância que sejam desenvolvidos métodos capazes de inibir e proteger peças metálicas. Diversas pesquisas têm sido conduzidas com intuito de fabricar um anticorrosivo eficaz. Porém, muitos destes produtos são prejudiciais à natureza diante do descarte inapropriado e por sua composição. Nesse contexto, este estudo tem como objetivo pesquisar e produzir um bioinibidor de base vegetal para o tratamento de superfícies contra a corrosão. Para tanto, foram utilizadas cascas de limão cravo (*Citrus limonia*) e de tangerina (*Citrus reticulata L.*), resíduos que se inserem na ideia de produção sustentável. O trabalho foi baseado em artigos e atividades práticas e obteve resultados promissores de proteção em diferentes condições. Desse modo, a pesquisa traz perspectivas de aplicações em escala industrial, consistindo em uma ótima opção aos agentes sintéticos anticorrosão.

Palavras-chave: Aço carbono, Zinco, Citrus. Indústria.

1 INTRODUÇÃO

A corrosão metálica é uma das principais causas de desastres estruturais, levando à rápida degradação de componentes metálicos industriais, necessitando de restauração que, em termos globais, está na ordem de bilhões de dólares anuais. Uma estratégia eficaz para evitar a degradação do metal é a aplicação de inibidores sintéticos e naturais. Bioinibidores ecológicos e de origem natural surgiram como soluções para preocupações ambientais associadas à inibição de corrosão para ligas e

metais comumente usados, principalmente devido à sua relação custo-benefício e propriedades não tóxicas. Esses extratos apresentam mecanismos funcionais semelhantes aos inibidores sintéticos, e por vezes são enriquecidos com heteroátomos como S, N, O ou F, oferecendo proteção robusta a metais em ambientes corrosivos, entre outras vantagens (Alemnezhad; Ghaffarinejad; Omidali, 2023).

A corrosão surge na indústria como um dos principais desafios para efetividade de processos e produtos, visto isso qualquer indústria que deixa de investir em estudos voltados para oxidação de seus materiais é prejudicada. Entretanto, se percebem altos custos voltados para manutenção e inovação nessa área. Desse modo ocorre uma degradação exacerbada do meio ambiente, pois a corrosão e a poluição são processos prejudiciais que estão correlacionados, já que muitos poluentes aceleram a corrosão. Com isso, é essencial uma linha de pesquisa para tentar desenvolver e aplicar métodos e técnicas de controle de engenharia de corrosão. Recentemente, moléculas orgânicas (como aminas e imidazolinias) e polímeros (como polímeros naturais e sintéticos) são usados para impedir problemas de corrosão de peças metálicas. A eficiência de um inibidor depende de diferentes parâmetros, como temperatura de trabalho, pressão, severidade de tensão de cisalhamento e presença e quantidade de sólidos dissolvidos (Obot et al., 2023).

O uso de extrato de cascas de limão e de tangerina vem sendo estudado por diversos autores, os quais relatam que, de maneira geral, inibidores orgânicos em ambiente corrosivo retardam a corrosão do metal em tal ambiente através da formação de camada(s) de adsorção na superfície do metal, resultando no bloqueio dos sítios ativos do ânodo e do cátodo do metal, causando assim alta proteção do metal contra dissolução (Loto; Ikuerowo; Ifezue, 2022; Ayoola et al., 2022).

Com base nessas perspectivas, este trabalho propõe extrair compostos de cascas de limão-cravo (*Citrus limonia*) e de tangerina (*Citrus reticulata L.*) para a avaliação da prevenção da ação corrosiva em chapas metálicas. Os inibidores vegetais (bioinibidores) acarretam redução da intensidade de dissolução da camada de óxido que protege os metais, diminuindo a sua taxa de corrosão, assim como um inibidor comum. Entretanto, seu diferencial é ser uma alternativa sustentável – cuja produção deriva de resíduos orgânicos – e possui perspectivas de uso em grande escala para a prevenção a corrosão na indústria.

2 CORROSÃO

A corrosão é um processo indesejável e espontâneo que resulta na degradação do material após exposição ao meio ambiente. A corrosão é um processo espontâneo porque faz com que o metal retorne a um estado mais estável, o mesmo estado dos minérios metálicos. Embora os materiais corroídos possam ser polímeros, cerâmicas ou compósitos, o termo corrosão geralmente se refere a

metais. Existem muitos tipos diferentes de corrosão: uniforme, galvânica, por pites, em fenda, intergranular, dano por hidrogênio, fissuração, microbiana, erosão entre outros. De todos esses tipos, o mais importante, de longe, é a corrosão (eletro)química de metais, na qual o processo de oxidação $M \rightarrow M^+ + e^-$ é habilitado pela presença de um receptor de elétrons adequado, conhecido como despolarizador (Petrovic, 2020).

A corrosão (eletro)química acontece quando um agente químico age diretamente sobre o material corroído, diferentemente da corrosão eletrolítica, que é um processo que onde ocorre a aplicação de uma corrente elétrica no material. O processo mais comum é o da corrosão eletroquímica, quando o material está em contato com um eletrólito, formando uma pilha de corrosão (Gentil; De Carvalho, 2022).

O Brasil é grandemente afetado pela corrosão. Segundo a Associação Brasileira de Corrosão estima-se que a corrosão seja responsável por um custo anual de 3 % do PIB brasileiro, aproximadamente R\$ 280 Bilhões. Ainda, dentre a ampla variedade de materiais que sofrem corrosão, o aço carbono é o mais utilizado na indústria, sendo 20% da sua produção destinada a reposição de equipamentos e peças corroídas (Frauches-Santos et al., 2014; De Oliveira e Gonçalves, 2022).

3 TRATAMENTO E REVESTIMENTO DE SUPERFÍCIES

Antes que um revestimento possa ser aplicado a uma superfície, esta deve ser limpa para remover impurezas físicas e químicas e defeitos estruturais, como microvazios e rachaduras na superfície, areia, incrustações, resíduos diversos, óleo, graxa, sujeira e outras impurezas químicas. Uma variedade de técnicas de limpeza mecânica e química e pré-tratamento são usadas antes do revestimento (Asthana; Kumar; Dahotre, 2006). Os meios de remoção destas impurezas dependem do tipo da mesma, devendo-se analisar interferências como: condição do estado inicial do material, resultados pós-tratamento, equipamentos disponíveis e condições econômicas viáveis.

3.1 PRÉ-TRATAMENTO: LIMPEZA POR AÇÃO FÍSICA

A limpeza por ação física pode envolver a aplicação de lixas ou outros materiais cuja ação está baseada no poder de abrasão e na capacidade de remover sujidades de interesse. A limpeza abrasiva, de maneira geral, é usada para remover inclusões de areia e incrustações de óxido. Granalha de aço é geralmente usada como elemento abrasivo. O ar pressurizado e as partículas abrasivas colocadas em movimento por uma bomba centrífuga impactam a peça de trabalho em alta velocidade. No jateamento, a pressão do ar é de 60-100 psi (0,4-0,7 MPa) para peças ferrosas duras e 10-60 psi (0,07-0,4 MPa) para peças não ferrosas mais macias. A limpeza é feita em exaustor fechado; no

entanto, peças grandes são limpas manualmente nos quartos com máscaras e roupas de proteção (Asthana; Kumar; Dahotre, 2006).

3.2 PRÉ-TRATAMENTO: LIMPEZA POR AÇÃO QUÍMICA

Há dois principais procedimentos químicos para a realização da limpeza química de superfícies: decapagem ácida e a desengraxe alcalino. Elas têm como objetivo realizar um revestimento químico ou eletroquímico na superfície do metal, com a remoção de impurezas e pontos de oxidação, crostas de fundição e incrustações superficiais.

3.2.1 Decapagem ácida

Esse processo consiste em imergir o material a ser revestido em uma solução ácida, comumente um ácido inorgânico. A finalidade da decapagem ácida é realizar a limpeza da superfície, deixando-a isenta de óxidos e sujidades. Dentre os ácidos inorgânicos mais comuns na decapagem ácida, tem-se o ácido sulfúrico, o ácido clorídrico, o ácido fosfórico, o ácido nítrico e o ácido fluorídrico. Por vezes, podem ser empregados inibidores em meio ácido, para que não haja o ataque excessivo ao substrato metálico, o consumo excessivo de ácido e a fragilização por hidrogênio. Alguns inibidores utilizados para a decapagem com ácido sulfúrico, por exemplo, são sulfóxidos, dibenzilsulfóxidos e tiourea (Schmitt, 1984).

3.2.2 Desengraxe alcalino

O uso do desengraxe alcalino é utilizado com o objetivo de remover óleos e graxas presentes na superfície do substrato a ser processado. Agentes que promovem o desengraxe alcalino são compostos por álcalis, complexantes e surfactantes. Álcalis são sais de inorgânicos e hidróxidos, como NaOH e KOH, por exemplo, que implicam valores altos de pH e dão uma contribuição significativa para a condutividade iônica da solução. O pH típico de banhos de desengraxe está entre 12 e 14. De modo complementar, hidrolisam óleos e graxas de origem vegetal e animal. Banhos comerciais de desengraxe alcalino contêm vários aditivos, como silicatos, fosfatos, pirofosfatos, polifosfatos e boratos, que inibem o ataque alcalino ao substrato. Outros aditivos são os surfactantes, que dissolvem e emulsificam os componentes não hidrolisáveis, como óleos minerais. Como exemplos de surfactantes é possível citar o ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) e o ácido cítrico (Cormier, 1994).

3.3 TRATAMENTO: REVESTIMENTOS

Após o tratamento de superfície, é necessário realizar o revestimento do substrato para a sua proteção. O revestimento varia de acordo com o tipo de material e a sua destinação. Existem revestimentos metálicos, revestimentos não-metálicos inorgânicos e revestimentos não-metálicos orgânicos. Dentre os usos de revestimentos metálicos, têm-se as finalidades apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Finalidades dos elementos químicos.

Função	Elemento
Decorativa	Ouro, prata, níquel e cromo
Resistência ao atrito	Índio e cobre
Resistência à oxidação em contatos elétricos	Estanho, prata, ouro e ródio
Endurecimento superficial	Cromo
Resistência à corrosão	Cromo, níquel, alumínio, zinco, cádmio e estanho
Recuperação de peças desgastadas	Cromo

Fonte: Adaptado de Gentil; De Carvalho (2022).

Com a capacidade de ter ação em conjunto, os metais com a finalidade de revestimento metálico podem ter suas ações explicadas por fatores como: formação de películas protetoras de óxidos, hidróxidos ou outros materiais, pela reação do meio corrosivo com os oxidantes, também, os metais utilizados possuem valores elevados de sobretensão, os tornando mais resistentes ao ataque de ácido em meios não-aerados. Os métodos mais utilizados para aplicação de revestimentos metálicos são: cladização, imersão a quente, aspersão térmica (metalização), eletrodeposição, cementação, deposição em fase gasosa e redução química (Andrade e Diirr, 2022).

Os revestimentos não-metálicos orgânicos, como a pintura, são o procedimento de revestimento de uma superfície por meio de tintas, sendo ramificado em três aspectos: pintura artística, pintura arquitetônica e pintura industrial. Ainda, com o objetivo de proteção anticorrosiva. Têm-se, também, os revestimentos não-metálicos inorgânicos, que são compostos depositados ou formados diretamente na superfície metálica, sendo os mais comuns na proteção contra a corrosão por esmaltes vitrosos, porcelanas, cimentos, óxidos, carbetos, nitretos e boretos.

Para obtenção de revestimentos inorgânicos, obtidos por reação entre o substrato e o meio, temos a anodização, cromatização e fosfatização. A fosfatização segue um procedimento típico por imersão e posterior pintura, e o método é, basicamente, dividido nas seguintes operações sequenciais: desengraxe alcalino; enxague; decapagem ácida; enxague; condicionamento/ativação; fosfatização; enxague; e passivação. Como já foi abordado, as operações de desengraxe e decapagem consistem no pré-tratamento, com enxagues intercalados. O condicionamento ou ativação geralmente conta com uma solução coloidal de titânio com $\text{pH} \cong 7$, e tem o objetivo de aumentar o número de cristais por

unidade de área com a formação de sítios de nucleação e crescimento de cristais. A fosfatização consiste na formação de uma camada de fosfato sobre a superfície do substrato, onde a natureza não condutora dos cristais de fosfato confere uma propriedade de barreira com excelente proteção à corrosão, especialmente a eletroquímica. Por fim, a passivação consiste em um pós-tratamento, pois preenche, geralmente com cromatos, os pontos de falha da camada de fosfato, como um selante.

4 INIBIDORES DE CORROSÃO

O processo de corrosão pode ter início nas mais diversas formas. Pode ocorrer facilmente em uma única peça de metal, mas também progride se dois metais estiverem em contato e conectados com um filme de troca de elétrons. A corrosão também pode começar em um local onde o metal é afetado por tensão, por exemplo, na dobra, solda ou em danos na pintura. Pode ocorrer mesmo que um metal não esteja diretamente imerso em um eletrólito, como pela simples exposição ao ar, por exemplo, onde um filme eletrolítico é criado na superfície do metal pela presença da umidade. Esse filme pode ter alta força de adesão, como no caso do óxido de alumínio formado na superfície do alumínio metálico; ou baixa força de adesão, como no caso do ferro metálico (em condição ambiente). Quando possui baixa adesão, é facilmente solubilizada pela água presente na atmosfera, fazendo com que um novo filme seja repostado. Assim, à medida que a corrosão progride, ocorre a dissolução do metal no filme eletrolítico e os elétrons migram para o local da reação catódica despolarizante. Para a reação catódica mais comum, o oxigênio é o despolarizador e o produto da reação é uma mistura de óxidos metálicos hidratados (chamados de ferrugem, no caso do ferro). Uma vez iniciada a corrosão, a taxa de reação tende a aumentar progressivamente.

Quando a indústria utiliza equipamentos cujo material de construção possui origem metálica, os processos de corrosão naturalmente tendem a ocorrer, seja em pequena ou em grande intensidade. Nesse contexto, podem ser utilizados mecanismos para que esse processo seja retardado ou que não ocorra. Um deles é a utilização de inibidores de corrosão, que possuem características de proteção da superfície e podem ser adicionados ao meio eletrolítico que está em contato com a superfície do equipamento metálico. É o caso de dutos de adução de compostos derivados do petróleo ou de caldeiras e trocadores de calor, que não têm viabilidade de manutenção periódica em suas partes internas, quando se fala em corrosão.

Segundo Carvas, de Freitas e Guedes (2012), inibidores de corrosão são substâncias ou misturas que reduzem ou eliminam o processo de corrosão no meio corrosivo. São classificados de acordo com sua composição ou comportamento. Existem os orgânicos e os inorgânicos, caracterizados pela composição química, além dos oxidantes, não-oxidantes, anódicos, catódicos ou de adsorção/filmicos, caracterizados pelo comportamento. A nível industrial, a principal função do

agente inibidor é criar uma proteção entre o substrato metálico e o eletrólito. Destacam-se como principais ativos nas fórmulas de tais inibidores ácidos graxos, ácidos naftênicos, aminas orgânicas, cromatos, polifosfatos, nitritos, sulfitos, sais de zinco e de estanho. Para aplicações na indústria do petróleo, são usados inibidores orgânicos ou adsorventes (inibidores de adsorção). Já em caldeiras e trocadores de calor, são amplamente empregados inibidores inorgânicos que reagem com o gás oxigênio dissolvido, muitas vezes sendo chamados de agentes sequestrantes. Desse modo, nota-se que os inibidores de corrosão apresentam amplos usos e aplicações em diferentes áreas da indústria.

Para que o uso desses agentes seja considerado eficiente, necessita-se que as taxas de corrosão sejam mantidas abaixo do limite desejado, evitando a diminuição e perda da produção. Além disso, o ambiente deve ser isento de impureza e incrustações que impeçam o contato do inibidor com o material a ser protegido. Como vantagem do uso industrial, percebe-se que os inibidores adicionados aos produtos a serem transportados se adsorvem as paredes de dutos e tubulações durante a passagem de fluidos, constituindo uma barreira de proteção que dificulta a ocorrência da corrosão, aumentando a vida útil do equipamento.

5 PRINCÍPIOS DA AÇÃO ANTICORROSIVA DE BIOINIBIDORES

5.1 FLAVONOIDES PRESENTES EM CASCAS DE CÍTRICOS

A casca de frutas cítricas possivelmente se tornam uma fonte de problemas econômicos e ambientais devido aos processos de fermentação e deterioração microbiana. No entanto, consiste em um subproduto valioso da indústria cítrica que pode ser utilizado nas indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética. As principais vantagens da utilização de resíduos industriais são que eles estão prontamente disponíveis e são uma fonte barata de biomassa que pode ser renovada. É uma fonte promissora de flavonóides naturais, como flavanonas, glicosídeos de flavanona e flavonas polimetoxiladas (Singh et al., 2020). Os flavonoides apresentam as funções cetona e éter, além de dois anéis benzênicos. Esses compostos são responsáveis pela proteção da fruta, com propriedades antioxidantes. A flavanona é a principal estrutura presente no limão e a flavona é a principal presente na tangerina. A diferença entre ambos os compostos é apenas uma dupla ligação localizada no carbono seguinte da função éter (De Miranda, 2013).

5.2 ÍONS QUELATOS E PASSIVAÇÃO

Conforme relatado em Ashmead (2001), a química da quelação não é nova. Como fenômeno químico, várias iterações dele vem sendo estudadas há pouco mais de um século, começando no início da última década do século XIX. Já havia o entendimento que certos átomos poderiam ter mais de um estado de valência. No entanto, até que a teoria da quelação foi proposta, não foi compreendido

exatamente como esses átomos específicos poderiam formar compostos altamente estáveis. Hoje os conceitos são mais amplos. Sabe-se que a ligação covalente coordenada ou dativa entre um composto orgânico - ligante quelante - com íons metálicos formam os íons quelatos, ou seja, os ligantes orgânicos doam dois ou mais pares de elétrons, ligando-se ao íon metálico através de dois ou mais átomos. Desse modo, formam uma estrutura com pares de moléculas orgânicas compartilhando seus elétrons com um íon metálico, sequestrando-o e mantendo-o em sua superfície em um processo de ancoragem, segurando-o como uma espécie de pinça. Essa estrutura quelatada, ou também chamado efeito quelante, produz uma capa protetora na chapa em que foi aplicado o inibidor, processo denominado como passivação, ou seja, formação de película protetora uniforme sobre a placa.

5.3 MECANISMOS DE AÇÃO DOS INIBIDORES DE CORROSÃO

A utilização de inibidores de corrosão representa o método mais utilizado no combate à corrosão. Esses compostos diminuem ou evitam a reação do metal com o meio circundante diminuindo a taxa de corrosão principalmente por: (a) adsorção de íons/moléculas na superfície do metal, (b) diminuição ou aumento da reação anódica e/ou catódica, (c) diminuição da taxa de difusão dos reagentes até a superfície do metal, e (d) diminuição da resistência elétrica da superfície metálica.

6 METODOLOGIA

O procedimento metodológico tem como base o trabalho desenvolvido por Da Rocha (2013), no qual foram produzidos inibidores vegetais provenientes da casca da laranja, semente do mamão e bagaço da uva, que posteriormente foram analisados quanto a sua eficácia. Dessas três frutas, o melhor resultado de ação inibidora foi da laranja, devido às suas propriedades antioxidantes naturais, os compostos fenólicos. Tendo esse fundamento, utilizaram-se as frutas com ações semelhantes à laranja, como a bergamota (*Citrus reticulata L.*) e limão-cravo (*Citrus limonia*).

6.1 PRODUÇÃO DO BIOINIBIDOR POR EXTRAÇÃO HIDROALCOÓLICA

Para a obtenção do bioinibidor, o processo teve início com a limpeza e secagem das frutas. Na sequência, foram separadas as cascas, de onde foi retirado todo e qualquer resquício do suco, e posteriormente houve a redução de tamanho com o auxílio de um processador industrial. A partir deste produto, procedeu-se com a extração hidroalcoólica para a formulação dos extratos.

Com os dois tipos de cascas trituradas, ambas as amostras foram colocadas em béqueres, com 70 mL de etanol 70°GL a 45°C, seguida de agitação lenta com agitador magnético durante 30 minutos, mantendo a temperatura constante. Na sequência, foi realizada a filtração do líquido para separar as cascas do extrato. Após filtrar, o líquido foi colocado em um béquer e levado para o agitador

magnético para evaporar o solvente. O volume foi reduzido de 50mL para 10mL, mudando a densidade da mistura, obtendo-se, por fim, a amostra inibidora.

6.2 PREPARO DO SUBSTRATO DE TESTE: DECAPAGEM ÁCIDA

Para os testes, foram utilizadas chapas de aço carbono como substrato. Para remover a corrosão das placas e não haver nenhuma interferência prévia na avaliação (visual) da corrosão por ação do bioinibidor, foi realizada a decapagem ácida nas mesmas. O ácido utilizado foi o ácido clorídrico (HCl) com concentração 6M. O tempo de submersão foi de 30 minutos. Na sequência, as placas foram lavadas com água destilada e, posteriormente, secas e lixadas com esponja polimérica áspera. Depois deste processo, colocou-se detergente para limpeza pelo período de 30 minutos. Por fim, após a secagem, as placas ficaram prontas para testes.

6.3 SIMULAÇÃO DE AMBIENTE CORROSIVO

A simulação de ambiente corrosivo ocorreu com uma solução de ácido nítrico, até o pH de 4,5. Essa condição garante um potencial de corrosão ao substrato testado. Foram avaliadas quatro concentrações de bioinibidor: 1%, 0,75%, 0,50% e 0,25%, todas em proporções volumétricas. Foram testadas placas com e sem a presença de bioinibidor, para fins de comparação. O banho em ambiente corrosivo foi mantido durante 5 dias.

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os passos iniciais descritos na metodologia foram realizados. A extração hidroalcoólica forneceu as duas soluções de bioinibidores: bioinibidor de limão e bioinibidor de tangerina. Em paralelo, as placas de aço carbono utilizadas como substrato foram tratadas por decapagem, e todo o resíduo aparente de corrosão foi removido. De posse dos bioinibidores e das placas de aço carbono, foram realizados os ensaios de corrosão. Para tal, as placas com inibidores foram colocadas submersas em um banho de ácido nítrico de pH 4,5 através de uma diluição com auxílio do pHmetro. Foram preparadas quatro concentrações (Figura 1) de bioinibidores para testes: 1%, 0,75%, 0,50% e 0,25% (todas em proporções volumétricas). Para efeitos de comparação, foi mantida uma placa em condição de corrosão sem a utilização do bioinibidor.

Figura 1 - Banho de Ácido Nítrico.

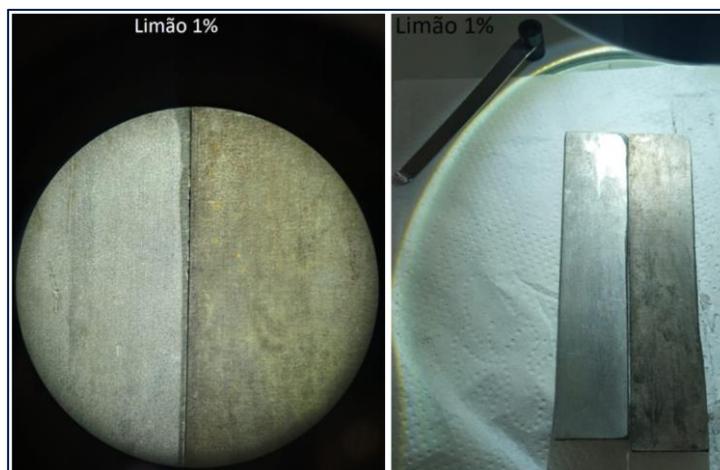


Fonte: Autoria própria (2022).

7.1 RESULTADOS DO BIOINIBIDOR DE LIMÃO

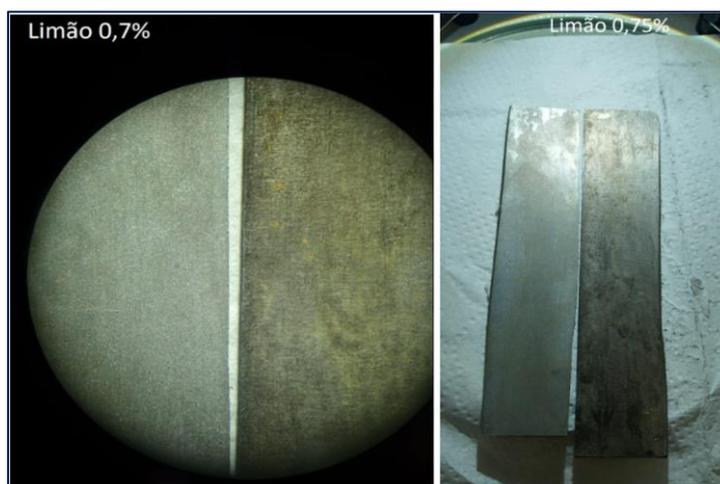
O bioinibidor de limão, cuja a ação anticorrosiva pode ser atribuída, entre outros, à flavanona, protegeu devidamente as chapas sem aderir às mesmas. Passados os 5 dias em testes, este bioinibidor se mostrou eficaz em todas as concentrações utilizadas (1%, 0,75%, 0,50% e 0,25%). As Figuras 2, 3, 4 e 5 mostram a eficácia do inibidor para as concentrações de 1%, 0,75%, 0,5% e 0,25%, respectivamente. Em todas as imagens, o substrato (chapa de aço carbono) protegido da corrosão por ação do bioinibidor está do lado esquerdo, já a chapa desprotegida e corroída do lado direito. Em todos os casos, a inspeção visual indica a eficiência do bioinibidor. Apenas na Figura 5 pode ser evidenciado um pequeno ponto de corrosão, que pode ter sido causado por um excesso de água após a retirada do meio corrosivo. Desse modo, na presença de oxigênio do ar, o processo de corrosão tende a ocorrer.

Figura 2 - Resultados do bioinibidor de limão de concentração 1%: à esquerda, uma imagem de microscópio; à direita, a percepção a olho nu.



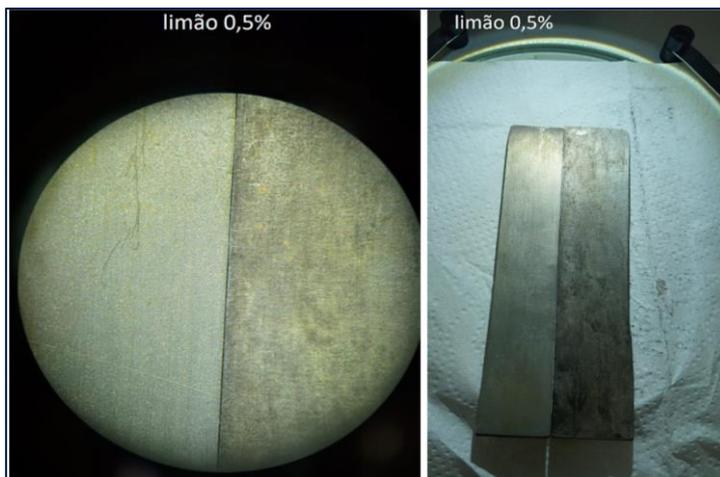
Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 3 - Resultados do bioinibidor de limão de concentração 0,75%: à esquerda, uma imagem de microscópio; à direita, a percepção a olho nu.



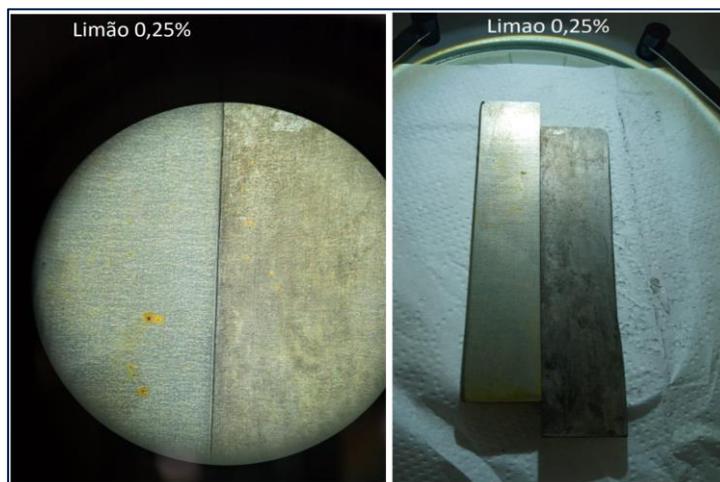
Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 4 - Resultados do bioinibidor de limão de concentração 0,5%: à esquerda, uma imagem de microscópio; à direita, a percepção a olho nu.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 5 - Resultados do bioinibidor de limão de concentração 0,25%: à esquerda, uma imagem de microscópio; à direita, a percepção a olho nu.

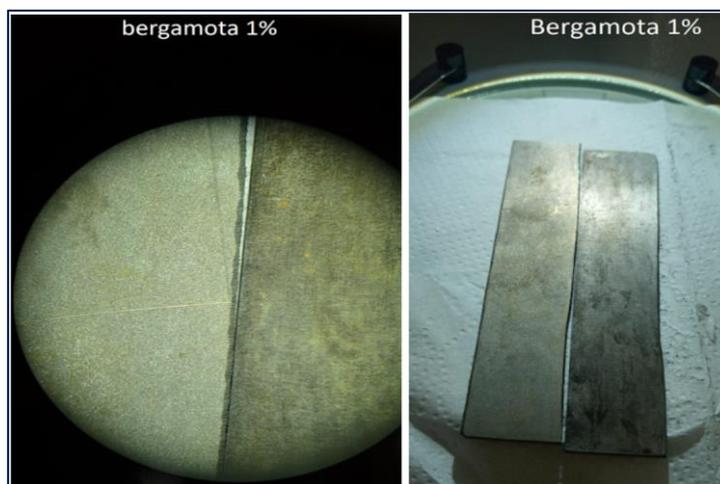


Fonte: Autoria própria (2022).

7.2 RESULTADOS INIBIDOR DE TANGERINA

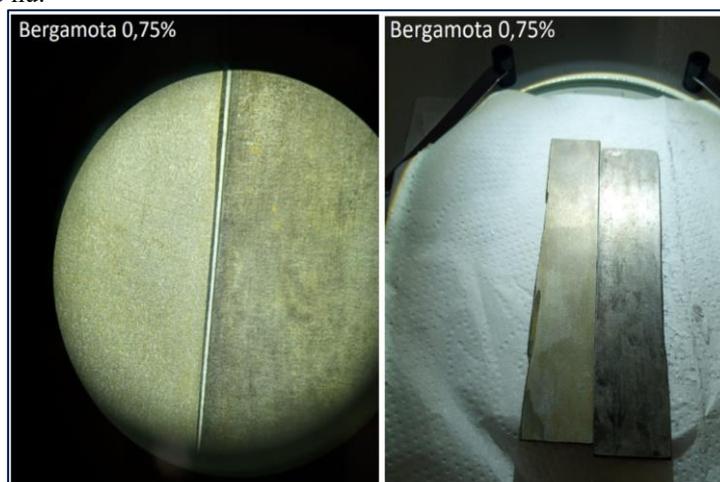
O bioinibidor de limão, cuja a ação anticorrosiva pode ser atribuída, entre outros, à flavona, protegeu devidamente as chapas, porém com a adesão às mesmas. Desse modo, a verificação visual da corrosão torna-se um pouco mais difícil a olho nu. Porém, com uso de microscópio foi possível perceber que o inibidor se mostrou eficaz também em todas as utilizadas (1%, 0,75%, 0,50% e 0,25%). As Figuras 6, 7, 8 e 9 mostram a eficácia do inibidor para as concentrações de 1%, 0,75%, 0,5% e 0,25%, respectivamente. Em todas as imagens, o substrato (chapa de aço carbono) protegido da corrosão por ação do bioinibidor está do lado esquerdo, já a chapa desprotegida e corroída do lado direito. Em todos os casos, a inspeção visual indica a eficiência do bioinibidor.

Figura 6 - Resultados do bioinibidor de tangerina de concentração 1%: à esquerda, uma imagem de microscópio; à direita, a percepção a olho nu.



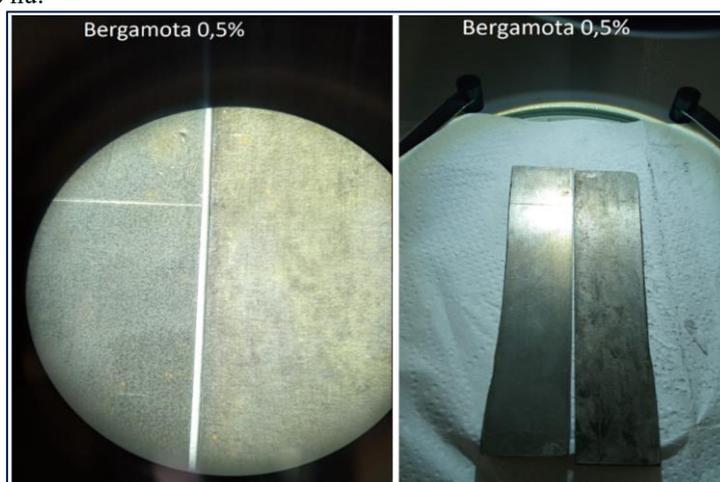
Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 7 - Resultados do bioinibidor de tangerina de concentração 0,75%: à esquerda, uma imagem de microscópio; à direita, a percepção a olho nu.



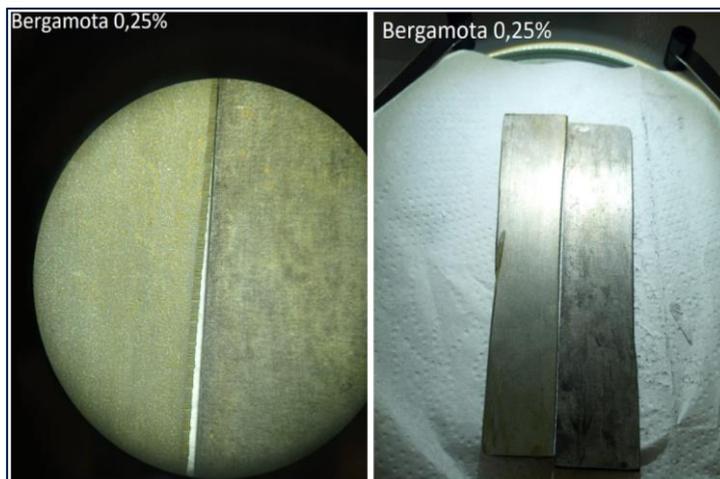
Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 8 - Resultados do bioinibidor de tangerina de concentração 0,5%: à esquerda, uma imagem de microscópio; à direita, a percepção a olho nu.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 9 - Resultados do bioinibidor de tangerina de concentração 0,25%: à esquerda, uma imagem de microscópio; à direita, a percepção a olho nu.



Fonte: Autoria própria (2022).

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os testes e pesquisas químicas voltadas para o tratamento de superfícies e desenvolvimento de inibidores são de extrema importância pelo crescente gasto da indústria nesse setor. Com isso o bioinibidor vegetal desenvolvido no Instituto Federal Farroupilha - *Campus Panambi* se mostrou uma iniciativa de sucesso, visto que uniu os conhecimentos trabalhados em sala de aula com os já existentes em revistas e artigos científicos.

Diante dos resultados expostos, foi possível concluir que os bioinibidores vegetais de limão e de tangerina obtiveram eficiência em todos os seus níveis de concentração (1%, 0,75%, 0,50% e 0,25%). Entretanto, os testes em que as chapas foram submetidas foram em atmosferas de corrosão simples, por um tempo relativamente curto. Desse modo, esse trabalho mostra apenas uma tendência de eficiência, porém testes mais apurados, desde a caracterização química do bioinibidor até a

simulação de condições industriais mais complexas, como a formação de camadas de incrustação e a solubilidade e eficiências em condições de temperatura e pressão elevadas.

Existe uma tendência na busca por tratamentos que utilizam métodos mais simples, baratos e poluentes de extração e aplicação. Nesse contexto, o trabalho obteve êxito, pois foi possível realizar a prática proposta de extrair compostos de cascas de frutas para a prevenção da ação corrosiva em chapas metálicas, assim como visualizar a ação corrosiva em chapas submetidas às mesmas condições. Trata-se de uma perspectiva promissora para aplicação em diversos processos industriais que demandam proteção anticorrosiva.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, E. V.; DIIRR, L. S. Análise da eficiência anticorrosiva do óxido de grafeno reduzido como nanoaditivo. 2022. 82 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Curso de Engenharia Mecânica. IFES, Instituto Federal do Espírito Santo, Cachoeira de Itapemirim, ES, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ifes.edu.br/handle/123456789/1749>. Acesso em: 24 abr. 2024.
- ASHMEAD, S.D. The chemistry of ferrous bis-glycinate chelate. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, v. 51, n. 1, p. 07-12, 1 mar. 2001. Disponível em: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222001000500003. Acesso em 24 abr. 2024.
- ASTHANA, R.; KUMAR, A.; DAHOTRE, N. B. *Coatings and Surface Engineering*. Elsevier eBooks, p. 313–395, 1 jan. 2006.
- AYOOLA, A. A. et al. Corrosion inhibition of A36 mild steel in 0.5 M acid medium using waste citrus limonum peels. *Results in Engineering*, v. 15, p. 100490, set. 2022. DOI 10.1016/j.rineng.2022.100490
- CARVAS, R. N.; DE FREITAS, P. C.; GUEDES, I. C. Estudo de extratos de origem vegetal como inibidores de corrosão para alguns dos metais presentes em um motor a diesel. ABRACO – INTERCORR, Salvador-BA, 14 mai. 2012. Disponível em: https://abraco.org.br/src/uploads/intercorr/2012/INTERCORR2012_125.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.
- CORMIER, G. J. Alkaline Cleaning. In: *Surface engineering*. ASM Handbook, vol. 5, 1994.
- DE MIRANDA, Adriana Ferreira Martiliano. Determinação dos teores de flavonas e flavanonas em cascas de frutas cítricas cultivadas no Brasil para posterior isolamento e aplicação nas indústrias de alimentos e farmacêutica. 2013. 135 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Instituto de Química, Programa de Pós-Graduação em Ciência de Alimentos, Rio de Janeiro, 2013. Disponível em: https://ppgcal.iq.ufrj.br/wp-content/uploads/2017/06/Adriana_Martiliano.pdf. Acesso em: 24 abr. 2024.
- DA ROCHA, Janaina Cardozo. Obtenção de inibidores de corrosão a partir de extratos de produtos naturais. 2013. 92 p. Tese (Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2013. Disponível em: <https://www.metalmat.ufrj.br/index.php/br/pesquisa/producao-academica/teses/2013/497--469/file>. Acesso em 24 abr. 2024.
- DE OLIVEIRA, R.L.; GONÇALVES, G.P. (org). *Arquitetura e engenharia civil contemporânea: inovação, tecnologia e sustentabilidade*. Ponta Grossa: Aya, 2022. DOI 10.47573/aya.88580.2.48
- FRAUCHES-SANTOS, C. et al. A Corrosão e os Agentes Anticorrosivos. *Revista Virtual de Química*, v. 6, n. 2, 2014. DOI 10.5935/1984-6835.20140021
- GENTIL, V.; DE CARVALHO, L. J. *Corrosão*. 7ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2022. 408 p.

LOTO, R. T.; IKUEROWO, T.; IFEZUE, S. Electrochemical action of Citrus reticulata and Pelargonium oil concentrates on 1018 carbon steel corrosion in anionic solution. *Journal of Materials Research and Technology*, v. 16, p. 1305–1323, 1 jan. 2022. DOI 10.1016/j.jmrt.2021.12.067

MOHAMMAD MAHDI ALEMNEZHAD; GHAFFARINEJAD, A.; FAEZEH OMIDALI. White turnip bark extract as a new green and cost-effective corrosion bio-inhibitor for carbon steel in 1.0 M HCl solution. *Chemical Physics Letters*, v. 831, p. 140855–140855, 1 nov. 2023. DOI 10.1016/j.cplett.2023.140855

OBOT, I. B. et al. A review study on the challenges and progress of corrosion inhibitor testing under extreme conditions in the oil and gas industries. *Geoenergy Science and Engineering*, v. 226, p. 211762–211762, 1 jul. 2023. DOI 10.1016/j.geoen.2023.211762

PETROVIC, S. Corrosion. *Electrochemistry Crash Course for Engineers*, p. 93–104, 6 dez. 2020. 186 p.

SCHMITT, G. Application of Inhibitors for Acid Media: Report prepared for the European Federation of Corrosion Working Party on Inhibitors. *British Corrosion Journal*, v. 19, n. 4, p. 165–176, jan. 1984. DOI 10.1179/000705984798273100

SINGH, B. et al. Phenolic composition, antioxidant potential and health benefits of citrus peel. *Food Research International*, v. 132, n. 109114, jun. 2020. DOI 10.1016/j.foodres.2020.109114

XAMPU DE ALOE VERA IN NATURA: PRODUÇÃO, ANÁLISE E APLICAÇÕES DA BABOSA

  10.56238/livrosindi202428-017

ISBN: 978-65-6109-036-0

Amanda Moraes Alberti

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Camila Amaral Dornelles

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Luana Gobbi Franke

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Maria Eduarda Câmara Souza

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Michele Schaffazick

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Nauyne Schokal Moura

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Jenifer Heuert Konrad

Docente Mestre em Modelagem Matemática - IFFar - Campus Panambi

Anna Maria Deobald

Docente Doutora em Química Orgânica- IFFar - Campus Panambi

RESUMO

O uso terapêutico da *Aloe vera*, conhecida como babosa, está relacionado principalmente a sua ação hidratante, anti-inflamatória e antioxidante. Ela compõe, em matéria-prima, diversos fármacos e cosméticos dentro da Indústria Química. Xampu é um dos cosméticos mais produzidos no mundo e o xampu com babosa alia aspectos de higiene e limpeza a ação terapêutica do extrato de *Aloe vera*. Nesse contexto, este trabalho buscou realizar a produção de um xampu de babosa utilizando base pronta comercial. Foram utilizadas diferentes concentrações de *Aloe vera* in natura, a fim de observar os comportamentos físico-químicos em função do tempo. Foram propostos testes com adição de ácido ascórbico com ação conservante e foram avaliados os efeitos da refrigeração na conservação do xampu. A amostra de melhor desempenho foi a que contém 40% de babosa, sem adição de ácido ascórbico, pois este não teve influência aparente no tempo de validade do xampu. De modo complementar, não foi observada diferença na conservação entre as amostras refrigeradas e as mantidas à temperatura ambiente. Por fim, observou-se que a elaboração de um xampu de babosa pode ser feito de maneira simples, a partir da mistura da base comercial com a babosa in natura.

Palavras-chave: Ácido Ascórbico, Anti-inflamatório, Antioxidante.

1 INTRODUÇÃO

Durante milhares de anos e devido aos benefícios para a saúde atribuídos empiricamente à *Aloe vera*, muitas culturas antigas, como a egípcia, a chinesa, a indiana e a japonesa, utilizaram esta planta como ingrediente na medicina tradicional. Hoje, esta planta é um componente importante na medicina moderna. O conhecimento em torno dos componentes biologicamente ativos desta planta ampliou sua aplicação nas indústrias farmacêutica, cosmética e alimentícia e, atualmente, o mercado de *Aloe vera* prevê uma taxa de crescimento anual de 7,6% de 2019 a 2025 (Martínez-Burgos et al., 2022).

O uso comercial do gel de *Aloe vera* começou na década de 50 e na década de 60 um farmacêutico, chamado Dr. Bill C. Coates de Dallas (Texas, EUA), conseguiu seu objetivo de extrair o gel de *Aloe vera* preservando suas propriedades curativas. Este gel estabilizado abriu novos campos de aplicação. O México é o principal produtor mundial de *Aloe vera* (Sánchez-Machado et al., 2017). Tanto o gel quanto o pó de *Aloe vera* têm muitas outras aplicações na indústria cosmética devido aos seus valiosos efeitos hidratantes e calmantes em produtos como xampus, sabonetes, produtos de limpeza e cremes hidratantes. Os sabonetes preparados com *Aloe vera* têm a vantagem de não causar irritação e não deixar a pele seca. Extratos de *Aloe* também são adicionados a alguns cremes e loções de barbear nos EUA e na Ásia para melhorar a cicatrização de feridas de barbear. A *Aloe vera* também ajuda a servir como barreira protetora entre a pele e a barba em cremes de barbear (Maan et al., 2018).

De acordo com Wolf et al. (2001), os xampus tradicionais têm, em sua composição, entre 30-70% de surfactantes, de 20-50% de plastificantes e ligantes, até 5% de intensificadores de espuma, de 5-30% de preenchedores (compostos para compor volume), de 5-12% de água, até 3% de fragrância, até 0,3% de agentes opacificantes, além de corantes e pigmentos. A tecnologia de produção dos xampus sofreu algumas modificações ao longo do tempo. Os primeiros xampus utilizados tinham como principais componentes ativos detergentes bem simples, os quais deixavam os cabelos opacos e difíceis de pentear. Após avanços tecnológicos, os xampus se tornaram mais suaves e com pH equilibrado.

Muitos dos xampus possuem elementos com ação conservante, para evitar o crescimento de microrganismos. Segundo Nowak; Jabłońska; Ratajczak-Wrona (2020), a taxa de crescimento de bactérias e fungos é reduzida em cosméticos com pH excedendo a faixa preferível (pH: 5–8). O pH ácido é, muitas vezes, garantido pela adição de ácido ascórbico como elemento de controle de pH. Nesse contexto, este trabalho tem por objetivo analisar a composição e as aplicações da babosa e assim desenvolver um xampu utilizando base pronta comercial. Os xampus foram produzidos com concentrações diferentes de babosa *in natura*, com e sem ácido ascórbico e em temperatura ambiente

e reduzida (refrigeração em geladeira). Serão avaliadas as amostras de xampus mais adequadas, e serão realizadas algumas análises de propriedades físico-químicas.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 USO DA BABOSA NA ANTIGUIDADE

De acordo com Martínez-Burgos et al., (2022), o uso medicinal de *Aloe vera* foi mencionado há aproximadamente 4000 anos. Os primeiros achados históricos sobre a planta datam de 2100 a.C. Mais tarde, aproximadamente 650 anos depois (1552 a.C.), foi mencionada como planta com propriedades laxantes no papiro egípcio Ebers. Inicialmente o interesse de *Aloe vera* concentrava-se principalmente na aloína, composto com propriedades altamente laxativas. Os primeiros a reconhecer as propriedades curativas da *Aloe vera* foram os egípcios, romanos, gregos, árabes e indianos. Nos livros de medicina gregos, foi estabelecido que a planta, principalmente as folhas, poderia ser usada no tratamento de feridas, doenças de pele, hemorroidas e também no tratamento de queda de cabelo. Embora estivesse inicialmente interessada em compostos laxantes, o gel também ganhou considerável interesse desde a década de 1950, data que coincide com o início da industrialização e comercialização do gel das folhas de *Aloe vera*.

2.2 DESCRIÇÃO BOTÂNICA DA *ALOE VERA*

Aloe vera é uma planta amplamente conhecida como medicinal, pertence à família Xanthorrhoeaceae ou também à subfamília Asphodelaceae, segundo a classificação filogenética APG III (Kumar et al., 2017). É uma planta herbácea que cresce em qualquer tipo de solo, mas é melhor adaptada aos leves e arenosos e não exige muita água. Suas folhas são verdes, grossas, suculentas e medem de 30 a 60 centímetros de comprimento (Figura 1). Suas flores são vistosas, apresentam tonalidade branco amarelada, em formato tubular. A *Aloe vera* demora de quatro a cinco anos para atingir a maturidade e suas folhas podem ser divididas em duas partes. Da parte mais externa pode se extrair um suco, que quando concentrado e seco recebe a denominação de Aloé. Esse suco possui cor marrom escura, forte odor e sabor muito amargo. É composto principalmente por derivados antracênicos sendo as aloínas (barbaloína e isobarbaloína) os mais conhecidos (Freitas; Rodrigues; Gaspi, 2014).

Figura 1 – *Aloe Vera*.



Fonte: Autoria própria (2022)

2.3 EFEITOS TERAPÊUTICOS DA BABOSA

Depois de quase meio século de predomínio da medicina alopática e dos remédios sintéticos, os medicamentos naturais têm tomado a atenção dos consumidores. Tem como base fundamental uma nova consciência ecológica, na busca do equilíbrio do homem com o meio ambiente, diminuindo os efeitos tóxicos dos remédios, substituindo-os pela fitoterapia. Para que as plantas sejam utilizadas para fins terapêuticos, devem-se atender todos os critérios de eficácia, de segurança e qualidade além de apresentarem propriedades terapêuticas reprodutíveis e uma padronização em sua composição química (Nascimento; Carvalho Filho; Mamede, 2021).

A babosa tende a ser reconhecida na área terapêutica pela sua efetividade em casos cicatrização de feridas, efeitos antiúlcera, efeitos anti-inflamatórios, atividade antioxidante, atividade anticancerígena, efeitos antidiabéticos, atividade anti-hiperlipidêmica, efeito no tratamento distúrbios gastrointestinais, redução da lipoproteína de baixa densidade (LDL), aumento da lipoproteína de alta densidade (HDL), diminuição do nível de glicose no sangue, tratamento de herpes genital e psoríase (Martínez-Burgos et al., 2022).

2.4 BABOSA E PROPRIEDADES QUÍMICAS

Entre os compostos presentes no gel da babosa, os principais são a aloína, a acemanana, a glucomanana, os polissacarídeos pécicos e os compostos fenólicos, conforme Tabela 1. Estes compostos são a base química e biológica dos efeitos terapêuticos da planta.

Tabela 1 – Tabela dos constituintes da babosa.

Principais constituintes de <i>Aloe vera</i>	Efeito biológico
Aloína	Laxativo e anti-inflamatório
Acemanana	Biodegradabilidade e imunoproteção
Glucomanana	Imunoproteção
Polissacarídeos pécticos	Biodegradabilidade, imunoproteção e anti-inflamatório
Compostos fenólicos	Anti-inflamatório

Fonte: Adaptado de Sousa; Neves; Alves (2020)

Segundo Souza; Neves; Alves (2020), a Aloína ($C_{21}H_{22}O_9$), genericamente conhecido como barbaloina, é obtida do suco das folhas da babosa. Possui efeitos anti-inflamatórios e age como estimulante para o propósito terapêutico. A Acemanana é o principal polissacarídeo encontrado na *Aloe vera*, e possui ação de sensibilização do organismo a agentes patogênicos ou substâncias degradantes. Deste modo, reforça o sistema imunológico. Também há a presença de polissacarídeos pécticos ácidos – como a pectina – que possuem a contribuição para a viscosidade em meio aquoso da *Aloe Vera*. Dentre os compostos fenólicos presentes na babosa, em maior abundância estão a antraquinona ($C_{14}H_8O_2$), antrona ($C_{14}H_{10}O$), cromona ($C_9H_6O_2$), fenilpirona e derivados de naftaleno. Estes compostos fenólicos possuem ação anti-inflamatória e antinociceptiva, esta última responsável pela redução de estímulos causadores de dor ou desconforto, além da ação imunomoduladora que promovem a atuação no mecanismo de defesa à agentes patogênicos.

3 METODOLOGIA

Para a elaboração das amostras, foi utilizada a base para xampu comercial contendo, essencialmente, lauril éter sulfato de sódio, amida, água, cloreto de sódio e ácido etilenodiamino tetraacético (EDTA). A *Aloe vera in natura* foi obtida com a raspagem direta do conteúdo interno das folhas carnosas. Ácido ascórbico efervescente farmacêutico foi utilizado para a promoção da ação conservante. O processo de produção consistiu, basicamente, na mistura dos ingredientes, com dois métodos de conservação após a elaboração: a temperatura ambiente ($\cong 20^\circ C$) e à temperatura de refrigeração ($\cong 4^\circ C$). O efeito do tempo foi avaliado após 15 dias de armazenamento. A análise do desenvolvimento microbiológico foi apenas visual. Na sequência, foram promovidas as análises físico-químicas de algumas amostras. Foi avaliada a densidade com a utilização de um balão volumétrico, o pH com a utilização de um pHmetro e a viscosidade com o auxílio de um viscosímetro copo Ford n° 4.

O fluxograma apresentado na Figura 2 apresenta todas as amostras preparadas neste trabalho. Em um primeiro momento, foram feitos os cálculos das quantidades de babosa e da base de xampu pronta, a fim de preparar xampus com três quantidades diferentes de babosa: uma mistura com 20% de babosa e 80% de base pronta (Misturação 1); outra com 40% de babosa e 60% de base de xampu

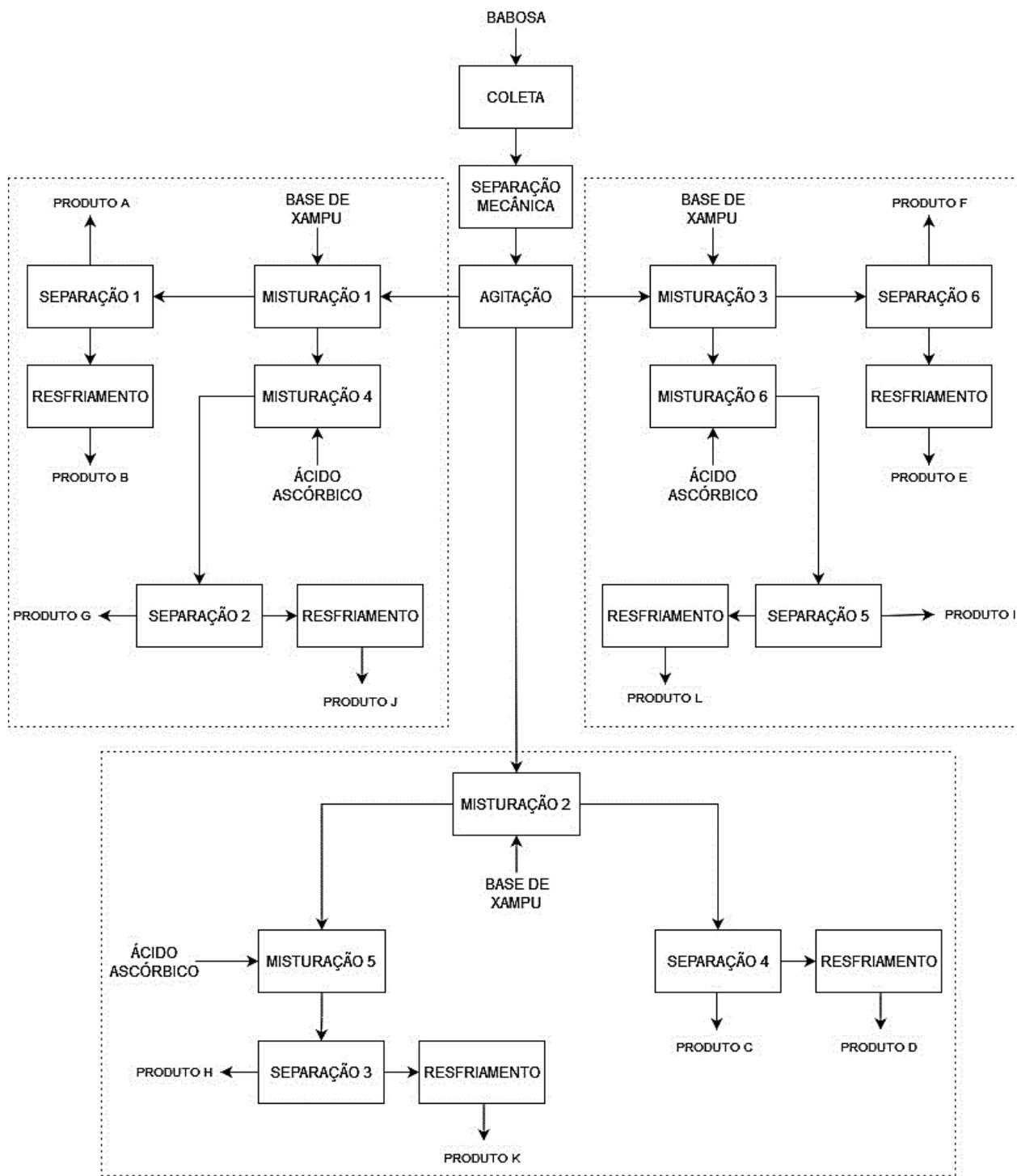
(Misturação 2); e outra com 60% completando os 40% com base pronta para xampu (Misturação 3) (todas as proporções em base mássica). Em seguida foi feita a preparação da *Aloe vera* in natura. Primeiramente, a planta foi coletada e realizou-se a extração de seu gel, com uma simples raspagem. Na sequência, o conteúdo foi homogeneizado no liquidificador. Após realizada a trituração, foram feitas as Misturações 1, 2 e 3, com a adição da base de xampu nas proporções estabelecidas anteriormente. Estas Misturações (1, 2 e 3) deram origem a 4 amostras cada: uma sem adição de ácido ascórbico e sem refrigeração; outra sem adição de ácido ascórbico e com refrigeração; outra com adição de ácido ascórbico e sem refrigeração; e outra com adição de ácido ascórbico e com refrigeração. A Tabela 2 apresenta um resumo das amostras produzidas.

Tabela 2 – Características das amostras preparadas

Amostra	Ácido ascórbico	Refrigeração	Proporção (%) Babosa:Base
A	Não	Não	20:80
B	Não	Sim	20:80
C	Não	Não	40:60
D	Não	Sim	40:60
E	Não	Sim	60:40
F	Não	Não	60:40
G	Sim	Não	20:80
H	Sim	Não	40:60
I	Sim	Não	60:40
J	Sim	Sim	20:80
K	Sim	Sim	40:60
L	Sim	Sim	60:40

Fonte: Autoria própria (2022)

Figura 2 - Fluxograma processos de produção.



Fonte: Autoria própria (2022).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 ANÁLISE TEXTURAL E SENSORIAL

A análise textural e sensorial das amostras de xampu consistiram em análises qualitativas em relação à consistência, textura, cor e cheiro. Esta análise foi realizada diariamente pelo período de 15 dias. Observou-se que as amostras que apresentaram melhores resultados foram as amostras C e D,

com a proporção de babosa de 40% e sem a adição de ácido ascórbico. Em relação à refrigeração, não foi observada nenhuma diferença visível nas propriedades avaliadas, de modo que é possível estabelecer a ideia de que não houve influência em relação a sua conservação.

Sobre a coloração, observou-se que as amostras sem a adição de ácido ascórbico (A, B, C, D, E e F) alteraram de transparente, no primeiro dia, para levemente rosada ao final dos 15 dias. As amostras com 60% de babosa apresentaram maior consistência (viscosidade) que as amostras de 40%, que por sua vez apresentaram maior consistência que as amostras de 20% de babosa. Em relação ao odor, observou-se que não houve alteração significativa, permanecendo o odor característico da base do xampu comercial. Por fim, observou-se que todas as amostras sem a adição de ácido ascórbico mantiveram a formação de espuma, característica fundamental para um xampu.

Por outro lado, nas amostras onde houve a adição de ácido ascórbico (G, H, I, J, K e L) verificou-se a alteração da coloração, de laranja para amarelo, e do odor, de laranja, que são resultado da utilização da pastilha efervescente de ácido ascórbico como fonte desse componente. Da mesma maneira, a consistência (viscosidade) foi maior quanto maior o teor de babosa em relação à base de xampu. No entanto, em nenhuma das amostras houve a formação de espuma, o que indica que a técnica de adição de ácido ascórbico na forma de pastilha efervescente não trouxe resultados positivos.

Desse modo, tanto a refrigeração quando a adição do ácido ascórbico não trouxe benefícios. De modo complementar, o xampu na proporção de 40% de babosa indicou o melhor resultado textural, uma vez que a de 20% apresentou baixa viscosidade e a de 60% alta viscosidade, o que torna seu manuseio um pouco mais dificultoso. Assim, a melhor amostra foi a amostra C.

4.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

De posse da avaliação textural e sensorial, foi preparada uma maior quantidade da amostra C para a realização de ensaios de densidade, viscosidade e pH. A uma destas amostras foi adicionado um corante roxo e essência de lavanda. Na outra, não houve adição alguma. A Tabela 3 apresenta um resumo dos resultados obtidos. Quando há a comparação entre os valores da amostra com e sem corante e essência, verifica-se que tanto o pH quando a viscosidade apresentou resultados semelhantes. A densidade sofreu uma pequena variação, que não se justificaria pela simples adição do corante e essência. Assim, é possível deduzir que possa ser um padrão das amostras retiradas para análise. Por exemplo, esse comportamento pode ser resultado de uma decantação de parte da amostra, com a formação de um gradiente de densidade no recipiente. Ao retirar a amostra pela borda superior, o resultado pode ser diferente daquele obtido ao retirar uma amostra da parte inferior. No entanto, ainda que os valores tenham sido um pouco diferentes, nenhum dos resultados indica problema em

relação a seu uso. Ou seja, a adição de essência e corante pode ser feita, mantendo-se a efetividade do produto.

Tabela 3 – Resultados para o xampu da Amostra C.

	Com corante e essência	Sem corante e essência
Densidade	1,0242 g/mL	0,9403 g/mL
pH	6,54	6,22
Viscosidade	49,24 cSt	48,57 cSt

Fonte: Autoria própria (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho propôs o estudo dos efeitos da *Aloe vera* e a confecção de um xampu baseado em babosa. Desse modo, foi possível compreender a estrutura da planta, suas propriedades químicas e os efeitos terapêuticos que a mesma contém. Também foi possível entender sobre a formulação de xampus. O procedimento de preparo foi baseado na mistura de componentes: base de xampu, *Aloe vera in natura* e ácido ascórbico. A *Aloe vera* foi obtida a partir da planta natural, com posterior homogeneização. O ácido ascórbico utilizado foi em pastilhas efervescentes.

Diante das proporções da *Aloe vera*, presença e ausência de ácido ascórbico e resfriamento ou não da amostra de xampu, verificou-se que o ácido ascórbico não apresentou efeito benéfico e a refrigeração não mostrou melhoria em relação ao xampu produzido. Com a adição do ácido ascórbico não houve a formação de espuma pelo xampu, o que pode ser resultado da própria formulação da pastilha efervescente, que pode conter elementos que inibem sua formação. Em trabalhos futuros, sugere-se a produção de xampus contendo ácido ascórbico farmacêutico, com elevado grau de pureza.

Por fim, considerando-se a análise textural e sensorial, constatou-se que o melhor desempenho foi obtido para a amostra que continha 40% de babosa e 60% de base de xampu, sem adição de ácido ascórbico e sem refrigeração. Com isso, foi possível chegar a uma formulação de xampu com os benefícios de *Aloe vera* natural, uma planta que pode ser facilmente cultivada e utilizada pelos consumidores.

REFERÊNCIAS

- FREITAS, V. S.; RODRIGUES, R. A. F.; GASPI, F. O. G. Propriedades farmacológicas da Aloe vera (L.) Burm. f. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, v. 16, n. 2, p. 299–307, jun. 2014.
- KUMAR, S. et al. Impact of spatial and climatic conditions on phytochemical diversity and in vitro antioxidant activity of Indian Aloe vera (L.) Burm.f. *South African Journal of Botany*, v. 111, p. 50–59, jul. 2017.
- NASCIMENTO, M. DOS R. B.; CARVALHO FILHO, R. S. DE M.; MAMEDE, R. V. S. Benefícios da utilização da babosa (Aloe vera) na fitoterapia. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 16, p. e470101624244, 9 dez. 2021.
- NOWAK, K.; JABŁOŃSKA, E.; RATAJCZAK-WRONA, W. Controversy around parabens: Alternative strategies for preservative use in cosmetics and personal care products. *Environmental Research*, p. 110488, nov. 2020.
- MAAN, A. A. et al. The therapeutic properties and applications of Aloe vera: A review. *Journal of Herbal Medicine*, v. 12, p. 1–10, jun. 2018.
- MARTÍNEZ-BURGOS, W. J. et al. Aloe vera: From ancient knowledge to the patent and innovation landscape – A review. *South African Journal of Botany*, v. 147, p. 993–1006, 1 jul. 2022.
- SÁNCHEZ-MACHADO, D. I. et al. Aloe vera: Ancient knowledge with new frontiers. *Trends in Food Science & Technology*, v. 61, p. 94–102, mar. 2017.
- SOUSA, E. A. O.; NEVES, E. A.; ALVES, C. R. Therapeutic Potential of Aloe Vera (Aloe Barbadensis): A Brief Review. *Revista Virtual de Química*, v. 12, n. 2, p. 378–388, 2020.
- WOLF, R. et al. Soaps, xampus, and detergents. *Clinics in Dermatology*, v. 19, n. 4, p. 393–397, jul. 2001.

PROCESSOS ELETROLÍTICOS NA INDÚSTRIA: PRODUÇÃO DE CLORO E SODA

  10.56238/livrosindi202428-018

ISBN: 978-65-6109-036-0

Ana Carolina Heusner

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Bruna Vitória Zamberlan

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Eliabe Jose Oliveira

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Leonardo Augusto Janke Stochero

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Letícia Oliveira

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Thierry Weissheimer Monteiro

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Lucilene Lösch de Oliveira

Docente Doutora em Química - IFFar - Campus Panambi

Felipe Ketzer

Docente Doutor em Engenharia Química - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

Os processos eletrolíticos são muito utilizados no meio industrial. Possuem influência direta no desenvolvimento econômico de um país, auxiliando no avanço da tecnologia/ inovação entre outros aspectos. Estes processos possibilitam isolar substâncias essenciais para produção, como o cloro, o hidróxido de sódio, o alumínio, o hipoclorito de sódio entre outros. Com esse trabalho procurou-se demonstrar como estes processos são realizados em indústrias das mais distintas áreas, apresentando os processos de obtenção de hidróxido de sódio sólido (NaOH), de cloro gasoso (Cl₂), de hidrogênio gasoso (H₂) e de hipoclorito de sódio aquoso (NaClO), a partir da eletrólise aquosa do cloreto de sódio (NaCl), em uma escala laboratorial. A partir disso, foi possível observar a formação destes produtos, bem como as dificuldades e especificações para a realização de forma eficiente do processo de eletrólise em geral.

Palavras-chave: Hidrogênio, Cloro, Eletrólise.

1 INTRODUÇÃO

A introdução do dínamo elétrico no início da década de 1870 disponibilizou energia elétrica em grande escala e relativamente barata para a produção química em escala comercial. Os primeiros produtos eletrolíticos incluíam os metais alumínio, potássio e sódio; produtos químicos fortes, como hipoclorito de sódio, cloro, bromo e hidróxido de sódio. Ao longo dos anos, uma grande variedade de

materiais, principalmente metais e agentes oxidantes fortes, foram produzidos por processos eletrolíticos. Entre os produzidos hoje estão cloro, hidróxido de sódio, clorato de sódio, hidrogênio, oxigênio, alumínio, cobre, magnésio, zinco e adiponitrila, matéria-prima para a fabricação do *nylon* (Grothheer et al., 2006).

A eletroquímica é uma das ciências mais importantes da economia atual. Fornece uma base para processos significativos, como os de baterias primárias e secundárias e células de combustível; a produção de cloro e soda cáustica; eletro extração de metais, galvanoplastia, eletro usinagem; o estudo e prevenção da corrosão; e vários tipos de sensores e eletroanálise. Nos EUA, as tecnologias eletroquímicas contribuem com 1,6% de toda a produção e compreendem cerca de um terço de toda a indústria química. Isso torna a eletroquímica uma área muito significativa da ciência que se cruza com a tecnologia (Petrović, 2020).

Neste contexto, neste trabalho será ressaltada a importância dos processos eletrolíticos para a indústria e em quais situações estes processos são utilizados. Para isso, serão abordados os conceitos de conversão da energia elétrica em energia química e as diferentes situações em que o processo de eletrólise é empregado nas indústrias. Em outro momento, será abordada uma prática experimental buscando simular os processos que ocorrem na indústria utilizando a eletrólise para a obtenção de hidróxido de sódio e de hipoclorito de sódio.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ELETROQUÍMICA: HISTÓRICO E APLICAÇÕES

A primeira vez que os fenômenos eletroquímicos foram observados de maneira ampla foi com Alessandro Volta em 1793, com a produção de eletricidade a partir de dois metais diferentes conectados eletricamente com um papel umedecido entre eles. Essa bateria foi usada alguns anos depois como fonte de eletricidade para decompor a água em hidrogênio e oxigênio, que evidenciou que os átomos de hidrogênio e de oxigênio estão associados a cargas elétricas positivas e negativas, as quais são responsáveis pelas forças de ligação entre eles. Berzelius propôs em 1812 que todos os átomos são eletrificados, por exemplo, o hidrogênio e os metais são positivos e os não-metais são negativos. Quando a eletricidade é aplicada a dois eletrodos imersos em uma solução, ela fornece energia para quebrar as forças de atração e formar íons. A visão de Berzelius foi finalmente substituída pela teoria de Lewis da ligação através de elétrons compartilhados, mas representa um importante marco de progresso na compreensão da ligação química. O uso de princípios eletroquímicos recém-descobertos continuou a atrair novas idéias e Humphrey Davey mostrou que o sódio metálico pode ser produzido pela eletrólise do hidróxido de sódio fundido. O ex-assistente de Davey, Michael Faraday, fez contribuições significativas para a compreensão dos processos eletroquímicos,

estabelecendo a relação entre a quantidade de carga elétrica e a quantidade de substância formada, pelas chamadas Leis de Faraday. Esta nova abordagem levou James Clerk Maxwell a considerar a existência de “molécula de eletricidade”, que foi a primeira noção do elétron. Em 1837, Sir William Grove demonstrou a primeira célula de combustível usando eletrodos de platina imersos em ácido sulfúrico (Kurzweil, 2009; Petrović, 2020).

A história da eletroquímica no século XIX não estaria completa sem mencionar estes pioneiros: Johann Ritter (1776-1810) que fabricou a primeira bateria de célula seca em 1802 e estabeleceu conceitos de reatividade química; e John Frederic Daniell (1790–1845) que fez uma bateria composta por eletrodos de cobre e zinco em solução de sulfato de cobre e criou a primeira fonte de alimentação comercial bem-sucedida para telégrafos; Edmund Becquerel (1820-1891), que inventou uma célula solar usando um sistema eletroquímico, e seu pai, Antoine Becquerel (1788-1878), que observou o fenômeno da corrente constante quando eletrodos de platina foram imersos em ácido. Os maiores contribuintes para o avanço da ciência eletroquímica na primeira parte do século XX foram Walther Nernst (1864–1941) por sua teoria das forças eletromotrizes das células voltaicas, Frederick Cottrell (1877–1948) por seu trabalho sobre os efeitos de difusão em sistemas eletroquímicos, e Jaroslav Heyrovský (1890–1967) por suas invenções do eletrodo de mercúrio e polarografia. Finalmente, o Prêmio Nobel da Química foi atribuído a John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham e Akira Yoshino pelo desenvolvimento de baterias de íons de lítio (Kurzweil, 2009; Petrović, 2020).

Desse modo, é possível observar que a eletroquímica pode ser utilizada para a separação e purificação de compostos, além de outras questões muito importantes do nosso cotidiano. O conhecimento de eletroquímica é necessário para compreender e projetar sistemas de armazenamento de energia, baterias, células de combustível, supercapacitores eletroquímicos e tecnologias de hidrogênio. Os princípios eletroquímicos também são importantes para a compreensão dos mecanismos em dispositivos solares fotovoltaicos. Além disso, os sistemas de controle de detecção eletroquímica e de corrosão desempenham um papel importante em todos os aspectos do projeto de sistemas integrados.

2.2 INDÚSTRIA ELETROQUÍMICA: PRODUÇÃO DE CLORO E SODA

Embora a área industrial no Brasil ainda seja considerada em desenvolvimento, alguns setores estão muito bem fundamentados, como é o caso da infraestrutura e das indústrias básicas. A grande oferta de recursos minerais e de energia hidrelétrica, principalmente nas décadas de 80 e 90, permitiu o desenvolvimento de muitas indústrias – que eram estratégicas do ponto de vista econômico, mas consumiam grande quantidade de energia elétrica. Este é o caso típico do processo Hall-Heroult nas

indústrias de alumínio, e do processo de diafragma eletrolítico de cloro e álcalis, que encontraram no Brasil bases sólidas para liderança mundial nestes setores (Lima et al., 2010).

Mais de 50% das vendas químicas dependem, em alguma etapa do processo produtivo, da soda cáustica e do cloro. A cadeia do cloro envolve setores de papel e celulose, química e petroquímica, alumínio, construção civil, sabões e detergentes, têxtil, metalúrgica, eletrônica, alimentos, defensivos agrícolas, bebidas, tintas, tratamento de água e embalagens (Moura Júnior, 2018). Segundo Associação Brasileira da Indústria de Álcalis, Cloro e Derivados o cloro está presente em 85% dos medicamentos, seja em sua formulação final ou como parte do processo de produção. O cloro está presente na composição de 96% dos produtos químicos empregados para proteger as plantações agrícolas (Abiclor, [s.d.]).

Inicialmente, havia dois processos principais para a produção de cloro e soda. Um deles é com o uso da célula do diafragma, onde uma esteira porosa de amianto separava os compartimentos do ânodo e do cátodo. O outro método utiliza a célula de mercúrio, onde o cátodo era na verdade um eletrodo de mercúrio líquido onde ocorre a formação de um amálgama de sódio, separada em uma segunda célula. A célula de mercúrio usa mais energia elétrica, mas produz um produto de maior pureza do que a célula de diafragma. No entanto, preocupações ambientais sobre mercúrio e amianto, pureza do produto da célula de diafragma e disponibilidade de novos eletrodos e materiais favorecem atualmente um terceiro sistema: a célula de membrana. A membrana é um separador impermeável que permite que apenas íons de sódio passem entre os compartimentos do ânodo e do cátodo. Isto resulta em maior pureza do produto do que a célula de diafragma e menor consumo de energia do que a célula de mercúrio. A membrana é o mais recente de uma série de desenvolvimentos, que incluem ânodos de titânio, cátodos de baixa tensão e polímeros resistentes à corrosão usados em corpos celulares (Grotheer et al., 2006).

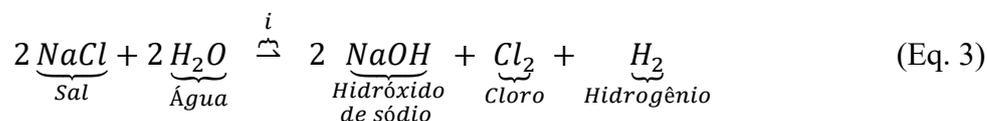
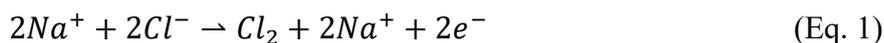
Segundo Associação Brasileira da Indústria de Álcalis, Cloro e Derivados no Brasil, a tecnologia mais utilizada pelo setor de cloro e soda é a de diafragma, que corresponde a 63% da capacidade instalada, sendo 9% diafragma sem asbestos e 54% com crisotila. Em seguida vem a tecnologia de membrana (23%) e a de mercúrio (14%) (Abiclor, [s.d.]).

2.3 ELETRÓLISE AQUOSA DE SOLUÇÕES SALINAS: CLORETO DE SÓDIO

O processo eletrolítico para a produção de hidróxido de sódio e cloro funciona de forma que a salmoura entra pelo lado anódico da cuba, onde a energia elétrica é aplicada, o que possibilita o fluxo de elétrons entre o anodo e o catado. Os íons cloro se dissociam da molécula de NaCl, formando moléculas de gás cloro na superfície do anodo. Já no lado catódico ocorre a eletrólise da água com os

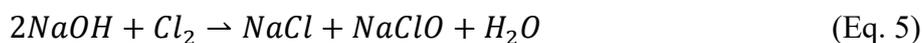
íons H^+ se associando a outra superfície do cátodo, formando gás H_2 . A hidroxila OH^- se une ao íon Na^+ , formando, deste modo, o $NaOH$ (Jardin Júnior, 2006).

Dois produtos químicos comuns produzidos pela eletrólise de soluções salinas são o cloro gasoso e o hidróxido de sódio. As principais reações dos eletrodos que ocorrem na eletrólise de soluções salinas são a equação do anodo (Equação 1) e do catodo (Equação 2), que podem ser representadas na forma de uma reação global (Equação 3) (Grotheer et al., 2006).



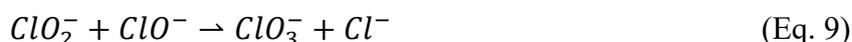
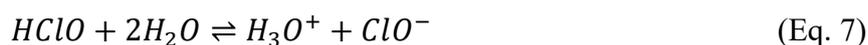
Pelo fato de acontecerem reações secundárias a estas, o processo não é 100% eficaz. A maior parte da perda na eficiência é devida pelo fato de ocorrer uma migração dos íons hidróxidos, carregados negativamente, do ânodo para o cátodo. Outro fator de importância para a eficiência de uma cuba eletrolítica é a concentração de íons em solução, pois quanto maior este teor, menor a resistência do circuito formado, possibilitando a economia de energia elétrica (Jardin Júnior, 2006).

O produto hidróxido de sódio, sem separação, pode reagir vigorosamente com o cloro para formar cloreto de sódio ($NaCl$) (Equação 4) e hipoclorito de sódio ($NaClO$) (Equação 5), de modo que precauções semelhantes são necessárias em seu processo produtivo (Hocking, 2005).



A reação apresentada na Equação 5 necessita de controle de temperatura, pois acima de $65^\circ C$ há a formação de clorato de sódio ($NaClO_3$), representada pela sequência de Equações 6-10. O clorato de sódio usado como herbicida não seletivo, para controle do crescimento de vegetação, além de ser utilizado na geração de oxigênio químico (Viswanathan; Tilak, 1984; Hocking, 2005).





Desse modo, é possível observar que o método de processamento de uma solução aquosa de cloreto de sódio pode apresentar vários produtos e coprodutos. Cada um destes produtos possui uma utilidade, sendo que as condições de operação podem determinar qual será formado.

3 METODOLOGIA

Foi desenvolvido um protótipo de cuba eletrolítica com a finalidade de simular os processos de obtenção dos produtos derivados da eletrólise do cloreto de sódio ocorridos na indústria. Para tanto, foram utilizados os seguintes materiais: grafites de lápis (eletrodo de carbono), recipiente de vidro com tampa, retificador de corrente (Marca LAB, Modelo CN 012B, $i = 3A$, $U = 12V$), cola de silicone, sal de cozinha (cloreto de sódio) e água. Utilizando esse protótipo, foram realizados os ensaios de eletrólise. O gás cloro formado na eletrólise é altamente tóxico, e o gás hidrogênio é altamente explosivo. Desse modo, o processo ocorreu em local arejado. A solução remanescente foi submetida à evaporação e posterior cristalização, a fim de simular a produção de hidróxido de sódio sólido, o qual ocorre na indústria. Na sequência, procedeu-se com as análises qualitativas e quantitativas dos produtos formados, a partir da aplicação dos conceitos associados às leis de Faraday para eletrólise.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CONSTRUÇÃO DA CUBA ELETROLÍTICA

A cuba eletrolítica foi construída fazendo-se três orifícios na tampa metálica do recipiente de vidro: um para o eletrodo positivo, outra para o eletrodo negativo; e outro para a retirada dos produtos gasosos. Os eletrodos de grafite foram introduzidos de modo a manter contato amplo com a solução eletrolítica, mas tomando o cuidado de manter isolamento em relação à tampa metálica (para não fechar o contato/curto circuito). A cada um destes eletrodos foi acoplada a garra de contato de um retificador de corrente, com os respectivos polos positivo (vermelho) e negativo (preto). O aparato de eletrólise é mostrado na Figura 1. A solução eletrolítica foi preparada mediante a dissolução de

aproximadamente 200g de cloreto de sódio em 1 litro de água. Essa solução foi inserida na cuba e, com o acionamento do retificador de corrente, houve o início da eletrólise.

Figura 1 – Aparato de eletrólise.



Fonte: Autoria própria (2022).

4.2 PRODUTOS DA ELETRÓLISE: ASPECTOS QUALITATIVOS

Dois dos produtos da eletrólise aquosa do cloreto de sódio são o gás cloro e o gás hidrogênio. O gás cloro é formado no polo positivo (anodo) por uma reação de oxidação (Equação 1). Já o gás hidrogênio é formado no polo negativo (catodo) por uma reação de redução (Equação 2). Além destes produtos, houve a formação de hidróxido de sódio (NaOH), o qual foi identificado a partir do teste com a fita medidora de pH, constatando a formação de uma base forte.

Para a obtenção do hidróxido de sódio sólido, foi promovida a evaporação para a posterior cristalização. A evaporação consiste na eliminação de um solvente volátil por ação do calor. Se a evaporação for levada ao extremo, com a formação de uma solução supersaturada, há a cristalização do soluto na forma de um precipitado. Este fenômeno foi realizado com um simples aquecimento em chama de aquecimento da solução em uma forma de alumínio, como mostra a Figura 2. A Figura 3 apresenta os cristais formados, em detalhe.

Figura 2 - Processo de evaporação e cristalização do soluto.



Fonte: Autoria própria (2022).

Figura 3 – Cristais formados pela evaporação e cristalização.



Fonte: Autoria própria (2022).

Como foi relatado anteriormente, há evidências de que existe a formação de hipoclorito de sódio, bem como, em determinadas condições, de clorato de sódio na eletrólise aquosa do cloreto de sódio. De maneira complementar, dadas as condições de operação, é possível afirmar que nem todo o cloreto de sódio reagiu por eletrólise, de modo que os cristais apresentados na Figura 3 são de hidróxido de sódio e cloreto de sódio, além de outros compostos e impurezas. Este processo teve o objetivo geral de entender como o processo de obtenção dos cristais ocorre. Na indústria, um sistema de membranas e todo o aparato complementar garante a pureza destes

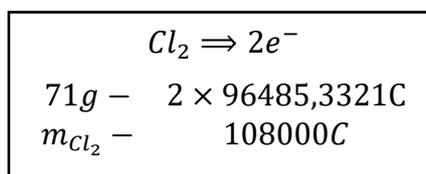
4.3 PRODUTOS DA ELETRÓLISE: ASPECTOS QUANTITATIVOS

De acordo com as leis de Faraday, a quantidade de produtos formada durante a eletrólise é proporcional à carga elétrica aplicada. A carga elétrica, q (Coulomb) é calculada de acordo com a Equação 11, onde i é a corrente elétrica (ampère) e t é o tempo de aplicação desta corrente (segundo) (Atkins; De Paula, 2017).

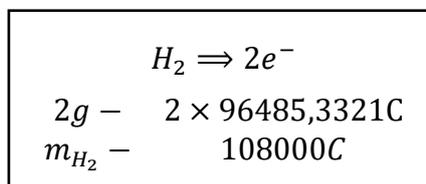
$$q = i \times t \quad (\text{Eq. 11})$$

Para fins de cálculo, será estimada a quantidade gerada em 10 horas de funcionamento da cuba eletrolítica, que foi o tempo médio utilizado nos testes. Considerando que 10 horas é o equivalente a 36000 segundos, e que a corrente elétrica gerada pelo retificador é de 3 ampères, a carga elétrica aplicada nesse período é de 108000 coulombs.

O passo seguinte é estimar a relação estequiométrica entre o número de mols de elétrons e a quantidade dos produtos formados. Com base nas equações 1, 2 e 3, observa-se que os principais produtos são os gases hidrogênio e cloro, e que, para cada mol formado, são necessários 2 mol de elétrons. A constante de Faraday estabelece que a carga de cada mol de elétrons é de 96485,3321 coulomb (Atkins; De Paula, 2017). Assim, as massas de hidrogênio e de cloro gasoso são calculadas, respectivamente, pelas Equações 12 e 13.



$$m_{Cl_2} = \frac{108000C \times 71g}{2 \times 96485,3321C} = 39,74g \quad (\text{Eq. 12})$$



$$m_{H_2} = \frac{108000C \times 2g}{2 \times 96485,3321C} = 1,12g \quad (\text{Eq. 13})$$

De modo complementar, é possível estimar o volume de gás formado nas Condições Normais de Temperatura e Pressão (0°C e 1 atm), com base no volume molar de Avogadro, que estabelece que, em média, cada mol de um gás, na CNTP, ocupa, em média, 22,4L (Atkins; De Paula, 2017). Desse modo, as Equações 14 e 15 estabelecem os volumes de gás cloro e gás hidrogênio formados na eletrólise.

$$\begin{array}{l} Cl_2 \Rightarrow 2e^- \\ 22,4L - 2 \times 96485,3321C \\ V_{Cl_2} - 108000C \end{array}$$

$$V_{Cl_2} = \frac{108000C \times 22,4L}{2 \times 96485,3321C} = 12,54L \quad (\text{Eq. 14})$$

$$\begin{array}{l} H_2 \Rightarrow 2e^- \\ 22,4L - 2 \times 96485,3321C \\ V_{H_2} - 108000C \end{array}$$

$$V_{H_2} = \frac{108000C \times 22,4L}{2 \times 96485,3321C} = 12,54L \quad (\text{Eq. 15})$$

Observa-se que os volumes dos gases formados são exatamente iguais (em CNTP), visto que a proporção estequiométrica é a mesma para as duas semirreações (Equação 1 e Equação 2). No entanto, as massas formadas são bem diferentes, dadas as características de cada molécula em relação a seu peso molecular. Estes cálculos mostram apenas a relação entre corrente elétrica e produtos da eletrólise. No entanto, na prática, o processo pode sofrer inúmeras interferências, como deficiência na mobilidade iônica, presença de impurezas, formação de potenciais de junção líquida na superfície dos eletrodos entre outros, as quais reduzem as quantidades formadas destes compostos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os processos eletrolíticos são muito importantes na indústria. Estão no contexto de produção de alumínio, cloro, hidróxido de sódio, cobre e outros tantos minérios que são separados e purificados por ação de uma corrente elétrica. Este trabalho buscou fazer um apanhado geral sobre a indústria química associada à eletrólise, com foco na produção de cloro e soda. Uma análise inicial indicou que os principais produtos da eletrólise aquosa do cloreto de sódio são o gás hidrogênio, o gás cloro

e o hidróxido de sódio. No entanto, o hipoclorito de sódio e o clorato de sódio podem ser produzidos como coprodutos da reação.

A construção de uma cuba eletrolítica possibilitou a obtenção, na prática, desses produtos importantes para a indústria química e de uso comum em laboratório. No eletrodo positivo da cuba eletrolítica houve a formação do cloro gasoso. Já no eletrodo negativo, houve a formação do gás hidrogênio. Além desses dois produtos, a sequência de operações, que envolvem evaporação e cristalização, indicou a formação cristais de hidróxido de sódio e cloreto de sódio remanescente, além de outras impurezas. Por fim, com base nos conceitos de Faraday para eletrólise, foi possível calcular as quantidades dos compostos gasosos formados nos eletrodos para uma condição ideal. Estes conceitos são fundamentais na avaliação da expectativa de produção em indústrias. Desse modo, o ciclo completo da indústria de cloro e soda foi explorado neste trabalho.

REFERÊNCIAS

ABICLOR – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE ÁLCALIS, CLORO E DERIVADOS. Cloro. Disponível em: < <http://www.abiclor.com.br/cloro>>. Acesso em: 27 nov. de 2023

ATKINS P, DE PAULA J. Físico-química. v.1. 10º Ed. LTC: Rio de Janeiro-RJ, 2017.

KURZWEIL, P. HISTORY | Electrochemistry. Elsevier eBooks, p. 533–554, 1 jan. 2009.

GROTHER, M. P. et al. Industrial Electrolysis and Electrochemical Engineering. The Electrochemical Society interface, v. 15, n. 1, p. 52–54, 1 mar. 2006.

HOCKING, M. B. Electrolytic Sodium Hydroxide, Chlorine, and Related Commodities. Elsevier eBooks, p. 221–252, 1 jan. 2005.

JARDIN JUNIOR, R.N. Modelagem matemática de um processo industrial de produção de cloro soda por eletrólise de salmoura visando sua otimização. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Escola Politécnica da USP. São Paulo, 2006.

LIMA, P. R. et al. Energy loss in electrochemical diaphragm process of chlorine and alkali industry – A collateral effect of the undesirable generation of chlorate. Energy, v. 35, n. 5, p. 2174–2178, 1 maio 2010.

MOURA JUNIOR, C. F. Desenvolvimento e avaliação de diafragma poliméricos para aplicação no processo de produção eletrolítica de cloro-soda. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) — Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018

SLOBODAN PETROVIĆ. Industrial Electrochemical Processes. Springer eBooks, p. 65–75, 6 dez. 2020.

VISWANATHAN, K.; TILAK, B. V. Chemical, Electrochemical, and Technological Aspects of Sodium Chlorate Manufacture. Journal of The Electrochemical Society, v. 131, n. 7, p. 1551–1559, 1 jul. 1984.

USO DE BIOADSORVENTE NA REMOÇÃO DE COBRE (Cu²⁺) DE ÁGUAS RESIDUAIS

  10.56238/livrosindi202428-019

ISBN: 978-65-6109-036-0

Amanda Luize Zamberlan

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Murilo Eduardo Chagas

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Nícolas da Rocha Ribas

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Pietra Camargo Hentges

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Sara de Oliveira

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Tiago Jovani Linn

Discente do Curso Técnico em Química Integrado - IFFar - Campus Panambi

Juliana Ferreira da Silva

Doutora em Ciências Biológicas - IFFar - Campus Panambi

Felipe Ketzer

Doutor em Engenharia Química - IFFar - Campus Panambi

RESUMO

O tratamento correto de efluentes é de suma importância visto os possíveis danos ambientais quando descartados de forma inadequada sem tratamento prévio. Diante desta problemática, o presente trabalho teve como objetivo fazer a análise experimental da adsorção de íons de cobre usando sementes de mamão papaya (*Carica Papaya L.*) como bioadsorvente. A metodologia deste trabalho consiste no tratamento físico-químico do bioadsorvente, ensaios de adsorção que foram conduzidos em um banho termostático do tipo Dubnoff, a temperatura controlada, e análise de concentração de íons usando titulação de complexação, com aporte metodológico de livros e bases de dados de artigos científicos. Foi observado que as sementes de mamão apresentam melhor desempenho conforme o aumento de temperatura, sendo possível concluir que o processo é endotérmico, sendo que a temperatura mais adequada para a adsorção foi a de 25°C, com base no ajuste pelo modelo cinético de Lagergren de pseudo primeira ordem.

Palavras-chave: Carica Papaya, Sementes, Íons de cobre, Efluente.

1 INTRODUÇÃO

A atividade industrial é responsável por grande parte da poluição ambiental. Estima-se que, globalmente, 80% das águas residuais, 28% das quais provenientes da indústria, foram devolvidas de forma inadequada ao meio ambiente (Mao et al., 2022). Em geral, os principais constituintes

relacionados às águas residuárias podem ser divididos em substâncias orgânicas, materiais flutuantes e oleosos, sólidos em suspensão, substâncias dissolvidas, entre outros (Cavalcanti, 2012). Muitos efluentes industriais contêm quantidades excessivas de íons metálicos que contaminam os cursos d'água em todo o mundo e prejudicam toda a cadeia trófica, e, por isso, precisam ser removidos antes de serem lançados no ambiente.

Existem várias possibilidades de tratamento de águas, que, de maneira geral, podem ser divididos em tratamento primário, tratamento secundário e tratamento terciário (Shreve e Brink Jr., 2014; von Sperling, 2014). Elementos como metais, sólidos inorgânicos dissolvidos e sólidos em suspensão são removidos dos efluentes na etapa de tratamento terciário. Os principais metais encontrados em efluentes industriais são a prata, o astato, o cádmio, o cobalto, o cromo, o cobre, o mercúrio, o níquel, o chumbo, o antimônio, o selênio e o zinco, e a presença de metais está comumente associada aos despejos de indústrias de galvanoplastia, indústrias químicas, indústrias metal mecânicas (von Sperling, 2014).

Nos últimos tempos, novas tecnologias vêm chamando a atenção, utilizando processos baseados na recuperação de compostos e/ou de meios de tratamento como troca iônica, filtração por membranas e extração líquido-líquido que, geralmente, possuem altos custos de investimento, inviabilizando a maioria das aplicações principalmente em empresas de pequeno e médio porte (Pereira Neto et al., 2008). Em contrapartida, técnicas de adsorção permitem o reuso dos adsorventes e a recuperação do material adsorvido, e têm sido utilizadas para o tratamento de águas residuárias industriais em função de seu baixo custo, fácil operação e alta eficiência (Sessarego et al., 2019).

Vários compostos podem ser utilizados para a remoção de poluentes por adsorção, como zeólitas, alumina, quitosana, carvão ativado entre outros (Krstic et al., 2018; Ríos et al., 2008; Gupta et al., 2011; Sessarego et al., 2019; Bernard et al., 2013; Cai et al., 2018). No entanto, compostos residuais de baixo custo como bioadsorventes têm sido avaliados na remoção de metais de efluentes industriais, apresentando bom desempenho (Keshvardoostchokami et al., 2017; Carvalho et al., 2022). Dada a eficiência e considerando o baixo custo dos adsorventes preparados em condições brandas a partir de resíduos da agricultura, este projeto propõe avaliar a eficiência do método de adsorção utilizando a semente de mamão como bioadsorvente no tratamento de efluentes. Esse trabalho busca verificar a eficiência na remoção de cobre de um efluente simulado. Ensaios cinéticos serão realizados a interferência na temperatura na capacidade de adsorção será avaliada.

2 METODOLOGIA

Semente de mamão papaya (*Carica papaya L.*) foi utilizada como elemento de adsorção para a remoção de íons cobre de soluções padrão. Para o desenvolvimento das atividades práticas, foram consultados livros e bases de dados de artigos científicos (SciELO, ScienceDirect, American Chemical Society, Wiley etc.). O preparo do bioadsorvente envolveu técnicas de limpeza, tratamento térmico em estufa e redução de tamanho em um micro moinho de facas (Marconi MA630/1). Os ensaios de adsorção foram conduzidos em um banho termostático do tipo Dubnoff, a temperatura controlada. A concentração foi avaliada pelo método de titulometria de complexação, com a utilização de ácido etilendiamino tetra-acético (EDTA) como agente complexante e purpurato de amônio (Murexida) como indicador. Por fim, os dados dos ensaios cinéticos foram tratados com o auxílio do software Microsoft Excel[®].

3 USO DE BIOADSORVENTES NA REMOÇÃO DE POLUENTES

Vários resíduos da agricultura podem ser empregados como precursores na preparação de carvão ativado, como casca e palha de arroz, caroço de azeitona, resíduos de extração de café, resíduos de chá, bambu, entre outros. Geralmente dois processos estão envolvidos na preparação do carvão ativado: a carbonização e a ativação. A carbonização visa volatilizar os compostos não carbonáceos em um forno especificamente projetado. Já a ativação consiste na utilização de algum agente que promove a formação de sítios ativos específicos para a adsorção de compostos, aumentando a seletividade do adsorvente (Garba et al., 2019).

Apesar da comprovada eficiência do carvão ativado aliada ao apelo ambiental em função da utilização de materiais carbonáceos alternativos, a sua produção consiste em um processo relativamente complexo, em virtude das condições de carbonização e ativação, em geral inviáveis economicamente para estações de tratamento em grande escala. Nesse sentido, compostos alternativos como cascas e sementes de alimentos com tratamentos simples surgem como alternativas de baixo custo para a adsorção de diversos materiais. Esses estudos estão sendo avaliados por alguns autores, os quais utilizam casca de banana e semente de mamão com finalidades adsorventes na remoção de metais de efluentes (Basha et al., 2009; Vilardi et al., 2018; Garba et al., 2016).

O Brasil, juntamente com México, Índia, Nigéria e Indonésia é um dos maiores produtores de mamão papaya, sendo esta, uma das frutas tropicais mais populares internacionalmente, contando com aproximadamente 15,36% da produção total de frutas tropicais do mundo (Khee et al., 2021). Deste modo, é possível afirmar que os resíduos de mamão são regulares e numerosos em nosso cotidiano, sendo uma opção de bioadsorvente de fácil obtenção.

Sobre o desempenho da semente de mamão como bioadsorvente, podemos afirmar que:

A capacidade máxima de adsorção obtida é considerada bastante satisfatória quando comparadas com as capacidades máximas de adsorção de outros bioadsorventes citados na literatura para esse propósito. A cinética de adsorção é, essa característica do bioadsorvente é muito desejável para a viabilidade de sua aplicação em processos rápidos industriais tanto pelo processo em batelada como por processo de fluxo contínuo. Outra vantagem desse bioadsorvente é a sua facilidade de obtenção e preparo, não necessitando de nenhum tratamento químico antes da sua utilização. (Vieira et al., 2013)

Deste modo, o processo de adsorção se mostra viável social, econômica e ambientalmente, uma vez que gera o mínimo de resíduos.

3.1 CINÉTICA DE ADSORÇÃO

Existem vários modelos para analisar a cinética de adsorção. Um deles é o modelo de pseudo-primeira ordem de Lagergren para a adsorção de sistema líquido-sólido, que estabelece, pela Equação 1 (linearizada), que a velocidade de remoção do adsorvato com o tempo é diretamente proporcional à diferença na concentração de saturação e ao número de sítios ativos do sólido. De acordo com Oliveira *et al.* (2017), é o modelo cinético mais utilizado para a avaliação de um adsorvato de uma solução aquosa.

$$\ln(q_e - q_t) = \ln(q_e) - k_1 t \quad (\text{Eq. 1})$$

Na Equação 1, k_1 é a constante da taxa de adsorção de pseudo primeira ordem (min^{-1}) e q_e e q_t são as quantidades adsorvidas por grama de adsorvente no equilíbrio e no tempo t , respectivamente (mg.g^{-1}). O valor de k_1 pode ser determinado pela análise do gráfico de $\ln(q_e - q_t)$ versus t . O ajuste da equação aos dados experimentais exige que a capacidade de adsorção no equilíbrio, q_e , seja conhecida.

De maneira complementar, existe o modelo cinético de pseudo segunda ordem que estabelece, de acordo com a Equação 2 (linearizada), a relação entre a quantidade adsorvida e o tempo de adsorção.

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{t}{q_e} \quad (\text{Eq. 2})$$

Os valores de q_e e k_2 podem ser obtidos através da análise gráfica de (t/qt) versus t . Se o modelo cinético de pseudo segunda ordem for aplicável, a plotagem de (t/qt) versus t deve apresentar relação linear próxima a 1 (Oliveira et al., 2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 PREPARO DO BIOADSORVENTE

Para o preparo do bioadsorvente, foram removidas as exotestas da semente de mamão, isto é, a proteção mucilaginoso que reveste a semente, visto que essa afetaria o potencial de absorvência das sementes. Em seguida, as sementes foram dispostas em pratos e colocadas na mufla, a 60°C por um período de 48 horas para serem tratadas termicamente. Ao final do tratamento térmico, as sementes foram pesadas totalizando 93,02 gramas, que foram reduzidas de tamanho em um micro moinho de facas. A massa das sementes de mamão ao final deste processo foi de 92,69 gramas, totalizando 0,33 gramas de bioadsorvente perdido.

4.2 MÉTODO ANALÍTICO

O método utilizado para a quantificação de íons cobre em solução foi o de complexometria com a utilização de ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) padronizado com carbonato de sódio. A titulação por complexação foi conduzida com solução tampão de pH = 10 (NH₃/NH₄Cl) (Rosa et al., 2013). O indicador utilizado foi a murexida (purpurato de amônio) a 0,5% em mistura sólida com sulfato de potássio (Teixeira et al., 2017).

4.3 ENSAIOS DE ADSORÇÃO

Os ensaios cinéticos de adsorção foram conduzidos em um banho termostático Dubnoff, a temperatura controlada. Foram realizados ensaios em três temperaturas diferentes: 20°C, 25°C e 30°C. Uma solução estoque de sulfato de cobre (CuSO₄.5H₂O) com concentração conhecida foi utilizada como efluente sintético. Em Erlenmeyers de 250 ml, foram adicionados 100 ml de solução estoque e 3 gramas de bioadsorvente. Foram tomadas alíquotas nos tempos de 5, 10, 20, 30, 40 e 60 minutos de adsorção. A Tabela 1 apresenta os dados da quantidade de Cu²⁺ adsorvida por grama de bioadsorvente em função do tempo para as três temperaturas.

Tabela 1 - Quantidade de cobre adsorvida por quantidade de bioadsorvente.

	20°C	25°C	30°C
<i>t</i> (min)	<i>q_t</i> (mg.g ⁻¹)	<i>q_t</i> (mg.g ⁻¹)	<i>q_t</i> (mg.g ⁻¹)
0	0	0	0
5	5,45	13,06	7,50
10	8,17	16,37	11,76
20	10,89	19,62	12,97
30	13,65	21,66	18,55
40	19,07	23,98	32,72
60	27,29	29,35	53,10

Fonte: A autoria própria (2022).

Em uma primeira análise, observa-se que a adsorção foi favorecida pelo aumento da temperatura, uma vez que a quantidade adsorvida a 30°C foi levada, na condição de 60 minutos de adsorção, a $q_t=53,10 \text{ mg.g}^{-1}$. A capacidade de adsorção a 30°C foi praticamente o dobro da observada na condição de 20°C, o que indica que o processo de adsorção é endotérmico.

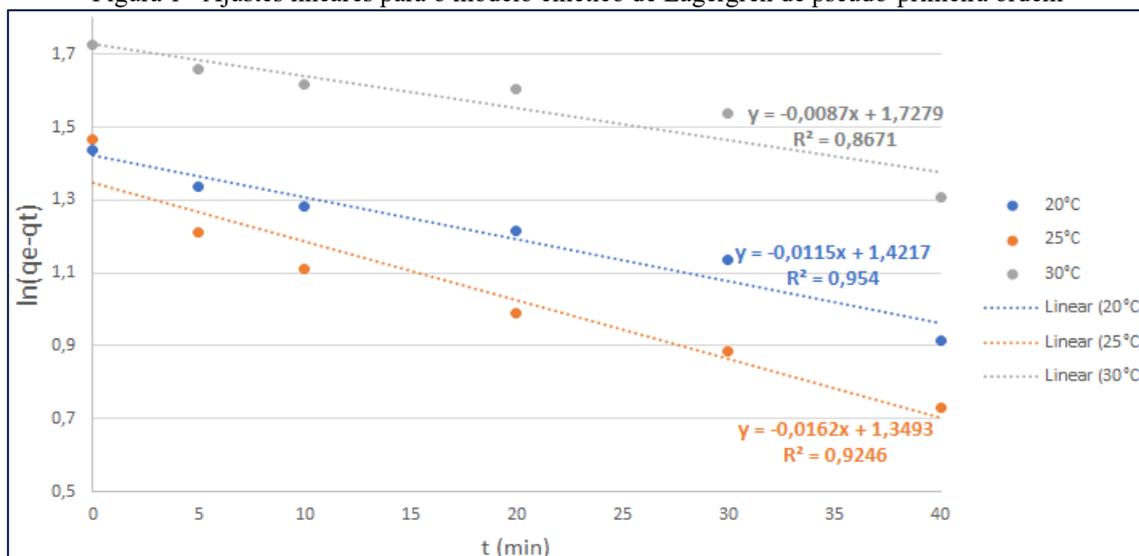
Para cada temperatura, foram ajustados os modelos cinéticos linearizados. A Figura 1 apresenta o ajuste e a Tabela 2 apresenta os dados do modelo de pseudo primeira ordem. Verificou-se que os ajustes foram bons, tomando como base os valores dos coeficientes de determinação.

Tabela 2 - Dados para o ajuste linear do modelo de Lagergren de pseudo primeira ordem para os ensaios de adsorção

Ensaio	k_1 (min ⁻¹)	R ²
20°C	0,0115	0,9540
25°C	0,0162	0,9246
30°C	0,0087	0,8671

Fonte: A autoria própria (2022).

Figura 1 - Ajustes lineares para o modelo cinético de Lagergren de pseudo-primeira ordem



Fonte: Autoria própria (2022).

Já para o modelo cinético de pseudo-segunda ordem, os dados são apresentados na Tabela 3 e na Figura 2, para as três temperaturas de ensaio. Observou-se que, de maneira geral, o ajuste para esse modelo cinético não foi tão satisfatório quanto o de pseudo-primeira ordem. Isso indica que o modelo não representa o fenômeno de maneira tão satisfatória.

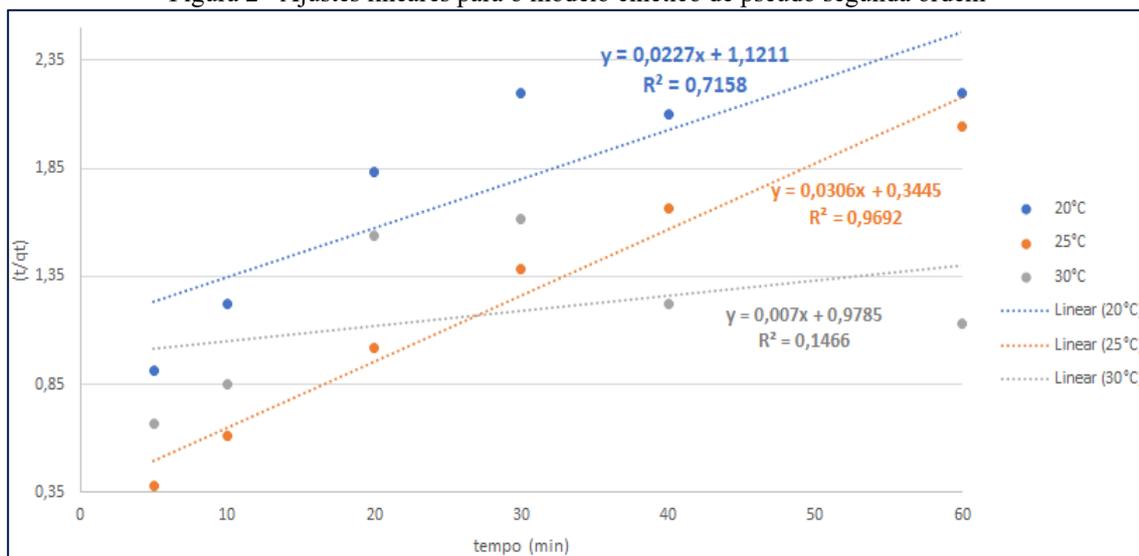
Tabela 3 - Dados para o ajuste linear do modelo de pseudo primeira ordem para os ensaios de adsorção.

Ensaio	k_2 ($g \cdot kg^{-1} \cdot min^{-1}$)	R²
20°C	55,37	0,7158
25°C	3,88	0,9692
30°C	136,78	0,1466

Fonte: Autoria própria (2022).

O resultado obtido para o ajuste foi coerente, pois Oliveira et al. (2017) afirmam que o modelo de pseudo primeira ordem é o mais adequado para soluções aquosas como a que foi utilizada nesse trabalho. De maneira complementar, a taxa de adsorção k_1 , encontrada pelo modelo de Lagergren de pseudo primeira ordem, foi maior para a temperatura de 25°C, o que sugere que essa é a temperatura adequada para a adsorção de íons cobre com o bioadsorvente utilizado.

Figura 2 - Ajustes lineares para o modelo cinético de pseudo segunda ordem



Fonte: Autoria própria (2022).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos dados expostos, foi possível concluir que a adsorção é um método bastante eficaz e versátil para remoção de íons metálicos de águas residuais industriais, uma vez que possibilita a recuperação dos metais e o reaproveitamento do adsorvente e apresenta baixa geração de resíduos. Porém, adsorventes de carvão ativado provindos de materiais carbonáceos alternativos, apresentam um processo de ativação e carbonização complexo, tornando-se inviáveis economicamente para estações de tratamento em grande escala.

Em contrapartida, resíduos agrícolas como cascas e sementes de alimentos com tratamentos simples surgem como alternativas de baixo custo. Este trabalho avaliou a propriedade de adsorção nas sementes de mamão, que são um resíduo muito comum no Brasil, dado que é um dos países com maior produção de mamão em escala mundial.

De acordo com os resultados obtidos nos ensaios, o processo de adsorção tende a ser endotérmico, apresentando melhor desempenho a 25°C, conforme o resultado do ajuste linear para o modelo cinético de Lagergren de pseudo primeira ordem.

REFERÊNCIAS

- BASHA, S. MURTHY, Z.V.P.; JHA, B. Sorption of Hg(II) onto Carica papaya: Experimental studies and design of batch sorber. *Chemical Engineering Journal*, vol. 147, p. 226–234, 2009.
- BERNARD, E.; JIMOH, A. ODIGURE, J.O. Heavy Metals Removal from Industrial Wastewater by Activated Carbon Prepared from Coconut Shell. *Research Journal of Chemical Sciences*, Vol. 3(8), p. 3-9, 2013.
- CAI, W.; LI, Z.; WEI, J.; LIU, Y. Synthesis of peanut shell based magnetic activated carbon with excellent adsorption performance towards electroplating wastewater. *Chemical Engineering Research and Design*, vol. 140, p. 23–32, 2018.
- CARVALHO, F.L., PINTO, D., SCHIO, R.R., DOS SANTOS, J.P., KETZER, F., SILVA, L.F.O., DOTTO, G.L. Polishing of painting process effluents through adsorption with biochar from winemaking residues. *Environmental Science and Pollution Research*, v. X, n. 20488, 2022.
- CAVALCANTI, J.E.W.A. Manual de tratamento de efluentes industriais. 2º edição ampliada. Engenho Editora Técnica, 2012.
- FOLETTI, E.L.; WEBER, C.T.; COLLAZZO, G.C.; MAZUTTI, M.A.; KUHN, R.C.; DOTTO, G.L. Utilização de adsorvente alternativo de baixo custo para remoção do corante tartrazina. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, Florianópolis – SC, 2014.
- GARBA, Z.N.; BELLO, I.; GALADIMA, A.; LAWAL, A.Y. Optimization of adsorption conditions using central composite design for the removal of copper (II) and lead (II) by defatted papaya seed. *Karbala International Journal of Modern Science*, vol. 2, p. 20-28, 2016.
- GARBA, Z.N.; ZHOU, W.; LAWAN, I.; XIAO, W.; ZHANG, M.; WANG, L.; CHEN, L.; YUAN, Z.; An overview of chlorophenols as contaminants and their removal from wastewater by adsorption: A review. *Journal of Environmental Management*, vol. 241, p. 59–75, 2019.
- GUPTA, V.K.; AGARWAL, S.; SALEH, T.A. Synthesis and characterization of alumina-coated carbon nanotubes and their application for lead removal. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 185, p. 17–23, 2011.
- MAO, G., Han, Y., Liu, X., Crittenden, J., Huang, N., Ahmad, U.M.; (2022) Technology status and trends of industrial wastewater treatment: A patent analysis. *Chemosphere*. v. 288, n° 132483.
- KESHVARDOOSTCHOKAMI, M., Piri, F., Zamani, A. One-pot synthesis of chitosan/iron oxide nanocomposite as an eco-friendly bioadsorbent for water remediation of methylene blue. *Micro & Nano Letters*, v. 12, p. 338–343, 2017.
- NOVAES VIEIRA, D.; PAVAN, F. Estudo da adsorção de cobre empregando mamão formosa como adsorvente. *Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão*, v. 2, n. 1, 2 fev. 2013.
- OLIVEIRA, F.M., MELO, E.I., SOUSA, P.A.R., COELHO, L.M. Avaliação do processo adsorvente utilizando bagaço de cana-de-açúcar como material adsorvente na remoção do corante azul de metileno, p. 27-42. In: *Tecnologias em Pesquisa: Ciências Exatas e Biológicas*, 1 ed., capítulo 2, São Paulo, Blucher, 2017.

PEREIRA NETO, A.; BRETZ, J.S.; MAGALHÃES, F.S.; MANSUR, M.B.; ROCHA, S.D.F. Alternativas para o tratamento de efluentes na indústria galvânica. *Revista de Engenharia Sanitária Ambiental*, vol. 13, nº3 – jul/set, p. 263-270, 2008.

KHEE, Y.L., Kiew, P.L. & Chung, Y.T. Valorizing papaya seed waste for wastewater treatment: a review. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* (2022).

KRSTIC, V.; UROSEVIC, T.; PESOVSKI, B. A review on adsorbents for treatment of water and wastewaters containing copper ions. *Chemical Engineering Science*, vol. 192, p. 273–287, 2018.

RÍOS, C.A.; WILLIAMS, C.D.; ROBERTS, C.L. Removal of heavy metals from acid mine drainage (AMD) using coal fly ash, natural clinker and synthetic zeolites. *Journal of Hazardous Materials*, vol. 156, p. 23–35, 2008.

ROSA, G., GAUTO, M., GONÇALVES, F. *Química analítica: práticas de laboratório*. Porto Alegre, RS. Bookman, 2013.

SESSAREGO, S.; RODRIGUES, S.C.G.; XIAO, Y.; LU, Q.; HILL, J.M. Phosphonium-enhanced chitosan for Cr(VI) adsorption in wastewater treatment. *Carbohydrate Polymers*, vol. 211, p. 249–256, 2019.

SHREVE, R.N. e BRINK Jr., J.A., *Indústrias de Processos Químicos*. 4º edição. Editora LTC. Rio de Janeiro, RJ, 2014.

TEIXEIRA, P.C., DONAGEMMA, G.K., FONTANA, A., TEIXEIRA, W.G., *Manual de métodos de análise de solo*. EMBRAPA; Brasília, DF. 2017.

VON SPERLING, M., *Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos*. Volume 1. 4º edição. Editora UFMG. Belo Horizonte, MG, 2014.

VILARDI, G.; DI PALMA, L.; VERDONE, N. Heavy metals adsorption by banana peels micro-powder: Equilibrium modeling by non-linear models. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, vol. 26, p. 455–464, 2018.

REALIZAÇÃO:

SEVEN
publicações acadêmicas

ACESSE NOSSO CATÁLOGO!



WWW.SEVENPUBLI.COM

CONECTANDO O **PESQUISADOR** E A **CIÊNCIA** EM UM SÓ CLIQUE.