

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA

EDUARDA REGINA AGNOLIN

**O CLIMA URBANO NO SUBTROPICAL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A
TEMPERATURA DO AR EM ERECHIM-RS**

Chapecó/Erechim, Dezembro de 2023

EDUARDA REGINA AGNOLIN

O CLIMA URBANO NO SUBTROPICAL: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A TEMPERATURA DO AR EM ERECHIM-RS

Dissertação apresentada para o Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Mestre em Geografia.

Orientação do Prof. Dr. Pedro Murara.

Chapecó/Erechim, Dezembro de 2023

Caixa Catalográfica

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Agnolin, Eduarda Regina
O CLIMA URBANO NO SUBTROPICAL: UM ESTUDO DE CASO
SOBRE A TEMPERATURA DO AR EM ERECHIM-RS / Eduarda Regina
Agnolin. -- 2023.
109 f.:il.

Orientador: Doutor Pedro Murara

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da
Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Geografia,
Chapecó, SC; Erechim, RS, 2023.

1. Clima Urbano, Termodinâmica, Sensores.. I. Murara,
Pedro, orient. II. Universidade Federal da Fronteira
Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Ata de Defesa



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA - CHAPECÓ

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO Nº 17/2023 - PPGGEO - CH (10.41.13.10.06)

Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO

Chapecó-SC, 11 de dezembro de 2023.

Ata de Defesa de Dissertação - Programa de Pós-Graduação em Geografia

Aos quatorze dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e três, às treze horas e trinta minutos, de modo remoto, reuniu-se a banca examinadora para defesa da dissertação apresentada por **Eduarda Regina Agnolin**, intitulada: "Análise da temperatura do ar de Erechim - RS", composta pelos professores: Prof. Dr. Pedro Germano dos Santos Murara (orientador - presidente - UFFS); Prof. Dr. Andrey Luis Binda (membro titular interno - UFFS); e Prof.ª. Dra. Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim (membro titular externo - UNESP/Presidente Prudente/SP). O presidente da banca examinadora deu por aberta a sessão e, logo a seguir, passou a palavra à mestranda para que, em até trinta minutos, expusesse seu trabalho. Terminada a exposição, passou-se à arguição da Banca Examinadora.

Os membros examinadores decidiram por (x) aprovar () reprovar o trabalho.

Observações: Considerar as sugestões apontadas pela banca.

Nestes termos, esta ata segue assinada pelos Membros da Banca Examinadora e pela mestranda.

(Assinado digitalmente em 14/12/2023 15:28)

ANDREY LUIS BINDA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
ACAD - CH (10.41.13)
Matrícula: 00068105

(Assinado digitalmente em 18/12/2023 10:20)

PEDRO GERMANO DOS SANTOS MURARA
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR
ACAD - ER (10.44.05)
Matrícula: 00059108

(Assinado digitalmente em 18/12/2023 16:17)

EDUARDA REGINA AGNOLIN
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 000.000.880-00

(Assinado digitalmente em 16/12/2023 09:36)

MARGARETE CRISTIANE DE COSTA TRINDADE
AMORIM
ASSINANTE EXTERNO
CPF: 000.000.528-00

Processo Associado: 23205.037483/2023-00

Visualize o documento original em <https://sipac.uffs.edu.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 17, ano: 2023, tipo: ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO, data de emissão: 11/12/2023 e o código de verificação: 50adf482b9

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao meu orientador Prof. Pedro Murara, que nunca mediu esforços para que a pesquisa se realizasse, e esteve sempre disponível para orientações e retirada de dúvidas, fornecendo materiais e equipamentos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGeo), um curso de mestrado relativamente jovem e de caráter *multicampi* entre o *Campus* Chapecó/SC e *Campus* Erechim/RS da Universidade Federal da Fronteira Sul, pela oportunidade de aperfeiçoar conhecimentos. O programa de pós graduação retornou as aulas presenciais em 2022, o que possibilitou conhecer os colegas fisicamente, agradeço-os pela curta e intensa experiência.

Ariane Pasuch e a Secretaria de Meio Ambiente de Erechim pela oportunidade do estágio do Bacharelado e pelo auxílio nos contatos para a instalação de Weather Hubs em locais específicos.

Agradeço imensamente aos Professores do Bacharelado em Geografia que compreenderam a dinâmica de realizar os dois cursos concomitantes, pela liberação deles para as participações em eventos, e pela busca de formar profissionais capazes de entender e compreender a dinâmica das transformações no mundo e suas influências no cenário nacional, regional e local.

Ao Professor Éverton de Moraes Kozenieski pela orientação na bolsa de Monitoria de Ensino em Trabalho de campo como bacharelanda.

Estendo os agradecimentos a todas as pessoas que trabalharam Censo Demográfico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, posto de Erechim -RS Subárea 03, em especial as minhas colegas Agentes Censitárias Supervisoras, que me apoiaram no desenvolvimento da pesquisa.

A prof.^a Margarete e o prof.^o Andrey, por terem aceitado fazer parte da banca examinadora e por suas importantes sugestões! Agradeço a CAPES pelo financiamento da pesquisa nos últimos onze meses, foi fundamental para a conclusão dessa pesquisa!

Agradeço aos meus pais por sempre me apoiarem no movimento para a pós graduação!

A todos, os demais, que contribuíram de alguma forma.

Muito Obrigada a todos!

DEDICATÓRIA

“Todas as manhãs nascemos de novo! O que **fazemos hoje** importa mais, todos nós temos nossos **obstáculos e lutas**, mas eles não nos definem, em vez disso, **refinam-nos**, eles **moldam-nos** em pessoas que estamos destinadas a ser”, uma leitura de *Jack Kornfield Buddha's Little Instruction Book* (1994).

“A **vida** é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é **coragem**.”
João Guimarães Rosa, (1956)

“Diante da vastidão do tempo e da imensidão do universo, é um **imenso prazer** para mim **dividir** um planeta em uma época com **você**.”
Carl Sagan, (1997)

RESUMO

A relação entre o ser humano e os elementos climáticos é bidirecional: as ações humanas, ou seja, as modificações e alterações que são resultantes da produção do espaço influenciam o clima, e as mudanças climáticas têm impactos diretos na sociedade. Esta pesquisa tem o objetivo de investigar a variação da temperatura do ar na área urbana e entorno próximo de Erechim. Para isso, foi realizada uma revisão bibliográfica sistematizada com intuito de compreender o panorama das teses e dissertações desenvolvidas. Posteriormente a isso, foram instalados 4 Termo – Higrômetros, da marca Weather Hub, realizou-se a caracterização dos pontos de coleta, por aproximadamente 6 meses do ano, do qual foi utilizado do elemento temperatura do ar, nos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro do ano 2023. Os resultados indicaram a presença de ilhas de calor, onde as amplitudes máximas absolutas têm os maiores valores às 21horas, nos meses de maio, junho, agosto e setembro e às 9horas em junho, seguida pelas 15horas em outubro. Além disso destaca-se o ponto 01 e 04 com menores temperaturas, os pontos 02 e 03 apresentaram as maiores temperaturas, o que se associa a cobertura artificial (concreto, asfalto, construções), no período noturno há a tendência de essas temperaturas serem elevadas quando comparadas com os outros pontos. Destaca-se como importante, o planejamento de assentamentos e infraestrutura em Erechim, a compreensão do uso da terra e uma abordagem integrada da infraestrutura física, natural e social da cidade e campo.

Palavras Chave: Clima Urbano, Termodinâmica, Sensores.

ABSTRACT

The relationship between humans and climate elements is bidirectional: human actions, that is, the modifications and changes that result from the production of space, influence the climate, and climate change has direct impacts on society. This research aims to investigate the variation in air temperature in the urban area and surrounding areas near Erechim; To this end, a systematic bibliographic review was carried out in order to understand the overview of the theses and dissertations developed. After this, 4 Thermo-Hygrometers, from the Weather Hub brand, were installed, the collection points were characterized, for approximately 6 months of the year, of which the air temperature element was used, in the months of May, June, July, August, September and October of the year 2023. The results indicated the presence of heat islands, where the absolute maximum amplitudes have the highest values at 9 pm, in the months of May, June, August and September and at 9 am in June, followed by at 3pm in October. Furthermore, points 01 and 04 stand out with the lowest temperatures, points 02 and 03 had the highest temperatures, which is associated with artificial coverage (concrete, asphalt, buildings), at night there is a tendency for these temperatures to be high. when compared with the other points. Settlement and infrastructure planning, land use planning and an integrated approach to the physical, natural and social infrastructure of the city and countryside stand out as important.

Keywords: Urban Climate, Thermodynamics, Sensors.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01. Mapa de Localização de Erechim.....	15
Figura 02. Demonstra a Média decenal reconstruída e a Temperatura anual da superfície levando em consideração fatores humanos e naturais e fatores naturais de 1850 -1990.....	36
Figura 03. Dados e literaturas do Sul da América do Sul.....	36
Figura 04. Escalas climáticas para a análise do clima urbano.....	39
Figura 05. Massas de ar atuantes no Brasil.....	42
Figura 06. Palavras que mais aparecem nos títulos das Dissertações.....	47
Figura 07. Palavras que mais aparecem nos títulos das Teses.....	49
Figura 08. Funcionamento de um Ecossistema urbano.....	60
Figura 09. Classificação de Köppen para o Brasil.....	62
Figura 10. Fluxograma da revisão Bibliográfica realizada.....	66
Figura 11. Mapa base para escolha dos locais de instalação dos pontos.....	67
Figura 12. Mapa de usos do solo.....	68
Figura 13. Primeiro passo na construção dos abrigos.....	70
Figura 14. Segundo e terceiro passo na construção dos abrigos.....	70
Figura 15. Localização dos pontos de coleta.....	72
Figura 16. Bairro Linho (interesse social).....	74
Figura 17. Secretaria da Saúde de Erechim.....	75
Figura 18. Diretoria de Tecnologia da Informação.....	77
Figura 19. Área Rural, UFFS.....	79
Figura 20. Sensores de temperatura da marca Weather Hub.....	81
Figura 21. NDVI nos pontos de coleta.....	86
Figura 22. Usos e ocupação da terra nos pontos de coleta.....	87
Figura 23. Temperatura de superfície do dia 06/06/2023.....	93
Figura 24. Temperatura de superfície do dia 16/07/2023.....	95
Figura 25. Temperatura de superfície do dia 17/08/2023.....	97
Figura 26. Temperatura de superfície do dia 18/09/2023.....	99
Figura 27. Temperatura de superfície do dia 20/10/2023.....	100

LISTA DE TABELAS

Tabela 01. Subsistemas de análise do Clima.....	25
Tabela 02. Quadro de revisões bibliográficas realizadas.....	26
Tabela 03. Pesquisas desenvolvidas no Brasil que abarcaram o Clima Urbano.....	29
Tabela 04. Pesquisas sobre o clima urbano no subtropical.....	44
Tabela 05. Teses sobre o clima urbano no subtropical.....	47
Tabela 06. Localização dos Pontos de coleta de dados.....	68
Tabela 07. Weather Hub instaladas.....	73
Tabela 08. Especificações técnicas do sensor <i>Weather Hub</i>	82
Tabela 09. Amplitudes do mês de maio.....	90
Tabela 10. Amplitudes do mês de junho.....	91
Tabela 11. Amplitudes do mês de julho.....	93
Tabela 12. Amplitudes do mês de agosto.....	95
Tabela 13. Amplitudes do mês de setembro.....	97
Tabela 14. Amplitudes do mês de outubro.....	99

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01. A: Quantidade de Teses e Dissertações encontrados no BDTD e	
B: Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES.....	27
Gráfico 02. Quantidade de Teses e Dissertações distribuídas ao longo dos anos individualizado por plataforma:	28
Gráfico 03. Quantidade de Teses e Dissertações distribuídas ao longo dos anos somando as duas plataformas:.....	28
Gráfico 04. População urbana e rural de Erechim 1970 -2019.....	59
Gráfico 05. Frequência da temperatura nos 6 meses de análise por ponto	88
Gráfico 06. Diagrama de Dispersão com base no ponto 04.....	89
Gráfico 07. Temperatura do ar do mês de maio às 9h, 15h, 21h:.....	91
Gráfico 08. Temperatura do ar do mês de junho às 9h, 15h, 21h:.....	92
Gráfico 09. Temperatura do ar do mês de julho às 9h, 15h, 21h:.....	94
Gráfico 10. Temperatura do ar do mês de agosto às 9h, 15h, 21h:.....	96
Gráfico 11. Temperatura do ar do mês de setembro às 9h, 15h, 21h:.....	98
Gráfico 12. Temperatura do ar do mês de outubro às 9h, 15h, 21h:.....	100

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	13
2. JUSTIFICATIVA.....	16
3. OBJETIVOS.....	18
4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
4.1 O Clima Urbano, Uma Breve História.....	20
4.2 O Clima Urbano, Estudos Aplicados na Pós Graduação no Brasil.....	24
4.3 O Clima Urbano, Escalas de Análise.....	36
4.4 Dinâmica Regional no Subtropical (PR- SC -RS).....	41
4.5 Estudos de Clima Urbano no Subtropical (PR- SC -RS).....	43
5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	51
5.1 Urbanização.....	52
5.2 Hidrografia.....	55
5.3 Áreas verdes e ecossistemas urbanos.....	59
5.4 Usos e Ocupação do Solo/Terra.....	61
5.5 Clima.....	62
6. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	65
6.1 Revisão Bibliográfica.....	66
6.2 Utilização de critérios na distribuição dos pontos de coleta.....	67
6.3 Abrigos com pratos plásticos brancos.....	69
6.4 Caracterização dos Pontos Fixos de Coleta de Dados.....	71
6.4.1 Ponto 01.....	72
6.4.2 Ponto 02.....	73
6.4.3 Ponto 03.....	75
6.4.5 Ponto 04.....	77
6.5 Dados Meteorológicos coletados por sensores Weather Hub.....	80
6.6 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI.....	81
6.7 Cartas de indicadores ambientais.....	82
7. RESULTADOS.....	84
7.1 Análise ambiental da área de estudo.....	85
7.2 Frequência das três medições.....	86
7.3 Mês de Maio de 2023.....	89
7.4 Mês de Junho de 2023.....	90
7.5 Mês de Julho de 2023.....	92
7.6 Mês de Agosto de 2023.....	94
7.7 Mês de Setembro de 2023.....	96
7.8 Mês de Outubro de 2023.....	98
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	101
9. REFERÊNCIAS.....	103

1. INTRODUÇÃO



A partir da consolidação da Revolução Industrial na segunda metade do século XVIII, houveram transformações sociais, econômicas e ambientais que aceleraram o processo de urbanização, o mesmo perpetuou-se pelo mundo e trouxe consigo modificações nos usos e ocupação da terra, que geram impactos como o excesso de calor artificial e diferenças térmicas do urbano em relação ao entorno próximo. Neste período também, surgem preocupações higienistas, de qualidade ambiental e do ar nas cidades sedes industriais, essa preocupação foi concomitante aos primeiros estudos de clima urbano no mundo, desenvolvidos por Howard em 1818, Landsberg em 1956 e Oke em 1976, entre outros autores que se debruçaram a estudar o tema (Sposito, 1988; Mendonça, 2001).

No Brasil o processo de urbanização teve propulsão em 1960/70, pois neste período ocorreram alterações nas relações de trabalho entre campo e cidade, ocasionando o êxodo rural, de modo que as pessoas partiam em prol de oportunidades de trabalho, saúde, educação e esperança de uma vida melhor, geradas na cidade pela indústria e comércio. Sendo assim, a cidade constitui-se como o lugar escolhido pelas pessoas para viver e desenvolver-se, criando assim um espaço antropizado que se diferencia do rural, pela concentração humana e sua relação com o uso da terra (Sposito, 1988).

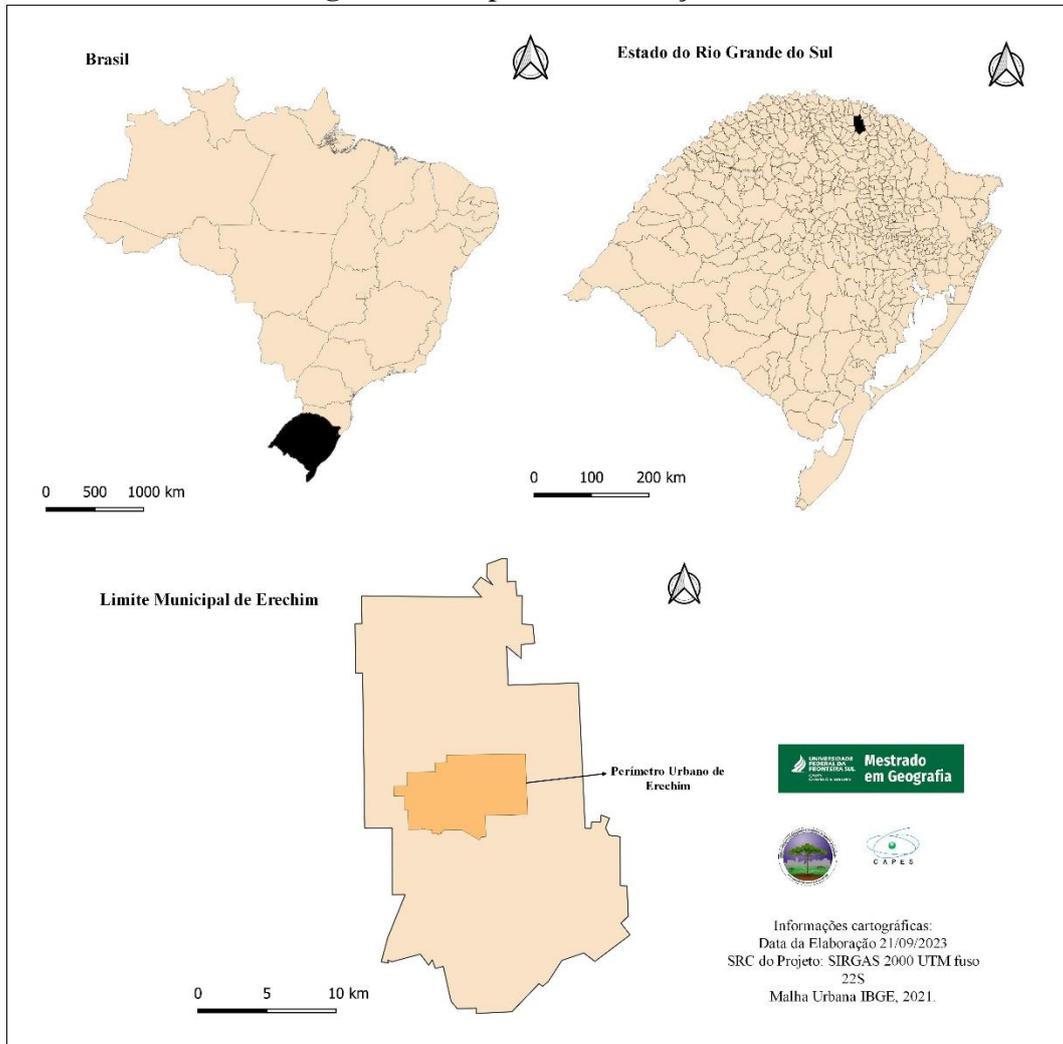
A Climatologia urbana no Brasil é pautada, principalmente pela Teoria Sistema Clima Urbano (SCU) está diretamente ligada à Climatologia Geográfica, propõe a compreensão do clima das cidades, sua relação com o entorno próximo e com o rural. A teoria foi elaborada no Brasil pelo autor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, na segunda metade do século XX.

Os estudos de clima urbano iniciaram em grandes cidades, onde os impactos advindos dessa relação entre sociedade-natureza eram perceptíveis. No avançar dos anos, iniciaram os estudos em cidades de pequeno e médio porte, nas quais também ocorrem impactos de menor magnitude, as mesmas são numerosas, e os estudos de clima urbano concedem a possibilidade do diagnóstico, gestão, planejamento e mitigação, no decorrer de seu crescimento, proporcionando assim uma qualidade de vida, ambiental e de conforto em relação ao clima (Monteiro, 1976; Mendonça, 2001; Amorim, 2000).

Em Erechim-RS (Figura 01), alvo da investigação deste trabalho, um primeiro estudo do clima urbano foi realizado por Kegler e Wollmann *et al.* (2016) no qual os

autores registraram por meio de transectos móveis amplitudes de 8 °C entre os bairros da cidade e constataram que as áreas verdes atuam como amenizadora do clima urbano. Os autores identificaram ainda que, sob domínio polar em processo de tropicalização, o urbano apresentou temperaturas mais elevadas onde o solo era impermeável.

Figura 01. Mapa de Localização de Erechim



Fonte: a autora, 2023.

Posteriormente, Agnolin (2020), realizou mapeamentos da temperatura de superfície e identificou amplitudes térmicas variadas. Em condições de tempo atmosférico frio (com atuação de sistema polar), típicos do outono e inverno, as temperaturas de superfície frias são identificadas nos pontos mais elevados, revelando relevo e altitude como importante fator a ser considerado em Erechim. Já os terrenos, tendo como rios, córregos, e áreas verdes como atenuadores de modo que as temperaturas de superfície mais elevadas se retraem, sendo identificadas apenas altas

temperaturas sobre as superfícies construídas e sobre o solo exposto de novos loteamentos.

Nas estações de primavera e verão, Agnolin (2020) identificou a retração das temperaturas de superfície associadas a espaços com vegetação. O material construtivo da cidade retém calor sugerindo a formação de ilhas de calor, neste sentido a altimetria perde espaço para o material construtivo que sob condições de sistemas atmosféricos tropicais detém a maioria dos espaços urbanos de Erechim (Agnolin, 2020).

Com intuito de contribuir para os estudos em clima urbano, a presente dissertação tem como propósito investigar a variação da temperatura do ar na área urbana e entorno próximo de Erechim, no estado do Rio Grande do Sul. Neste contexto, buscamos compreender como a estruturação da cidade, as mudanças e alterações efetuadas no sítio urbano podem causar aquecimentos e resfriamentos da temperatura do ar.

Quanto a estruturação da dissertação, o foco inicial foi a construção de um referencial bibliográfico condizente com o tema pesquisado, posteriormente caracterizou-se a área de estudo, descreveu-se os materiais e procedimentos utilizados na pesquisa, por conseguinte realizou-se a análise e discussão dos resultados encontrados, e por fim as considerações finais deste trabalho.

2. JUSTIFICATIVA

O interesse pela pesquisa sobre o clima urbano, ou seja, pelas condições climáticas e atmosféricas específicas encontradas em áreas urbanas, pauta-se nas interações entre as atividades humanas e o clima, pois estas, estão se tornando cada vez mais comuns, à medida que as sociedades se desenvolvem, auxiliam para o aumento crescente dos riscos ambientais e das mudanças climáticas globais.

As discussões realizadas até o momento sobre clima urbano, levam em consideração, o relatório do *Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas* (IPCC, p. 9, 2021), cita que no século 21 “o homem tem aquecido o clima a uma taxa sem precedentes há, no mínimo, 2.000 anos”. Além disso, a temperatura pode ultrapassar 1,5°C entre 2021 e 2040 ou em um cenário decadente aumentaria entre 3,3°C e 5,7°C até 2100.

Neste caso, entende-se a importância desses estudos para o desenvolvimento sustentável das cidades, planejamento urbano e qualidade de vida. As discussões que giram no entorno do tema, também englobam os extremos de temperaturas, como as ilhas de calor urbanas por si só ou a relação com as doenças, propagação de vetores, poluição urbana, entre outros. O sobreaquecimento é tratado como forma de degradação ambiental, causado pela substituição de material vegetal por áreas construídas (Mendonça, 2003, 2004; Amorim, 2017).

Esta pesquisa diferencia-se, pois o recorte espacial localiza-se na Região Sul do Brasil, que está situada no subtropical, o qual é caracterizado por apresentar uma amplitude térmica significativa ao longo do ano, com diferenças marcantes entre as estações de inverno e verão, enquanto primavera e inverno se mantêm intermediárias. Esse padrão é influenciado pela localização geográfica da região, bem como pela presença de serras e do planalto meridional (Grimm, 2009).

Além disso, nos últimos anos os estudos de clima urbano têm sido direcionados às cidades de médio e pequeno porte e incluindo o desenvolvimento de investigações no que tange o subtropical e suas especificidades climáticas (Rossato, 2010; Collischonn; De Mattos, 2011).

Este estudo foi constituído a partir da necessidade de pesquisas que privilegiem a análise da atmosfera urbana. Visto que, as transformações da urbanização juntamente com as modificações dos usos da terra, causam mudanças locais nos elementos climáticos, que por si só interferem na qualidade da vida humana, caracterizando o desconforto térmico, por altas ou baixas temperaturas, bem como a capacidade de áreas urbanas de gerar um ecossistema próprio.

De maneira geral, há o carência de realizar pesquisas que se referem ao clima urbano, que considerem as interações, relações entre sociedade-natureza, climatidade, as modificações do espaço para comportar o crescimento populacional e as demandas relacionadas ao suporte físico que refletem no aquecimento da atmosfera. São fundamentais investigações que abordam o tema, pois os espaços de produção e reprodução da vida são urbanos, passaram ao longo dos anos concentrar a maior parte populacional, gerando consigo alterações que provêm das atividades humanas no ambiente (Santos, 2013).

Perante essa discussão, entende-se que, os estudos sobre o ambiente urbano tomam forma, onde se percebe a preocupação com o clima e as alterações humanas, que corroboram em conferências mundiais, legislações, objetivos de desenvolvimento

sustentável. Os quais, buscam formular propostas mitigadoras, novas tecnologias, que promovam o desenvolvimento da sociedade conservando o ambiente para gerações futuras.

Por fim, trata-se de uma pesquisa que pode servir a outros pesquisadores, com intuito e foco no planejamento urbano, diretrizes de ação na prevenção aos impactos ao frio/calor exacerbados, saúde humana, processos de adaptação frente as mudanças ambientais, mitigação e ações de melhoria da infraestrutura habitacional e de saúde humana para lidar com condições relacionadas ao clima subtropical.

3. OBJETIVOS

GERAL

-Analisar a variação da temperatura do ar na área urbana e entorno próximo de Erechim;

ESPECÍFICOS

- Caracterizar o sítio urbano e rural no que diz respeito aos pontos de coleta;
- Identificar os valores de temperatura do ar, obtidos pelos pontos fixos nos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro do ano 2023;
- Compreender as condições climáticas da área de estudo através da caracterização do clima regional;

4. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA



4.1 O Clima Urbano, Uma Breve História

Os fenômenos climáticos/naturais, são fonte de interesse da humanidade desde os primórdios da sociedade, inicialmente eram explicados em diversas culturas, como divindades responsáveis pelas manifestações da natureza, a mitologia surge por meio da concepção da relação de uma sociedade com a natureza (Candido; Nunes, 2012).

O conhecimento sobre a natureza e seus fenômenos é algo intrínseco a sociedade humana, porém com o avançar das ciências, os mitos ficam na história e as discussões sobre o assunto se tornam robustas, complexas e registradas. Os primeiros a debaterem a natureza foram os filósofos Pré-Socráticos, que desenvolveram suas teorias do século VII ao V a.C., posteriormente Aristóteles aprofunda seus estudos nas ciências da natureza e passa a considerar o empiricismo, com o passar dos anos, ocorre a valorização sucessivamente, do teocentrismo (Idade Média), do humanismo, de Descartes (1596) e o racionalismo, assim como discussões sobre os métodos, o iluminismo Kantiano (1724), até o contemporâneo onde as guerras e o progresso fazem com que as ciências se desenvolvam na sua forma de análise (Magee, 1999).

A Ciência Geográfica de maneira geral foi desenvolvida e enriquecida pelas viagens e expedições, pela capacidade de raciocínio, explicação, houve a criação de técnicas, como a cartografia, os esforços de Humboldt e Ritter e a criação da educação universitária, esses fatores somados ao êxito da Geologia, fizeram com que a Geografia pudesse se tornar científica no século XIX. A partir disso, ela qualificou-se na criação de leis para a compreensão do mundo (Passos, 2016).

Conforme a sociedade humana desenvolve-se, cria-se maneiras de intervenção na natureza para abranger suas necessidades, ou o progresso/crescimento a todo custo, ocorre a surgência de diferentes interesses, que fomentam tensões, conflitos em geral relacionados aos usos e posses de recursos naturais. Após os anos de 1939-1945 que compuseram a Segunda Guerra Mundial e seus rastros deixados para a sociedade, houve a necessidade de pensar sobre o sistema capitalista e os impactos ambientais causados (Leff, 2010).

Em 1960, há o surgimento de movimentos em prol de uma visão ambiental, com vistas a transformação na maneira de pensar, marcada pela transição do “estruturalismo, da racionalidade para o pensamento naturalista, ecologista, sistêmico”, ou seja, o pensamento da complexidade visando a valorização dos princípios ecológicos (Leff, 2010, p.13).

Leff (2010) discorre que a crise ambiental é também uma crise científica, e que o pensar o ambiente é fundamental. O autor faz uma análise da evolução da sociedade despontando a consequência da predominante racionalidade econômica e tecnológica do sistema capitalista. Defende que,

A crise ambiental é a crise do nosso tempo. O risco ecológico questiona o conhecimento do mundo. Esta crise apresenta-se a nós como um limite no real, que ressignifica e reorienta o curso da história: limite do crescimento econômico e populacional; limite dos desequilíbrios ecológicos e das capacidades de sustentação da vida; limite da pobreza e da desigualdade social (Leff, 2010, p.191).

Com o saber ambiental, a abordagem sistêmica tomou forma nas ciências, em especial na ciência geográfica, que na sua literatura busca abarcar alguns clássicos referentes ao tema como: Sotchava (1977), Tricart (1977), Bertrand (1982) que tem como intuito realizar análises integradas da natureza. No Brasil podemos citar, Christofolletti (1979) que tratou da Geomorfologia e de modelagem de sistemas ambientais enquanto Monteiro (1976) tratou da análise sistêmica na Climatologia (Suertegaray, 2009).

Deste modo, a análise sistêmica é utilizada para explicar os fenômenos atmosféricos e físicos, conhecida por conjugar conceitos para o entendimento de um objeto de estudo. Dito isto, o autor propositos da mesma foi Bertalanffy com a obra *General System Theory* (Teoria Geral dos Sistemas - TSG) onde abarca a Física, as leis energéticas e os fluxos/energia na interferência de um sistema físico, no qual com o passar do tempo desbanca os modelos cartesiano e mecanicista (Do Vale, 2012).

Além disso, e em conformidade com a TSG, surgem a concepção de que os ecossistemas são unidades autorreguladas, e que seguem uma trajetória linear para um estado de estabilidade, defendida por Tansley (1953). Já a Teoria do Equilíbrio, desenvolvida por John T. Hack (1960), explicitou que as formas são mutáveis, não são estáticas, estão em constante fluxo e são mantidas pelas entradas e saídas desses fluxos energéticos, e concomitante a isso, com tempo a massa da paisagem é removida gerando alterações progressivas (Fiedler *et.al*, 1997; Fierz, 2015).

É importante entender a classificação de sistemas isolados, não isolados, abertos ou fechados, e os processos de cada subsistema atrelados aos fluxos de energia, matéria e suas transformações. Os autores Da Silva e Leite (2020), também discutem o conceito de Geossistema e a ideia do todo relacionado aos elementos, conexões, a hierarquia de

modelos e de estrutura do Geossistema, abarcando uma visão holística do todo e do específico.

Para Do Nascimento e Sampaio (2004), os sistemas físicos têm uma expressão espacial na superfície terrestre, calcada em fluxos de energia e matéria de interação real, e apresenta-se por meio de um mosaico paisagístico, criando uma heterogeneidade no geossistema. Os estudos dos Geossistemas, devem conciliar a grandeza temporal, sua magnitude e as adaptabilidades, relacionadas aos fluxos energéticos, o que calca uma base teórica que trata da análise integrada.

Bertrand (2004), descreve que na escala dos ecossistemas existe interação intensiva, corroborando para que ocorram modificações, interferências, diretamente e indiretamente na paisagem, assim como a paisagem é a composição de elementos do espaço que realizam a dialética, com a indissociabilidade da noção de escala.

Para a compreensão do clima urbano, é preciso entender como a ciência em si avança e como a epistemologia influencia na utilização da metodologia aplicada nesses estudos, pois são base para a sistematização das análises dos tipos de tempo, os subsistemas e os canais do clima urbano. Entende-se que os sistemas são interligados e o ser humano influencia e é influenciado pela natureza, podendo interagir para adaptabilidade dos espaços.

Passos (2016, p.22) acrescenta, que a Geografia Física se pauta na tangente da mudança, levando em consideração momentos históricos como: “A revolução ‘copernicana’, ou seja, a revolução cultural, científica e social, dos anos 1968-1970”, a qual trata da análise sistêmica integrando a Climatologia, Biogeografia e Geomorfologia. “A Conferência Internacional sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento Humano, ocorrida em Estocolmo no ano de 1972”, a qual trata da ecologização nas ciências e a aceitação do conceito de Ecossistema, assim como a implosão da questão ambiental e lançamento do *LANDSAT* pelos Estados Unidos.

Dentro da Geografia Física, a meteorologia abre caminho para uma climatologia Moderna, que tinha por intuito caracterizar diferentes climas regionais, nacionais, em seguida, a Geografia Geral aborda a climatologia como: “climatologia estatística, de médias e de ciclos sazonais, apoiada sobre uma dinâmica atmosférica elementar (massas de ar e tipos de tempo) e elaborando uma classificação dos climas”, posteriormente a climatologia se fortalece adentrando campos como os estudos dos tipos de tempo, dinâmica atmosférica e mapeamentos “ao curso da Segunda Guerra Mundial” (Passos, 2016, p.25).

A Meteorologia, investiga a atmosfera e seus fenômenos, e dedica-se ao registro e à medição desses eventos, visando determinar as condições físicas nas quais elas ocorreram. Não obstante, frisa-se a relação entre a Climatologia e a Meteorologia, pois as respectivas áreas têm duas formas de abordagem, na Meteorologia: a Meteorologia Tradicional e a Meteorologia Dinâmica, que não será tratada com profundidade nesta investigação, e a abordagem da Climatologia: a Climatologia Separativa e a Climatologia Sintética (Barros; Zavattini, 2009).

A abordagem da Climatologia Separativa, baseia-se na Meteorologia Tradicional, e tem como fundador o meteorologista austríaco Julius Von Hann e suas obras de 1872 até 1906, elas tratam do conceito “clima”, e tem por metodologia separar cada elemento do mesmo, como: “(temperatura, pressão atmosférica, umidade, precipitações, vento, insolação, nebulosidade, dentre outros) é considerado de forma isolada, e com base nas observações meteorológicas realizadas, calculam-se médias que são utilizadas para a elaboração de cartas e gráficos.” (Barros; Zavattini, 2009, p.257).

Por conseguinte, a outra abordagem trata-se da Climatologia Sintética, que baseia-se na Meteorologia Dinâmica criada pelo Francês Maximilien Sorre, e foi difundida no Brasil, por Monteiro (1976), a partir do paradigma do ritmo e sucessão dos tipos de tempo, com o intuito de analisar a atmosfera em porções individualizadas, que não são focadas somente na distância quantitativa dos valores sucessivos e contínuos dos estados atmosféricos, essa concepção também é referencial para a teoria Sistema Clima Urbano (SCU) (Barros; Zavattini, 2009).

Na literatura, um dos primeiros estudos sobre clima urbano, foi realizado em Londres pelo inglês Howard (1818), o autor publicou o livro “*The Climate of London*”, que abordou o excesso de calor artificial e diferenças térmicas com cidades vizinhas. Posteriormente, surgiram trabalhos como o do autor Landsberg (1956), que observou em Londres médias anuais superiores na cidade, comparando com as cidades de seu entorno e do autor Chandler (1965), o qual, aborda ilhas de calor da área urbana, em comparação com seus arredores na cidade de Londres, esses estudos, são considerados como base para proposição de novas ideias e teorias.

O autor Oke (1976, 2006), também é um dos pioneiros nos estudos de clima urbano, com obras intituladas “*Review of urban climatology*”, “*Boundary layer Climates*”, “*Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites*” e com significativas observações para os ambientes urbanos, frisa-se seus estudos que visam as escalas do clima urbano.

No Brasil, o geógrafo Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro (1976), a partir da leitura de Sorre (1940), sobre Ecologia Humana, e seu aprofundamento no conceito de gênero de vida, buscou interagir a ciência física com a humana. Monteiro, baseado ainda em Bertalanffy (1901-1972), que aplicou a Teoria Geral dos Sistemas, demonstrando os tipos de tempo e uma circulação atmosférica regional, aborda-os como referencial e propõe a metodologia do Sistema Clima Urbano (SCU) que atualmente é difundida e serve de base para os mais diversos estudos de clima urbano.

4.2 O Clima Urbano, Estudos Aplicados na Pós Graduação no Brasil

O professor Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro em 1975 pela Universidade de São Paulo, produziu uma proposta teórico metodológica para o estudo do ambiente fruto da sua tese de livre docência “Teoria e Clima Urbano”, sua publicação em 1976 permitiu a difusão pelos mais diversos pesquisadores em variados estudos. No ano de 2003, com a permissão e parceria intelectual de Monteiro, o professor Francisco Mendonça publica a obra “Clima Urbano” (Monteiro; Mendonça, 2003).

A TCU não é uma teoria dicotômica, mas sim integrativa coparticipativa que visa o funcionamento, desempenho e organização, foi pautada na empiria por meio da observação e do uso crítico da experiência, assim como o falsificacionismo de Popper (1960), que visa por meio de testes e observações descartar as pseudociências e especulações. Sendo assim, o clima urbano segue alguns critérios epistêmicos como o pragmatismo, dinamismo, consistência, empirismo e o modelismo que contribuem para a construção da teoria (Monteiro; Mendonça, 2003).

Desde a possibilidade de discussão, o tratamento, seja ele indutivo, dedutivo ou tópico, a abrangência e o enquadramento em qualquer cidade do globo (com a ressalva para a tropicalidade como questão fundamental), o modelo e o mapeamento (Monteiro; Mendonça, 2003).

A TSG não segue uma ordem de grandeza, pois o sistema é montado conforme os objetivos, visto diferentes sítios urbanos, as mais variadas morfologias, bem como a importância da interação local regional. Segundo Monteiro TSG e SCU são sistemas abertos, já as ilhas de calor e a poluição do ar são sistemas fechados, assim como “as inundações no espaço urbano, essas formas refletem as peculiaridades do clima da cidade” (Monteiro; Mendonça, 2003).

Para o autor na análise das características climatológicas da cidade devem levar em consideração os aspectos geoambientais e geourbanos, que corroboram na perspectiva da percepção humana sobre o ambiente, para a análise criou três canais de percepção humana (Tabela 01): o canal do conforto térmico (Subsistema Termodinâmico), o qual será base para esta investigação, o canal da qualidade do ar (Subsistema Físico-Químico) e o canal do impacto meteórico (Subsistema Hidromecânico) (Monteiro, 1976).

Tabela 01. Subsistemas de análise do Clima

Caracterização Subsistemas Canais Fonte	Termodinâmico Conforto térmico	Físico Qualidade do ar	Hidrometeórico Impacto meteórico
	Atmosfera radiação circulação horizontal	Atividade urbana Veículos automotores Indústrias, obras limpas	Atmosfera, estados especiais (desvios rítmicos)
Trânsito no sistema	Intercâmbio de operando e operando	De operando ao operando	De operando ao operando
Mecanismo de ação	Transformação no sistema	Difusão através do sistema	Concentração no sistema
Projeção	Interação Núcleo Ambiente	Do núcleo ao ambiente	Do ambiente ao núcleo
Desenvolvimento	Contínuo(permanente)	Cumulativo (renovável)	Episódio(eventual)
Observação	Meteorológica especial Trabalho de Campo	Sanitária e meteorológica especial	Meteorológico hidrológico trabalho de campo
Correlações disciplinares e tecnológicas	Bioclimatologia Arquitetura Urbanismo	Engenharia Sanitária	Engenharia sanitária e infraestrutura urbana
Produtos	Ilha de calor Ventilação aumento de precipitação	Poluição do ar	Ataques a integridade urbana
Efeitos diretos	Desconforto e redução do desempenho humano	Problemas sanitários, doenças respiratórias, oftalmológicas	Problemas de circulação e comunicação urbana
Reciclagem adaptativa	Controle do uso do solo Tecnologia de conforto habitacional	Vigilância e controle de agentes de poluição	Aperfeiçoamento da infraestrutura urbana e regularização fluvial. Uso do solo
Responsabilidade	Natureza e Homem	Homem	Natureza

Fonte: Monteiro, 1976. Organização: Autora, 2023.

Segundo Monteiro (1976, p. 95), “o clima urbano é um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”, é dotado de diversas variáveis, e as saídas podem ou não, ser provenientes de entradas de energia, que são frutos das transformações e mudanças do sítio urbano. Sabe-se que concentração populacional e a densidade de edificações, são fatores que causaria essa mudança notável. Além disso, é

importante considerar as comparações entre áreas urbanas e rurais e seu entorno, bem como as alterações nos níveis de superfície.

Conforme a Organização Meteorológica Mundial (WMO, 2022), o clima urbano é considerado a mudança das condições atmosféricas meteorológicas, por meio de áreas construídas, isso contribui para o aquecimento na temperatura e alteração do balanço de energia.

Oke (1978), também disserta sobre clima urbano, definindo-o como o resultado de modificações referentes ao processo de urbanização na superfície terrestre e como isso interfere em características da atmosfera de um determinado local.

Mendonça em 2003, disserta sobre “o estudo do clima urbano no Brasil: Evolução tendências e alguns desafios” dentro do livro *Clima urbano*, ou seja, neste capítulo teve o intuito de fazer um levantamento aproximado dos estudos que vinham sendo desenvolvidos no âmbito do clima urbano de 1990 até 2000 (Tabela 02), encontrou em suas investigações um total de 77 trabalhos no subsistema termodinâmico, 20 trabalhos no físico-químico e 40 trabalhos no hidrometeorológico.

Lima, Pinheiro e Mendonça em 2012, no intuito de atualizar a pesquisa descrita acima, realizaram um levantamento de estudos no período de 2000 a 2010, onde encontraram aproximadamente 117 trabalhos no subsistema termodinâmico, 10 trabalhos no físico-químico e 15 trabalhos no hidro meteorológico.

Ribeiro, Pesquero e Coelho em janeiro de (p. 70, 2016), analisam artigos sobre o Clima urbano e a saúde, publicados em indexadores como *Web of Science*, *PubMed* e *JCR – Journal of Citation Reports* e encontraram 95 artigos que tratassem do tema e indicou o crescimento a partir do ano de 2011, pois refere-se as “chamadas feitas por associações de saúde para incorporação do tema das mudanças climáticas de forma mais robusta na Agenda de Pesquisa da Saúde”.

Tabela 02. Quadro de revisões bibliográficas realizadas

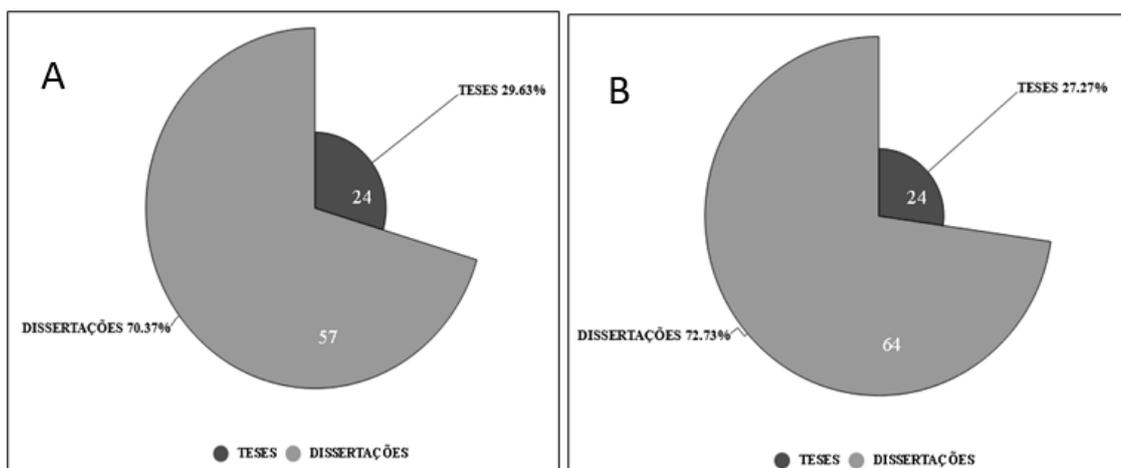
Autores	Mendonça (2003)	Lima, Pinheiro e Mendonça (2012)	Ribeiro, Pesquero e Coelho (2016)	A autora (2023)
Tempo analisado	1990 até 2000 (No Brasil)	2000 até 2010 (No Brasil)	1991 -2006 (No Mundo)	2012 até 2022 (No Brasil)
Quantidade de trabalhos no subsistema Termodinâmico	77 Trabalhos	114 Trabalhos	95 artigos	169 trabalhos entre teses e Dissertações

Organização: autora, 2023.

Com intuito de entender como está o panorama do clima urbano 2012 a 2022, no quesito pesquisas no Brasil, foi consultado a Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD), e para complementar também foi buscado ano a ano no Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES (CTD – CAPES), a qual integra informações das instituições que se detêm sobre a ciência brasileira, em especial na Pós Graduação em Geografia.

Na BDTD foram encontrados 57 Dissertações e 24 Teses durante os 11 anos analisados, conforme pode ser verificado no Gráfico 01- A. No Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES, foram encontrados 64 Dissertações e 24 Teses durante os 11 anos analisados, conforme pode ser verificado no Gráfico 01 - B.

Gráfico 01. A: Quantidade de Teses e Dissertações encontrados no BDTD e
B: Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES de 2012 a 2022



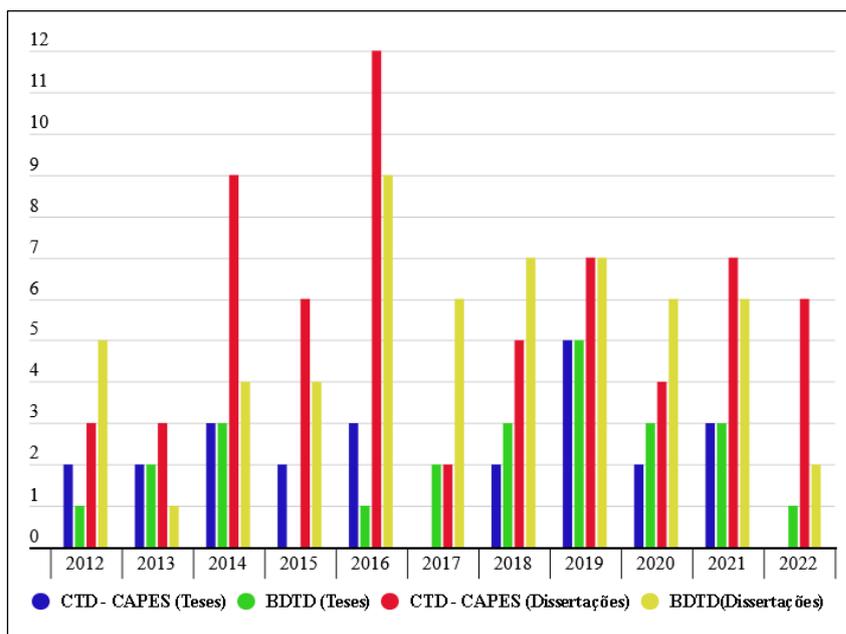
Fonte: BDTD; CTD - CAPES, 2023.

Organização: autora, 2023.

Foi utilizado o critério de exclusão para trabalhos repetidos nas duas plataformas, sendo assim, elas podem ser utilizadas como complementares. Outro aspecto importante de se ressaltar, é que áreas correlatas como Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Engenharias ambientais e de Gestão, também trabalham com o tema Clima Urbano, porém foi realizado o recorte somente para a Pós Graduação em Nível de Teses e dissertações da Geografia.

Para uma melhor visualização desses dados, foi separado por ano, conseguinte uma coluna por cada plataforma, sendo elas referentes a Teses ou a Dissertações, conforme o Gráfico 02/03.

Gráfico 02. Quantidade de Teses e Dissertações distribuídas de 2012 a 2022, individualizado por plataformas BDTD e CTD - CAPES

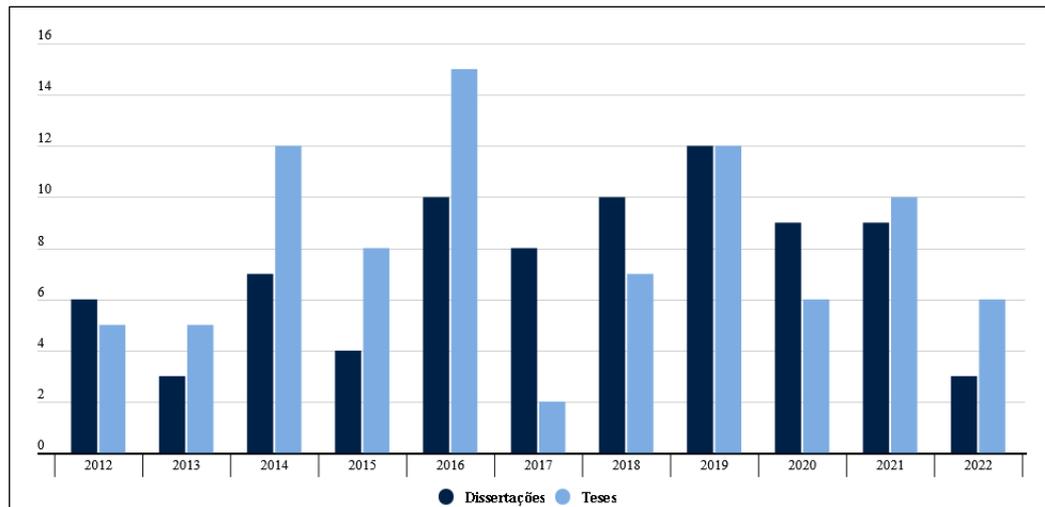


Fonte: BDTD; CTD - CAPES, 2023.

Organização: autora, 2023.

Conclui-se que há um aumento significativo no que tange a Teses e Dissertações, comparado aos anos de 2012 e 2013, o que corrobora com a Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC) no Brasil, e no campo internacional com os objetivos do desenvolvimento sustentável, em especial no objetivo treze, da Organização das Nações Unidas (ONU), que abarca as ações contra a mudança global do clima, além dos financiamentos de pesquisas o que viabiliza muitas delas que precisam de instrumentação.

Gráfico 03. Quantidade de Teses e Dissertações distribuídas de 2012 a 2022, somando as plataformas BDTD e CTD - CAPES



Fonte: BDTD; CTD - CAPES, 2023.

Organização: autora, 2023.

Segundo Cabral (*et al.*2020) a CAPES tinha um plano (2011 – 2020) em vigência o qual abarcou a melhoria da qualidade da pesquisa no Brasil, promovendo financiamentos e cooperações internacionais, assim como ampliação de novos Programas de Pós-Graduação. Consequentemente houve um maior número de Doutores interessados no tema Clima Urbano, assim como a difusão de percursos das ideias de Monteiro nesses programas.

Buscou-se entender como o Clima Urbano estava situado dentro da Ciências Humanas, e por conseguinte dentro da Geografia, realizou-se uma busca no sistema quantitativo da CAPES foi encontrado 9.777 pesquisas, entre Teses e Dissertações, de (2013 até 2021), nesta área, a qual o clima urbano tem a participação de 169 pesquisas.

Na Tabela 03, pode-se consultar o ano da Tese, Dissertação, o nome do autor e seu título no quesito busca por bibliografias com o tema Clima Urbano. Estão contidas nesta tabela as 169 pesquisas que formaram base para os gráficos.

Tabela 03. Pesquisas desenvolvidas no Brasil que abarcaram o Clima Urbano

Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) - (TESES)		
ANO	AUTOR	TÍTULO
2012	Barros, Marcelo Paes de	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
2013	Silva, Emerson Malvino da	A cidade e o clima: impactos das precipitações concentradas e as tendências climáticas em Uberlândia-MG
2013	Franco, Fernanda Miguel	Análise do comportamento termo-higrométrico urbano sob a ótica do uso e ocupação do solo em Cuiabá - MT
2014	Moreira, Elvis Bergue Mariz	Balanco de energia e evapotranspiração na cidade do Recife-PE por sensoriamento remoto
2014	Velho, Luiz Felipe	Análise da temperatura de superfície e da ocupação urbana no

município de Porto Alegre		
2014	Maciel, Carolina de Rezende	Condições microclimáticas de espaços abertos: simulação de estratégias por meio do software ENVI-met (MT)
2015		Nenhum trabalho encontrado
2016	Freitas, Lorena Cavalcante Lima de	A qualidade do ar na região metropolitana de Fortaleza – CE sob a perspectiva do sistema clima urbano
2017	Rodrigues, José Edilson Cardoso	Análise das características socioambientais na cidade de Belém/PA: um estudo da vegetação e clima urbano
2017	Silva, Ivanize Cláudia dos Santos e	Índice ambiental urbano (IAU): uma contribuição ao estudo do planejamento e do conforto térmico em espaços abertos (PB)
2018	Trindade, Patricia Michele Pereira	Análise espaço temporal da temperatura em Santa Maria - RS a partir de imagens termais Landsat 8 e experimento de campo
2018	Caneppele, Laís Braga	Variação microclimática influenciada pela topografia e urbanização (MT)
2018	Conceição, Everaldo Nonato da	Efeito do sombreamento de duas espécies arbóreas na atenuação da radiação ultravioleta e microclima em espaços abertos no Campus da UFMT
2019	Dorigon, Larissa Piffer	As ilhas de calor urbanas em Jundiá-SP
2019	Teobaldo Neto, Aristóteles	A geografia do risco e da vulnerabilidade ao calor em espaços urbanos da zona tropical: o caso Cuiabá/MT
2019	Teixeira, Danielle Cardozo Frasca	O clima urbano das cidades de pequeno porte do oeste paulista: análise do perfil térmico de Presidente Venceslau, Santo Anastácio e Álvares Machado, Brasil
2019	Chegury, Juliana Queiroz Borges de Magalhães	Análise da variação termo higrométrica e das ilhas de calor em Cuiabá – MT
2019	Valin Jr, Marcos de Oliveira	Análise de abrigos termo higrométricos alternativos para transectos móveis (MT)
2020	Oliveira, Jorge Ricardo Felix de	O clima urbano em cidade de pequeno porte no semiárido cearense: o caso de Crateús
2020	Monteiro, Felipe Ferreira	Ilha de calor urbana e sua influência na microfísica de nuvens em metrópoles brasileiras (Porto Alegre)
2020	Castro, Francielle de Siqueira	O clima e as cidades: avaliação do índice de correlação entre temperaturas medidas por sensores termais do satélite Landsat-8 e sensores de superfície na cidade de Patos de Minas - MG
2021	Gomes, Washington Paulo	O clima urbano em ambiente tropical: análise do perfil térmico de Rondonópolis-MT
2021	Moreira, Janaína Lopes	A ilha de calor como indicador de qualidade ambiental em Penápolis (SP)
2021	Justi, Ana Clara Alves	Avaliação microclimática e de conforto térmico em parques urbanos com corpos hídricos na cidade de Cuiabá-MT
2022	Lima, Aline Pereira	Temperatura de superfície e dimensão social na gênese do clima urbano de Presidente Prudente - SP
Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES - (TESES)		
ANO	AUTOR	TÍTULO
2012	Junior, José Carlos Ugeda.	Clima Urbano E Planejamento Na Cidade De Jales-SP
2012	Teodoro, Pacelli Henrique Martins	A Sustentabilidade Urbana De Maringá/PR: Da Teoria À Prática
2013	Menotti, Simone Scatolon	Conforto Térmico Nas Escolas Estaduais De Presidente Prudente/SP
2013	Roseghini, Wilson Flavio Feltrim	Clima Urbano E Dengue No Centro-Sudoeste Do Brasil
2014	Silveira, Renata Dias	Risco Climático, Vulnerabilidade Socioespacial E Eventos Climáticos Extremos Relacionados Ao Calor E Ao Frio No Estado Do Rio Grande Do Sul-Brasil
2014	Minaki, Cintia	O Clima Urbano Como Indicador De Qualidade Ambiental: Estudo De Caso Da Paisagem Urbana De Araçatuba/SP
2014	Santos, Lisana Katia Schmitz	Reestruturação Urbana E Conforto Térmico Em Curitiba/PR: Diagnóstico, Modelagem E Cenários
2015	Porangaba, Gislene	O Clima Urbano Das Cidades Do Interior Do Estado De São

	Figueiredo Ortiz	Paulo: Uma Análise Do Campo Térmico De Assis, Cândido Mota, Maracá E Tarumã
2015	Oliveira, Benedito Gledson De Araujo	Uso Da Terra E Clima Urbano E Suas Influências Sobre A População De Euglossini Na Cidade De Parnaíba, PI, Brasil
2016	Malheiros, Tatiana Dos Santos	Clima Urbano E Análise Multivariada Na Cidade Universitária Da UFRJ
2016	Freitas, Lorena Cavalcante Lima De	A Qualidade Do Ar Na Região Metropolitana De Fortaleza – CE Sob A Perspectiva Do Sistema Clima Urbano
2016	Lucena, Rebecca Luna	Análise Climatológica Do Município De Caicó/RN: Subsídios À Avaliação Do Conforto Humano
2017		Nenhum Trabalho Encontrado
2018	Junior, Lindberg Nascimento	Clima Urbano, Risco E Vulnerabilidade Em Cidades Costeiras Do Mundo Tropical: Estudo Comparado Entre Santos (Brasil), Maputo (Moçambique) e Brisbane (Austrália)
2018	Paiva, Joao Paulo Matias	Clima E Ambiente Construído: O Caso Dos Conjuntos Habitacionais De Fortaleza/CE
2019	Teixeira, Danielle Cardozo Frasca	O Clima Urbano Das Cidades De Pequeno Porte Do Oeste Paulista: Análise Do Perfil Térmico De Presidente Venceslau, Santo Anastácio E Álvares Machado, Brasil
2019	Dorigon, Larissa Piffer	As Ilhas De Calor Urbanas Em Jundiá-SP
2019	Neto, Aristoteles Teobaldo	A Geografia Do Risco E Da Vulnerabilidade Ao Calor Em Espaços Urbanos Da Zona Tropical: O Caso Cuiabá-MT
2019	Rampazzo, Camila Riboli	Clima Urbano, Risco Climático E Vulnerabilidade Socioespacial Mediados Pela Produção Do Espaço Urbano Em Cidades Paulistas (São Carlos, Marília E Presidente Prudente)
2019	Fante, Karime Pechutti	Eventos Extremos De Temperatura E Seus Impactos No Conforto Térmico Humano: Estudo De Caso Em Presidente Prudente, Brasil, Na Perspectiva Da Geografia Do Clima
2020	Almeida, Alcionir Pazatto De	Os Microclimas Do Parque Estadual De Itapuã/RS
2020	Astro, Francielle De Siqueira.	O Clima E As Cidades: Avaliação Do Índice De Correlação Entre Temperaturas Medidas Por Sensores Termais Do Satélite Landsat-8 E Sensores De Superfície Na Cidade De Patos De Minas - MG
2021	Rocha, Geisa Silveira Da	A Ilha De Calor Urbana Entre Mares: Área Conurbada De Florianópolis/SC
2021	Gomes, Washington Paulo	O Clima Urbano Em Ambiente Tropical: Análise Do Perfil Térmico De Rondonópolis-MT
2021	Cardoso, Renata Dos Santos.	Modelagem Do Microclima E Estratégias De Mitigação Do Calor Urbano Em Zonas Climáticas Locais
2021	Moreira, Janaina Lopes.	A Ilha De Calor Como Indicador De Qualidade Ambiental Em Penápolis (SP)
2022		Nenhum trabalho encontrado
Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD) - (DISSERTAÇÕES)		
ANO	AUTOR	TÍTULO
2012	Rubia Cecília Augusta Franscisco	Clima urbano: um estudo aplicado a Belo Horizonte, MG
2012	Gomes, Silvia de Toledo	Clima urbano de Dourados (MS): uma análise a partir do processo de urbanização
2012	Freitas, Lorena Cavalcante Lima de	O clima no espaço intra-urbano do distrito sede de Aquiraz-CE na perspectiva termodinâmica: episódios sazonais contrastantes
2012	Gheno, Evaldo Luiz	Uso do solo, microclimas e clima local no bairro Cidade Alta, Cuiabá-MT
2012	França, Mauro Sérgio de	Microclimas e suas relações com o uso do solo no entorno de escolas públicas na cidade de Cuiabá/MT
2013	Ribeiro, Carlos Alberto de Mendonça	Atualização e aprofundamento do mapa de análises climáticas do município de João Pessoa - Paraíba
2014	Oliveira, Jorge Ricardo Felix de	O clima da cidade de Caucaia-CE sob uma perspectiva termodinâmica

2014	Paiva, Flávia Ingrid Bezerra	Vulnerabilidade socioambiental em Fortaleza: uma perspectiva a partir do conforto térmico
2014	Vasconcelos, Juliano Souza	Índices urbanísticos e o ambiente térmico: estudo em uma fração da cidade de São Carlos -SP
2014	Costa, Tarcísio Oliveira da	Eventos de precipitação extrema associados às inundações na área urbana de Bragança/PA
2015	Oliveira, Francisco Wendel Cipriano De	Avaliação Da Influência Do Desmatamento Total Do Parque Ecológico Do Rio Cocó No Clima De Fortaleza: Um Estudo Numérico
2015	Rego, Thalyta Lopes	Chuvas e inundações em Goiânia: dinâmica atmosférica e áreas de risco
2015	BARBOSA, Paulo Henrique Dias	Variabilidade de elementos meteorológicos e de conforto térmico em diferentes ambientes na Amazônia Brasileira
2015	Angelini, Lucas Peres	Efeitos do uso do solo sobre o balanço de radiação e energia em Cuiabá/MT
2016	Santos, Bruna Fortes	Urbanização e clima urbano do bairro Atalaia na cidade de Aracaju/SE
2016	Moreira, Janaína Lopes	O clima urbano em Penápolis/SP: análise da temperatura e umidade intraurbana
2016	Kegler, Jonathan Júlio	O clima de cidades pequenas: configuração urbano-rural com uso de transectos móveis em Agudo/RS
2016	Silva, Rafaelly Yasmine da	Variações da temperatura e umidade relativa do ar e o uso do solo urbano para Copa de 2014 em Cuiabá/MT
2016	Debiazi, Pedro Renan	Mapeamento do ambiente térmico e suas relações com os parâmetros do entorno urbano
2016	Cordeiro, Maryana Cavalcante.	Ilhas de calor urbanas no Nordeste brasileiro: uma avaliação com base em imagens de satélite.
2016	Souza, Natália Sanches e	Análise da relação da radiação solar na formação de ilhas de calor em diferentes configurações urbanas em Cuiabá – MT
2016	Calderon, Gabriela	Análise das variações térmicas e higrométricas em Tapejara/PR: um estudo para o período de inverno
2016	Assis, Débora Couto de	O conforto térmico associado às variáveis de cobertura da terra na região central de Juiz de Fora – MG
2016	Silva, Pablinne Cynthia Batista da Silva e	Identificação de anomalias térmicas por sensoriamento remoto em Cuiabá/MT
2016	Brazil, João Luiz Santana	Eventos pluviiais extremos e risco de inundações na cidade de Aracaju/SE
2017	Conceição, Márcio Jardel da	Clima urbano e sua influência na saúde pública de Aracaju
2017	Silva, Liliane Pimentel da	O clima urbano de Pirapozinho – SP: eventos de ilhas de calor urbanas em episódios de verão
2017	Pimentel, Franciele de Oliveira	Clima urbano: o uso de modelos geoespaciais na investigação do comportamento térmico em Juiz de Fora- MG
2017	Gomes, Washington Paulo	Características da temperatura na zona costeira: análise do clima urbano em Ubatuba-SP
2017	Silva, Igor Antônio	Análise do campo termo-higrométrico da cidade de Uberlândia - MG
2017	Silva, Keyla Vaz	Os Parques Areião e Vaca Brava na mitigação das ilhas de calor na cidade de Goiânia (GO)
2018	Lima Júnior, Antonio Ferreira	Análise espaço-temporal da dengue em Fortaleza e sua relação com o clima urbano e variáveis socioambientais
2018	Santos, Rossana Alcântara	Cobertura vegetal e a temperatura de superfície no meio intraurbano: um estudo em Salvador
2018	Monteiro, Verônica Stefanichen	Zonas Climáticas Locais e a relação com a morfologia urbana. Estudo de caso: Campinas/SP.
2018	Vianna, Yan Carlos Gomes	Modelagem e identificação de ilhas de calor em Ubá - MG
2018	Bento, Ana Claudia	Diferentes índices para estimação do conforto térmico em Sorocaba-SP
2018	Hoppe, Ismael Luiz	O campo termo-higrométrico e a qualidade ambiental urbana em Salto do Jacuí/RS

2018	Pereira, Yanne Cristhine Castro	A influência da urbanização na formação de ilhas de calor na cidade de Boa Vista-RR
2019	Silva, Sandra Aparecida da	Clima urbano: análise do campo termo-higrométrico em episódios de inverno e primavera em Ituiutaba-MG
2019	Amanda Noronha Moreira de Carvalho	Avaliação e aplicação de esquema de dossel urbano no modelo meteorológico WRF (MG)
2019	Ribeiro, Kahoma Cardoso de Andrade	Análise da temperatura da superfície continental para o estudo da ilha de calor na Região Amazônica: o caso de Ananindeua/PA
2019	Fernandes, Maria Eugênia	Configuração urbana e conforto térmico ao nível do pedestre: estudos na cidade de São Carlos - SP
2019	Soeira, Marcelo Rezende Calça	A relação entre o fator de visão do céu e a temperatura do ar em diferentes zonas climáticas locais (SP)
2019	Correa, Marcele de Jesus	Impacto da urbanização nas temperaturas do ar e de superfície da região metropolitana de Fortaleza
2019	Kowalski, Luiz Fernando	Influência do albedo de pavimentos no campo térmico de cânions urbanos: estudo de modelo em escala reduzida (SP)
2020	Foli, Ana Cristina Araújo	A influência da estrutura urbana e dos fatores geoambientais no clima urbano de Ituiutaba-MG
2020	Souza, Layanne Almeida de	O RPG como estratégia metodológica para a mobilização do conteúdo de clima urbano na formação inicial de professores de Geografia
2020	Santos, Marina da Silva	Clima urbano: análise do campo higrométrico nos bairros Setor Universitário e Residencial Barka em Catalão (GO)
2020	Silva, Gustavo Henrique Pereira da	Os efeitos de áreas agrícolas urbanas na intensidade das ilhas de calor em Florianópolis - SC
2020	Prado, Fernando Santiago do	Microclima urbano: características higrótérmicas em Rio Verde - GO
2020	Bellei, Bianca Sobrinho	A influência das áreas verdes na percepção térmica humana do meio urbano(SP)
2021	Fernandes, Ludmilla Alves	A Construção de um Mapa Climático Urbano para Petrópolis-RJ: cidade, clima urbano e planejamento
2021	Oliveira, Thiago Alves de	O clima urbano como risco climático: os impactos das chuvas em Juiz de Fora- no período de 1980-2018
2021	Sousa, Guilherme Silva de	O clima e as práticas agrícolas urbanas e periurbanas em Natal (RN): análise sobre as ilhas de calor urbanas
2021	Wendel Cássio Alves Batista	Caracterização topo e mesoclimática do município de Sarzedo (MG)
2021	Araújo, Luis Flávio de	Ilhas de calor em Sinop-MT: análise das características térmicas em conjunto com os aspectos socioeconômicos e ambientais
2021	Nicole Alves Oliveira	A influência da cobertura vegetal no conforto térmico urbano em uma região do semiárido Norte Mineiro
2022	Writzl, Luana	Conforto térmico humano em caminhos disponíveis ao uso da bicicleta em Balneário Camboriú - SC, em situação veranil
2022	Menegaldo, Vanize	Configurações urbanas, fatores socioeconômicos e conforto térmico em São José do Rio Preto, SP
Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES - (DISSERTAÇÕES)		
ANO	AUTOR	TÍTULO
2012	Ortiz, Gislene Figueiredo	O Clima Urbano De Cândido Mota: Análise Do Perfil Térmico E Higrométrico Em Episódios De Verão
2012	Lima, Lorena Cavalcante.	O Clima No Espaço Intraurbano Do Distrito Sede De Aquiraz - CE Na Perspectiva Termodinâmica: Episódios Sazonais Contrastantes
2012	Tejas, Graziela Tosini	Análise Espaço-Temporal Do Clima Urbano Da Cidade De Porto Velho, RO
2013	Souza, Debora Moreira De	Clima Urbano No Planejamento Do Município De Ourinhos - SP
2013	Souza, Fabio Ribeiro De	Estudos De Fatores Explicativos Urbanos Da Distribuição Da Temperatura No Centro De Florianópolis/SC
2013	Vital, Luis Augusto De Bakker	Diferenças Termo higrométricas Entre Espaços Urbanos: Paisagens Em Transectos Como Comparações (Recife)

2014	Santos, Flavio Cabreira Dos	Estudo Da Temperatura Do Ar Nas Cidades De Aquidauana E Anastácio-MS
2014	Alves, Washington Silva	As Interações Espaciais E Clima: O Clima Urbano De Iporá-GO
2014	Branco, Kauberg Gomes Castelo	Microclimas E Áreas Verdes Na Cidade De Fortaleza - CE
2014	Saraiva, Ana Luiza Bezerra Da Costa	O Clima Urbano De Mossoró (RN): O Substema Termodinâmico Vitória 2014
2014	Hoffmann, Martin	Ensaio Da Relação Do Parcelamento Do Solo E Volumetria Construída Intraquadra Com A Temperatura Aparente De Superfície Do Município De São Paulo Em Medições Remotas
2014	Ponso, Andressa Gouveia	Estudo do Campo Térmico da Cidade de Três Lagoas (MS): uma análise sazonal com episódios representativos
2014	Correa, Wesley De Souza Campos	Campo Térmico E Higrométrico Da Regional Praia Do Canto No Município De Vitória (ES)
2014	Silva, Josemar Pereira Da	Análise Do Comportamento Térmico Da Superfície Do Aglomerado Urbano Da Região Metropolitana De Curitiba Durante Os Anos De 1985 A 2010 A Partir Do Satélite Landsat-5
2014	Raujo, Kleyson Campelo De	Espaço Urbano E Climatologia: Ilhas De Calor Em Evidência Na Cidade De Teresina-PI
2015	Dorigon, Larissa Piffer	Clima Urbano Em Paranavaí/Pr: Análise Do Espaço Intraurbano
2015	Cardoso, Renata Dos Santos	Classificação De Potenciais Unidades Climáticas Em Presidente Prudente-SP
2015	Mendonca, Vinicius Moura	Clima Urbano De Londrina-PR
2015	Teixeira, Danielle Cardozo Frasca	O Clima Urbano De Rancharia-SP
2015	Rampazzo, Camila Riboli	Clima E Produção Do Espaço Urbano: Contribuição Ao Estudo Da Geografia Do Clima No Contexto Das Cidades De São Carlos E Marília
2015	Brussolo, Rafael Gotardi	O Clima E A Cidade: Ilhas De Calor Em Assis (SP)
2016	Santos, Bruna Fortes	Urbanização E Clima Urbano Do Bairro Atalaia Na Cidade De Aracaju/SE
2016	Calderon, Gabriela	Análise Das Variações Térmicas E Higrométricas Em Tapejara/PR: Um Estudo Para O Período De Inverno
2016	Moreira, Janaina Lopes	O Clima Urbano Em Penápolis/SP: Análise Da Temperatura E Umidade Intraurbana
2016	Silva, Hugo Cesar Alves Da	Diferenças Térmicas E Higrométricas No Ano De 2016 Em Brasília-DF: Subsídios Para A Definição Do Clima Urbano
2016	Machado, Lilian Aline	Impactos Da Verticalização E Adensamento Das Edificações Em Topoclimas E Mesoclimas Na Porção Norte Do Município De Nova Lima (MG)
2016	Silva, Rafaelly Yasmine Da	Variações Da Temperatura E Umidade Relativa Do Ar E O Uso Do Solo Urbano Para Copa De 2014 Em Cuiabá/MT
2016	Mangili, Fabiana Bezerra	Os Impactos No Conforto Térmico Decorrentes Da Produção Do Espaço Urbano: Estudo De Caso Em Três Bairros De Londrina (PR)
2016	Santos, Lucimar Silva Dos	Clima Urbano E Dengue (2000-2012) Na Cidade De Manaus- Am Manaus /AM 2016
2016	Assis, Debora Couto De	O Conforto Térmico Associado Às Variáveis De Cobertura Da Terra Na Região Central De Juiz De Fora – MG
2016	Kegler, Jonathan Julio	O Clima De Cidades Pequenas: Configuração Urbano-Rural Com Uso De Transectos Móveis Em Agudo/RS
2016	Ferreira, Henrique Dos Santos	Clima Urbano E Dengue Em Recife: Influência Climática Sobre A Formação Das Epidemias
2016	Estevao, Gabriela De Souza	Sensoriamento Remoto Como Contribuição Ao Estudo Das Ilhas De Calor De Superfície Em Juazeiro Do Norte, Ceará
2017	Pinheiro, Jaqueline	Análise Espaço-Temporal Da Temperatura De Superfície Terrestre (TST) Como Subsídio Para O Estudo Do Clima Urbano De Fortaleza-Ceará
2017	Silva, Michele Souza Da	O Campo Termo-Higrométrico Intra-Urbano E A Formação De

		Ilhas De Calor E Frescor Urbanas No Bairro De Campo Grande (RJ)
2018	Silva, Igor Antonio.	Análise Do Campo Térmico-Hidrométrico Da Cidade De Uberlândia - MG
2018	Santos, Pedro Felipe Cavalcanti Dos	Microclimas Urbanos Na Cidade Do Recife-PE: Proposta De Zoneamento Sob O Enfoque Do Conforto Térmico
2018	Allocca, Rodson De Andrade	Análise Do Campo Térmico Na Área Urbana De Ponte Nova, Minas Gerais
2018	Silva, Marina Rozendo	Influência Do Relevo E Uso Da Terra Nas Variações Locais De Temperatura E Umidade Relativa Do Ar Em Belo Horizonte, Ibitité, Sete Lagoas E Conceição Do Mato Dentro - MG
2018	Lasmar, Caio Ismael De Jesus	Elementos Morfológicos Urbanos Na Cidade De Porto Velho E As Ilhas De Calor
2019	Benedetto, Hendrea Martha Maia De	Sistema Clima Urbano De Manaus: Uma Proposta De Análise De Unidades Climáticas De Escala De Topoclima De Manaus
2019	Ribeiro, Kahoma Cardoso De Andrade	Análise Da Temperatura Da Superfície Continental Para O Estudo Da Ilha De Calor Na Região Amazônica: O Caso De Ananindeua/PA
2019	Ferreira, Hugo Vilela Lemos.	A Organização Do Espaço Urbano E A Estrutura Térmica Da Cidade De Cuiabá-MT
2019	Silva, Sandra Aparecida Da	Clima Urbano: Análise Do Campo Termo-Higrométrico Em Episódios De Inverno E Primavera Em Ituiutaba-MG
2019	Remelli, Andressa Garcia	A Percepção Do Clima E Os Usos Dos Espaços Livres Na Cidade De Dourados-MS/Brasil
2019	Silva, Sherly Gabriela Da	Microclimas E Conforto Térmico Em Ambiente Escolar Na Cidade Do Crato - Ceará
2019	Alves, Rafael De Souza.	O Campo Térmico De Alvinópolis-Mg Em Situação Sazonal De Verão E Inverno: Uma Contribuição Aos Estudos De Clima Urbano Em Cidades De Pequeno Porte
2020	Foli, Ana Cristina Araujo	A Influência Da Estrutura Urbana E Dos Fatores Geoambientais No Clima Urbano De Ituiutaba-MG
2020	Aula, Maria Luisa Monks De	Campo Termohigrométrico Das Regionais Administrativas De Goiabeiras E Jardim Da Penha, Vitória – Es: Estudo De Caso De Clima Urbano Em Áreas Litorâneas.
2020	Silva, Gustavo Henrique Pereira Da.	Os Efeitos De Áreas Agrícolas Urbanas Na Intensidade Da Ilha De Calor Em Florianópolis - SC
2020	Araujo, Amanda Da Mota.	A Importância Da Arborização Em Quintais Residenciais Para O Conforto Térmico Em Áreas Urbanas: Um Estudo Na Cidade De Mossoró (RN)
2021	Sousa, Guilherme Silva De.	O Clima E As Práticas Agrícolas Urbanas Em Natal (RN): Análise Sobre As Ilhas De Calor Urbanas
2021	Batista, Wendel Cassio Alves	Caracterização topo e mesoclimática do município de Sarzedo (MG)
2021	Lopes, Jennifer Da Silva Guimaraes	O Campo Térmico E Higrométrico De Tefé-Amazonas
2021	Fernandes, Ludmilla Alves.	A Construção de um Mapa Climático Urbano para Petrópolis-RJ: cidade, clima urbano e planejamento
2021	Araujo, Luis Flavio De.	Ilhas de calor em Sinop-MT: análise das características térmicas em conjunto com os aspectos socioeconômicos e ambientais
2021	Santos, Steffanny Cristina Pereira	Ondas de calor e (Des)conforto térmico em Dourados (MS) em 2020
2021	Lemos, Lidiane De Oliveira.	Configuração térmica horizontal e vertical do clima urbano do Central Business District (CBD) da cidade do Rio de Janeiro (RJ)
2022	Milani, Tiago Santos	Ilhas de Calor e Conforto Térmico em Conjuntos Habitacionais Construídos Pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU) em Martinópolis-SP
2022	Faria, Raila Mariz.	Mapeamento Da Sensação Térmica E Da Aridez No Estado Do Rio Grande Do Norte
2022	Torres, Marco Aurelio Neri	Análise Das Ilhas De Calor Urbanas Em São Luís - Maranhão

2022	Castro, Lidia Gomes De	Zonas climáticas locais em cidades pequenas: relação entre temperatura e morfologia urbana (CE)
2022	Silva, Aline Nunes Da.	Interações topoclimáticas entre o urbano e o Parque Natural Municipal dos Morros, em Santa Maria/RS
2022	Prado, Leonardo Brandao Do.	Clima urbano e conforto térmico no subúrbio carioca: um ensaio a partir das unidades climáticas urbanas

Fonte: BDTD; CTD - CAPES, 2023.

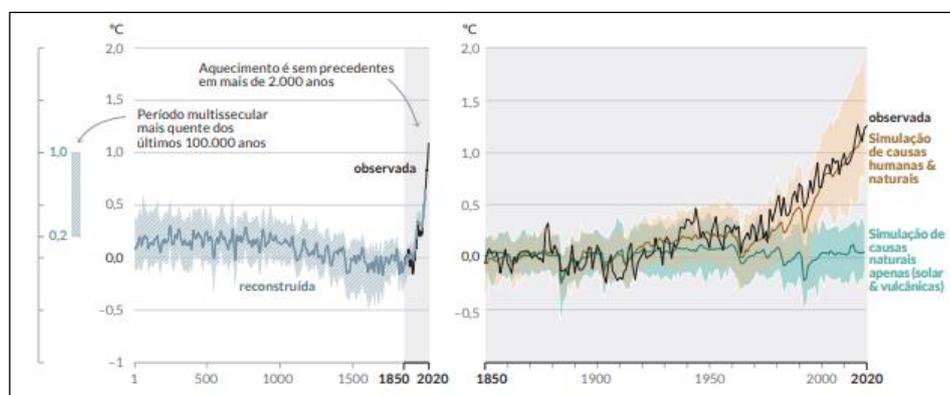
Organização: autora, 2023.

4.3 O Clima Urbano, Escalas de Análise

As mudanças climáticas em escala mundial, estão se tornando um tema cada vez mais proeminente na mídia e estão recebendo uma ampla atenção do público em geral. Segundo o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2023), o aumento da temperatura média do ar é uma realidade incontestável, mesmo considerando as múltiplas variáveis que possam causar esse mesmo aquecimento.

O IPCC (2023), tem estudado em nível mundial as mudanças climáticas desde 1988, o qual segue uma linearidade, primeiro com a discussão sobre o clima de maneira geral, em 1995 trata do Protocolo de Kyoto, em 2001 discute adaptações, em 2007 estabelece parâmetros para o aumento inferior a 2°C, em 2014 debruça-se sobre o acordo de Paris, e nos últimos cinco anos tem tratado das mudanças climáticas atreladas a causas humanas diferenciando-as das causas naturais como pode ser observado na Figura 02, abaixo.

Figura 02. Demonstra a Média decenal reconstruída e a Temperatura anual da superfície levando em consideração fatores humanos e naturais e fatores naturais de 1850 -1990

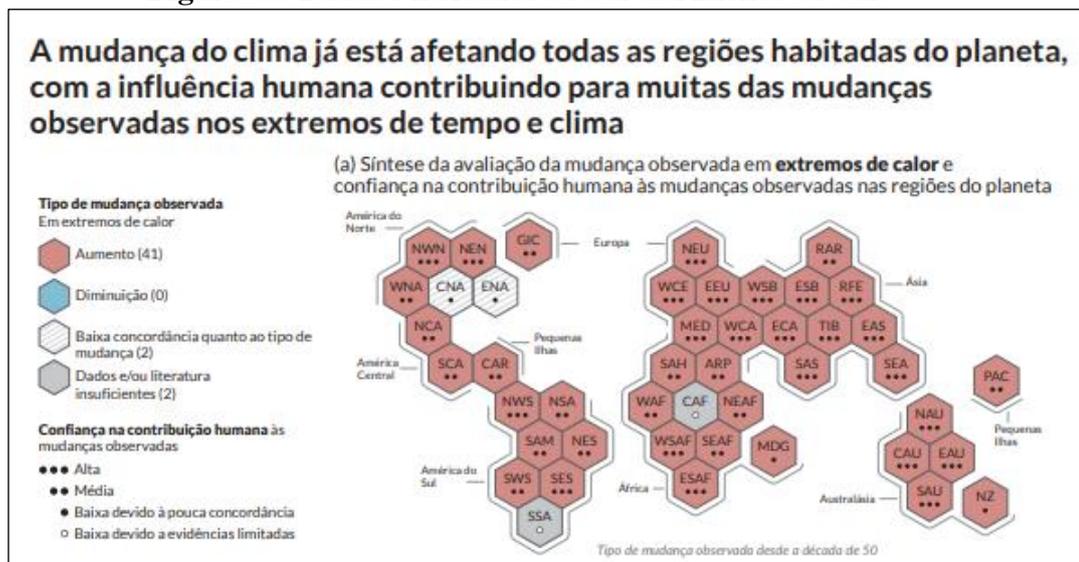


Fonte: IPCC, 2023.

O AR6 Sexto Relatório de Avaliação foi publicado em março de 2023, tem o intuito de discutir as consequências do aumento das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) em todo o mundo, o aquecimento trazendo gráficos do impacto sobre as futuras gerações, e traz também um aporte teórico sobre adaptação e mitigação desses efeitos (IPCC, 2023).

Além disso, há pontos específicos no relatório como extremos de calor dentre eles as ondas de calor que se intensificaram a partir dos anos 50, “enquanto os extremos de frio (incluindo as ondas de frio) se tornaram menos frequentes e menos rigorosas”, o pressuposto destacado é a influência humana sobre o sistema climático. Para o Sul da América do Sul, está disposto que não há dados e literaturas suficientes (Figura 03), para se aferir uma mudança em extremos de calor (IPCC, p.11, 2023).

Figura 03. Dados e literaturas do Sul da América do Sul.



Fonte: IPCC, 2023.

Desta forma, no Brasil com intuito de regulamentação foi promulgada a Lei nº 12.187 de 29 de dezembro de 2009, que instituiu a Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC), a mesma busca garantir que o desenvolvimento econômico e social contribua para a proteção do sistema climático global, bem como a diminuição de gases do efeito estufa.

Para além, o Brasil também está de acordo com os dezessete objetivos do desenvolvimento sustentável, em especial no objetivo treze, da Organização das Nações Unidas (ONU), que abarca as ações contra a mudança global do clima, esses objetivos visam tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e

sustentáveis. Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos, são objetivos importantes que como sociedade busca-se atingir.

Destarte, quando se discorre sobre o clima urbano, a escala abordada é local/regional, pois o clima urbano apresenta diferenciações de temperatura entre áreas urbanas e próximas que são decorrentes da intervenção humana advindas da transformação do espaço geográfico.

O clima urbano leva em consideração as decorrências das diferentes condições do espaço, muitas vezes caracterizado pela impermeabilização do solo que gera o aumento do calor e condições atmosféricas distintas de seu entorno (Danni, 1987; Souza, 2013).

O espaço urbano com base na ecologia humana é compreendido como um ecossistema, este mesmo, contém entradas e saídas de energia, que é fomentado pelas dinâmicas populacionais, físicas e sociais, sendo que, o papel do homem está diretamente ligado com a saída e não com a entrada de energia, ele é fundamental no aumento do impacto em microescalas (Batitucci *et al.* 2019).

O ponto discutido por Monteiro em (2003) sobre as escalas de macroescala, mesoescala e microescala no contexto do clima urbano é fundamental para entender como as diferentes escalas de observação se aplicam a áreas urbanas. Para ele a macroescala e mesoescala não são facilmente combinadas no estudo do clima urbano faz sentido, pois as diferenças de escalas podem resultar em desafios na análise e interpretação dos dados climáticos. No entanto, ele também observa que a escala mesoclimática pode ser aplicada em metrópoles, o que é importante para entender as variações climáticas dentro de grandes cidades. Além disso, a microescala é crucial para analisar e entender o clima em níveis muito locais, onde fatores urbanos, como edifícios e vegetação, têm um impacto direto.

A consideração das escalas é essencial para a climatologia e a meteorologia. Ela permite que os cientistas adaptem suas abordagens e métodos de acordo com os fenômenos que estão estudando e os objetivos de suas pesquisas. A variedade de conceituações de escalas é uma demonstração da complexidade da ciência climática e da necessidade de abordagens flexíveis e adaptáveis para compreender o clima em todas as suas dimensões (Collischon, 1998).

A classificação das escalas climáticas proposta por Ayoade em 1988 fornece uma estrutura importante para a compreensão e o estudo dos diferentes níveis de detalhe nos fenômenos climáticos. A categorização em macroclima, mesoclima e microclima

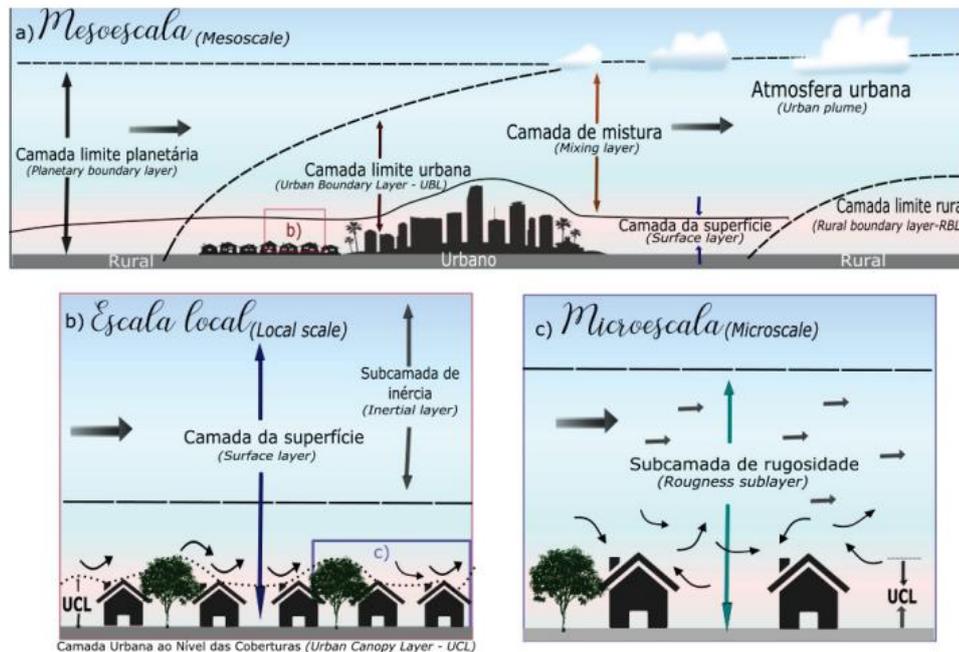
ajuda a direcionar as pesquisas e as análises climáticas em diferentes escalas. O macroclima refere-se as escalas de clima amplas que abrangem grandes extensões de terras, geralmente em níveis regionais ou até mesmo continentais. A escala mesoclimática está relacionada as extensões de 10 a 100 quilômetros. A escala microclimática envolve escalas de menos de 100 metros e se preocupa com os detalhes mais finos do ambiente climático.

O autor Tim Oke evoluiu a discussão sobre escalas e em 2006 organizou fenômenos climáticos em escalas mais detalhadas para classificar a atmosfera em duas camadas, a camada dossel urbano (*Urban Canopy Layer - UCL*) e a camada limite urbano (*Urban Boundary Layer - UBL*). Essa classificação reconhece a complexidade das interações entre as áreas urbanas e a atmosfera e ajuda a estruturar a pesquisa nesse campo. Como pode ser visto na Figura 04.

Na *Urban Canopy Layer (UCL)*, os processos climáticos estão intimamente relacionados com a geometria da cidade, incluindo edifícios, árvores, estradas e outros elementos urbanos. Esta é a camada atmosférica mais próxima da superfície da cidade, muitas vezes referida como a "camada urbana". Nessa camada, ocorrem fenômenos microescala, como ilhas de calor urbanas, mudanças na velocidade do vento e dispersão de poluentes. Na UCL é onde as alterações climáticas, devido à urbanização, são mais evidentes.

A camada da mesoescala, a *Urban Boundary Layer (UBL)*, está localizada acima da UCL e é influenciada por processos mais amplos na escala da cidade, mas ainda em escalas menores do que as escalas regionais ou globais. Nessa camada, os efeitos da cidade na circulação do vento, na distribuição de temperatura e na umidade se estendem para cima, afetando a atmosfera em altitudes mais elevadas. Os processos na UBL são de mesoescala, considerando a escala da cidade em seu contexto regional.

Figura 04. Escalas climáticas para a análise do clima urbano



Fonte: (Oke, 2006, p.3 apud Rocha, 2019).

Tim Oke (1976, 2006), é reconhecido como um dos pioneiros no campo de estudos de clima urbano. Sua definição do clima urbano é amplamente aceita e reconhece a importância de considerar as características climáticas em ambientes urbanos específicos. Define o clima urbano como o estudo dos estados atmosféricos recentes em ambientes urbanos. Isso destaca a necessidade de compreender as características climáticas em áreas urbanas, que frequentemente apresentam diferenças significativas em relação às áreas rurais circundantes, devido à influência de edifícios, pavimentação, atividades humanas, entre outros fatores (Oke, 1976, 2006).

A proposta de Stewart em (2007, 2011) representa uma evolução significativa em relação ao paradigma "urbano-rural" tradicional e é essencial para o planejamento de cidades sustentáveis e a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas nas áreas urbanas. O sistema *Local Climate Zones (LCZ)*, leva em consideração as paisagens, variedades de ambientes urbanos, informações para modelagem e planejamento, melhoria na comunicação, é uma abordagem mais sofisticada e granular para entender o impacto do ambiente urbano no clima local. Ele representa uma evolução significativa em relação ao paradigma "urbano-rural" tradicional e é essencial para o planejamento de cidades sustentáveis e a mitigação dos efeitos das mudanças climáticas nas áreas urbanas.

A relação entre clima e a interação complexa entre cidade, sociedade e natureza é de fato uma tarefa desafiadora e multifacetada. Em cidades de pequeno e médio porte no Brasil, essa complexidade é ainda mais acentuada devido à falta de clareza na diferenciação socioespacial entre seus residentes e na distribuição de poder econômico. Isso resulta em uma variedade de desafios que dificultam as intervenções e políticas climáticas pontuais (Amorim, 2018).

4.4 Dinâmica Regional no Subtropical (PR- SC -RS)

A variedade de tipos climáticos no Brasil é um reflexo de sua vasta extensão territorial e de sua localização geográfica. A Região Sul do Brasil, em particular, demonstra essa diversidade em seus tipos climáticos, apresentando uma combinação de zonas climáticas que refletem sua posição ao sul do Trópico de Capricórnio. Para a compreensão das interações do tempo atmosférico e do clima da Região Sul é importante considerar a localização geográfica, a variedade climática, clima temperado, clima subtropical, variação de precipitação (Nery, 2005; Mendonça; Danni-Oliveira, 2007).

A Região Sul do Brasil está situada ao em uma posição intermediária entre as zonas climáticas tropical e temperada. Como resultado, a mesma recebe influência tanto das massas de ar tropicais quanto das massas de ar polares, conforme na Figura 05. Além disso, apresenta uma variedade de climas devido a essa influência mista. O estado do Paraná, na porção norte da região, é uma área de transição, onde os climas tropical e temperado se encontram. O clima tende a se tornar temperado e influenciado por massas de ar polar conforme meridional da Região Sul (Nery, 2005; Mendonça; Danni-Oliveira, 2007).

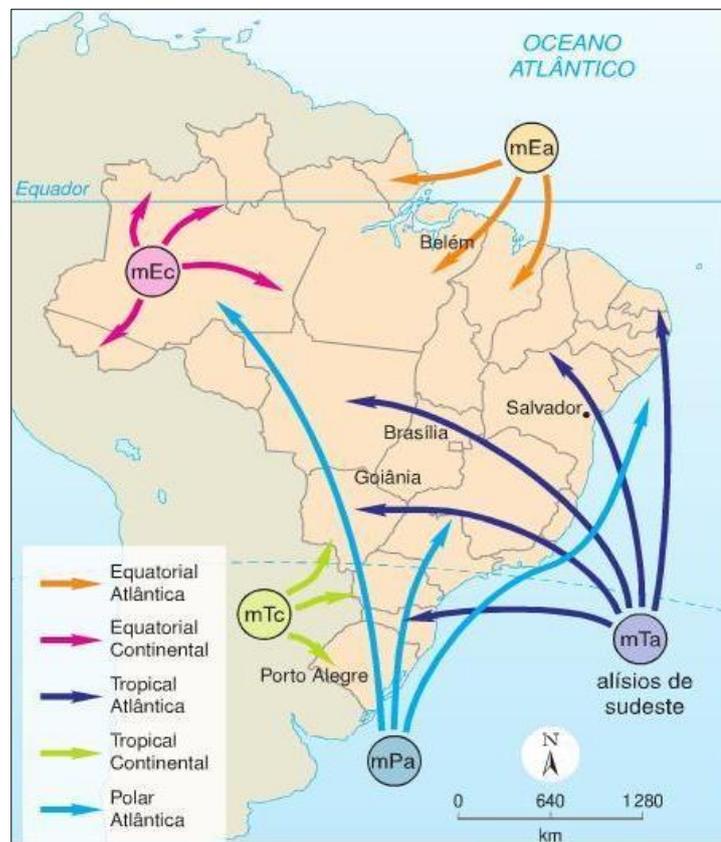
Diferentes massas de ar desempenham um papel fundamental na determinação do clima local. A Massa Polar Atlântica (mPa) que é caracterizada como fria e seca, a Massa Tropical Atlântica (mTa) quente e úmida, a Massa Tropical Continental (mTc) quente e seca e Massa Equatorial Continental (mEc) quente e úmida (Monteiro, 1963a; Mendonça, 2002), são identificadas como os principais sistemas atmosféricos que atuam na Região Sul do Brasil.

As áreas mais meridionais da região, como estado do Rio Grande do Sul, apresentam um clima temperado, com estações bem definidas, invernos frios e verões

amenos. Essa área é diretamente influenciada pela trajetória das massas de ar polar. Em contraposição, as áreas mais ao norte da região, como parte do Estado do Paraná, apresentam características subtropicais, com invernos pouco rigorosos e verões quentes e úmidos, refletindo a influência tropical (Nery, 2005; Mendonça; Danni-Oliveira, 2007).

A temperatura média anual na região Sul do Brasil varia de 14°C a 22°C (Nery, 2005; Mendonça; Danni-Oliveira, 2007), nessa faixa ampla de temperaturas a diversidade climática da região é expressa pela atuação das massas de ar polar e tropical. Porém, as serras localizadas no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina exercem uma influência no regime térmico. Essas barreiras geográficas reduzem as temperaturas médias anuais, resultando em valores médios de 16°C. Essas áreas serranas são conhecidas por registrar as temperaturas mais baixas do país. Além disso, as temperaturas mínimas podem ser especialmente baixas, frequentemente inferiores a 10°C e em casos extremos, ocorrem episódios de neve.

Figura 05. Massas de ar atuantes no Brasil.



Fonte: Simielli, 2000.

A temperatura do ar é uma das variáveis climatológicas mais importantes, pois desempenha um papel fundamental na criação de um ambiente propício para a vida. As temperaturas extremamente baixas, como aquelas que podem ocorrer durante incursões de ar frio, podem ter uma série de impactos, como na saúde, agricultura, ecossistemas, infraestruturas (Costa, 2008).

Monteiro (1976) destaca a importância dos sistemas atmosféricos para entender o clima urbano, visando a relação que o ritmo e a sucessão dos estados atmosféricos mantêm com o processo de urbanização de um determinado local.

A abordagem de Monteiro (1971), destaca a importância do ritmo climático na análise das condições climáticas, no qual o autor enfatiza a necessidade de decompor cronologicamente os dados climáticos em unidades de tempo diárias e horárias, pois é nessas unidades que ocorre a sucessão contínua dos estados atmosféricos.

Além disso, Monteiro (1971) salienta que a compreensão do ritmo climático requer a representação simultânea dos elementos climáticos, juntamente com a análise da circulação atmosférica regional. A circulação atmosférica é responsável por produzir os estados atmosféricos que se sucedem ao longo do tempo, formando a base do ritmo climático.

4.5 Estudos de Clima Urbano no Subtropical (PR- SC -RS)

Antes do período analisado, levou-se em consideração algumas pesquisas que também abrangem cidades do Sul do Brasil e abordaram a temática do clima urbano, como:

Danni (1987), pesquisou os aspectos temporo espaciais da temperatura e umidade relativa de Porto Alegre, em janeiro de 1982, contribuição ao estudo do clima urbano, por meio de estações meteorológicas e concluiu que há existência de ilhas de calor urbano, secas à noite e ilhas frescas e úmidas, relacionadas a ocupação e ao uso do solo urbano.

Collischonn (1998), trabalhou com o campo térmico da região metropolitana de Porto Alegre: uma análise a partir das variáveis do clima local, por meio de estação meteorológica e constatou ilhas de calor com temperaturas de 21°C a 33°C na estação de verão. Concluiu-se também com este estudo, que a concentração populacional é um elemento que influencia nas modificações do clima local.

Saydelles (2005), estudou o campo térmico e das ilhas de calor urbano em Santa Maria/RS, por meio de mini abrigos meteorológicos e constatou ilhas de calor, sob o domínio de massa de ar polar. A amplitude 10°C, centro-periferia, com temperatura máxima de 19°C e temperatura mínima 10°C.

Rossato (2010), pesquisou o sistema termodinâmico do clima urbano de Nova Palma, RS: contribuição ao clima urbano de cidades pequenas, por meio de Estação Meteorológica de Santa Maria e do INMET, concluiu que nas 4 estações os elementos se definem pelo sistema atmosférico, geoecológico e geourbanos. Nova Palma apresentou mínimas menores, máximas maiores e umidade relativa mais elevada que a do INMET.

A análise de teses e dissertações é uma maneira importante de compreender as tendências de pesquisa em um determinado campo. No geral, essa análise de teses e dissertações é um passo importante na compreensão das pesquisas sobre clima urbano na Região Sul do Brasil e pode ser valiosa para pesquisadores, acadêmicos e tomadores de decisão que trabalham nessa área.

Para tal feito, utilizou-se de fonte de dados do BDTD e CTD – CAPES de 2012 a 2022, a fim de garantir que esteja considerando um número possível e aproximado de teses e dissertações, essa quantidade demonstra o crescente enriquecimento da importância das questões climáticas urbanas, além disso é considerada a diversidade de tópicos na análise de títulos das dissertações e teses (Tabela 04).

Tabela 04. Pesquisas sobre o clima urbano no subtropical

Ano	Autores	Títulos das Dissertações:	Contribuição:
2013	Souza, Fabio Ribeiro De	Estudos De Fatores Explicativos Urbanos Da Distribuição Da Temperatura No Centro De Florianópolis/SC	Essa análise objetivou estudar o clima urbano da área do Centro de Florianópolis, como as atividades desempenhadas nesta parte da cidade podem influir no mesmo. Utilizou de modelagem computacional que simula o ambiente urbano, com o intuito de fazer a correlação com a variação da temperatura local, com abrangência de raio de 50m. O estudo demonstrou relação direta entre funções e temperatura, as alterações são mais perceptíveis/aparecem quando se compara a temperatura média com uma área não urbanizada.
2014	Silva, Josemar Pereira Da	Análise Do Comportamento Térmico Da Superfície Do Aglomerado Urbano Da Região Metropolitana De Curitiba Durante os Anos De 1985 A 2010 A Partir Do Satélite Landsat-5	Nessa pesquisa visou-se a temperatura de superfície e os materiais, que fazem com que haja a reflexão da radiação eletromagnética no período de 1985 a 2019, visando a ocupação e TS. Utilizou-se das ferramentas como as imagens do LandSat- 5, e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). No resultado, houve a redução da vegetação e significativo

			aumento de TS para estas áreas, as estações que demonstraram maior amplitude foram à primavera/verão, e as área urbanizadas e adensadas horizontalmente tem a incidência de ilhas de calor de superfície (ICS).
2015	Mendonca, Vinicius Moura	Clima Urbano De Londrina-PR	Buscou compreender a urbanização e as alterações posteriores a 1960 e seus agravos e perdas de qualidade de vida, assim como o planejamento como ferramenta para a minimização dos desconfortos gerados aos cidadãos pelos efeitos do clima urbano. Utilizou-se de dados de temperatura e umidade por meio de sensores termo higrométricos automáticos, transectos móveis e análise da imagem termal do Landsat 8, usos do solo e relevo. Destaca-se por um clima urbano intenso na área central, comercial e industrial e em áreas de exclusão social.
2016	Calderon, Gabriela	Análise Das Variações Térmicas E Higrométricas Em Tapejara/PR: Um Estudo Para O Período De Inverno	A dissertação teve como proposição analisar as diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre o campo e as áreas intraurbanas. Além disso, foram instalados termo higrômetros digitais em pontos representativos, complementando com os transectos móveis para a realização da modelagem, no período de julho e agosto de 2014, com isso identificou microclimas próprios, com ilhas de calor de 6,5° de intensidade em comparativo com o rural.
2016	Mangili, Fabiana Bezerra	Os Impactos No Conforto Térmico Decorrentes Da Produção Do Espaço Urbano: Estudo De Caso Em Três Bairros De Londrina (PR)	A pesquisa tem o intuito de analisar a influência da produção e organização do espaço urbano, conforto térmico do interior das residências urbanas. Para a análise utilizou-se de pares termo-higrômetros no período de verão e inverno (dias 03 a 23 de janeiro de 2015 e 25 de julho a 14 de agosto de 2015). Identificou que as populações com renda mais baixa, residem em locais mais acessíveis, em materiais construtivos baratos e apresentam desconforto quanto ao frio e ao calor, o que por sua vez afeta a qualidade de vida, enquanto rendas altas tem características contrárias.
2016	Kegler, Jonathan Júlio	O clima de cidades pequenas: configuração urbano-rural com uso de transectos móveis em Agudo/RS	Teve o objetivo de analisar relação do homem com a natureza e da relação clima-cidade e a urbanização. Realizou-se transectos móveis em três horários distintos: às 6h, 15h e 21h, em quatro datas diferentes, no inverno e verão. As ilhas de calor apresentaram-se no inverno, sob domínio do Tempo Anticiclônico Polar Marítimo, associado ao Anticiclone Polar Atlântico e no verão, sob domínio do Tempo Depressionário Continental, sob a mTc. Apresentou também ilhas de fraca magnitude, com 1°C em relação ao entorno próximo.
2018	Hoppe, Ismael Luiz	O campo termo-higrométrico e a qualidade ambiental urbana em Salto do Jacuí/RS	Essa dissertação buscou compreender o campo termo-higrométrico e a qualidade ambiental da área urbana, em dois pontos fixos de amostragem para esta pesquisa, foi empregada a metodologia de transectos móveis que cruzaram a cidade, de Norte-Sul e Leste-Oeste. Os resultados demonstraram que qualidade ambiental é

			razoável, as ilhas de calor são um indicador de áreas onde a qualidade ambiental é baixa.
2020	Silva, Gustavo Henrique Pereira da	Os efeitos de áreas agrícolas urbanas na intensidade das ilhas de calor em Florianópolis - SC	Esse trabalho demonstrou a urbanização, crescimento problemáticas ambientais que influem na qualidade de vida. Para isso utilizou-se de imagens do satélite Landsat-8, NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada), 12 pontos fixos monitorados, para a coleta de temperatura do ar no mês de fevereiro e março de 2019. As TS demonstraram, intensidades de ilhas de calor de superfície de até 14°C, e nas áreas agricultura urbana apresentaram até 8°C, sendo que as áreas urbanizadas tiveram intensidades térmicas, com até 4°C.
2022	Writzl, Luana	Conforto térmico humano em caminhos disponíveis ao uso da bicicleta em Balneário Camboriú - SC, em situação veranil	Essa Dissertação teve o intuito de compreender o nível de (des)conforto térmico humano, em relação aos diferentes microclimas presentes no entorno dos caminhos disponíveis ao uso da bicicleta. Foi realizada a análise a partir de conforto térmico no verão, com os índices PET e UTCI. Foi encontrado o conforto térmico apenas às 16 horas em ambos os dias, no dia 11 de janeiro de 2022, com UTCI 58%, PET demonstrou que 24% estavam confortáveis.
2022	Silva, Aline Nunes Da.	Interações topoclimáticas entre o urbano e o Parque Natural Municipal dos Morros, em Santa Maria/RS	Esta pesquisa observou a dinâmica atmosférica entre o meio urbano e natural do município. Foram identificadas 5 Zonas Climáticas Locais (LCZs) na área de estudo, sendo que variabilidade topoclimática é influenciada pela topografia, assim como, os processos atmosféricos no urbano acentuam o aquecimento e resfriamento da camada de ar próximo a superfície.

Fonte: Autora 2023.

Das dissertações analisadas, os elementos climáticos citados de maneira direta são umidade relativa do ar e temperatura de superfície e do ar, pode-se perceber que desde 2013 já se realizavam as modelagens computacionais que simulam o ambiente urbano. Outro ponto citado na maioria das dissertações é a metodologia de Monteiro (1976), o canal termodinâmico e as ferramentas como pontos fixos, estações, transectos móveis e imagens de satélite, utilizadas nos estudos para a aferição da temperatura, para além disso, é citado que as análises são realizadas sob a perspectiva da comparação entre as áreas urbanizadas, construídas e seu entorno próximo e até espaços rurais.

Quando trabalham com TS utilizam das imagens para fazer não só as cartas termiais, mas a caracterização geourbana, geoambiental da área, como uso do solo, vegetação, topografia entre outros aspectos. Além disso, atrelam o clima antropizado nos locais de urbanização como espaços com perda na qualidade de vida, pela falta de

organização, ou pela desorganização do espaço urbano, planejamento ou até mesmo frisam os tipos de materiais construtivos.

Com o intuito de entender melhor as pesquisas sobre o clima urbano, reportamos as nuvens de palavras, que é uma ferramenta visual eficaz para identificar tendências e tópicos de pesquisa em um campo específico. Para a análise, utilizou-se dos títulos das dissertações e teses, sendo que as palavras maiores e mais proeminentes na nuvem de palavras geralmente indicam temas mais abordados e relevantes (Figura 06/07).

Figura 06. Palavras que mais aparecem nos títulos das Dissertações



Fonte: Autora 2023.

Nesta primeira imagem foi possível identificar as palavras mais significativas. São elas: análise, clima, conforto, térmicos e urbanos, o que demonstra a preocupação com a análise climática urbana, o clima urbano e a termodinâmica. Os demais termos também são importantes, porém são complementares e de certa forma são sinônimos, ou desdobramentos da própria teoria do SCU.

Na tabela 05 apresenta-se as teses, que foram identificadas no BDTD e CTD – CAPES de 2012 a 2022, para o subtropical e que versam sobre o clima urbano.

Tabela 05. Teses sobre o clima urbano no subtropical

Ano	Autores	Títulos das Teses:	Contribuição:
2012	Teodoro, Pacelli Henrique Martins	A Sustentabilidade Urbana De Maringá/PR: Da Teoria À Prática	A sustentabilidade é utilizada como um discurso, sendo assim buscou entender o processo de desenvolvimento sustentável bem como sua contextualização temporal, espacial global local e como isso influencia na regulação do capitalismo
2014	Silveira, Renata Dias	Risco Climático, Vulnerabilidade	A vulnerabilidade aos extremos climáticos, como eventos de temperatura extrema, está

		Socioespacial E Eventos Climáticos Extremos Relacionados Ao Calor E Ao Frio No Estado Do Rio Grande Do Sul-Brasil	intrinsecamente ligada ao nível de desenvolvimento e ao grau de organização e planejamento da sociedade. Analisou a distribuição no RS dos episódios por período (1992-2000) houve a ampliação dos episódios de calor e a redução dos episódios de frio no período de (2001-2009) houve um aumento dos episódios de calor e frio.
2014	Santos, Lisana Katia Schmitz	Reestruturação Urbana E Conforto Térmico Em Curitiba/PR: Diagnóstico, Modelagem E Cenários	Investigou a Reestruturação urbana e conforto térmico em Curitiba/PR por meio do diagnóstico, modelagem para cenários. Obteve com o resultado a expressão dos cenários futuros e o menos movimento de intervenção no desenho podem influenciar o microclima e o conforto térmico urbano, traz algumas proposições para que o aquecimento global não seja tão presente, os espaços abertos do Setor Especial Estrutural curitibano.
2014	Velho, Luiz Felipe	Análise da temperatura de superfície e da ocupação urbana no município de Porto Alegre	Essa pesquisa tem como aporte a urbanização e as modificações do espaço, as substituições de matérias naturais por construtivos. Identificou padrões horizontais e verticais da ocupação urbana e relacionou com a Temperatura da Superfície (TS), demonstrou forte correlação entre os dados meteorológicos e valores mais altos nas áreas urbanizadas e mais baixos onde a ocupação é menor em questão de espaçamento.
2018	Trindade, Patricia Michele Pereira	Análise espaço temporal da temperatura em Santa Maria - RS a partir de imagens termais Landsat 8 e experimento de campo	Trabalhou os impactos da artificialização e o clima urbano, para tal, trabalhou com LandSat 5 e 8, entre 1994 e 2014, e coleta em pontos fixos 2017 e 2018, além da hipsometria e grau de ocupação da cidade. Identificou 70% de taxa de crescimento urbano, além de ilhas de calor na primavera e verão, na segunda etapa a temperatura do ar mostrou-se superior a em média 2°C a noite e de madrugada, a partir de 60 a 200 metros as ilhas de calor se caracterizam pela forte magnitude, destaca também a importância das ferramentas de Geoprocessamento.
2020	Monteiro, Felipe Ferreira	Ilha de calor urbana e sua influência na microfísica de nuvens em metrópoles brasileiras (Porto Alegre)	Analizou o balanço de energia em superfície e ilhas de calor em metrópoles, utilizou como metodologia o albedo superficial, Menn Kendall, Theil-Sem,T-Student. Todas as 21 regiões metropolitanas estudadas apresentam ilha de calor, tanto diurna quanto noturna.
2020	Almeida, Alcionir Pazatto De	Os Microclimas Do Parque Estadual De Itapuã/RS	Investigou a cobertura da terra, topografia, altitude, exposição de vertentes e presença de corpos hídricos e a variabilidade espaço-temporal da temperatura do ar, com a metodologia ermo-higrométricos digitais, de mini abrigos meteorológicos, no período de junho de 2017 a março de 2018, por meio da ferramenta de Krigagem , foi possível identificar que a umidade relativa neste período é foi maior que 95%, pode-se constatar que houve a influência d Lagoa Negra e Laguna dos Patos, dentro do Parque identificou 5 unidades microclimáticas.
2021	Rocha, Geisa Silveira	A Ilha De Calor Urbana	Analizou os contrastes térmicos, em particular

Da	Entre Mares: Conurbada Florianópolis/SC	Área De	as ilhas de calor urbanas de ambiente costeiro insular com ênfase no subsistema termodinâmico, por meio de estações e sensores de temperatura do ar em 17 pontos (14 funcionais), de 2018 a 2019, encontrou diferenças térmicas de 8°C sendo que a média anual é de 2,4°C, a ilha foi considerada como muito forte, considerando a influência da brisa marinha, identificou que no período diurno, nos horários de 9h e 14h houve a presença de ilhas de frescor.
----	---	------------	---

Fonte: Autora 2023.

As teses analisadas descrevem sobre a urbanização e seu desenvolvimento, tentando ligar isso não somente com o clima, ou com o estrutural da morfologia da cidade, mas sim discutir sobre os processos de modificações e a lógica de regulação capitalista que gere os espaços, levando em consideração a vulnerabilidade, o conforto e o planejamento, trazendo assim, proposições para a mitigação das ilhas de calor. Além disso, é possível identificar a utilização de outros tipos de ferramentas e testes para as análises. Essas pesquisas não citam somente a ilha de calor urbana, mas levam em consideração as ilhas de frescor que também são importantes, no quesito proteção ao frio do subtropical.

Figura 07. Palavras que mais aparecem nos títulos das Teses.



Fonte: Autora 2023.

Nesta segunda imagem, além dos termos análise, climáticos, temperatura, urbana, também aparece a ilha de calor. A ilha de calor é um produto, é mensurável pela temperatura do ar e está contida no clima urbano, é descrita como áreas urbanas ou

regiões dentro de uma cidade que tem temperaturas mais elevadas do que as áreas circundantes. A mesma está imbricada a fatores como urbanização, e aos tipos de materiais construtivos, como pavimentos de concreto, asfalto e outros materiais que absorvem e retêm o calor, além das atividades humanas que geram calor, como tráfego e uso de energia (Oke, 1987; Arnfield, 2003).

5. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



5.1 Urbanização

O urbano teve uma maior visibilidade, a partir da reprodução ampliada, com a globalização e o desenvolvimento do meio-técnico-científico-informacional, que fez com que o urbano tivesse uma maior concentração populacional, força de trabalho e assim sucessivamente melhorias nas habitações, serviços e infraestruturas, isso para que os sistemas urbanos fossem eficazes para acumulação de capital (Limonad, 1999).

Para o entendimento da urbanização é preciso primeiro conhecer o conceito de espaço urbano ao qual Corrêa (1995), discorre como usos da terra justapostos. Na centralidade concentram-se o comércio, a gestão e o conteúdo social, a cidade é também o espaço urbano fragmentado com articulações, reflexos e ações sociais que se materializam no espaço.

Baseou-se no aporte teórico realizado por Sposito (1988), o qual trata a urbanização e suas perspectivas desde o sedentarismo/agricultura, organização e desenvolvimento que favoreceram ao processo de urbanização, assim como, o renascimento do urbano sobre a lógica viável para a reprodução do capital e a inserção do aparato industrial. Com isso destaca-se a importância da expansão do número humano, e seu crescimento significativo e considera-se que o período de 1950 a 2050, terá a mais rápida transformação demográfica.

O processo de urbanização e industrialização juntamente com a falta de perspectiva e trabalho no campo, fizeram com que as pessoas migrassem para as cidades, ocasionando crescimento de forma desordenada e sem planejamento, em locais indevidos, em conjunto com a expansão demográfica e a baixa renda, gerando problemáticas sociais e de habitação. Entende-se que, a transição demográfica está atrelada ao desenvolvimento e a transformação de uma sociedade agrícola em industrial, a rápida urbanização, migração, modificações nas estruturas familiares (Bongaarts, 2009).

O Brasil do século XX, destaca-se pelo crescimento econômico, como a produção de café, o nascer e fortalecer das indústrias, para isso houve a necessidade de mão de obra que oportunizou a chegada de imigrantes (europeus principalmente) que resultou no expressivo crescimento demográfico iniciado na porção litorânea brasileira, tornando o país ao longo dos anos seguintes, eminentemente urbano (Santos, 2009).

Sendo assim, segundo o IPEA (2016, p.30) “a intensificação da industrialização acarretou o aceleração da urbanização e concomitante a explosão demográfica”.

Desta forma, a população passou de predominantemente rural para majoritariamente urbana em menos de quarenta anos.

Conforme o Conselho Regional de Desenvolvimento (COREDEs, 2010) identificou-se que a região norte do estado gaúcho, onde está situada a cidade de Erechim, há uma taxa de urbanização de 72%, vislumbra-se também a lógica de prestação de serviços, comércio e fluxos dos municípios vizinhos para com Erechim, bem como indústrias voltadas aos setores, metal- mecânico, alimentício e têxtil.

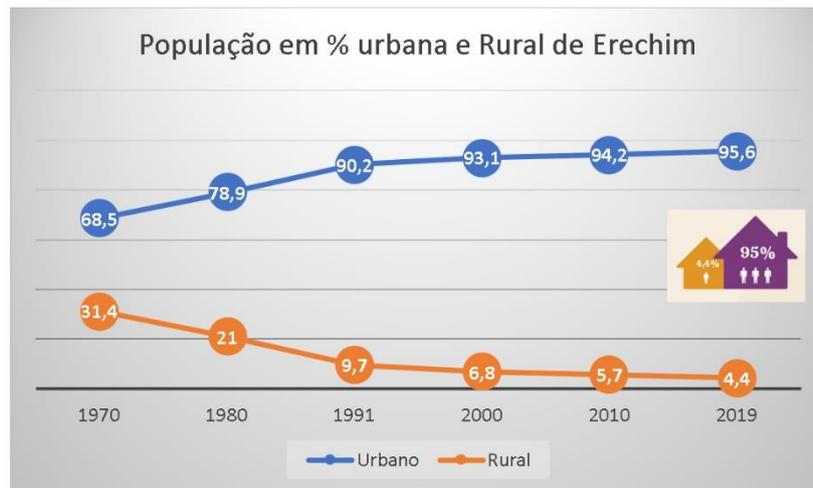
A partir de 1970 o crescimento urbano não acompanhou o plano pioneiro de implantação da cidade de Erechim, embora o mesmo tenha se mantido na porção central da área urbana, a expansão não levou em consideração as condições topográficas do local, sendo que a área de implementação exigia tratamento diferenciado (PME, 2017; IBGE, 2010).

A criação de bairros e a abertura de loteamentos resultou em uma cidade que cresceu para todas as direções, principalmente leste e oeste, visto que o relevo dificulta o avanço para o norte da cidade (área na qual se localiza o vale Dourado, dificultado pelo acesso de vias, circulação e ocupação das vertentes) (PME, 2017; IBGE, 2010).

O Gráfico 04, apresenta um aumento populacional, uma menor população rural em contraponto uma maior urbana, não havendo inversão, o que demonstra que a população urbana sempre se manteve em grande quantidade de habitantes (IBGE; SEBRAE, 2023).

Sendo assim, a cidade de Erechim foi constituída a partir do Plano Urbano de Carlos Torres Gonçalves (1914) que previa uma malha urbana de 2.500 lotes, fazendo com que a atual Erechim fosse planejada e projetada para ser cidade. Pode-se verificar também, um aumento gradativo que continua ascendo ao longo dos anos (Fünfgelt, 2004).

Gráfico 04. População urbana e rural de Erechim 1970 -2019



Fonte: IBGE; SEBRAE, 2023.

A constituição populacional consolidou-se após a inserção da ferrovia, impulsionada pelo excedente de imigrantes das antigas colônias (que se deslocaram pelos projetos de colonização do Governo), a princípio o plano do Engenheiro Carlos Torres Gonçalves, previa uma ocupação de 15.000 habitantes em 298 hectares, como uma unidade de planejamento. Em um primeiro momento com uma economia mais voltada ao trabalho rural, a produção agrícola, extração de madeira, passando a ser um centro de comercialização e industrialização de produtos agrícolas, chegando ao auge desenvolvimentista em 1950 em diante (Fünfgelt, 2004).

Fünfgelt (2004), descreve as fases da evolução urbana da cidade de Erechim, onde pode-se observar que em 1930 já se tinha um panorama de implantação de lotes para famílias de baixa renda, em 1956 consolidou-se com a implantação do loteamento Progresso. Já em 1940 a gestão do tamanho e plantas deixam de ser responsabilidade do estado e passa a ser do município, no ano de 1950 planejava-se a vila operária, sendo que as construções não poderiam passar de 4 pavimentos, nesta década também foram implementadas as rodovias.

Em 1970 as atividades comerciais e industriais foram impulsionadas. Foi constituída a área industrial. A ponte sobre o Rio Uruguai ligando os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. E em 1975 entrou em vigor o primeiro plano diretor estabelecendo as regras para edificações e parcelamento do solo, com ele a valorização do solo urbano em especial a parte central (Fünfgelt, 2004).

Nas décadas seguintes 1980 e 1990, destaca-se a instalação do distrito industrial, do Master Sonda Shopping, um novo plano diretor, visto expansão tanto vertical como horizontal. Surge a política habitacional do município, com enfoque aos lotes sociais, a

princípio sem recurso federal e posteriormente a COOPERHABIC (Cooperativa Habitacional da Indústria e Comércio).

Mueller (2016), Mueller, Spinelli e Reis (2019) fizeram a análise da dinâmica populacional e transformações socioeconômicas na microrregião geográfica de Erechim, no período de 2000 – 2010, onde verificaram mudanças na estrutura populacional da microrregião geográfica, vinculadas aos processos de reestruturação econômica e produtiva em escala regional, como também, um crescente aumento da população urbana e decréscimo na população rural nos municípios.

Quando se trata do crescimento urbano, ele está voltado a reestruturação econômica e produtiva, que se expressa numa estrutura e em uma forma urbana, em especial no crescimento e expansão física do espaço urbano (Gabe, 2016 apud Fiorentin, 2021).

A habitação é tema de diversos estudos, pois é considerada um dos principais problemas sociais brasileiros. O crescimento urbano e a expansão populacional tornam o urbano sobrecarregado, implicando na infraestrutura, equipamentos e serviços, essas comprometendo a qualidade de vida, com inadequadas condições de moradia e renda (Fabiane, 2021).

As faixas de preço médio do solo urbano de Erechim/RS – por bairro em 2020, chegaram de 1400 a 1499 reais por metro quadrado na porção central, na qual foi instalado dois sensores, enquanto bairros afastados chegam a de 0 a 99 reais por metro quadrado, no ponto 01 em que o sensor foi instalado, os valores aproximaram-se de 800 à 899 reais por metro quadrado (Fabiane, 2021).

Para além, o acesso a habitação tem um custo elevado e exclui uma parcela da população, sendo uma problemática importante na compreensão dos elementos fundamentais para a produção e reprodução do espaço geográfico. Assim, a habitação urbana, não passa somente pela arquitetura, mas está voltada à questão social, visto que, a habitação acompanha o sistema capitalista e seus desdobramentos, como a urbanização e industrialização e a ocupação de áreas periféricas/inadequadas a habitabilidade humana (Fabiane, 2021).

5.2 Hidrografia

As problemáticas em torno dos recursos hídricos estiveram presentes ao longo da história da humanidade, por carregar um elemento vital a água, que é utilizada em

diversos setores da vida, no consumo, na agricultura e na produção de alimentos, nos processos produtivos urbano-rural. Para além, a crise ambiental e degradação representam a síntese da atual sociedade em que se vive, e que continua a explorar predatoriamente os recursos naturais em prol de um desenvolvimento econômico. Para uma mudança no quadro destrutivo da natureza que vem se instaurando, a humanidade precisa modificar a concepção em relação a valores sociais e individuais, processo esse que leva tempo.

A área urbana de Erechim consolidou-se sobre um divisor de águas, em que abrange a Região Hidrográfica da Bacia do Rio Uruguai, e situa-se entre duas bacias hidrográficas a Bacia Hidrográfica dos Rios Apuaê Inhandava e a Bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo. Sendo assim, o local onde insere-se é um limitante para o abastecimento de água, visto que a malha urbana de Erechim está situada em áreas de nascentes (Plano Ambiental Municipal, 2011).

O processo de urbanização e concomitantemente o crescimento populacional, está relacionado as problemáticas ambientais. Estas de cunho social, de habitação quando a malha urbana se instaura sobre os leitos dos rios, quando são canalizando e desconsideram as cheias, a qualidade da água e a perpetuação de vetores, os diferentes usos da terra e a retirada de cobertura vegetal.

Decian (2012), realizou a análise e zoneamento ambiental da área de proteção ambiental dos rios Leozinho e Ligeirinho de Erechim, foram definidas sete zonas de uso dentre elas a APA (Área de Proteção Ambiental) apresentando um cenário heterogêneo quanto aos usos da terra, predomínio de atividades agropecuárias, as áreas de APPs (Área de Preservação Permanente) apresentam evidências de recuperação da vegetação nativa refletindo a intensificação do controle ambiental em relação ao manancial hídrico.

Outro cenário posto por Peluso *et al.*, (2012), foi a revitalização através do mapeamento de cenários, educação ambiental da sociedade civil e limpeza física dos rios Tigre, Suzana e Dourado de Erechim. Chegando ao fim do projeto, identificou-se a redução de resíduos sólidos jogados ao longo dos rios, visto que questionar exigir uma nova postura individual se traduza em atos concretos.

Peretti (2013), realizou o levantamento dos desastres naturais que aconteceram no município de Erechim entre os anos de 1986 a 2011, identificando sua origem como meteorológicos, climatológicos ou hidrológicos. Buscou-se nos arquivos da defesa civil, ao final e entre 1996 a 2011 ocorreram 65 eventos causadores de desastres em Erechim

- RS sendo que a maioria deles são de origem meteorológica como vendavais e vendavais com granizo, e climatológicos como estiagens.

Da Silva *et al.*(2013), avaliou a vulnerabilidade do aquífero Serra Geral à contaminação no município de Erechim, aplicou-se o método GOD em 55 poços, sendo que resultou em 47 poços com contaminação e vulnerabilidade média e por fim, a direção regional de fluxo subterrâneo foi no sentido sudeste - nordeste neste trecho contribuindo para a calha do Rio Uruguai.

Bernardi (2014), fez a análise da gestão dos recursos hídricos no município de Erechim, junto aos órgãos de gestão municipal das bacias, aliado aos planos de manejo, dados estatísticos, históricos e informações coletadas junto aos órgãos. Por fim, identificou-se que o município utiliza e faz o licenciamento ambiental, observou-se que não há saneamento básico, o abastecimento público apresenta dificuldades devido as mudanças climáticas, bem como o aumento populacional, intensificação das atividades antrópicas, as questões de cunho ambiental são invisibilizadas e há falta de organização dos órgãos.

Casagrande *et al.* (2015) fazem uma proposição de critérios para determinação da largura de faixas de mata ciliar através de modelagem hidrológica, utilizaram-se do código florestal e da capacidade da bacia em reter água. Identificaram o cenário em que as curvas de recessão são mais suaves, produzindo maior armazenamentos, propondo considerar áreas de proteção maiores.

Faggion, Casagrande e Silva (2015), este estudo teve como objetivo principal identificar os efeitos da alteração do uso do solo em uma bacia hidrográfica na quantidade de água, utilizou-se da equação de Priestley-Taylor, a análise mostrou tendência positiva nos resíduos, as vazões aumentaram, sendo que pode estar associado ao desmatamento na bacia e substituições dos usos da terra.

Baruffi *et al.* (2016) trabalhou com a identificação e análise de risco de inundações e alagamentos dos municípios de Erechim e Passo Fundo, e visou a identificação e análise dos fatores de risco de pontos críticos sujeitos a inundações e alagamentos e com isso notou-se que ambos os municípios apresentam diferentes níveis de riscos de inundações e alagamentos, a partir dessa análise foi possível propor medidas para mitigação.

Chagas (2017), estudou a qualidade da água nos rios Leãozinho e Ligeirinho, utilizados para o abastecimento público, utilizando da metodologia de análise como o biomonitoramento com macroinvertebrados bentônicos, parâmetros físico-químicos e

microbiológicos provaram água de boa qualidade. Os resultados dessa pesquisa demonstraram que houve uma diminuição na qualidade ambiental dos rios, demonstrando uma poluição moderada e apresentando grupos de *Ephemeroptera*, *Plecoptera* e *Trichoptera*, essa análise foi importante pois sabendo da qualidade da água pode-se evitar questões de saúde pública e a manter uma biota aquática saudável.

Furlan (2017) em seu trabalho buscou compreender a urbanização e os riscos socioambientais em Erechim, seus resultados apontaram para uma tendência de aumento populacional e da proporção urbana, cita que na área urbana localizam-se duas bacias hidrográficas Dourado e Suzana e sub bacias Tigre e Henrique, porém em sua análise identificou que o mais impactado pela urbanização é o Rio Tigre, com este estudo também foi possível constatar os 38 setores que correm riscos, distribuídos de alto a baixo risco.

Costa e Nora (2018), buscaram estudar sobre os rios urbanos de Erechim: passado presente e futuro e objetivaram identificar e analisar as transformações ocorridas com os cursos hídricos presentes na malha urbana de Erechim. Compreenderam que a expansão da cidade suprime as vertentes, a urbanização faz com que ocorra a canalização e aterros nos cursos hídricos, demonstrando mais uma vez as problemáticas em torno dos recursos hídricos.

Furlan e Spinelli (2019), buscaram entender o planejamento e hidrografia: estudo das bacias hidrográficas do perímetro urbano de Erechim/RS, utilizando software QGIS para a análise dos usos da terra. Foi possível verificar que o rio Tigre atualmente é o mais impactado e que a cidade, visto que a cidade ordenou seu planejamento em prol da questão imobiliária, deixando de lado os recursos naturais.

Costa (2020), pesquisou a importância da geomorfologia nos estudos ripários: estudo de caso da Bacia do rio Apuaê-Mirim, norte do Estado do Rio Grande do Sul. Foram avaliadas as litoestruturais e climáticas (pretéritas e atuais), os aspectos morfométricos e o relevo nos fundos de vale e os aspectos hidrogeomorfológicos e pedológicos, considerando esses elementos constatou-se que a geomorfologia exerce grande influência sobre as condições de existências e o modo pelo qual são constituídos os ambientes ripários dentro da área de estudo.

Furlan e Trentin (2021), pesquisaram sobre a urbanização e exposição ao perigo de inundação: um estudo na bacia hidrográfica do rio Henrique de Erechim 1975 e 1989, por fim encontraram a construção de loteamentos e casa sobre canais, alterando os usos, caracterizando e expondo 68 domicílios ao perigo de inundações.

5.3 Áreas verdes e ecossistemas urbanos

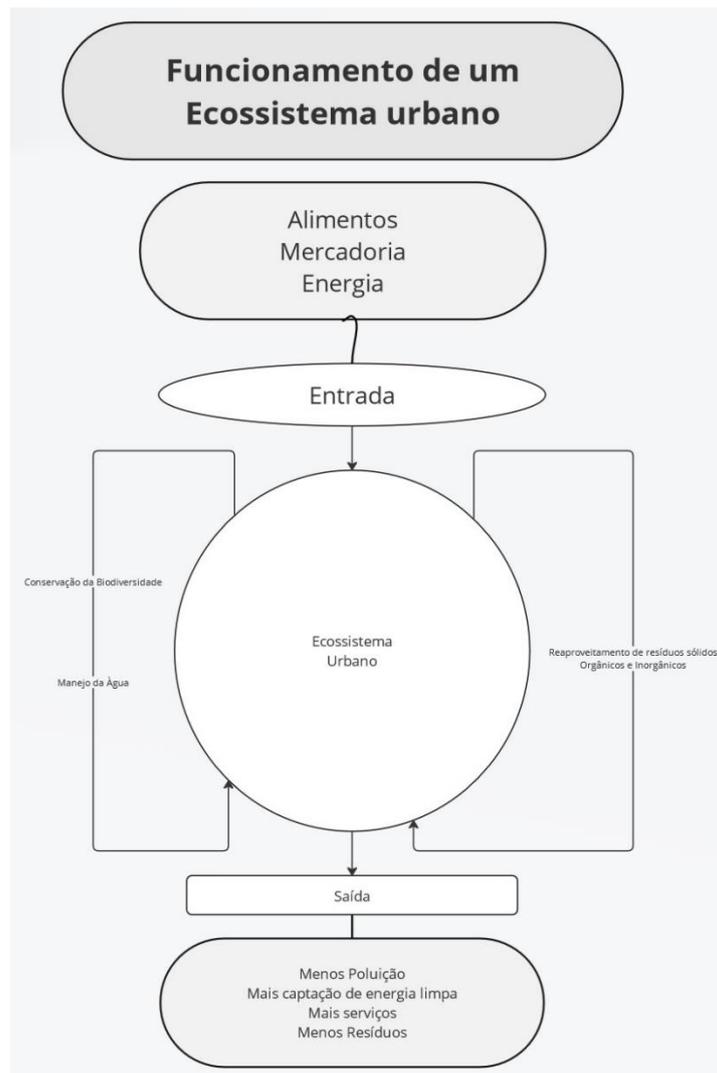
O debate em torno da vegetação urbana, juntamente com a consciência ambiental, agrega valor a discussão em relação a preservação e a conservação do ecossistema natural, ressaltando a importância dos impactos, referentes ao carbono, a poluição atmosférica e sonora e os benefícios de áreas verdes na saúde humana (Milano; Dalcin, 2000).

Analisar a paisagem urbana, vista por meio da teoria de Bertand, é ter o entendimento de que a área urbana é um espaço artificializado, que tem um ecossistema próprio, como um híbrido entre construções e a esfera da vida.

Conforme as concepções de Dgotdu (2011), entende-se que o ecossistema urbano é uma comunidade, que consiste em plantas, animais e humanos habitando o urbano, funcionando como um organismo, cada qual com suas funções.

Lago e Pádua advogam (1984), as leis que regulam os organismos resumem-se a interdependência, ordem dinâmica, equilíbrio autorregulado, maior diversidade é igual a maior estabilidade, fluxo constante de energia e matéria e reciclagem permanente (Figura 08).

Figura 08. Funcionamento de um Ecossistema urbano



Fonte: Batitucci *et al.* (2019).

Organização: a autora 2023.

Newman (1999) explica que as condições atmosféricas presentes em um espaço urbano integradas aos fatores físicos, bióticos e sociais, apresentam um determinado condicionamento a vida nesses locais.

Tratando-se de áreas urbanas, há a interferência antrópica causando modificações nos usos e ocupação, remoção de cobertura vegetal e concomitantemente nos fluxos energéticos, o habitat urbano, também representa ecossistemas artificializados, são fragmentados e possuem sua própria complexidade, segundo Figueiró (2015).

A degradação urbana, ou a crise urbana, atualmente é um dos principais problemas enfrentados pelas cidades, pois existem diferenças na capacidade adaptativa dos diversos estratos econômicos da sociedade. a suscetibilidade de áreas urbanas “desordenadas”, ou seja, ordenadas conforme a lógica capitalista, classificadas como

áreas de risco e declives, são ocupadas por populações não atendidas pelas políticas públicas urbanas, implicando em problemas socioespaciais (IPEA, 2016).

5.4 Usos e Ocupação do Solo/Terra

A caracterização urbana de usos e ocupação da terra no momento em que é aferida a temperatura, é importante pois assim, pode-se identificar qual uso e atuação atmosférica causam um maior aquecimento atmosférico local, provocando ilhas de calor ou de frescor. Sendo assim, quando se estuda o conceito de uso do solo, no Brasil até meados de 2006, foi utilizado como superfície da terra, deixando de lado a pedologia. A partir de 2006, o uso do solo passa a ter o enfoque pedológico, e para a caracterização de superfície, divide-se em duas conceituações, o uso da terra (*land use*) abrangendo a cidade e considerando o propósito, como o que é, e para que serve? e cobertura da terra (*land cover*) abarcando todos os aspectos naturais, bem como a troca de manejo, segundo o Manual Técnico de uso da terra do IBGE (2006).

Conforme NOAA (2021), utiliza-se imagens de satélite para ver a cobertura, ou seja, tudo que é visível, o que recobre a superfície, quando mais detalhada a pesquisa, mais especificidades, então entende-se que dentro de uma cobertura da área urbana há diferentes usos da terra, sendo preciso compreender como os processos se ligam aos diferentes usos da terra.

Foley *et al.*(2005), fomenta que os usos do solo inicialmente tinham um impacto local, porém com os avanços da sociedade tem se expandido e se tornado uma problemática global, utilizados por vezes, para necessidades imediatas, as custas da degradação ambiental, o autor cita que a humanidade tem transformado o ciclo Hidrológico em prol da economia, no sentido de fornecer água doce para irrigação, indústria e consumo doméstico (abastecimento), além da inserção de fertilizantes, agrotóxicos e de mais poluentes que corroboram para uma perda na qualidade da água, da biodiversidade e de ecossistemas.

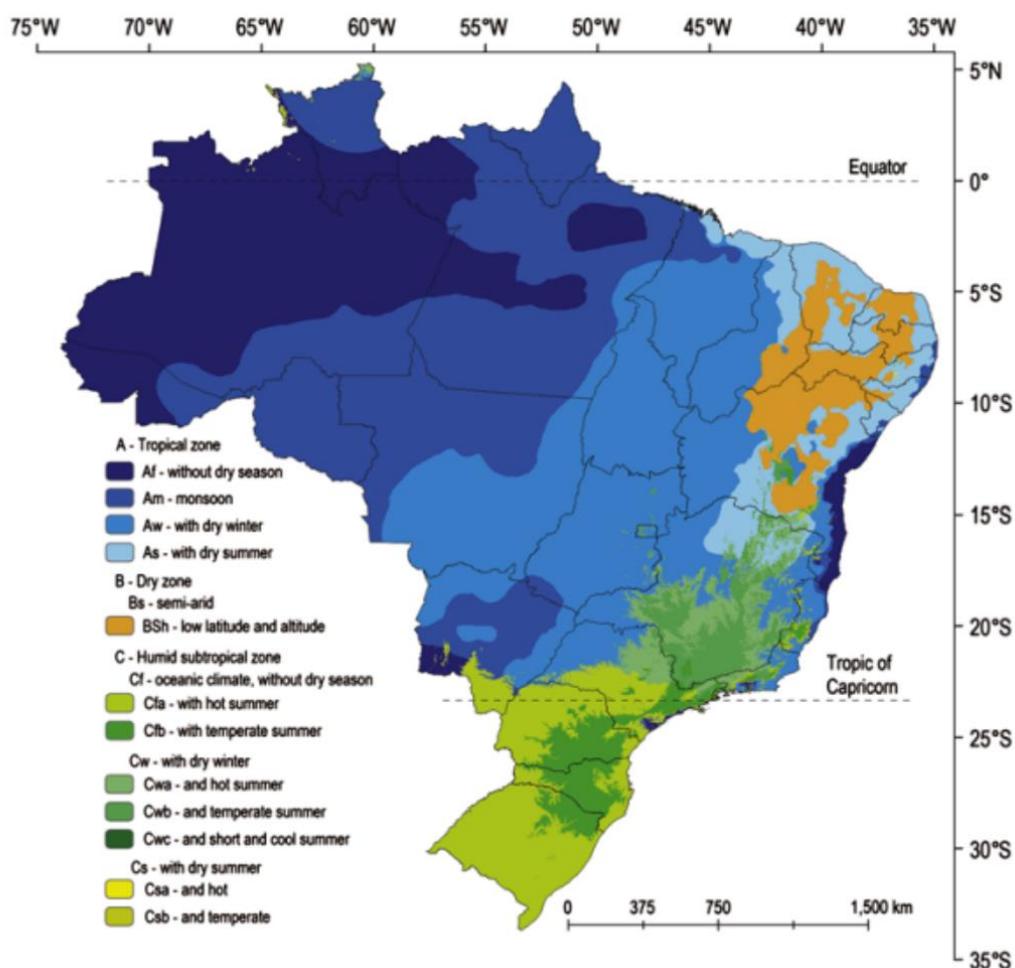
Algumas práticas referentes aos usos do solo são essenciais a sobrevivência humana, como, comida, abrigo, água potável, por outro lado, práticas modernas de uso da terra agrícola está trocando aumentos de produtividade por perdas a longo prazo em serviços e ecossistemas, atrapalhando o fluxo, equilíbrio e escoamento de água. A agricultura intensiva causa erosão, carga de sedimentos, a prática de irrigação afeta o

abastecimento, os quais somos dependentes, o grande desafio é reduzir o impacto negativo (FOLEY *et al.*, 2005).

5.5 Clima

Erechim situa-se na região do Alto Uruguai gaúcho, onde, de acordo com a classificação de Köppen, a região enquadra-se em faixa transitória entre o clima do tipo Cfa - Subtropical úmido com verões quentes e Cfb -temperado sempre úmido (Figura 09), com verão suave e inverno seco, com geadas frequentes (Torres; Machado, 2008).

Figura 09. Classificação de Köppen para o Brasil



Fonte: Köppen, 2018.

Diante disso, e compreendendo que dentro dessas categorias gerais podem ocorrer variações e especificidades de certas localidades, devido a fatores geográficos, como latitude, altitude e proximidade com massas de água. Desta forma, para a busca

ser concisa, foram utilizadas de fontes específicas, para obter informações detalhadas sobre o clima da região do Alto Uruguai Gaúcho.

Rossato (2011), realiza uma classificação climática para o Rio Grande do sul, e destaca que o clima da região de Erechim é do tipo Subtropical IVa, no qual tem características de ser muito úmido com inverno fresco e verão quente. Outra perspectiva da autora é que as chuvas são formadas pelos sistemas frontais, na primavera e verão os sistemas marítimos e continentais são mais atuantes, o total médio anual de precipitação é de aproximadamente 1700 - 1900 milímetros.

O clima em Erechim, na posição subtropical de 22°S, tem alternâncias entre as estações do ano, o que faz com que elas sejam bem definidas, onde o verão é quente e chuvoso, o inverno frio e seco, primavera e outono são característicos pelas transições entre as estações de inverno e verão, o seu clima é condicionado principalmente massas de ar polar. Os sistemas desempenham um papel crucial na determinação do clima local, regional, para a área de estudo Erechim/RS os sistemas atuantes são mPa, mTa, mTc, mEc, FF, CCM e ENOS.

Dentre elas, a Massa Polar Atlântica (mPa), que tem origem marítima e é fria e úmida. Ela atua principalmente durante o inverno, é responsável também pelas quedas de temperatura e pelas incursões de ar frio, em forma de Geadas de ondas de frios e de precipitações. Neste sistema há grande amplitude térmica, o que possibilita os nevoeiros serem visíveis, pois a alta pressão inibe a formação das nuvens e a perda de calor durante a madrugada (Mendonça, 2002).

A Massa Tropical Atlântica (mTa) tem origem marítima sobre as águas do oceano Atlântico Sul, formando o Anticiclone Semifixo (ASAS), é característica por ser quente e úmida e influencia as condições de verão na região Sul. Em Erechim em um dia típico de verão contribui para as temperaturas elevadas e para a chuva em pancadas isoladas (Mendonça, 2002).

A Massa Tropical Continental(mTc) também é quente, mas sua origem está no continente na Depressão/baixa do Chaco. De maneira aproximada, a mTa, essa massa em Erechim pode afetar as condições de tempo quente e seco na região, especialmente durante o verão (Mendonça, 2002).

Massa Equatorial Continental (mEc), caracterizada como quente e úmida, e sua origem está nas regiões equatoriais. Ela pode influenciar o clima na região Sul, especialmente durante os meses de verão, trazendo temperaturas elevadas e umidade da Amazônia (Mendonça, 2002).

Além das massas de ar, também há a atuação de Frentes Frias (FF), que é caracterizada como, faixa de transição entre massas de ar frio das regiões polares, as quais se deslocam em direção às regiões tropicais (quentes), classicamente ocasionam chuvas, por vezes fortes, e posterior declínio de temperatura (ar frio e seco) (Mendonça, 2022).

Sob Erechim também incidem os Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM), que devido ao calor no verão na primavera são mais incidentes, sua formação é marcada por ventos, chuva e granizo, além da formação de temporais que geram perdas e danos.

Os eventos do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS) são originados da mudança das relações entre o oceano e a atmosfera no Oceano Pacífico, provoca variações na dinâmica atmosférica em escala global e regional o que preocupa os cientistas pelas incidências de anomalias climáticas em diversas regiões do globo, assim como na região Sul do Brasil (Oliveira, 2001).

Quando se trata do fenômeno ENOS em suas componentes positivas e negativas, houve a relação com o fenômeno El Niño, enquanto a La Niña teve menor incidência, para a região do Alto Uruguai no período de 1957-2012 (Chechi; Sanches, 2013).

Durante o verão os sistemas, tropical continental e tropical atlântica apresentam maior incidência sobre a cidade, pois há um aumento da radiação solar sobre a faixa tropical preponderante e com isso o aumento da intensidade dos alísios que adentram o continente e seguem a leste dos Andes, trazendo um aporte de umidade pelos JBNs, causando chuvas. No inverno há uma diminuição no aquecimento continental o que propicia um aumento no deslocamento e atuação da massa de ar polar, chegando à estimativa de uma frente fria por semana (Cavalcanti *et al.* 2016; Mendonça, 2017).

As pesquisas na região estão mais voltadas ao regime pluviométrico, o que dificultou a busca por bibliografias, porém, Kegler *et al.*, (2016) estudaram a variabilidade espacial da temperatura do ar com o uso de transecto móveis em Erechim/RS, sob domínio polar em processos de tropicalização. Utilizaram-se de estações meteorológicas e registraram amplitudes de 8°C entre os bairros da cidade, as áreas verdes são caracterizadas como amenizadoras do clima. Identificou-se que, sob domínio polar em processo de tropicalização o urbano apresentou temperaturas elevadas onde o solo era impermeável.

6. MATERIAIS E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS



6.1 Revisão Bibliográfica

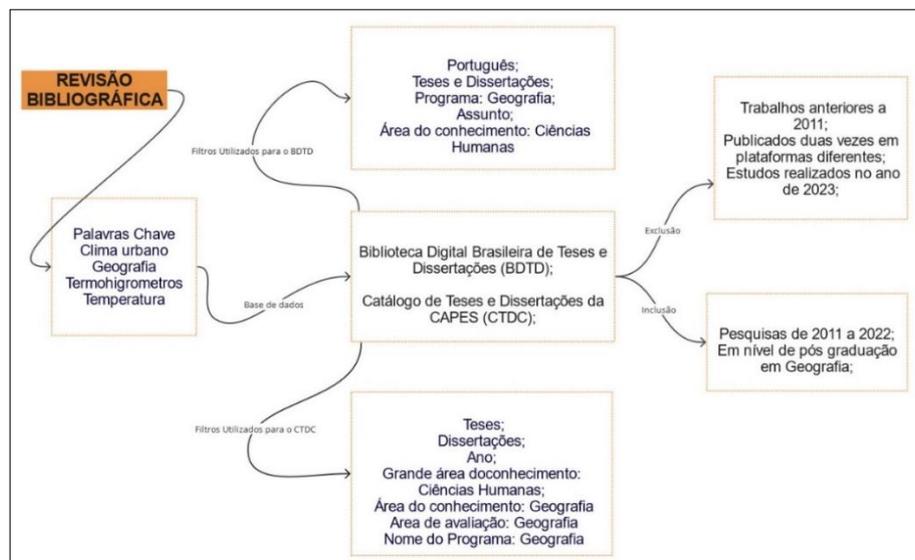
Essa pesquisa teve como aporte, a teoria do Sistema Clima Urbano de Monteiro (1976), Mendonça (2003), Amorim (2000), que são referenciais teóricos metodológicos já consolidados em pesquisas Geográficas na área de climatologia urbana.

O sistema clima urbano baseia-se na Teoria Geral dos Sistemas, englobando uma perspectiva sistêmica que pode utilizar-se do método indutivo e dedutivo. Sendo assim, é possível entender os fenômenos do clima urbano tanto partindo de elementos particulares para se chegar a conclusões generalizadas sobre a realidade urbana, como também partindo de premissas gerais para chegar às conclusões específicas.

Foram efetuadas revisões bibliográficas sobre os temas clima urbano, aspectos urbanos como vegetação, hidrologia, habitação e contingente populacional para caracterizar o espaço estudado. Conjuntamente realizou-se, pesquisas para obtenção de informações junto ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e em estudos de usos e ocupação do solo em Erechim.

Para além, foi feita uma busca bibliográfica sobre clima urbano no Brasil, e na Região Sul, da qual compreendeu-se que os critérios abaixo (Figura 10) deveriam ser levados em consideração para que a investigação não fosse repetitiva, e abrangesse o maior número de pesquisas que abordassem o tema.

Figura 10. Fluxograma da revisão Bibliográfica realizada

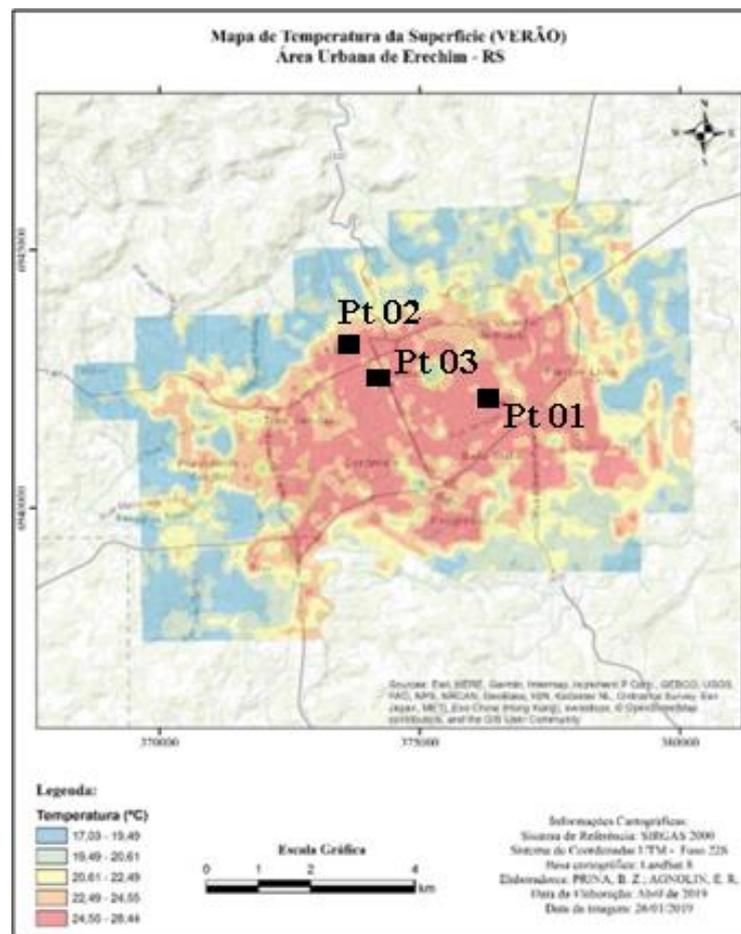


Fonte: a autora, 2023.

6.2 Utilização de critérios na distribuição dos pontos de coleta

Agnolin (2020), analisou a temperatura de superfície na área urbana de Erechim, com base nesta pesquisa selecionou-se o local para a fixação dos pontos na área urbana, os quais foram instalados conforme identificado na carta termal de verão (Figura 11).

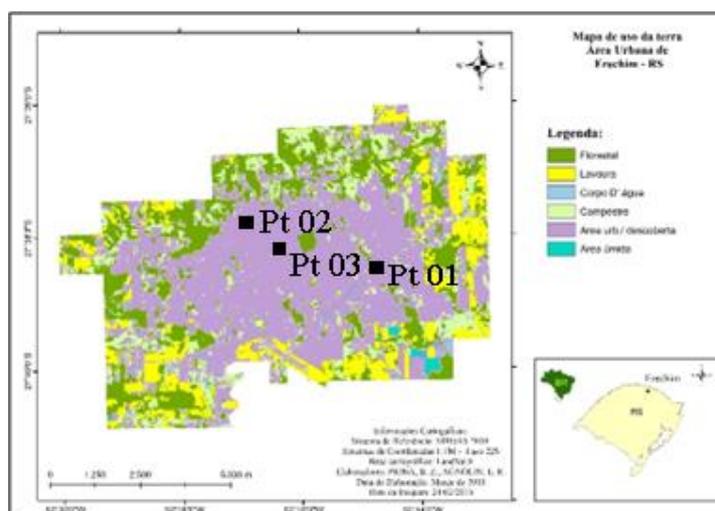
Figura 11. Mapa base para escolha dos locais de instalação dos pontos



Fonte: Agnolin, 2020.

Para a instalação utilizou-se de critérios como: 1 - Algumas similaridades de diferenças térmicas em determinadas áreas, conforme pode-se observar na carta de temperatura de superfície. 2 - As diferentes características de usos da terra urbana (Figura 12). 3 - Altimetria (Tabela 06). 4 - Em um cenário ideal de 6 pontos, bem espalhado pela malha urbana, no leste, oeste, norte e sul e um no rural, como houve panes /problemas em estações e sensores, restaram somente 3 pontos na área urbana e 1 na rural.

Figura 12. Mapa de usos do solo



Fonte: Agnolin, 2020.

A aquisição de dados climáticos realizou-se por meio de 4 pontos fixos, porém iniciou-se com seis, por conta de problemas houve a necessidade de retirar alguns pontos da análise, assim como renumerá-los, conforme a tabela 06 abaixo:

Tabela 06. Localização dos Pontos de coleta de dados

Código	Nome	Endereço	Longitude	Latitude	Elevação	Observações
Pt 02	Weather Hub – Secretaria da Saúde	Av. Santo Dal Bosco, 200 - Centro, Erechim - RS, 99700-000	-5227879	-27628982	800 metros	
Pt 03	Weather Hub – DTI (Diretoria de Tecnologia da Informação)	Praça da Bandeira, 354 - Centro, Erechim - RS, 99700-010	-52274774	-27635374	786 metros	
ERRO	Estação Automática - Madalozzo	Rua Carlos Miorando Filho - Fátima, Erechim - RS, 99700-000	-52267058	-27647311	759 metros	Desativada, devido a temporal
Pt 01	Weather Hub – Michele	Rua Antônio Weber, 196 - Linho, Erechim - RS, 99700-000	-52253507	-27639506	735 metros	
ERRO	Estação Automática do INMET	Colegio Agrícola, Erechim - RS, 99700-000	-52305794	-27657802	779 metros	Desabilitada por 8 meses para reparos
Pt 04	Weather Hub - UFFS	RS-135, 200 - Zona Rural, Erechim - RS, 99700-000	-52265052	-27729739	755 metros	Reinstalada, ponto Rural
ERRO	Weather Hub - UFFS	RS-135, 200 - Zona Rural, Erechim - RS, 99700-000	-52265052	-27729739	755 metros	Aparelho deu pane e parou de funcionar

Fonte: Autora, 2023.

6.3 Abrigos com pratos plásticos brancos

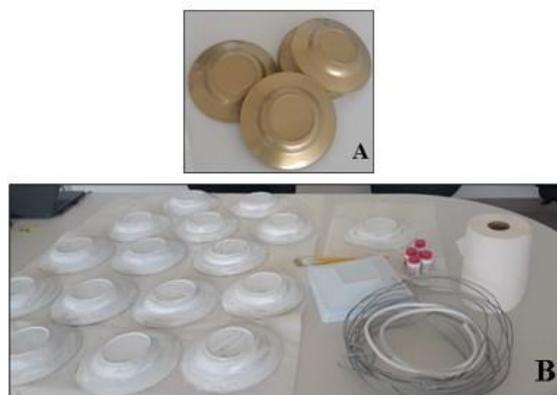
Os abrigos meteorológicos, consistem na proteção contra a incidência de radiação e contra intempéries. Algumas referências que produziram os mesmos, forneceram o aporte para optar pela utilização de abrigos termo-higrométricos alternativos, também denominados de baixo custo, existem vários tipos de abrigos. Sendo eles, abrigo com tubo de PVC horizontal, abrigo com tubo de PVC vertical, abrigo com pote de sorvete branco, abrigo de madeira, entre outros, o escolhido e o utilizado nesta análise foi o abrigo com pratos plásticos brancos (Armani; Galvani, 2006; Valin Jr. *et al.* 2016).

Esse atual modelo, levou em consideração o modelo *41003 10 - Plate Gill Radiation Shield (Campbell Inc.)*, que com as atualizações possibilitou que as pesquisas de climatologia possam ser difundidas, substituindo as chapas metálicas por pratos plásticos para a construção do abrigo para medições fixas (Armani; Galvani, 2006; Valin Jr. *et al.* 2016).

O abrigo meteorológico foi construído no laboratório de Hidroclimatologia 2/109 da Universidade Federal da Fronteira Sul. Utilizou-se de seis pratos redondos de plástico do tipo poliestireno (PS), caracterizado de forma geral como impermeável, inquebrável, rígido, suas dimensões são: fundo do prato (aba menor) 0,12m; aba maior do prato: 0,215m; e profundidade do prato: 0,03m.

Buscou-se por pratos plásticos brancos, porém não foram encontrados no comércio, sendo assim, a alternativa encontrada foi comprar pratos dourados e pintar com tinta branca fosca PVA acrílica própria para artesanatos e impermeável (Figura 13).

Figura 13. Primeiro passo na construção dos abrigos

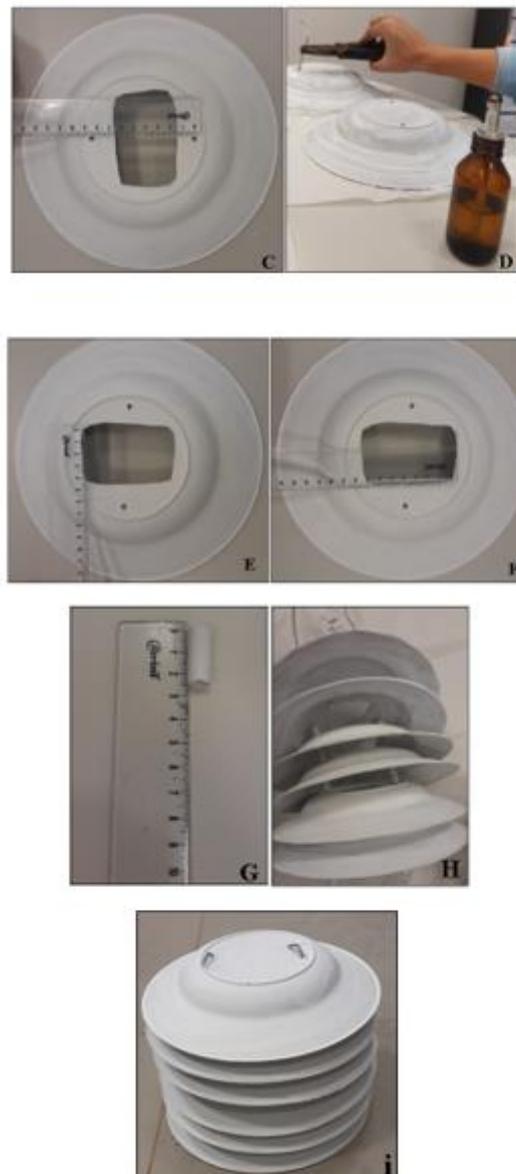


Fonte: autora, 2023.

No segundo passo (Figura 14), realizou-se dois furos para suporte com uma lamparina de repique, onde foi inserido o ferro, com distância de 8,5 centímetros entre os furos. Nos pratos intermediários realizou-se aberturas de 4 cm por 7 cm, para o posterior posicionamento do sensor.

Em terceiro momento foi inserido os ferros de modo a fixar os pratos sobrepostos e montado o abrigo deixando uma distância entre os pratos de 2,5 cm, assegurados através de mangueira branca cortados (Figura 14).

Figura 14. Segundo e terceiro passo na construção dos abrigos

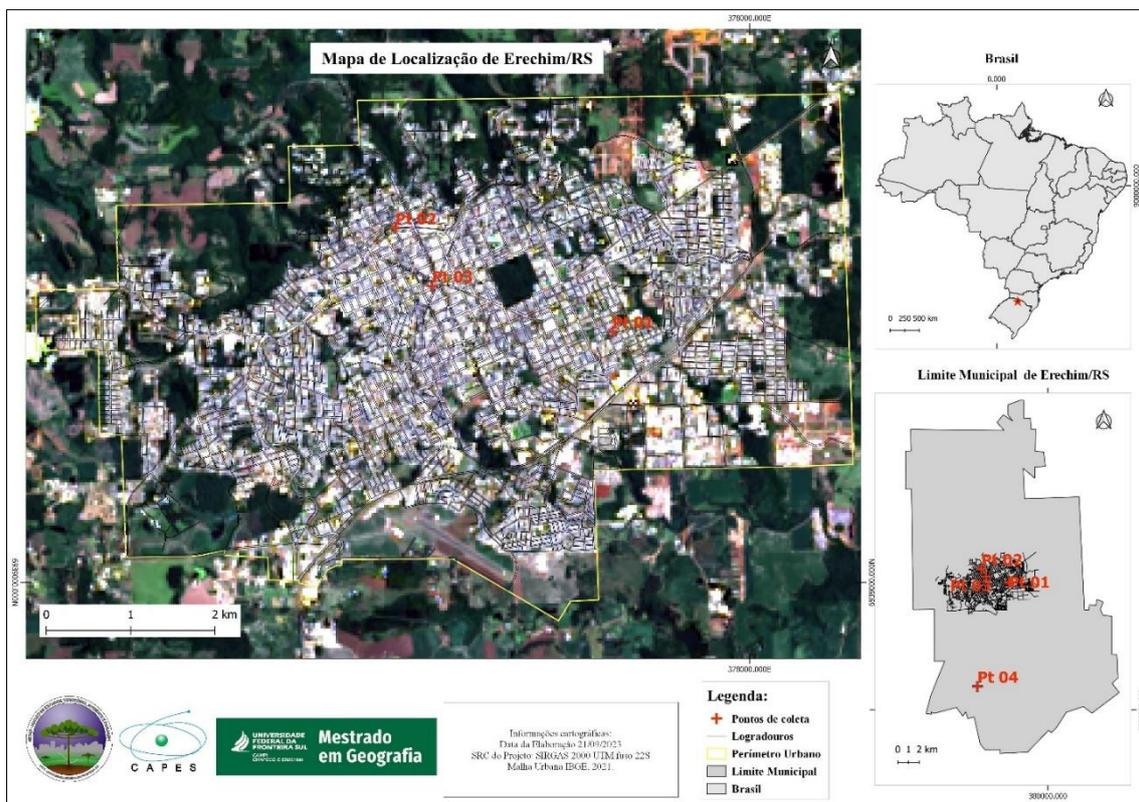


Fonte: autora, 2023.

6.4 Caracterização dos Pontos Fixos de Coleta de Dados

O recorte espacial abrangeu o município com foco na cidade de Erechim (Figura 15), o qual localiza-se na região imediata de Erechim, situa-se na porção Norte do estado do Rio Grande do Sul. Com uma estimativa de 106.633 habitantes (IBGE/2023), está próximo ao Rio Uruguai, que conta com a presença de hidrelétricas como a de Machadinho, a Barragem hidrelétrica de Itá, e a Usina Hidrelétrica de Passo Fundo.

Figura 15. Localização dos pontos de coleta



Fonte: autora, 2023.

Erechim também é composto por uma vegetação típica de mata de araucárias, ou seja, parte da floresta ombrófila mista e pradarias comumente encontrada nas regiões geladas do Planalto Rio-Grandense (SMAE, 2023).

Sua geomorfologia é composta pelo planalto meridional basáltico, sendo que a litologia é expressa pelas fácies Paranapanema, uma hidrografia retangular com falhas e fraturas, a área urbana situa-se sobre derrames vulcânicos em patamares (CPRM, 2007).

O município apresenta PIB per capita de aproximadamente R\$ 47.080,69, uma unidade territorial de 429,164 km² e a média salarial dos trabalhadores formais é de 2,5 salários mínimos, segundo IBGE (2010).

A partir das informações acima e levando em consideração dados detalhados da Geografia foi possível demonstrar a setorização urbana, considerando unidades diferenciadas da paisagem para a instalação das Weather Hub (Tabela 07).

Tabela 07. Weather Hub instaladas

Código	Nome	Endereço	Longitude	Latitude	Elevação
Pt 01	Weather Hub – Michele	Rua Antônio Weber, 196 - Linho, Erechim - RS, 99700-000	-52253507	-27639506	735 metros
Pt 02	Weather Hub – Secretaria da Saúde	Av. Santo Dal Bosco, 200 - Centro, Erechim - RS, 99700-000	-5227879	-27628982	800 metros
Pt 03	Weather Hub – DTI (Diretoria de Tecnologia da Informação)	Praça da Bandeira, 354 - Centro, Erechim - RS, 99700-010	-52274774	-27635374	786 metros
Pt 04	Weather Hub - UFFS	RS-135, 200 - Zona Rural, Erechim - RS, 99700-000	-52265052	-27729739	755 metros

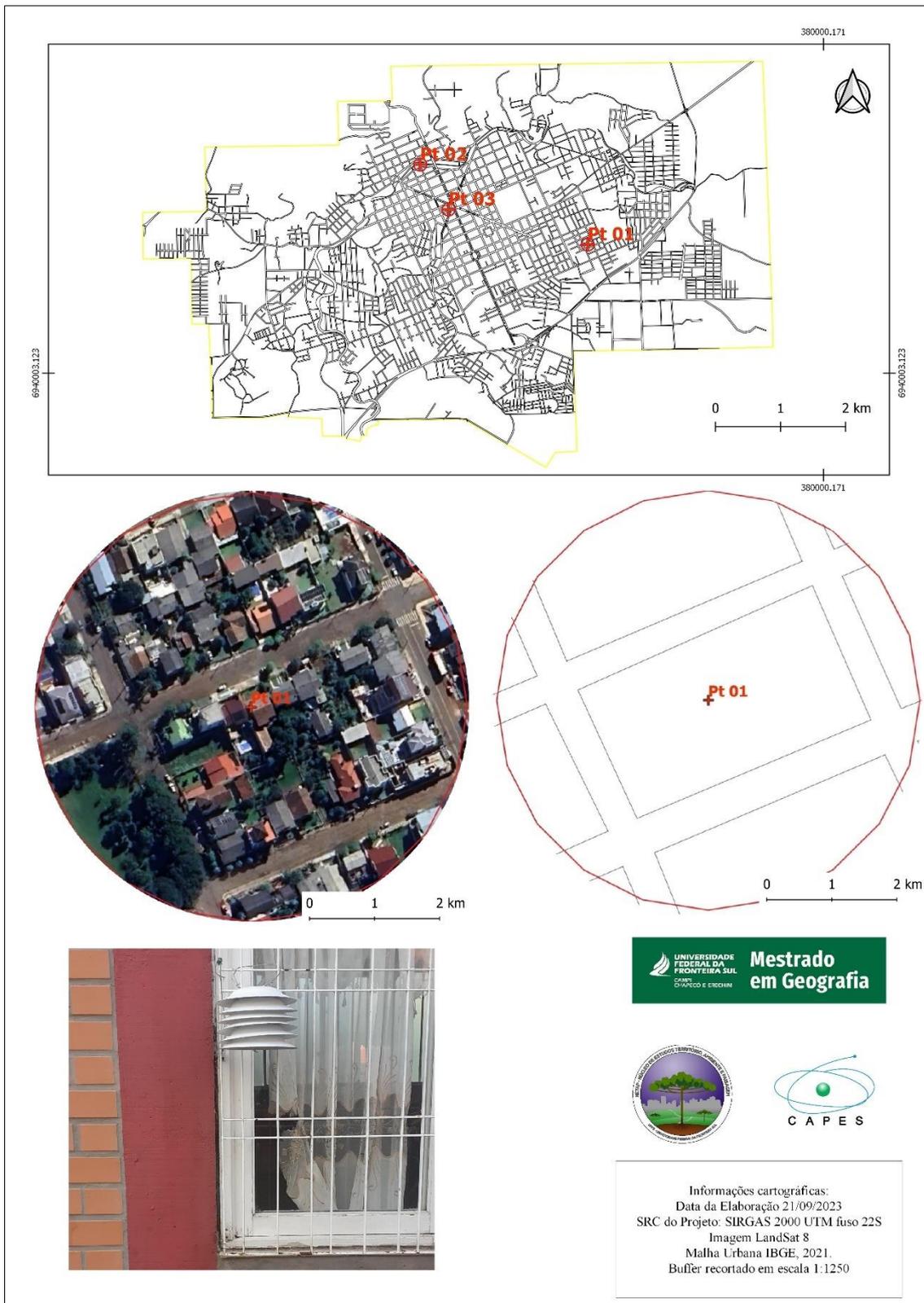
Fonte: Autora, 2023.

6.4.1 Ponto 01

O Ponto 01 localiza-se dentro do perímetro urbano, em parte não central da cidade, no Bairro Linho, composto por lotes pequenos o que se diferencia da parte central, também são densamente ocupados, pode ser caracterizado como uma área de moradias populares.

Pode-se caracterizar o uso do solo como de uso residencial densamente ocupado, os lotes seguem a configuração de bairros posteriores a instalação central, há também algumas áreas verdes com vegetação rasteira, de baixo porte. Além disso, a utilização da totalidade do lote faz com que não haja um espaçamento entre as construções, bem como a vegetação não segue uma linearidade, pode-se observar na Figura 16.

Figura 16. Bairro Linho (interesse social)



Fonte: autora, 2023.

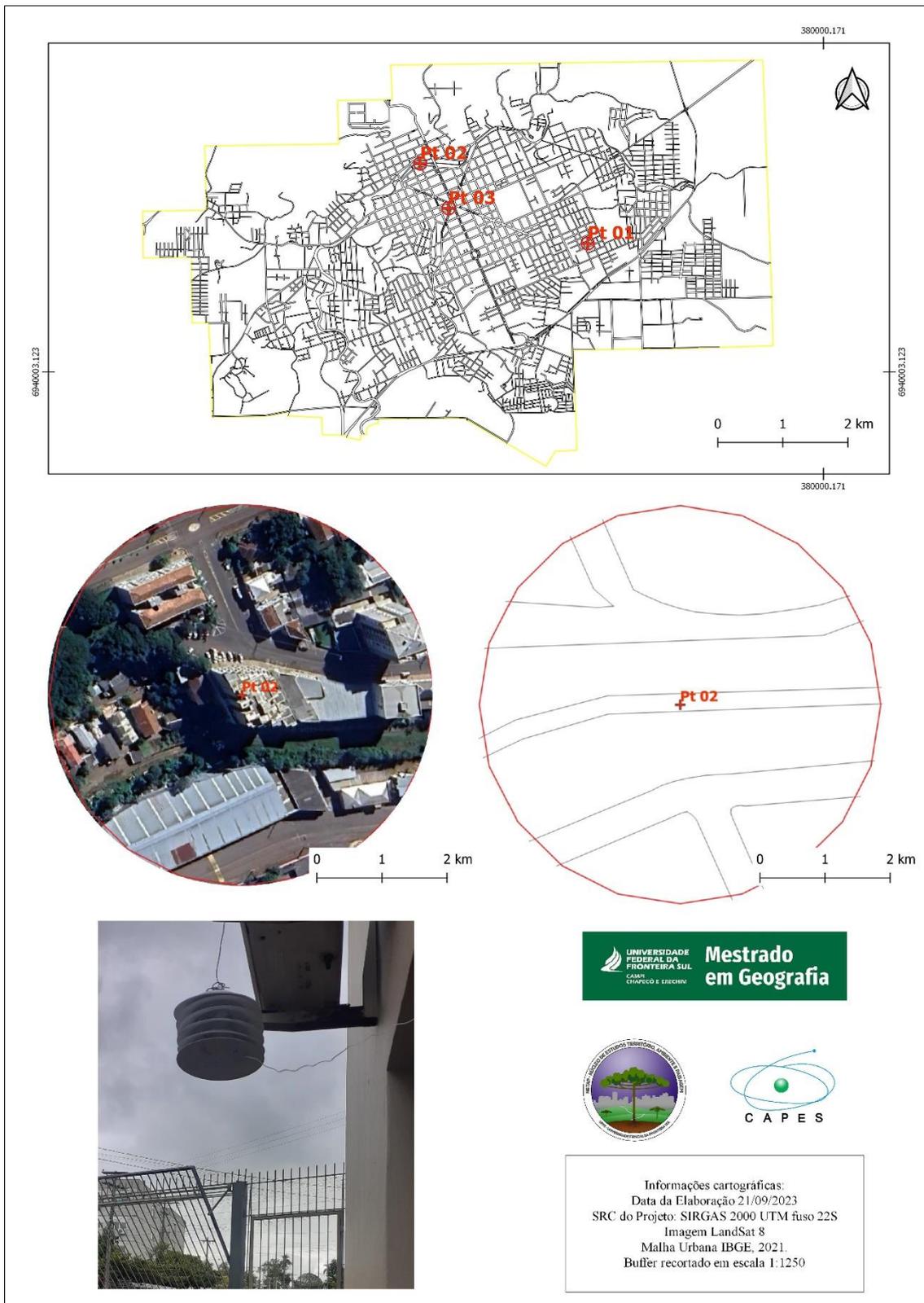
6.4.2 Ponto 02

No Ponto 02 (Figura 17), se caracteriza como centro comercial e de serviços, compõe a parte estrutural mais antiga da cidade, porém seu uso mais intensivo está

relacionado ao residencial, na porção norte da imagem de satélite pode-se observar que as casas tem um grande espaçamento o que provem a arborização, a utilização do terreno para lazer, o que se expressa pela quantidade de piscinas.

O uso do solo neste caso é composto em sua maior parte por casas, o uso comercial tem menor expressividade, o ponto também está próximo ao viaduto da cidade, terminal urbano da cidade, assim como a antiga linha férrea, a vegetação segue em canteiros centrais e também em alguns lotes, não é contínua, porém de grande porte.

Figura 17. Secretaria da Saúde de Erechim



Fonte: autora, 2023.

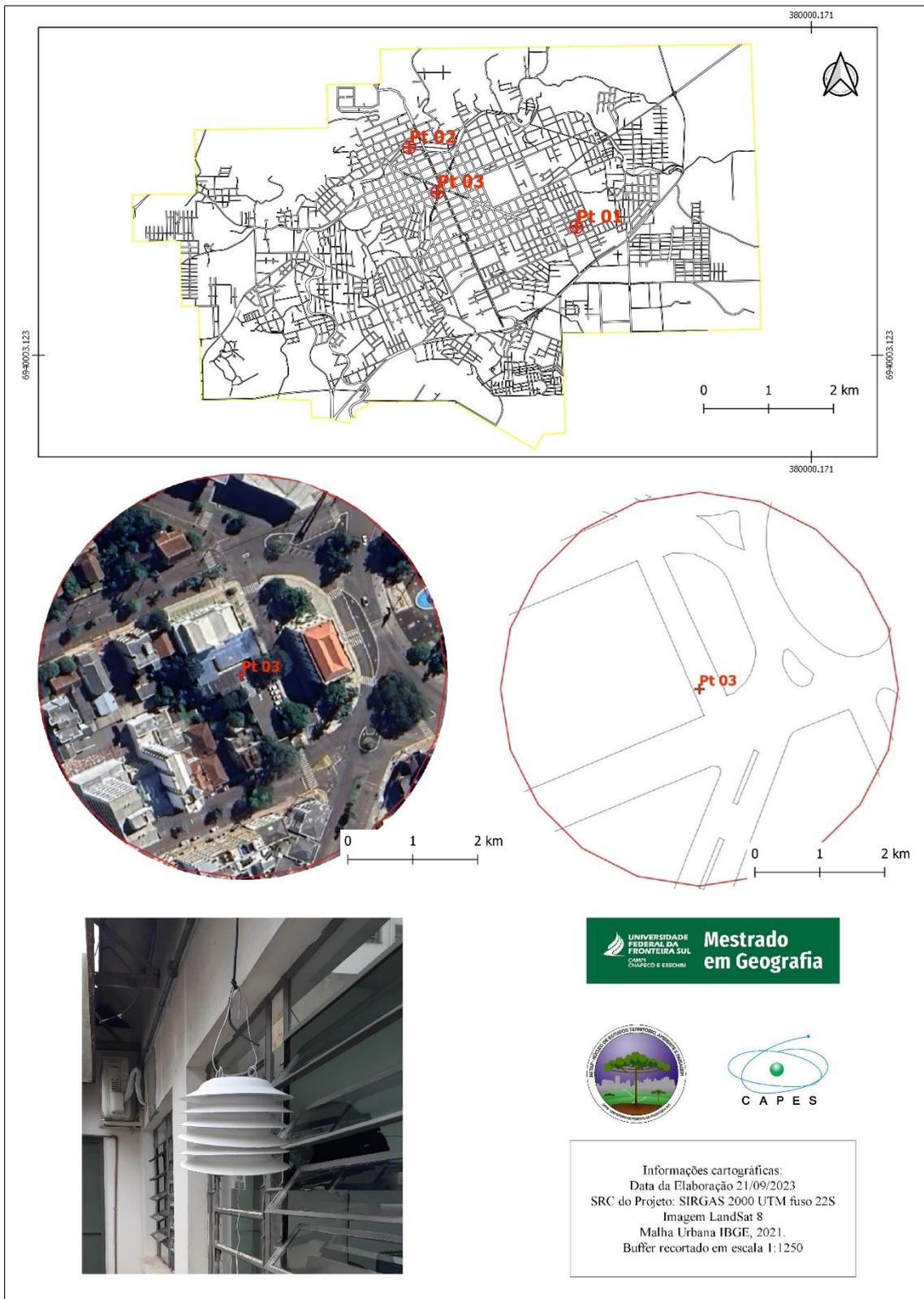
6.4.3 Ponto 03

O ponto 03 (Figura 18), pois localiza-se no centro comercial e de serviços, compõe a parte estrutural mais antiga da porção urbana, bem como o marco para divisão

das terras/ lotes para a criação da cidade, assim como grandes quadras típicas do primeiro loteamento feito pelo estado.

Seu uso do solo é composto por grande verticalização, além do uso comercial também é verificável o uso residencial, como o tamanho dos lotes é maior que no restante da cidade, há também maior espaçamento. Verifica-se utilização de telhas de barro, possível a presença de vegetação arbórea contínua, visto isso também é plausível o tamanho das vias de circulação com tráfego contínuo.

Figura 18. Diretoria de Tecnologia da Informação



Fonte: autora, 2023.

6.4.5 Ponto 04

O ponto 04 foi instalado na zona rural, numa distância considerável de 10.567 metros em linha reta da Prefeitura municipal de Erechim, e aproximadamente 6.426

metros com descontinuidade da malha urbana. Seu relevo constitui uma baixa declividade, com aproximadamente 755 metros de altitude, favorável a agricultura de precisão e a monocultura de soja, o que pode ser verificado em seu entorno, o uso do solo neste caso está atrelado diretamente aos ciclos de produção.

Neste ponto instalou-se o sensor na Universidade Federal da Fronteira Sul, o local é composto por oito prédios destinados a Graduação e administração, além de amplos espaços de vegetação gramíneas, dois estacionamentos, um bosque com vegetação típica da mata atlântica, dois açudes, áreas experimentais utilizadas para a plantação/estufas e experimentação do curso de Agronomia, assim como áreas para construção civil para a Arquitetura e Urbanismo, com um total de 93,32 hectares. Para tal, buscou-se a segurança dos equipamentos e com isso alguns critérios foram respeitados, como a prevenção ao furto, além disso houve a limitação de instalação em locais onde houvesse roteadores *wi-fi*. Apesar de estar situado em um *Campus*, o uso do solo é tipicamente rural, como pode ser verificado na Figura 19.

Figura 19. Área Rural, UFFS



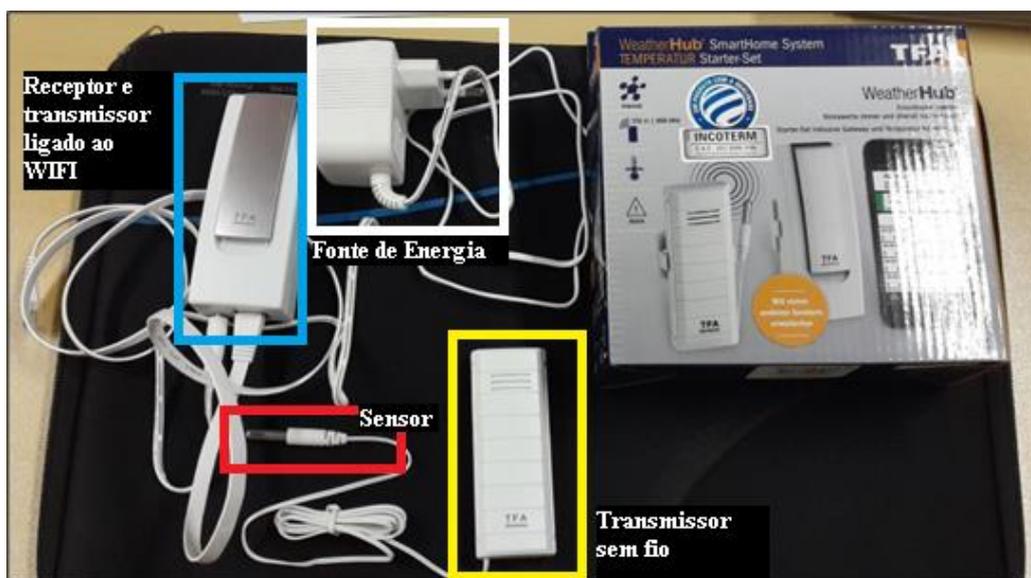
Fonte: autora, 2023.

6.5 Dados Meteorológicos coletados por sensores Weather Hub

Quando se trata do sensor, o mesmo pode ser adquirido como uma Estação Meteorológica Weather Hub completa, na qual é possível mensurar diversos fatores que influenciam no gerenciamento de atividades: como a direção predominante do vento, a precipitação acumulada, a temperatura média em um período, entre outros.

No momento da compra do aparelho pelo Laboratório de hidroclimatologia, foi focado somente no sensor de temperatura, ou seja, no Termo – Higrômetro, não adquirindo a estação completa. Para este estudo, foram instalados 4 Termo – Higrômetros, da marca Weather Hub, conforme pode ser verificado na Figura 20 abaixo.

Figura 20. Sensores de temperatura da marca Weather Hub



Fonte: autora, 2023.

O aparelho conta com uma fonte de energia, um transmissor sem fio que é necessário duas pilhas para funcionar, o sensor que é o local de captação da temperatura do ar, o receptor e transmissor ligado ao *Wireless Fidelity (Wi-Fi)*, o qual possibilitará a chegada dos dados até o aplicativo no celular.

Suas principais características segundo a ficha técnica do produto são: monitor Gateway, rápida instalação em até 3 passos e a recepção de dados é de até 50 transmissores, no aplicativo pode-se ter a visualização de todas as informações enviadas pelos transmissores, ele é um aplicativo gratuito na *App Store* e *Google Play*, realiza o

armazenamento de dados dos últimos 90 dias, podem ser definidos limites e alarme ajustáveis e os mesmos são notificados pelo smartphone, assim como a exibição da carga das pilhas do transmissor, também há a possibilidade de atribuição de nome para cada transmissor nos caso desta análise foi inseridos como nomes os pontos. Para além, as especificações técnicas de funcionamento estão na Tabela 08 abaixo

Tabela 08. Especificações técnicas do sensor *Weather Hub*

GATEWAY	
Alimentação	Adaptador de energia
Entrada do adaptador	230V / 50Hz (35mA)
Saída do adaptador	20V (100mA)
Conexão de rede	LAN (RJ45)
TERMO-HIGRÔMETRO	
Faixa de Temperatura	-39,9°C a 59,9°C
Exatidão	±1°C
Faixa de Umidade Relativa	0 a 99%
Exatidão UR	4% (35% a 75%)
Intervalo de medição	7 minutos
Alcance de Transmissão	200m (em espaço livre)
Alimentação	2 pilhas AA
Vida útil da pilha	2 anos aprox. (alcalina)

Fonte: INCOTERM, 2023.

Utilizou-se o elemento temperatura do ar nos meses de maio, junho, julho, agosto, setembro, outubro do ano 2023. Visa-se relacionar com os sistemas atmosféricos com foco nos espaços rural e urbano. Realizou-se registros de horários durante o período diurno e noturno, pois dessa forma, foi possível analisar todas as diferenças nos elementos do clima e compreender seus ritmos.

Foram utilizados com ênfase os dados temperatura nos períodos da manhã (9h), tarde (15h) e noite (21h), para a caracterização da temperatura em diferentes pontos da malha urbana e rural. Após a coleta realizou-se gráficos no Excel com as temperaturas absolutas e médias.

6.6 Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI

Utilizou-se para a análise o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (*Normalized Difference Vegetation Index - NDVI*) no dia 06/06/2023, responsável pela identificação da densidade, assim como quantidade e condição em uma determinada área. Foram utilizadas as bandas 4 e 5 do *Landsat 8* do site *United States Geological*

Survey no *QGIS*, as quais correspondem às faixas do vermelho e infravermelho próximo, o índice gerado varia entre -1 e 1, pois quanto maior o valor do índice, maior a presença de vegetação e pode ser calculado conforme a fórmula abaixo (Tucker, 1979).

$$NDVI = \rho_5 - \rho_4 / \rho_5 + \rho_4$$

6.7 Cartas de indicadores ambientais

Para o entendimento, caracterização do sítio urbano e rural de Erechim, realizou-se cartas de indicadores ambientais (uso da terra e NDVI), visto que tem por objetivo entender a situação do sítio urbano no momento da coleta dos dados. Além disso, compreender os usos da terra, nos trouxe a informação de qual aspecto, característica, morfologia faz com que se tenha um clima urbano, com maior intensidade de temperaturas ou menor.

O Mapeamento de usos da terra, foi realizado pelo processamento de imagem de satélite *LANDSAT – 8, Operational Land Imager (OLI)*, adquiridas no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) no respectivo dia 06/06/2023, tendo como base a não cobertura de nuvens, após composição cores naturais de bandas RGB (4,3,2), realizou-se a classificação do uso da terra com o complemento *Dzetsaka tool*, com 5 Classes: (1) área urbanizada (2) vegetação gramínea (3) vegetação arbórea, (4) pastagem e solo exposto (5) corpos de água.

Realizou-se as cartas termais, de temperatura de superfície, com imagem de satélite *LANDSAT – 8, Operational Land Imager (OLI)*, adquiridas no site do Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), que não tiveram a cobertura de nuvens e estavam dentro do período de 6 meses desta análise com 30 metros de resolução espacial, para tal, foi necessário realizar a transformação dos dados da banda 10, convertendo os níveis digitais da imagem para dados de radiância, para Kelvin e de Kelvin para Celsius, foi aplicada na rotina a equação: $(1321.08/\ln(774.89/(3.3420E-04 * \text{“banda10.tif”} + 0.10000)+1))-273.15$ (AGNOLIN, 2020).

Os gráficos referentes a análise estatística dos dados, foram realizados no *GEODA, software* de análise espacial estatística, do qual inseriu-se a tabela CSV do *excel*, a partir disso, gerou-se os gráficos de frequência, o diagrama de dispersão e o *block plot* (porém esse último, foi utilizado as informações, não se inseriu a imagem).

Já os gráficos de linha foram realizados no *Infogram*, aplicativo de geração de gráficos, *online*, que foi escolhido pela melhor sistematização dos dados, podendo inserir três gráficos em uma única folha.

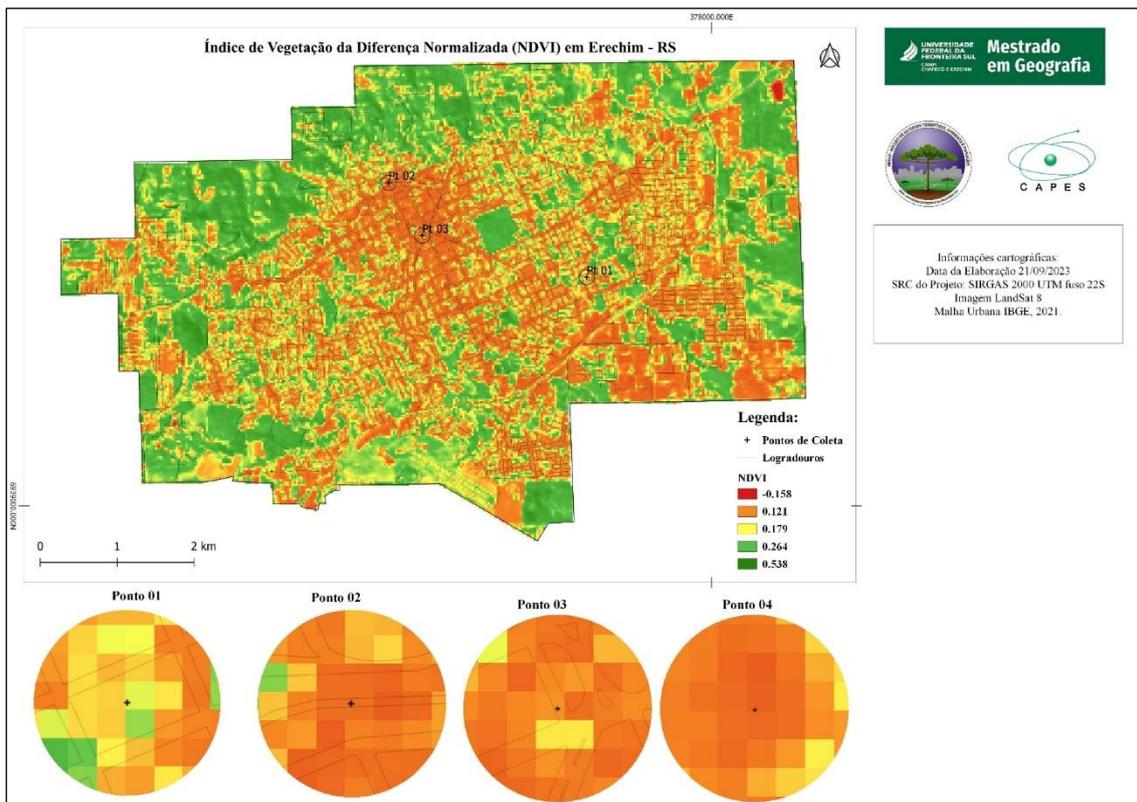
7. RESULTADOS



7.1 Análise ambiental da área de estudo

O NDVI é um índice responsável pela identificação da vegetação e suas relações com a degradação ambiental numa área, em uma data específica, neste caso utilizou-se da data de 06/06/2023, com objetivo de visualizar em quatro pontos o processo de deterioração ou de qualidade da cobertura vegetal no urbano e rural de Erechim (Figura 21).

Figura 21. NDVI nos pontos de coleta



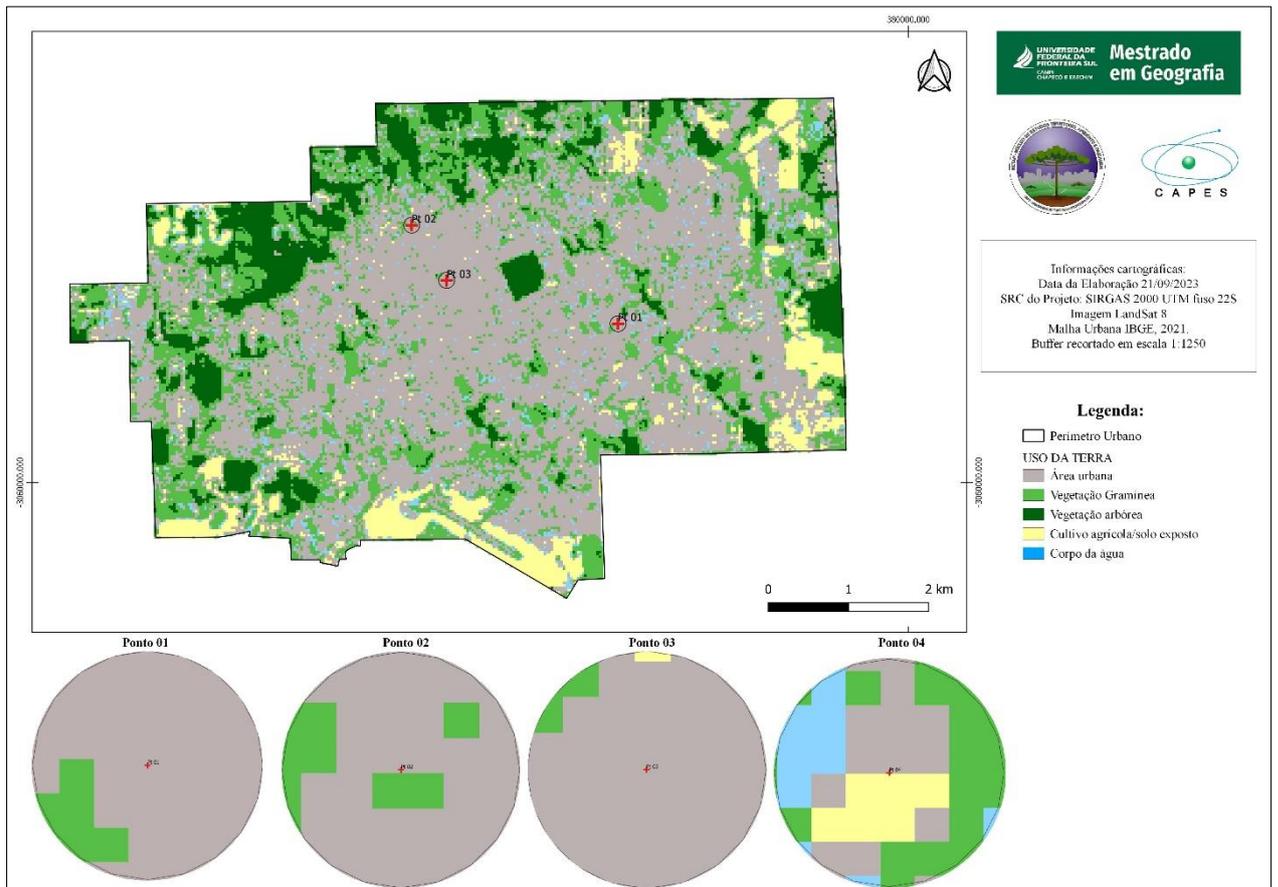
Fonte: autora, 2023.

Os resultados mostram que, Erechim apresenta porções consideráveis de vegetação urbana. O índice varia de - 0.158 que corresponde a área urbanizada sem vegetação até 0.538 com vegetação arbórea. No ponto 01, foi possível identificar um mosaico de pixels amarelos, alaranjados e verdes, que dentre os quatro pontos sobressai-se pela vegetação rasteira e arbórea em meio as casas.

Nos pontos 02, 03, as classes são associadas as estruturas antrópicas, no quesito construções e edificações com a retirada total e parcial da vegetação urbana, já no ponto 04 o índice está associado ao solo exposto e a vegetação rasteira como gramíneas, também demonstrando um baixo índice de qualidade foliar.

Para os usos e ocupação da terra (Figura 22), foram identificadas cinco classes, área urbanizada, vegetação gramínea, vegetação arbórea, pastagem e solo exposto, corpos de água, os pontos de coleta instalados em 01,02,03, não apresentam vegetação arbórea espessa, e sim uma vegetação rasteira com característica de jardim. Já o ponto 04, apresenta corpo de água, vegetação gramínea e área construída (no rural).

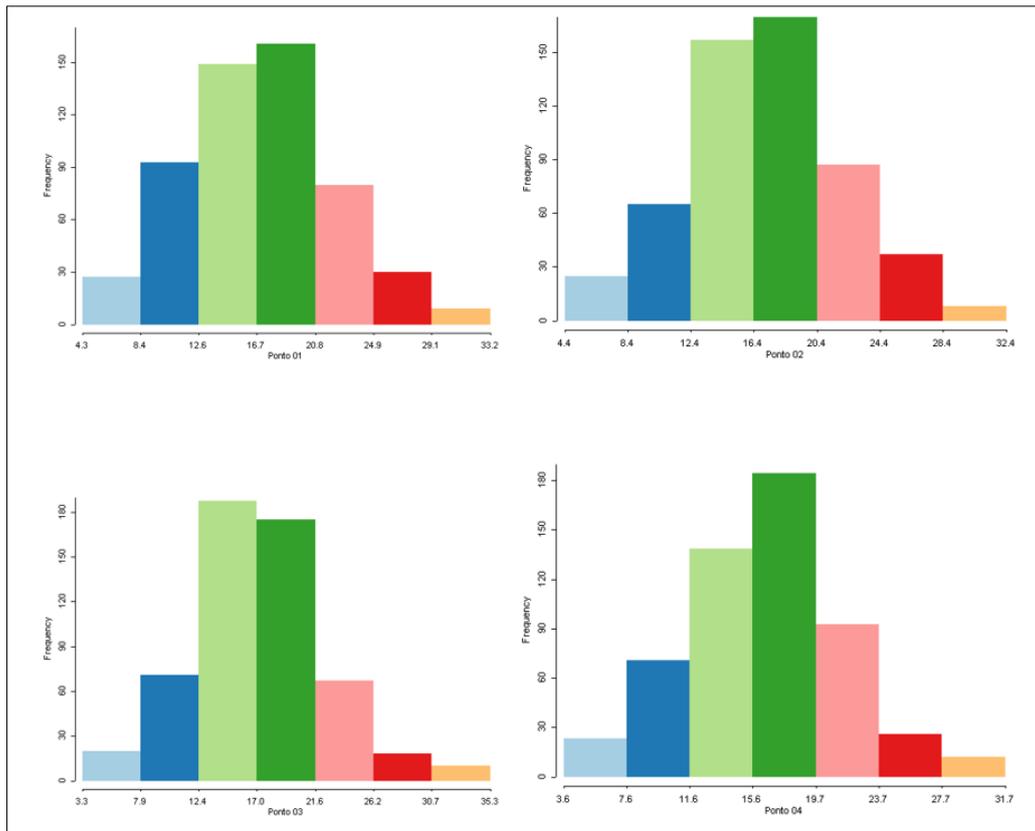
Figura 22. Usos e ocupação da terra nos pontos de coleta



Fonte: autora, 2023.

7.2 Frequência das três medições

Foi possível identificar a frequência das temperaturas durante os seis meses, ou seja, a temperatura em °C, como a grandeza física que indica o número de ocorrências de um evento, neste caso, os gráficos (Gráfico 05) demonstram as temperaturas captadas pelos sensores e quantas vezes elas reincidiram no mesmo ponto.

Gráfico 05. Frequência da temperatura nos 6 meses de análise por ponto

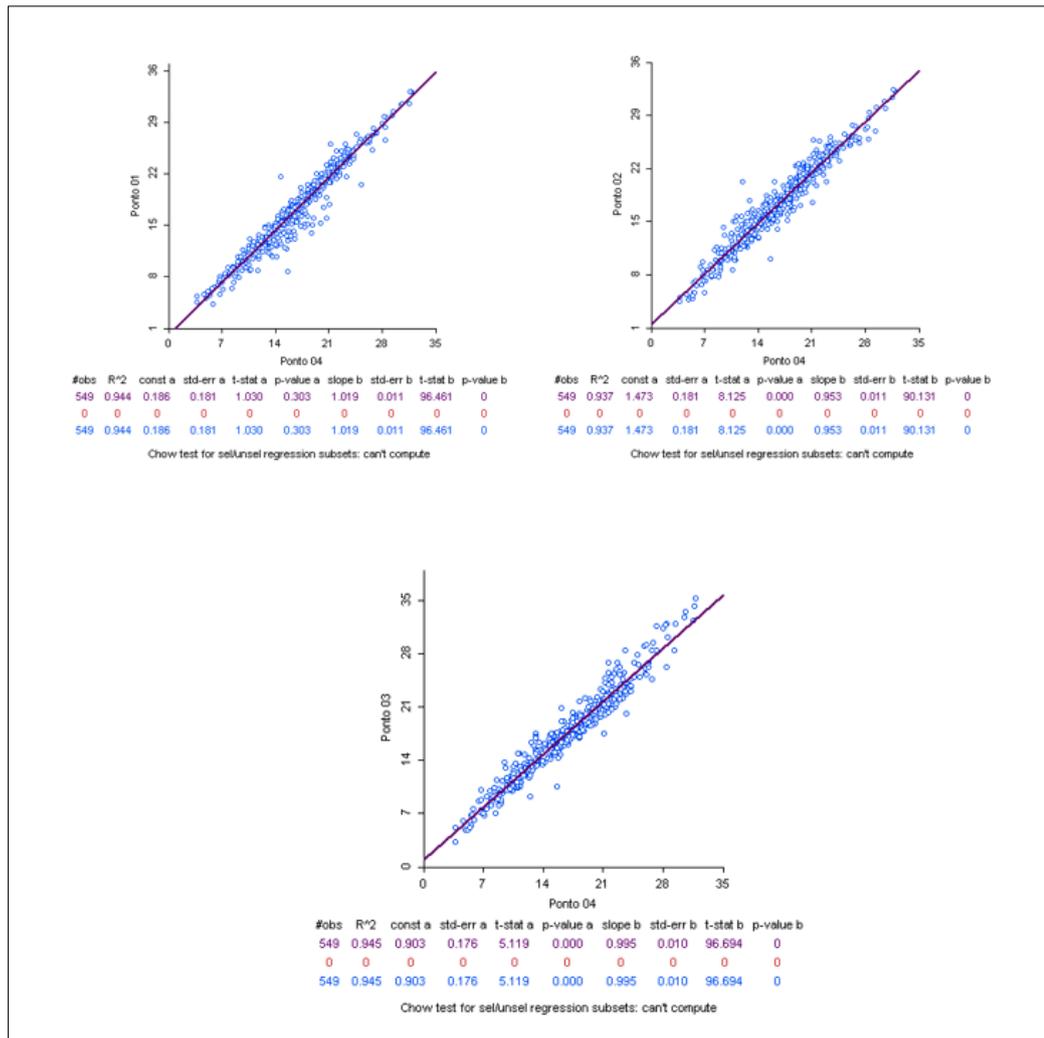
Fonte: autora, 2023.

No ponto 01, a maior frequência de vezes que o dado de temperatura apresentou-se, foi de 150 -160, com temperaturas de 16,7°C a 20,8°C e com menor incidência 33,2°C. No ponto 02, a frequência ficou em torno de 170, e a temperatura variou de 16,4°C a 20,4°C, já a de menor frequência foi de 32,4°C. No ponto 03, a temperatura varia de 12,4°C a 17°C, quando há maior frequência 180, e quando menor 35,3°C. No ponto 04, a temperatura foi de 15,6°C a 19,7°C, com frequência de 180, já as menos aparentes são de 31,7°C.

Para Erechim, as médias de temperatura com maior frequência, englobando os quatro pontos, são de aproximadamente 15,27°C a 19,47°C, e com menor frequência a temperatura de 33,15°C, no período de maio a outubro de 2023. Corrobora-se com os valores já estabelecidos por outras pesquisas, do qual abordaram como média anual na região Sul do Brasil os valores de 14°C a 22°C (Nery, 2005; Mendonça e Danni-Oliveira, 2007).

No gráfico abaixo (Gráfico 06), buscou-se entender como as temperaturas estavam alinhadas em comparação com o ponto 04 que é característico como rural no período de 6 meses.

Gráfico 06. Diagrama de Dispersão com base no ponto 04



Fonte: autora, 2023.

O coeficiente de determinação, ou seja R², é a proporção da variação na variável dependente que é previsível a partir da variável independente. Sendo assim, quanto mais aproximado de 1, menor a variação na variável dependente, pode-se perceber que o ponto 01 há um R² = 0,944, ponto 02 há um R² = 0,937, ponto 03 há um R² = 0,945, é observável que há uma variação de décimas.

O erro padrão (*Std -err a*) é um ingrediente chave na produção de intervalos de confiança, para esta análise foi verificado os valores 0,18 e 0,17. Além disso, é importante verificar a diferença média das duas amostras que são expressas no gráfico como *T -Stat a*, que é a que demonstra maior variação chegando a (1,0), (8,1), (5,1).

Após verificado isso, identificou-se também nos 6 meses que o ponto 01 apresentou mínima de 4,3°C, máxima de 33,2°C, uma mediana de 16,8°C, média de 16,8°C; O ponto 02 apresentou mínima de 4,4°C, máxima de 32,4°C, uma mediana de

16,7°C, média de 16,7°C; O ponto 03 apresentou mínima de 3,3°C, máxima de 35,3°C, uma mediana de 17°C, média de 17,2°C; O ponto 04 apresentou mínima de 3,6°C, máxima de 37,1°C, uma mediana de 16,4°C, média de 16,3°C.

7.3 Mês de Maio de 2023

No mês de maio de 2023 foram registrados acumulados de chuva significativos chegando a 150 mm. Essas condições contribuíram para a manutenção dos níveis de água no solo e para a recuperação da umidade do solo em grande parte do Rio Grande do Sul (INMET, 2023).

Em maio, as coletas das 9h e 15h, apresentaram uma amplitude média de aproximadamente 1,70 °C. Enquanto na coleta das 21horas a amplitude média foi de 2,94 °C (Tabela 09). No decorrer do mês, neste horário os pontos 01 e 04 tiveram as temperaturas mais baixas, o que se justifica pela presença de vegetação nestes pontos, enquanto os pontos 02 e 03 contiveram as temperaturas mais altas, e a composição dos pontos é majoritariamente artificializada (concretos, asfaltos e construções).

Tabela 09. Amplitudes do mês de maio

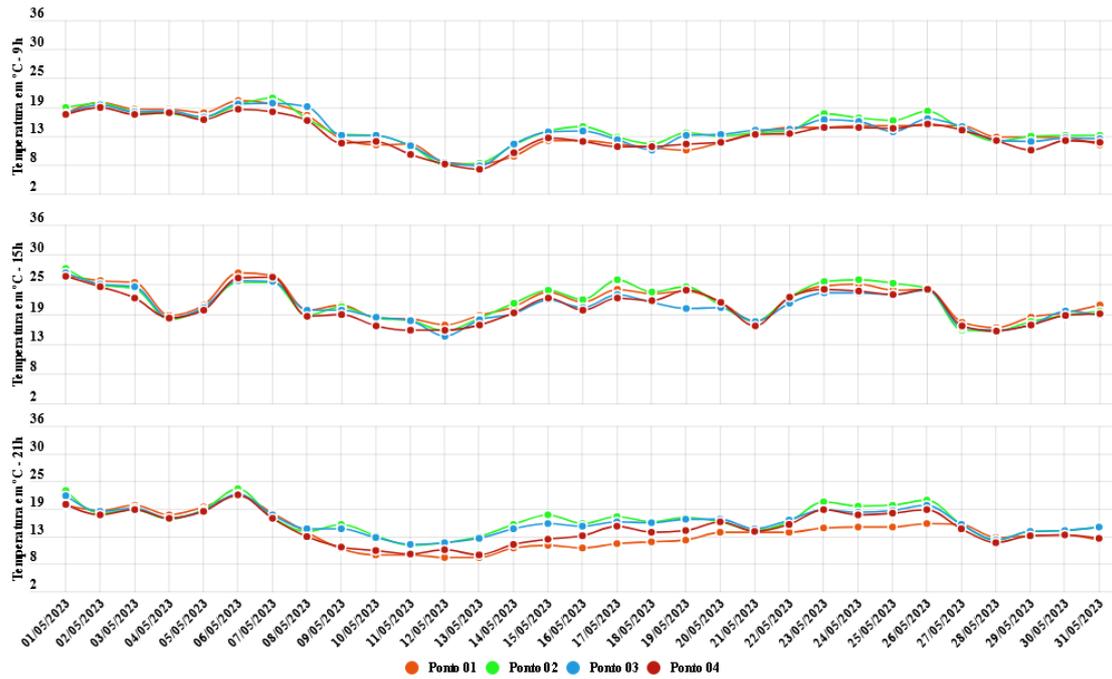
Mês de Maio de 2023						
	Amplitude Max.	Absolu Med Min	Med Max	Amplitude Médi	06/mai	
9h	3,40	13,41	15,15	1,74	1,8	
15h	4,10	20,09	21,81	1,73	1,8	
21h	6,40	13,73	16,67	2,94	1,6	

Fonte: autora, 2023.

Às 9 horas pode-se identificar a temperatura média mínima em torno de 13,41 °C, às 15 horas há um aumento nessa temperatura chegando a 20,09 °C, o que se é esperado por conta do meio dia solar, no qual a superfície recebe a maior quantidade de energia, fazendo com que algumas horas depois ocorra a temperatura máxima do ar. Essa lógica também se expressa para a temperatura máxima do ar no mês de maio.

O Gráfico 07 abaixo apresenta, uma variação entre os pontos mais expressiva às 21horas, no período 08/05 até 27/05, também pode ser observada por meio da amplitude máxima absoluta que neste caso chegou a 6,40°C.

Gráfico 07. Temperatura do ar do mês de maio às 9h, 15h, 21h



Fonte: autora, 2023.

Para este mês não foi possível utilizar as imagens do Landsat 8, pois todas elas estavam com cobertura de nuvens, critério utilizado para utilização das mesmas.

7.4 Mês de Junho de 2023

No Mês de junho foram observadas fortes rajadas de vento, ocasionados pela atuação de um ciclone extratropical no segundo decêndio do mês. Esses volumes de chuva foram responsáveis pela manutenção do armazenamento de água no solo. As temperaturas máximas médias no mês de junho foram ligeiramente menores na Região Sul, as temperaturas variaram entre 13,8°C e 26°C (INMET, 2023).

Em junho, as coletas das 9h e 15h, apresentaram uma amplitude média de aproximadamente 1,70 °C. Enquanto na coleta das 21horas a amplitude média foi de 2,94 °C. A amplitude máxima absoluta às 9h chegou à 4,3°C e às 15h – 3°C, enquanto a noite há um aumento às 21h chegando a 6°C (Tabela 10).

Tabela 10. Amplitudes do mês de junho

Mês de Junho de 2023					
	Amplitude Max. Absolu	Med Min	Med Max	Amplitude Médi	06/jun
9h	4,30	13,41	15,15	1,74	2,80
15h	3,00	20,09	21,81	1,73	2,00
21h	6,00	13,73	16,67	2,94	3,20

Fonte: autora, 2023.

Para o dia 06 de junho destaca-se a atuação de uma massa de ar frio que abrange Erechim, mantendo as temperaturas noturnas e matutinas na casa dos 13 graus celsius, havendo um aquecimento durante o período da tarde chegando ao 20°C.

No gráfico 08, pode-se identificar uma variação do dia 01/06 até 09/06 em ambos os três horários de coleta.

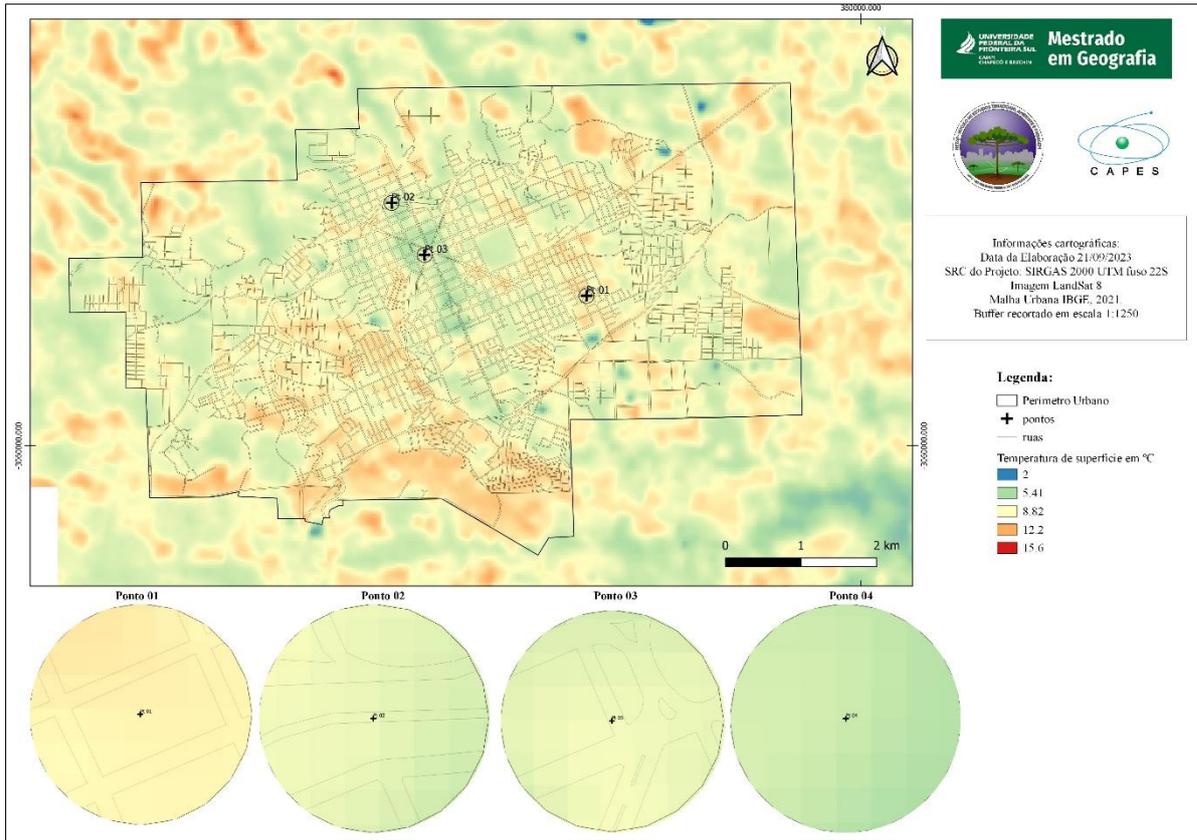
Gráfico 08. Temperatura do ar do mês de junho às 9h, 15h, 21h



Fonte: autora, 2023.

Em contrapartida o imageamento realizado pelo satélite as 10h da manhã, nos demonstra em temperatura de superfície, que dos quatro pontos analisados, o ponto 01, é o que tem maior temperatura de superfície chegando a 8,82°C, enquanto os demais mantêm uma temperatura de 5,41°C (Figura 23).

Figura 23. Temperatura de superfície do dia 06/06/2023



Fonte: autora, 2023.

7.5 Mês de Julho de 2023

O mês de julho foi característico pela passagem ciclone extratropical, provocando rajadas de vento e volumes de chuva, no segundo decêndio houve o episódio de friagem, iniciando a incursão de uma massa de ar frio intensa, além de registros de temperaturas mínimas negativas (INMET, 2023).

Em julho, as coletas das 9h e 15h, apresentaram uma amplitude média de aproximadamente 1,89 – 1,62 °C. Enquanto na coleta das 21horas a amplitude média foi de 2,28 °C. A amplitude máxima absoluta às 9h chegou à 8,30°C, seguida pelo horário das 21h com 7 °C e às 15h – 3,50°C (Tabela11).

Tabela 11. Amplitudes do mês de julho

Mês de julho de 2023						
	Amplitude	Max. Absol.	Med Min	Med Max	Amplitude Médi	16/jul
9h		8,30	11,43	13,31	1,89	3,60
15h		3,50	17,49	19,11	1,62	1,80
21h		7,00	13,30	15,59	2,28	2,00

Fonte: autora, 2023.

Erechim no dia 16 de julho (Gráfico 09), teve a atuação do sistema de baixa pressão na costa norte do RS e sul de SC. Este sistema leva com ele a instabilidade, tempo frio e seco. Neste dia também há a característica de as temperaturas noturnas e matutinas na casa dos 12/13 graus celsius, havendo um aquecimento durante o período da tarde chegando ao 20°C. Os pontos com maior temperatura que se ressaltam neste dia são 01,01 e 02.

Além disso, pode-se identificar no horário das 21h que a partir do dia 22/07, o ponto 01 tem a temperatura mais baixa em relação aos outros pontos, o ponto 04 há saltos de temperatura nas datas de 26 e 28 de julho.

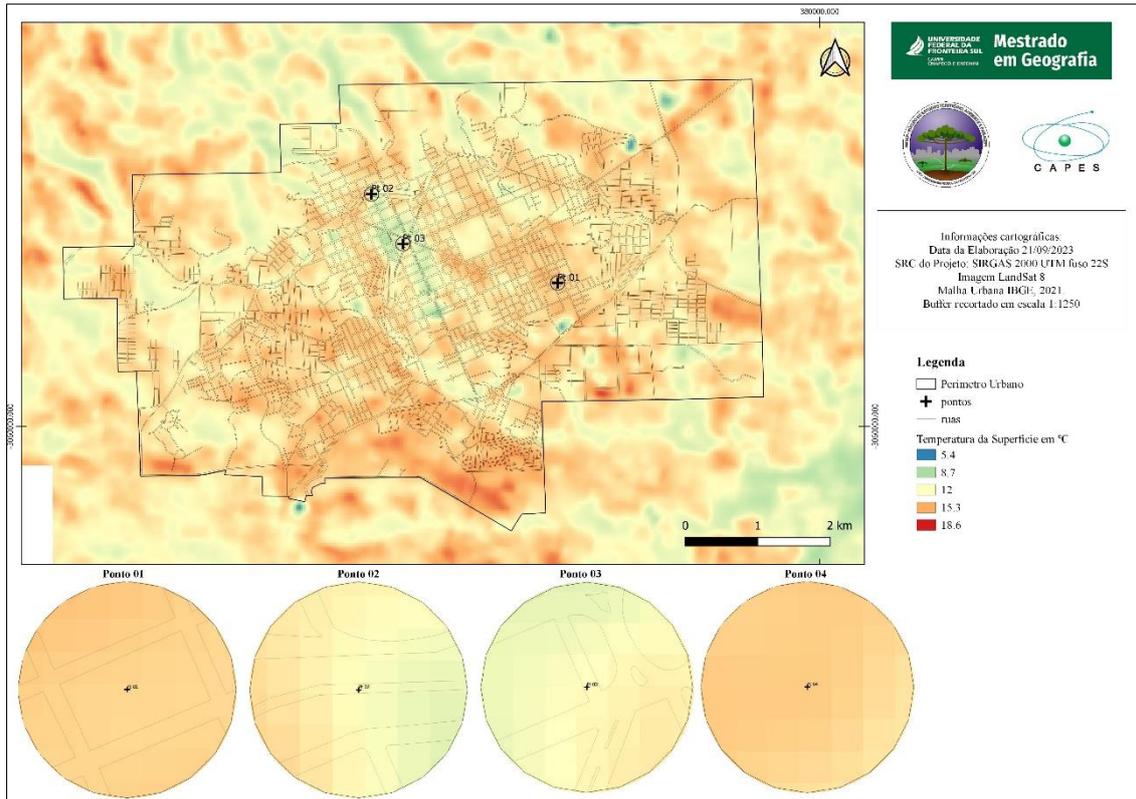
Gráfico 09. Temperatura do ar do mês de julho às 9h, 15h, 21h



Fonte: autora, 2023.

No que cabe a temperatura de superfície, identificou-se que os pontos 01 e 04 estão na faixa dos 15,3°C, e os pontos 02 e 03 ficam na faixa 8,7°C e 12°C, ao observar a imagem também é possível verificar que as ilhas de calor estão sobre espaços urbanizados e com uso do solo exposto (Figura 24).

Figura 24. Temperatura de superfície do dia 16/07/2023



Fonte: autora, 2023.

7.6 Mês de Agosto de 2023

Assim como nos últimos meses, no mês de agosto de 2023, os acumulados de chuva continuaram no Sul ultrapassando 90mm, já as temperaturas máximas médias não chegaram a 31°C e as temperaturas mínimas médias em agosto variaram entre valores menores que 10,0°C (INMET, 2023).

Em agosto, o ponto que chama mais atenção pelas temperaturas mínimas, foi o ponto 04, seguido do ponto 01, enquanto os pontos 02 e 03 apresentam as máximas. As coletas das 9h e 15h, apresentaram uma amplitude máxima absoluta de aproximadamente 3,80 – 4,80 °C. Enquanto na coleta das 21horas a amplitude máxima foi de 5,80 °C. A amplitude média às 9h chegou à 1,26°C, seguida pelo horário das 15h – 2,18°C e às 21h com 2,35 °C (Tabela12).

Tabela 12. Amplitudes do mês de agosto

Mês de Agosto de 2023						
	Amplitude	Max. Absolu.	Med Min	Med Max	Amplitude Médi	17/ago
9h		3,80	12,82	14,08	1,26	2,70
15h		4,80	18,00	20,18	2,18	1,90
21h		5,80	14,13	16,48	2,35	4,90

Fonte: autora, 2023.

Em 17 de agosto, foi possível observar uma extensa área de ar seco e muito quente que antecedeu o avanço da frente fria e que trouxe chuva com temporal para Erechim.

Quando observado o Gráfico 10, pode-se identificar as máximas nos pontos em específico às 9h o ponto 03 indicava 20°C, às 15h o ponto 03 continuava indicar a máxima de 28°C e as 21h o ponto 02 passa a liderar com 23°C.

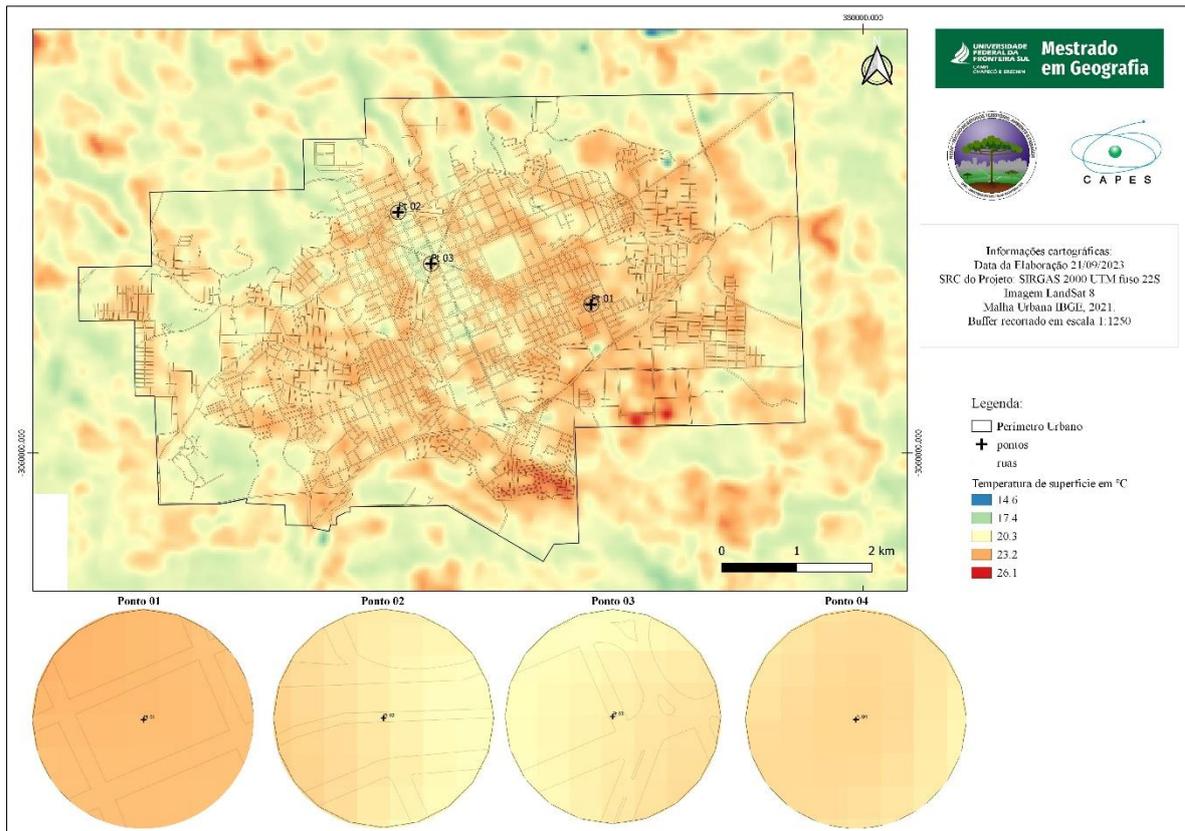
Gráfico 10. Temperatura do ar do mês de agosto às 9h, 15h, 21h



Fonte: autora, 2023.

Na temperatura de superfície identificou-se um 23,2°C no ponto 01, e os demais seguem divididos entre os 20°C e 23°C (Figura 25).

Figura 25. Temperatura de superfície do dia 17/08/2023



Fonte: autora, 2023.

7.7 Mês de Setembro de 2023

No mês de setembro, o destaque foi a chuva acumulada, mantendo os níveis de água no solo elevados e gerando excedente hídrico de mais de 300 mm em praticamente todo o estado. A atuação de sistemas frontais, sistemas de baixa pressão e atuação de ciclones extratropicais favoreceu acumulados (INMET, 2023).

Assim como no mês de agosto, as temperaturas em setembro ficaram acima da média em praticamente todo o país, consolidando o inverno de 2023 como o mais quente desde 1961, visto que, as temperaturas máximas médias foram m 16,5°C (INMET, 2023).

Em agosto, o ponto que chama mais atenção pelas temperaturas mínimas, foi o ponto 04, seguido do ponto 01, enquanto os pontos 02 e 03 apresentam as máximas. As amplitudes médias das coletas foram respectivamente das 9h e 21h foram 1,69 – 1,89°C. Enquanto na coleta das 15 horas a amplitude média foi de 2,40 °C (Tabela 13).

Tabela 13. Amplitudes do mês de setembro

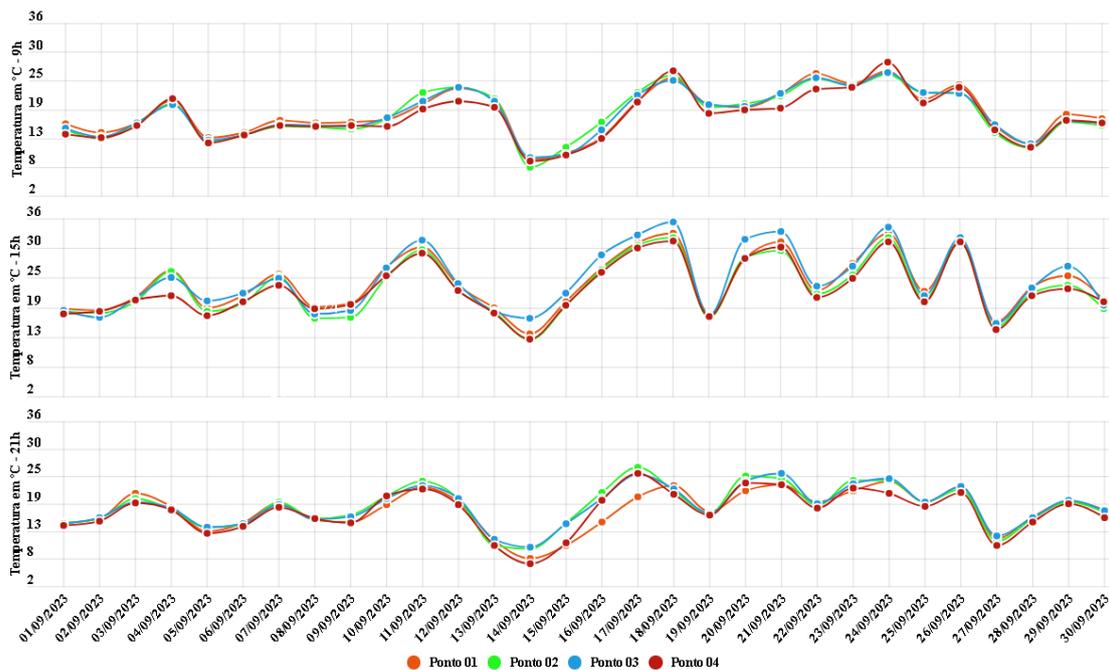
Mês de Setembro de 2023						
	Amplitude	Max. Absolu.	Med Min	Med Max	Amplitude Médi	18/set
9h		3,40	17,21	18,90	1,69	1,90
15h		4,90	22,34	24,74	2,40	3,60
21h		6,00	16,99	18,88	1,89	1,80

Fonte: autora, 2023.

Para o dia 18 de setembro, destaca-se a atuação nuvens que provocam raios e tempestades no sul do RS, o que viabiliza o aquecimento no norte do estado onde localiza-se Erechim, além disso, percebe-se o crescimento da umidade/banda de nuvens e seu deslocamento em direção ao norte no dia posterior.

Na data utilizada (Gráfico 11), verifica-se que as 9horas o ponto 04 está na faixa dos 27°C, as 15 horas o ponto 03 se sobressai chegando a 36°C, e as 21h há uma queda nas temperaturas para 24°C, provavelmente pela incursão das nuvens carregadas de chuva.

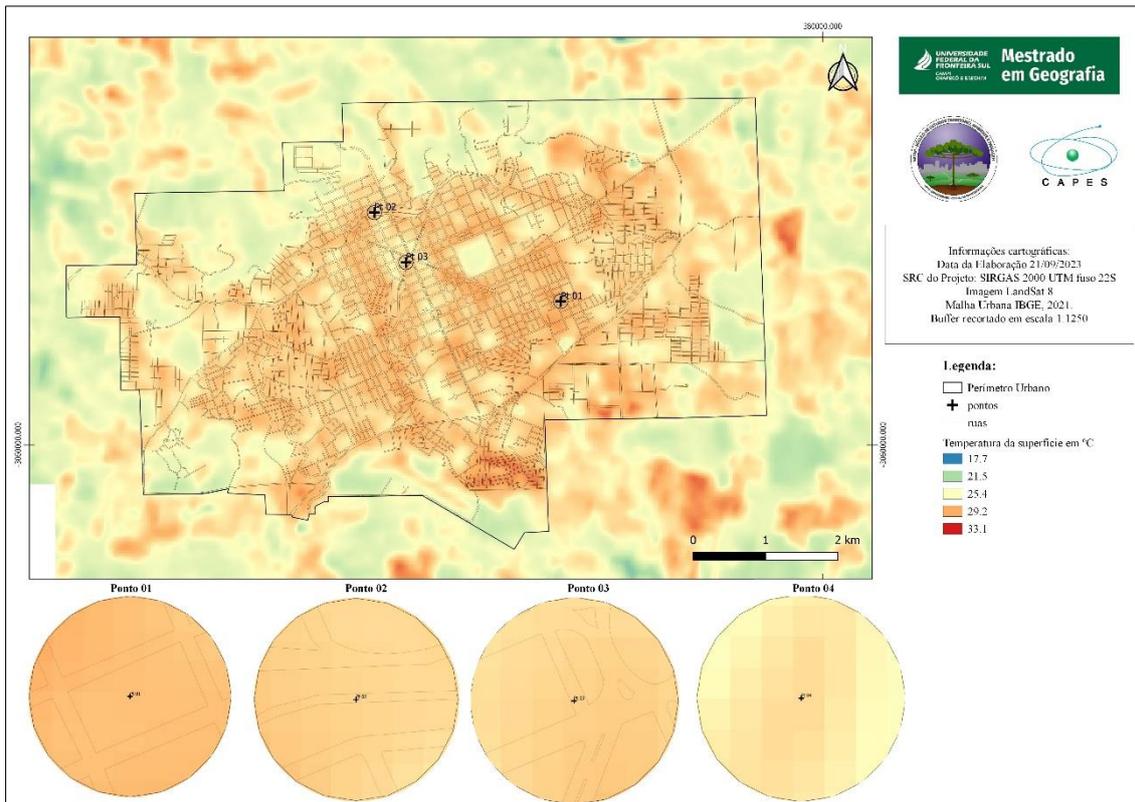
Gráfico 11. Temperatura do ar do mês de setembro às 9h, 15h, 21h



Fonte: autora, 2023.

A temperatura de superfície deste dia (Figura 26), demonstra nos pontos 01, 02 e 03 temperaturas próximas a 29,2 °C, que são pontos urbanos, uma temperatura elevada quando comparada com o ponto rural, 04 que apresenta 25,4°C, apresentando uma amplitude térmica de 3,8°C.

Figura 26. Temperatura de superfície do dia 18/09/2023



Fonte: autora, 2023.

7.8 Mês de Outubro de 2023

No mês de outubro, a atuação de sistemas frontais favoreceram a ocorrência de volumes de chuva expressivos, provocando excedentes hídricos. As temperaturas máximas médias 32,6°C e 32,4°C e temperaturas mínimas médias inferiores a 22,0°C (INMET, 2023).

Em outubro, as coletas das 9h e 21h, apresentaram uma amplitude média de aproximadamente 1,31-1,42 °C. Enquanto na coleta das 15horas a amplitude média foi de 2,62 °C (Tabela 14). No decorrer do mês, o ponto 01 teve as temperaturas mais baixas, o que se justifica pela presença de vegetação neste ponto, enquanto os demais pontos contiveram as temperaturas mais altas.

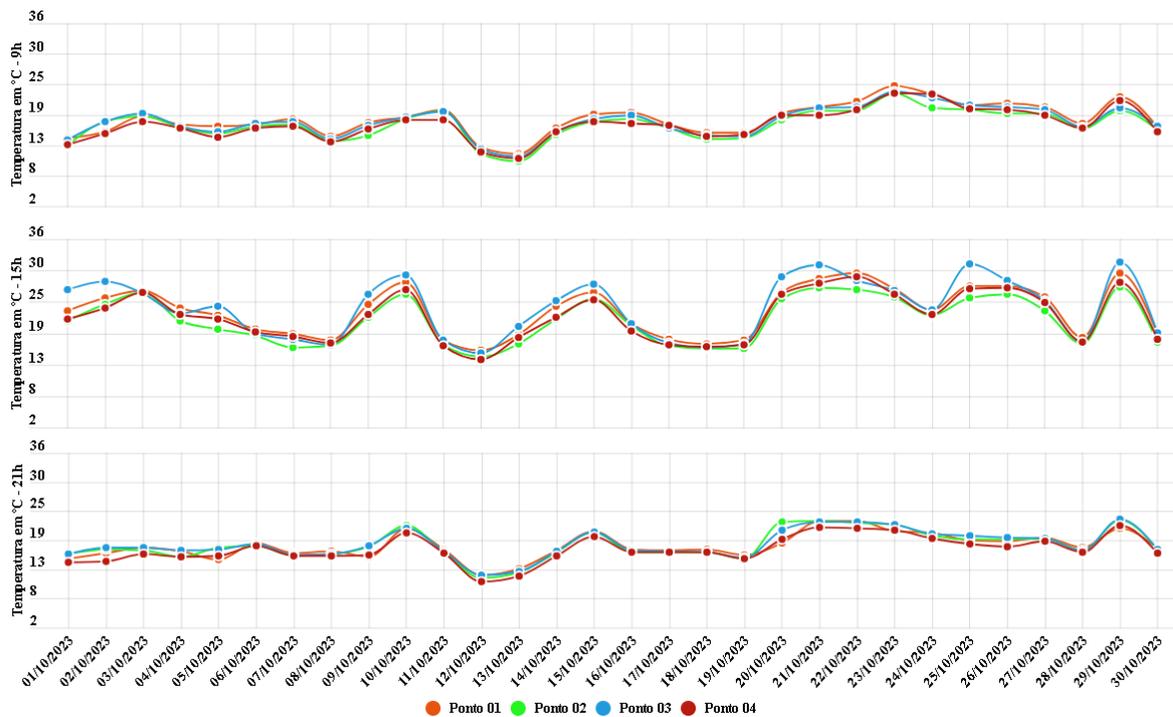
Tabela 14. Amplitudes do mês de outubro

Mês de Outubro de 2023						
	Amplitude	Max. Absolu.	Med Min	Med Max	Amplitude Médi	20/out
9h		2,70	16,83	18,25	1,42	1,30
15h		6,20	21,28	23,91	2,62	3,90
21h		4,10	17,15	18,46	1,31	4,10

Fonte: autora, 2023.

No dia 20 de outubro (Gráfico12), pode-se observar uma área de instabilidade que projeta entrada de ar quente úmido sobre Erechim e partes do RS, isto deixou o céu com muitas nuvens. No gráfico pode ser verificado que às 9 horas todos os pontos chegam a 20°, as 15h se sobressai o ponto 03 com 29°C, e as 21h o ponto 02 com 28°C.

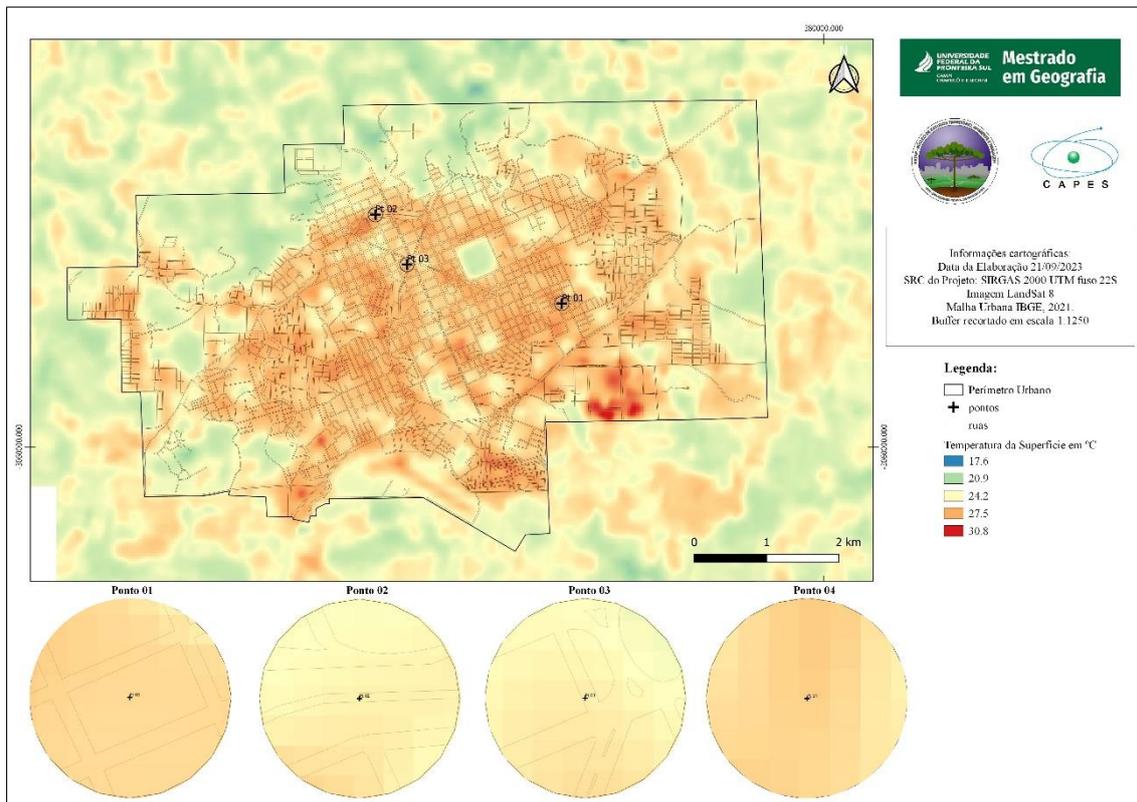
Gráfico 12. Temperatura do ar do mês de outubro às 9h, 15h, 21h



Fonte: autora, 2023.

A temperatura de superfície demonstra (Figura 27), que o ponto 01 e 04 estão mais quentes com aproximadamente 27,5°C, enquanto os demais se aproximam dos 24,2°C.

Figura 27. Temperatura de superfície do dia 20/10/2023



Fonte: autora, 2023.

No decorrer do tempo de coleta de dados, é possível averiguar que há diferenças de temperatura entre os pontos, sendo os pontos com maior incidência de temperaturas mais altas, na parte da manhã o ponto 01 e 03, na parte da tarde ponto 01, e na noite o ponto 02.

Entende-se que há a conformação de ilhas de calor na cidade de Erechim, das quais os pontos 01, 02 e 03 que tem aspectos urbanizados, de um uso da terra de habitação/de construções civis, verificando todos os pontos entre si eles apresentam amplitude térmica média de 2°C a 4°C.

Quando se trata das temperaturas de superfície o ponto predominante foi o ponto 01, sempre apontado como a maior temperatura.

A topografia não apresenta um papel de influência, no quesito redução da temperatura com a altitude, visto que a variação é de somente 65 metros, porém, aspectos como a urbanização, usos da terra e qualidade da vegetação urbana são fatores importantes, visto que a resposta de perda ou aumento de calor no rural diferencia-se do urbano.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em relação à amplitude média da temperatura do ar, nota-se que os maiores valores da mesma ocorreram nos meses de maio, junho, julho, agosto, já os meses de setembro e outubro passam a ter suas maiores amplitudes térmicas às 15 horas. Observa-se que a amplitude máxima absoluta tem os maiores valores às 21 horas, nos meses de maio, junho, agosto e setembro e às 9 horas em junho, seguida pelas 15 horas em outubro.

Os resultados apontam para diferenças térmicas entre os quatro pontos nos meses analisados, sendo que o ponto 01 e 04 apresentaram menores temperaturas, devido aos pontos estarem inseridos em locais com vegetação rasteira o ponto 01, e espaço rural com poucas construções, vegetação rasteira e arbórea, o ponto 04, em contrapartida os pontos 02 e 03 apresentaram as maiores temperaturas, o que associa-se a cobertura artificial (concreto, asfalto, construções...), no período noturno há a tendência a essas temperaturas serem elevadas quando comparadas com os outros pontos, devido a difusividade e condutividade térmica dos materiais/ cobertura do solo.

Além disso, foi possível verificar que a amplitude máxima absoluta as 21 horas chegou a 6°C, da qual reforça-se a possibilidade da ICU atingir magnitude considerada como muito forte (>6°C).

A partir da análise dos dados coletados, identificou-se a presença de ilhas de calor, derivadas da urbanização e uso e ocupação da terra. Considerando o período de atuação do El Niño, que favorece as chuvas em Erechim, de maio a outubro de 2023, análise essa que exclui o verão, porém corrobora-se com o INMET quando aborda os meses mais quentes segundo a média histórica de 1991/2020.

Por fim, como proposição para entender o clima urbano, destaca-se a necessidade do conhecimento prévio dos aspectos físicos de determinado terreno é essencial para a ocupação, com avaliações precisas de suas características, na tentativa de mitigar e evitar ocupações em áreas que apresentem perigo (Tricart, 1977).

Em uma discussão mais recente a proposição compreendida como funcional seria levar em consideração os impactos e riscos das mudanças climáticas, não ser tratado com descaso, ou somente com um discurso, para que isso tome forma são necessários planejamento de assentamentos e infraestrutura; planejamento do uso da terra para alcançar forma urbana compacta (IPCC, 2023).

As transições urbanas (Figura 30), com uma abordagem integrada da infraestrutura física, natural e social, trariam a promoção da mitigação, adaptação, saúde

humana e bem-estar ser, os serviços ecossistêmicos e a redução da vulnerabilidade (IPCC, 2023).

Outro aspecto que pode ser discutido são as áreas verdes, ou seja, que tenham uma infraestrutura natural, que suporte a absorção e armazenamento de carbono, com o intuito da redução do uso de energia e o risco de eventos extremos, como ondas de calor, inundações, chuvas fortes e secas, gerando co-benefícios para a saúde, bem-estar e meios de subsistência (IPCC, 2023).

Deixa-se a proposição para novas pesquisas, levar em consideração ampliação da faixa temporal, os aspectos socioeconômicos, assim como a instalação de maior quantidade de sensores, a utilização da estação oficial do INMET, fazer o comparativo de inverno e verão, deixa-se aqui um ponto de partida para as pesquisas futuras.

9. REFERÊNCIAS

AGNOLIN, Eduarda Regina. Estudo da temperatura de superfície na área urbana de Erechim-RS. 2020.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade; CONTI, J. B. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

AMORIM, Margarete Cristina de Costa Trindade. Teoria e método para o estudo das ilhas de calor em cidades tropicais de pequeno e médio porte. 2017. **Tese de Doutorado**. Tese de Livre Docência em “Climatologia Geográfica, UNESP, Presidente Prudente/SP, 2017, 178p.

AMORIM, M. C. C. T. *Spatial variability and intensity frequency of surface heat island in a Brazilian city with continental tropical climate through remote sensing*. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 9, p. 10-16, 2018.

ARMANI, Gustavo; GALVANI, Emerson. Avaliação do desempenho de um abrigo meteorológico de baixo custo. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 14, n. 1, p. 116-22, 2006.

ARNFIELD, A. John. *Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island*. **International Journal of Climatology: a Journal of the Royal Meteorological Society**, v. 23, n. 1, p. 1-26, 2003.

ATLAS SOCIECONOMICO DO RS (COREDEs). Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/biomas>. Acesso em: 23/08/2021.

BERTRAND, Georges. Paisagem e geografia física global. Esboço metodológico. **Raega-O Espaço Geográfico em Análise**, v. 8, 2004.

BARROS, Juliana Ramalho; ZAVATTINI, João Afonso. BASES CONCEITUAIS EM CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA (*the conceptual bases in geographical climatology*). **Mercator**, v. 8, n. 16, p. 255 a 261-255 a 261, 2009.

BARUFFI, Aline. MIGUEL, Gustavo Dias. FLOSS, Márcio Felipe. FERREIRA, Matheus De Conto. Identificação e Análise de Risco de Inundações e Alagamentos dos Municípios de Erechim e Passo Fundo. **XVIII Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica**. O Futuro Sustentável do Brasil passa por Minas COBRAMSEG, Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil 2016.

BATITUCCI, T. O.; CORTINES, E.; ALMEIDA, F. S.; ALMEIDA, A. A. Agriculture in urban ecosystems: a step to cities sustainability. **Ambiente & Sociedade**, v. 22, p. 1-20, 2019.

BERNARDI, Lidiane. Análise da gestão dos recursos hídricos no município de Erechim. **Revista Monografias Ambientais**, v. 13, n. 2, p. 3026-3039, 2014.

BONGAARTS, J. *Human population growth and the demographic transition*. **Philosophical Transactions of The Royal Society B**, n.364, p.2985-2990, 2009.

CASAGRANDE, Geane Dorneles et al. **Proposição De Critérios Para Determinação Da Largura De Faixas De Mata Ciliar Através De Modelagem Hidrológica**. 2015.

COSTA, José Mario Leal Martins. **A importância da geomorfologia nos estudos ripários: estudo de caso da Bacia do rio Apuaê-Mirim, norte do Estado do Rio Grande do Sul**. 2020

COSTA, José Mario Leal Martins, NORA, Darlan. **Os Rio Urbanos De Erechim: Passado Presente E Futuro**.2018.

CPRM – Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: . <http://www.cprm.gov.br/>
Acesso em: 15 Nov. 2021.

CHECHI, Leonardo; SANCHES, Fábio de Oliveira. O uso do Índice de Anomalia de Chuva (IAC) na avaliação do fenômeno do El Niño Oscilação Sul (ENOS) no Alto Uruguai Gaúcho entre 1957-2012. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, n. 6, p. 1586-1597, 2013.

COLLISCHONN, Erika; DE MATTOS, Gil Passos. Classificação De Ambientes Térmicamente Homogêneos Para Estudos De Clima Na Camada Do Dossel Urbano– Metodologia E Aplicação À Cidade De Pelotas/Rs. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 9, 2011.

COLLISCHONN, Erika et al. O campo térmico da região metropolitana de Porto Alegre: uma análise a partir da interação das variáveis ambientais na definição do clima local. 1998.

COSTA, Falberni de Souza et al. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 323-332, 2008.

CANDIDO, Daniel Henrique; NUNES, Lucí Hidalgo. Mitologia e Climatologia: um estudo das divindades relacionadas à ocorrência de tempo severo. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 11, 2012.

CORRÊA, Roberto Lobato et al. **O espaço urbano**. Ática, 1995.

CHAGAS, Flávia Bernardo. Biomonitoramento da qualidade de água dos rios Leãozinho e Ligeirinho, Erechim, RS: abordagem integrada através de parâmetros biológicos, físico-químicos e microbiológicos. 2017.

CAVALCANTI, Iracema FA. **Tempo e clima no Brasil**. Oficina de textos, 2016.

DANNI, Ines Moresco; CONTI, J. B. Aspectos temporo-espaciais da temperatura e umidade relativa de porto alegre em janeiro de 1982; contribuicao ao estudo do clima urbano. 1987.

DO VALE, Cláudia Câmara. Teoria geral do sistema: histórico e correlações com a geografia e com o estudo da paisagem. **Entre-Lugar**, v. 3, n. 6, p. 85-108, 2012.

DO NASCIMENTO, Flávio Rodrigues; SAMPAIO, José Levi Furtado. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. **Revista da casa da geografia de Sobral**, v. 6, n. 1, p. 21, 2004.

DA SILVA, Dionatan Miranda; LEITE, Emerson Figueiredo. Abordagem sistêmica e os estudos da paisagem. **Revista Pantaneira**, v. 18, p. 14-29, 2020.

DA SILVA, José Luiz Silverio et al. Vulnerabilidade da aquífera serra geral à contaminação no município de Erechim-Rio Grande do Sul-Brasil. **Ciência e Natura**, v. 35, n. 1, p. 10-23, 2013.

DE LIMA, Nathan Rodrigues; PINHEIRO, Gabriela Marques; MENDONÇA, Francisco. Clima urbano no Brasil: Análise e contribuição da metodologia de Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 9, p. 626–638-626–638, 2012.

DE SOUZA, Débora Moreira. **Clima urbano no planejamento do município de Ourinhos-SP**. 2013. Tese de Doutorado. [sn].

DECIAN, Vanderlei Secretti. Análise e zoneamento ambiental da área de proteção ambiental dos rios ligeirinho e leãozinho (Erechim, RS). 2012.

DGOTDU, A. ocupação dispersa no quadro dos PROT e dos PDM. **Lisboa: Direcção Geral do Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano**, 2011

FIGUEIRÓ, Adriano. **Biogeografia: dinâmicas e transformações da natureza**. Oficina de Textos, 2015.

FIERZ, Marisa Matos. A teoria do equilíbrio dinâmico em geomorfologia. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, v. 19, n. 3, p. 605-629, 2015.

FIEDLER, P.L., White, P.S., Leidy, R.A. *The paradigm shift in ecology and its implications for conservation*. In: Pickett S. T. A., Ostfeld, R. S. Shachak M. Likens, G. E. *The ecological basis of conservation: heterogeneity, ecosystems, and biodiversity*. New York, Chapman and Hall. 1997

FIORENTIN, Chaelin Dall' Agnol. A dinâmica da expansão das cidades médias no Brasil: um olhar sobre a cidade de Erechim – RS. 2021. 121 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/72460/R%20-%20D%20-%20CHAELIN%20DALLAGNOL%20FIORENTIN.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 18 dez. 2021.

FABIANE, Darlan. Setor imobiliário e expansão urbana: a valorização do solo urbano de Erechim/RS (2000-2020). 2021.

FÜNFELT, Karla. História da paisagem e evolução urbana da cidade de Erechim – RS. 2004. 128f. Dissertação (Mestrado em Geografia). Centro de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/88190>. Acesso em: 18 dez. 2021.

FURLAN, André Ricardo; SPINELLI, Juçara. PLANEJAMENTO E HIDROGRAFIA: estudo das bacias hidrográficas do perímetro urbano de Erechim/RS, utilizando software QGISi. **Revista OKARA: Geografia em debate**, v. 13, n. 1, p. 3-25, 2019.

FURLAN, André Ricardo. Urbanização e riscos socioambientais em Erechim-RS. 2017.

FURLAN, André Ricardo; TRENTIN, Romario. Urbanização E Exposição Ao Perigo De Inundação: Um Estudo Na Bacia Hidrográfica Do Rio Henrique, Erechim, RS. **Acta Geográfica**, v. 15, n. 37, p. 246-270, 2021.

FAGGION, Thaís; CASAGRANDE, Geane Dorneles; DA SILVA, Roberto Valmir. Efeitos Da Alteração Do Uso Do Solo Em Bacias Hidrográficas Na Quantidade Da Água. 2015.

FOLEY, Jonathan A. et al. Global consequences of land use. **science**, v. 309, n. 5734, p. 570-574, 2005.

GRIM, A. M. Variabilidade Annual do Clima no Brasil. **CAVALCANTI, IFA et al. Tempo e Clima no Brasil, São Paulo: Oficina de textos**, p. 353-374, 2009.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <https://ibge.gov.br/>. Acesso em: 26 Abr. 2021.

IBGE. **Manual técnico de uso da terra**. IBGE, 2006.

IPEA 2016. Instituto de pesquisa aplicada. Disponível em: <https://www.ipea.gov.br/portal/>. Acesso em: 23 out, 2023.

IPCC. Disponível em: <https://www.wribrasil.org.br/noticias/10-conclusoes-do-relatorio-do-ipcc-sobre-mudancas-climaticas-de-2023>. Acesso em 12 maio de 2023.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2021). Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/>. Acesso em 15 out. 2023.

JÚNIOR, Marcos de Oliveira Valin et al. Análise da relação entre abrigos meteorológicos alternativos para pontos fixos e o comportamento de variáveis termohigrométricas. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 18, 2016.

KEGLER, Jonathan Júlio et al. Variabilidade espacial da temperatura do ar com uso de transectos móveis em Erechim/RS, sob domínio polar em processo de tropicalização. **Ciência e Natura**, v. 38, n. 1, p. 215-231, 2016.

LAGO, Antônio; PÁDUA, José Augusto. **O que é ecologia**. Brasiliense, 2017.

LIMONAD, Ester. Reflexões sobre o espaço, o urbano e a urbanização. **GEOgraphia**, v. 1, n. 1, p. 71-91, 1999.

LEFF, Enrique. Epistemologia ambiental. 2010 Política Nacional de Mudanças Climáticas (PNMC). Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2009/lei/112187.htm. Acesso em 15 out. 2023.

MAGEE, Bryan. **História da filosofia**. Edições Loyola, 1999.

- MONTEIRO, C.A.F. Teoria e Clima Urbano. São Paulo: IGEO/USP, 1976.
- MENDONÇA, Francisco; MONTEIRO, CA de F. Clima urbano. **São Paulo: Contexto**, v. 2, 2003.
- MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Oficina de textos, 2017.
- MONTEIRO, Carlos Augusto de Figueiredo. O clima da Região Sul: Geografia regional do Brasil. **Cap. III Biblioteca Brasileira, IBGE**, 1963.
- MENDONÇA, Francisco de A.; DANNI-OLIVEIRA, Inês M. Dinâmica atmosférica e tipos climáticos predominantes da bacia do rio Tibagi. **A bacia do rio Tibagi (ME Medri, E. Bianchini, OA Shibatta & JA Pimenta, eds.)**. Londrina, ME Medri, p. 63-66, 2002.
- MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Oficina de textos, 2007.
- MENDONÇA, Francisco. Geografia socioambiental. **Terra Livre**, n. 16, p. 113-132, 2001.
- MENDONÇA, Francisco. **Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba**. **Desenvolvimento e Meio ambientes**, v. 10, 2004.
- MONTEIRO, C.A.F. Análise Rítmica em Climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. São Paulo: IGEOG/USP, 1971.
- MUELLER, Vianeí Róbinson. Dinâmica populacional, indicadores econômicos e sociais da microrregião geográfica de Erechim-RS. 2016.
- MUELLER, Vianeí Róbinson; SPINELLIII, Juçara; REISIII, Janete Teresinha. Dinâmica populacional e transformações socioeconômicas na microrregião geográfica de Erechim, RS/Brasil. **Geografia Ensino & Pesquisa**, p. e28-e28, 2019.
- MILANO, Miguel Serediuk et al. Arborização de vias públicas. **Rio de Janeiro: Light**, v. 2000, 2000.
- NEWMAN, Peter WG. Sustainability and cities: extending the metabolism model. **Landscape and urban planning**, v. 44, n. 4, p. 219-226, 1999.
- NERY, Jonas Teixeira et al. Estudo da precipitação do estado do Paraná e sua associação à temperatura da superfície do Oceano Pacífico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 13, n. 1, p. 161-171, 2005.
- OKE, T. R.; CLEUGH, H. A. *Urban heat storage derived as energy balance residuals*. **Boundary-Layer Meteorology**, v. 39, p. 233-245, 1987
- OKE, Timothy R. *The distinction between canopy and boundary-layer urban heat islands*. **Atmosphere**, v. 14, n. 4, p. 268-277, 1976.

OKE, Tim R. *Towards better scientific communication in urban climate. Theoretical and Applied Climatology*, v. 84, p. 179-190, 2006.

OLIVEIRA, G. S. (2001). O El Niño e Você - o fenômeno climático. Editora Transtec, São José dos Campos.

Organização das Nações Unidas (ONU). Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acesso em 15 out. 2023.

PELUSO, Rosane Menna Barreto et al. Revitalização dos rios de Erechim-programa de educação ambiental. **Revista Monografias Ambientais**, v. 5, n. 5, p. 965-981, 2012.

PAM. **Plano Ambiental Municipal (2011)**. Disponível em:https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjK75ixprL0AhX2IrkGHbRtCYEQFnoECAIQAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.pmerechim.rs.gov.br%2Fuploads%2Ffiles%2FPlano_Ambiental_Municipal_Erechim_Dez_2011.pdf&usg=AOvVaw0S28JN7H71I5NcO_8Fx_kO. Acesso em: 15 Nov. 2021.

PME. **Prefeitura Municipal de Erechim**. Disponível em: <https://www.pmerechim.rs.gov.br/>. Acesso em: 15 nov. 2017.

PASSOS, Messias Modesto. O MODELO GTP (Geossistema-Território-Paisagem) como trabalhar. **Revista Equador**, v. 5, n. 1, p. 1-179, 2016.

PERETTI, Vanessa Aline et al. Análise Espaço-Temporal Dos Desastres Naturais No Município De Erechim-RS, No Período De 1986 A 2011. 2013.

RIBEIRO, Helena; PESQUERO, Célia Regina; COELHO, Micheline de Sousa Zanotti Stagliorio. Clima urbano e saúde: uma revisão sistematizada da literatura recente. **Estudos avançados**, v. 30, p. 67-82, 2016.

ROSSATO, Paula Savegnago et al. **O sistema termodinâmico do clima urbano de Nova Palma, RS**: contribuição ao clima urbano de cidades pequenas. 2010.

ROSSATO, Maíra Suertegaray. **Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia**. 2011.

SANTOS, Milton. **A urbanização brasileira**. Edusp, 2013.

SANTOS, Milton. Pobreza urbana. In: **Pobreza urbana**. 2009. p. 134-134.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão et al. Capitalismo e urbanização. 1988.

SUERTEGARAY, Dirce Maria Antunes. Geografia Física(?) Geografia Ambiental(?) ou Geografia e Ambiente (?). In: MENDONÇA, F. KOZEL, S. (Org.). **Elementos da Epistemologia da Geografia Contemporânea. 1ª Edição**. Curitiba: Editora UFPR, 2009.

STEWART, I. D. *Redefining the urban heat island*. 2011. **Thesis (Doctor of Philosophy)** - The Faculty of Graduate Studies, The University of British Columbia, Vancouver, 2011. DOI: <https://dx.doi.org/10.14288/1.0072360>.

STEWART, Ian Douglas. *Landscape representation and the urban-rural dichotomy in empirical urban heat island literature, 1950–2006*. **Acta Climatologica et Chorologica**, v. 40, n. 41, p. 111-121, 2007.

TORRES, Fellipe; MACHADO, Pedro. **Introdução a climatologia**. ed.2008.

SAYDELLES, Alexandre Pistoia et al. **Estudo do campo térmico e das ilhas de calor urbano em Santa Maria-RS**. 2005.

WMO. Disponível em: <https://public.wmo.int/en/our-mandate/climate/wmo-statement-state-of-global-climate/LAC-2022>. Acesso em: 06 Ago.2023.

NOAA. Uso da Terra. Disponível em: <https://www.noaa.gov/>. Acesso em: 05Out. 2021.