

SEVEN

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS
2023



**USO DE IMAGENS DE SATÉLITE
PARA IDENTIFICAR ILHAS DE CALOR
NA CIDADE DE ILHA SOLTEIRA - SP**

Lucas Barbosa Nishigima
Helio Ricardo Silva

SEVEN

PUBLICAÇÕES ACADÊMICAS
2023

**USO DE IMAGENS DE SATÉLITE
PARA IDENTIFICAR ILHAS DE CALOR
NA CIDADE DE ILHA SOLTEIRA - SP**

Lucas Barbosa Nishigima
Helio Ricardo Silva

EDITORA CHEFE

Prof^o Me. Isabele de Souza Carvalho

EDITOR EXECUTIVO

Nathan Albano Valente

ORGANIZADORES DO LIVRO

Lucas Barbosa Nishigima
Helio Ricardo Silva

PRODUÇÃO EDITORIAL

Seven Publicações Ltda

EDIÇÃO DE ARTE

Alan Ferreira de Moraes

EDIÇÃO DE TEXTO

Natan Bones Petitemberte

BIBLIOTECÁRIA

Tábata Alves da Silva

IMAGENS DE CAPA

AdobeStok

ÁREA DO CONHECIMENTO

Ciências Exatas e da Terra

2023 by Seven Editora

Copyright © Seven Editora

Copyright do Texto © 2023 Os Autores

Copyright da Edição © 2023 Seven Editora

O conteúdo do texto e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Seven Publicações Ltda. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, 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 pelos autores 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- State University of Rio Grande do Sul

Marcos Garcia Costa Morais- State University of Paraíba

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

Caio Vinicius Efigenio Formiga - Pontifical Catholic University of Goiás

Egas José Armando - Eduardo Mondlane University of Mozambique.

Ariane Fernandes da Conceição- Federal University of Triângulo Mineiro

Wanderson Santos de Farias - Universidad de Desarrollo Sustentable

Maria Gorete Valus -University of Campinas

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

Uso de imagens de satélite para identificar
ilhas de calor na cidade de Ilha Solteira
- SP [livro eletrônico] / organizadores
Lucas Barbosa Nishigima, Helio Ricardo Silva. --
São José dos Pinhais, PR : Seven Events, 2023.
PDF

Bibliografia.
ISBN 978-65-84976-84-9

1. Calibração 2. Calor - Avaliação 3. Climatologia
4. Monitoramento ambiental 5. Satélites artificiais
brasileiros 6. Satélites artificiais em sensoriamento
remoto 7. Sensoriamento remoto - Imagens
I. Nishigima, Lucas Barbosa. II. Silva, Helio
Ricardo.

23-180751

CDD-621.3678

Índices para catálogo sistemático:

1. Sensoriamento remoto : Tecnologia 621.3678

Tábata Alves da Silva - Bibliotecária - CRB-8/9253

DOI: 10.56238/sevenedi180751-001

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.

AGRADECIMENTOS

Aos meus amigos Rodrigo, Nitah, Norris, Naty, Giovanny e a tantos outros que me ajudaram durante a graduação.

Queria agradecer aos meus “irmãos” Brendow, Flavinho e Dara que mesmo de longe sempre torceram por meu sucesso.

Também queria agradecer ao meu grandioso orientador Helio Ricardo que foi como um segundo pai para mim durante a graduação, sempre me ajudando e me incentivando a alcançar meus objetivos.

Queira agradecer também a Associação Atlética Acadêmica de Ilha Solteira, onde tive oportunidade de aprender mais sobre mim, convivi momentos inesquecíveis com o pessoal e queria agradecer especialmente a Daniel (Boladona), que sempre me incentivou a fazer as coisas direito.

E por último a Empresa Junior BIOMAS, onde conheci pessoas maravilhosas que me ensinaram o significado de trabalho em equipe, queria agradecer especialmente a Lana Avelar, que me apoiou dentro da empresa apontando meus erros e defeitos. E também ao Pedro Oliveira e a Caroline que me incentivaram a participar dos processos seletivos

ORGANIZADORES DO EBOOK



Lucas Barbosa Nishigima

Nascido em Araçatuba (São Paulo) onde cursou o Ensino Fundamental e Ensino Médio no Colégio Dom Luís Lasagna. Graduado em Ciências Biológicas pela Faculdade de Engenharia/UNESP, campus de Ilha Solteira (2023). Desde 2017 até a sua conclusão de curso fez estágio no laboratório de Geoprocessamento onde desenvolveu pesquisa sobre ilhas de calor em pequenos centros urbanos. Também foi bolsista e monitor na disciplina de Geoprocessamento oferecida aos universitários de bacharelado e licenciamento no curso de Ciências Biológicas. Participou do Projeto PROGRAD/UNESP na

formação dos alunos no curso Técnico em Meio Ambiente da Escola Técnica Estadual (ETEC) do Centro Paula Souza em Ilha Solteira. Neste projeto colaborou no ensino das geotecnologias para a avaliação ambiental de redes de drenagens localizadas na bacia hidrográfica do Rio Paraná. Seus interesses na área de Biologia estão relacionados a análise ambiental rural e urbana utilizando as geotecnologias (sistemas de informações geográficas, sensoriamento remoto e sistema global de navegação por satélite).



Helio Ricardo Silva

Nascido em Ribeirão Preto (SP), cursou o primário na escola estadual Francisco Manuel e o ginásio na escola estadual Fernando Costa em Registro (SP) e o científico no Colégio Mackenzie em São Paulo (SP). Graduado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Estadual Paulista, (UNESP), campus de Jaboticabal (1980) e Administração de Empresa pela Universidade Mackenzie (1983). Mestrado em sensoriamento remoto (1994) pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e doutorado em Produção Vegetal pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Universidade Estadual Paulista (1999). É

professor desde 1988 da Faculdade de Engenharia da UNESP, campus de Ilha Solteira vinculado ao Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, responsável por várias disciplinas com destaque para a disciplina de Geotecnologias. A trajetória do autor tem se firmado em realizar o diagnóstico ambiental rural e urbano, desde a década de 80, da área de influência do sexto complexo hidrelétrico mais importante do planeta, denominado Complexo Hidrelétrico de Urubupungá, que abrange o noroeste do estado de São Paulo, leste do Mato Grosso do Sul e oeste de Minas Gerais (triângulo mineiro) e pesquisas sobre ilhas de calor em pequenos centros urbanos. A parceria do autor com a empresa gestora do Complexo Hidrelétrico de Urubupungá tem possibilitado o desenvolvimento de pesquisas na área de bioengenharia para a recuperação de taludes nas margens do reservatório da Usina Hidrelétrica de Jupia com o objetivo de diminuir o processo de assoreamento deste Complexo Hidrelétrico.

APRESENTAÇÃO

O presente estudo foi realizado para dar continuidade nas pesquisas sobre ilhas de Calor (ICU) em pequenos centros urbanos iniciadas em 2005. O trabalho também serviu de base para verificar o comportamento das Ilhas de Calor antes e durante a pandemia causada pela COVID-19.

A metodologia e resultados desta pesquisa servirão como subsídios para as prefeituras de municípios de pequeno porte elaborarem ações que melhorem as condições ambientais e assim tragam mais conforto térmico e, portanto, menos riscos a vida e a saúde da população moradora nas áreas onde as ilhas de calor sejam detectadas.

A apresentação do estudo foi construída em seis capítulos que seguem:

No Capítulo 1 – Introdução: Contextualização do problema abordado, justificativa e objetivos gerais e específicos do estudo onde é abordado o que são as Ilhas de Calor e o efeito que ela tem sobre a população. No Capítulo 2 – Revisão de Literatura: Levantamento bibliográfico relacionados as temáticas Ilhas de Calor em áreas urbanas e metodologias relacionadas a utilização de geotecnologias na identificação destas ilhas de calor. No Capítulo 3 – Metodologia: Caracterização do estudo, definição do local, definição do período a ser estudado e descrição das classes de uso e ocupação do solo existentes na área urbana, técnicas de coleta e análise de dados. No Capítulo 4 – Resultados: Exposição das análises através dos mapas confeccionados e das Ilhas de Calor detectadas no período de 2018 a 2022. No Capítulo 5 – Discussão: Avaliação das ilhas de calor detectadas em diferentes locais e estações do ano na área urbana; Conclusão: Apresentação dos principais resultados, considerações finais e contribuições.

Helio Ricardo Silva

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Perfil de Ilha de Calor.....	19
Figura 2: Faixa do Espectro Eletromagnético.....	21
Figura 3: Mapa de Localização do Município e cidade de Ilha Solteira.....	26
Figura 4: Limite de Ilha Solteira e suas fronteiras:.....	27
Figura 5: Imagem Bruta (A) e Imagem Fusionada (B).....	28
Figura 6: Escala de Beaufort modificada pelo Departamento de Proteção e Defesa Civil da Prefeitura de Santo André.....	29
Figura 7: Delimitação da área urbana e área de entorno.....	31
Figura 8: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 19/08/2018.....	32
Figura 9: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 11/09/2018.....	33
Figura 10: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 29/04/2018.....	34
Figura 11: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/05/2018.....	35
Figura 12: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/05/2018.....	36
Figura 13: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 22/10/2018.....	37
Figura 14: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 22/10/2018.....	38
Figura 15: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018.....	39
Figura 16: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018.....	40
Figura 17: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018.....	40
Figura 18: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018.....	41
Figura 19: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018.....	41
Figura 20: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018.....	42
Figura 21: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018.....	42
Figura 22: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 22/02/2019.....	43
Figura 23: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 22/02/2019.....	44
Figura 24: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019.....	45
Figura 25: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019.....	46
Figura 26: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019.....	46
Figura 27: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019.....	47
Figura 28: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019.....	47
Figura 29: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019.....	48
Figura 30: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019.....	48
Figura 31: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019.....	49
Figura 32: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 28/07/2019.....	50
Figura 33: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 28/07/2019.....	51
Figura 34: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 07/09/2019.....	52
Figura 35: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 07/09/2019.....	53
Figura 36: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/03/2019.....	54
Figura 37: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/03/2019.....	55
Figura 38: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/03/2019.....	55
Figura 39: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/03/2019.....	56
Figura 40: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/03/2019.....	56
Figura 41: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/03/2019.....	57
Figura 42: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/06/2019.....	58
Figura 43: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019.....	59
Figura 44: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019.....	60
Figura 45: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019.....	60

Figura 46: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019.....	61
Figura 47: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019.....	61
Figura 48: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019.....	62
Figura 49: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019.....	63
Figura 50: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 17/11/2019.....	64
Figura 51: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 14/02/2020.....	65
Figura 52: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 17/03/2020.....	66
Figura 53: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 08/08/2020.....	67
Figura 54: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 08/08/2020.....	68
Figura 55: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/09/2020.....	69
Figura 56: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 20/05/2020.....	70
Figura 57: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 20/05/2020.....	71
Figura 58: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 20/05/2020.....	71
Figura 59: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 21/06/2020.....	72
Figura 60: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 11/10/2020.....	73
Figura 61: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 26/11/2020.....	74
Figura 62: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 07/02/2021.....	75
Figura 63: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 23/02/2021.....	76
Figura 64: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 11/08/2021.....	77
Figura 65: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 12/09/2021.....	78
Figura 66: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 21/04/2021.....	79
Figura 67: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 15/06/2021.....	80
Figura 68: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/11/2021.....	81
Figura 69: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 08/12/2021.....	82
Figura 70: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022.....	83
Figura 71: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022.....	84
Figura 72: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022.....	84
Figura 73: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022.....	85
Figura 74: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022.....	85
Figura 75: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022.....	86
Figura 76: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022.....	86
Figura 77: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 07/03/2022.....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Informações espaciais do satélite Landsat 8.....	22
Tabela 2: Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2018.....	27
Tabela 3: Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2019.....	27
Tabela 4: Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2020.....	28
Tabela 5: Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2021.....	28
Tabela 6: Medidas da área de ICU em 31/05/2018.....	35
Tabela 7: Medidas da área de ICU em 22/10/2018.....	37
Tabela 8: Medidas da área de ICU em 16/12/2018.....	39
Tabela 9: Medidas da área de ICU em 22/02/2019.....	43
Tabela 10: Medidas da área de ICU em 06/03/2019.....	45
Tabela 11: Medidas da área de ICU em 28/07/2019.....	50
Tabela 12: Medidas da área de ICU em 07/09/2019.....	52
Tabela 13: Medidas da área de ICU em 31/03/2019.....	54
Tabela 14: Medidas da área de ICU em 25/10/2019.....	59
Tabela 15: Medidas da área de ICU em 17/11/2019.....	63
Tabela 16: Medidas da área de ICU em 08/08/2020.....	67
Tabela 17: Medidas da área de ICU em 20/05/2020.....	70
Tabela 18: Medidas da área de ICU em 10/02/2022.....	83
Tabela 19: Tabela Comparativa de presença de ICU entre estações de 2018.....	88
Tabela 20: Tabela Comparativa de presença de ICU entre estações de 2019.....	88
Tabela 21: Tabela Comparativa de presença de ICU entre estações de 2020.....	89
Tabela 22: Tabela Comparativa de presença de ICU entre estações de 2021.....	89

LISTA DE GRAFICOS

Gráfico 1: Gráfico Comparativo das ICU do ano 2018.....	89
Gráfico 2: Gráfico Comparativo das ICU do ano 2019.....	90
Gráfico 3: Gráfico Comparativo das ICU do ano 2020.....	90
Gráfico 4: Gráfico Comparativo das ICU do ano 2021.....	90

SUMÁRIO

RESUMO	15
1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA	17
2.1 URBANIZAÇÃO E EFEITOS CLIMATOLÓGICOS.....	17
2.2 ILHAS DE CALOR.....	18
2.3 GEOTECNOLOGIAS.....	19
2.4 SENSORIAMENTO REMOTO.....	20
2.5 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG'S).....	22
2.6 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA URBANA.....	22
2.7 TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NA ÁREA URBANA E PERIURBANA.....	23
2.8 VEGETAÇÃO URBANA.....	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	26
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	26
3.2 AQUISIÇÃO DE IMAGENS.....	27
3.3 FUSÃO DE IMAGENS.....	28
3.4 ESCALA DE BEAUFORT.....	29
3.5 TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE.....	29
3.6 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS COM ILHAS DE CALOR URBANO (ICU'S).....	30
4 RESULTADOS	32
4.1 INVERNO 1.....	32
4.1.1 Ilha de Calor Urbana em 19/08/2018	32
4.2 INVERNO 2.....	32
4.2.1 Ilha de Calor Urbana em 11/09/2018	32
4.3 OUTONO 1.....	33
4.3.1 Ilha de Calor Urbana em 29/04/2018	33
4.4 OUTONO 2.....	34
4.4.1 Ilha de Calor Urbana em 31/05/2018	34
4.5 PRIMAVERA 1.....	36

4.5.1 Ilha de Calor Urbana em 22/10/2018.....	36
4.6 PRIMAVERA 2.....	38
4.6.1 Ilha de Calor Urbana em 16/12/2018.....	38
4.7 VERÃO 1.....	42
4.7.1 Ilha de Calor Urbana em 22/02/2019.....	42
4.8 VERÃO 2.....	44
4.8.1 Ilha de Calor Urbana em 06/03/2019.....	44
4.9 INVERNO 1.....	49
4.9.1 Ilha de Calor Urbana em 28/07/2019.....	49
4.10 INVERNO 2.....	51
4.10.1 Ilha de Calor Urbana em 07/09/2019.....	51
4.11 OUTONO 1.....	53
4.11.1 Ilha de Calor Urbana em 31/03/2019.....	53
4.12 OUTONO 2.....	57
4.12.1 Ilha de Calor Urbana em 10/06/2019.....	57
4.13 PRIMAVERA 1.....	58
4.13.1 Ilha de Calor Urbana em 25/10/2019.....	58
4.14 PRIMAVERA 2.....	62
4.14.1 Ilha de Calor Urbana em 17/11/2019.....	62
4.15 VERÃO 1.....	64
4.15.1 Ilha de Calor Urbana em 14/02/2020.....	64
4.16 VERÃO 2.....	65
4.16.1 Ilha de Calor Urbana em 17/03/2020.....	65
4.17 INVERNO 1.....	66
4.17.1 Ilha de Calor Urbana em 08/08/2020.....	66
4.18 INVERNO 2.....	68
4.18.1 Ilha de Calor Urbana em 16/09/2020.....	68
4.19 OUTONO 1.....	69
4.19.1 Ilha de Calor Urbana em 20/05/2020.....	69

4.20 OUTONO 2.....	71
4.20.1 Ilha de Calor Urbana em 21/06/2020.....	71
4.21 PRIMAVERA 1.....	72
4.21.1 Ilha de Calor Urbana em 11/10/2020.....	72
4.22 PRIMAVERA 2.....	73
4.22.1 Ilha de Calor Urbana em 28/11/2020.....	73
4.23 VERÃO 1.....	74
4.23.1 Ilha de Calor Urbana em 07/02/2021.....	74
4.24 VERÃO 2.....	75
4.24.1 Ilha de Calor Urbana em 23/02/2021.....	75
4.25 INVERNO 1.....	76
4.25.1 Ilha de Calor Urbana em 11/08/2021.....	76
4.26 INVERNO 2.....	77
4.26.1 Ilha de Calor Urbana em 12/09/2021.....	77
4.27 OUTONO 1.....	78
4.27.1 Ilha de Calor Urbana em 21/04/2021.....	78
4.28 OUTONO 2.....	79
4.28.1 Ilha de Calor Urbana em 15/06/2021.....	79
4.29 PRIMAVERA 1.....	80
4.29.1 Ilha de Calor Urbana em 06/11/2021.....	80
4.30 PRIMAVERA 2.....	81
4.30.1 Ilha de Calor Urbana em 08/12/2021.....	81
4.31 VERÃO 1.....	82
4.31.1 Ilha de Calor Urbana em 10/02/2022.....	82
4.32 VERÃO 2.....	86
4.32.1 Ilha de Calor Urbana em 07/03/2022.....	86
5 DISCUSSÃO.....	88
REFERÊNCIAS.....	92

Com o crescimento populacional se faz necessário aumentar o número de construções, tais como, residências, asfaltos. Com isso vem as consequências pois, quando temos aglomerações de casas há muita absorção dos raios solares ocasionando as Ilhas de Calor Urbano (ICU) que tendem a causar um desconforto térmico para a população já que, há um aumento na temperatura naquele local. O Sensoriamento Remoto vem como uma solução para identificar onde estão as Ilhas de Calor e com isso podemos planejar formas para reduzi-las. Esse fenômeno foi estudado nesse presente trabalho utilizando imagens de satélite LandSat-8 dos anos 2018, 2019, 2020 e 2021 na região do infravermelho termal (TIRS/LandSat-8) utilizando o software livre QGis 3.16 para processar as imagens e determinar a temperatura de superfície, também foram feitos estudos climatológicos para saber se houve influência sobre a formação das Ilhas de Calor Urbano na cidade de Ilha Solteira. Em geral os anos de 2018 e 2019 foram os anos que mais apresentaram incidências de Ilhas de Calor.

Palavras-chave: Sensoriamento remoto, Infravermelho termal, Climatologia, Temperatura de superfície.

De acordo com a Population Reference Bureau (PRB), a população planetária atingiu, no final de 2020, cerca de 7 bilhões e 800 milhões de habitantes. Desse total, aproximadamente 55% vivem em cidades, segundo dados publicados pela Organização das Nações Unidas (ONU) de 2019. Atualmente, cerca de 85% da população brasileira vive em espaços urbanizados (IBGE, 2017), sejam cidades metropolitanas ou do interior, cidades grandes, médias ou pequenas. As ilhas de calor urbanas (ICU's) são fenômenos caracterizados pelas temperaturas mais quentes das regiões urbanas em comparação com os ambientes rurais em seu entorno (ROTH, 2013).

Segundo Gartland (2010 p.09), as ICU's "... são formadas em áreas urbanas e suburbanas porque muitos materiais de construção comum absorvem e retém mais calor do solo do que materiais naturais em áreas rurais menos urbanizadas" e isso é comprovado em outros trabalhos já realizados.

Dentre os principais impactos causados pela urbanização, destacam-se a diminuição de áreas verdes, que são substituídas por materiais sintéticos (principalmente asfalto e concreto) utilizados nas construções e na pavimentação (HU & JIA, 2010).

De acordo com (PORANGABA e AMORIM, 2019), a intensificação da temperatura intraurbana em relação ao entorno rural próximo é preocupante por influenciar diretamente na vida das pessoas, seja pelo desconforto térmico ou por questões relacionadas à saúde.

Os sensores remotos são mais adequados para avaliar a ICU diurna, uma vez que capturam a temperatura e outras características físicas (tais como albedo e emissividade) de um conjunto de superfícies heterogêneas dentro da área urbana, como, por exemplo, telhado, vegetação, pavimento, solo exposto e corpos de água, a partir da resposta espectral destas superfícies (GAMARRA et al., 2013).

O objetivo deste trabalho, foi realizar a identificação das ilhas de calor urbana em um município de pequeno porte, Ilha Solteira – SP, verificando a relação de suas ocorrências associados a dados climatológicos.

2.1 URBANIZAÇÃO E EFEITOS CLIMATOLÓGICOS

A urbanização é um processo pertinente da história do ser humano. Inicialmente tal processo ocorria em pequena escala, como forma de proteção ao ambiente externo e recentemente, tornou-se cada vez mais necessária, uma vez que as atividades do homem se tornaram mais suscetíveis às adversidades da natureza, como chuvas intensas e secas prolongadas (KEGLER; WOLLMANN; BANDEIRA, 2017).

A migração do campo para cidade é um fenômeno permanente na história. Dados do Censo demográfico realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística no ano de 2010 (IBGE, 2010) mostram uma contínua migração das populações rurais para as cidades no Brasil. Corroborando tal informação, a Population Bulletin (2007) mostra que cerca de 50% da população mundial está concentrada em áreas urbanas e este número tende a se tornar cada vez maior.

LIMA (2012) afirma que, o crescimento das cidades, conjuntamente ao das populações urbanas, introduz novos elementos físicos e químicos na atmosfera, alterando as condições naturais precedentes e originando o clima urbano. Esta afirmação corrobora com SANTANA (2014), onde, o clima das cidades são os mais afetados por anomalias climáticas.

As diferenças de temperatura da superfície intraurbana em relação ao entorno rural próximo formam o clima urbano e as ilhas de calor (PORANGABA e AMORIM, 2019) e que segundo (Jensen, 2009, p. 288), “são causadas pelo desflorestamento e substituição da superfície do solo por materiais não evaporativos e não porosos, como asfalto e concreto”.

De acordo com Ribeiro e colaboradores (2016) “o estudo das alterações climáticas causadas pela urbanização ganhou impulso com uma urbanização mais vigorosa, a partir de meados do século XX, e com a ampliação do tamanho das cidades”.

O Center for Diseases Control and Prevention (CDC) registrou que no período de 1979 a 2003, a exposição ao calor excessivo contribuiu para 3.442 mortes prematuras nos Estados Unidos (CDC, 2016)

Estima-se que, em 2045, cerca de dois bilhões de pessoas a mais buscarão as cidades para morar (The World Bank, 2016)

Dentre as características de urbanização que contribuem para desenvolvimento de ICU destacam-se a geometria (KRUGER et al., 2011), que se refere às dimensões e ao espaçamento das edificações dentro da cidade, que, afeta o escoamento do vento, a absorção de energia e a habilidade da superfície em emitir radiação de onda longa para o espaço (COSTA, et al., 2010).

Dentre as problemáticas visualizadas no espaço urbano, destacam-se as de ordem social, como a questão da moradia, a favelização, a ocupação de áreas ribeirinhas e/ou de lagos etc., tais questões, por vezes, desembocam em problemas de ordem ambiental como as inundações, desmatamento,

assoreamento dos mananciais, poluição do ar e da água, etc. Destaco ainda as alterações que se dão na cidade e que afetam a qualidade de vida no contexto climático, como o uso do concreto, a verticalização, a preferência por materiais construtivos que absorvem calor, a diminuição de parques e áreas verdes, a emissão exacerbada de poluentes pelos automóveis e indústrias, etc.

O efeito da ilha de calor é mais intenso em dias calmos e claros, uma vez que mais energia solar é capturada em dias claros, e ventos mais brandos removem o calor de maneira mais vagarosa, fazendo com que a ilha de calor se torne mais intensa (GARTLAND, 2010).

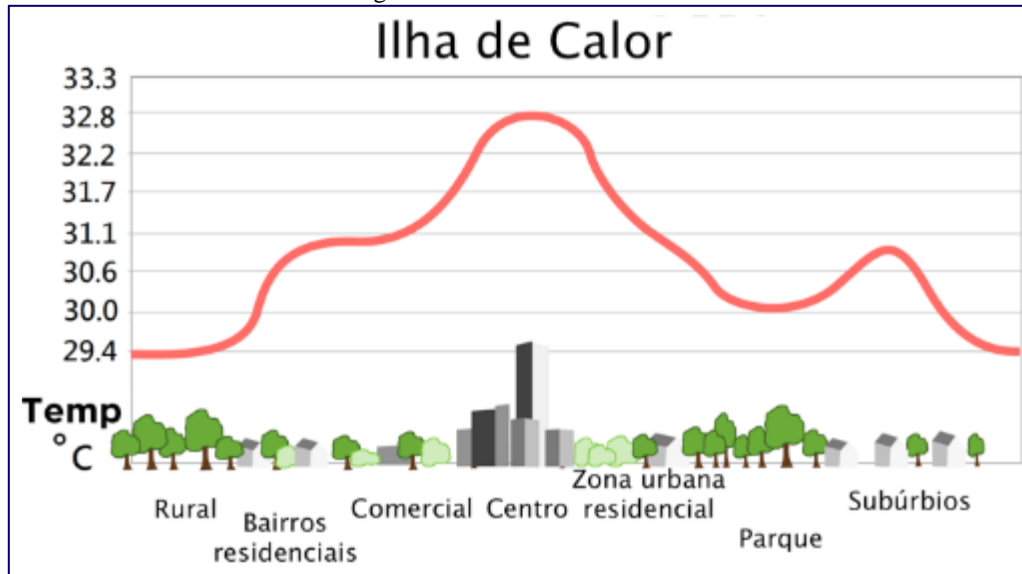
2.2 ILHAS DE CALOR

As Ilhas de calor geralmente são causados pela interferência humana, como construções de casas, edifícios, asfaltos, desmatamento e erosões pela retirada de terras. De acordo com MASHIKI (2012), a ICU configura-se como um fenômeno decorrente do balanço de energia no espaço urbano, que se caracteriza através do acúmulo de calor nas superfícies e consequente elevação da temperatura do ar. É um “oásis inverso”, onde o ar e as temperaturas de superfície são mais quentes do que em áreas rurais circundantes. (GARTLAND, 2010).

De acordo com García (1996), a classificação das ilhas de calor varia de: fraca magnitude quando as diferenças entre os pontos oscilam entre 0° e 2° C, média magnitude entre 2° e 4° C, forte entre 4° e 6° C e muito forte quando as diferenças ultrapassam os 6° C. No município de Ilha Solteira, Costa *et al.* (2010), constatou na estação do verão, uma amplitude térmica de até 7°C.

Segundo NAKATA-OSAKI *et al.* (2016), as temperaturas do ar e as de superfícies das áreas urbanas tendem a ser mais elevadas do que as temperaturas das áreas rurais circundantes, devido as características da urbanização, como poluição do ar, calor antropogênico, superfícies impermeáveis, propriedades térmicas dos materiais e a geometria das superfícies (Figura 1). As ilhas de calor atmosféricas são, portanto, definidas como bolsões de ar quente registrados nos ambientes urbanos decorrentes da capacidade diferenciada dos materiais encontrados na superfície de armazenar e refletir a energia solar e da produção do calor antropogênico. Resultam das diferenças no balanço de energia entre a área urbana e rural, além das diferenças existentes no interior da própria cidade (AMORIM, 2017). As principais causas da ilha de calor urbano da atmosfera urbana inferior são: geometria urbana, poluição do ar, emissão de calor a partir dos edifícios, tráfego e metabolismo dos organismos vivos, cobertura do solo e materiais de construção (BARROS *et al.*, 2012), conforme consta na Figura 1.

Figura 1: Perfil de Ilha de Calor



Fonte: EPA, 2016

2.3 GEOTECNOLOGIAS

Com a criação e o lançamento de vários satélites, nas últimas décadas, muitos dos estudos de clima urbano têm sido realizados com base no sensoriamento remoto. O uso de tais técnicas tem colaborado para dar notoriedade aos estudos das ilhas de calor e anomalias térmicas (BARBOSA & VECCHIA, 2009)

A maioria dos sensores remotos registra a radiação eletromagnética refletida ou emitida pelos alvos, mas dependendo do objetivo da aplicação, podem registrar também outros tipos de energia como a termal, por exemplo (NISHIDA, 1998). A energia do tipo termal capta a temperatura de superfície da camada mais alta da atmosfera e que é diferente da temperatura ambiente na qual é possível mensurar com instrumentos meteorológicos e transectos móveis.

De acordo com Coltri (2006), os sensores que possuem a banda termal, mensuram a temperatura aparente de superfície, com valor mais elevado, se comparado com a temperatura do ar. Assim, “os dados das imagens de satélite do infravermelho termal são capazes de fornecer temperatura qualitativa da cidade, ou seja, o desenho da temperatura local” (2006, p. 101).

O albedo contribui para a identificação da temperatura de superfície, sendo ele “a relação da energia refletida sobre a incidente” (FERREIRA, 2006, p.19,), ou seja, é a “capacidade que os corpos têm de refletir a radiação solar que incide sobre eles (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2006, p.35). Vale ressaltar que “o albedo da maior parte da superfície varia com o comprimento de onda e com o ângulo de incidência dos raios luminosos” (AYOADE, 2006, p. 27). Os diferentes padrões de refletividade dos objetos da superfície ocorrem de acordo com a cor e constituição do corpo. Neste sentido, Saydelles (2005) e Ayoade (2006) destacam que objetos mais claros e secos correspondem

a maiores albedos, por sua vez, objetos/corpos escuros e úmidos absorvem mais radiação e refletem menos.

CORRÊA et al. (2016), afirma que os avanços tecnológicos do sensoriamento remoto contribuíram para o aprimoramento dos estudos do fenômeno denominado ilha de calor, devido a melhorias consideráveis na resolução espacial, espectral e temporal dos dados. Isto faz com que os sensores que operem nesta região possam ter seus dados convertidos, após sofrerem correção dos efeitos atmosféricos e da superfície (emissividade), em temperatura da superfície (COSTA et al., 2010), considerado um parâmetro de importância fundamental para o estudo da climatologia urbana (VOOGT & OKE, 2003).

2.4 SENSORIAMENTO REMOTO

É notável como a importância dos satélites vem aumentando dia a dia. As notícias sobre o que ocorre no mundo, as ligações telefônicas, a internet e as imagens usadas na previsão do tempo e no monitoramento dos ambientes terrestres são alguns exemplos dos benefícios que podem ser obtidos pela utilização de um satélite (FLORENZANO, 2008).

Por sua vez, reconhece-se o termo Sensoriamento Remoto como uma tecnologia que permite a obtenção de dados da superfície terrestre, através da captação e registro de energia refletida ou emitida da superfície terrestre por meio da detecção e medição quantitativa das respostas das interações da radiação eletromagnética com os materiais terrestres (FLORENZANO, 2002; MENESES & ALMEIDA, 2012).

Na atualidade o sensoriamento remoto vem sendo largamente aplicado para o monitoramento de coberturas vegetais, volta-se, principalmente, para seu comportamento espacial e/ou fisiológico (ABREU; COUTINHO, 2014).

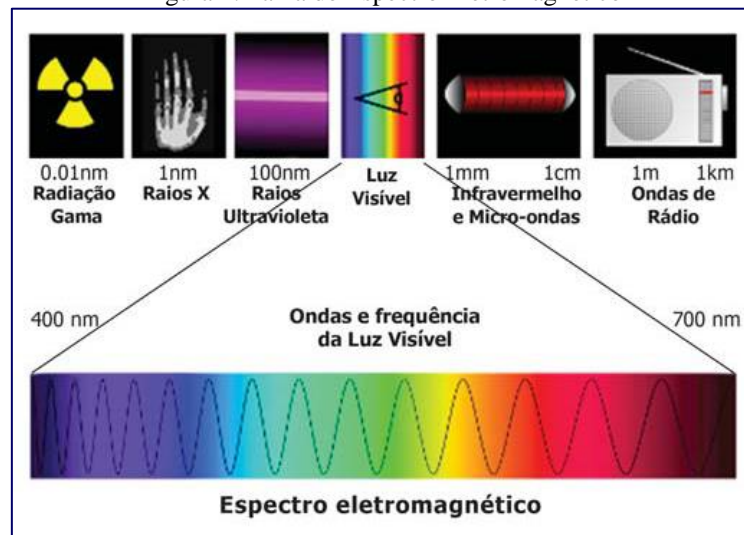
A grande revolução do SR aconteceu no início da década de 1970, com o lançamento dos satélites de recursos naturais terrestres. Foi nesse período que se viu o mais rápido desenvolvimento de foguetes lançadores de satélites, que possibilitou colocar no espaço satélites artificiais para várias finalidades (MENESES, 2012). Um dos programas mais importantes a desenvolvidos e o “Landsat”, da Nasa (National Aeronautics and Space Administration), iniciado em 23 de julho de 1972 (PARANHOS-FILHO, 2008).

Com isso, a evolução do SR é fruto de um esforço multidisciplinar que envolveu e envolve avanços na física, na físico-química, na química, nas biociências e geociências, na computação, na mecânica, dentre outras ciências (FIGUEIREDO, 2005).

Para Paranhos-Filho (2008), todos os tipos de cobertura do solo, como afloramentos rochosos, cultivares, florestas, corpos d’água, absorvem uma porção específica do Espectro Eletromagnético,

resultando numa “assinatura” distinta de radiação eletromagnética. Para esse mesmo autor, alguns tipos de cobertura do solo tem uma resposta espectral particular, que a distingui dos demais tipos de cobertura, por isso usa-se o termo “assinatura espectral” (Fig. 2).

Figura 2: Faixa do Espectro Eletromagnético



Fonte: (CONCEIÇÃO e COSTA, 2011)

O satélite Landsat 8 é o mais recente da sua série. Lançado em 11 de fevereiro de 2013 pela NASA, na base aérea de Vandenberg no estado da Califórnia, opera a uma altitude de 705km, numa órbita heliosíncrona com inclinação de 98,2° (ligeiramente retrógrada), semelhante às órbitas das séries Landsat 5 e 7. A sua passagem ocorre na linha do equador às 10:00 (USGS, 2016).

A cobertura das imagens do satélite Landsat 8 ocorre praticamente em todo o globo, exceto para as mais altas latitudes polares, sua resolução temporal é de 16 dias, o tamanho da cena captada é de aproximadamente 170 km ao norte-sul por 183 km a Leste-Oeste.

De acordo com USGS (2016), a plataforma opera com dois instrumentos imageadores, *Operational Land Imager (OLI)* e *Thermal Infrared Sensor (TIRS)*. O instrumento OLI possui 9 bandas espectrais (1 a 7 e 9), resolução espacial de 30m, incluindo a banda 8, pancromática, com resolução espacial de 15m. O outro sistema imageador é o TIRS, com duas bandas de pixel de 100m, após processadas são disponibilizadas com resolução espacial de 30 metros (Tabela 1).

Tabela 1: Informações espaciais do satélite Landsat 8

Bandas	Comprimento de Ondas (Micrometros)	Resolução (Metros)
Band 1 - Aerossol Costeiro	0.43 - 0.45	30
Band 2 - Visível Azul	0.45 - 0.51	30
Band 3 - Visível Verde	0.53 - 0.59	30
Band 4 - Visível Vermelho	0.64 - 0.67	30
Band 5 - Infravermelho Próximo (NIR)	0.85 - 0.88	30
Band 6 - Infravermelho Médio/SWIR 1	1.57 - 1.65	30
Band 7 - Infravermelho Médio/SWIR 2	2.11 - 2.29	30
Band 8 - Pancromática (PAN)	0.50 - 0.68	15
Band 9 - Cirrus	1.36 - 1.38	30
Band 10 - Infravermelho Termal (TIRS) 1	10.60 - 11.19	100 (30)
Band 11 - Infravermelho Termal (TIRS) 2	11.50 - 12.51	100 (30)

2.5 SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS (SIG'S)

A utilização de técnicas de SIG e sensoriamento remoto em diferentes áreas da superfície terrestre tem alcançado resultados satisfatórios, consistentes e importantes para o monitoramento e gerenciamento dos recursos naturais, sobretudo em áreas urbanas (SOUZA et al., 2016).

Os Sistemas de Informação Geográficas (SIG's) são ferramentas fundamentais para aplicação das técnicas de processamento digital das imagens, possuem diversos algoritmos, dentre eles o Thermal, capaz de transformar os dados do infravermelho termal em temperatura aparente da superfície, imprescindíveis para interpretação destes dados (MASHIKI, 2012).

A partir da banda termal, é possível a obtenção de valores relativos à temperatura de superfície, assim, identificando áreas com ICU, principalmente em áreas urbanas.

SANTANA et al. (2014), afirma que, o uso de imagens de sensoriamento remoto e técnicas de sistemas de informações geográficas constituem-se em importantes instrumentos para a avaliação das alterações ambientais, principalmente na relação do uso e ocupação do solo no campo térmico em áreas urbanas, pois permitem a compreensão da dinâmica de processos biofísicos e da interação entre solo, planta e atmosfera em áreas urbanas.

2.6 USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ÁREA URBANA

A presença constante da radiação solar agindo sobre a camada urbana provoca maior diferenciação térmica entre as áreas com muitas edificações e as áreas com menos edificações e menor impermeabilização do solo (ROCHA et al., 2011).

Os pavimentos mais quentes tendem a ser impermeáveis e de cor escura, segundo ASEADA et al. (1996), a faixa de horário onde o pavimento asfáltico exibe um maior fluxo de calor, é das 09:00 às 12:00 horas.

A alta irradiação emitida para atmosfera interfere de forma drástica no balanço de energia local, causando um reflexo imediato na temperatura (SERRATO et al., 2002).

De acordo com ALVES & VECCHIA (2012), algumas superfícies demoram mais a perder a energia absorvida, e conseguem manter um fluxo de energia elevado por mais tempo durante o dia, como por exemplo, o asfalto.

A morfologia das ilhas de calor é, em sua maioria, sempre a mesma: cimento, telhas de cimento e amianto e asfalto. A intensidade das ilhas de calor está intimamente relacionada com a quantidade de área verde, sendo assim, todas as ICU 's são caracterizadas pelo excesso de material de construção civil e pouca ou nenhuma área verde (COLTRI et al., 2007), conforme consta na Figura 1

O solo exposto, sem cobertura vegetal, possui alta amplitude térmica, aquecendo rapidamente durante o período de exposição solar, levando a consequente elevação de temperatura durante o dia, aumentando a irradiação de calor e a temperatura em seu entorno (MASHIKI, 2012).

Segundo GARTLAND (2010) a presença de vegetação reduz efeitos das ICU reduz os efeitos das ilhas de calor de duas maneiras: através da sombra proporcionada pela copa das árvores e também devido ao processo de evapotranspiração, que aumenta a umidade relativa do ar e diminui temperatura relativa do ar.

A caracterização ambiental pode ser realizada utilizando espécies bioindicadores, tendo em vista o conhecimento prévio das características ecológicas e do comportamento das comunidades em situações naturais e adversas (PIMENTA et al., 2016).

2.7 TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NA ÁREA URBANA E PERIURBANA

A temperatura de superfície é um dos principais dados que podem ser estimados a partir das imagens da banda termal. A temperatura da superfície terrestre tem sido tema de diversos estudos (ADAMI et al., 2008; SILVA et al., 2011; FORMIGONI et al., 2011) e bastante aplicada na meteorologia e na análise de recursos naturais, principalmente na estruturação de modelos de balanço de energia, parâmetros biofísicos e bioclimáticos da superfície.

Para esses estudos, o uso de imagens de sensoriamento remoto e técnicas de sistemas de informações geográficas constituem-se em importantes instrumentos para a avaliação das alterações ambientais, principalmente na relação do uso e ocupação do solo no campo térmico em áreas urbanas, pois permitem a compreensão da dinâmica de processos biofísicos e da interação entre solo, planta e atmosfera em áreas urbanas (SANTANA et al., 2014). A utilização de técnicas de SIG e sensoriamento remoto em diferentes áreas da superfície terrestre tem alcançado resultados satisfatórios, consistentes e importantes para o monitoramento e gerenciamento dos recursos naturais, sobretudo em áreas urbanas.

A temperatura de superfície diz respeito ao fluxo de calor dado em função da energia que chega e sai do corpo, sendo de suma importância para o entendimento das interações entre a superfície terrestre e a atmosfera. A melhor faixa que permite uma maior transmissão da energia emitida da Terra que alcança o sensor na região do infravermelho termal do espectro eletromagnético é o intervalo de 8,0 a 14,0 μm (STEINKE et al, 2010).

Segundo MARALET et al. (1985), a obtenção da temperatura de superfície é feita por meio de conversão do número digital (DN) de cada pixel da imagem do canal termal em temperatura aparente de superfície.

MASHIKI (2012), afirma que vários trabalhos utilizaram a estimativa de temperatura de superfície obtida através do sensoriamento remoto, porém, ressalta a colocação de JARDIM (2007), onde aborda aspectos importantes sobre as ilhas de calor:

[...] a “ilha de calor” não representa a realidade do clima urbano, mas um de seus aspectos, traduzida por uma situação momentânea ou horária, motivada pela convergência pontual de fatores ligados às características de conformação do relevo, disposição dos equipamentos e dinâmica urbanas, sob a influência de determinados tipos de tempos, associados aos sistemas atmosféricos em dado estágio de sua evolução temporal.

2.8 VEGETAÇÃO URBANA

As copas das árvores têm um papel importante na atenuação da radiação e conseqüentemente redução da amplitude térmica em áreas adjacentes (RIBEIRO et al., 2015).

De acordo com PENG et al. (2012) a ausência de vegetação altera a participação dos fluxos de energia na superfície, reduzindo o fluxo de calor latente, conseqüentemente aumentando o fluxo de calor sensível. Esta afirmação corrobora com MASHIKI (2012), onde afirma que qualquer tipo de vegetação tem influência na amenização das ilhas de calor.

GARTLAND (2010) afirma que vegetações absorvem água pelas suas raízes e emitem vapor através de suas folhas, processo chamado de evapotranspiração, onde retira o calor do ar para evaporar água, podendo reduzir picos de temperatura do ar durante o verão.

Segundo ABREU (2008), a evapotranspiração das plantas tem efeito benéfico no clima de áreas urbanas, onde absorve calor, diminuindo temperatura de microclima local, em momentos de maior onda de calor.

Um telhado pode diminuir a temperatura do ar em 2°C, enquanto a sombra de uma árvore que transpira pode reduzir a temperatura em 4°C (PRIMAVESI et al, 2007).

A presença de maciços vegetais pode promover o efeito inverso ao fenômeno ilha de calor, e favorecer a ocorrência de ilhas de frescor, onde FERREIRA et al (2015) estudando ilhas de frescor, afirma que as áreas verdes promovendo as ilhas de frescor, contribuem para minimizar os efeitos

extremos da radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar, proporcionando melhorias das condições ambientais dos espaços urbanizados.

Para NINCE et al. (2014), os efeitos diretos do sombreamento pela vegetação podem ser quantificados por meio das medições da temperatura de superfície de materiais expostos e protegidos pelas copas das árvores. Uma área sombreada é fracamente atingida pela radiação solar direta incidente e, assim, a temperatura radiante daquela superfície é menor, o que diminui a radiação de ondas longas emitidas.

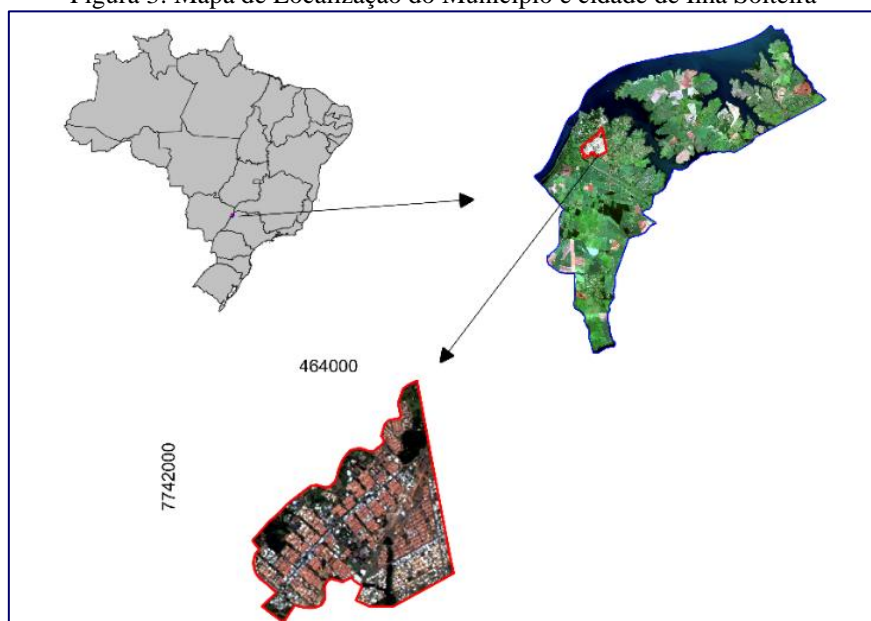
A cobertura vegetal pode absorver até 50% da radiação de onda curta e até 95% da radiação de onda longa (BARBIRATO et al, 2007). A radiação de onda curta é aquela proveniente da radiação solar e a radiação de onda longa aquela emitida pela superfície terrestre.

Segundo Oliveira (2011), uma das soluções para amenizar os problemas causados pela urbanização é tratar o meio urbano com vegetação, por meio da arborização de vias públicas e da criação de áreas naturais protegidas. Porém, áreas com ausência de vegetação, ou a mesma com alto nível de degradação, apresentam características de emissividade semelhante a solo exposto, conforme afirma ALVES & VECCHIA (2012), corroborando com GARTLAND (2010), onde, o solo exposto sem cobertura vegetal, possui alta amplitude térmica, aquecendo rapidamente durante o período de exposição solar, aumentando a irradiação de calor e temperatura em seu entorno.

3.1 ÁREA DE ESTUDO

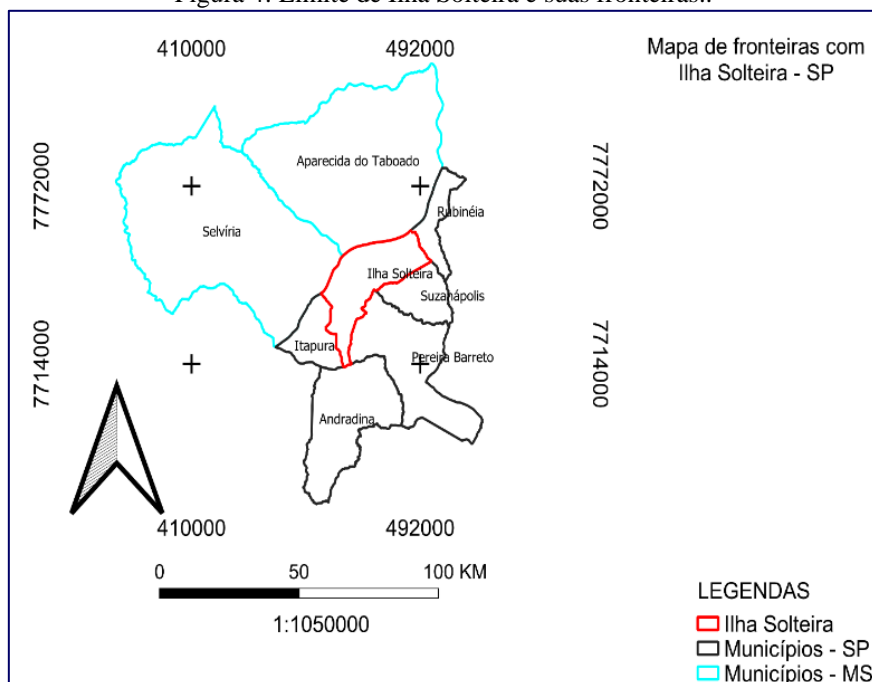
O município de Ilha Solteira está localizado a noroeste do Estado de São Paulo, na posição mais estratégica da Hidrovia Tietê-Paraná, apresentando área total de 661,3 Km². Desse total, 5,82 km² compõem a área urbana (MIRANDA et al., 2005; SILVA et al., 2006). De acordo com o Sistema Internacional de Köppen, o clima desta região é o tropical úmido, com estação chuvosa no verão e seca no inverno (Aw). As temperaturas médias mensais variam entre 21,5 °C (julho) e 26,4 °C (dezembro), e as precipitações médias mensais variam de 20 mm (julho) a 225 mm (janeiro). O período de excedente hídrico estende-se de janeiro a fevereiro, e o de deficiência hídrica, de março a dezembro. A velocidade média do vento é classificada como fraca, e a sua direção predominante é E-SE (HERNANDEZ, 2007). O relevo da área de estudo é o colinoso, com predomínio de colinas amplas e médias (SÃO PAULO, 1981). Mais de 80% da área urbana apresenta declividades que variam de 0 a 5%, e as classes de orientações de vertentes que predominam são as sul-oeste (SW) e oeste (W) (SANTOS, 2005). O solo presente na área de estudo é do tipo Latossolo Vermelho distrófico A moderado de textura argilosa, de relevo plano e suave ondulado (LV39) (EMBRAPA, 1999). Em Ilha Solteira, existem as áreas verdes denominadas Área de Lazer, localizada na posição norte do perímetro urbano, com 11,35 ha, ocupada com a espécie *Pinus elliottii* e Zoológico, localizada na posição oeste do perímetro urbano, com 18 há, ocupada com vegetação predominante do bioma Mata Atlântica (Mata Seca Semi-Decidual) (COSTA et al., 2010). A Figura 3 corresponde a localização do município de Ilha Solteira no estado de São Paulo e o limite da área urbana dentro do município. E a Figura 4 mostra as fronteiras com outros municípios.

Figura 3: Mapa de Localização do Município e cidade de Ilha Solteira



Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 4: Limite de Ilha Solteira e suas fronteiras.:



Fonte: Elaboração do próprio autor

3.2 AQUISIÇÃO DE IMAGENS

Para a execução deste trabalho, foi realizado um levantamento de imagens orbitais gratuitas, disponíveis em United States Geological Survey (USGS), (www.usgs.gov), através do satélite Landsat 8, sensor TIRS (Thermal Infrared Sensor). Foram escolhidas as imagens livres de cobertura de nuvens (Tabela 2, 3, 4 e 5).

Tabela 2: Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2018

2018	Data da Imagem	Órbita/Ponto	Estação do Ano
1	19/08/2018	222/074	Inverno (1)
2	11/09/2018	223/074	Inverno (2)
3	29/04/2018	222/074	Outono (1)
4	31/05/2018	222/074	Outono (2)
5	22/10/2018	222/074	Primavera (1)
6	16/12/2018	223/074	Primavera (2)
7	11/02/2019	222/074	Verão (1)
8	06/03/2019	223/074	Verão (2)

Tabela 3: Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2019

2019	Data da Imagem	Órbita/Ponto	Estação do Ano
1	28/07/2019	223/74	Inverno (1)
2	07/09/2019	222/74	Inverno (2)
3	31/03/2018	222/074	Outono (1)
4	10/06/2018	223/074	Outono (2)
5	25/10/2019	222/074	Primavera (1)
6	17/11/2019	223/074	Primavera (2)
7	14/02/2020	222/074	Verão (1)
8	13/03/2019	222/074	Verão (2)

Tabela 4: Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2020

2020	Data da Imagem	Órbita/Ponto	Estação do Ano
1	08/08/2020	222/074	Inverno (1)
2	16/09/2020	223/074	Inverno (2)
3	21/06/2020	222/074	Outono (2)
4	20/05/2020	222/074	Outono (1)
5	11/10/2020	222/074	Primavera (1)
6	28/11/2020	222/074	Primavera (2)
7	07/02/2021	223/074	Verão (1)
8	23/02/2021	223/074	Verão (2)

Tabela 5: Imagens obtidas do satélite Landsat 8 do ano 2021

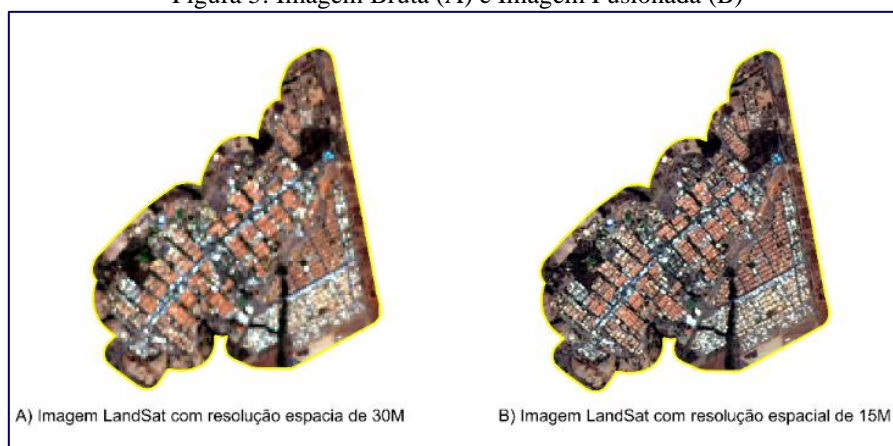
2021	Data da Imagem	Órbita/Ponto	Estação do Ano
1	11/08/2021	222/074	Inverno (1)
2	12/09/2018	222/074	Inverno (2)
3	21/04/2021	222/074	Outono (1)
4	15/06/2021	223/074	Outono (2)
5	06/11/2021	223/074	Primavera (1)
6	08/12/2021	223/074	Primavera (2)
7	10/02/2022	223/074	Verão (1)
8	07/03/2022	222/074	Verão (2)

3.3 FUSÃO DE IMAGENS

A técnica de fusão de imagens foi realizada para as imagens de todas as datas, obtidas do satélite Landsat 8, com o objetivo de realizar a integração da banda de melhor resolução espacial, banda 8, pancromática (resolução espacial de 15m), com as bandas de menor resolução, banda 2 a 7 (resolução espacial de 30m). Para o fusionamento de imagens, o método do IHS é um dos mais utilizados, devido a sua eficiência e facilidade de implementação (TU et al., 2001).

Por se tratar de uma área urbana de pequeno porte, a integração da banda pancromática com as de menor resolução espacial, se torna essencial, pois reúne ambas as características em uma nova imagem, sendo possível a obtenção de uma melhor visualização e interpretação da área de estudo (Figura 5). Para a geração das imagens fusionadas foi utilizado o SIG QGIS 3.16 Hannover.

Figura 5: Imagem Bruta (A) e Imagem Fusionada (B)



Fonte: Elaboração do próprio autor

3.4 ESCALA DE BEAUFORT

A Escala de Beaufort tem como objetivo medir a intensidade dos ventos através das observações, visto que a própria escala foi construída dessa maneira. Criado pelo Sir Francis Beaufort essa escala foi amplamente utilizada pela Marinha Real Britânica. Nesse trabalho foi usado a Escala de Beaufort (Figura 6) como parâmetro para classificar a magnitude dos ventos em: Fraco (0 -3), Moderado (4 – 6) e Forte (>7).

Figura 6: Escala de Beaufort modificada pelo Departamento de Proteção e Defesa Civil da Prefeitura de Santo André

Grau	Designação	m/s	km/h	Efeitos em terra
0	<i>Calmo</i>	<0,3	<1	Fumaça sobe na vertical
1	<i>Aragem</i>	0,3 a 1,5	1 a 5	Fumaça indica direção do vento
2	<i>Brisa leve</i>	1,6 a 3,3	6 a 11	As folhas das árvores movem; os moinhos começam a trabalhar
3	<i>Brisa fraca</i>	3,4 a 5,4	12 a 19	As folhas agitam-se e as bandeiras desfraldam ao vento
4	<i>Brisa moderada</i>	5,5 a 7,9	20 a 28	Poeira e pequenos papéis levantados; movem-se os galhos das árvores
5	<i>Brisa forte</i>	8 a 10,7	29 a 38	Movimentação de grandes galhos e árvores pequenas
6	<i>Vento fresco</i>	10,8 a 13,8	39 a 49	Movem-se os ramos das árvores; dificuldade em manter um guarda chuva aberto; assobio em fios de postes
7	<i>Vento forte</i>	13,9 a 17,1	50 a 61	Movem-se as árvores grandes; dificuldade em andar contra o vento
8	<i>Ventania</i>	17,2 a 20,7	62 a 74	Quebram-se galhos de árvores; dificuldade em andar contra o vento; barcos permanecem nos portos
9	<i>Ventania forte</i>	20,8 a 24,4	75 a 88	Danos em árvores e pequenas construções; impossível andar contra o vento
10	<i>Tempestade</i>	24,5 a 28,4	89 a 102	Árvores arrancadas; danos estruturais em construções
11	<i>Tempestade violenta</i>	28,5 a 32,6	103 a 117	Estragos generalizados em construções
12	<i>Furacão</i>	>32,7	>118	Estragos graves e generalizados em construções

Fonte: <https://www3.santoandre.sp.gov.br/defesacivil/escala-de-beaufort/>

3.5 TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE

Com utilização do SIG QGIS, foi gerada a imagem de temperatura de superfície (Ts), onde, utilizou-se a banda 10 (termal), do satélite Landsat-8, sensor TIRS, que apresenta a resolução espacial de 30 metros. Para a geração da imagem de temperatura, foi utilizada a ferramenta calculadora rastrear, ferramenta implementada no SIG, inserindo a Equação 1, proposta pelo USGS (2015) onde, com base nos metadados contidos no conjunto de imagem, realizou-se a conversão de níveis de cinza para radiância:

$$L\lambda = ML * Q_{cal} + AL \quad (1)$$

Onde:

$L\lambda$ = Radiância Espectral no topo da atmosfera em Watts/ (m²*sr*µm)

ML = Fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 (3.3420E-04)

Q_{cal} = Valor quantizado calibrado pelo pixel em DN (banda 10)

AL = Fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 (0.10000)

Após gerada a imagem de radiância, converteu-se este resultado para imagem de temperatura superfície (Ts), porém a imagem resultante desta conversão apresenta seus dados

em temperatura Kelvin, de acordo com Coelho e Correa (2013), há a necessidade de implementação na Equação 2, proposta por USGS (2015), subtraindo 273,15 de seu resultado, para a obtenção de imagem de temperatura em grau Celsius, assim:

$$Ts = K2 \ln (K1L\lambda + 1) - 273,15 \quad (2)$$

Onde:

Ts = Temperatura de superfície, em grau Celsius (°C)

K1 = Constante de calibração 1 (774.89)

K2 = Constante de calibração 2 (1.321.08)

$L\lambda$ = Radiância espectral em Watts/ (m²*sr*µm)

Porém foi utilizada a fórmula simplificada juntando a Equação 1 e 2, o resultado vemos abaixo:

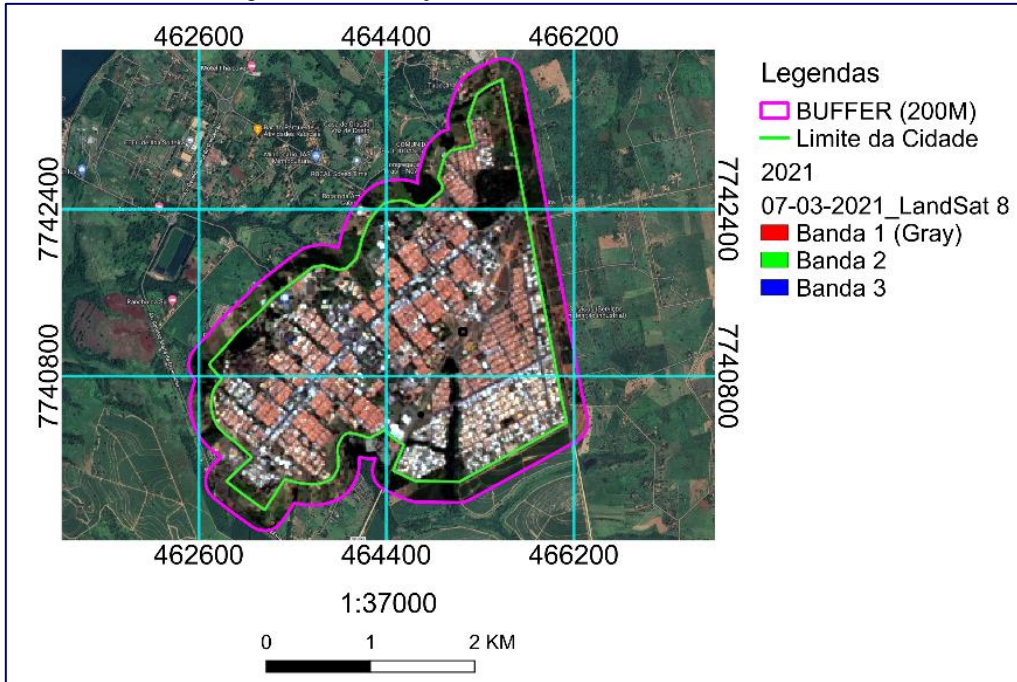
$$TC = (1321.08 / \ln (774.89 / (3.3420E-04 * \text{"banda10.tif"} + 0.10000) + 1)) - 273.15$$

3.6 IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS COM ILHAS DE CALOR URBANO (ICU'S)

Foi criado um banco de dados georreferenciado para a análise, exploração e exibição das informações espaciais processadas utilizando o QGIS 3.16 Hannover.

Após a importação das imagens processadas contendo a temperatura de superfície, e a imagem de alta resolução espacial, Landsat, prosseguiu-se com a importação dos dados vetoriais: limites da área urbana. Com base no limite da área urbana, foi criado um buffer (200m), abrangendo a área rural no entorno do perímetro urbano, sendo esta a área de referência para a análise de ocorrência de ICU dentro da cidade de Ilha Solteira, conforme (Figura 7).

Figura 7: Delimitação da área urbana e área de entorno



Fonte: Elaboração do próprio autor

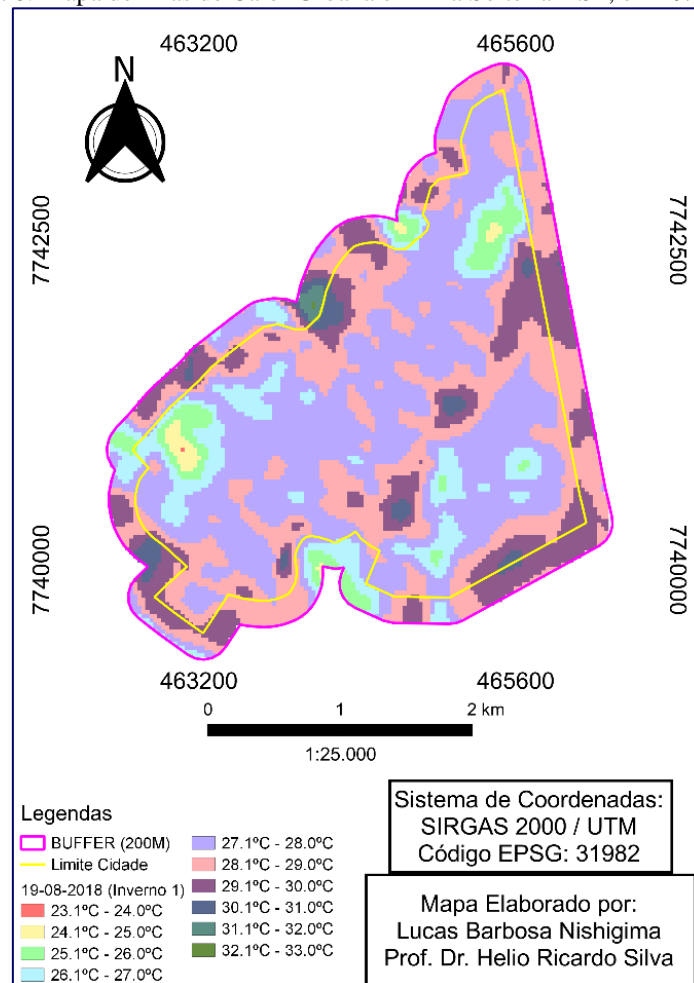
2018

4.1 INVERNO 1

4.1.1 Ilha de Calor Urbana em 19/08/2018

Na imagem de temperatura de superfície, obtida em 19/08/2018, correspondendo a estação Inverno (Figura 8), não foi constatada a ocorrência de áreas com ICU.

Figura 8: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 19/08/2018



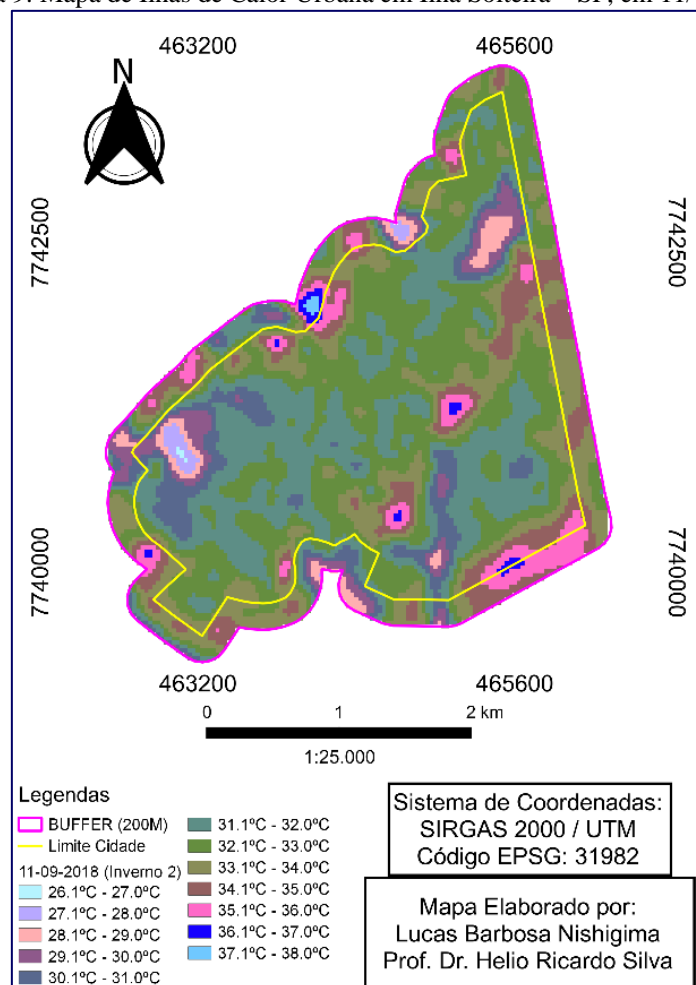
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.2 INVERNO 2

4.2.1 Ilha de Calor Urbana em 11/09/2018

Na imagem de temperatura de superfície, obtida em 11/09/2018, correspondendo a estação inverno (Figura 9), não foi constatada a ocorrência de áreas com ICU.

Figura 9: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 11/09/2018

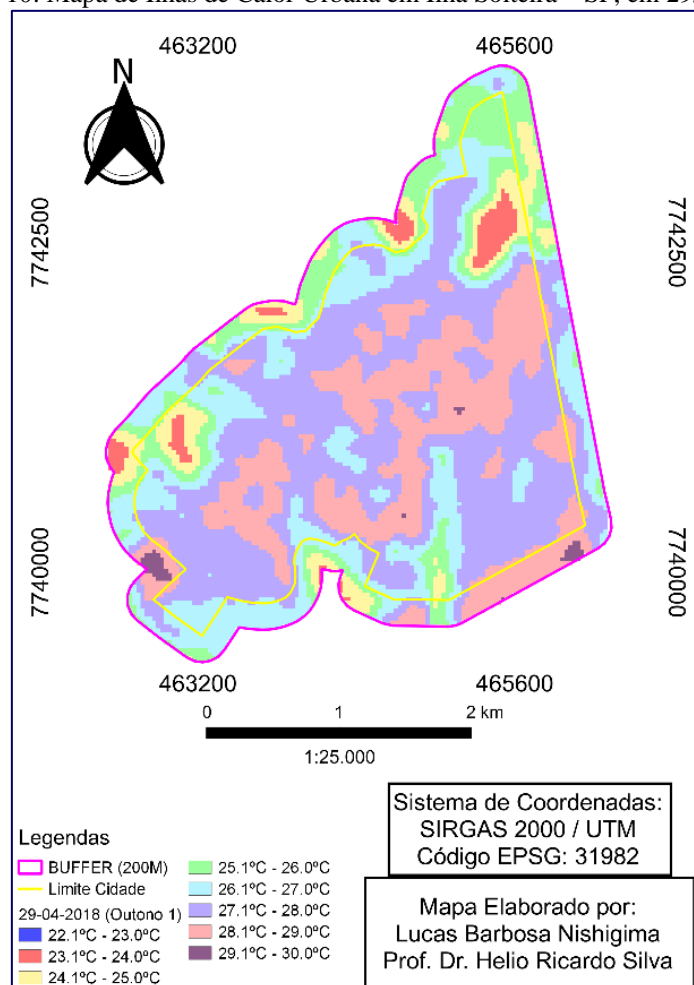


4.3 OUTONO 1

4.3.1 Ilha de Calor Urbana em 29/04/2018

Na imagem de temperatura de superfície, obtida em 29/04/2018, correspondendo a estação Inverno (Figura 10), não foi constatada a ocorrência de áreas com ICU.

Figura 10: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 29/04/2018



Fonte: Elaboração do próprio autor

4.4 OUTONO 2

4.4.1 Ilha de Calor Urbana em 31/05/2018

De acordo com os dados obtidos em 31/05/2018 (Figura 11), foram identificadas 1 área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Área 1. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 26.1 a 27°C.

Local: Rodovia Gerson Dourado de Oliveira

Referência: Correrilha - Assessoria em Exercício Físico

Figura 11: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/05/2018

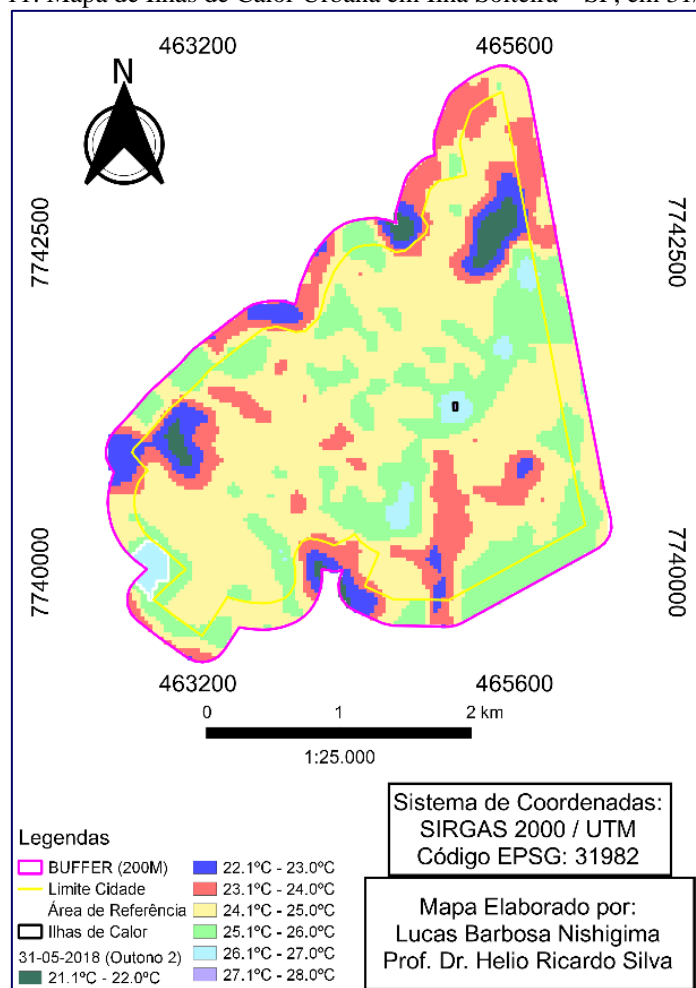
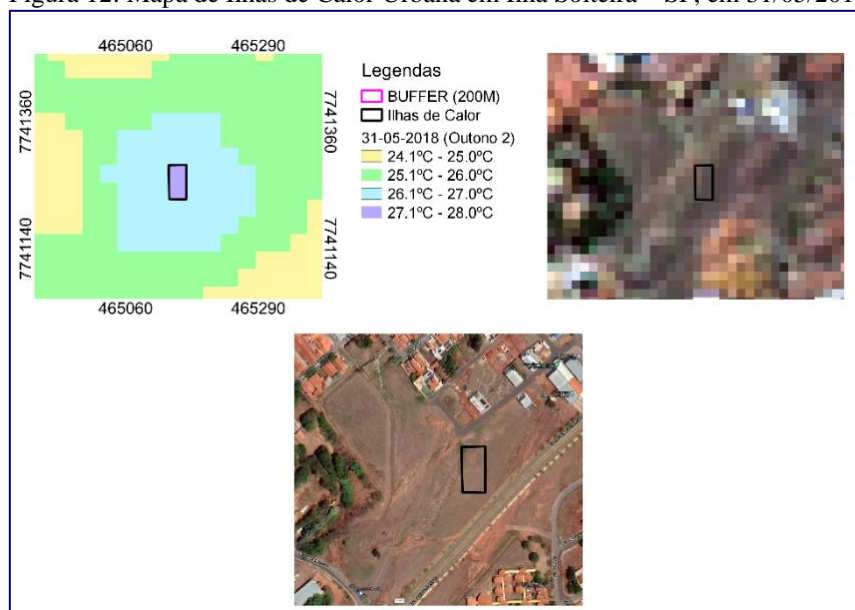


Tabela 6: Medidas da área de ICU em 31/05/2018

Outono (2)			
Ilhas de Calor			
27.1°C - 28.0°C	Limite Urbano	Áreas ICU	TOTAL
Área (ha)	734,913	0,181	735,094
Área (%)	99,976	0,024	100

Figura 12: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/05/2018



Fonte: Elaboração do próprio autor

4.5 PRIMAVERA 1

4.5.1 Ilha de Calor Urbana em 22/10/2018

De acordo com os dados obtidos em 22/10/2018 (Figura 13), foram identificadas 3 áreas com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Áreas 1, 2 e 3. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 31.1 a 32°C.

Local: R. Olinda e R. Floresta (Bem-Estar Natural), Pas. Caruaru (Thai Acessório e Silva) e Pas. Juazeiro (CrTatto Studio) (Região Norte)

Figura 13: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 22/10/2018

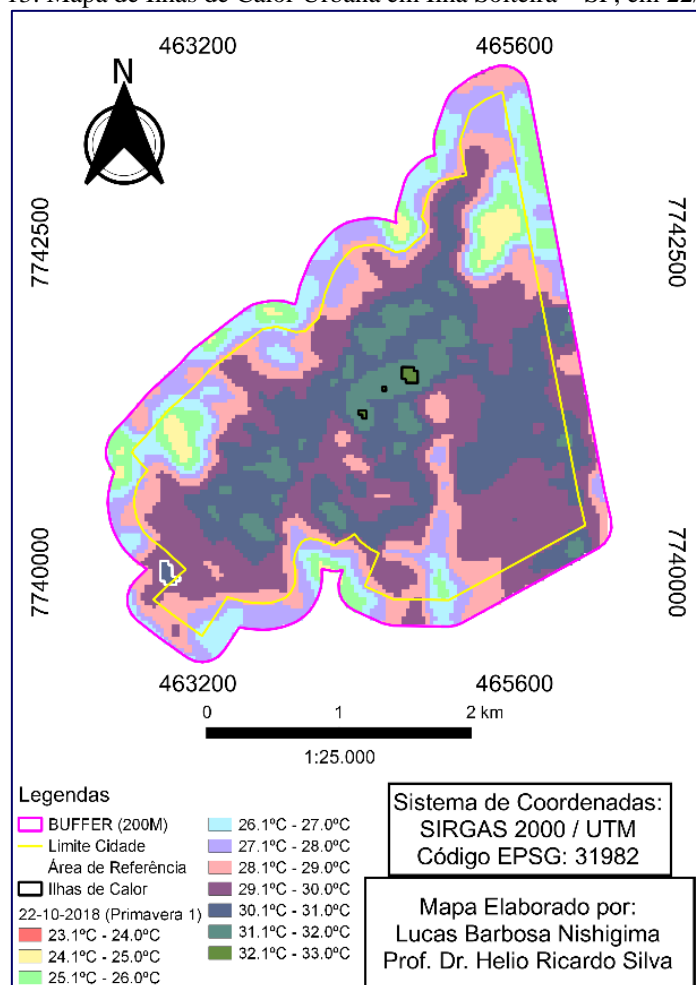
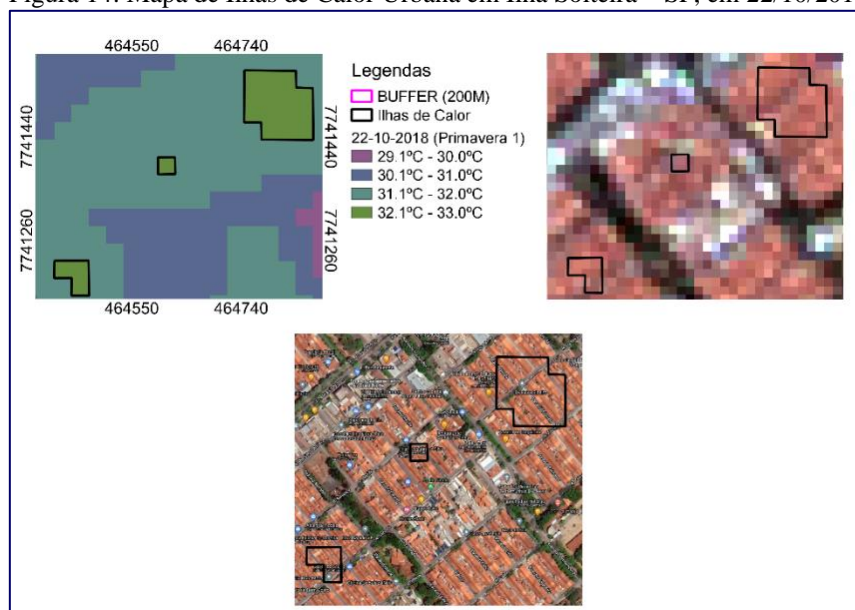


Tabela 7: Medidas da área de ICU em 22/10/2018

Primavera (1)			
Ilhas de Calor			
32.1°C - 33.0°C	Limite Urbano	Área ICU	TOTAL
Área (ha)	734,913	1,615	736,528
Área (%)	99,78	0,22	100

Figura 14: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 22/10/2018



Fonte: Elaboração do próprio autor

4.6 PRIMAVERA 2

4.6.1 Ilha de Calor Urbana em 16/12/2018

De acordo com os dados obtidos em 16/12/2018 (Figura 15), foram identificadas 19 áreas com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Áreas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 e 19. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 31.1 a 32°C.

Local: 32.1 até 33.0°C: R. Londrina, R. Curitiba, Av. Brasil Sul, Al. Santa Catarina, Pas. Laguna, Pas. Itu, Al. Paraná, R. Maringá, R. Ivaí, R. Uberaba, R. Belo Horizonte, R. Rio Paraíba, R. Cuiabá, R. Corumbá, R. Goiânia, Pas. Recife, R. Caracol, Pas. Batalha, R. Imperatriz, R. Rio Tocantins, R. Rio Carnaíba, R. São Luís, R. Icarai, R. Manaus, R. Canindé, Pas. Oros, R. Sete de Setembro, R. 25, R. 23, R. 29, R. 31, Av. 15 de Outubro, Pas. Araras, R. Limeira, R. 9, Al. Bahia, R. Laguna, R. Sorocaba, Pas. Araras, R. Limeira, Pas. Salvador, Pas. Juazeiro, Pas. Recife, Pas. Floresta, Pas. Olinda, R. Fortaleza, Pas. Sobral, Pas. Imperatriz, Al. Bahia, Pas. Cabo, R. Recife, Pas. Caruaru, R. Olinda, R. Floresta, Pas. Sobral, R. Fortaleza, R. Salvador, R. Rio Iguaçu, Pas. Santos.

Figura 15: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018

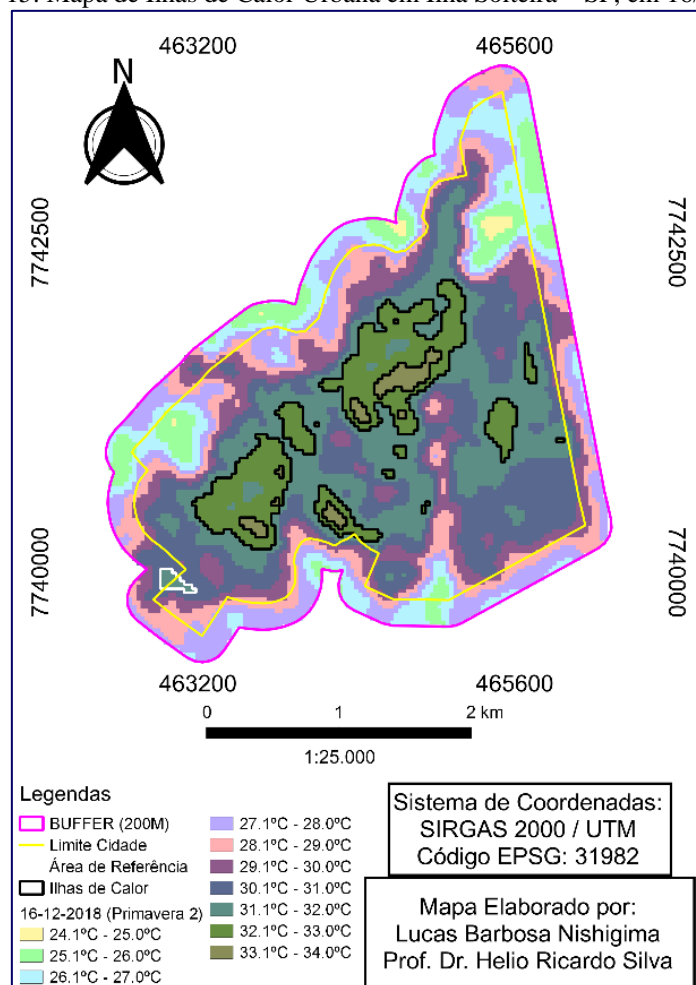
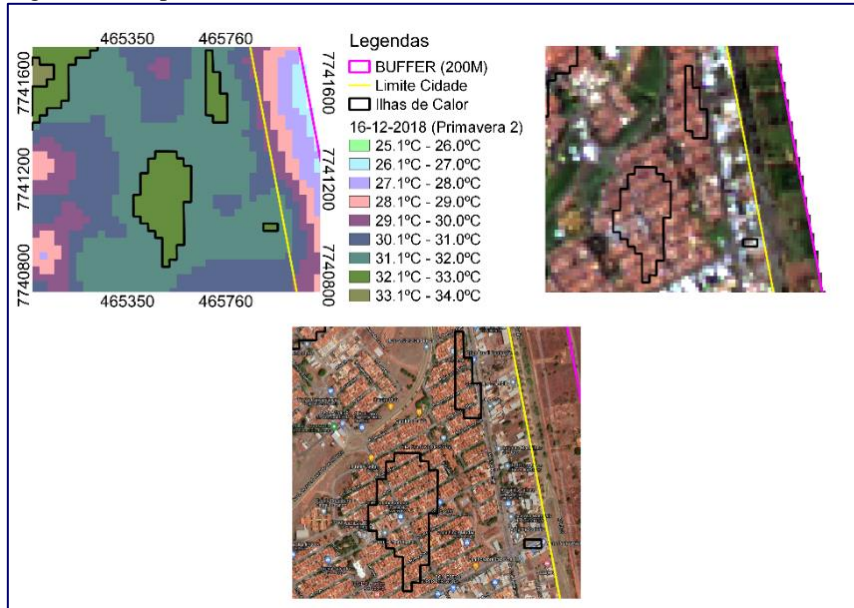


Tabela 8: Medidas da área de ICU em 16/12/2018

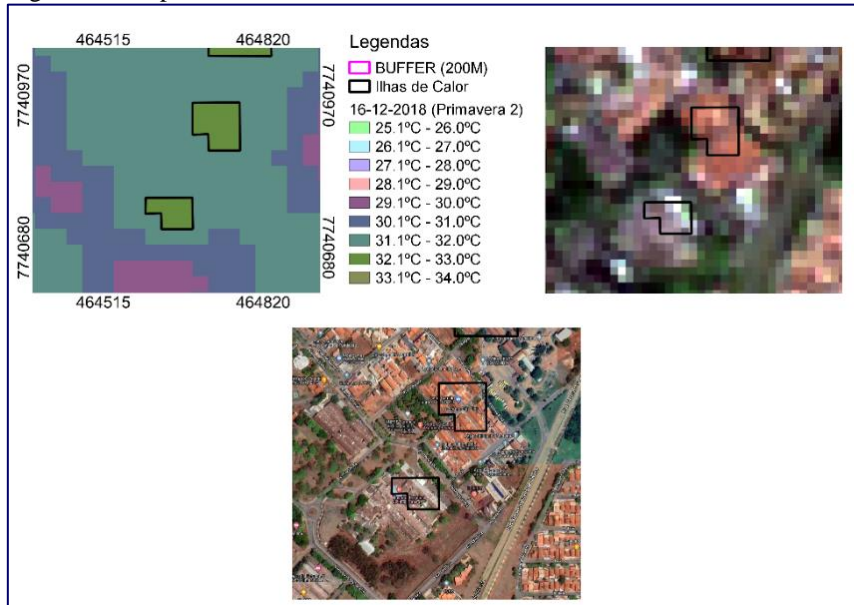
Primavera (2)			
Ilhas de Calor			
32.1°C - 34.0°C	Limite Urbano	Áreas ICU	TOTAL
Área (ha)	734,913	138	872,913
Área (%)	81,22	18,78	100

Figura 16: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018



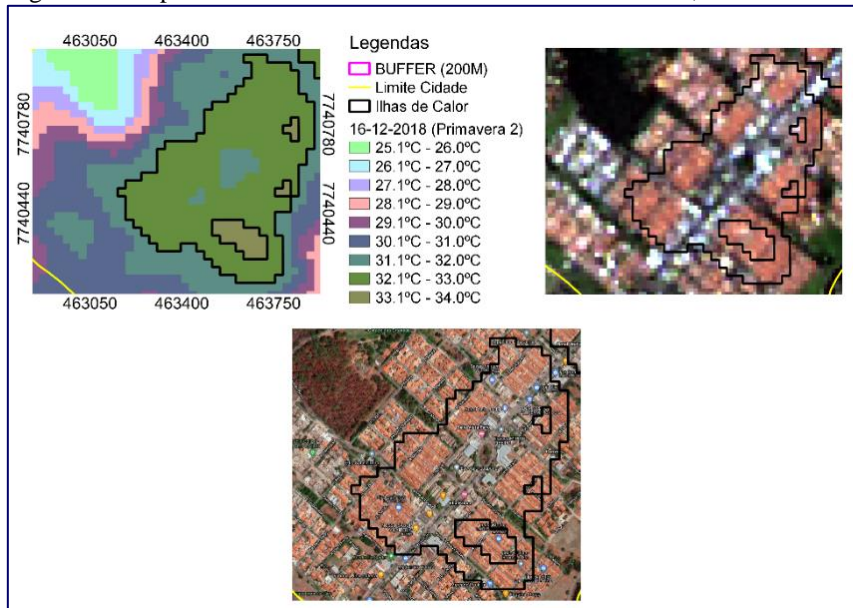
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 17: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018



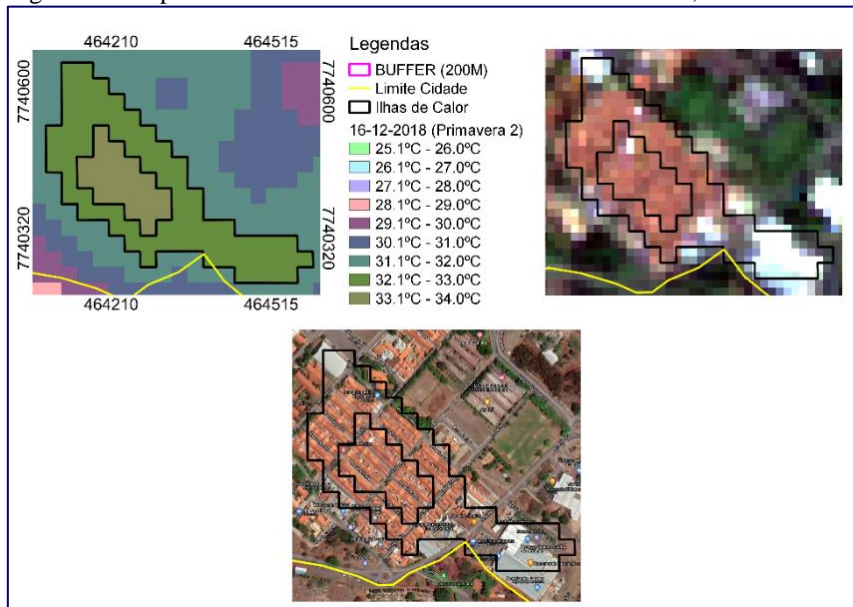
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 18: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018



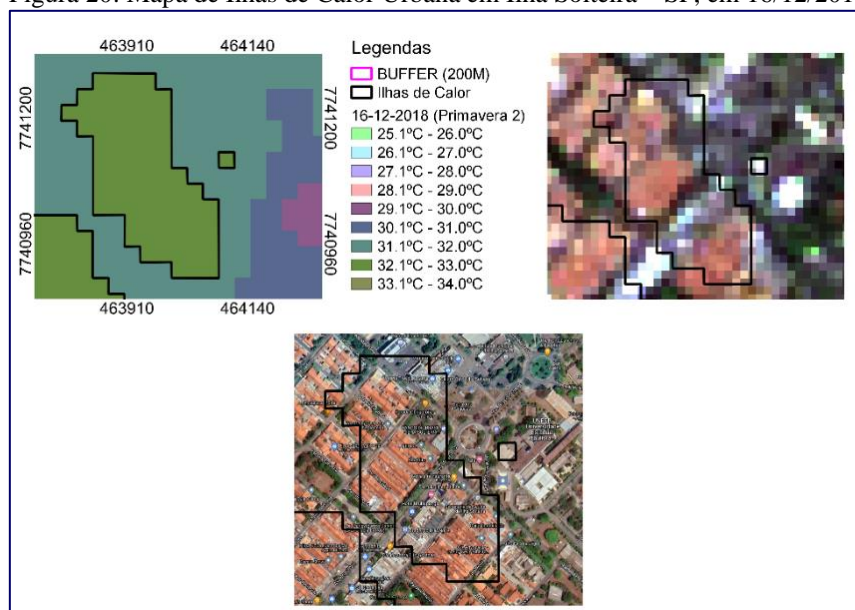
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 19: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018



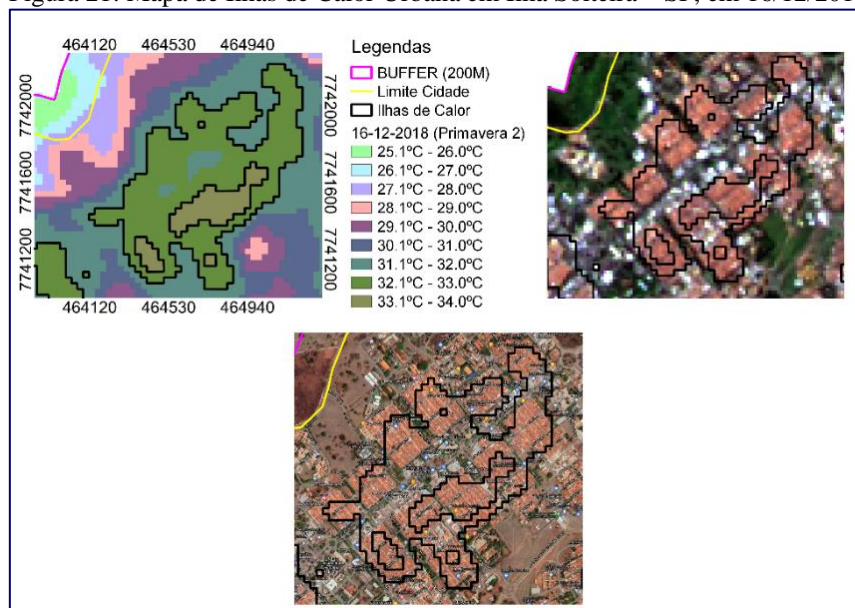
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 20: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018



Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 21: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/12/2018



Fonte: Elaboração do próprio autor

4.7 VERÃO 1

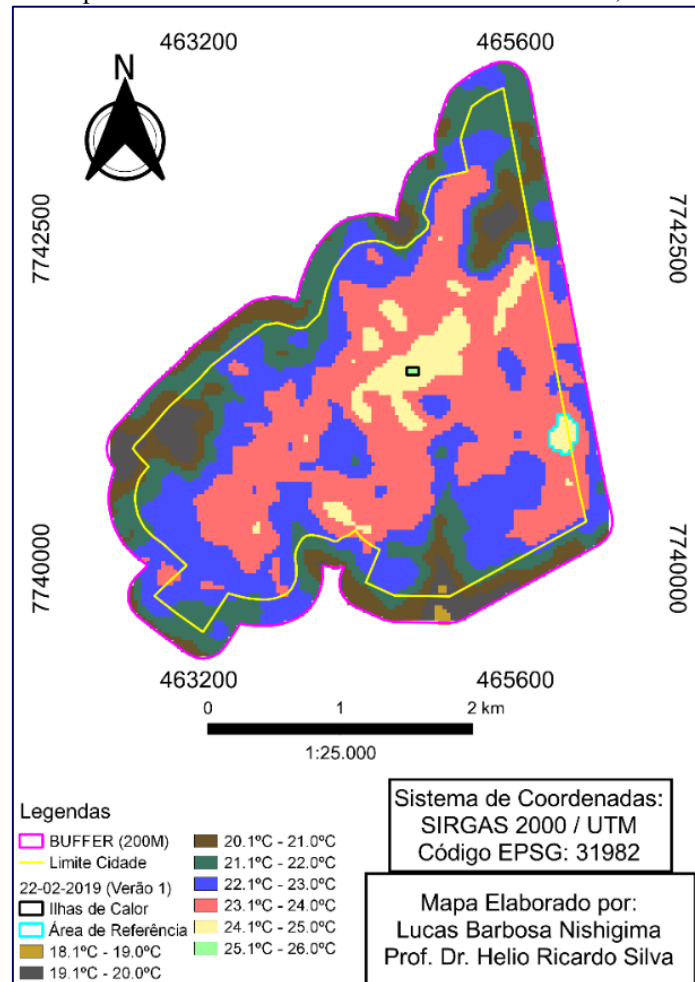
4.7.1 Ilha de Calor Urbana em 22/02/2019

De acordo com os dados obtidos em 22/02/2019 (Figura 22), foi identificada 1 área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Área 1. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 24.1 a 25°C.

A área denominada Área 1 esteve com uma temperatura de 25.1 a 26°C, 1°C acima da área de referência.

Local: R. Olinda.

Figura 22: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 22/02/2019

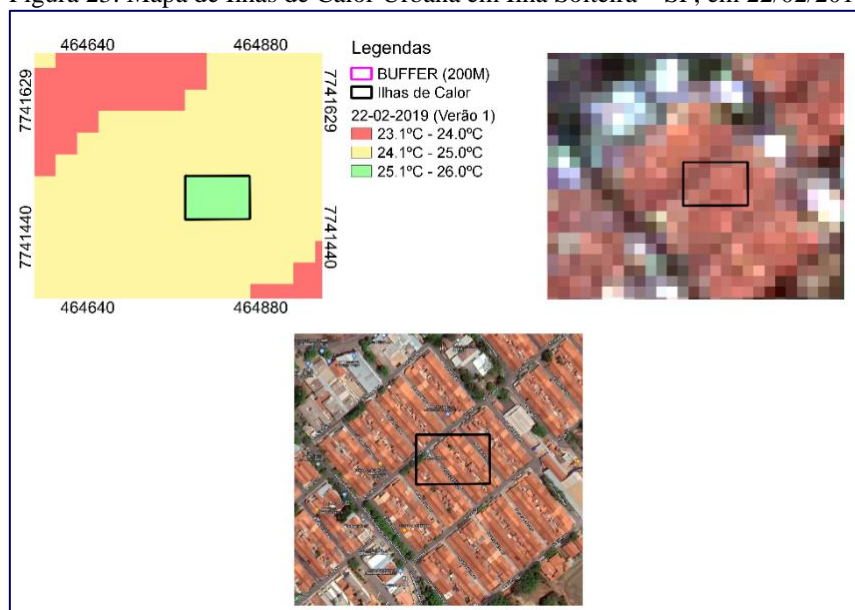


Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 9: Medidas da área de ICU em 22/02/2019

Verão (1)			
Ilhas de Calor			
32.1°C - 34.0°C	Limite Urbano	Áreas ICU	TOTAL
Área (ha)	734,913	0,539	735,452
Área (%)	99,93	0,07	100

Figura 23: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 22/02/2019



Fonte: Elaboração do próprio autor

4.8 VERÃO 2

4.8.1 Ilha de Calor Urbana em 06/03/2019

De acordo com os dados obtidos em 06/03/2019 (Figura 24), foi identificada 17 áreas com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Áreas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16 e 17. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 29.1 a 30°C.

Local: 30.1°C a 31°C: R. Curitiba, Al. Paraná, R. Maringá, R. Rio Ivaí, Pas. Uberaba, R. Uberaba, Al. Minas Gerais, R. Belo Horizonte, Pas. Belo Horizonte, Pas. Caxambu, R. Rio Paraíba, Av. Brasil Sul, Al. São Paulo, Pas. Santos, R. Santos, Pas. Sorocaba, R. Sorocaba, Pas. Bauru, Pas. Laguna, R. Rio Iguaçu, R. Tijucas, Pas. Tijucas, Al. Santa Catarina, Pas. Corumbá, R. Marília, Pas. Marília, Pas. Limeira, R. Limeira, Pas. Araras, R. Piracicaba, R. Guanabara, R. Jequié, Pas. Jequié, R. Salgueiro, Pas. Salgueiro, Pas. Cabo, R. Nazaré, R. Ilhéus, Pas. Ilhéus, R. Juazeiro, Pas. Juazeiro, R. Salvador, Pas. Salvador, R. Rio São Francisco, Pas. Recife, R. Recife, Pas. Caruaru, R. Caruaru, Pas. Floresta, R. Floresta, R. Olinda, Pas. Olinda, R. Rio Ipanema, Al. Pernambuco, R. Fortaleza, Pas. Fortaleza, Pas. Sobral, R. Sobral, Al. Ceará, Pas. Canindé, Pas. Icaraiá, R. Icaraiá, Av. Brasil Norte, Pas. Imperatriz, R. Imperatriz, R. Colinas, Pas. Colinas, Pas. Monção, Al. Maranhão, R., Arati, Pas. São Luís, R. São Luís, R. Manaus, Pas. Manaus, R. Onelio Buttarello, R. Vinte e Quatro,

R. Sete de Setembro, Av. Quinze de outubro, R. Goiânia, Pas. Cristalina, Pas. Goiânia, Pas. Barras, R. Teresina., Pas. Caracol, Pas. Batalha, R. Caracol, R. Batalha, Pas. Correntes, R. Correntes.

31.1°C a 32°C: R. Recife, Pas. Floresta

Figura 24: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019

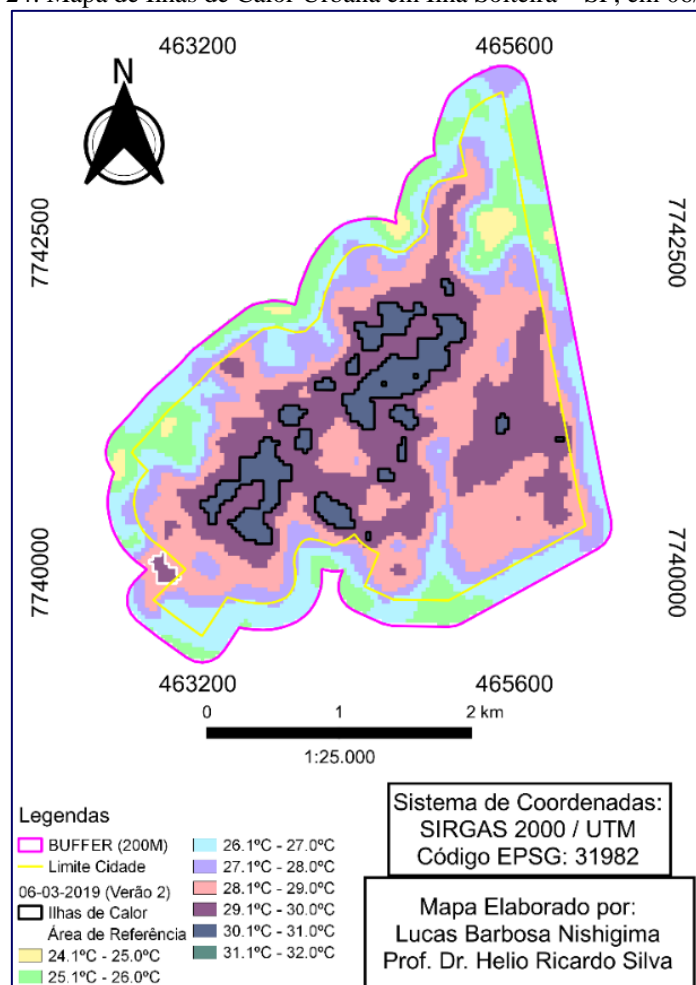
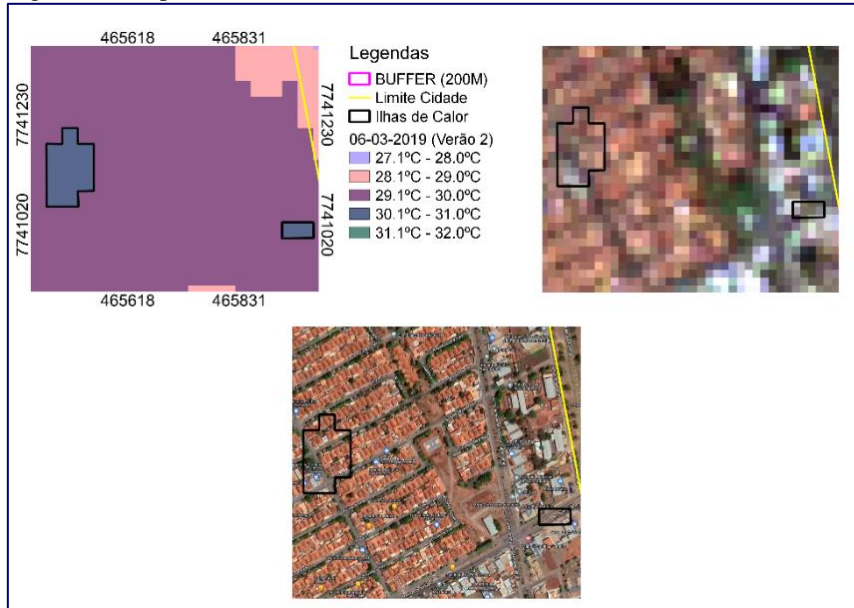


Tabela 10: Medidas da área de ICU em 06/03/2019

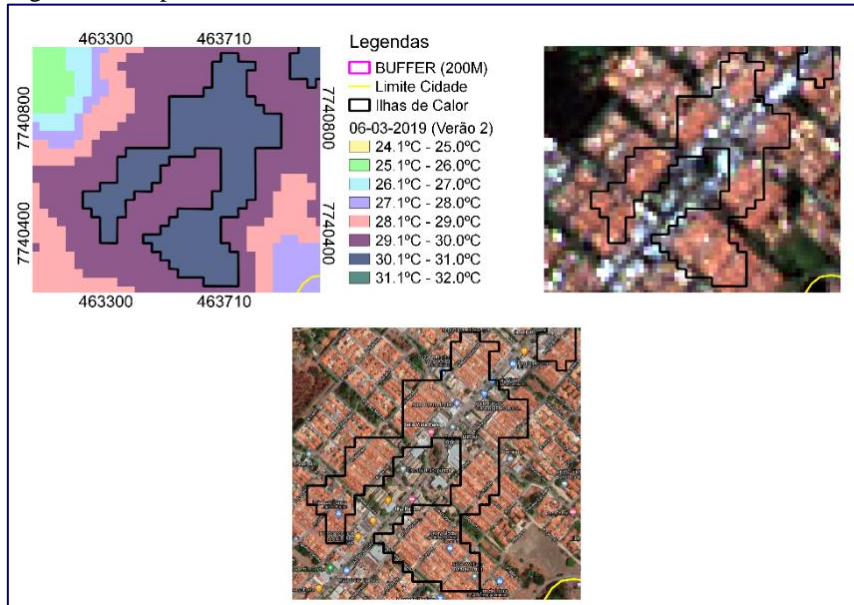
	Verão (2)		
	Ilhas de Calor		
30.1°C - 32.0°C	Limite Urbano	Áreas ICU	TOTAL
Área (ha)	734,913	74,339	809,252
Área (%)	89,88	10,12	100

Figura 25: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019



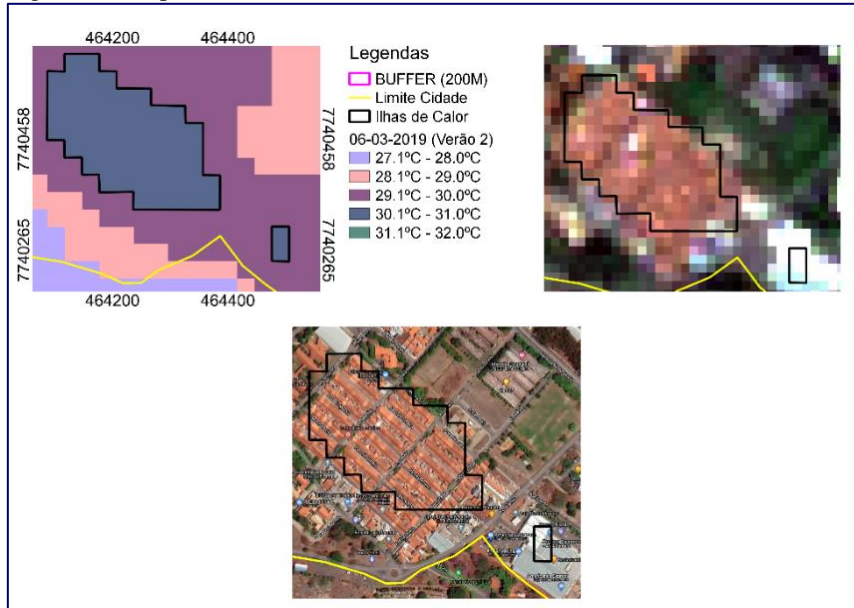
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 26: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019



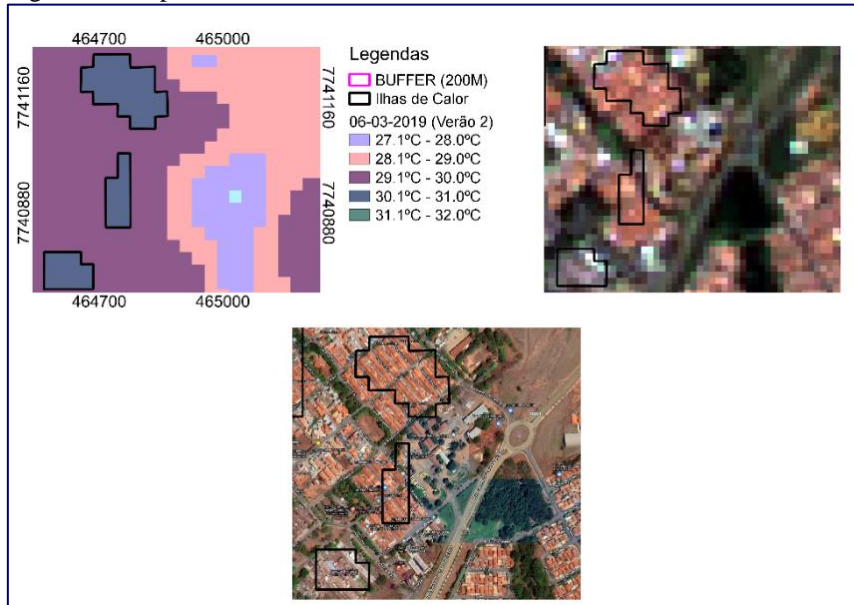
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 27: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019



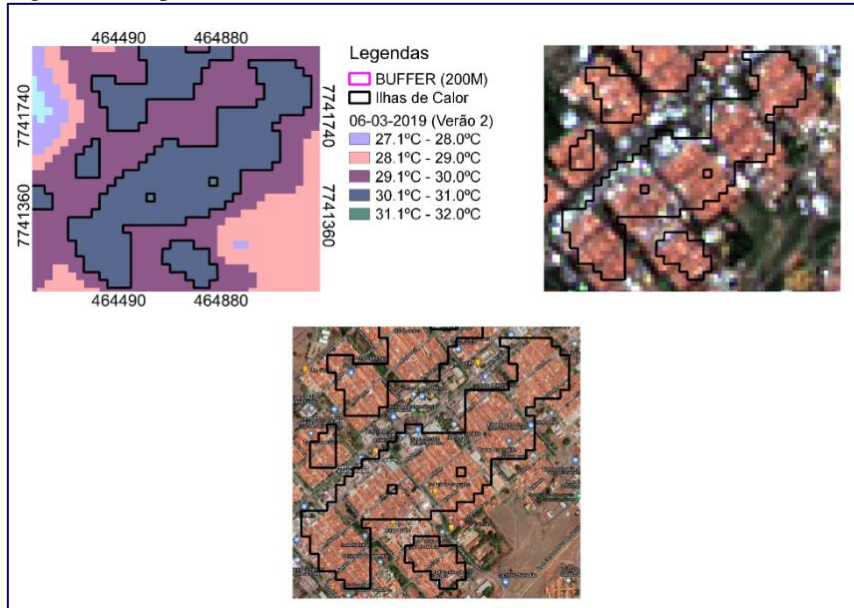
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 28: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019



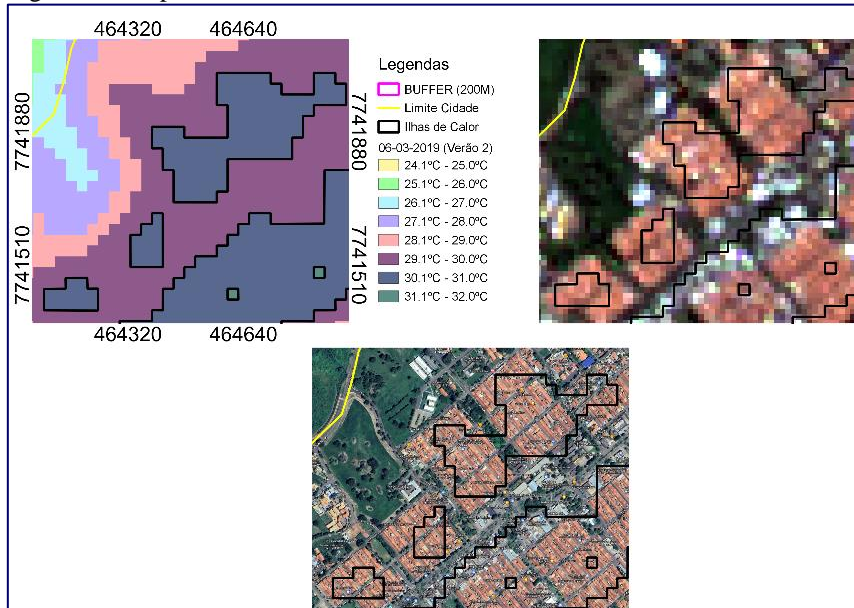
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 29: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019



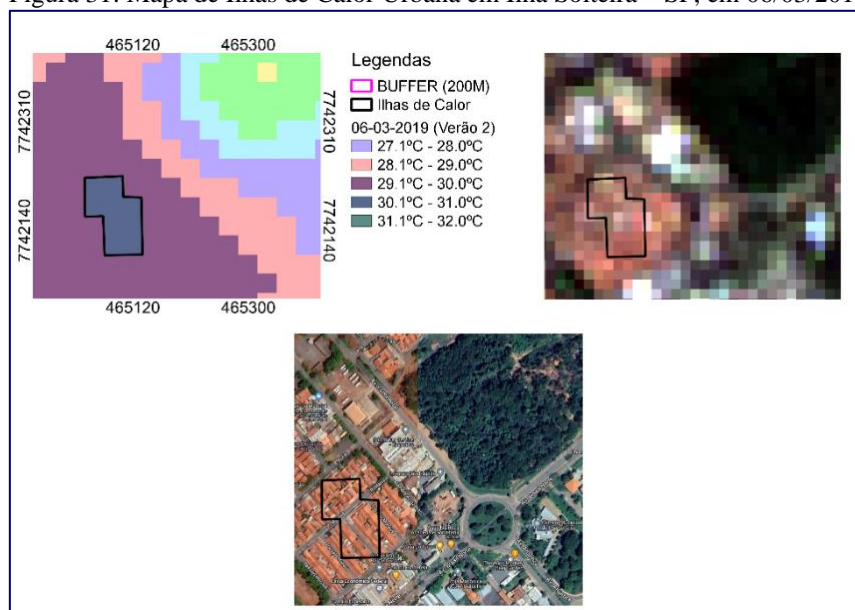
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 30: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019



Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 31: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/03/2019



Fonte: Elaboração do próprio autor

2019

4.9 INVERNO 1

4.9.1 Ilha de Calor Urbana em 28/07/2019

De acordo com os dados obtidos em 28/07/2019 (Figura 32), foi identificada 1 área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Áreas 1. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 31.1 a 32°C.

Local: Av. Quine de Outubro, Al. Rio de Janeiro

Figura 32: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 28/07/2019

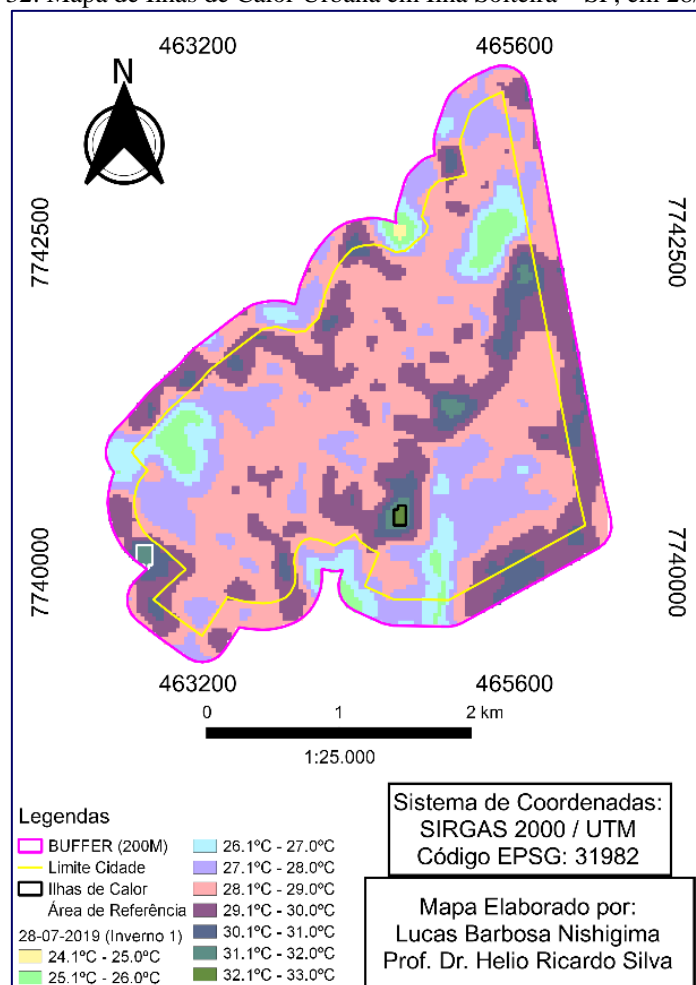
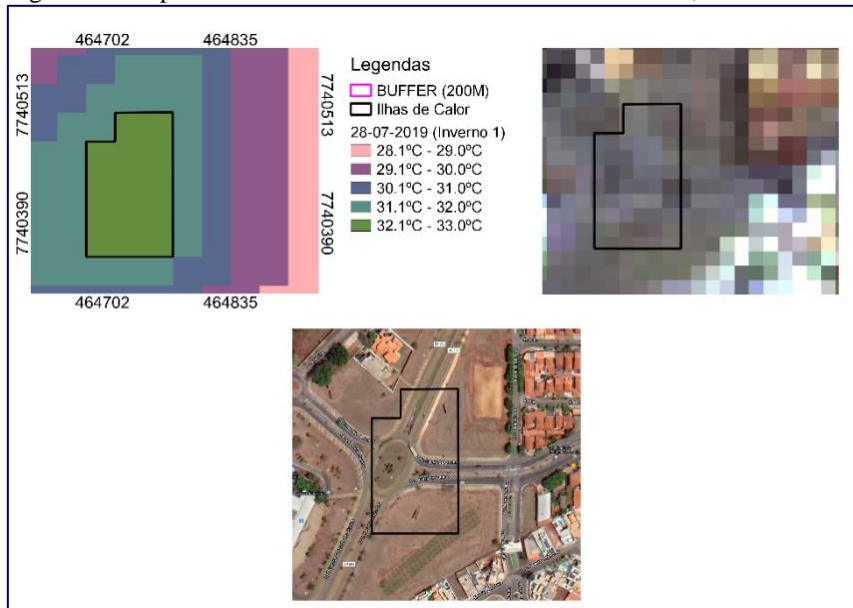


Tabela 11: Medidas da área de ICU em 28/07/2019

	Inverno (1)		
	Ilhas de Calor		
32.1°C - 34.0°C	Limite Urbano	Áreas ICU	TOTAL
Área (ha)	734,913	1,26	736,173
Área (%)	99,83	0,17	100

Figura 33: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 28/07/2019



Fonte: Elaboração do próprio autor

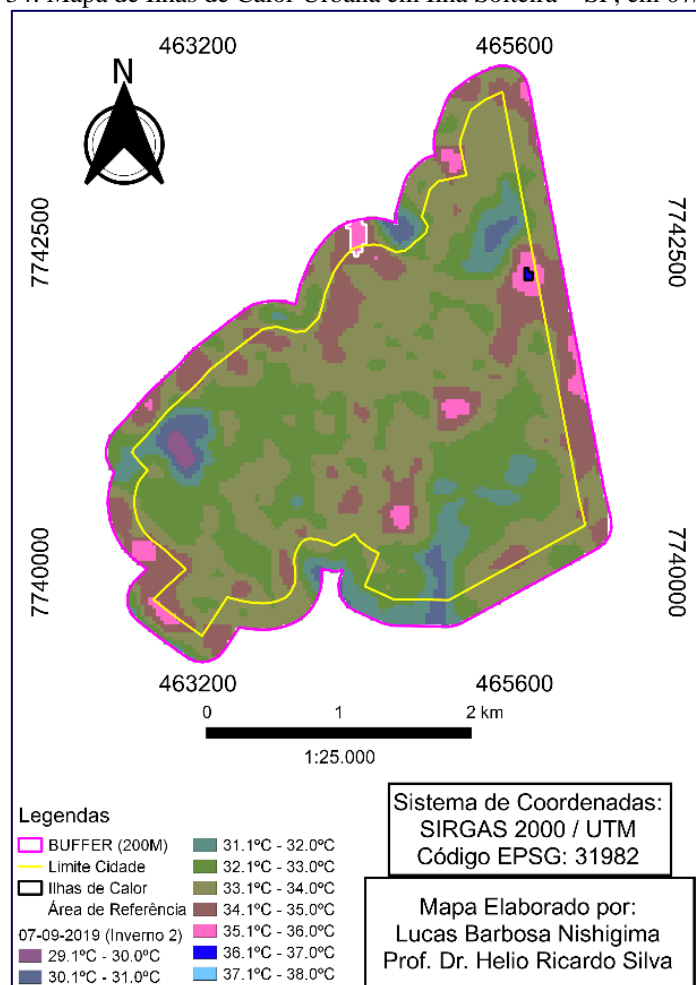
4.10 INVERNO 2

4.10.1 Ilha de Calor Urbana em 07/09/2019

De acordo com os dados obtidos em 07/09/2019 (Figura 34), foi identificada 1 área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Áreas 1. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 35.1 a 36°C.

Local: Av. Perimetral (perto da Praça das Araras)

Figura 34: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 07/09/2019

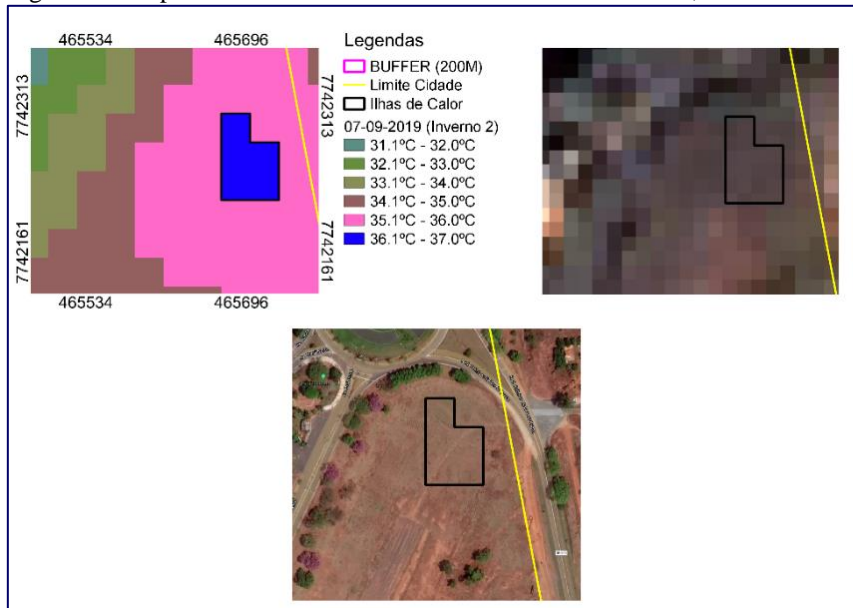


Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 12: Medidas da área de ICU em 07/09/2019

	Inverno (2)		
	Ilhas de Calor		
32.1°C - 34.0°C	Limite Urbano	Áreas ICU	TOTAL
Área (ha)	734,913	0,45	735,363
Área (%)	99,94	0,06	100

Figura 35: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 07/09/2019



Fonte: Elaboração do próprio autor

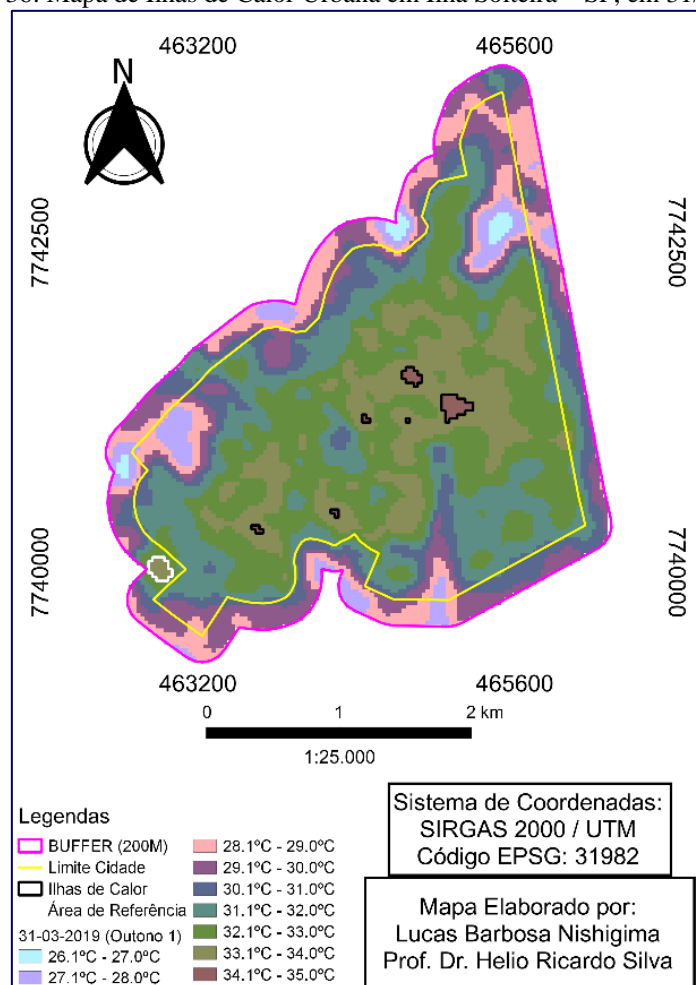
4.11 OUTONO 1

4.11.1 Ilha de Calor Urbana em 31/03/2019

De acordo com os dados obtidos em 31/03/2019 (Figura 36), foram identificadas 6 áreas com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Áreas 1, 2, 3, 4, 5, 6. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 33.1 a 34°C.

Local: Pas. Tijucas, R. Tijucas, Pas. Limeira, R. Limeira, Pas. Ilhéus, R. Juazeiro, Pas. Salgueiro, Rod. Gerson Dourado de Oliveira, Pas. Olinda, R. Olinda, Pas. Floresta, Floresta.

Figura 36: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/03/2019

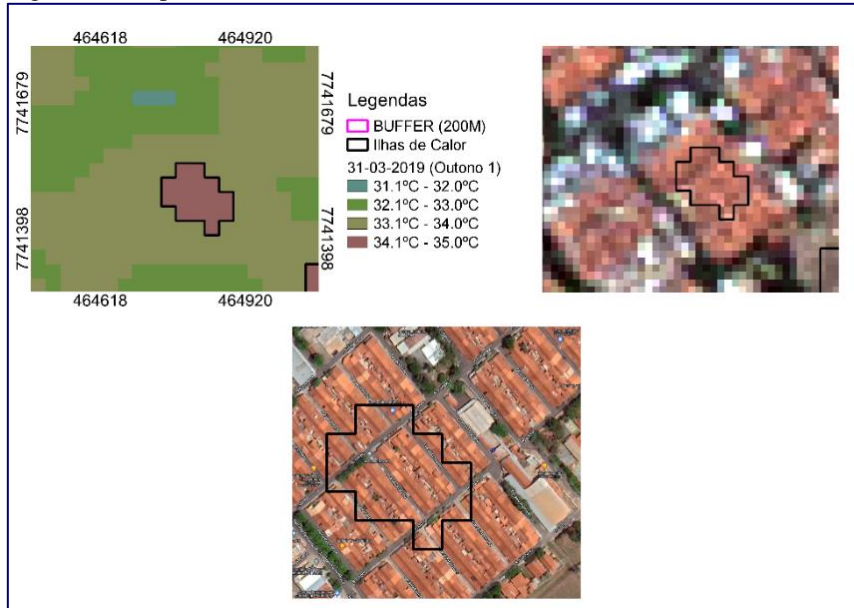


Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 13: Medidas da área de ICU em 31/03/2019

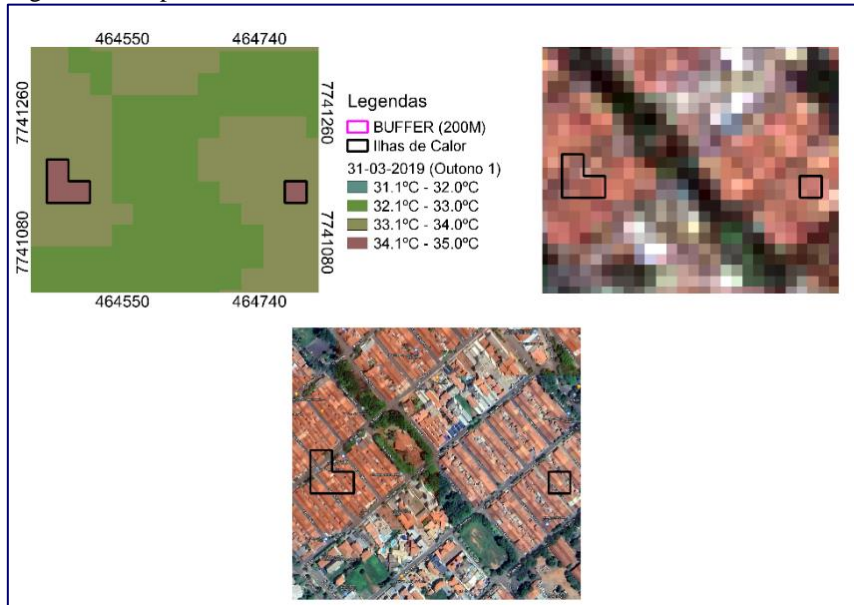
Outono (1)			
Ilhas de Calor			
32.1°C - 34.0°C	Limite Urbano	Áreas ICU	TOTAL
Área (ha)	734,913	5,583	740,496
Área (%)	99,24	0,76	100

Figura 37: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/03/2019



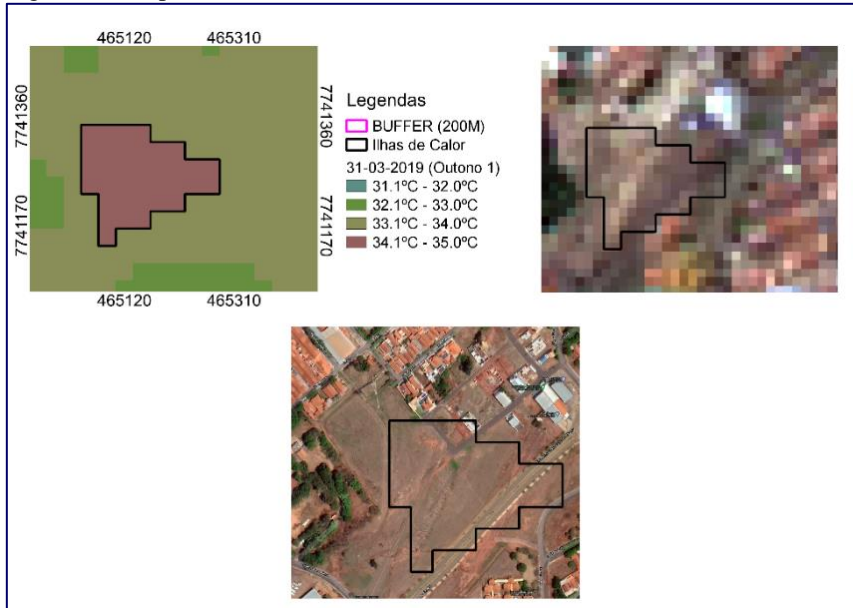
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 38: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/03/2019



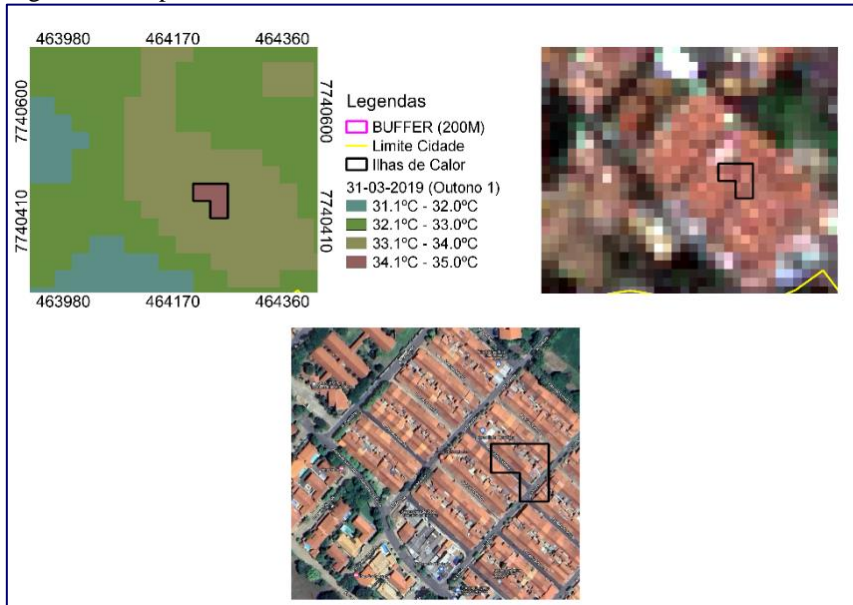
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 39: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/03/2019



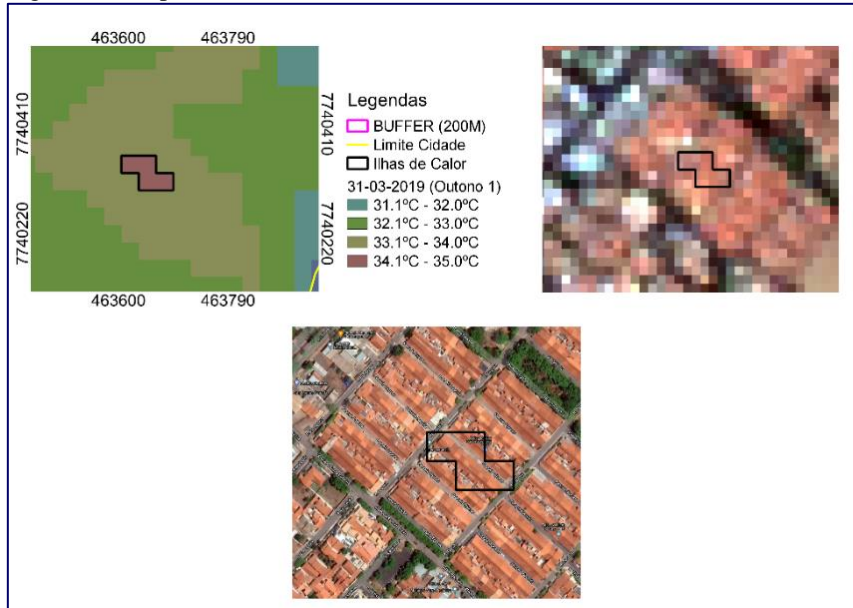
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 40: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/03/2019



Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 41: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 31/03/2019



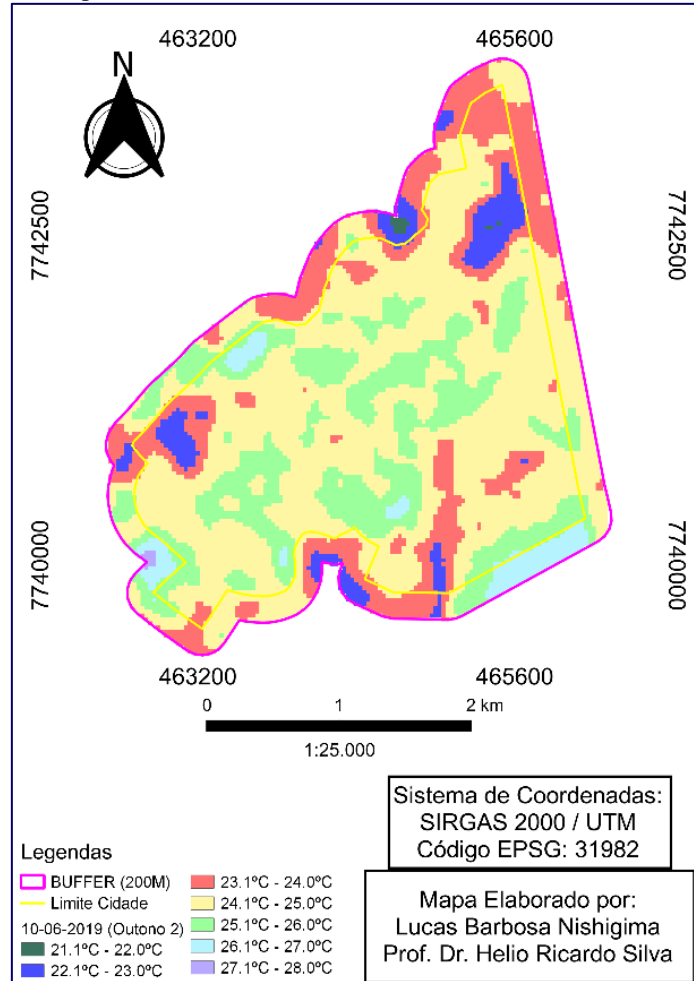
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.12 OUTONO 2

4.12.1 Ilha de Calor Urbana em 10/06/2019

De acordo com os dados obtidos em 10/06/2019 (Figura 42), não foram identificadas áreas com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 42: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/06/2019



Fonte: Elaboração do próprio autor

4.13 PRIMAVERA 1

4.13.1 Ilha de Calor Urbana em 25/10/2019

De acordo com os dados obtidos em 25/10/2019 (Figura 43), foram identificadas 7 áreas com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Áreas 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 38.1 a 39°C.

Local: Pas. Tijucas, R. Tijucas, Pas. Limeira, R. Limeira, Pas. Marília, Marília, Av. Quinze de Outubro, Pas. Salvador, R. Salvador, Pas. Juazeiro, R. Juazeiro, Pas. Ilhéus, Pas. Recife, R. Recife, Pas. Floresta, R. Floresta, R. Olinda, R. Fortaleza, Pas. Sobral

Figura 43: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019

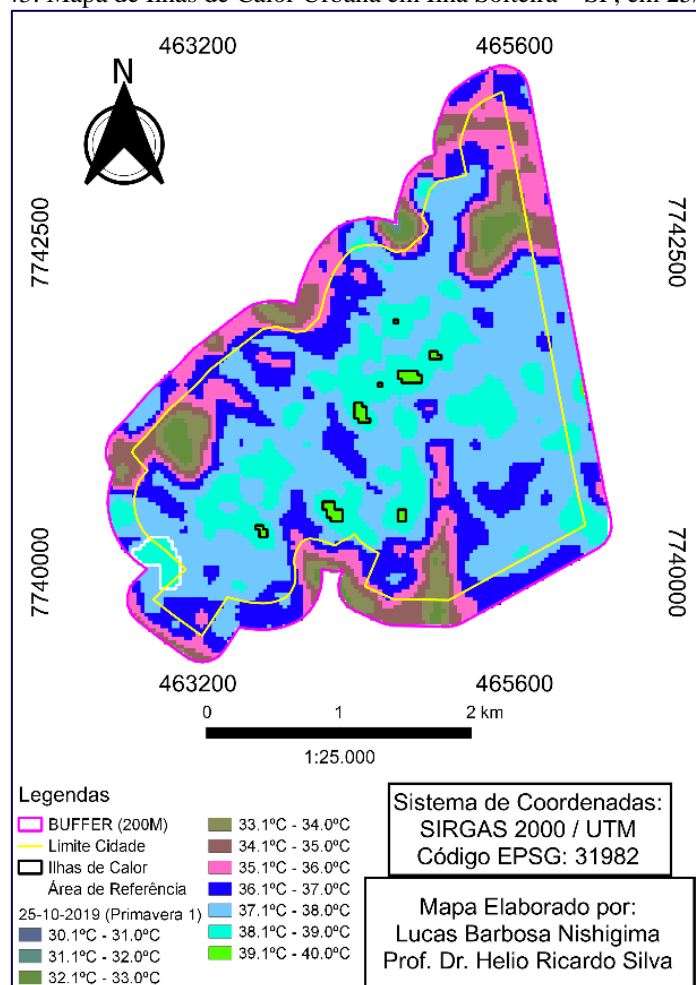
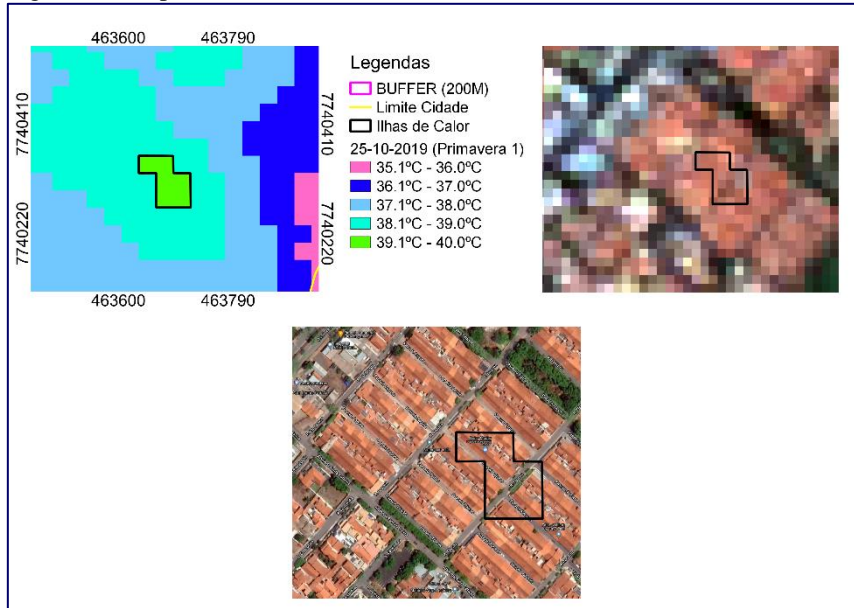


Tabela 14: Medidas da área de ICU em 25/10/2019

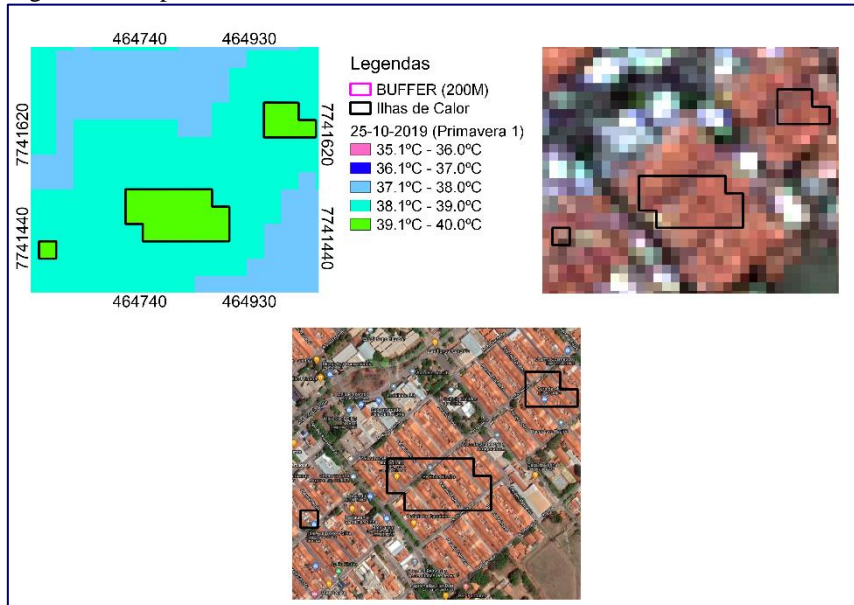
32.1°C - 34.0°C	Primavera (1)		
	Ilhas de Calor		
	Limite Urbano	Áreas ICU	TOTAL
Área (ha)	734,913	5,938	740,851
Área (%)	99,19	0,81	100

Figura 44: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019



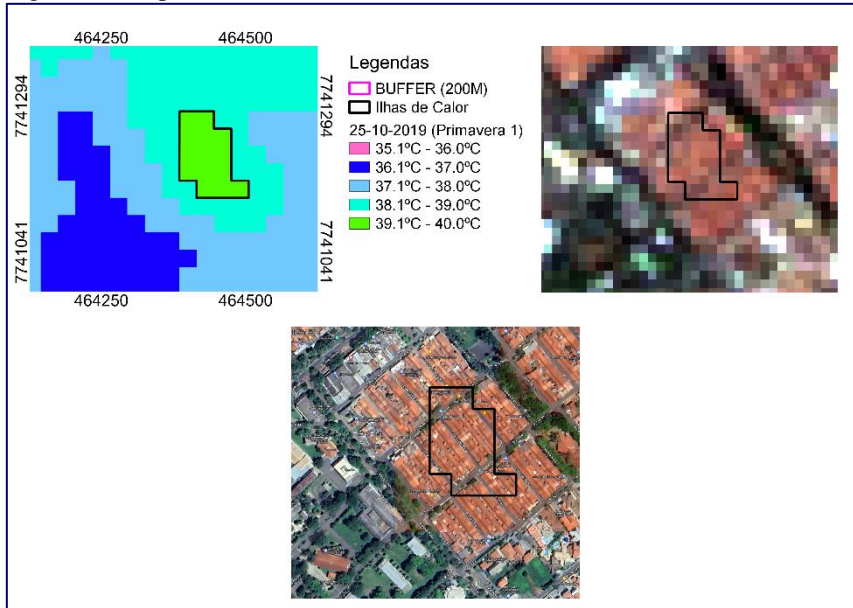
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 45: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019



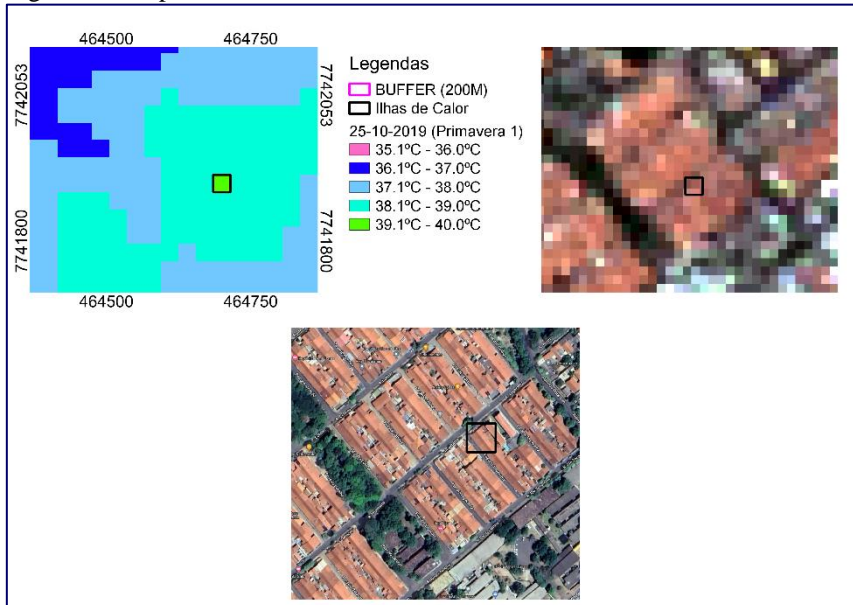
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 46: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019



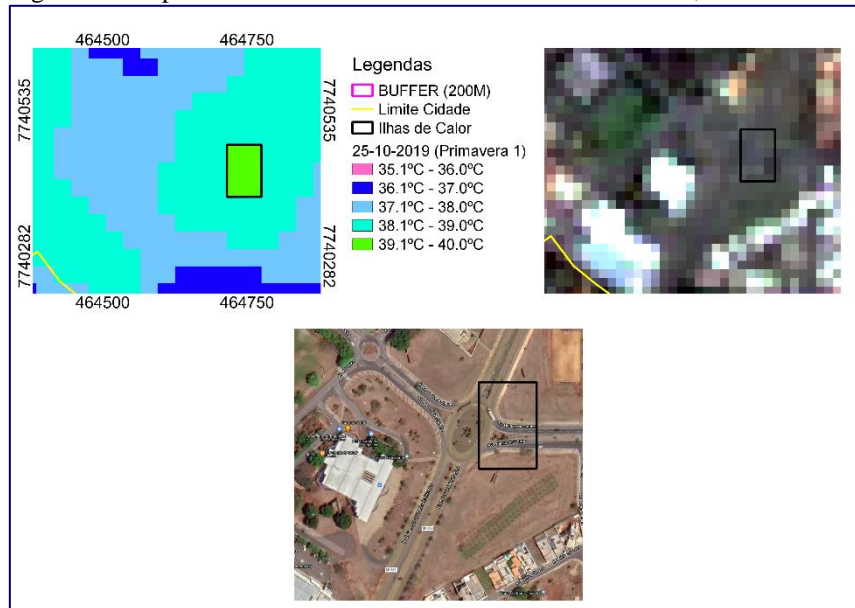
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 47: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019



Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 48: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019



Fonte: Elaboração do próprio autor

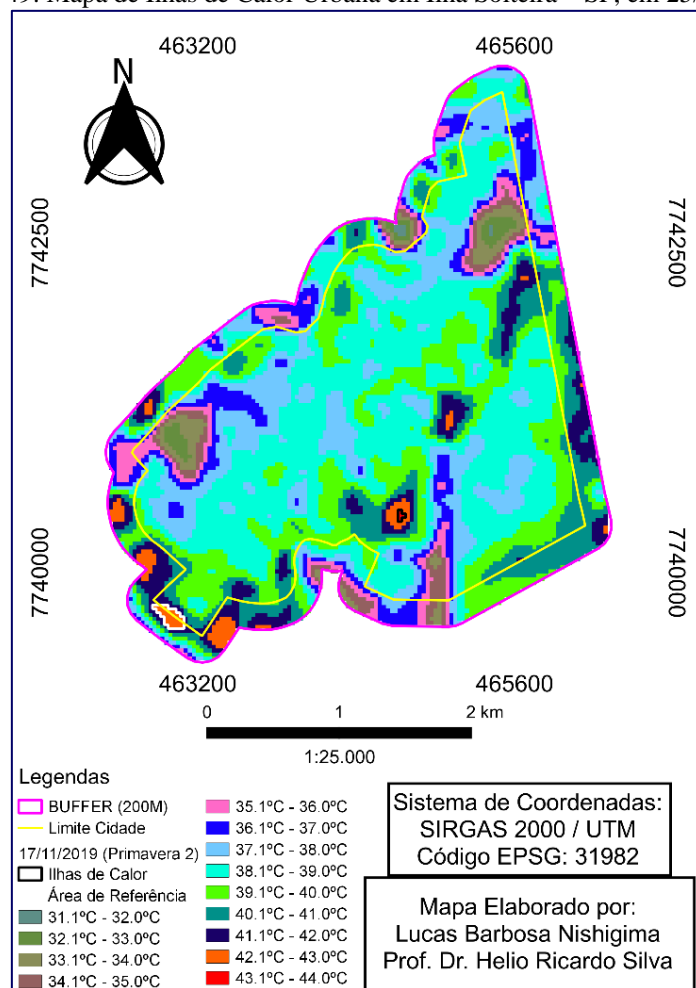
4.14 PRIMAVERA 2

4.14.1 Ilha de Calor Urbana em 17/11/2019

De acordo com os dados obtidos em 17/11/2019 (Figura 49), foi identificada 1 área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Áreas 1. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 42.1 a 43°C.

Local: Av. Quinze de Outubro

Figura 49: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 25/10/2019

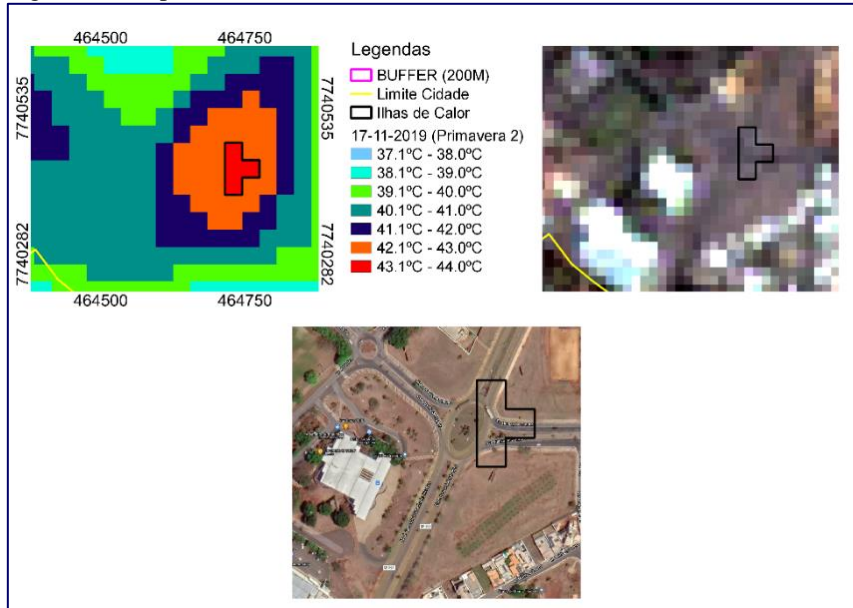


Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 15: Medidas da área de ICU em 17/11/2019

Primavera (2)			
Ilhas de Calor			
32.1°C - 34.0°C	Limite Urbano	Áreas ICU	TOTAL
Área (ha)	734,913	0,36	735,273
Área (%)	99,95	0,05	100

Figura 50: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 17/11/2019



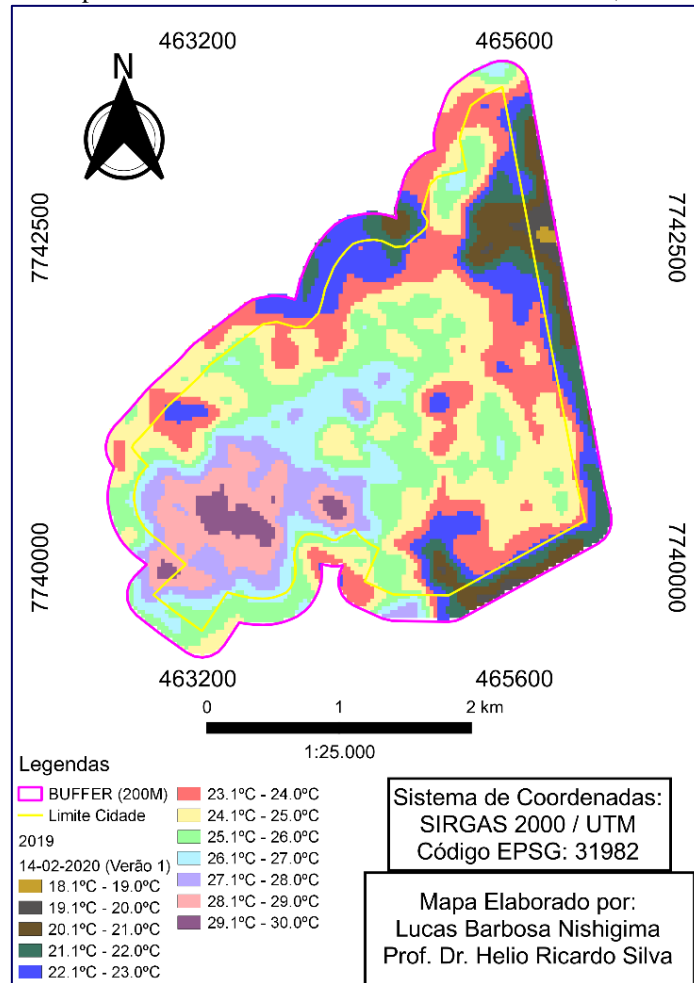
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.15 VERÃO 1

4.15.1 Ilha de Calor Urbana em 14/02/2020

De acordo com os dados obtidos em 14/02/2020 (Figura 51), não foram identificadas áreas com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 51: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 14/02/2020



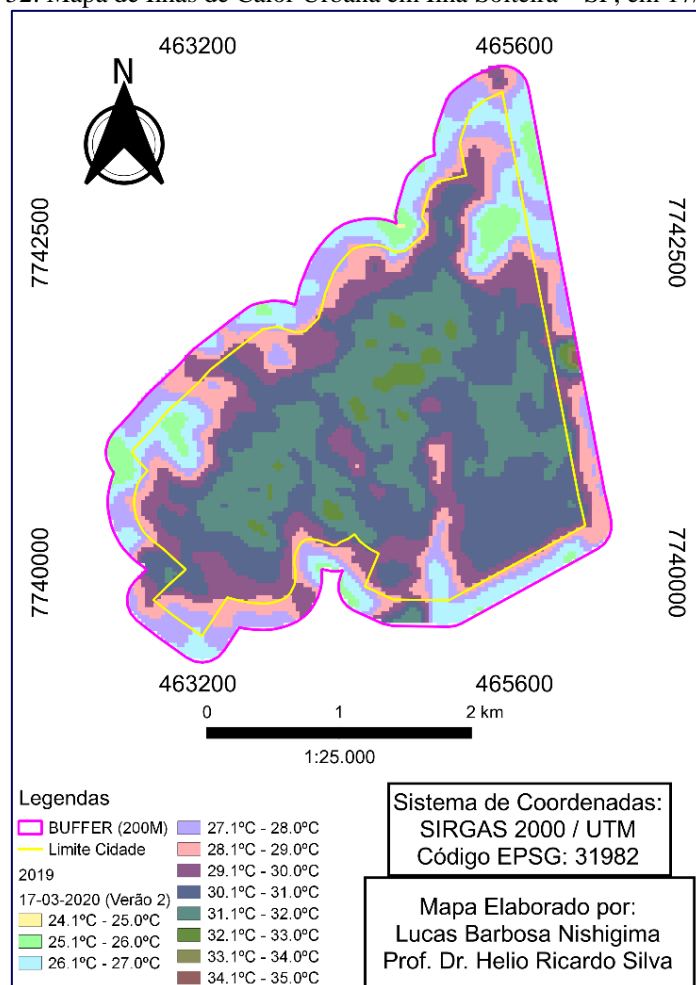
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.16 VERÃO 2

4.16.1 Ilha de Calor Urbana em 17/03/2020

De acordo com os dados obtidos em 17/03/2020 (Figura 52), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 52: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 17/03/2020



Fonte: Elaboração do próprio autor

2020

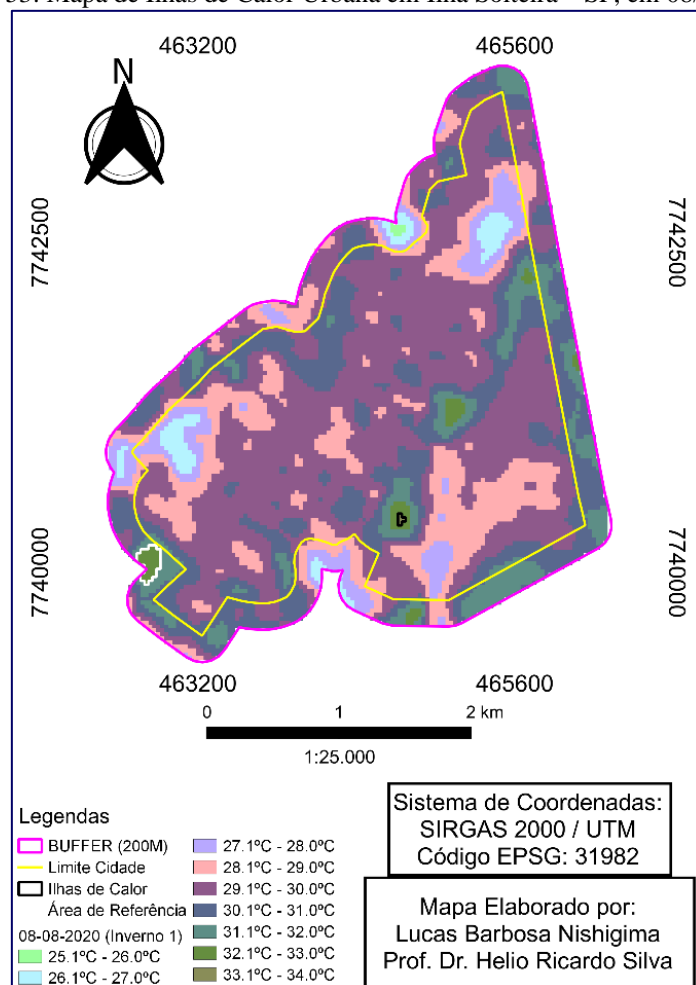
4.17 INVERNO 1

4.17.1 Ilha de Calor Urbana em 08/08/2020

De acordo com os dados obtidos em 08/08/2020 (Figura 53), foi identificada 1 área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Áreas 1. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 32.1 a 33°C.

Local: Av. Quinze de Outubro

Figura 53: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 08/08/2020

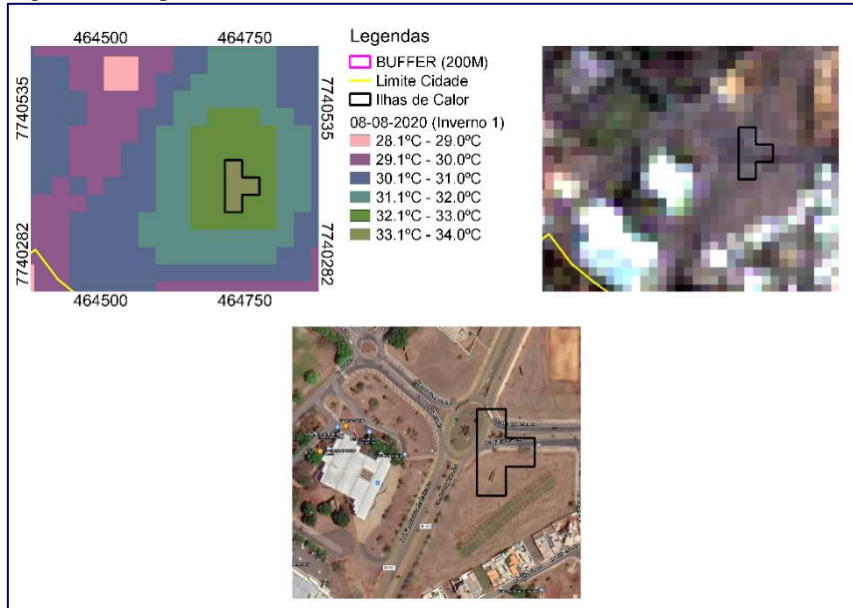


Fonte: Elaboração do próprio autor

Tabela 16: Medidas da área de ICU em 08/08/2020

Inverno (1)			
Ilhas de Calor			
33.1°C - 34.0°C	Limite Urbano	Áreas ICU	TOTAL
Área (ha)	734,913	0,36	735,273
Área (%)	99,95	0,05	100

Figura 54: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 08/08/2020



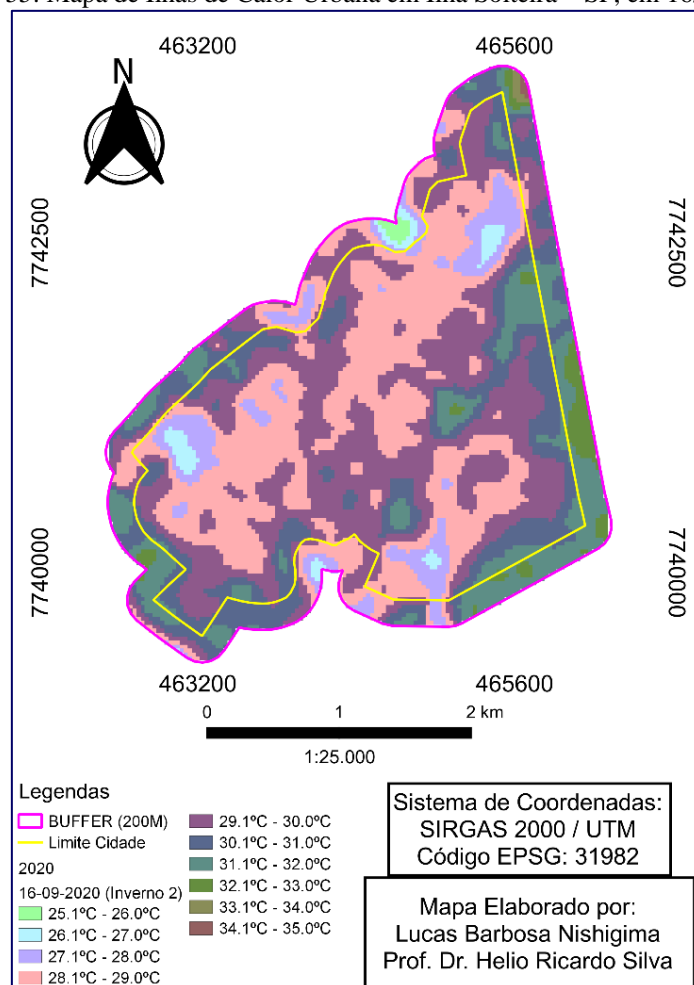
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.18 INVERNO 2

4.18.1 Ilha de Calor Urbana em 16/09/2020

De acordo com os dados obtidos em 16/09/2020 (Figura 55), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 55: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 16/09/2020



Fonte: Elaboração do próprio autor

4.19 OUTONO 1

4.19.1 Ilha de Calor Urbana em 20/05/2020

De acordo com os dados obtidos em 20/05/2020 (Figura 56), foram identificadas 2 áreas com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Áreas 1 e 2. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 29.1 a 30°C.

Local: Av. Quinze de Outubro, Rod. Gerson Dourado de Oliveira

Figura 56: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 20/05/2020

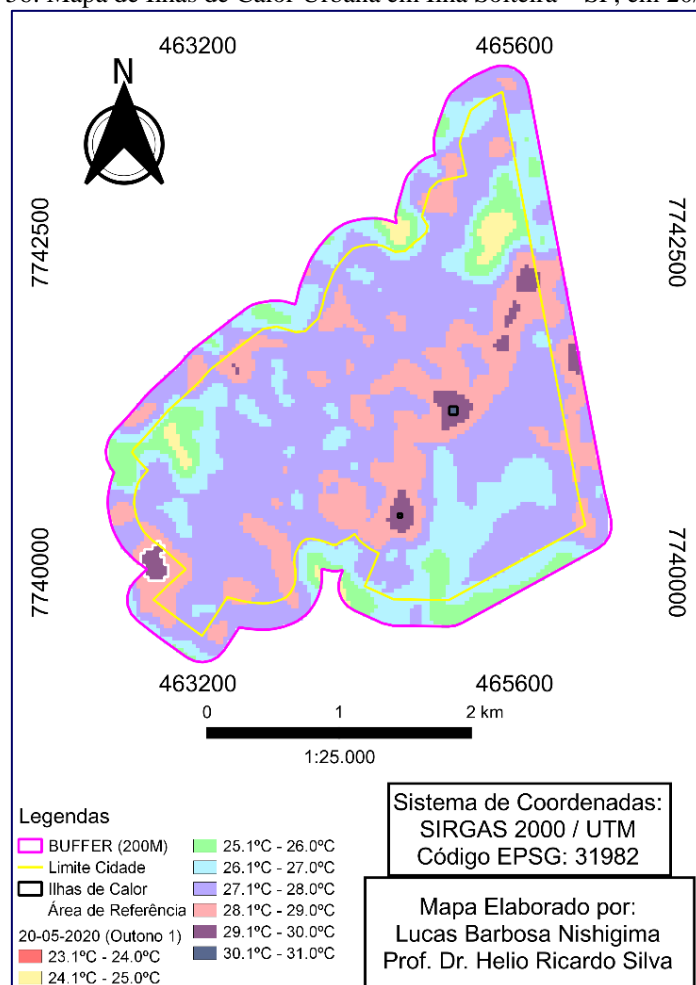
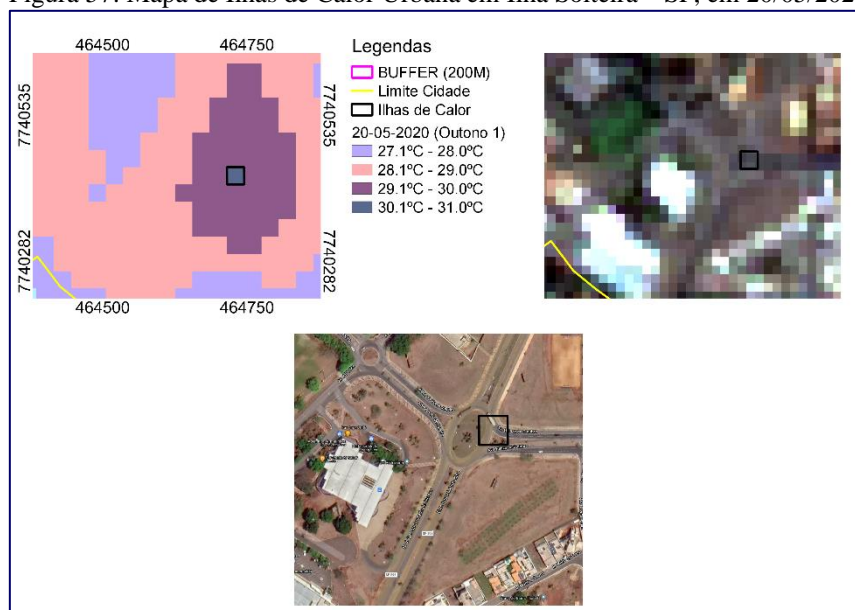


Tabela 17: Medidas da área de ICU em 20/05/2020

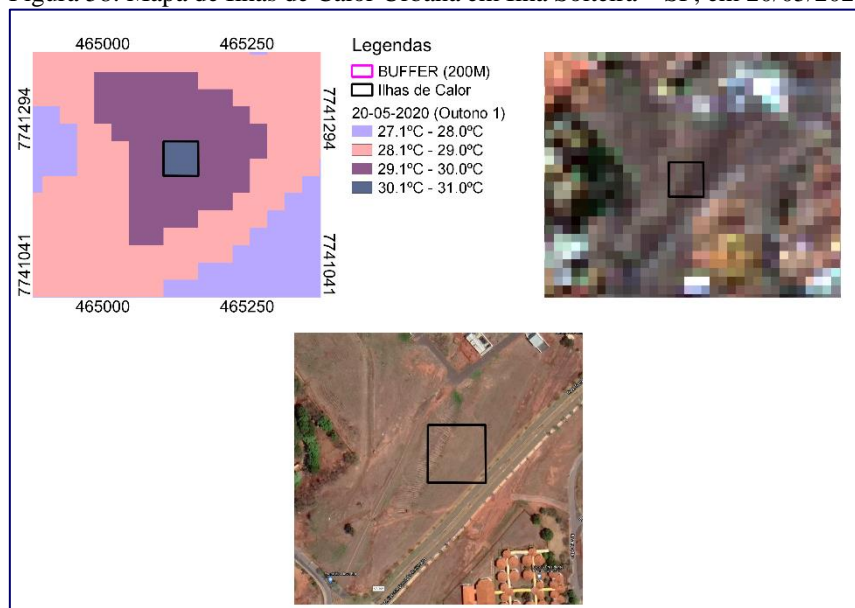
Outono (1)			
Ilhas de Calor			
30.1°C - 31.0°C	Limite Urbano	Áreas ICU	TOTAL
Área (ha)	734,913	0,451	735,364
Área (%)	99,94	0,06	100

Figura 57: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 20/05/2020



Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 58: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 20/05/2020



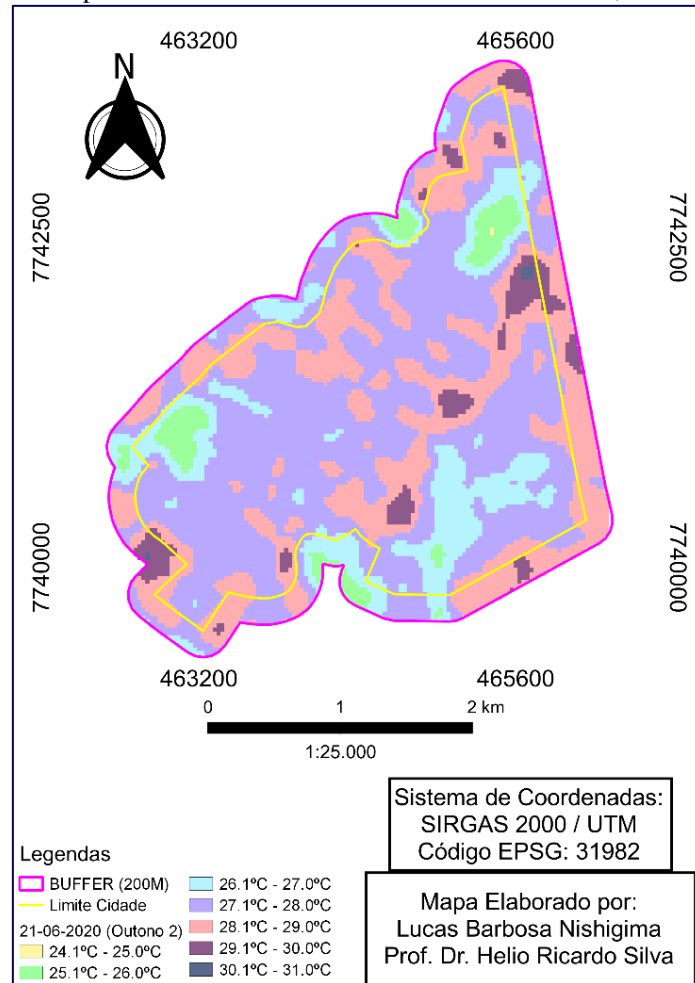
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.20 OUTONO 2

4.20.1 Ilha de Calor Urbana em 21/06/2020

De acordo com os dados obtidos em 21/06/2020 (Figura 59), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 59: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 21/06/2020



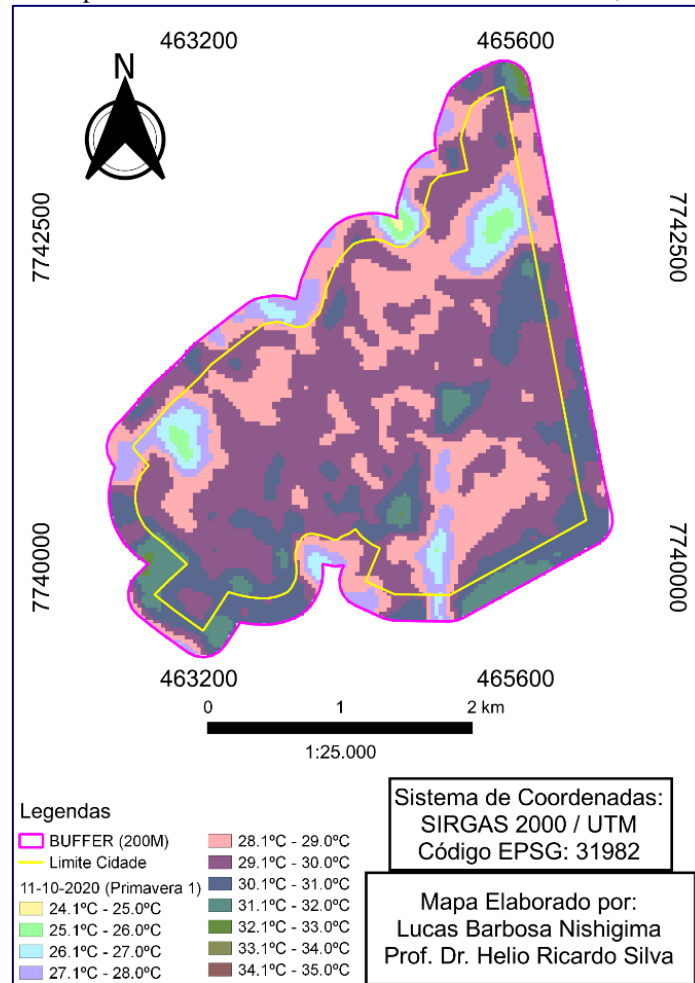
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.21 PRIMAVERA 1

4.21.1 Ilha de Calor Urbana em 11/10/2020

De acordo com os dados obtidos em 11/10/2020 (Figura 60), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 60: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 11/10/2020



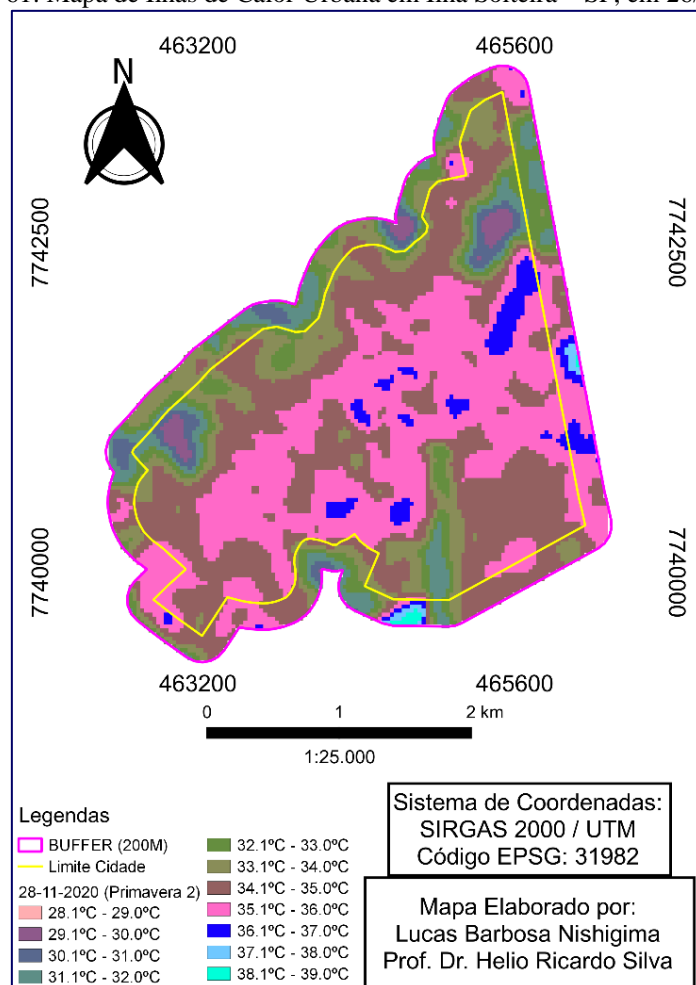
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.22 PRIMAVERA 2

4.22.1 Ilha de Calor Urbana em 28/11/2020

De acordo com os dados obtidos em 28/11/2020 (Figura 61), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 61: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 26/11/2020



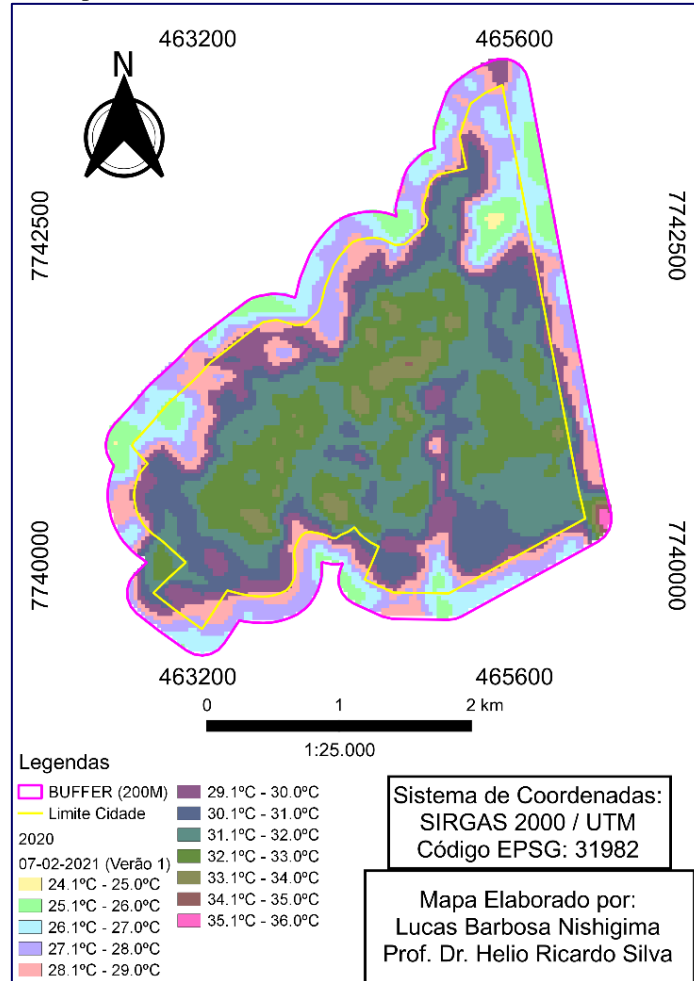
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.23 VERÃO 1

4.23.1 Ilha de Calor Urbana em 07/02/2021

De acordo com os dados obtidos em 07/02/2021 (Figura 62), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 62: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 07/02/2021



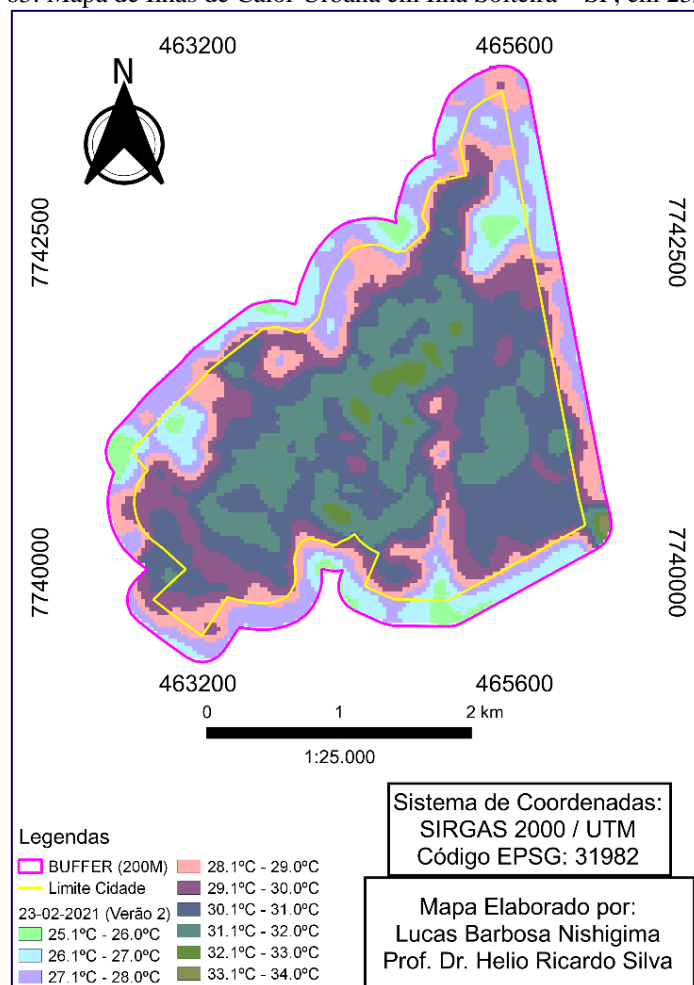
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.24 VERÃO 2

4.24.1 Ilha de Calor Urbana em 23/02/2021

De acordo com os dados obtidos em 07/02/2021 (Figura 63), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 63: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 23/02/2021



Fonte: Elaboração do próprio autor

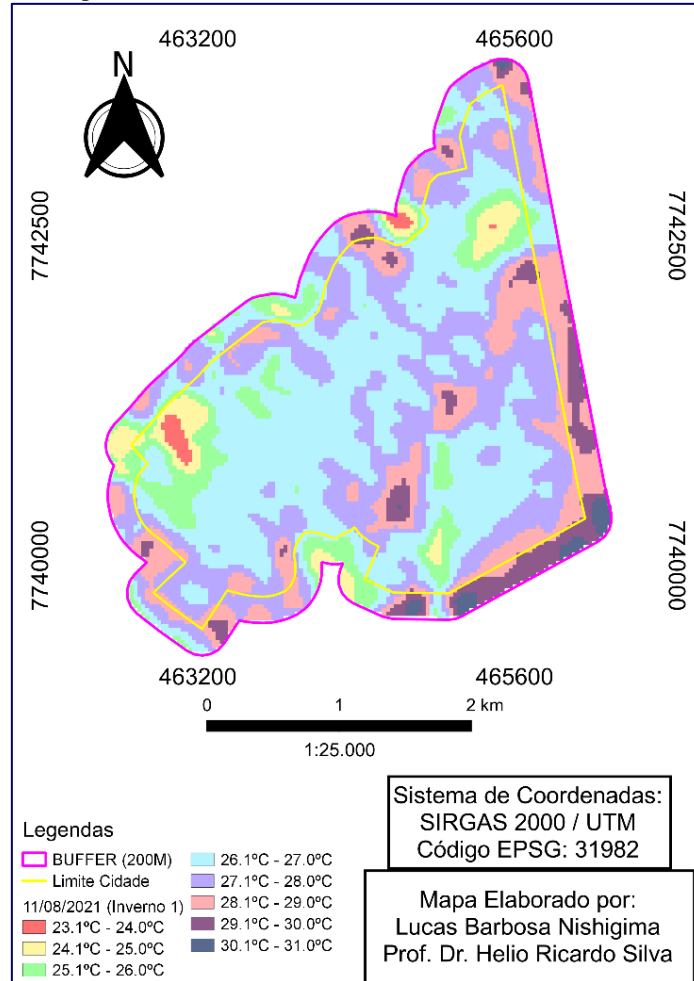
2021

4.25 INVERNO 1

4.25.1 Ilha de Calor Urbana em 11/08/2021

De acordo com os dados obtidos em 11/08/2021 (Figura 64), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 64: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 11/08/2021



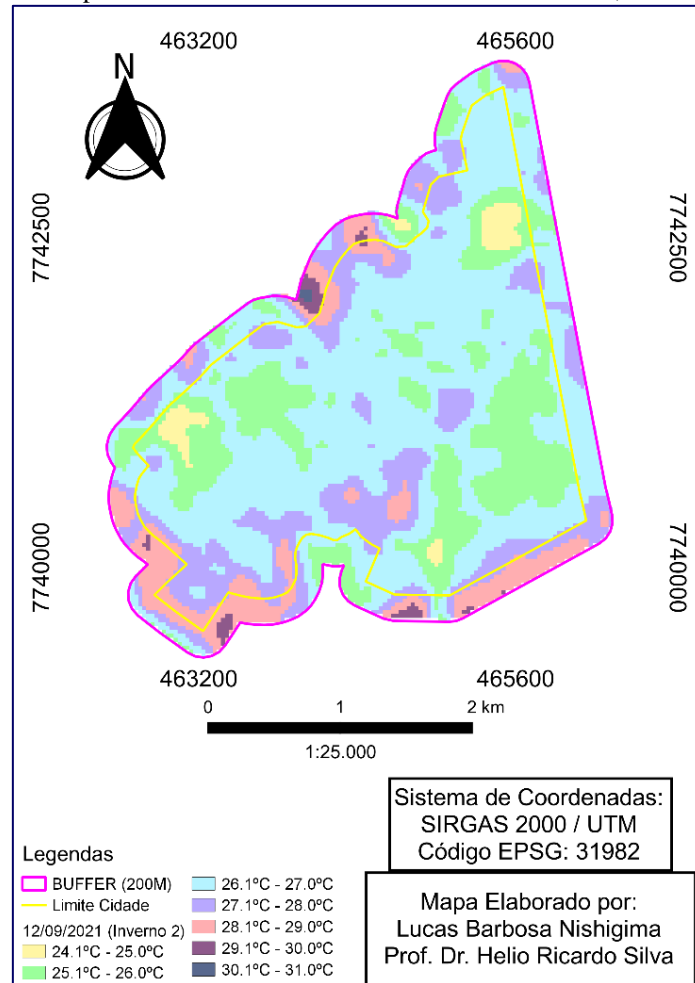
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.26 INVERNO 2

4.26.1 Ilha de Calor Urbana em 12/09/2021

De acordo com os dados obtidos em 12/09/2021 (Figura 65), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 65: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 12/09/2021



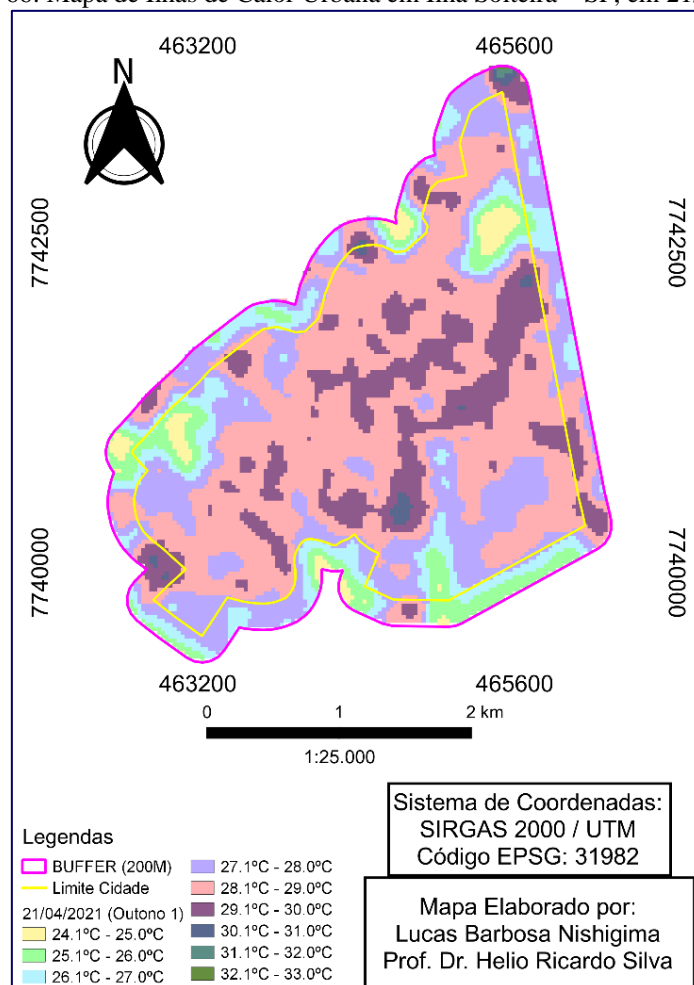
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.27 OUTONO 1

4.27.1 Ilha de Calor Urbana em 21/04/2021

De acordo com os dados obtidos em 21/04/2021 (Figura 66), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 66: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 21/04/2021



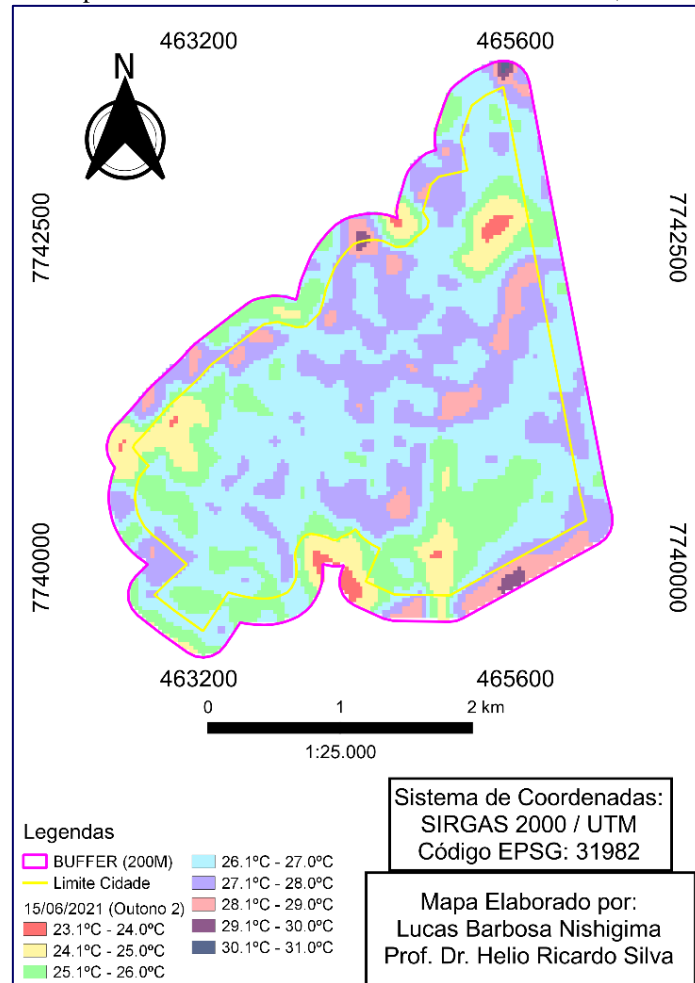
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.28 OUTONO 2

4.28.1 Ilha de Calor Urbana em 15/06/2021

De acordo com os dados obtidos em 15/06/2021 (Figura 67), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 67: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 15/06/2021



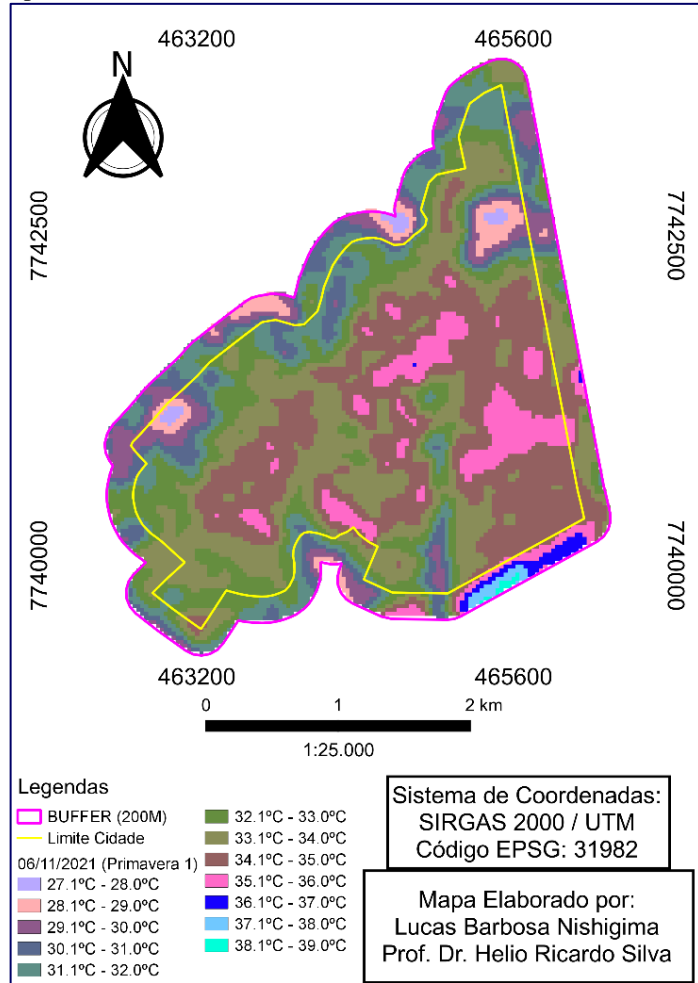
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.29 PRIMAVERA 1

4.29.1 Ilha de Calor Urbana em 06/11/2021

De acordo com os dados obtidos em 06/11/2021 (Figura 68), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 68: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 06/11/2021



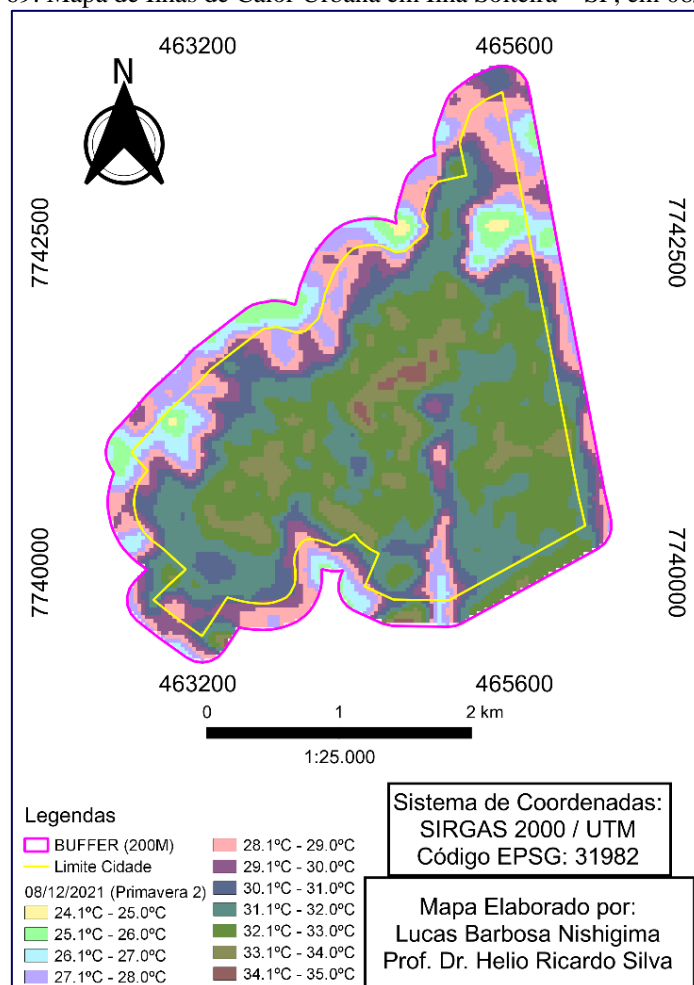
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.30 PRIMAVERA 2

4.30.1 Ilha de Calor Urbana em 08/12/2021

De acordo com os dados obtidos em 08/12/2021 (Figura 69), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 69: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 08/12/2021



Fonte: Elaboração do próprio autor

4.31 VERÃO 1

4.31.1 Ilha de Calor Urbana em 10/02/2022

De acordo com os dados obtidos em 10/02/2022 (Figura 70), foram identificadas 7 áreas com ilhas de calor dentro do perímetro urbano, denominadas como Áreas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14. A área dentro do limite de 200m (entorno) utilizada como referência para identificação das ICU esteve sob a temperatura de 31.1 a 32°C.

Local: Pas. Laguna, R. Laguna, Pas. Tijuca, R. Tijuca, Pas. Recanto, Pas. Marília, R. Marília, Pas. Limeira, R. Limeira, Pas. Araras, R. Sorocaba, Pas. Sorocaba, Al. São Paulo, Pas. Santos, R. Rio Paraíba, Av. Brasil Sul, Pas. Belo Horizonte, Pas. Uberaba, R. Rio Doce, Pas. Niterói, R. Goiânia, Pas. Goiânia, Pas. Cristalina, R. Teresina, Pas. Teresina, Pas. Batalha, R. Caracol, Pas. Caracol, R. Colinas, Pas. Colinas, R. Imperatriz, Pas. Imperatriz, R. Rio Tocantins, R. Icaraiá, Pas. Icaraiá, Al. Ceara, Pas. Canindé, Pas. Fortaleza, R. Fortaleza, Pas. Sobral, R. Sobral, Pas. Olinda, R. Olinda, Pas. Floresta, R. Floresta, Pas. Palmares, Al. Pernambuco, R. Recife, Pas. Recife, Pas. Caruaru, R.

Caruaru, Rua Salvador, Pas. Salvador, Pas. Juazeiro, R. Juazeiro, Pas. Ilhéus, Pas. Cabo, R. Cabo, Pas. Salgueiro.

Figura 70: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022

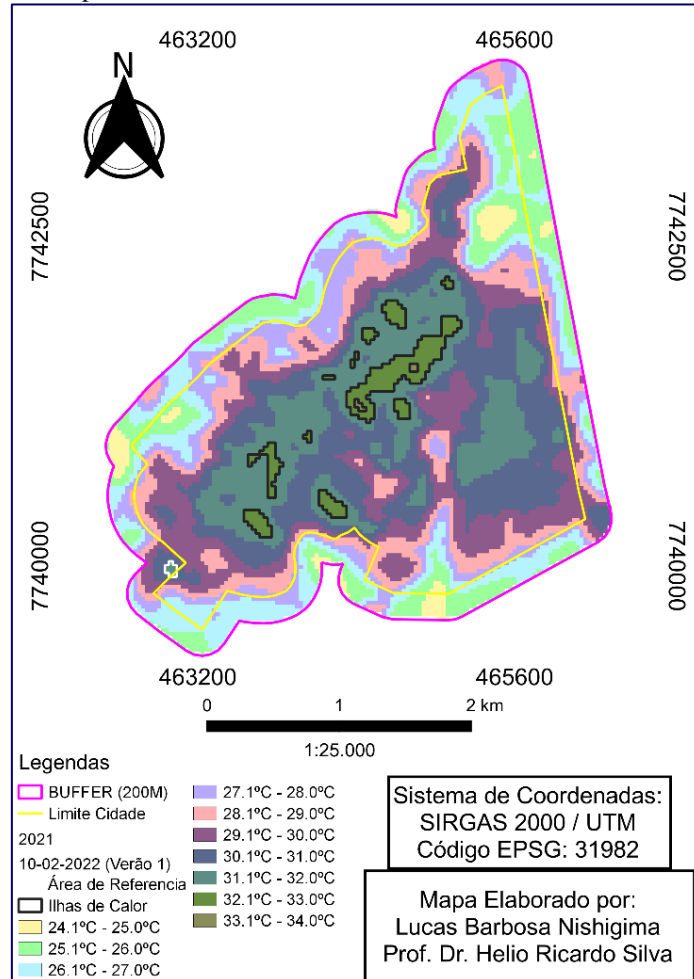
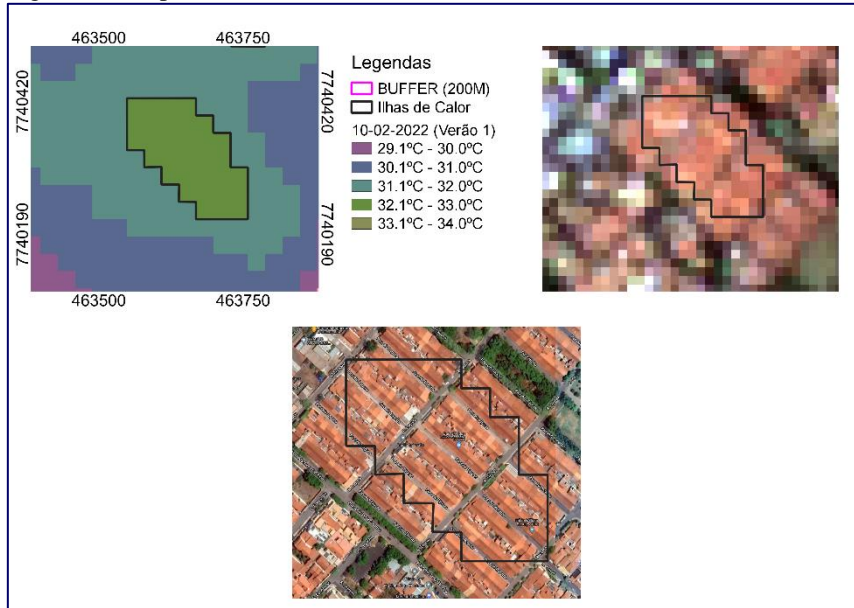


Tabela 18: Medidas da área de ICU em 10/02/2022

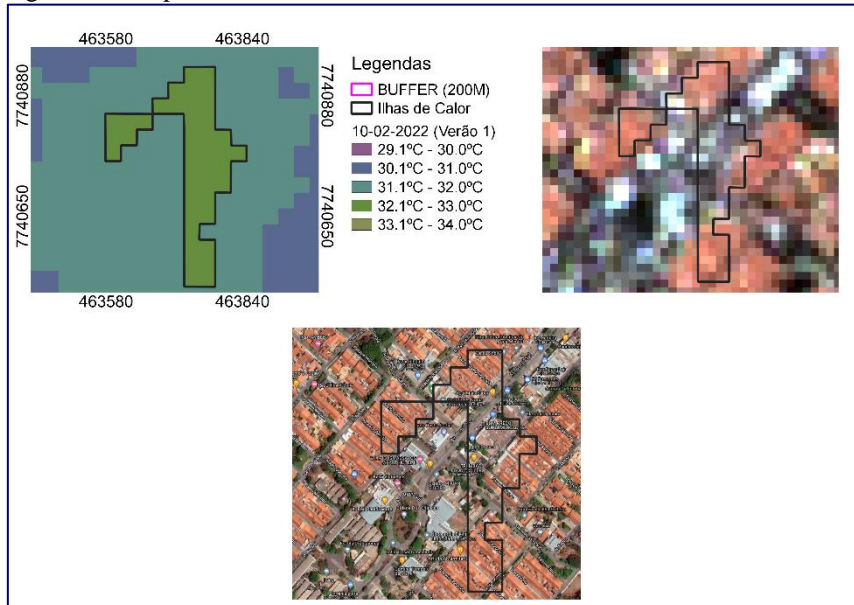
Verão (1)			
Ilhas de Calor			
33.1°C - 34.0°C	Limite Urbano	Áreas ICU	TOTAL
Área (ha)	734,913	35,1	770,013
Área (%)	95,95	4,05	100

Figura 71: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022



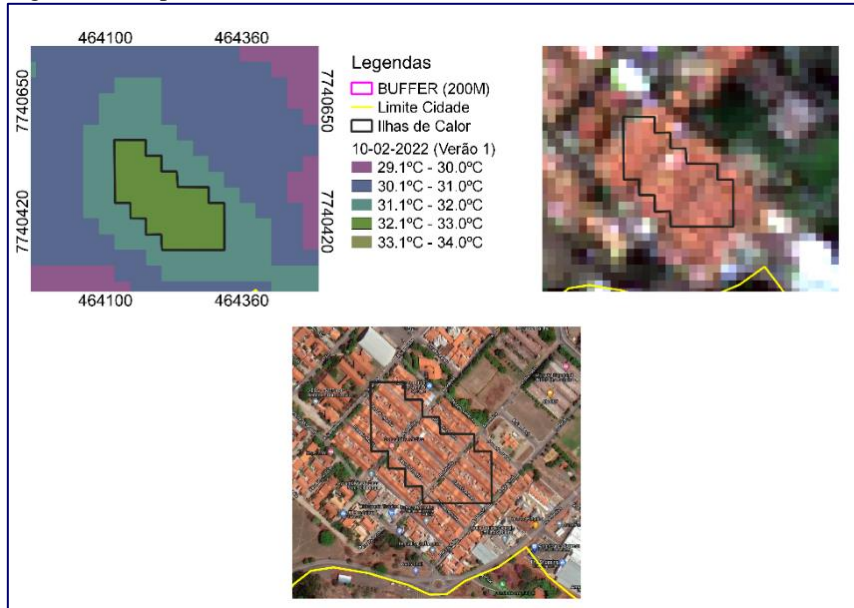
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 72: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022



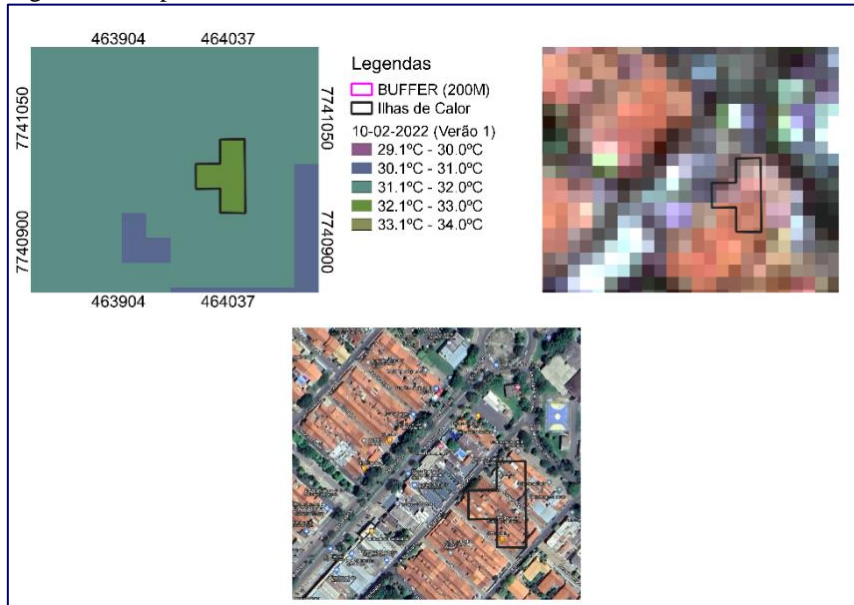
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 73: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022



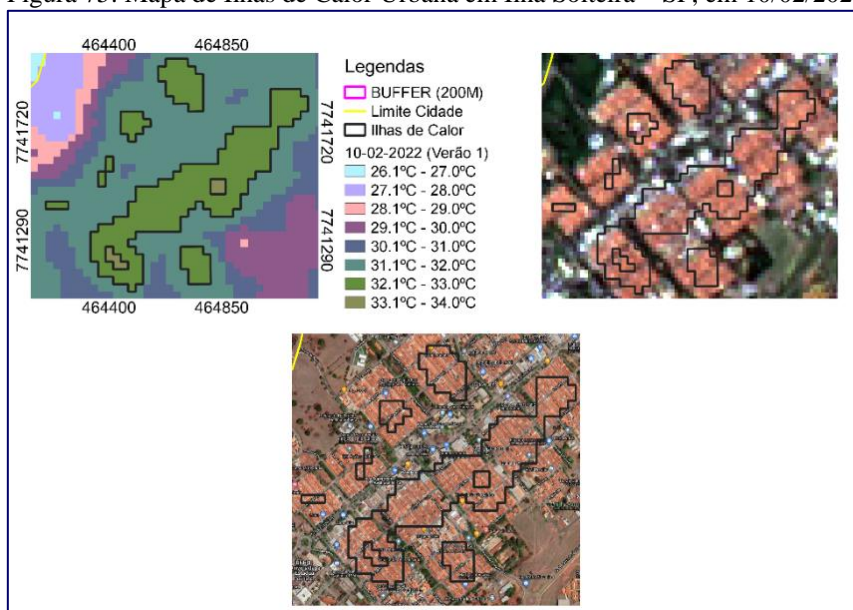
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 74: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022



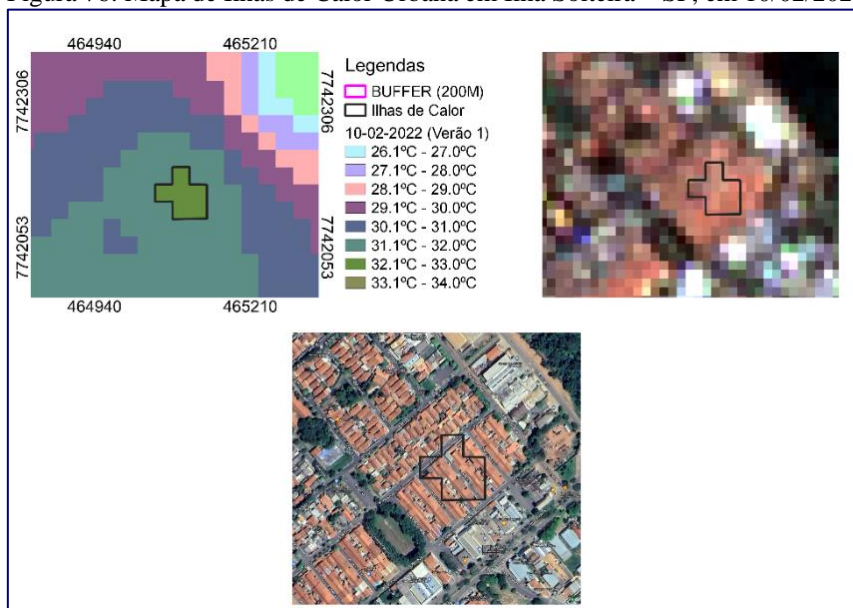
Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 75: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022



Fonte: Elaboração do próprio autor

Figura 76: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 10/02/2022



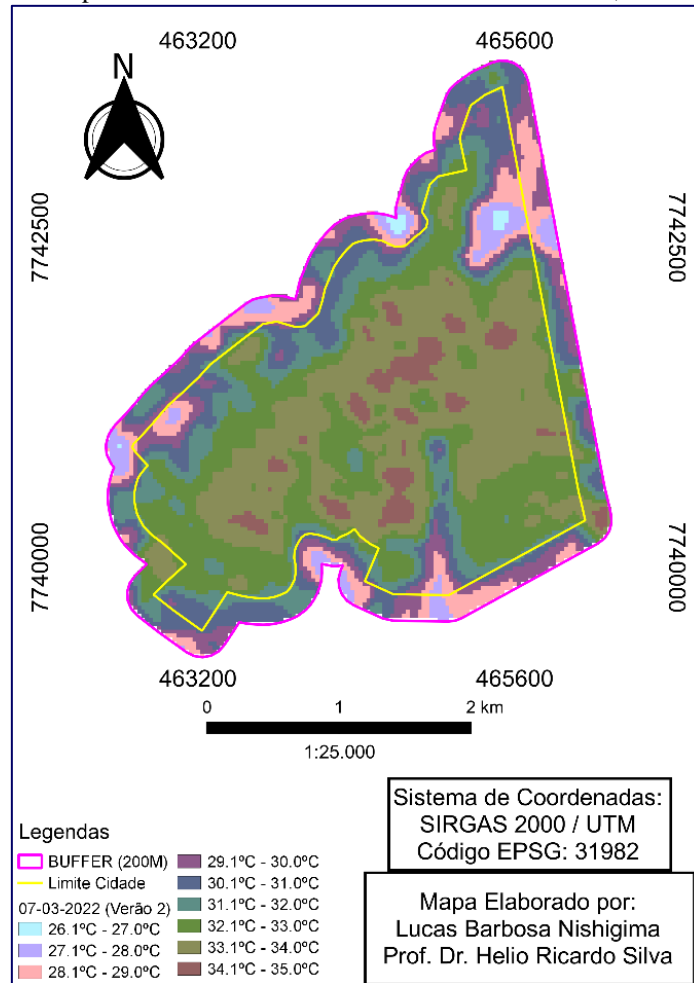
Fonte: Elaboração do próprio autor

4.32 VERÃO 2

Ilha de Calor Urbana em 07/03/2022

De acordo com os dados obtidos em 07/03/2022 (Figura 77), não foi identificada área com ilhas de calor dentro do perímetro urbano.

Figura 77: Mapa de Ilhas de Calor Urbana em Ilha Solteira – SP, em 07/03/2022



Fonte: Elaboração do próprio autor

Após as análises dos mapas foram feitas tabelas e gráficos comparativos anuais para saber se houve ou não reduções das ICU's aos longos dos anos de 2018 a 2021, para isso foi utilizado parâmetros como: Quantidade de ICU's, Velocidade dos Ventos, e em qual estação foi identificada.

Para o ano de 2018 e 2019 na (Tabela 19 e 20) podemos ver que as ICU's foram bem distribuídas ocorrendo a partir de Outono 2 até Verão (2) (2018) e nas estações Inverno (1) até Outono (1) e Primavera (1 e 2) (2019), podemos dizer que grande parte desse acontecimento pode ter acontecido por causa das queimadas, velocidade dos ventos, presença de carros e atividade industrial ao redor, podendo haver até influência de outros municípios.

Tabela 19: Tabela Comparativa de presença de ICU entre estações de 2018

Ano	Mês	Estação do ano	Qtd. de ICU	Ampl. de ICU - °C	Magnitude de ICU	% de ICU	Vel. do vento m/s	Escala de Beaufort	Figura	Presença ICU
2018	Agosto	Inverno (1)	0	0	0	0	1,8	Fraca	8	
2018	Setembro	Inverno (2)	0	0	0	0	1,5	Fraca	9	
2018	Abril	Outono (1)	0	0	0	0	0,8	Fraca	10	
2018	Maio	Outono (2)	1	1°C	Fraca	0,024	1,5	Fraca	11	
2018	Outubro	Primavera (1)	3	1°C	Fraca	0,22	1,5	Fraca	13	
2018	Dezembro	Primavera (2)	19	2°C	Fraca	18,78	0,6	Fraca	15	
2019	Fevereiro	Verão (1)	1	1°C	Fraca	0,07	0,8	Fraca	22	
2019	Março	Verão (2)	17	2°C	Fraca	10,12	1,1	Fraca	24	

*Cor vermelha: Não apresentaram ICU's

**Cor Verde: Apresentaram ICU's

Tabela 20: Tabela Comparativa de presença de ICU entre estações de 2019

Ano	Mês	Estação do ano	Qtd. de ICU	Ampl. de ICU - °C	Magnitude de ICU	% de ICU	Vel. do vento m/s	Escala de Beaufort	Figura	Presença ICU
2019	Agosto	Inverno (1)	1	1°C	Fraca	0,17	1	Fraca	32	
2019	Setembro	Inverno (2)	1	1°C	Fraca	0,06	2,6	Fraca	34	
2019	Abril	Outono (1)	6	1°C	Fraca	0,76	0,8	Fraca	36	
2019	Maio	Outono (2)	0	0	0	0	1,8	Fraca	42	
2019	Outubro	Primavera (1)	7	1°C	Fraca	4,05	0,9	Fraca	43	
2019	Dezembro	Primavera (2)	1	1°C	Fraca	0,05	1,8	Fraca	49	
2020	Fevereiro	Verão (1)	0	0	0	0	0,8	Fraca	51	
2020	Março	Verão (2)	0	0	0	0	0,5	Fraca	52	

*Cor vermelha: Não apresentaram ICU's

**Cor Verde: Apresentaram ICU's

Já no ano de 2020 e 2021 (tabela 21 e 22) houve uma grande redução das ICU's uma das teorias é que a pandemia da Covid – 19 tenha ajudado na redução da emissão de gases de efeito estufa, principalmente Gás Carbônico, o que contribuiu pra essa significativa redução. Uma outra possível teoria foi que os anos de 2020 e 2021 foi um ano atípico na climatologia onde não havia um tempo muito definido d calor e frio.

Tabela 21: Tabela Comparativa de presença de ICU entre estações de 2020

Ano	Mês	Estação do ano	Qtd. de ICU	Ampl. de ICU - °C	Magnitude de ICU	% de ICU	Vel. do vento m/s	Escala de Beaufort	Figura	Presença ICU
2020	Agosto	Inverno (1)	1	1°C	Fraca	0,05	0,8	Fraca	32	
2020	Setembro	Inverno (2)	0	0	0	0	2	Fraca	34	
2020	Abril	Outono (1)	2	1°C	Fraca	0,06	1,3	Fraca	10	
2020	Maio	Outono (2)	0	0	0	0	1,2	Fraca	11	
2020	Outubro	Primavera (1)	0	0	0	0	1,4	Fraca	13	
2020	Dezembro	Primavera (2)	0	0	0	0	2,1	Fraca	15	
2021	Fevereiro	Verão (1)	0	0	0	0	0,6	Fraca	22	
2021	Março	Verão (2)	0	0	0	0	0,8	Fraca	24	

*Cor vermelha: Não apresentaram ICU's

**Cor Verde: Apresentaram ICU's

Tabela 22: Tabela Comparativa de presença de ICU entre estações de 2021

Ano	Mês	Estação do ano	Qtd. de ICU	Ampl. de ICU - °C	Magnitude de ICU	% de ICU	Vel. do vento m/s	Escala de Beaufort	Figura	Presença ICU
2021	Agosto	Inverno (1)	0	0	0	0	1,4	Fraca	64	
2021	Setembro	Inverno (2)	0	0	0	0	1,2	Fraca	65	
2021	Abril	Outono (1)	0	0	0	0	1,1	Fraca	66	
2021	Maio	Outono (2)	0	0	0	0	0,8	Fraca	67	
2021	Outubro	Primavera (1)	0	0	0	0	0,3	Fraca	68	
2021	Dezembro	Primavera (2)	0	0	0	0	1,7	Fraca	69	
2022	Fevereiro	Verão (1)	1	1°C	Fraca	4,05	0,9	Fraca	70	
2022	Março	Verão (2)	0	0	0	0	0,5	Fraca	77	

*Cor vermelha: Não apresentaram ICU's

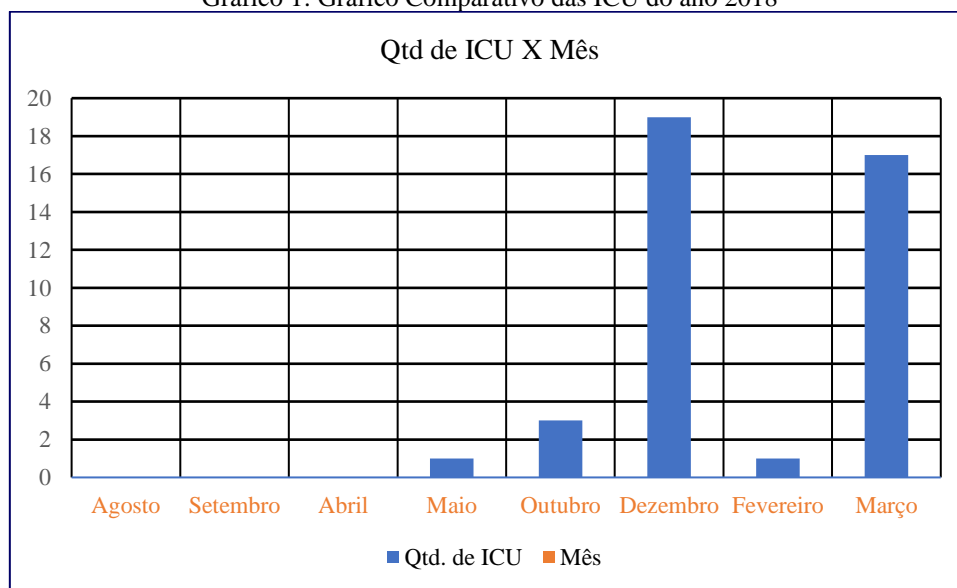
**Cor Verde: Apresentaram ICU's

Comparando os dados obtidos com dados feitos anteriormente feito por outros alunos

Após analisar os gráficos foram feitas tabelas para ilustrar melhor o que foi discutido

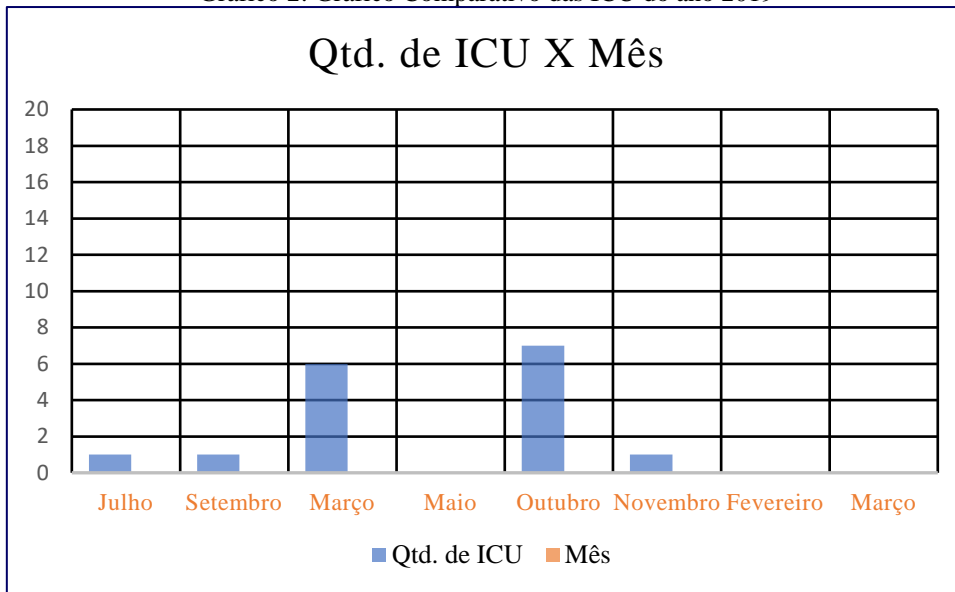
anteriormente e os resultados podem ser vistos a seguir (Gráfico 1; 2; 3 e 4).

Gráfico 1: Gráfico Comparativo das ICU do ano 2018



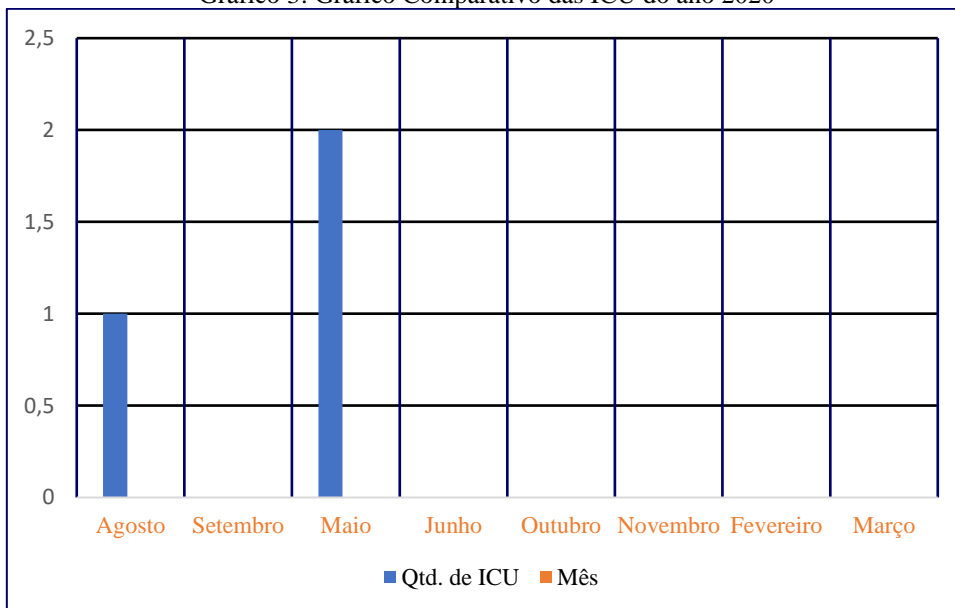
Fonte: Elaboração do próprio autor

Gráfico 2: Gráfico Comparativo das ICU do ano 2019



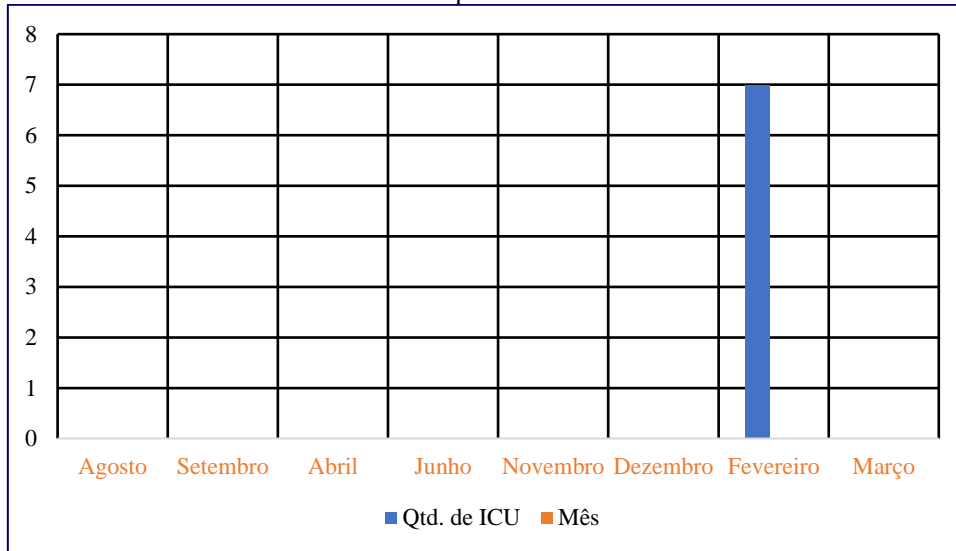
Fonte: Elaboração do próprio autor

Gráfico 3: Gráfico Comparativo das ICU do ano 2020



Fonte: Elaboração do próprio autor

Gráfico 4: Gráfico Comparativo das ICU do ano 2021



Fonte: Elaboração do próprio autor

- ABREU, K. M. P.; COUTINHO, L. M. Sensoriamento remoto aplicado ao estudo da vegetação com ênfase em índice de vegetação e métricas da paisagem. *VÉRTICES*, Campos dos Goytacazes/RJ, v.16, n.1, p. 173-198, jan. /abr. 2014
- AMORIM, M. C. C. T.; DUBREUIL, V. Intensity of Urban Heat Islands in Tropical and Temperate Climates. *Climate*, v.5, p.91 - 104, 2017.
- AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. 11º ed. - Rio de Janeiro: Bertrand, Brasil, 2006. 332p.
- BARBOSA, R. V. R.; VECCHIA, F. A. S. “Estudos de Ilha de Calor Urbana por meio de Imagens do Landsat 7 Etm+: Estudo de Caso em São Carlos (SP)”. *Revista Minerva – Pesquisa e Tecnologia*, v. 6, n. 3, set. /dez. 2009. Disponível em: Acesso em: 17 dez. de 2021.
- BARROS, M. P. Dimensão fractal e ilhas de calor urbanas: uma abordagem sistêmica sobre as implicações entre a fragmentação das áreas verdes e o ambiente térmico do espaço urbano. 2012. 210 f. Tese (Doutorado em Física Ambiental) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.
- CDC – CENTER FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION. Heat-Related Deaths – United States, 1993-2003. 2004. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Disponível em: < <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5529a2.htm>>. Acesso em 19 dez 2021.
- COLTRI, P.P. Influência do uso e cobertura do solo no clima de Piracicaba, São Paulo: análise de séries históricas, ilhas de calor e técnicas de sensoriamento remoto. 2006. 166p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2006.
- CORRÊA, P.B. et al. Heat Island in Manaus city: study with remote sensing Data, Modeling and Meteorological Data. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 31, n. 2, p. 167-176, 2016.
- COSTA, D. F.; SILVA, H. R.; PERES, L. F. Identificação de ilhas de calor na área urbana de Ilha Solteira-SP através da utilização de geotecnologias. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 974-985, 2010.
- GAMARRA, N. L. R.; CORRÊA, M. P.; TARGINO, A. C. L. Utilização de sensoriamento remoto em análises de albedo e temperatura de superfície em Londrina-PR: contribuições para estudos de ilha de calor urbano. *Revista Brasileira de Meteorologia*, São José dos Campos, v. 29, n. 4, p. 537-550, 2014. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbmet/v29n4/07.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2021.
- GARCÍA, F. F. Manual de climatología aplica: clima, medio ambiente y planificación. Madrid: Editorial Síntesis, 1996. 285 p.
- GARTLAND, L. Ilhas de calor: como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de Textos, 2010.

GIORDANO, D. E.; KRÜGER, E. L. Potencial de redução da temperatura de superfície pelo aumento do albedo nas diversas regiões brasileiras. *Paranoá: cadernos de arquitetura e urbanismo*, Brasília, DF, n. 11, p. 13-22, 2014. Disponível em: <<http://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/12080/8465>>. Acesso em: 16 dez. 2021.

GOMES BRASILEIRO, F. M.; ZANELLA, M. E. Occurrence of heat islands in urban space: reflections in the context of the city of Sobral, Ceará. *Geopauta, [S. l.]*, v. 5, n. 4, p. e9499, 2021. DOI: 10.22481/rg.v5i4.e2021.e9499. Disponível em: <https://periodicos2.uesb.br/index.php/geo/article/view/9499>. Acesso em: 9 feb. 2022.

Hernandez, F.B.T. Análise agroclimática da área de influência do Reservatório da Usina Hidrelétrica de Ilha Solteira, região noroeste do Estado de São Paulo. *Ilha Solteira: UNESP, FEPISA e SEAP/PR (Convênio 80/2005)*, 2007. 27 p.

HU, Y.; JIA, G. Influence of land use change on urban heat island derived from multi-sensor data. *International Journal of Climatology*, Chichester, v. 30, n. 9, p. 1382 - 1395, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Perfil dos municípios brasileiros. IBGE, Coordenação de População e Indicadores Sociais, Rio de Janeiro. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Cidades: 2010, Censo demográfico. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 dez. 2021.

KEGLER, J. J.; WOLLMANN, C. A.; BANDEIRA, B. C. O SISTEMA TERMODINÂMICO DE CIDADES PEQUENAS: CONFIGURAÇÃO URBANO-RURAL COM USO DE TRANSECTOS MÓVEIS EM AGUDO/RS, SITUAÇÃO VERANIL DE JANEIRO DE 2016. *Caminhos de Geografia, [S. l.]*, v. 18, n. 62, p. 32-48, 2017. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/34799>. Acesso em: 18 dez. 2021.

LANDSBERG, H. E The Climate of towns. In: LANDSBERG Man's role in changing the face of Earth. Chicago: The Wenner Grem Foundation Anthropological Research. The University of Chicago Press, 2006. p. 10-15

MASHIKI, M. Y. Geoprocessamento na identificação de ilhas de calor e influência do uso e ocupação do solo na temperatura aparente da superfície no município de Botucatu/SP. 2012. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia noções básicas e climas do Brasil. Ed. Oficina de Textos. São Paulo. 2007. 206p.

MENESES, P. R; ALMEIDA, T. Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto. Brasília: Universidade de Brasília –UNB, 2012.

MORAES, E. C. Fundamentos de Sensoriamento Remoto. São José dos Campos –SP: INPE, 2002. Capítulo 1.

MOREIRA, J. C.; SENE, E. Geografia Geral e do Brasil: espaço geográfico e globalização. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2004. 275 p.

NAKATA-OSAKI, Camila Mayumi e SOUZA, Léa Cristina Lucas De e RODRIGUES, Daniel Souto. Impacto da geometria do cânion urbano na intensidade de ilha de calor noturna: análise através de um modelo simplificado adaptado a um SIG. *Ambiente Construído*, v. 16, n. 3, p. 73–87, 2016.

Organização das Nações Unidas (ONU). Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2017/06/1589091-populacao-mundial-atingiu-76-bilhoes-de-habitantes>. Acessado em/18/12/2021

PARANHOS-FILHO, A. C; LASTORIA, G; TORRES, T. G. Sensoriamento Remoto ambiental aplicado: Introdução as Geotecnologias. Ed. UFMS, Campo Grande/MS, 2008.

POPULATION BULLETIN. World Population Highlights: Key findings from PRB's 2007 World population data sheet. Population Reference Bureau. v. 62, nº 3, 2007. Disponível em: <https://assets.prb.org>. Acesso em: 18 dez. 2021.

PORANGABA, Gislene Figueiredo Ortiz e AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. Geotecnologias Aplicadas à Análise de Ilhas de Calor de Superfície em Cidades do Interior do Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 12, n. 6, p. 2041, 2019.

PRB (Population Reference Bureau). Disponível em: www.prb.org> acessado em 18 dez. 2021

RIBEIRO, Helena e PESQUERO, Célia Regina e DE SOUSA ZANOTTI STAGLIORO COELHO, Micheline. Clima urbano e saúde: Uma revisão sistematizada da literatura recente. *Estudos Avançados*, v. 30, n. 86, p. 67-85, 2016

ROTH, M. Urban heat islands. *Handbook of environmental fluid dynamics. Volume two: systems, pollution, modeling, and measurements*. CRC Press, Boca Raton, FL, p. 143-160, 2013.

SAYDELLES, A. P. Estudo do campo térmico e das ilhas de calor urbano em Santa Maria - RS. 2005. 219f. Dissertação (Dissertação de mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, 2005. Disponível em: Acesso em: 17. dez. de 2021.

THE WORLD BANK. Urban Development. Disponível em: <<http://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>>. Acesso em: 18 fev. 2021.

VOOGT, J. A.; OKE, T. R. Thermal remote sensing of urban climates. *Remote Sensing of Environment*, New York, v. 86, p. 370-384, 2003.

REALIZAÇÃO:

SEVEN
publicações acadêmicas

ACESSE NOSSO CATÁLOGO!



WWW.SEVENEVENTS.COM.BR

CONECTANDO O **PESQUISADOR** E A **CIÊNCIA** EM UM SÓ CLIQUE.