



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS DE ERECHIM
CURSO DE GEOGRAFIA LICENCIATURA**

EDUARDA REGINA AGNOLIN

**ESTUDO DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NA ÁREA URBANA DE
ERECHIM-RS**

ERECHIM

2020

EDUARDA REGINA AGNOLIN

**ESTUDO DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NA ÁREA URBANA DE
ERECHIM-RS**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação em Geografia, da
Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito para obtenção do
título de Licenciado em Geografia.

Orientador: Prof. Drº Pedro Germano dos Santos Murara
Co-Orientador: Drº Bruno Zucuni Prina

ERECHIM

2020

CAIXA CATALOGRÁFICA

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Agnolin, Eduarda Regina
ESTUDO DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NA ÁREA URBANA DE
ERECHIM-RS / Eduarda Regina Agnolin. -- 2021.
96 páginas f.:il.
Orientador: Doutor em Geografia Pedro Murara
Co-orientador: Doutor em Geografia Bruno Zucuni Prina
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade
Federal da Fronteira Sul, Curso de Licenciatura em Geografia,
Erechim, RS, 2021.
1. Climatologia. 2. Geografia urbana. 3. Geoprocessamento. I. Murara,
Pedro, orient. II. Prina, Bruno Zucuni, co-orient. III. Universidade Federal
da Fronteira Sul. IV. Título.

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

EDUARDA REGINA AGNOLIN

**ESTUDO DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE NA ÁREA URBANA DE
ERECHIM-RS**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Licenciada em Geografia da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS.

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca no dia 10 de dezembro de 2020.

Banca examinadora:

Assinaturas:

Eduarda Regina Agnolin – Discente



Pedro Germano dos Santos Murara – Orientador



Bruno Zucini Prina - Coorientador



Geisa Silveira da Rocha – Avaliador externo (UFSC)



Lindberg Nascimento Júnior - avaliador externo (UFSC)



DEDICATÓRIA

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

AGRADECIMENTOS

Neste momento só tenho a agradecer o crescimento pessoal e profissional que tive a oportunidade de ter nestes quatro anos e meio, acredito que cada um que esteve envolvido no processo de construção deste trabalho teve sua importância e merece ser aqui citado.

Em especial a minha avó Zilda Orso Agnolin (In Memoriam) e avó Zelide Pelissari Lunardi, que estariam muito felizes de ver a mulher e a professora de Geografia que me tornei.

Em especial aos meus pais que sempre estiveram presentes e me apoiaram em todas as decisões, sem eles nada seria possível e que apesar das dificuldades sempre priorizaram o estudo de suas filhas!

A minha colega Marilucia Venturim (In Memoriam) que marcou o segundo ano de graduação deixando o mais intenso e mostrando-me outras formas de ver o mundo.

Em especial ao meu orientador que mesmo com as incertezas da vida sempre continuou a me orientar nos trabalhos, me incentivando a crescer, além de ter um papel importantíssimo nesta caminhada, e contribuir significativamente no trabalho final de curso.

Em especial ao Técnico do Laboratório de Topografia e Geoprocessamento Bruno Zucuni Prina pelos auxílios na realização dos mapas e nas orientações.

Aos meus professores e colegas do curso que sempre estiveram dispostos a dialogar para um melhor entendimento dos conceitos e práticas.

E por fim, agradeço a todos que de forma indireta contribuíram nessa etapa tão importante e difícil.

RESUMO

Com o propósito de contribuir na difusão e operacionalização das geotecnologias para os estudos de Climatologia Geográfica, a presente pesquisa teve como objetivo caracterizar o fenômeno de ilhas de calor e frescor na área urbana do município de Erechim-RS. Por meio da utilização de imagens de satélite, foram produzidas cartas termais para cada estação do ano (outono, inverno, primavera e verão) durante o período de 2017 a 2019. Buscou-se também o entendimento do crescimento urbano e expansão populacional, levando em consideração o passado recente para ter uma linearidade até o presente momento, entendendo o espaço de vivência urbano, junto a isso o clima urbano que em sua totalidade está impregnado na sociedade e no conforto térmico. Foi necessário ainda, compreender a dinâmica climática para identificarmos os tipos de tempo atuantes na área de estudo e como isso, caracterizar a influência dos sistemas atmosféricas na gênese das ilhas de calor e frescor urbana. Pretendeu-se também, analisar as características das temperaturas superficiais e sua relação com a altimetria e distribuição espacial da cobertura vegetal. Concluímos que ao entender a temperatura de superfície, a temperatura do ar, os tipos de tempo atmosférico, há ocorrência de ilhas de calor e frescor e estas são resultantes da distribuição das coberturas vegetais, da altimetria e dos corpos d'água. Foi possível verificar que as ilhas de calor se apresentam mais fortes nas estações de verão e primavera chegando a amplitude de 2°C a máximas de 20°C em um mesmo dia e horário e mais fracas com baixa intensidade nas estações de outono e inverno com temperaturas 9°C a 39°C. Consideramos a problemática ambiental urbana onde órgãos planejadores e as políticas públicas poderiam interferir para melhorar o conforto térmico da cidade de Erechim, afinal é o nosso espaço de vivência.

Palavras-chave: Climatologia Geográfica - Sensoriamento remoto - Clima urbano.

ABSTRACT

In order to contribute to the dissemination and operationalization of geotechnologies for the studies of Geographic Climatology, the present research aimed to characterize the phenomenon of islands of heat and freshness in the urban area of the municipality of Erechim-RS. Through the use of satellite images, thermal maps were produced for each season of the year (autumn, winter, spring and summer) during the period from 2017 to 2019. We also sought to understand urban growth and population expansion, taking into account consideration the recent past to have a linearity until the present moment, understanding the urban living space, together with this the urban climate that in its entirety is impregnated in society and in thermal comfort. It was also necessary to understand the climatic dynamics in order to identify the types of weather in the study area and, as a result, characterize the influence of atmospheric systems on the genesis of the islands of heat and urban freshness. It was also intended to analyze the characteristics of surface temperatures and their relationship with the altimetry and spatial distribution of the vegetation cover. We conclude that when understanding surface temperature, air temperature, types of atmospheric weather, there are islands of heat and freshness and these are the result of the distribution of vegetation coverings, altimetry and water bodies. It was possible to verify that the heat islands are stronger in the summer and spring seasons reaching an amplitude of 2°C to a maximum of 20°C in the same day and time and weaker with low intensity in the autumn and winter seasons with temperatures 9°C to 39°C. We consider the urban environmental problem where planning agencies and public policies could interfere to improve the thermal comfort of the city of Erechim, after all it is our living space.

Keywords: Geographic Climatology - Remote sensing - weather station.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa de localização da área urbana de Erechim - RS.....	16
Figura 2 – Albedo de materiais urbanos.....	23
Figura 3 – Recorte da Carta Topográfica da área urbana de Erechim, ano de 1975.....	27
Figura 4 – Massas de ar no Brasil.	41
Figura 5 – Mapa de classificação climática produzida por Rossato, 2011.....	45
Figura 6 – Estação Meteorológica A828- Erechim/RS	50
Figura 7 – Mapa de vegetação da área urbana de Erechim.	52
Figura 8 – Mapa de pontos de interesse	53
Figura 9 – Mapa de altimetria urbana de Erechim.	54
Figura 10 – Temperatura do ar dos dias 01/06/2017 até 29/06/2017, em Erechim.....	55
Figura 11 – Mapa de temperatura de superfície do outono 13/06/2017.....	57
Figura 12 – Temperatura do ar dos dias 01/06/2018 até 29/06/2018, em Erechim.....	58
Figura 13 – Mapa de temperatura de superfície do outono 16/06/2018.....	58
Figura 14 – Temperatura do ar dos dias 15/06/2017 até 15/07/2017, em Erechim.....	61
Figura 15 – Mapa de temperatura de superfície do inverno 29/06/2017.....	62
Figura 16 – Temperatura do ar dos dias 01/08/2017 até 31/08/2017, em Erechim.....	63
Figura 17 - Mapa de temperatura de superfície do inverno 15/08/17.	65
Figura 18 – Temperatura do ar dos dias 01/10/2017 até 31/10/2017, em Erechim.....	66
Figura 19 – Mapa de temperatura de superfície da primavera 03/10/2017.....	68
Figura 20 – Temperatura do ar dos dias 24/11/2018 até 24/12/2018, em Erechim.....	69
Figura 21 – Mapa de temperatura de superfície da primavera 09/12/2018.....	71
Figura 22 – Temperatura do ar dos dias 01/02/2018 até 27/02/2018, em Erechim.....	72
Figura 23 – Mapa de temperatura de superfície do verão 24/02/2018.	74
Figura 24 – Temperatura do ar dos dias 11/01/2019 até 10/02/2019, em Erechim.....	75
Figura 25 – Mapa de temperatura de superfície do verão 26/01/2019.	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Estudos de ilhas de calor e frescor na Região Sul do País.....	25
Tabela 2: Divisão da legenda em classes.....	48

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

°C – Celsius

CCM's - Complexo Convectivo de Mesoescala

CFa- Clima subtropical úmido

CFb- Clima oceânico temperado

COREDEs - Conselho Regionais de Desenvolvimento

CLA - Camada Limite Atmosférico

CLU - Camada Limite Urbano

CUNC - Camada Urbana ao Nível das Coberturas

CU - Clima Urbano

CPTEC - Centro de Previsão do Tempo e Estudos Climáticos

EUA – Estados Unidos da América

ENOS - El Niño Oscilação Sul

EUMetSat - European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites

FEPAM

FRINAPE - Feira Regional Industrial Agropecuária de Erechim

GIS - Geographic Information System

GOES - Geostationary Operational Environmental Satellite

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPCC - International Panel on Climate Change

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

LI – Linhas de Instabilidade

JST - Jato Subtropical

JPN - Jato Polar

JBN- Jato de Baixos Níveis

mEa - massa Equatorial atlântica

mEc - massa Equatorial continental

mTa - massa Tropical atlântica

mPa - massa Polar atlântica

NE - Nordeste

NW – Noroeste

OLI - Operational Terra Imager

PME – Prefeitura Municipal de Erechim

REM - Radiação Eletromagnética

SC - Santa Catarina

SCMs – Sistemas Convectivos de Mesoescala

SCU- Sistema Clima Urbano

SRTM - Shuttle Radar Topography Mission

SIRGAS - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

TIRS - Thermal Infrared Sensor

UBL - Urban Boundary Layer

USP – Universidade de São Paulo

Unesp - Universidade Estadual Paulista

UCL - Urban Canopy Layer

UFFS - Universidade Federal da Fronteira Sul

USGS - United States Geological Survey

UTM - Universal Transversa de Mercator

ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul

ZCIT - Zona de Convergência Intertropical

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
2. OBJETIVOS.....	17
2.1 GERAL.....	17
2.2 ESPECÍFICOS	17
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	18
3.1 TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E ILHAS DE CALOR E FRESCOR: Sensores Remotos como Ferramenta.....	18
3.2 PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO EM ERECHIM	24
3.3 CLIMA URBANO	28
3.4 DINÂMICA ATMOSFÉRICA DE ERECHIM	40
4. MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	46
5. RESULTADOS	52
5.1 ANÁLISE DOS DADOS ATMOSFÉRICOS E DE SUPERFÍCIE DE OUTONO	55
5.1.1 DIA 13/06/2017.....	55
5.1.2 DIA 16/06/2018.....	57
5.2 ANÁLISE DOS DADOS ATMOSFÉRICOS E DE SUPERFÍCIE DE INVERNO	60
5.2.1 DIA 29/06/2017	60
5.2.2 DIA 15/08/2017	63
5.3 ANÁLISE DOS DADOS ATMOSFÉRICOS E DE SUPERFÍCIE DE PRIMAVERA	66
5.3.1 DIA 03/10/2017.....	66
5.3.2 DIA 09/12/2018.....	69
5.4 ANÁLISE DOS DADOS ATMOSFÉRICOS E DE SUPERFÍCIE DE VERÃO.....	72
5.4.1 DIA 24/02/2018.....	72
5.4.2 DIA 21/01/2019.....	75
6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS	79
BIBLIOGRAFIA:.....	80
APÊNDICE A – Histograma de Frequência dos dados de Temperatura	90
APÊNDICE B.....	91
ANEXO A	92
ANEXO B	92

1. INTRODUÇÃO

Em diferentes espaços e tempos as necessidades humanas crescem, modificando consigo as concentrações e aglomerações populacionais, demandas econômicas, culturais, sociais, e de estruturação de locais para comportar os aglomerados urbanos. Diante disso, apresentam-se particularidades de mudanças e alterações em relação a uso e ocupação do solo, substituição da cobertura vegetal, bem como a impermeabilização do solo para construção e expansão das cidades.

Com a consolidação do capitalismo industrial no século XIX, houve uma série de transformações que se refletiram nas relações sócio-econômicas-ambientais devido ao processo de urbanização. Dentre essas transformações, podemos citar o aumento populacional e o crescimento das cidades que ocorreu sem a implantação de infraestrutura urbana adequada ou suficiente para que não ocorresse a degradação do ambiente natural.

Este trabalho teve o intuito de identificar a temperatura de superfície na área urbana de Erechim, com as ferramentas proporcionadas pelo sensoriamento remoto. Também foi possível relacionar as temperaturas do ar e de superfície, juntamente com os fatores altimetria e vegetação que auxiliaram no apanhado geral dos aspectos socio naturais da área urbana (AMORIM, 2017).

As relações entre humanos e meio sempre estiveram em discussão e no século XX tomaram proporções direcionadas em relação a atividades antrópicas e o comportamento atmosférico, pois houve o desenvolvimento de técnicas e o domínio de conhecimentos para desenvolvimento das mesmas (MENDONÇA, 2013).

Diante disso, passamos a entender que o processo de urbanização atribuiu a reprodução social dos seres humanos, biologicamente e socialmente, fazendo com que as interfaces naturais sejam surgentes no meio urbano, propiciando dinâmicas socioespaciais na materialidade da cidade (KOZENIESKI; SPINELLI, 2011).

Considerou-se a ideia de Paz (2009) que descreve as ilhas de frescor como os locais da cidade onde a temperatura se apresenta significativamente mais baixa e igualmente associados à presença de áreas vegetadas. As ilhas de frescor são “elementos que promovem uma amenização de temperatura, como quando ocorre um adensamento de árvores, grama, corpos hídricos ou quando existe um sombreamento provocado por uma barreira” (GERMANO, 2012, p.28).

Simultaneamente, buscou-se o entendimento sobre o conceito de ilhas de calor que são excesso de temperatura sobre áreas construídas, sendo uma combinação de meteorologia e as características urbanas propícias para o surgimento (OKE, 1987; ARNFIELD, 2003).

Em conformidade com Amorim (2017, apud OKE, 1978), existem três tipos de ilhas de calor: superficial (diagnosticada por meio de sensoriamento remoto) que foi utilizada neste trabalho, atmosférica inferior (diagnosticada por meio de transectos, estações meteorológicas), atmosfera urbana superior (diagnosticadas acima das construções, ou seja, onde acaba a cidade em altitude para cima).

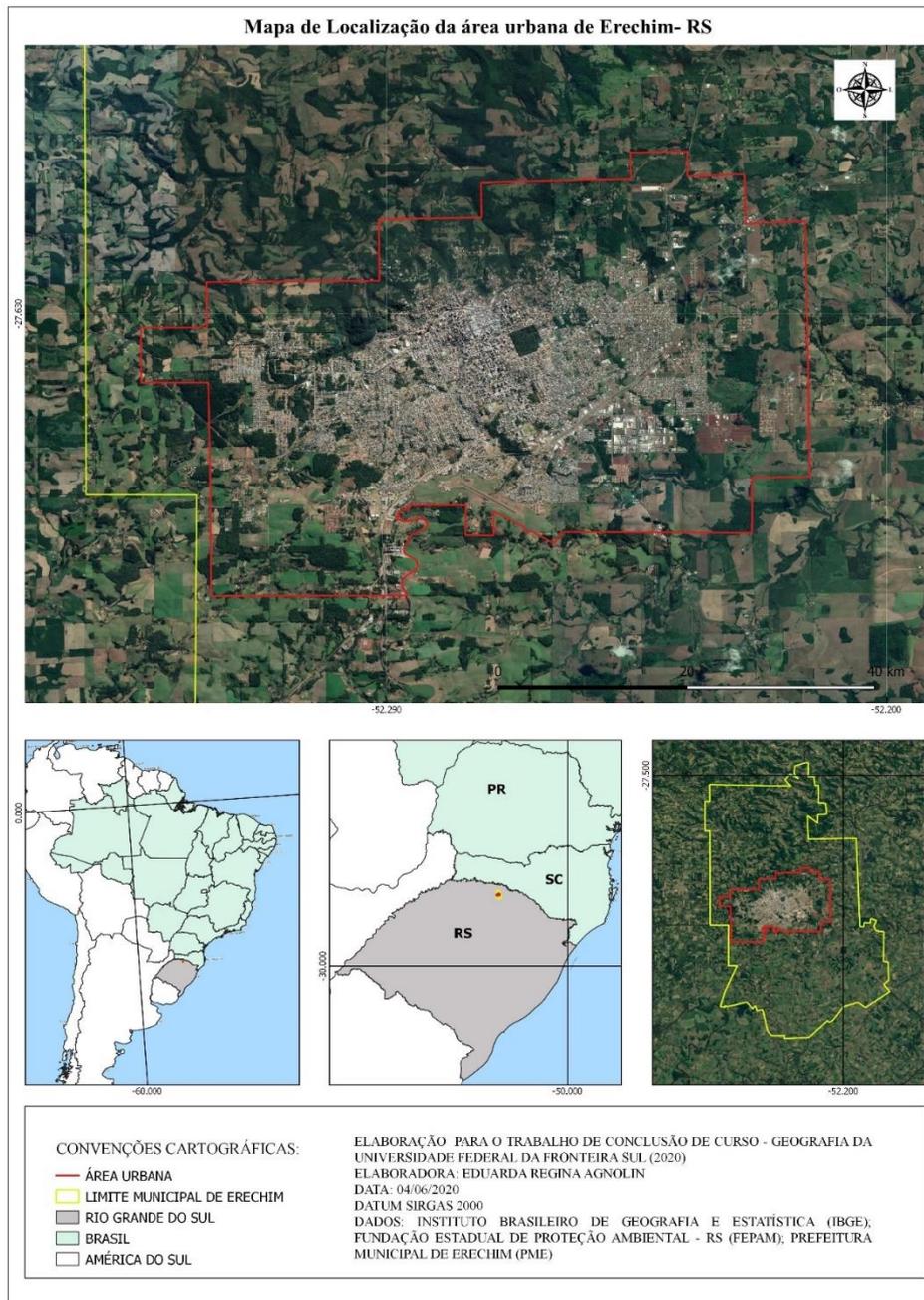
Concomitantemente a isso, também é necessário um entendimento do clima urbano, o qual o autor Carlos Augusto Figueiredo Monteiro (1976), discorre se dedicando a compreender aspectos para solução de problemas ambientais e fenômenos de contrastes térmicos entre o rural e o urbano (OKE, 1974; DANNI, 1987).

Diante disso, definiu-se o recorte espacial como a área urbana do município de Erechim que está situado na porção norte-noroeste do estado do Rio Grande do Sul, localizado na Região Sul do país (Figura 1). O município possui a maior população da Região Geográfica Imediata de Erechim subscrito no código 430026, segundo IBGE.

Fundada com sede do povoado de Boa Vista do Erechim, seu território posteriormente foi desmembrado para criação de Passo Fundo em 30 de abril de 1918. A cidade tem um *design* inspirado no urbanismo modernista, inicialmente sua malha urbana foi desenhada aproximada aos traçados de Paris, o que propiciou a plantação de árvores e também uma boa circulação de automóveis. No entanto, a partir de 1970 o crescimento urbano não acompanhou o plano pioneiro de implantação da cidade, embora o mesmo tenha se mantido na porção central da área urbana, a expansão não tenha levado em consideração as condições topográficas do local, sendo que a área de implementação exigia tratamento diferenciado (PME, 2017; IBGE, 2010).

Ruas e avenidas, assim como ocupações 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).

Figura 1 – Mapa de localização da área urbana de Erechim - RS.



Fonte: os autores, 2020.

Desta forma, o presente trabalho estrutura-se em três grandes partes, ou seja “Fundamentação teórica”, “Material e procedimentos para a realização da pesquisa”, “Resultados”. Sendo que a primeira parte leva em consideração os aspectos teóricos e conceituais do clima urbano, a caracterização espacial de Erechim, as ilhas de calor e frescor.

Na segunda parte descreve-se como foi realizada a pesquisa e todos os procedimentos utilizados. E em terceiro momento realizou-se a identificação de ilhas de calor e frescor na área urbana de Erechim.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

- O objetivo geral desse trabalho é o de caracterizar a temperatura de superfície na área urbana do município de Erechim-RS.

2.2 ESPECÍFICOS

- Identificar os sistemas atmosféricos atuantes na área de estudo;
- Selecionar, analisar e interpretar imagens de satélite;
- Elaborar mapas de identificação dos atributos urbanos, usos e ocupação da terra;
- Calcular a temperatura da superfície;
- Elaborar mapas e cartas temais.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E ILHAS DE CALOR E FRESCOR: Sensores Remotos como Ferramenta

A história do sensoriamento remoto se inicia no século XIX, primeiramente com uso da fotografia, por meio do uso de sistemas de sensores, conforme o *Manual of Remote Sensing* (1975, 1983, apud NOVO, 2010). Segundo Florenzano (2002) na década 1960, os satélites tripulados proveram as primeiras fotografias orbitais da Terra e em seguida, o satélite meteorológico *Television Infrared Observation Satellite (TIROS-1)* em primeiro de abril de 1960, iniciou os registros sistemáticos de imagens da superfície terrestre.

Como consequência, houve um desenvolvimento e aprimoramento dos sistemas de utilização para o sensoriamento remoto, progredindo por meio do avanço da tecnologia. A partir disso, é necessário retomar, alguns aspectos históricos que constituem marcos importantes para história e evolução do sensoriamento remoto.

Diante disso, foi possível constatar uma definição do termo sensoriamento remoto, segundo Novo (2010, p. 9) “[...] sensoriamento remoto implica na obtenção de informação a partir da detecção e mensuração das mudanças que um determinado objeto se impõe aos campos de força que o circulam, sejam estes campos eletromagnéticos, acústicos ou potencias”. De acordo com o que a autora descreve, o sensoriamento remoto obtém informações da superfície terrestre, por meio de instrumentos e sensores, sem precisar entrar em contato direto com os objetos detectados. Desta forma, a partir desta obtenção imagens é possível analisá-las e interpretá-las.

Segundo Jensen (2009, p. 9) “a primeira foto tirada foi em cima de um balão fixo em 1858, pelo francês Gaspar Felix Tournachon. Os pombos também eram usados para tirar fotografias aéreas em 1903, eram tiradas uma foto a cada 30 segundos enquanto o pombo estava voando”, naquele período as imagens eram as únicas fotos do espaço geográfico.

As tecnologias principalmente coleta de dados e imagens evoluíram em função das guerras, e, essa mesma tendência ocorreu com o sensoriamento remoto. De acordo com Jensen (2009, p.9) “Grandes passos na fotografia aérea e outros sistemas de coleta de dados por sensoriamento remoto ocorreram durante as I e II Guerras Mundiais, conflito na Coreia, Crise dos Mísseis de Cuba, Guerra do Vietnã, Guerra do Golfo, Guerra da Bósnia e na Guerra

contra o terrorismo.” Como o autor descreve durante estes conflitos e Guerras foram sendo desenvolvidos novos aparatos para a observação estratégica da superfície terrestre.

Durante a Guerra Fria, desenvolve-se a construção do projeto “*Sputnik*, o primeiro satélite do mundo construído pelo homem foi lançado pela ex-União Soviética no ano de 1957. O *Sputnik* constitui um importante marco para a história do sensoriamento remoto, pois foi o primeiro satélite a ficar em órbita na terra” (ASTRONÁUTICA, 2009, p. 264).

A partir disso, desenvolveram-se outros satélites, como os de comunicação, televisão, científicos, de sensoriamento remoto de recursos terrestres e de uso militar estratégico. Foram lançados o *Sputnik 1*, “em 3 de novembro de 1957, era lançado ao espaço o *Sputnik 2*, que levava no seu interior a cachorrinha Laika – o primeiro animal a deixar a Terra.”, posteriormente teve, o *Explorer* dos Estados Unidos (ASTRONÁUTICA, 2009, p.264).

Jensen (2009) descreve que entre 1960 a 1972 ocorreu o programa Norte Americano de satélites de espões Corona. Este programa também foi muito importante pois através dele foi possível mapear, a partir do espaço, como argumenta Quintanilha e Machado (2008, p. 14) “em agosto de 1960 os EUA produziram suas primeiras fotografias espaciais com a série de satélites espões denominados Corona. O primeiro satélite da série carregava uma câmera de alta resolução com sistema de filme”.

Desta forma, este projeto apesar de ser ligado aos conflitos entre os EUA e antiga União Soviética, constituiu um importante marco para o desenvolvimento do sensoriamento remoto.

De acordo com Quintanilha e Machado (2008, p. 35), no fim dos anos 1950 já se tinha um conhecimento dos planetas, e cunhou-se o termo sensoriamento remoto, utilizado pela primeira vez por Evelyn Pruitt, pesquisadora que incluía em seu trabalho imagens de fotografias aéreas e imagens de sistema de sensores.

O termo sensoriamento remoto foi pela primeira vez utilizado no final dos anos 50, por Evelyn Pruitt, cientista que desenvolvia suas pesquisas no Escritório de Pesquisa da Marinha dos Estados Unidos da América (*Office of Naval Research*). Sua definição incluía fotografias aéreas, bem como as imagens adquiridas pelos então novo sistemas sensores. O termo surgiu para descrever o processo de observação, mensuração e identificação de objetos sem estar em contato direto com eles (QUINTANILHA; MACHADO, 2008, p. 35).

Desta forma, o aperfeiçoamento das técnicas, levou a mudança e ao melhoramento do seu conceito. Como Jensen (2009, p. 4) descreve que:

Sensoriamento remoto é um registro da informação das regiões do ultravioleta, visível, infravermelho e micro-ondas do espectro eletromagnético, sem contato, por meio de instrumentos como câmeras, scanners, lasers, dispositivos lineares e/ou matriciais localizados em plataformas tais como aeronaves ou satélites, e a análise da informação adquirida por meio visual ou processamento digital de imagens.

A partir da visão do autor sobre a temática, é possível perceber o melhoramento das ferramentas e instrumentos para obtenção de informações e imagens. Assim ocorre o processo para a coleta da informação, que está disponível entre radiação eletromagnética (REM) e o alvo. Desta forma, é só através da radiação que se pode transmitir a informação até o sensor.

Para obtenção de informações, existe dois tipos de sistemas de sensores, os sistemas de sensores passivos e o sistema de sensores ativos. “Os sensores passivos são aqueles que detectam a radiação emitida pelos objetos da superfície, e os sensores ativos são aqueles que produzem a sua própria radiação” (NOVO, 2010, p. 75-76).

Assim é possível destacar que os sensores passivos dependem da radiação, já os sensores ativos não precisam necessariamente da radiação, pois possuem a sua própria fonte para atingir ao alvo. Jensen (2009, p.3) classifica em dois tipos de instrumento para obtenção de informações, por meio de plataformas orbitais, plataforma suborbital. A plataforma orbital são os satélites que ficam em órbita da terra e a plataforma suborbital que são imagens obtidas por meio de fotografias aéreas, assim “o instrumento de sensoriamento remoto pode estar localizado a apenas poucos metros acima do solo e/ou a bordo de uma aeronave ou de um satélite” (JENSEN, 2009 p.3).

Dentro do sensoriamento remoto, há algumas especificações que precisam ser detalhadas, referem-se aos tipos de resoluções, são elas: espaciais, radiométrica, temporal e espectral. De acordo com Novo (2010, p. 79): “As minúcias que podem ser distinguidas em uma imagem dependem da resolução espacial do sensor, e representam a menor feição passível de detecção em questão”. Conforme descrito pelo autor a resolução espacial caracteriza-se pelo nível de detalhamento onde pode-se observar os objetos na superfície terrestre. A resolução radiométrica, se distinguindo das demais em função dos bits, quanto mais bits maior a sensibilidade e diferenciação de níveis de informação na imagem, dependendo do sensor e da energia:

Um sensor descreve sua habilidade de distinguir variações no nível de energia refletida, emitida ou retro espalhada que deixa a superfície do alvo. Esta energia apresenta diferenças de intensidade contínuas, as quais precisam ser detectadas, registradas e reproduzidas pelo sensor (NOVO, 2010 p.85).

Como Novo descreve acima, o sensor tem a eficiência de diferenciar os níveis de energia com diversas intensidades, detecta as mesmas e as registra em imagens. Já a resolução temporal, é feita em um período de tempo no qual consiste em duas coletas de imagens sobre uma mesma superfície terrestre, assim pode ser feita em uma aeronave, ou em um satélite (NOVO; PONZOINI, 2011). Através da resolução temporal é possível analisar a alteração do espaço geográfico, por ser mais de uma imagem em um determinado período na mesma superfície terrestre podendo ser comparada.

Além destas resoluções, também tem há resolução espectral, no qual de acordo com Figueiredo (2005, p. 16) “quanto mais estreitas forem estas faixas espectrais, e/ou quanto maior for o número de bandas espectrais captadas pelo sensor, maior é a resolução espectral da imagem”.

Pode-se utilizar as diferentes resoluções, espectral, espacial, radiométrica e temporal, no processo de pesquisa em sensoriamento remoto. Desta forma, elenca-se alguns aspectos importantes como: “o estabelecimento de um problema, a coleta de dados, a conversão de dados em informação e a apresentação da informação.” (JENSEN, 2009, p.10). Através deste processo é possível alcançar as informações pesquisadas.

O sensoriamento remoto é uma ciência que tem interação com várias outras áreas, sendo bem desenvolvida, elaborada e que tem muitas vantagens através da utilização do uso sofisticados de sensores. Para Jensen (2009, p.8): “o sensoriamento remoto é não intrusivo se o sensor estiver registrando passivamente a energia eletromagnética refletida ou emitida pelo fenômeno de interesse.”

Através do sensoriamento remoto é possível identificar e analisar diferentes áreas do espaço geográfico, o qual é o objeto de estudo de um geógrafo. Jensen (2009, p. 8) descreve sobre algumas áreas de aplicações do sensoriamento remoto:

A informação derivada do sensoriamento remoto é atualmente crítica para uma modelagem de sucesso de numerosas estimativas de processos naturais (ex: estimativa de suprimento de água, estudos de eutrofização, fontes de poluição difusa) e cultural (ex: conversão do uso do solo na periferia urbana, estimativa da demanda por água, estimativa da população).

Logo, como argumenta Jensen, através das imagens obtidas do sensoriamento remoto, é possível analisar, estudar e interpretar diferentes aspectos que ocorrem no espaço geográfico. Porém, o sensoriamento remoto como qualquer outra forma de pesquisa tem algumas limitações (JENSEN, 2009).

Neste sentido, buscou-se os autores como Panizza e Fonseca (2011) para compreender as técnicas de interpretação de imagens e Jensen (2009), para compreender quais são os elementos para interpretação de imagens. Para Panizza e Fonseca (2011, p.36 apud CRUZ 1981, p. 8). “A interpretação de fotografias ou imagens é um processo pelo qual informações são obtidas por técnicas de observação, desenvolvimentos lógicos e acurados, chegando a conclusões”. Assim através das observações e análises das imagens é possível interpretá-las chegando a conclusões sobre os fenômenos que ocorrem na área da pesquisa.

O autor Jensen (2009) descreve sobre os elementos para interpretação de imagens no qual devem ser analisados como: localização, tonalidade e cor, tamanho, forma, textura, padrão, sombra, altura e profundidade, volume, declividade, aspecto, sítio, situação e associação.

Atualmente o uso de geotecnologias como o sensoriamento remoto para a climatologia geográfica, possui grande importância, auxiliando trabalhos como áreas de conforto térmico, temperaturas de superfície, clima urbano. Diante disso, pode-se citar Rao (1972) que foi o primeiro analisar a área urbana por meio da faixa do infravermelho termal adquiridos por um satélite. Existem estudos expressivos sobre sensoriamento remoto em que os autores Coelho (2010) Barros (2009), Jensen (2009), e Florenzano (2008, 2007, 2005) discorrem sobre as operacionalizações das geotecnologias.

Até então utilizava-se em estudos, transectos móveis, ou redes meteorológicas, para o monitoramento destes fenômenos climatológicos, porém estes métodos de interpolação, desconsideram algumas feições da superfície, cometendo generalizações. O balanço energético das áreas urbanas é, portanto, modificado pela complexa geometria das superfícies construídas, pelas propriedades térmicas dos materiais que constituem as edificações (ROSSATO, 2011; AMORIM, 2017).

A radiação chega à superfície terrestre por meio de ondas eletromagnéticas provenientes do sol e propagam-se a velocidade da luz. As radiações em contato com a superfície terrestre fazem com que ocorra, segundo Mendonça e Oliveira (2007, p.35) o que se caracteriza como albedo “pela capacidade que os corpos têm de refletir a radiação solar que sobre eles incide, varia de acordo com a cor e constituição que o corpo apresenta”. Cada material constituinte do urbano, seja ele natural ou antrópico tem sua capacidade de energia solar refletida, como podemos verificar na Figura 2, abaixo:

Figura 2 – Albedo de materiais urbanos



Fonte: <https://www.epa.gov/climate-research/modeling-interactive-effects-nitrogen-deposition-and-climate-change-terrestrial>, 2020.

Steffen e Moraes (1993) descrevem como capacidade da energia refletir a reflectância, por muitos denominada albedo, o quanto o objeto tem de capacidade de absorver é chamado de absorvância, e a transmissão da energia ocorre pela transmitância, essas expressam-se pela percentagem de 0 até 1.

Neste estudo foi utilizado o conceito de De Moraes (2000), ao qual cita radiância como grandeza radiométrica descrita pela distribuição no espaço também conceituada como brilho de um elemento da superfície que pode ser detectada por meio de sensores remotos, em específico pelos Landsats.

Segundo a USGS (2013) apud Coelho; Correa (2013, p. 32),

o satélite Landsat-8 é o mais recente de sua série. Foi lançado no dia 11 de fevereiro de 2013 pela NASA na base aérea de Vandenberg no estado da Califórnia (EUA), operando a uma altitude de 705 km, numa órbita heliosincrona com inclinação de 98,2° (ligeiramente retrógrada), semelhante às órbitas das séries Landsat 5 e 7. A sua passagem na linha do equador ocorre às 10:00 horas, com diferença de 15 minutos para mais ou para menos (USGS, 2013 apud COELHO; CORREA, 2013, p. 32)

Trabalhou-se neste estudo com a mesma metodologia dos autores Coelho e Correa (2013) onde investigaram a “temperatura de superfície celsius do sensor TIRS/LandSat: metodologia e aplicações” no município de Vitória em Espírito Santo, os resultados encontrados foram temperaturas maiores a 29° C em locais de cobertura industrial e de uso urbano, o uso desta metodologia pode ser usado também para conhecimento da expansão urbana e seus problemas.

Nos estudos de climatologia urbana, o sensoriamento remoto, através da aquisição de

dados posteriormente trabalhados, por meio de processamentos digitais de imagem resulta na temperatura da superfície, esta tem auxiliado na compreensão da distribuição das fontes de calor dentro de uma área urbana que contribuem para a formação das Ilhas de Calor Urbanas – ICU (MENDONÇA & DUBREUIL, 2002; ARNFIELD, 2003; AMORIM, 2013; MONTEIRO, 2013).

Considerou-se a ideia de Paz (2009) que descreve as ilhas de frescor como os locais da cidade onde a temperatura se apresenta significativamente mais baixa e igualmente associados à presença de áreas vegetadas. As ilhas de frescor são “elementos que promovem uma amenização de temperatura, como quando ocorre um adensamento de árvores, grama, corpos hídricos ou quando existe um sombreamento provocado por uma barreira” (GERMANO, 2012.p.28).

As ilhas de calor são, segundo Oke e Arnfield a elevação da temperatura de uma área urbana, sendo uma combinação de meteorologia e as características urbanas propícias para o surgimento (OKE, 1987; ARNFIELD, 2003). Porém, algumas áreas urbanas ou intra-urbano, apresentam temperaturas inferiores em relação às demais áreas, fenômeno denominado por Oke (1982) de ilhas de frio ou frescor urbano.

Conforme Spirn (1995, p. 69):

A área central da cidade, com seus edifícios altos e próximos uns dos outros, em ruas estreitas com pátios confinados, forma tipicamente o centro da ilha de calor. Ali, a capacidade térmica dos edifícios e da pavimentação é maior, e menor a circulação do ar. Parques ajardinados e vales de rios, por outro lado, são pontos relativamente mais frios dentro da ilha de calor.

Atualmente utilizamos a cartografia (sistemática) como um instrumento comprobatório de informações de relevância de diversos níveis, monitorando fenômenos antrópicos, é através da análise cartográfica que podemos nos localizar e fazer planejamentos, sobretudo, a cartografia exerce papel de suma importância dentro da sociedade, especializando informações e sendo instrumento para estudos das diversas áreas do conhecimento (CASTRO, 2004).

3.2 PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO EM ERECHIM

O Brasil do século XXI ainda guarda características do período colonial. Muito embora no século XX destacam-se o crescimento econômico, como a produção de café, o nascer e fortalecer das indústrias, 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).

Segundo o último Censo (2010), a população do Brasil é constituída por 190.732.694 pessoas, destas 84% viviam em zonas urbanas e 16% em áreas rurais. Enquanto o Rio Grande do Sul com população de 10.693.929 tem sua taxa de urbanização de 85% (IBGE, 2010; IPEA, 2016). Conforme o Conselhos Regionais 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%.

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. Em 1950, a população urbana era equivalente a 36%; em 1980, já representava quase 70% da população brasileira. De 1950 a 1960, a população urbana elevou-se em 70,39%. Em seguida, até 1970, o aumento foi de 65,3%; até 1980, houve elevação de 55,02%; em seguida, até 1991, ocorreu aumento de 35,19%, desacelerando para 24,24%, até 2000, e para 16,82%, até 2010. Em cinquenta anos, de 1960 a 2010, o Brasil urbano cresceu 402%, passando de 32 milhões para 160 milhões de pessoas. (IPEA, 2016, p.30)

Para Ab'Saber (1969) quando se trata do espaço urbano é fundamental o planejar que significa elaborar planos de melhoria, diretrizes para corrigir os espaços mal organizados e improdutivos, meios de propiciar condições para interferir nos setores menos favoráveis de uma estrutura ou de uma conjuntura. Cabe ainda, criar recursos econômicos suficientes para melhorar as condições de vida das coletividades humanas de uma região ou de um país, aproveitar e adaptar exemplos e padrões adequados. Há a necessidade de encontrar fórmulas para um desenvolvimento regional harmônico, modernizar estender o desenvolvimento por vastos espaços, afastar os fatores da inércia cultural econômica, que realizaram progresso globalizado, em curto espaço de tempo e as custas do melhor dos bom-sensos possíveis.

Cymbalista (2006) descreve que o planejamento urbano e a regulação urbanística em nível nacional vinham sendo feitas por gestores municipais, a partir de 1980, passa a ser cada vez mais sistêmicas. Os marcos como a democratização do espaço da cidade, a Constituição de 1988, que recebeu um capítulo específico de Política Urbana nos artigos 182 e 183 e estruturaram as normas urbanas hoje estabelecidas.

Os movimentos sociais, advogados, arquitetos e urbanistas, engenheiros, técnicos de prefeituras e universidades potencializaram a discussão sobre a legalidade urbanística participativa sob forma para a reforma urbana (ROLNIK, 1997).

Segundo Resende (1982, p.30) a crise urbana é referenciada no restabelecimento da ordem, busca-se conhecer o espaço urbano para dominá-lo através do intelecto. A “[...] irracionalidade do urbano é oposta a racionalidade dos planos de urbanismo, nomeando os pontos de desordem[...]”.

Em outra perspectiva, conforme Paviani (1984, p. 81),

A geografia urbana brasileira, ao longo dos últimos 30 anos, esteve mais preocupada com os problemas de polarização, de redes urbanas e teoria do lugar central, que ocupavam mais páginas de artigos e livros sobre trabalhos em picos, uma das justificativas para ênfase apontada reside no fato de que, durante o período, os geógrafos foram chamados a dar uma contribuição ao assim denominado planejamento urbano regional, tanto a nível dos Estados quanto das regiões e do país como um todo (PAVIANI, 1984, p. 81).

Gomes (1984) corrobora com as ideias de Resende (1982) e Paviani (1984) para se ter um planejamento efetivo é necessário conhecer “as condições naturais e sociais do espaço urbano, os fatores demográficos contidos no habitat concentrado e disperso, a produção material e a tipologia funcional, para além da rede urbana e sua integração na malha viária” (GOMES,1984, p. 120).

Em 2002 e 2003 foram implementados no Brasil, o Projeto Moradia e o Ministério das Cidades abrangendo habitação, saneamento, transporte e mobilidade e programas urbanos, a partir disso a regulação urbanística em nível Municipal e o plano diretor participativo foram implantadas em 2004 (CYMBALISTA, 2006).

Cita-se também o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental Sustentável de Erechim-RS (2016), que objetiva no seu Art. 11. “assegurar o bem-estar da população, disciplinando o desenvolvimento, garantindo o equilíbrio entre o crescimento físico e demográfico, preservando a qualidade de vida urbana e ambientalmente sustentável”.

Diante do exposto e considerando que nos últimos anos há um aumento populacional, principalmente nas áreas urbanas, o que juntamente ocorrem com a implementação de novos loteamentos em Erechim, este localizados em encostas e planícies não considerando a topografia, alterando assim as dinâmicas naturais fazendo substituições de camada de solo pela impermeabilização antrópica.

Clark (1985, p.264), cita que embora não possamos resolver os problemas citadinos,

os geógrafos urbanos podem contribuir substancial e construtivamente para o debate Urbano. Eles podem identificar as relações básicas, monitorar os processos em evolução, identificar as opções de planejamento e avaliar os prováveis resultados. Junto a outros especialistas da cidade, eles podem ajudar a assegurar que as políticas que foram selecionadas para modelar a cidade do futuro, representem uma escolha deliberada, considerada informada (CLARK, 1985, p.264).

Um exemplo de Geógrafa que abrange o tema é a autora Ana Fani A. Carlos (2009) no seu livro “A Cidade”, no qual aborda as percepções da Cidade e as relações homem-natureza e sua importância. Em primeiro momento indaga sobre o que é cidade de que modo as pessoas se associam a ela, como a cidade apoia ser na aparência, sendo os mais pobres nas áreas periféricas e os mais ricos em áreas nobres, logo, sendo esta uma imagem construída pela sociedade salientando as classes sociais e a hierarquização.

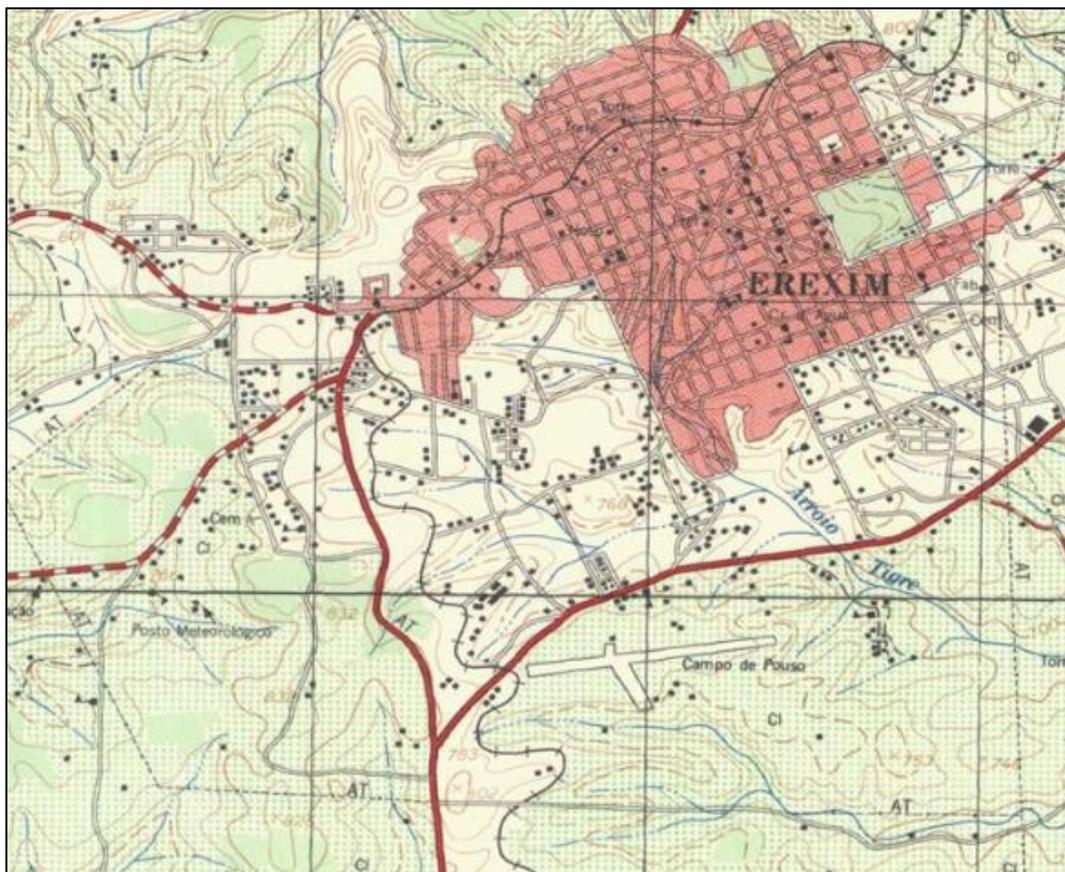
Conforme Mendonça (2010) a esfera humana, áreas habitadas, se tornam um problema no ciclo natural, principalmente na regulação do gradiente térmico. Diante disso, pode-se citar as ilhas de calor e frescor que interferem no campo térmico, nos colocando na posição de conforto ou desconforto, para além, o planejamento urbano deveria suprir os problemas urbanos, porém sabe-se que o mesmo não foi e não é linear a toda população.

Segundo Lombardo (1985, p.17), “a cidade caracteriza-se, por ser a maior expressão social do espaço produzido, transformada e adaptada para atender as necessidades dos seres humanos”. Para Eiten George (1983, p. 37), devemos entender “o quadro topográfico no qual se enraizou a cidade, pelo menos em suas origens” (Figura 3), para posteriormente entrarmos nas expansões urbanas.

Segundo PAM (2011, p. 55),

a maior parte do município integra a Unidade Geomorfológica Planalto dos Campos Gerais. A Unidade Geomorfológica do Planalto Dissecado Rio Iguaçu/Rio Uruguai possui um relevo intensamente dissecado em rochas basálticas, ocorrendo na forma de vales estreitos, de topo plano ou levemente convexo, interrompidos por uma vertente de forte declividade, caracterizando-se, às vezes, como escarpa. Essas vertentes apresentam ao longo do declive, degraus que configuram patamares.

Figura 3 – Recorte da Carta Topográfica da área urbana de Erechim, ano de 1975.



Fonte: UFSM, Cartas topográficas, 1975.

A degradação urbana, ou como acima citada, a crise urbana, atualmente são os 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).

Para Mendonça (2010) com a industrialização, consumo e produtividade, ocorre a desregulação da dinâmica ambiental, carregando consigo a inócua qualidade de vida imposta a alguns setores populacionais.

Conforme Sant’Anna Neto (1998 p. 121) “a relação entre clima e organização do espaço depende do grau de desenvolvimento econômico e tecnológico de cada sociedade”.

3.3 CLIMA URBANO

Para a compreensão do clima urbano como um todo, precisamos entender a historicidade e como a ciência geográfica concebe a climatologia. Assim como algumas

teorias vão evoluindo, pois, as mesmas nos dão base para entender os tipos de tempo, a termodinâmica e também as temperaturas de superfícies. Entende-se que os sistemas são interligados e o ser humano influencia e é influenciado pela natureza, podendo interagir para adaptabilidade aos ambientes.

Voltamos na historicidade ao geógrafo francês E. Reclus (1830) ao qual concebeu sua obra “La Terre”, foi um dos pioneiros da geografia urbana, mas também se debruçou sobre a geografia ambientalista. Posteriormente, quando se discorre sobre a Geografia Física ou sobre aspectos físico/naturais temos em Emanuel de Martonne (1900), que concebeu o “Tratado de Geografia Física” uma das bases que sustentam a abordagem da climatologia geográfica, baseada na meteorologia. A partir dos estudos acima e com trabalhos já consolidados sobre ciclicidade e dinamismo o autor A. Strahler (1918) desenvolve a classificação climática explicativa. (MENDOÇA, 2010)

Segundo a teoria do Equilíbrio desenvolvida por John T. Hack (1960) os aspectos das formas não são imutáveis e estáticas, mas são mantidas pelo fluxo de matéria e energia, com o tempo a massa da paisagem é removida gerando alterações progressivas. Segundo Mendonça (2010), ainda em 1960 o autor V. Sotchava cunhou o termo o geossistema, fazendo uma abordagem metodológica para geografia física e o quadro natural.

Utilizou-se de base para este estudo a teoria de Geossistema do autor Christofolletti (1993, p. 19) ao qual cita que o Geossistema para o campo de mudanças climáticas “representa a organização espacial resultante da interação dos elementos físicos e biológicos da natureza (clima, topografia, rochas, água, vegetação, animais, solos)”. O autor também cita que o sistema terrestre é considerado como aberto, no qual a energia está continuamente entrando e saindo, reconhecendo que há uma estabilidade relativa nas formas topográficas que fazem com que se tenha um grau absorção diante das alterações do meio ambiente (CHRISTOFOLETTI, 1980, 1989).

Em outra perspectiva, o autor Guerra (2010, p. 51-52), conceitua os Geossistemas como,

trocando de energia e matéria com outros sistemas participantes de um universo interativo. Energia e matéria, adentrando sistema atuam na relação entre seus elementos, delineando as feições mensuráveis dos atributos. Os mecanismos de recepção, transformação e geração de energia e matéria no interior de um sistema possuem também um efeito de retroalimentação, que repercute nos elementos componentes e nos demais sistemas do universo interativo (GUERRA, 2010, p. 51-52).

Diante disso, a Teoria Geral dos Sistemas interliga-se a Física, as leis Termodinâmica com a Climatologia Geográfica quando se descreve sobre temperaturas ou trocas de calor/energia na interferência de um sistema físico.

Especificamente sobre o clima das cidades, um dos primeiros estudos sobre calor urbano e mudança de clima local, 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.

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) no qual aborda ilhas de calor da área urbana em comparação com seus arredores na cidade de Londres, são considerados como base para proposição de novas ideias e teorias.

Tim Oke (1976, 2006) que 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 ambientes urbanos e em 2006 organizou fenômenos climáticos em mesoescala e microescala.

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) aplicou a Teoria Geral dos Sistemas que demonstrava os tipos de tempo e uma circulação atmosférica regional, toma-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.

Uma busca por pesquisas de clima urbano no Brasil aponta que os principais autores que se detém sobre o tema temperatura de superfície são Monteiro e Mendonça (2003) com o livro *“Clima Urbano”* e Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim com sua tese no ano de (2000), sobre *“O Clima Urbano de Presidente Prudente/SP”*, sendo que outros pesquisadores efetivaram estudos e investigações sobre o clima urbano para cidades diversas.

Os autores Carlos Augusto de Figueiredo Monteiro, a autora Margarete Cristiane de Costa Trindade Amorim, e o autor João Lima Sant’Ana Neto em parcerias com Vincent Dubreuil, Hervé Quenol, efetuaram um trabalho em 2009 cujo objetivo era buscar as características das ilhas de calor em cidades de porte médio, por meio de temperatura do ar (transecto) e imagens de satélites com Land Sat 7. Os autores concluíram que a geração de ilhas de calor é proveniente do processo de urbanização.

Trabalhos com grande importância também são os dos autores, Hugo Rogério Barros (2016) ligado a Geografia física da Universidade de São Paulo (USP), e Magda Adelaide Lombardo (2016) ligada a Universidade Estadual Paulista (UNESP), ambos desenvolvem trabalhos sobre ilhas de calor urbana em decorrências dos diferentes usos do solo em São Paulo/SP, onde identificaram que locais sem vegetação tem diferenças de 8°C, salienta que a vegetação é um condicionante amenizador de temperaturas.

Para compor o cenário do clima urbano também podemos citar, Rafael Silva Brandão (2009) em seu doutorado que buscou compreender “As interações espaciais urbanas e clima”, destacando o planejamento urbano, legislações e ocupação do solo como elementos fundamentais para a determinação do campo térmico.

Lucena (2007, 2010, 2011, 2012, 2013, 2017) escreveu sobre conceitos e metodologias em clima urbano, mesoescala e ilhas de calor, monitoramento e análise de sistemas ambientais, o campo térmico e precipitações, aplica suas metodologias no Rio de Janeiro e em diversas cidades brasileiras. Edson Fialho (2009, 2012) também contribuiu com temas da climatologia e em específico o conceito de ilhas de calor além de aplicar diversas metodologias.

Para a região Sul do Brasil, estudos na perspectiva da identificação de ilhas de calor são pontuais e carecem de maior investigação quanto as metodologias de identificação, pois o desenvolvimento de tecnologias para esses estudos é recente. Conforme podemos verificar na Tabela 1 abaixo:

Tabela 1: Estudos de ilhas de calor e frescor na Região Sul do País

AUTORES	CIDADE/ ESTADO/ ANO	TÍTULO DO TRABALHO	MÉTODO			RESULTADOS	COORDENADAS
			IMAGEM DE SATÉLITE	TRANSECTO MÓVEL	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA		
I. M. Danni	Porto Alegre, Rio Grande do Sul, (1986)	Aspectos temporoespaciais da temperatura e umidade relativa de Porto Alegre em janeiro de 1982 - contribuição ao estudo do clima Urbano			Estações Meteorológicas	Existência de ilhas de calor Urbano secas à noite em Ilhas frescas e úmidas, relacionadas a ocupação e ao uso do solo urbano.	-30.034645° -51.217675°
F. A. Mendonça; J. B. Conti;	Londrina, Paraná, (1995)	O clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio pequeno.		Transecto, malha de pontos.		Presente ilhas de calor com magnitude acima de 10 °C, com 15 diferentes ambientes climáticos.	-23.304450° -51.169583°
E. Collischonn	Porto Alegre, Rio Grande do Sul, (1998)	O campo térmico da região metropolitana de Porto Alegre: uma análise a partir das variáveis do clima local	Imagem de satélite		Estação Meteorológica	Constatou-se ilhas de calor com temperaturas de 21°C a 33°C na estação de verão. Conclui-se também com este estudo, que a concentração populacional é um elemento que influencia nas modificações do clima local.	-30.034645° -51.217675°
A. P. Saydelles;	Santa Maria, Rio Grande do Sul, (2005)	Estudo do campo térmico e das ilhas de calor urbano em Santa Maria /RS	Imagem de Satélite LandSat - 7		Mini abrigos meteorológicos.	Constatou-se 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 e mínima 10°C.	-29.687207° -53.812718°
M.D.do Nascimento; M. da G. B. Sartori;	Santa Maria, Rio Grande do Sul, (2006)	O campo térmico da área urbanizada do campus da UFSM-RS		Transecto Móvel		Detectaram diminuição de temperaturas devido à presença vegetal e de usos e ocupação do solo.	-29.687207° -53.812718°

A. Kuinchtner; J. C. Simões; G. A. Buriol;	Porto Alegre, Rio Grande do Sul, (2006)	Variabilidade da temperatura atmosférica superficial no Planalto Meridional - Riograndense			Estação Meteorológica	Os resultados apontaram que os fenômenos naturais se sobressaem a variabilidade atmosférica. A temperatura eleva-se, porém, sua causa ainda é desconhecida e carece de outros estudos.	-30.034645° -51.217675°
E. M.S. Dumke;	Curitiba, Paraná (2007)	Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba (AU-RMC)	Imagem de satélite LandSat - 5	Transecto Móvel com 16 pontos	Estação Meteorológica	Os resultados apontaram duplo desconforto térmico, por frio e por amplitudes elevadas, apresentou-se também que os locais com baixos índices de qualidade de vida, correspondem a maior vulnerabilidade socioambiental.	-25.481526° -49.303969°
E. R. Costa	Santa Maria, Rio Grande do Sul, (2009)	O campo termo-higrométrico intra-Urbano e a formação de ilhas de calor e frescor Urbanas em Santa Maria/ RS		Transecto Móvel		Constatou-se Ilhas de calor e frescor, sob atuação da massa de ar polar Atlântica com amplitude de 6° C e massa polar velha ou modificada com amplitude de 9°C.	-29.687207° -53.812718°
F. F. M Rovani E. R. da Costa R. Cassol M. G. B. Sartori	Santa Maria, Rio Grande do Sul, (2010)	Ilhas de e frio Urbanas no bairro Camobi, Santa Maria/RS, em situação atmosférica de domínio da massa polar Atlântica no inverno		Transecto Móvel		Constatou-se ilhas de calor e frescor com magnitudes 9°C e -9°C, na estação inverno massa de ar polar Atlântica.	-29.687207° -53.812718°
P. S. Rossato; M. K. Werlang;	Santa Maria, Rio Grande do Sul, (2010)	O sistema termodinâmico do clima urbano de Nova Palma, RS:			Estação Meteorológica de Santa Maria e	Nas 4 estações os elementos se definem pelo sistema atmosférico, geoecológico e geourbanos. Nova Palma apresentou mínimas	-29.687207° -53.812718°

		contribuição ao clima urbano de cidades pequenas			Estação do INMET	menores, máximas maiores e umidade relativa mais elevada que a do INMET.	
D. B. Alves A. S. Figueiró	Santa Maria, Rio Grande do Sul, (2012)	Cobertura vegetal e qualidade ambiental na área urbana de Santa Maria/RS		Transecto de 4 áreas vegetadas, pilotos para a contribuição nas funcionalidades térmicas e hidrológicas.		Os resultados demonstram que há um decréscimo de perda de 12,38% na cobertura vegetal entre 1980 e 2011. Há amenização de temperaturas em dias quentes e diminuição de escoamento superficial. As áreas urbanas neste trabalho, são consideradas como fundamentais na melhoria e qualidade de vida.	-29.687207° -53.812718°
F. R. Souza; M. Mendonça; L. A. Paulino;	Florianópolis, Santa Catarina, (2012)	Mapeamento do campo térmico no centro de Florianópolis: uma proposta metodológica – organização do banco de dados	Imagem de satélite			Constatou-se ilhas de calor urbanas com temperaturas de 20°C até 31,7°C, levou-se em consideração o fato de a área analisada ser uma ilha e sofrer interferência climática marítima.	-27.595228° -48.548052°
P. J. M. Monteiro; T. Germano;	Maringá, Paraná (2012)	Investigação multitemporal de ilhas de calor e de frescor em Maringá, Paraná, utilizando imagens do satélite landsat 5 – 2000 a 2010.	Imagem de satélite Landsat - 5			Os resultados demonstram que as imagens de satélite são fundamentais para estudos de ilhas de calor, além das ilhas sofrerem influência tanto da vegetação como da morfologia urbana.	-23.420873° -51.933086°
E. R. da Costa	Chapecó, Santa Catarina, (2015)	O campo térmico e a qualidade ambiental urbana em Chapecó/SC		Transecto Móvel		A qualidade ambiental na porção central da cidade é baixa, há ilhas de calor média e alta magnitude. As ilhas de calor apresentam maior intensidade em domínios	-27.101444° -52.615355°

						atmosféricos de massa de ar polar atlântico e polar continental, as ilhas são promovidas pelo calor antrópico e responsáveis pelo desconforto térmico.	
L. P. Dorigon; M. C. de C. T. Amorim;	Presidente Prudente, São Paulo, (2015)	Clima urbano em Paranavaí/PR: análise do espaço intraurbano	Imagem de satélite LandSat 7 e 8, para o uso da terra	Transecto Móvel Noturno		Constatou-se que no período de verão e inverno ocorreram ilhas de calor, existem diferenças térmicas de até 5,5°C e em específico a vegetação arbórea evidencia a diminuição da temperatura local.	-22.139954° -22.139954°
E. G. Gonzalez,	Curitiba, Paraná (2015)	Análise dos efeitos do albedo no microclima de cânions urbanos.	Imagem de satélite		Estação Meteorológica	Os resultados apresentam que o albedo sobre os Cânions urbanos é limitado pelas condições de exposição da superfície, pouco influente sobre a temperatura do ar, porém o aumento do albedo piora o conforto térmico dos pedestres.	-25.481526° -49.303969°
E. Krüger; F. Rossi.	Curitiba, Paraná (2015)	Quantificação da ilha de calor de Curitiba considerando aspectos de estabilidade atmosférica			Estação Meteorológica	Os resultados apontam para ilhas de calor benéficas no inverno e trazendo consequências no verão.	-25.481526° -49.303969°
B. Z. Prina; R. Trentin;	Jaguari, Rio Grande do Sul, (2016)	Análise da temperatura da superfície por meio de imagens LandSat - 8: Estudo de caso para o município Jaguari/RS/Brasil	Imagem de Satélite LandSat - 8			Constatação: Existem as ICU e há correlação entre a temperatura da superfície e uso da Terra. Em intensidades: Máxima 34, 84°C e mínima 20, 78°C no período de verão.	-29.494597° -54.692277°

J. J. Kegler; C. A. Wollmann; V. A. Duarte; I. L. Hoppe; A.C. Iensse;	Erechim, Rio Grande do Sul, (2016)	Variabilidade espacial da temperatura do ar com o uso de transecto móveis em Erechim/RS, sob domínio polar em processos de tropicalização		Transecto Móvel	Estação Meteorológica do INMET	Registram-se amplitudes de 8°C entre os bairros da cidade, as áreas verdes são caracterizadas como amenizadora do clima. Identificou-se que, sob domínio polar em processo de tropicalização o urbano apresentou temperaturas mais elevadas onde o solo era impermeável.	-27.635683° -52.273692°
E. M. Alba; E. A. Silva; E. P. Mello; L. D. Pedrali; R. S. Pereira;	Santa Maria, Rio Grande do Sul, (2016)	Identificação de ilhas de calor e sua relação com a fisionomia da paisagem	Imagem de satélite			Identificou-se ilhas de calor e constatou-se que 85% do município tem temperatura moderada (30-36°C), 3% temperatura alta (>37°C) representada por área urbana e agricultura e baixa temperatura (24-30°C) caracterizadas áreas como florestas e de agricultura. Encontra grande relação das ilhas com solo exposto.	-29.687207° -53.812718°
J. J. Kegler; C. A. Wollmann;	Santa Maria, Rio Grande do Sul, (2016)	O clima de cidades pequenas: configuração urbano-rural com uso de transectos móveis em Agudo/RS		Transecto Móvel		Constatou-se a formação de ilhas de frescor sob domínio do tempo anticiclônico polar marítimo na estação de inverno e no verão sob domínio do tempo depressionário continental, em ambas ilhas foram encontradas magnitudes fracas com 1°C de diferença. As ilhas de calor só foram registradas no verão sob atuação tropical atlântica e tropical continental.	-29.687207° -53.812718°
G. Calderon; M.C. de C.T. Amorim;	Presidente Prudente, São Paulo (2016)	Análise das variações térmicas e higrométricas em Tapejara/PR: um		Termohigrômetros digitais		Os resultados apontaram para microclimas próprios, ilhas de calor de intensidade 6,5°C, pode-se citar como influente as	-23.733550° -52.871009°

		estudo para o período de inverno				características geoambientais e geourbanas..	
P. M. P. Trindade; D. L. Saldanha; W. P. Filho;	Porto Alegre, Rio Grande do Sul, (2018)	Análise espaço temporal da temperatura em Santa Maria – RS a partir de imagens termais landsat 8 e experimento de campo	Imagem de satélite, LandSat 5 e 8			Concluiu-se que em todas as estações ocorreram ilhas de calor, porém na primavera e verão elas têm maior intensidade com temperatura superior a 6°C. Existem locais que merecem um olhar apurado, onde devem ser implantadas áreas verdes para a amenização das temperaturas.	-30.034645° -51.217675°
I. L. Hoppe	Salto do Jacuí, Rio Grande do Sul, (2018)	O Campo termo-Higométrico e qualidade ambiental urbana em Salto do Jacuí/RS		Transecto Móvel		Resultou na qualidade ambiental razoável, ilhas de calor diretamente ligadas ao uso e cobertura do solo.	-29.091328° -53.210687°
G. S. Da Rocha; V. Dubreuil; F. de A. Mendonça;	Florianópolis, Santa Catarina, (2019)	A ilha de calor urbana em ambiente costeiro e insular: o caso de Florianópolis/SC	Imagem de satélite		Estação Meteorológica	Até o momento a presente pesquisa apresentou o estado da arte e resultados parciais da tese.	-27.595228° -48.548052°

Vale enfatizar alguns estudos sobre o clima que já foram realizados em Erechim -RS, pelos autores Sanches e Chechi (2013) que escrevem sobre as precipitações, comparações mensais, normal climatológica e interação por El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e por Piran (1982) uma das pioneiras dos estudos de clima em Erechim, fez estudos comparativos e rítmicos. Para a área urbana podemos citar Wollmann et al. (2016) ao qual analisa a variabilidade espacial da temperatura do ar, acima exemplificado na Tabela 1.

Os autores, Zanin (2002), Rampazzo (2003), Maia (2008), Decian (2012), Da Silva (2013), deixaram contribuições para a qualidade ambiental, como a proposta de zoneamento ambiental, caracterização ambiental da paisagem urbana e do Parque Longines Malinowski, proteção ambiental dos rios, conservação da biodiversidade.

Segundo Spirn (1995, p. 29), “À medida que as cidades crescem em tamanho e densidade, as mudanças que produzem no ar, no solo, na água e na vida, em seu interior e a sua volta, agravam os problemas ambientais que afetam o bem-estar de cada morador”.

Por isso é importante distinguir o significado de clima de tempo atmosférico, que de acordo com Ayoade (2010), o tempo corresponde a um estado momentâneo da atmosfera num determinado lugar. Já o clima corresponde a comportamento do tempo em um determinado lugar durante um período suficientemente longo (um período de aproximadamente 30-35 anos). Relacionando metaforicamente o tempo e clima com uma pessoa, pode-se dizer que o tempo seria como o humor, e o clima seria a personalidade desta pessoa.

Segundo Ayoade (2010, p. 286) “o homem influencia e é influenciado pelo clima”. Até recentemente atividades como aumento de capacidade das cidades tecnológicas e científicas são estudados e percebe-se essa influência climática principalmente em escala local.

O clima urbano é uma alteração climática local/regional em 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).

Segundo o *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) (2018) em seu 7: Glossary a definição de clima é a seguinte:

Climate in a narrow sense is usually defined as the average weather, or more rigorously, as the statistical description in terms of the mean and variability of relevant quantities over a period of time ranging from months to thousands or millions of years. The classical period for averaging these variables is 30 years, as

defined by the World Meteorological Organization. The relevant quantities are most often surface variables such as temperature, precipitation and wind. Climate in a wider sense is the state, including a statistical description, of the climate system (IPCC, 2018).

As sociedades estão em constantes alterações e expostas a mudanças climáticas globais. Para um panorama do clima mundial busca-se os relatórios recentemente lançados pela *International Panel on Climate Change* (IPCC, 2019 p.138).

AR5 reported that impacts from recent climate-related extremes reveal significant vulnerability and exposure of some ecosystems to current climate variability. Impacts of such climate-related extremes include alteration of ecosystems, disruption of food production and water supply, damage to infrastructure and settlements, morbidity and mortality, and consequences for mental health and human wellbeing (Burkett et al. 2014). The SR15 further indicates that limiting global warming to 1.5°C limits the risks of increases in heavy precipitation events in several regions (high confidence). In urban areas, climate change is projected to increase risks for people, assets, economies and ecosystems (very high confidence). These risks are amplified for those lacking essential infrastructure and services or living in exposed areas. An updated assessment and a knowledge gap (IPCC, 2019 p.138).

Conforme os estudos de Sant'Anna Neto (2003b, 2008) sobre as articulações de escalas geográficas do clima, determina que há três escalas: a global com aspecto de mudança que frisa o ciclo natural da terra, a regional buscando uma certa variabilidade dos aspectos naturais e socioeconômicos, ligada a transformação da paisagem, e a local rítmica que aborda a dinâmica urbana cotidiana da sociedade, sendo esta última a escala que buscou-se trabalhar.

Existem diferentes conceituações sobre escalas, pois o tempo e o espaço (dimensão), em cada trabalho pode ser diversificada, além da abordagem específica para cada fenômeno climático (COLLISCHON, 1998).

Considerou-se a escala local, ou seja, a camada da superfície (Surface Layer) focado no espaço intra-urbano ou clima do aglomerado urbano, não se pode esquecer que está dentro da Camada Limite Urbana (CLU), ou seja na mesoescala que está inclusa na Camada Limite Atmosférico (CLA), conforme os conceitos de Oke (1978, 2006), Dumke (2007) e Rocha (2019).

3.4 DINÂMICA ATMOSFÉRICA DE ERECHIM

Para a circulação geral do mundo há classificação da célula de Hadley (1735), célula de Ferrel e a célula Polar. As três estão ligadas diretamente com as massas de ar, caracterizando quanto mais quente mais próximo a linha do equador e quanto mais frio mais próximo aos polos (VIEIRA JUNIOR, 2006).

Segundo Salati e Ribeiro (1979, p. 20),

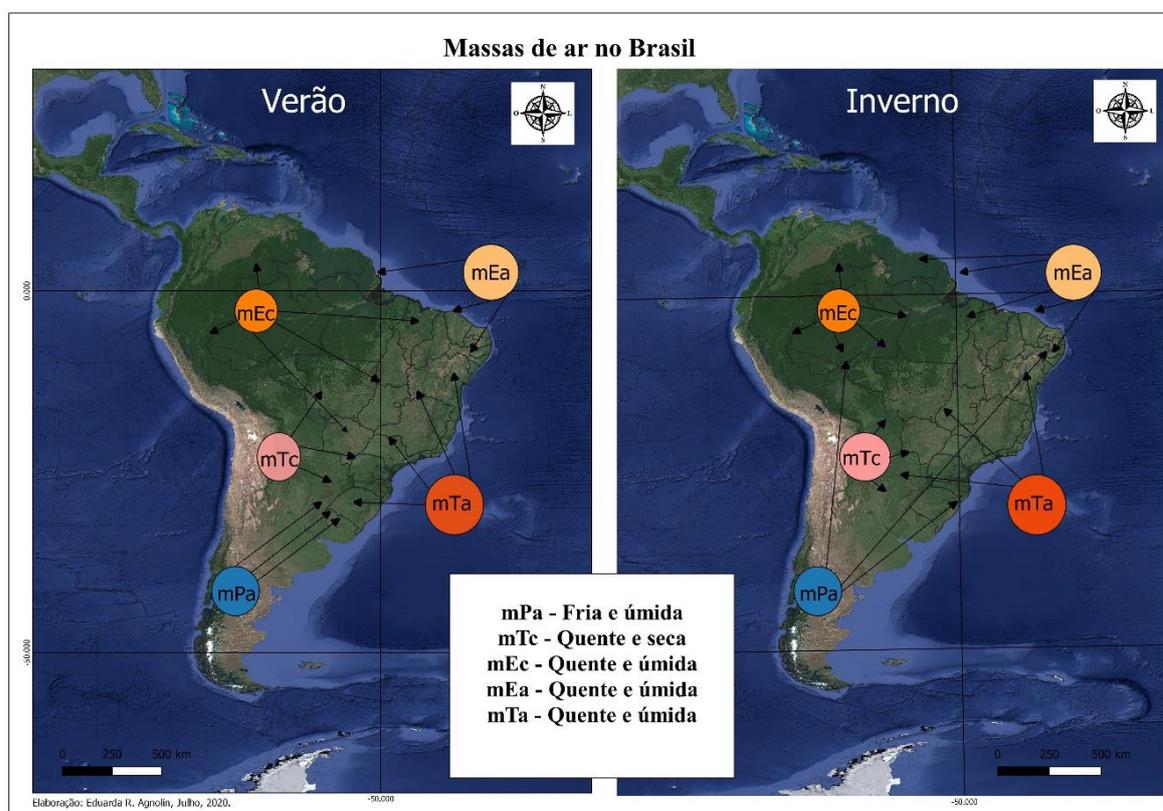
as células de Hadley dependem, fundamentalmente, da quantidade de vapor d'água que é transportado para os altos níveis atmosféricos e que ao condensar liberam calor (o calor solar utilizado na evapotranspiração da água, na superfície, é liberado a camadas mais altas, quando o vapor d'água condensa). Este calor funciona como uma fonte de energia para a circulação geral da atmosfera; assim, sobre os continentes a evapotranspiração é atuante na dinâmica deste sistema. No evento de drástico desmatamento, na região amazônica, os padrões de evapotranspiração irão alterar-se, muito provavelmente no sentido de uma diminuição. Tal mudança não só irá acarretar sensíveis modificações no micro e mesoclima, como já foi exposto anteriormente, mas poderá atingir também o clima global através da alteração do balanço de energia de circulação de Hadley. Este balanço de energia seria alterado através de dois mecanismos principais: em primeiro lugar a evapotranspiração, diminuindo, irá provocar menor liberação do calor latente de condensação nos altos níveis e, em segundo lugar, a vegetação que substituir a floresta terá albedo diferente e isto atingirá o balanço de energia da superfície (SALATI; RIBEIRO, 1979, p.20).

As células de Ferrel (célula de intersecção) fazem a circulação média meridional, onde a mesma circula em direção oposta a de Hadley transportando energia fria pra uma área quente, muito importante na formação dos vórtices, ou seja, nas quebras de circulação. As polares por sua vez são frias e seus ventos sopram dos polos em direção ao equador (AYOADE, 1996; BARRY, 1985; DIAS; JUSTI DA SILVA, 2016).

A América do Sul tem sob atuação em seu continente, três massas Equatoriais, dentre elas Equatorial polar, Equatorial continental, Equatorial atlântica, três massas Tropicais, Tropical polar, Tropical continental e Tropical atlântica, e duas massas Polares, Polar pacífica e Polar atlântica (AYOADE, 1996).

Com relação a dinâmica climática da área de estudo, partimos da compreensão, inicialmente, das suas características e estruturas dos sistemas atmosféricos que atuam na escala regional. No Brasil atuam as seguintes massas de ar (Figura 4): Equatorial Atlântica, Equatorial Continental, Tropical Atlântica, Polar Atlântica, e a massa Tropical Continental.

Figura 4 – Massas de ar no Brasil.



Fonte: A autora, 2020.

Conforme a Figura 4, a massa Equatorial atlântica (mEa), possui características como, quente e com grande umidade originária do Oceano Atlântico e Pacífico na convergência dos alísios (ZCIT), forma-se com uma certa proximidade da linha do Equador. Sua atuação ocorre principalmente no Nordeste Amazônico e em parte do Nordeste Brasileiro, desloca-se latitudinalmente durante o ano e adquire características da temperatura da superfície do mar (TSM) e direciona-se ao continente pela frequência dos ventos alísios, os mesmos que influenciam os Jatos de Baixos Níveis (TORRES e MACHADO, 2011; BORSATO, 2016; TUBELIS e NASCIMENTO, 1984; MENDONÇA e OLIVEIRA, 2007; DE MELO; CAVALCANTI; SOUZA, 2009).

A massa Equatorial continental (mEc), (Figura 4), tem características quente e úmida, formando-se na região Amazônica, conhecida pela baixa pressão atmosférica, próxima a linha do Equador e apresenta movimentos convectivos de divergência dos alísios. No verão sua abrangência expande-se formando a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), que com temperaturas elevadas fruto da radiação solar e maior evapotranspiração da floresta

Amazônica, cuja trajetória resulta em aumento e formação de um corredor de umidade Norte, centro-Oeste e Sudeste até a Região Sul do Brasil formando precipitações, oriundas deste sistema em contrapartida a mTc e mPa. No inverno a mEc restringe-se ao seu local originário, pois a radiação é menor, com isso a evapotranspiração e a umidade também diminuem, dando espaço ao fenômeno de friagem onde mEc retrai-se e mPa avança proporcionando quedas rápidas e bruscas nas temperaturas (TUBELIS e NASCIMENTO, 1984; CLIMATEMPO, 2020)

A massa Tropical atlântica (mTa), (Figura 4), tem aspecto quente e úmido, origina-se com certa proximidade do Trópico de Capricórnio, sobre o Oceano Atlântico, com atuação que varia e abrange a área de Santa Catarina até Recife no verão. No inverno, sua interferência é horizontal entrando em divergência com a massa de ar Polar ocasionando chuvas frontais (TORRES e MACHADO, 2011; BORSATO, 2016; MENDONÇA e OLIVEIRA, 2007).

A massa de ar Polar (mPa), (Figura 4), tem aspecto frio e seco, no inverno influencia as condições de tempo em quase todo o Brasil, com menor atuação no Norte e Nordeste. A mPa em contato com massas de ar quentes são responsáveis pela formação das frentes frias, e de frentes estacionárias podendo assim ocasionar episódios de precipitação pluvial por vários dias seguidos (MENDONÇA e OLIVEIRA, 2007; ROSSATO, 2011).

A massa Tropical continental (mTc), (Figura 4), apresenta características quente e seca e tem origem na depressão do Chaco. A mTc entra em divergência com a massa Equatorial continental resultando em temperaturas elevadas e altos índices de umidade, confluindo para a formação Jato de Baixos Níveis (JBN), que contribuem para a presença de chuvas por meio de Complexos Convectivos de Mesoescala (CCM's), muitas vezes ocorrente por meio de uma cumulus nimbus. Já no inverno a mTc entra em divergência com a Polar atlântica (TORRES e MACHADO, 2011; BORSATO, 2016; TUBELIS e NASCIMENTO, 1984)

Conforme Marengo, Ambrizzi, Soares (2009), os Jatos de Baixos Níveis são fluxos de ventos ao longo de cadeias montanhosas, ocorre no lado leste da topografia, no Brasil percorre a cordilheira dos Andes, oriunda dos ventos alísios e transporta umidade da Bacia Amazônica até a Bacia do Prata/PR, JBN em relação a ZACAS no inverno ocorrem menos chuvas, e no verão com maior incidência nos meses de dezembro a fevereiro ocorrem mais chuvas.

Os Sistemas Convectivos de Mesoescala (SCMs), são conjuntos de sistemas convectivos que tem diversas escalas espaciais, horizontais e tamanhos diferenciados,

responsáveis pela precipitação nos trópicos no verão. Diante disso, os Complexos Convectivos de Mesoescalas (CCMs) e as Linhas de Instabilidade (LI), são categorias dentro do SCMs, que como uma supercélula, também traz extremos de tempestades, podendo ser considerado um agrupamento de cumulus nimbus (SILVA DIAS; ROZANTE; MACHADO, 2009).

Os CCMs tem forma circular, com uma região mais fria ao centro, ocorre com um movimento para leste em todas as estações, porém atua com predominância na primavera e no verão, seu tempo de vida estimado é superior a 6 horas chegando a 16 horas, normalmente inicia no final da tarde e início da noite, torna-se maduro na madrugada com influência dos JBNs, e dissipa-se ao meio dia com ventos que sopram do vale para as montanhas. O deslocamento dos CCMs é zonal na primavera e outono e meridional no verão. A alta da Bolívia e a Baixa do Chaco atuam juntamente com o escoamento catabático gerando convergência e convecção, frisamos também que os CCMs mais intensos do globo se localizam no Sudeste da América do Sul (SILVA DIAS; ROZANTE; MACHADO, 2009).

Segundo Silva Dias, Rozante, Machado (2009), os CCMs tropicais têm menor influência no RS, enquanto os subtropicais têm maior influência. Sendo assim, quando as ZCAs têm menor atuação os JBNs tem uma atuação maior, trazendo chuvas ao RS, quando ZCAs em vigor pleno menos calor e umidade, por fim menos chuvas.

Para além das massas de ar descritas, há ainda a atuação das frentes que são conceituadas como áreas de transição, descontinuidade da superfície frontal, local onde duas massas de ar de características diferentes se encontram, a zona de contato entre o solo e essa descontinuidade chama-se frente. (TORRES e MACHADO, 2011; BORSATO, 2016; TUBELIS e NASCIMENTO, 1984; MENDONÇA e OLIVEIRA, 2007)

Os sistemas frontais são compostos de uma estreita faixa de ar convergente, é uma frente de ar que empurra a outra para cima para se deslocar horizontalmente. Frente estacionária se define como pequeno ou nenhum deslocamento, pois, não há energia para empurrar a massa polar para o sul, ou seja, formando as frentes estacionárias que formam chuvas continuadas sobre as áreas que se localizam (BORSATO, 2016; MENDONÇA e OLIVEIRA, 2007).

As classificações mais conhecidas para o Brasil são dos autores Azevedo (1971), Nimer (1972) e Torres e Machado (2011), ao qual moderniza os conceitos massas e sistemas atmosféricos.

Podemos citar trabalhos como os de Araujo (1930), Machado (1950), Mota (1951), Moreno (1965), Maluf (2001) para a classificação climática do Rio Grande do Sul, os quais

tinham como referencial Köppen- Geiger (1900) que desenvolveu a classificação global dos tipos climáticos, sabendo disto, decidiu-se neste trabalho seguir a classificação de Rossato (2011), pois é completa e atualizada perante o cenário do Rio Grande do Sul.

Posteriormente em 2012 Wollmann e Galvani fazem a “caracterização climática regional do Rio Grande do Sul: dos estudos estatísticos ao entendimento da gênese”, trabalhando com a evolução histórica dos estudos de climatologia regional do RS, baseada em Hann (1882) e Sorre (1975).

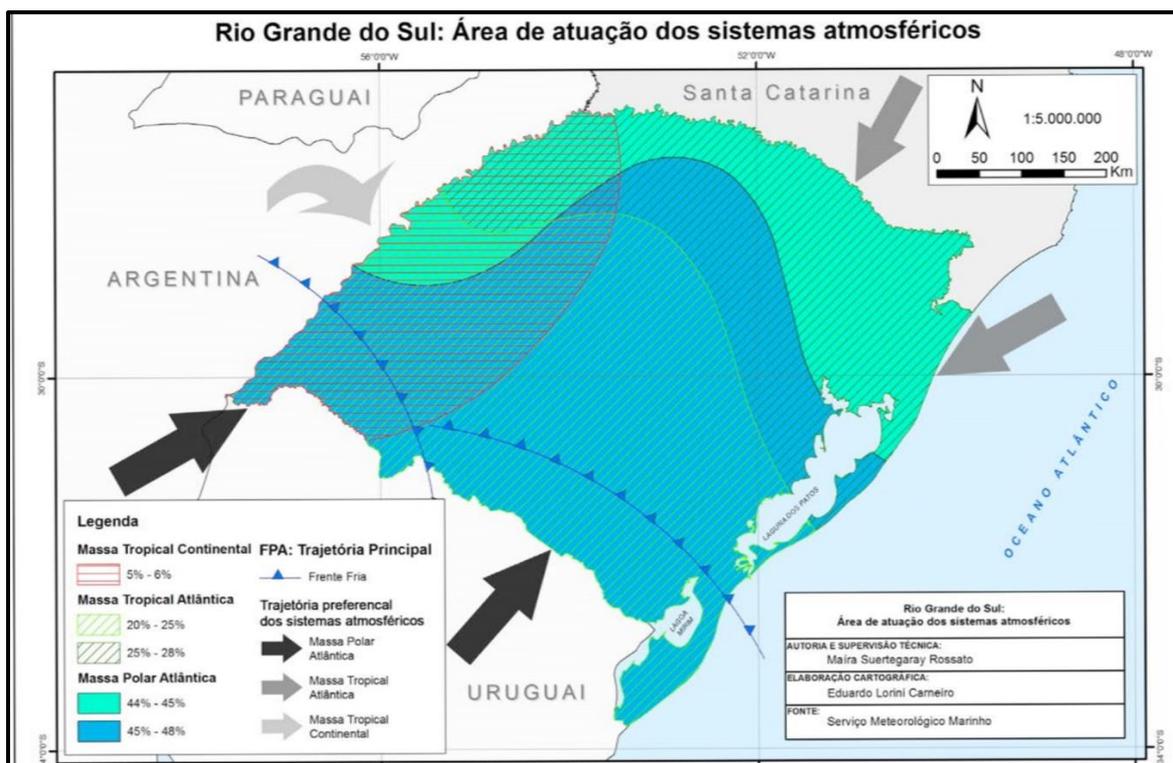
Verifica-se diante dos aspectos de transformações duas linhas de pesquisa, sobre dinâmicas climáticas, onde a primeira enfatiza o aumento da temperatura global e a segunda, a qual se encerra o aquecimento natural e inicia o resfriamento devido a mudança no albedo e menor atividade solar (ROSSATO, 2011).

Neste contexto, o estado do Rio Grande do Sul, por sua localização, está sob domínio e atuação de um complexo climático que no verão tem o predomínio da atuação de uma massa Tropical continental, uma massa Tropical atlântica e Polar atlântica, deste modo a elevada umidade e altas temperaturas, tornando as condições de tempo mais quente, resultando em episódios de precipitações pluviais, como as chuvas frontais e de convecção. No outono a massa Tropical continental, e a massa Equatorial atlântica que passam atuar na porção norte do estado. Durante a primavera a influência da massa Tropical continental e a massa Tropical atlântica, assim como as primeiras incursões dos sistemas frontais amenizam as condições de calor e abafamento que ocorre no verão e, no inverno essencialmente sob domínio das massas Tropical atlântica, Tropical continental e massa Polar, resulta na intensificação da atuação de frentes frias no estado garantindo o frio e diminuição da umidade (ROSSATO, 2011).

A Figura 5, representa o estado do Rio Grande do Sul e as áreas de atuação de sistemas atmosféricos, como a massa de ar Polar, massa Tropical atlântica e Tropical continental, demonstra-se também sua principal trajetória e sua atuação ao longo do ano. Conforme Rossato (2011) descreve:

Os sistemas polares avançam do quadrante sul, logo, mesmo tendo uma atuação bastante uniforme (sua participação mínima é de 44%), são mais frequentes na porção sul (entre 45 e 49% dos dias do ano) e tem atuação diminuída no NW e NE, onde os sistemas tropicais tem representação um pouco maior. A linha que define a faixa de 45% passa por São Borja, Erechim, Lagoa Vermelha, Bento Gonçalves e Campo Bom (ROSSATO, 2011, p.182).

Figura 5 – Mapa de classificação climática produzida por Rossato, 2011.



Fonte: ROSSATO, 2011.

Segundo Rossato (2011), Erechim situa-se em um clima subtropical IV, muito úmido com inverno fresco e verão quente. A área de estudo deste trabalho caracteriza-se por uma menor influência dos sistemas polares, com maior atuação dos sistemas tropicais marítimos e continentais na primavera e verão em associação com o efeito do relevo (Planalto Basáltico do Vale do Uruguai), e da continentalidade. Os sistemas frontais são responsáveis pela maior parte das precipitações.

Além da classificação climática de Rossato (2011), pode-se citar os trabalhos de Kuinchtner e Buriol (2001), ao qual realizaram estudos para a classificação climática do Rio Grande do Sul, baseado nos trabalhos de Köppen (1931), que para o Sul debruça-se sobre dois tipos climáticos: clima subtropical úmido (Cfa), característico por não ter estações secas no ano, com precipitações bem distribuídas e as quatro estações bem definidas, enquanto Clima oceânico temperado (Cfb) não há diferenças significativas entre as estações, sendo que este tipo climático abrange uma menor porção do estado do Rio Grande do Sul. Melhor exemplificando cada letra tem um significado para os tipos climáticos como: **C** - clima temperado chuvoso e quente; **f** - nenhuma estação seca; **a** - verão quente e mês mais quente com temperatura média maior do que 22°C e a do mês mais frio superior a 3°C; **b** - temperatura média do ar no mês mais quente é menor que 22°C e a temperatura média do ar nos 4 meses mais quentes é superior a 10°C.

4. MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Inicialmente foi efetuado um levantamento bibliográfico por meio de pesquisas em livros, artigos científicos, sobre a temática de investigação e sobre informações da área de estudo. Desta forma, foram abordados os conceitos e temas referente a urbanização, aumento populacional e impactos na população urbana, assim como, dinâmica climática no Brasil, Rio Grande do Sul e Erechim para compreensão e caracterização dos sistemas atmosféricos atuantes. A proposta foi compreender como se dá a dinâmica na escala do território nacional, para que, em um segundo momento, fosse possível entender a dinâmica atmosférica da Região Sul e mais especificamente da área de estudo.

Em seguida, buscou-se o referencial teórico sobre a área estudada, no que compete aos atributos geográficos de sua localização e tipos de usos da terra. Nessa fase objetivou-se compreender como a área urbana de Erechim se estruturou com base nos seus atributos físicos (antrópicos). Efetuada essa etapa, foi possível compreender os diferentes espaços que compõem a área urbana facilitando na dinâmica e identificação das ilhas de calor e frescor.

Consolidou-se que seguiríamos o Sistema Clima Urbano (SCU), fundamentando nossa análise do estudo de clima a partir do referencial de Monteiro (1976), baseada em Ludwig Von Bertalanffy e Maximilien Sorre.

Posteriormente, avançou-se nos tópicos básicos sobre o sensoriamento remoto e nos procedimentos que deveriam ser adotados para a utilização e execução do software *ArcMap 10.4* do *ArcGis*. Logo, passou-se a etapa de obtenção de imagens de satélite e a execução de análise das mesmas. Esses procedimentos foram realizados no Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – Campus de Erechim.

Deste modo, obteve-se imagens do satélite LandSat-8, disponíveis no sítio do Serviço Geológico Americano (*United States Geological Survey – USGS*). Adotou-se duas condições para o *download* das imagens: a ausência de nebulosidade e um recorte espacial maior do que a área de estudo.

Destarte, utilizou-se de duas imagens para cada estação do ano, simbolizado pelos dias 16/06/2018 e 13/06/2019 (Outono), 15/08/2019 e 29/06/2019 (Inverno), 03/10/2017 e 09/12/2018 (Primavera), 24/02/2018 e 21/01/2019 (Verão), correspondente a órbita-ponto 222-079, do satélite que tem resolução temporal de 16 dias.

A etapa sucessiva refere-se ao desenvolvimento do mapa termal. De posse da imagem, foi utilizado o software ArcGIS®, versão 10.4 para realizar as etapas metodológicas da pesquisa. Com relação às imagens do satélite, utilizou-se a banda 10 com resolução

espacial de 100 metros (infravermelho termal), referente ao sensor TIRS (*Thermal Infrared Sensor*). Pode ser melhor verificado no (Anexo A).

Em seguida, foi necessário realizar a conversão do sistema de referência dos dados para SIRGAS 2000, em coordenadas *UTM* (Fuso 22 S), com a ferramenta “*Project Raster*” do ArcGIS. Na próxima etapa realizou-se o recorte da área estudada com o uso da ferramenta “*Extract by Mask*” (extração por máscara). O recorte ocorreu em relação a área urbana do município de Erechim. A área urbana foi adquirida a partir do autor Furlan (2016) que obteve junto a prefeitura Municipal de Erechim (2015) o autor realizou um levantamento e análise de risco a partir do setor censitário de 2010 no IBGE.

Foi necessário realizar a transformação dos dados da banda 10, convertendo os níveis digitais da imagem para dados de radiância, conforme exposto na Equação 1.

$$E\lambda = K\rho * Zc\alpha + H\rho \quad (\text{Eq. 1})$$

Na Equação 1, podemos verificar como sendo os dados de radiância espectral do sensor de abertura, $K\rho$ como sendo o fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10 (0,00033420), $Zc\alpha$ referindo-se aos valores de nível digital da banda, ou seja, é a entrada da própria banda no cálculo e, por fim, $H\rho$ como o fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10 (0,100000).

Com os dados obtidos, na próxima etapa efetuou-se à realização da conversão desses dados para a temperatura da superfície em Kelvin, conforme apresentado na Equação 2.

$$T = \frac{E_2}{\ln \left(\frac{E_1}{B} + 1 \right)} \quad (\text{Eq. 2})$$

Na Equação 2, verificou-se “T” como sendo a temperatura da superfície em Kelvin (K), E_2 como a constante de calibração do sensor (1321,08), E_1 como outra constante de calibração (774,89), e, como a radiância espectral dos dados.

Já na Equação 3 há disposto a forma como procedeu a conversão da temperatura da superfície, de Kelvin para graus Celsius.

$$T (^{\circ}\text{C}) = T (\text{K}) - 273,15 \quad (\text{Eq. 3})$$

Na Equação 3 “ T ($^{\circ}\text{C}$)” refere-se a temperatura da superfície em graus Celsius, “ T (K)” a temperatura da superfície em graus Kelvin, e, “273,15” é a constante utilizada para a realização da conversão dos dados.1

Cabe destacar ainda que cada carta termal há uma legenda com valores e sistemas atuantes próprios. Para as legendas não foram adotados procedimentos automáticos, para cada carta termal foi aplicada a divisão dos dados, foi realizada por meio do histograma de frequência da temperatura (APÊNDICE A), verificou-se que a melhor forma de classificação estava diante da variabilidade temporo-espacial dos dados, então propôs-se cinco classes de temperatura para a legenda. A fim de deixar os dados mais concisos, os valores foram arredondados mantendo duas casas após a vírgula, conforme exemplificado na Tabela 2:

Tabela 2: Divisão da legenda em classes:

	Dia	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Classe 5
OUTONO	16/06/2018	6,06 - 14,44	14,44 - 15,24	15,24 - 15,92	15,92 - 16,72	16,72 - 20,59
	13/06/2017	7,00 - 13,47	13,47 - 14,09	14,09 - 14,58	14,58 - 15,12	15,12 - 18,37
INVERNO	29/06/2017	7,24 - 8,01	8,01 - 8,14	8,14 - 8,24	8,24 - 8,35	8,35 - 8,93
	15/08/2017	2,12 - 4,79	4,79 - 5,67	5,67 - 6,60	6,60 - 7,84	7,84 - 11,97
PRIMAVERA	09/12/2018	18,58 - 25,13	25,13 - 28,29	28,29 - 30,47	30,47 - 32,01	32,01 - 39,21
	03/10/2017	9,51 - 17,65	17,65 - 18,92	18,92 - 20,25	20,25 - 21,37	21,37 - 27,41
VERÃO	26/01/2019	17,03 - 19,49	19,49 - 20,61	20,61 - 22,49	22,49 - 24,55	24,55 - 28,44
	24/02/2018	19,57 - 22,32	22,32 - 23,60	23,60 - 25,48	25,48 - 27,37	27,37 - 31,26

Fonte: os autores, 2020.

Para a identificação de ilhas de calor e frescor utilizou-se de mapas síntese da temperatura de superfície e as suas intensidades para esse feito, precisou-se o domínio de algumas técnicas e entendimento de conceitos, como a diferença entre mapa e carta obtendo-se informações da cartografia básica e temática para melhor produção dos mapas.

O mapeamento altimétrico da área de estudo foi realizado junto ao uso de uma imagem do *Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)*, obtida junto ao *USGS*, juntamente ao polígono da área urbana, a imagem foi recortada conforme o mesmo e por fim, foram escolhidas a rampa de cores e o *layout*.

Para o uso da terra (Apêndice B) utilizou-se do polígono da área urbana e uma imagem de satélite *LandSat – 8*. Foi separado do polígono total os usos de interesse por classificação digital, empregando-se classes como: área florestal, lavoura, corpos d’água, campestre, área urbana/descoberta e área úmida. Para o mapa de vegetação optamos por utilizar a base do *Google Earth*. Desta forma, a etapa envolveu a extração somente da classe

florestal na área urbana, por meio da classificação digital, em seguida, foi recortado os locais de interesse que compõe o mapa de vegetação.

A etapa seguinte envolveu os dados meteorológicos. Oriundos da estação meteorológica de código A828-Erechim, os dados foram adquiridos através do site do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia). A estação meteorológica (Figura 6) está situada na latitude (-27.65771) longitude (-52.305805), no bairro Agrícola, seu entorno é caracterizado por áreas verdes e aproximadamente quinze construções, a estação está em uma altitude de 777,08 metros. Efetuou-se a verificação de possíveis falhas. Os dados horários foram transformados em dados diários, por meio das médias e passou-se então para a elaboração e produção dos gráficos. Convencionou-se utilizar as informações de 15 dias antes da data da imagem de satélite e 15 dias depois para a caracterização da temperatura do ar.

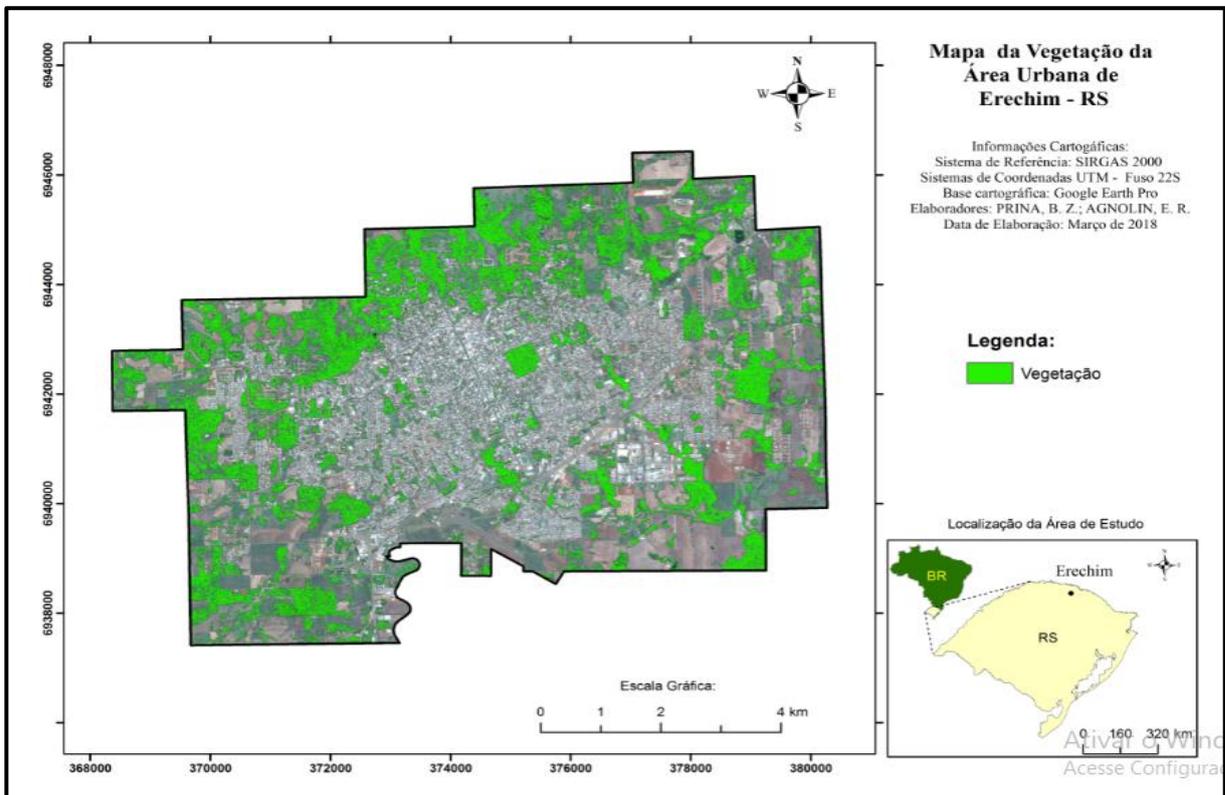
Os mapas de altimetria e de vegetação auxiliaram na caracterização das ilhas de frescor e calor para relacionar com a altitude, com as áreas construídas e com as áreas com vegetação, uma vez que esses fatores são influenciadores para a variação da temperatura. Concomitante com a finalização dos mapas, efetuamos a análise de modo a chegar a resultados mais consistentes.

Climáticos (CPTEC) e cartas sinóticas da Marinha do Brasil (Anexo A), para compreender os sistemas atmosféricos atuantes nos dias selecionados para as análises.

5. RESULTADOS

Após a organização metodológica, obteve-se os seguintes produtos: o mapa de vegetação (Figura 7), que foi realizado por meio da classificação digital de imagens, o mapa de pontos de interesse (Figura 8), evidencia os corpos d'água, alguns bairros, algumas vias e a linha férrea, o mapa altimétrico (Figura 9), realizado junto a imagem SRTM.

Figura 7 – Mapa de vegetação da área urbana de Erechim.



Fonte: Autores, 2019.

Considera-se que as superfícies inclinadas e rasas recebem quantidades diferentes de radiação e por esse fato a matéria vegetal se condiciona a radiação recebida (TUBELIS; NASCIMENTO, 1984). Há estudos consolidados sobre a influência da vegetação na qualidade de vida e moradia onde:

A vegetação age purificando o ar fixação de Poeiras e materiais residuais e pela reciclagem de gases através da fotossíntese, regula a umidade e temperatura do ar; mantém a permeabilidade, fertilidade e umidade do solo e protege-o contra a erosão, e; reduz os níveis de resíduos servindo como amortecedor do barulho da cidade. ao mesmo tempo do ponto de vista psicológica e social, influenciam sobre o estado de ânimo dos indivíduos massificando com o transtorno das grandes cidades além de propiciar em um ambiente agradável para a prática de esportes, exercícios físicos e recreação em geral (GOMES; SOARES, 2013, p. 21).

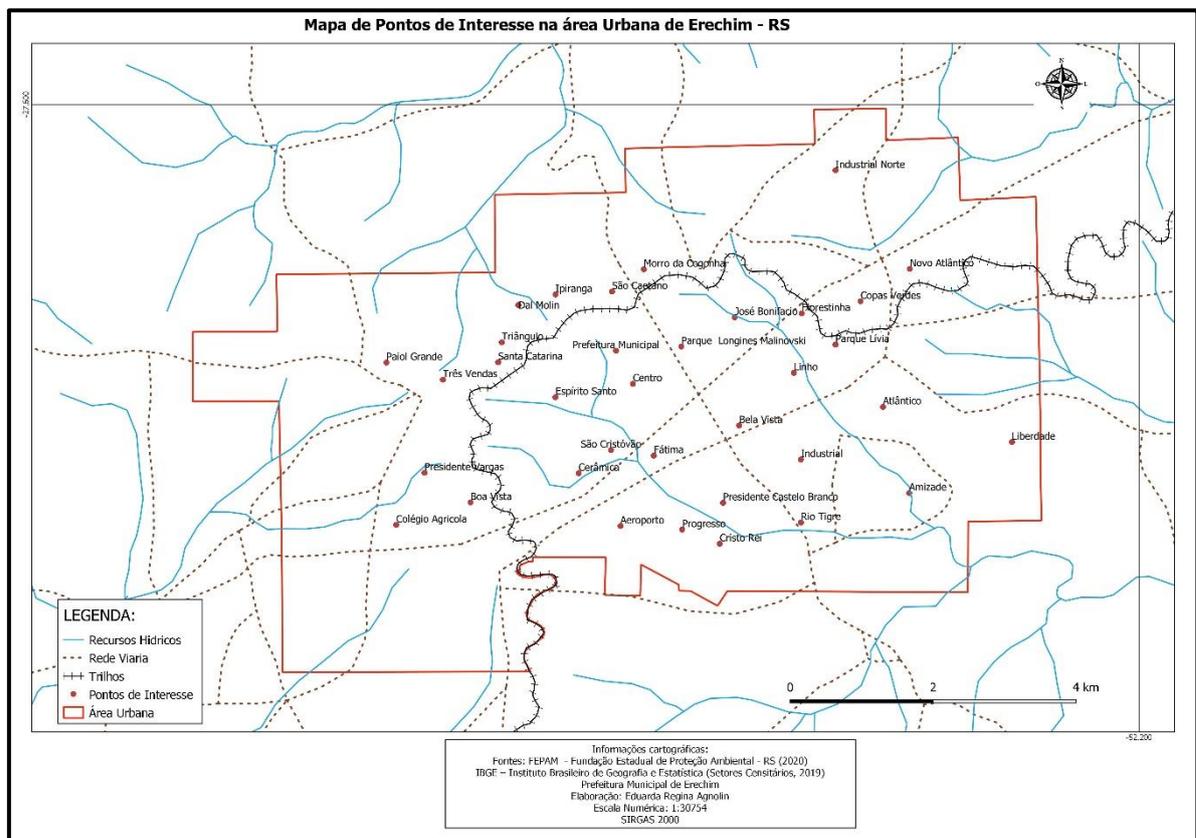
Para Mendonça (2002) os aspectos morfológicos de ocupação do solo são fatores que aumentam a reflexão de calor o que resulta na elevação de temperatura formando ilhas de calor.

Conforme podemos verificar na Figura 7 a área urbana é cercada por vegetação, bem como manchas verdes próximas e ao entorno dos córregos e rios. Identificamos ainda, resquícios de vegetação como o Parque Natural Municipal Longines Malinovski que se caracteriza por uma mancha verde em meio a área urbana de Erechim, como restante de fragmento após a construção da cidade (urbanização).

O mapa de pontos de interesse (Figura 8) tem por objetivo evidenciar pontos específicos da área urbana, os quais podem ser indicadores de amplitudes térmicas diferenciadas como, os corpos d'água, alguns bairros, algumas vias e a linha férrea.

Segundo Novo e Ponzoni (2001) os corpos d'água (Figura 8), possuem baixas porcentagem reflectância, implicando em baixas radiância, baixa probabilidade nas diferenças detectadas pelos sensores do LandSat.

Figura 8 – Mapa de pontos de interesse

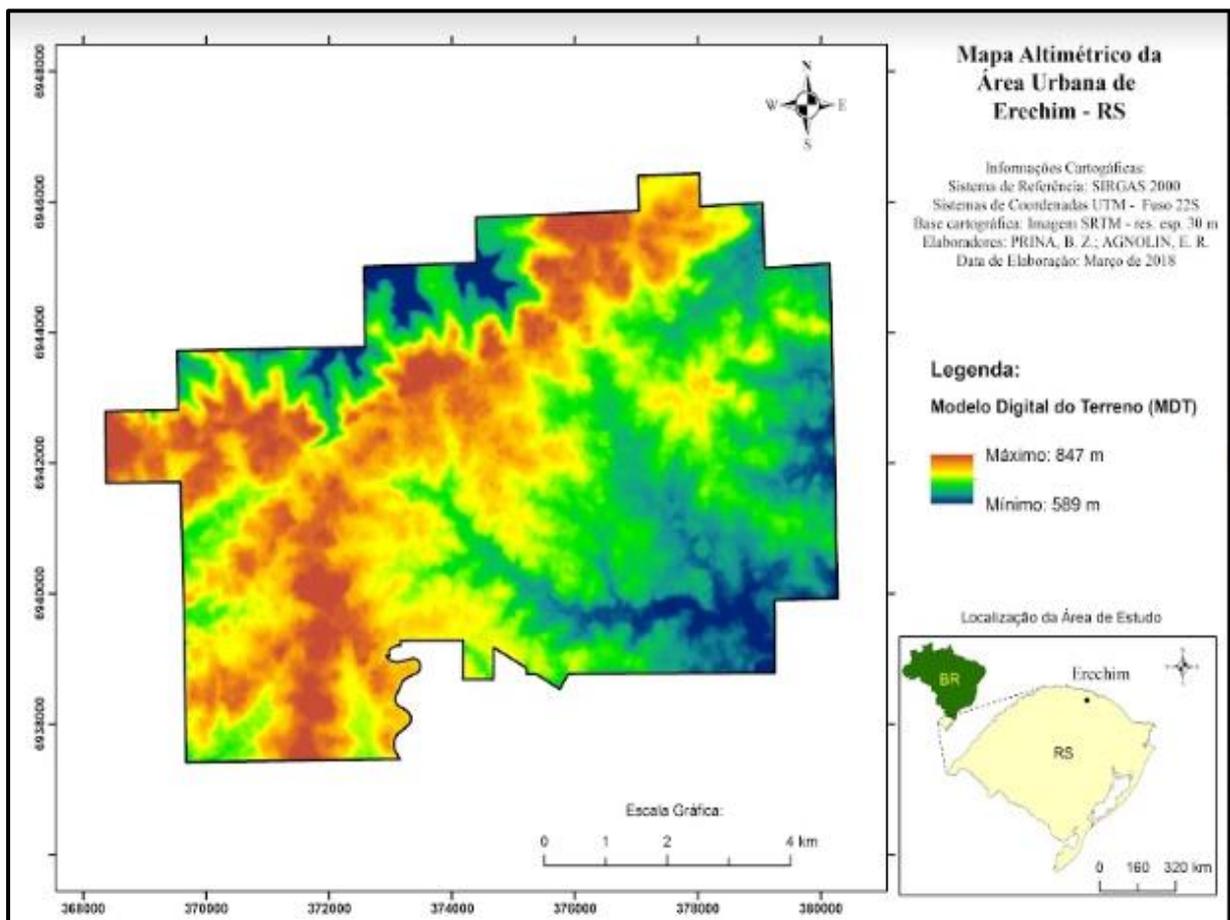


Fonte: Os autores, 2020.

Araujo (1930) cita que a altitude, continentalidade e massas de água são fatores físicos que fazem com que haja uma diferença nas temperaturas do ar, as serras por exemplo são locais de valores mínimos de temperatura no Baixo Vale do Uruguai e no Oeste da Depressão Central, não ocorre um valor médio anual baixo pela influência das massas da água.

Na Figura 9 demonstra-se uma altitude variável ao longo da área urbana da cidade de Erechim, com cota máxima de 847 metros apresentando as áreas com tonalidades em amarelo e alaranjado, topograficamente mais altas, em contrapartida a cota mínima é de 589 metros representado por áreas em tons de azul topograficamente mais baixas. Destacou-se uma porção do terreno mais elevada no sentido Nordeste-Sudoeste, onde há linha férrea (Figura 8), desativada, mas com a presença dos trilhos, que faz uso principal deste espaço, configurando o divisor de água que atravessa a malha urbana.

Figura 9 – Mapa de altimetria urbana de Erechim.



Fonte: Autores, 2019.

5.1 ANÁLISE DOS DADOS ATMOSFÉRICOS E DE SUPERFÍCIE DE OUTONO

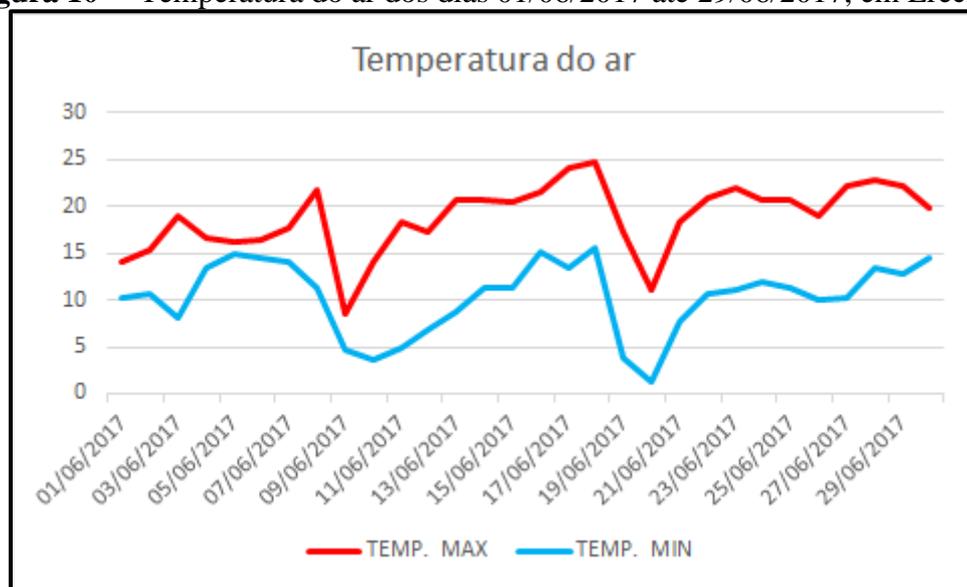
5.1.1 DIA 13/06/2017

No dia 13/06/2017 (Figura 10), foi identificado que se tratava de um dia sob pós domínio de uma massa de ar Polar (mPa) caracterizada conforme Rossato (2011) como fria úmida, tem sua gênese sobre o oceano atlântico em altas altitudes.

A Massa Polar Atlântica é mais potente nos seus avanços do sul para o norte. Mantém no Brasil Meridional uma interferência muito importante durante todo o ano, enquanto sobre outras regiões brasileiras seja mais expressiva no inverno. É uma massa fria e úmida, mercê de sua origem marítima (MONTEIRO, 1968, p. 122).

Segundo o CPTEC (2018), nos dia 13 de junho de 2017 ocorreram baixas temperaturas de cerca de 7°C para a cidade de Erechim e para todo o Estado do Rio Grande do Sul. No dia nove no Rio Grande do Sul, nevou fraco em Bom Jesus, Cambará do Sul e São José dos Ausentes. A presença da massa de ar frio provocou declínio de temperatura e a formação de geada em muitos municípios do estado, entre os dias 09 e 11.

Figura 10 – Temperatura do ar dos dias 01/06/2017 até 29/06/2017, em Erechim.



Organização: os autores. Fonte: CPTEC, 2018.

No dia de 20 de junho verificou-se segundo CPTEC (2018), a presença da massa de ar frio provocou declínio de temperatura e a formação de geada e em alguns municípios da Região da Campanha e Serra gaúcha e São Joaquim (SC) houve registro de temperaturas negativas. Identificou-se que Erechim também passou por uma frente fria nos dias 20 e 21,

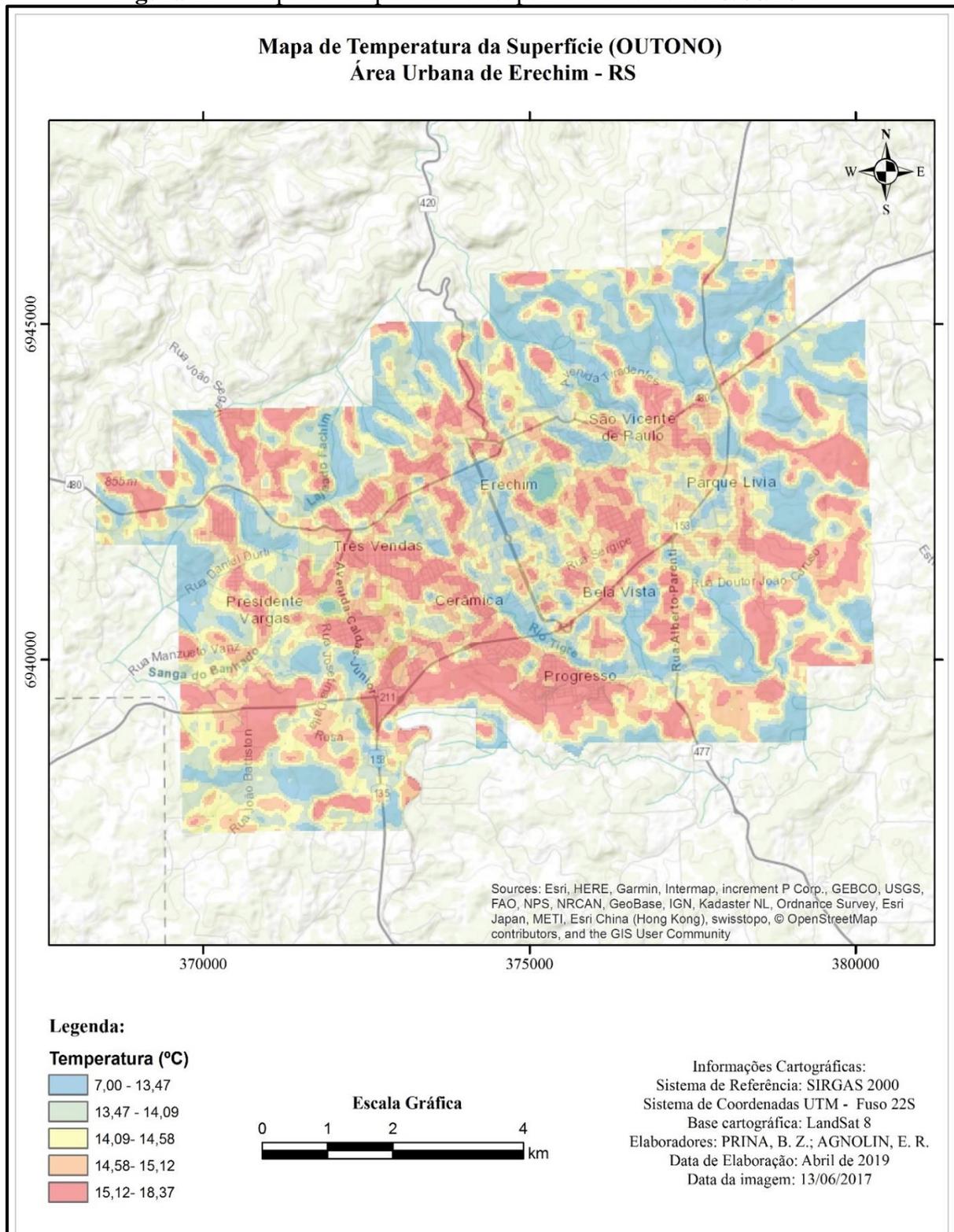
caracterizada pela curvatura ciclônica, contornada pelos ramos do Jato Subtropical (JST) e norte do Jato Polar (JPN).

Atualmente é sabido que existem duas Correntes de Jato distintas. Uma delas é a Corrente de Jato Polar a qual não é muito regular e está associada ao forte gradiente horizontal de temperatura que ocorre nas estreitas zonas frontais, localizando-se no lado equatorial destas. Este jato encontra-se geralmente entre as latitudes de 35S a 70S. A sua posição é mais próxima ao equador durante o inverno do que no verão. A outra corrente, Jato Subtropical, está associada à circulação da Célula de Hadley e geralmente fica localizada no limite polar dessa célula, entre as latitudes de 20S a 35S. Esta corrente é mais regular e sua posição média muda em direção ao equador no período de inverno e em direção aos polos no verão (PEZZI; ROSA; BATISTA, 1969).

O outono vem a ser a estação entre meio o verão e o inverno por isso a temperatura encontra-se mais amena nesta estação. No dia de análise a temperatura máxima foi de 18°C e a mínima de 4°C, configurando uma amplitude de cerca 14°C.

Desta forma, nesta Figura 11, evidenciam-se as ilhas de frescor na porção norte da imagem, onde há dois pavilhões em alo-zinco. Este material absorve calor rapidamente e perde o mesmo calor também rapidamente, formando assim as duas ilhas de frescor mais evidentes na figura. Deste modo, as ilhas de calor como não são tão expressivas estão em amarelo de 16°C a 18°C.

Figura 11 – Mapa de temperatura de superfície do outono 13/06/2017.



Fonte: os autores, 2018

5.1.2 DIA 16/06/2018

No dia 16/06/2018 o CPTEC (2018), identificou -se a atuação de um sistema alta pressão sobre a Região Sul do país, que resulta em tipo de tempo sem formação de nuvens e

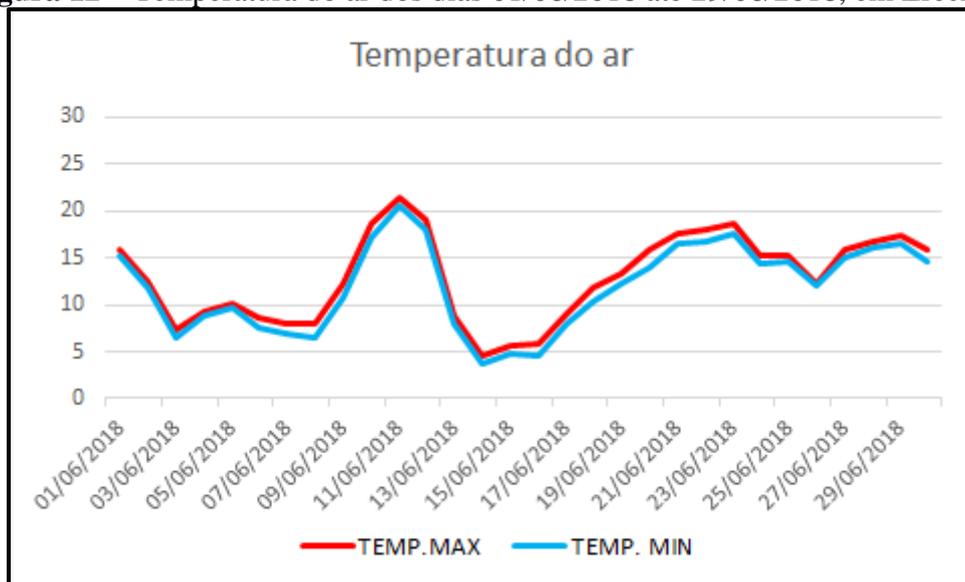
diminuindo a chance de chuvas. A atuação deste sistema no período analisado, caracteriza-se pelo aquecimento, anterior a sua atuação (aquecimento pré-frontal) que, posteriormente, segue-se pela atuação da massa ar polar, com queda nas temperaturas.

Segundo Almeida (p.155, 2016),

uma frente é dita fria, quando na sua passagem por um determinado local da superfície terrestre substitui o ar quente, ali existente, por ar frio. Assim, a massa de ar da pré-frontal (antes) é quente e a pós-frontal (depois) é fria. O ar frio sendo mais denso, a superfície frontal se estende para trás, por sobre o ar frio invasor, apresentando uma inclinação da ordem de 1:50 a 1:100

Com o auxílio do gráfico da Figura 12, verifica-se um aumento das temperaturas do ar iniciando no dia 07/06/2018 e que atuou em elevação até dia 12/06/2018. Uma máxima de temperatura é identificada no dia 11/06/2018 quando foram registrados 21°C.

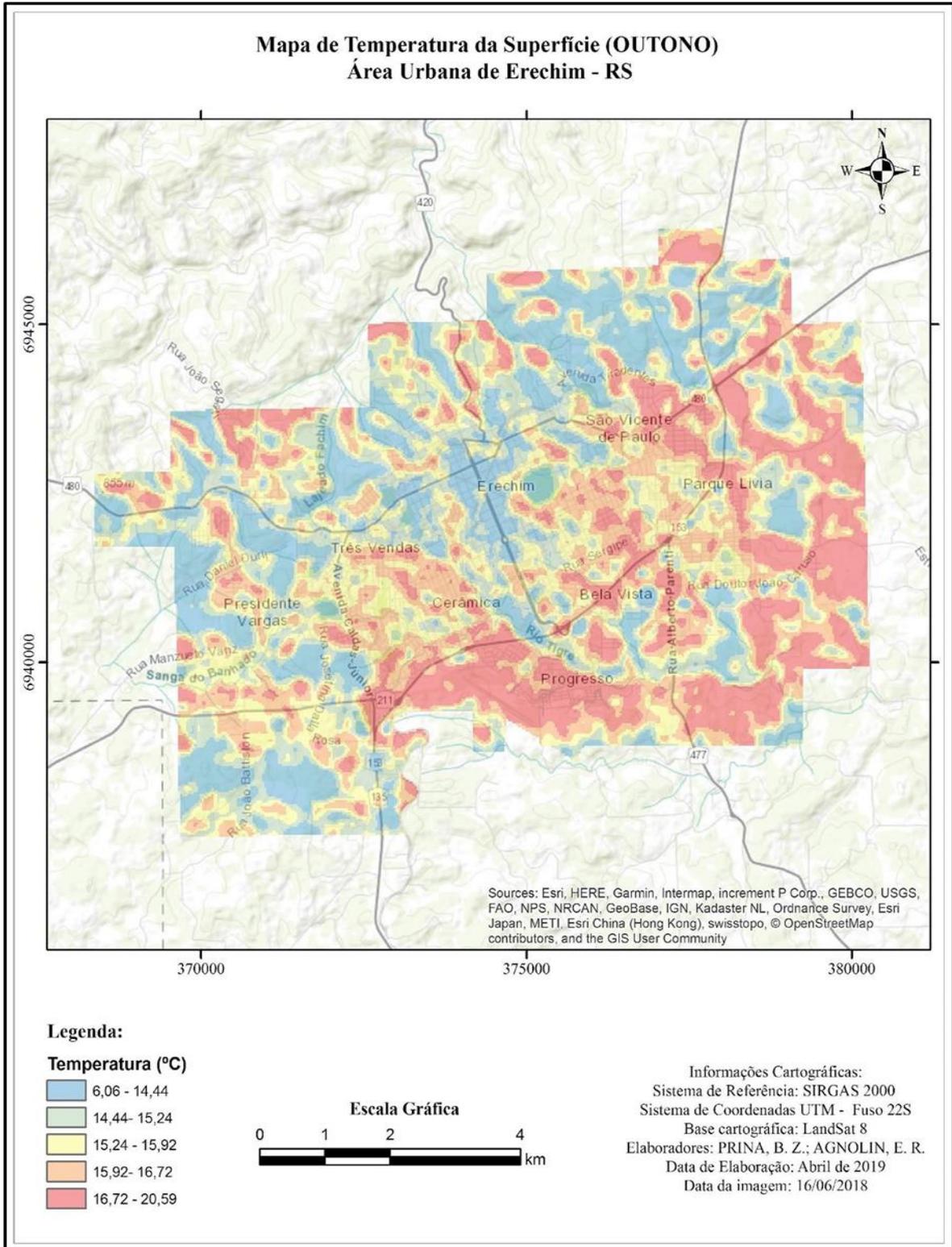
Figura 12 – Temperatura do ar dos dias 01/06/2018 até 29/06/2018, em Erechim.



Organização: os autores. Fonte: CPTEC, 2019.

Neste contexto, durante o dia de análise, o céu limpo e sem a presença de nuvens é oriundo da passagem de um sistema frontal (frente fria) e caracterizado pela atuação na retaguarda da massa de ar polar, o que resulta em uma diminuição da temperatura no dia 16/06/2018, quando foram registras 4°C.

Figura 13 – Mapa de temperatura de superfície do outono 16/06/2018.



Fonte: Autores, 2019.

Diante da situação sinótica ilustrada anteriormente, o mapa das temperaturas de superfície (Figura 13), apresenta uma amplitude de $14,5^{\circ}\text{C}$, no qual foi registrado uma máxima de $20,5^{\circ}\text{C}$ e uma mínima de $6,0^{\circ}\text{C}$. As áreas que mais são evidentes por maior radiação são as que abrangem a rodovia RS-153, que conta com os bairros do Progresso,

Bela Vista, Atlântico, Industrial, Parque Livia (Figura 8), no qual o seu entorno foi identificado com altas temperaturas.

Na centralidade do perímetro urbano há uma padronização das temperaturas entre 6°C a 15°C desde a Praça dos Bombeiros até por volta da Avenida Maurício Cardoso (principal avenida da cidade) por uma maior área de circulação de ar e também pela presença de árvores localizadas nos canteiros centrais da avenida. Observamos também que há na Rua João Batiston, do lado esquerdo e direito duas áreas com menor temperaturas como a área da Emater/RS Ascar Centro de treinamento, que se justificam por meio de áreas verdes.

Neste episódio de outono, destacamos os bairros Colégio Agrícola, Presidente Vargas, Três Vendas, Santa Catarina, Ipiranga, São Caetano, Dal Molin, Esperança e Morro da Cegonha e a porção central (Figura 8), bem como o setor oeste da área urbana, caracterizados por temperaturas próximas de 6° a 15°C. O Sul e o Leste fazem contorno internamente da área urbana demonstrando espaços densamente construídas e com solo exposto. Sendo assim, conforme Mendonça (2003), mesmo as pequenas e médias cidades, muitas vezes apresentam características que modificam o clima local.

Com base no sistema atmosférico pré-frontal e na temperatura do ar presentes no episódio de outono e através de carta sinótica, gráfico e mapa, pode-se concluir que há uma diferenciação nas temperaturas de superfície com amplitude de 14,5°, baseando-se que onde evidencia-se maiores altitudes também ocorrem as ilhas de frescor. Por outro viés de análise constatou-se que a menor densidade construtiva e a presença de arborização nos canteiros centrais também têm sua influência, somando-se a isso o planejamento urbano faz com que as correntes de ar circulem mais facilmente, livremente em impeditivos.

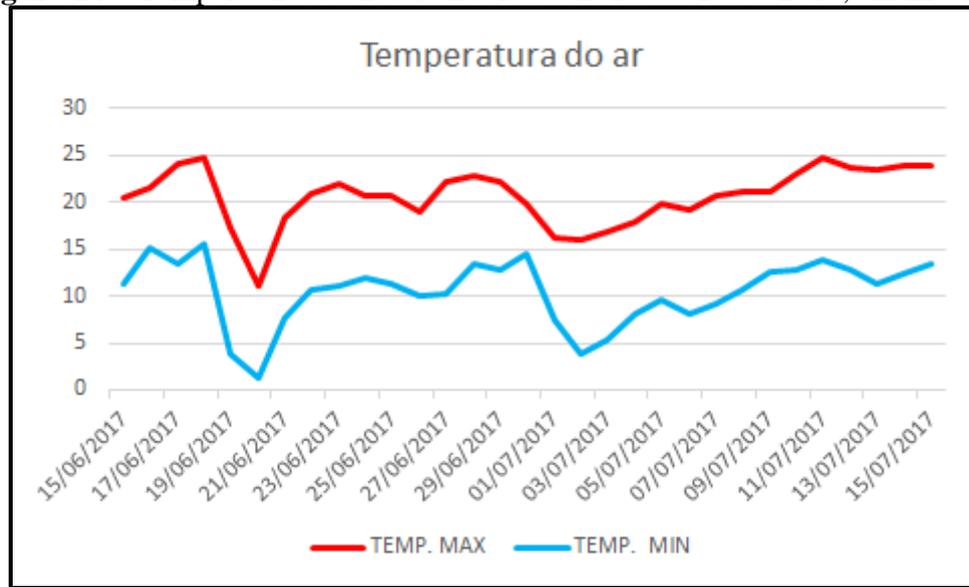
5.2 ANÁLISE DOS DADOS ATMOSFÉRICOS E DE SUPERFÍCIE DE INVERNO

5.2.1 DIA 29/06/2017

O dia 29/06/2017, segundo o CPTEC (2018), é caracterizado pelo tipo de tempo pré-frontal em que as temperaturas tendem a ser mais elevadas quando comparadas com os dias seguintes, com formação de nuvens e possibilidade de chuvas. A área de alta pressão é caracterizada como seca e retira a umidade de altas camadas da atmosfera, enquanto a área

de baixa concentra umidade cometendo assim uma disparidade entre as pressões (ALMEIDA, 2016). No dia 02/07/2017 há atuação de uma frente fria que avança sobre o Estado do Rio Grande do Sul, pode-se constatar esses aspectos observando a Figura 14, onde expressam-se as temperaturas do ar.

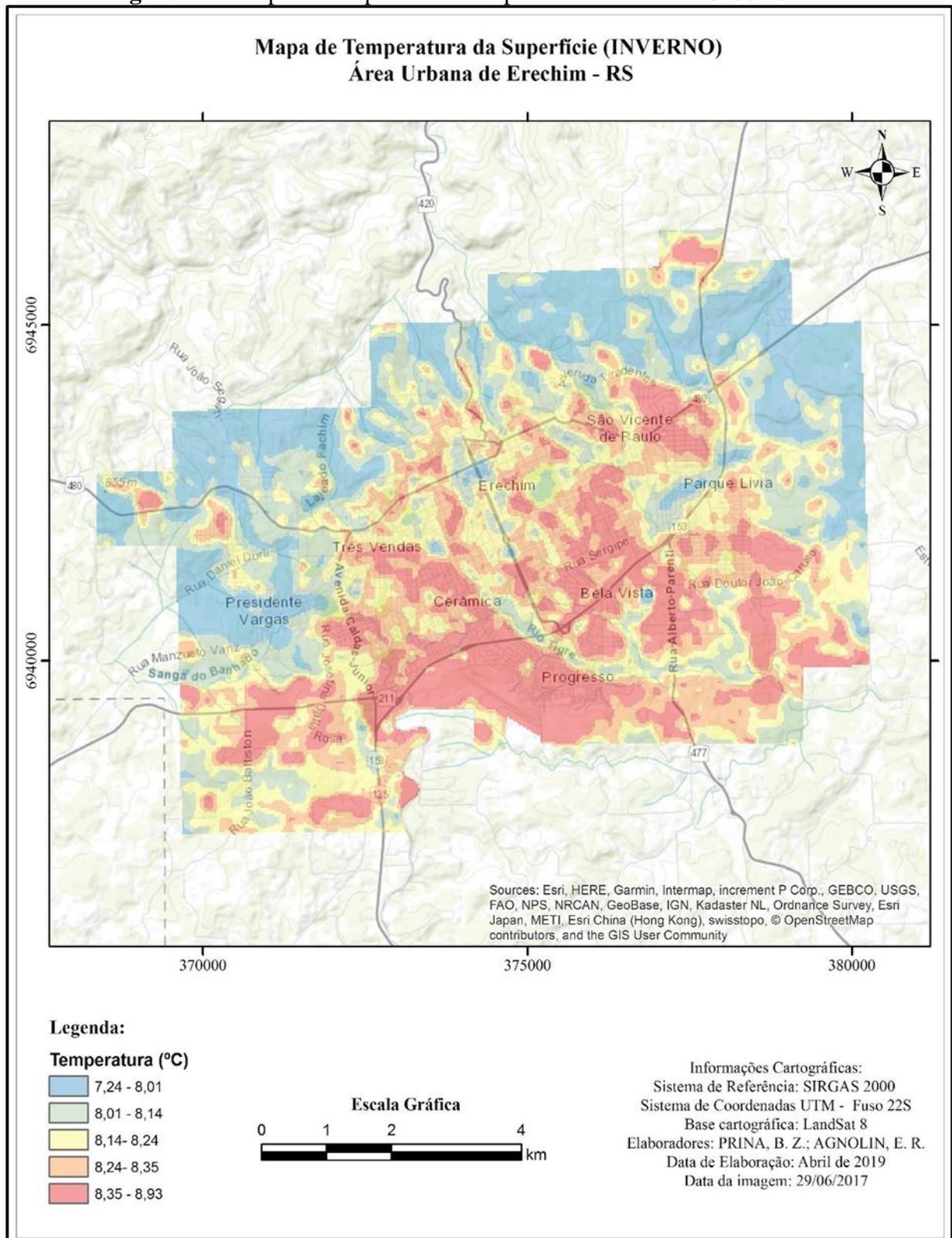
Figura 14 – Temperatura do ar dos dias 15/06/2017 até 15/07/2017, em Erechim.



Organização: os autores. Fonte: CPTEC, 2019.

Neste episódio de inverno, verificamos uma máxima na temperatura de superfície de 9°C e uma mínima de 7,2°C, resultando em uma amplitude térmica de 1,8°C, ou seja, baixa amplitude térmica nas temperaturas de superfície (Figura 15).

Figura 15 – Mapa de temperatura de superfície do inverno 29/06/2017.



Fonte: Autores, 2019.

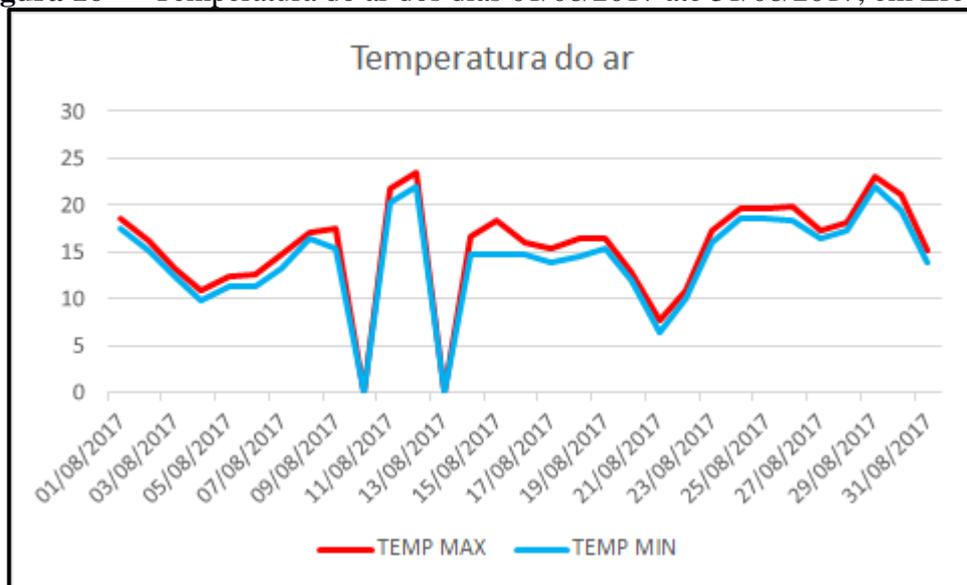
Identificamos os registros de temperaturas mais elevadas, nos bairros São Vicente de Paulo, Três vendas, Cerâmica, Progresso, Aeroporto, Parque industrial, Atlântico, (Figura

08). Pontos máximos de registros são identificados na porção oeste da Avenida Sete de Setembro onde se identificam amenidades de temperaturas devido a presença de um corredor de frescor no entorno do canal fluvial do Rio Tigre (Figura 08). Temperaturas mais baixas também foram encontradas na porção norte resultantes de algumas áreas vegetais (Figura 07) e de altitude mais elevadas (Figura 09).

5.2.2 DIA 15/08/2017

Segundo o CPTEC (2018), nos dias 12 e 13 de agosto de 2017 ocorreram chuvas fortes e frente fria para todo o Estado do Rio Grande do Sul, associado a variações bruscas na temperatura (Figura 16). O dia 15/08/2017, está sob a atuação do domínio de uma massa de ar polar (mPa) caracterizada como fria e seca.

Figura 16 – Temperatura do ar dos dias 01/08/2017 até 31/08/2017, em Erechim.



Organização: os autores. Fonte: INMET, 2018.

Desta forma, explica-se a amplitude do dia 15/08/2017, pois após a passagem de uma frente fria as temperaturas do ar tendem a ser baixas, deixando a temperatura do solo também mais frias, com isso podemos identificar a radiação em diferentes materiais construtivos em diferentes vegetações.

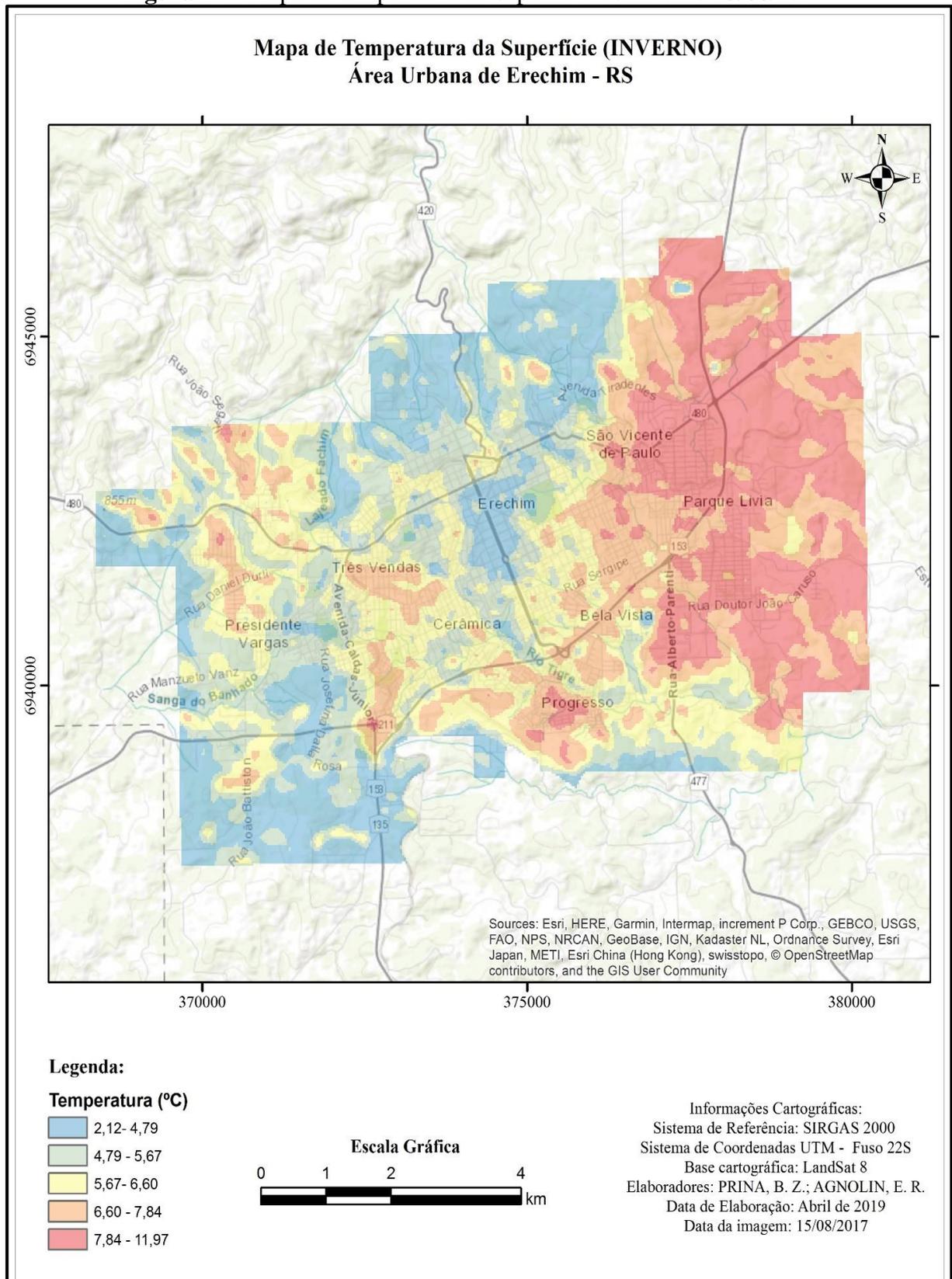
O dia 19 caracteriza-se pelo sistema pré-frontal, acumulado, granizo, ventanias com temporais; o dia 20 apresenta os sistema pré-frontal e frente fria, além e acumulados, ventania e granizo; o dia 21 demonstra geadas e declínio da temperatura em concomitância com a massa de ar frio atuante; os dias 26 e 27 tem a ocorrência de chuvas fortes.

No anexo B, podemos identificar que a porção Sul da América do Sul está sob domínio de uma massa de ar polar (mPa) tem aspecto frio e seca, atua no inverno em quase todas as regiões do Brasil menos no Norte e Nordeste, por meio das frentes frias, e de frentes estacionárias podendo assim precipitar vários dias seguidos, as mesmas, originam-se entre o Polo Sul e a Patagônia, no Oceano Atlântico.

Identificou-se no anexo B, que ao sul da coordenada 20°S, a alguns dias passou por uma frente fria, caracterizada na carta por uma linha contínua com triângulos azuis, além de sobre o Rio Grande do Sul estar uma alta pressão e na porção oeste sob a Argentina uma baixa, observa-se a curvatura ciclônica, contornada pelos ramos do Jato Subtropical (JST) e norte do Jato Polar (JPN), no texto acima conceituado por Pezzi, Rosa, Batista (1966).

Após analisarmos a Figura 17, verificou-se que o setor Leste da cidade é onde há maior ocorrência de ilhas de calor, neste verificamos principalmente a ocorrência de solo exposto por conta de novos loteamentos (Figura 7), ou seja, área de expansão urbana em uma mescla com áreas agrícolas que são expressas nestas localidades por serem caracterizadas como franja urbana. Identificou-se também, como temperatura máxima o valor de 11°C, já para a temperatura mínima registrou-se o valor de 2,1°C, gerando, dessa forma, uma amplitude térmica de 8,9°C.

Figura 17 - Mapa de temperatura de superfície do inverno 15/08/17.



Fonte: os autores, 2018.

Importante destacar que a BR-153 e área do interno a esta (circundante) os bairros que registraram maiores temperaturas (11°C), como o Distrito Industrial, Atlântico, Novo

Atlântico, Florestinha, Linho, Copas Verdes, José Bonifácio, Estevam Carraro, Progresso, Aeroporto.

Na poção Leste da área urbana, parte do bairro Paiol Grande e também do bairro Três Vendas, FRINAPE, o bairro Cerâmica e o Koller, também são identificadas ilhas de calor. Trata-se de bairros com solo exposto e no qual verificou-se que o aumento da temperatura está também associado a função dos materiais construtivos nestas localidades

Podemos exemplificar com o ocorrente na direção Noroeste da Figura 17, onde localizam-se dois pavilhões metálicos, os quais com a radiação esquentam rapidamente e esfriam rapidamente. Diante disso, devemos nos voltar a observação para a utilização dos materiais de cobertura refletivos como o alumínio ou aço, metais ferrosos podem absorver mais a entrada de radiação solar (HASSAB & TIMMONS, 1989).

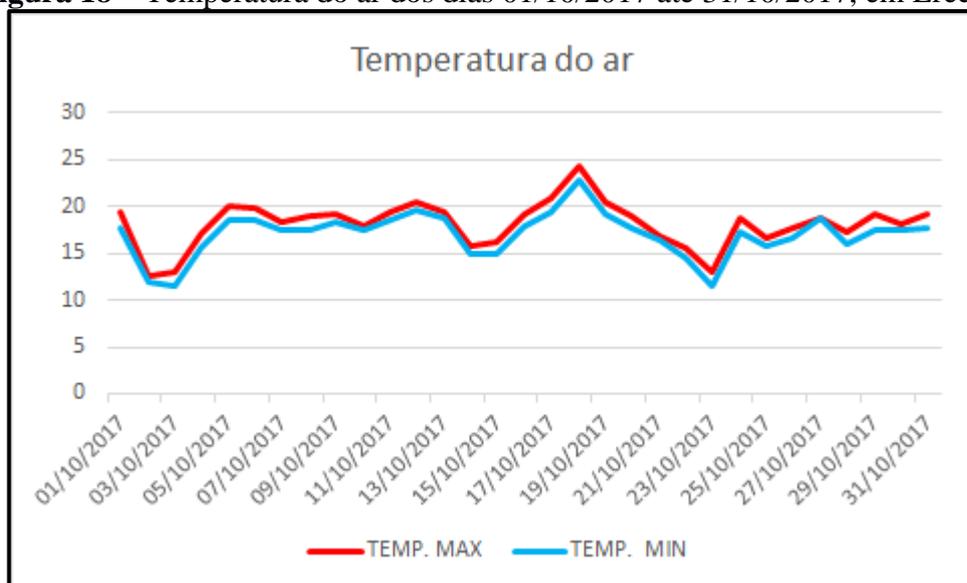
5.3 ANÁLISE DOS DADOS ATMOSFÉRICOS E DE SUPERFÍCIE DE PRIMAVERA

5.3.1 DIA 03/10/2017

Identificou-se no gráfico (Figura 18), para a primavera temperatura do ar com máximas de cerca de 24° e mínima de 12°C de temperatura do ar, fazendo com que durante o dia haja uma amplitude de 12°C

Na análise da primavera, no dia 13/10/2017 há o ponto mais baixo de temperatura, que por sua vez demonstra que a temperatura do ar teve uma diminuição no dia 24/10/2017, e uma alta no dia 17/10/2017.

Figura 18 – Temperatura do ar dos dias 01/10/2017 até 31/10/2017, em Erechim.

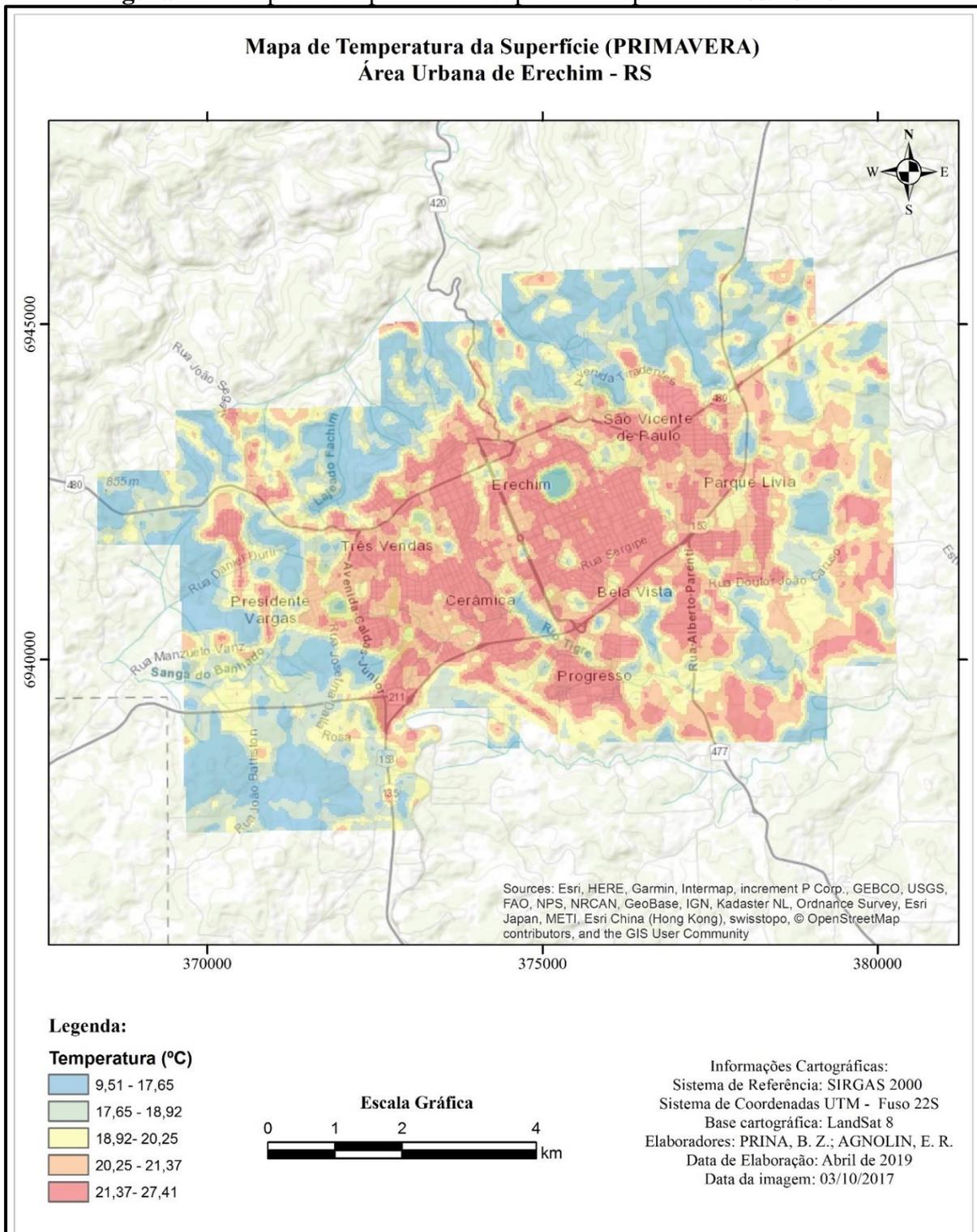


Organização: os autores. Fonte: CPTEC, 2018.

Segundo o CPTEC (2018), podemos identificar na imagem de satélite, anexo B deslocamento de um novo cavado na troposfera média, sobre a Argentina, o que combinado com a intensificação do JBN, mantém as condições de instabilidade sobre a Região Sul do Brasil, no entanto os maiores acumulados devem ocorrer principalmente entre o oeste e campanha no RS, e o Uruguai. O avanço do referido cavado em níveis médios, que provocará advecção de vorticidade ciclônica e a forte advecção quente sobre a região da Bacia do Prata, basicamente para a região sul avanço da frente fria, provocando forte instabilidade e acumulados expressivos de chuva entre o nordeste da Argentina, norte do Uruguai, Paraguai e o RS.

Diante disso, analisou-se a Figura 19, que expressa a malha urbana da cidade desenhada demonstrando os locais no qual há maior incidência de ilhas de calor e frescor urbano, nele verificamos solo exposto por conta de novos loteamentos e áreas verdes que amenizam as temperaturas onde estão inseridas (Figura 7), e também com maior intensidade em locais onde há a impermeabilização do solo por meio dos materiais construtivos como o asfaltamento de vias.

Figura 19 – Mapa de temperatura de superfície da primavera 03/10/2017.



Fonte: os autores, 2018.

Identificamos como maior incidência de ilhas de calor o Bairro Atlântico podendo chegar a 26°C. Desta forma, destacou-se uma amplitude térmica de 22°C chegando a uma máxima de temperatura da superfície de 26° C e uma mínima de 4° graus. Nos pontos de menor temperaturas podemos identificar também uma baixa na altimetria de 589 metros

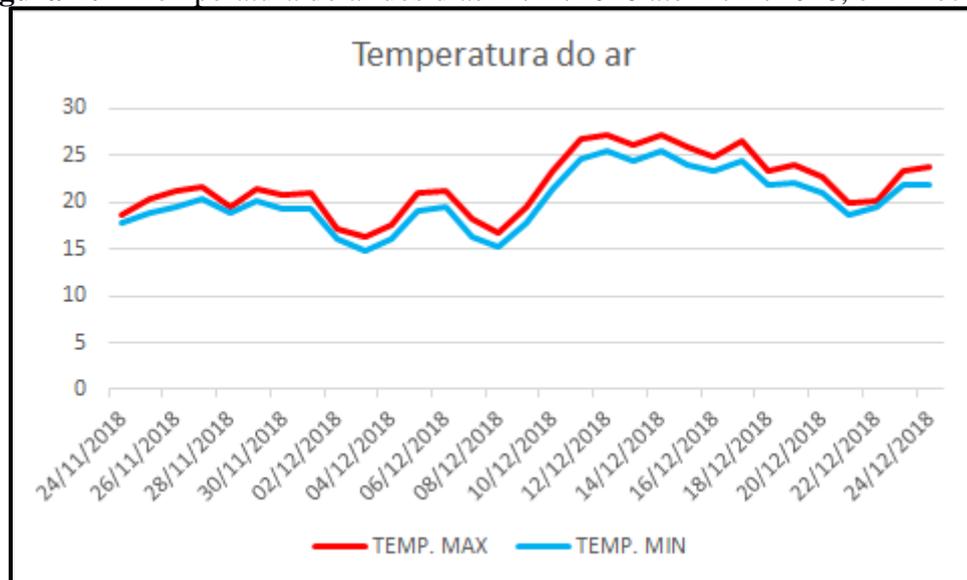
(Figura 9), o que vem a influenciar na temperatura, juntamente com a vegetação (Figura 7) e os materiais construtivos.

5.3.2 DIA 09/12/2018

Na carta sinótica do dia 09/12/2018, conforme o anexo B, podemos identificar a atuação de uma alta pressão identificada pela atuação de uma massa Tropical Atlântica, bem como, pela presença de uma baixa pressão atmosférica. O anticiclone (alta pressão) que interfere no tempo do Rio Grande do Sul formando uma crista nesta direção que gera a subsidência forçada que inibe a formação de nebulosidade significativa em grande parte destas áreas.

No examinar o gráfico da Figura 20, observa - se que as menores temperaturas registradas 15°C, ocorreram nos dias 03/12/2018 e 09/12/2018, bem como a maior foi de 27°C no dia 12/12/2018. Em suma, no dia de análise do evento, 09/12 os sistemas atmosféricos atuantes identificam um aumento gradual da temperatura durante o período de entre 08/12 com a máxima do registro em 12/12.

Figura 20 – Temperatura do ar dos dias 24/11/2018 até 24/12/2018, em Erechim.



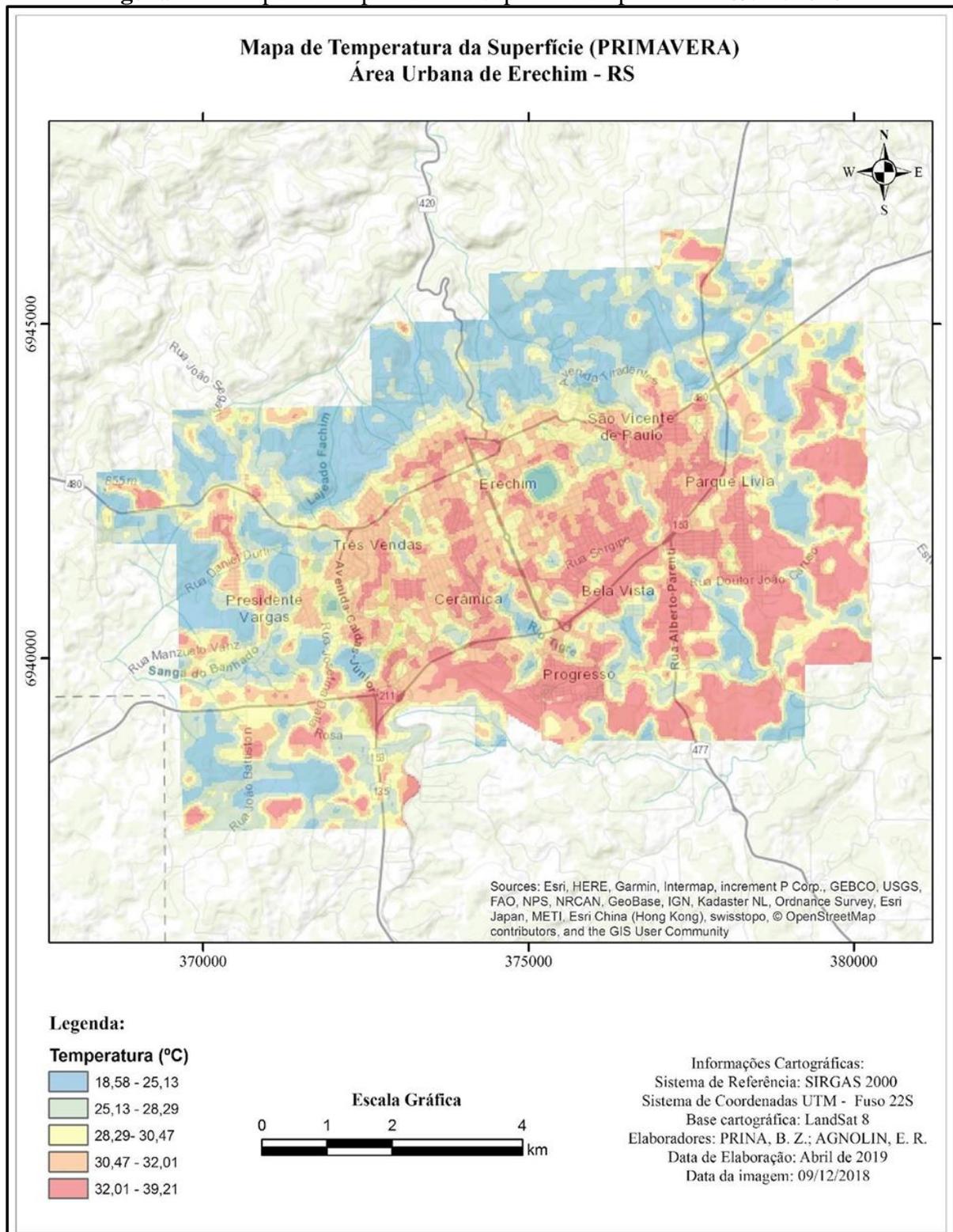
Organização: os autores. Fonte: CPTEC, 2019.

Constata-se na Figura 21 uma amplitude térmica de 20,6°C. No presente episódio de primavera verifica-se que a porção sudeste apresenta maior intensidade de temperatura de superfície chegando a 39,2°C.

Fica bem expressa a malha urbana em específico os Bairros Progresso, Aeroporto, Bela vista, Distrito Industrial, Atlântico, Parque Livia, Copas Verdes, José Bonifácio, Florestinha e na posição central da figura os bairros Cerâmica, São Cristóvão, Espírito Santo, em amarelo é verificável a área de transição de temperaturas de 26°C a 30°C e em azul as temperaturas mais frias chegando a 18°C expressos no mapa por áreas verdes como o Parque Natural Municipal Longines Malinovsky e os córregos Rio Tigre, Sanga do Banhado, Lajeado Fachim.

O arranjo vegetacional reduz a magnitude das ilhas de calor urbanas, pois além de proporcionar sombras pela copa, também ocorre o processo de evapotranspiração que aumenta a umidade e assim sucessivamente a temperatura do ar (GARTLAND, 2010).

Figura 21 – Mapa de temperatura de superfície da primavera 09/12/2018.



Fonte: Autores, 2019.

Diante disso, expressa a malha urbana em específico os Bairros Progresso, Aeroporto, Bela vista, Distrito Industrial, Atlântico, Parque Livia, Copas Verdes, José Bonifácio, Florestinha e na posição central da figura os bairros Cerâmica, São Cristóvão, Espírito Santo,

em amarelo é verificável a área de transição de temperaturas de 26°C a 30°C e em azul as temperaturas mais frias chegando a 18°C expressos no mapa por áreas verdes como o Parque Natural Municipal Longines Malinovsky e os córregos Rio Tigre, Sanga do Banhado, Lajeado Fachim.

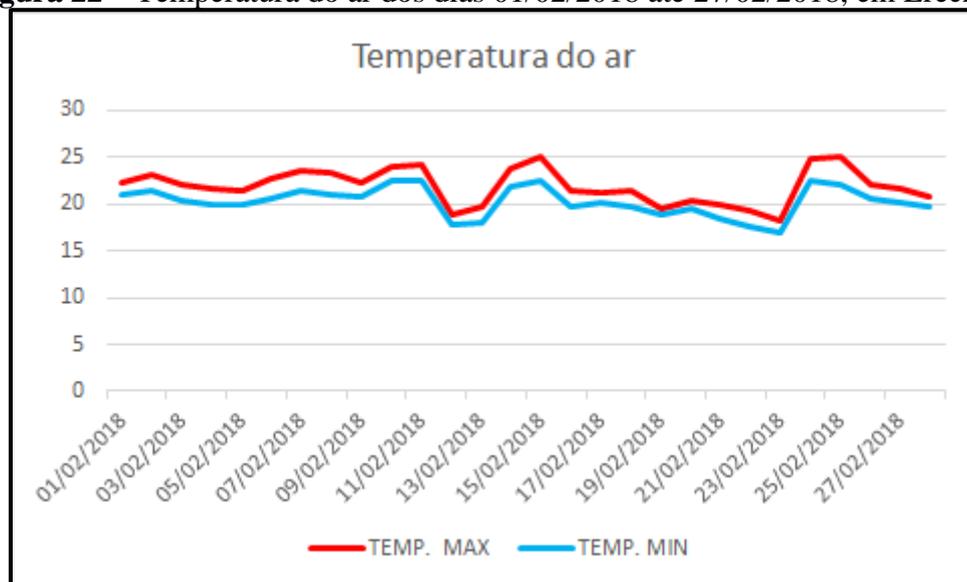
5.4 ANÁLISE DOS DADOS ATMOSFÉRICOS E DE SUPERFÍCIE DE VERÃO

5.4.1 DIA 24/02/2018

Identificou-se no gráfico (Figura 22), para o verão temperaturas máximas com cerca de 27° e mínima de 18°C de temperatura do ar, fazendo com que durante o dia haja uma amplitude de 9°C. No dia 24/02/2018 há o ponto mais alto de temperatura, que por sua vez demonstra que a temperatura do ar teve um aumento significativo em relação ao dia 21/02/2018.

Segundo o CPTEC (2018), neste mês há a atuação da ZCAS, que é conduzida de acordo com o deslocamento do sistema frontal no oceano, que terá deslocamento lento e gradativo para nordeste, que por sua vez será deslocada através do avanço do cavado nos níveis mais elevados provocando algumas alterações na temperatura.

Figura 22 – Temperatura do ar dos dias 01/02/2018 até 27/02/2018, em Erechim.



Fonte: CPTEC, 2018.

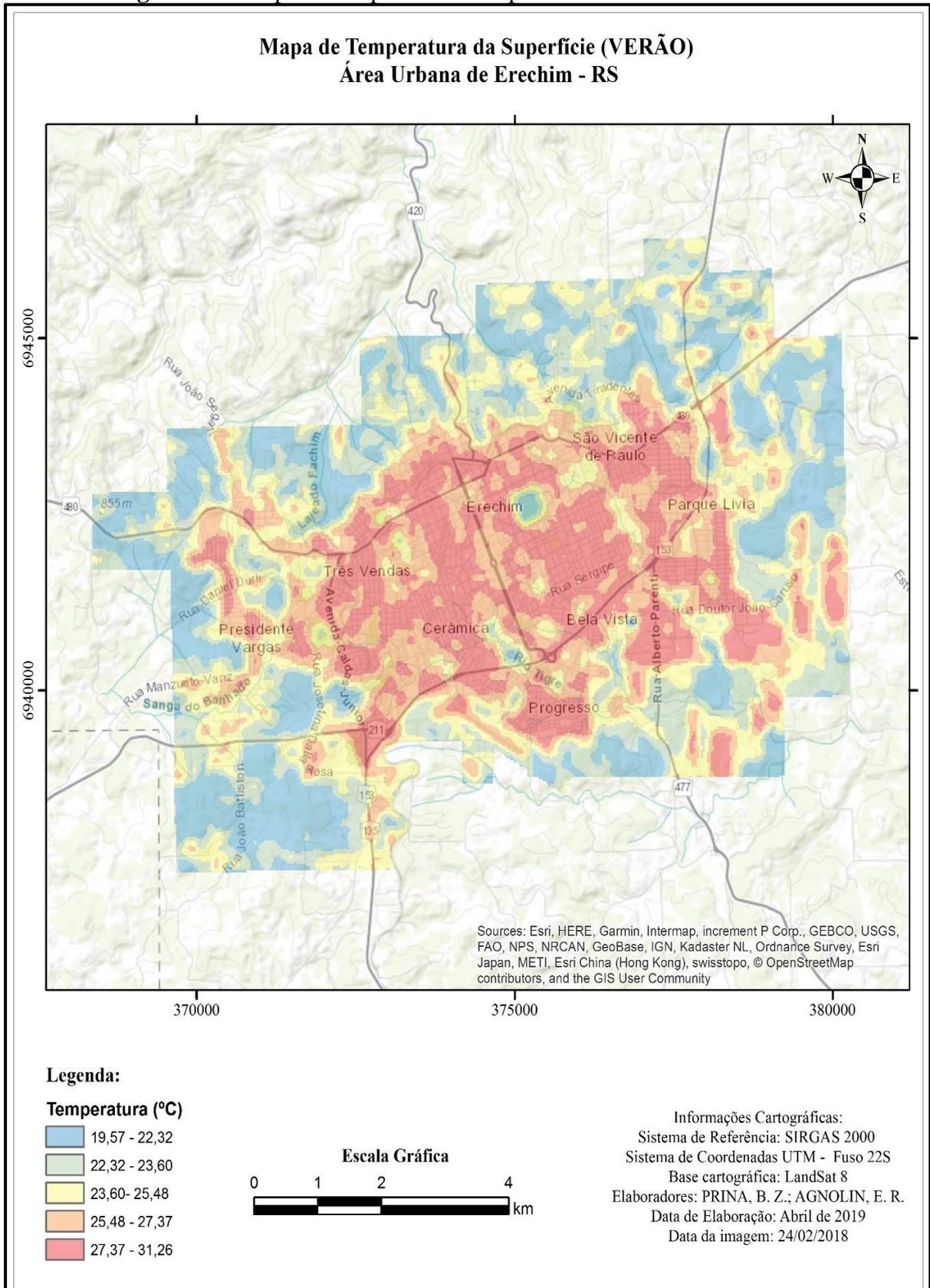
Verificamos que sobre o Brasil está ocorrendo a atuação dos fenômenos atmosféricos como a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS). Com a atuação da ZCAS nos dias 24/02/2018, 25/02/2018, a instabilidade mais

significativa deverá atuar entre as Regiões Sudeste, Centro-Oeste e Norte do Brasil, entre o MA e PI também e chegando ao sul e oeste da BA.

Com isso, o cavado que é uma região alongada de relativa de pressão atmosférica baixa, se desloca em direção ao RS, que junto ao escoamento de leste em baixos níveis, deixa instável a parte do Sul do Brasil.

Após analisarmos a Figura 23, verifica-se, que está bem expressa a malha urbana da cidade desenhada demonstrando os locais no qual há maior incidência de ilhas de calor urbano, nele verificamos solo exposto por conta de novos loteamentos (Figura 7), e também com maior intensidade em locais onde há a impermeabilização do solo por meio dos materiais construtivos como o asfaltamento de vias.

Figura 23 – Mapa de temperatura de superfície do verão 24/02/2018.



Fonte: Os autores, 2018.

Podemos citar como referência mais na porção sul da cidade a BR -153 e circundante

a ela os bairros com maior temperatura chegando a 32 °C, como o Distrito Industrial, Atlântico, Progresso e Cristo Rei.

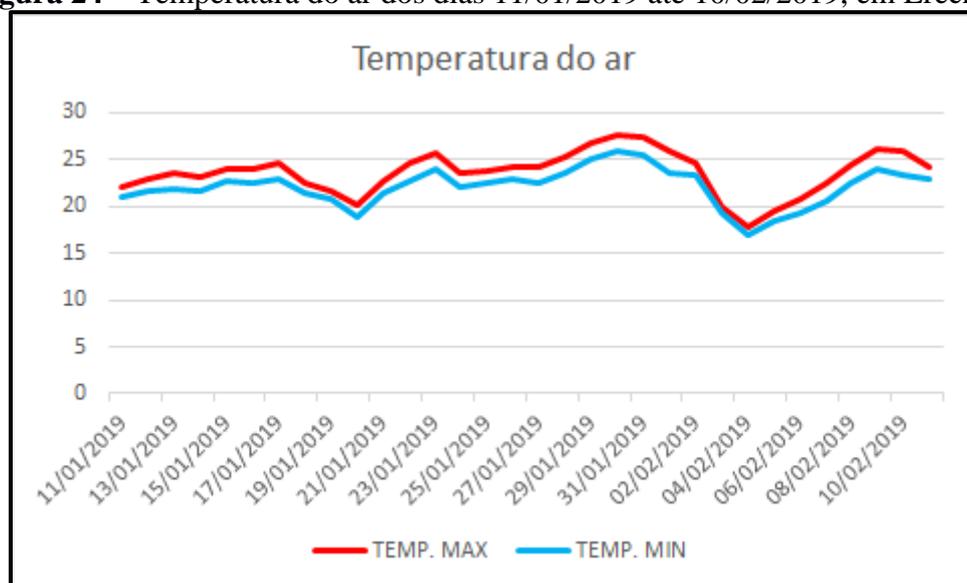
5.4.2 DIA 21/01/2019

No dia 21/01/2019 na carta sinótica (Anexo B), identificou-se a presença de uma alta pressão atmosférica sobre o Estado de Santa Catarina, bem como a presença de uma alta pressão sobre o oceano atlântico e ainda, uma frente fria que em sua trajetória se desviava para o litoral do Rio Grande do Sul.

Com relação aos registros de temperatura do ar, o gráfico da Figura 24, apresenta temperaturas do ar superiores a 15°C e registro máximo de 28°C. São identificadas duas baixas nas temperaturas, uma no dia 20/01/2019 com 19°C e outra no dia 04/02/2019 de 18°C.

Na análise sinótica (Anexo B), 21/01/2019, as temperaturas permaneceram elevadas com média de 23°C caracterizando-se por uma condição de tempo quente e temperaturas elevadas.

Figura 24 – Temperatura do ar dos dias 11/01/2019 até 10/02/2019, em Erechim.



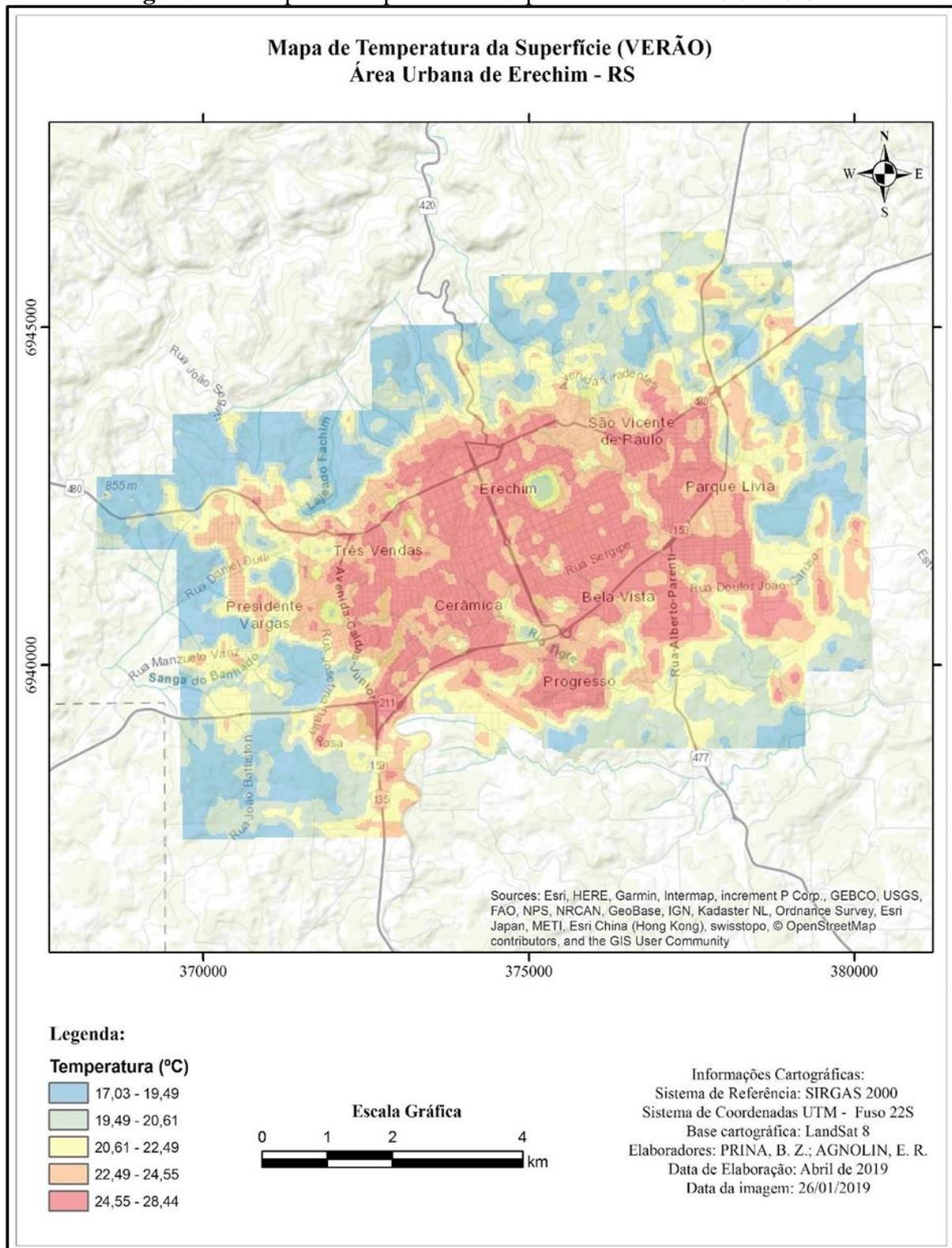
Organização: os autores. Fonte: CPTEC, 2019.

Diante desta configuração de tempo atmosférico, no referido episódio de verão se identificou-se uma amplitude térmica de 11,4°C, no qual as temperaturas mais altas registradas em superfície são de 28,4°C localizadas nos bairros Bela Vista, Cerâmica, Progresso, Distrito Industrial, Linho, Espírito Santo, Koller, Três Vendas, Santa Catarina, São Caetano, FRINAPE (Figura 25).

As áreas em amarelo (Figura 25) registraram variações de 20,6° a 22,4°C, menores temperaturas em torno de 17,0°C identificadas na franja da malha urbana, com maior intensidade na porção noroeste, e com evidencia no Parque Natural Municipal Longines Malinovsky, bem como nas proximidades dos canais fluviais, como no Rio Tigre onde as temperaturas de superfícies são mais frescas (baixas temperaturas quando comparadas com o interno).

Segundo Barbirato e De Souza (2007) o revestimento do solo seja ele composto por massas de água, cobertura vegetal ou revestimento artificial, implicam no clima de caráter local. Os corpos da água provocam aumento da umidade e a vegetação o amortecimento da diferenciação térmica.

Figura 25 – Mapa de temperatura de superfície do verão 26/01/2019.



Fonte: autores, 2019.

Ao concluir a análise dos resultados obtidos em um episódio de verão, observou-se que Erechim está sob a atuação de uma alta pressão atmosférica e com altas temperaturas do ar, caracterizando maior refletância das densidades construtivas e pavimentação, porém há

uma menor temperatura de superfície nas áreas com vegetação, pois a mesma faz com que haja uma menor refletância e maior absorção da radiação solar provocando temperaturas amenas. Verificamos também que nas porções de franja do perímetro urbano há temperaturas mais baixas, juntamente a uma evidência maior do Parque Natural Municipal Longines Malinovsky

Desta forma, corroboramos com as conclusões do autor Saydelles (2005, p. 187), onde,

[...]as modificações impostas ao ambiente natural das cidades pelas atividades humanas deram origem a um clima tipicamente urbano, onde as ilhas de calor ou de frescor urbano aparecem como a mais notável expressão climática involuntária, decorrentes destas alterações.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Considerando que os crescimentos das cidades têm suas particularidades como os aspectos de ocupação do solo, vegetação e uso de diferentes materiais construtivos que influenciam nas características produtoras do espaço urbano verificamos que também alteram as temperaturas da superfície, ou seja, da atmosfera urbana. Portanto, refletem também nas condições de tempo atmosférico atuante na cidade.

Diante disso, identificamos neste trabalho que a vegetação e a altitude, tem grande importância na formação de uma amplitude térmica variada. Verificamos um tempo atmosférico mais frio, com atuação de uma massa de ar polar, que no Outono e Inverno as temperaturas de superfície mais frias se expandem pela malha urbana por meio da altitude dos terrenos, tendo como rios, córregos, e áreas verdes uma porta de entrada para se fixarem fazendo com que as temperaturas de superfície quentes se retraiam ficando sobre as superfícies construídas e sobre o solo exposto de novos loteamentos.

No episódio de Primavera e Verão podemos identificar que as temperaturas de superfície se retraem a espaços com vegetação e o material construtivo da cidade retém mais calor sugerindo a formação de ilhas de calor, neste sentido a altimetria perde espaço para o material construtivo que sobre a atuação de uma Massa Tropical Continental detém a maioria dos espaços urbanos de Erechim.

Frisa-se que os estudos de gradiente térmico relacionado as temperaturas de superfície urbana são importantes, para que o poder público possa tomar as devidas providências em locais demasiadamente frios e em invernos rigorosos, e como a dinâmica atmosférica de Erechim varia conforme a estação do ano, podemos identificar e propor melhorias visando as ilhas de calor.

Conclui-se que as imagens de satélites são uma ótima ferramenta e proporcionam dados sobre as temperaturas das áreas estudadas. Foram encontrados valores diferentes de temperaturas, por possuírem diferentes coberturas do solo, impermeabilização, declividade, construções antrópicas, tipos de vegetação e também a inferência dos tipos de tempo e situação atmosférica, promoveram um efeito que geriu a distribuição e os valores das temperaturas de cada área avaliada.

BIBLIOGRAFIA:**A**

AB'SABER, Aziz Nacib. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. **Geomorfologia, São Paulo**, v. 18, p. 1-23, 1969.

ALBA, E. et al. Identificação de ilhas de calor e sua relação com a fisionomia da paisagem. In: **Geotecnologías, Herramientas para la construcción de una nueva visión del cambio global y su transformación para un futuro sostenible: Libro de Actas de XVII Simposio Internacional en Percepción Remota y Sistemas de Información Geográfica**. 2016. p. 429-438.

ALVES, Daniel Borini; FIGUEIRÓ, Adriano Severo. Vegetação urbana e variabilidade do campo térmico em áreas selecionadas da cidade de Santa Maria (RS). **Revista Geonorte**, v. 3, n. 5, p. 1111–1125-1111–1125, 2012.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. 2000. Tese de Doutorado.

AMORIM, M. C. D. C. T., Dubreuil, V., Quenol, H., & Neto, J. L. S. A. (2009). Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, (7).

AMORIM, MCCT SANTANNA NETO; MONTEIRO, J. L. A. Climatologia Urbana e Regional: Questões teóricas e estudos de caso. São Paulo. **Outras Expressões**, 2013.

AMORIM, M.C.C.T. **DETECÇÃO REMOTA DE ILHAS DE CALOR SUPERFICIAIS**: exemplos de cidades de porte médio e pequeno do ambiente tropical, Brasil. São Paulo, 2015.

AMORIM, M. C. C. T. 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.

ARAUJO, LC de. Memória sobre o clima do Rio Grande do Sul. **Rio de Janeiro: Serviço de Informação do Ministério da Agricultura**, 1930.

ARNIFIELD, A. J. **Two decades of urban climate research**: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. *International journal of climatology*, London, v. 23, n. 1, p. 1–26, 2003.

ASTRONÁUTICA: ensino fundamental e médio / Salvador Nogueira, José Bezerra Pessoa Filho, Petrônio Noronha de Souza. – Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009. 348 p. -- : il. – (Coleção Explorando o ensino ; v. 12).

AZEVEDO, A. L. A classificação climática de Köppen. *Agrossilva*. **Nova Lisboa**, p. 55-60, 1971.

AYOADE, J. O. Introdução a climatologia para os trópicos. 4-Ed. **Brestrand Brasil, Rio de Janeiro**, 2010.

B

BARBIRATO, Gianna Melo; DE SOUZA, Léa Cristina Lucas; TORRES, Simone Carnaúba. **Clima e cidade: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. UFAL, 2007.

BIBLIOTECA DIGITAL DE TESES E DISSERTAÇÕES. Disponível em:

<https://bdtd.ibict.br/vufind/Search/Results?lookfor=ilhas+de+calor+Paran%C3%A1+&type=AllFields&limit=20&sort=relevance>. Acesso em: 20 Ago. 2020.

BARRY, Roger Graham et al. **Atmosfera, tiempo y clima**. Barcelona: Omega, 1985.

BARROS, RS de et al. Avaliação geométrica de imagens ALOS/PRISM níveis 1B2G e 1B2R ortorretificada–estudo de caso: Itaguaí-RJ. **XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)**, v. 14, p. 1243-1250, 2009.

BARROS, Hugo Rogério; LOMBARDO, Magda Adelaide. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo no município de São Paulo-SP. **GEOUSP Espaço E Tempo (Online)**, v. 20, n. 1, p. 160-177, 2016.

BRANDÃO, Rafael Silva. **As interações espaciais urbanas e o clima: incorporação de análises térmicas e energéticas no planejamento urbano**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

BERTALANFFY, Ludwig von, 1901-1972. *General System Theory: Foundation, Development, Applications*. George Braziller, NY

BERTALANFFY, Ludwig von, 1901-1972. *Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações*. [3. ed.]. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008. 360p., il., 21 cm. [ISBN 9788532636904](#)

BORSATO, Victor da Assunção; MENDONÇA, Francisco de Assis. Participação da massa polar atlântica na dinâmica dos sistemas atmosféricos no Centro Sul do Brasil. **Mercator (Fortaleza)**, v. 14, n. 1, p. 113-130, 2015.

BORSATO, Victor. **A dinâmica climática do Brasil e massas de ares**. Editora CRV, 2016.

BUUS de SOUZA, Ronald. **Sensoriamento Remoto: conceitos centrais e plataformas**. Material disponibilizado para curso ofertado pelo centro Regional de Pesquisas-CRS-INPE, 2010.

C

CALDERON, Gabriela. C152a Análise das variações térmicas e higrométricas em Tapejara/PR: Um estudo para o período de inverno / Gabriela Calderon. - Presidente Prudente: [s.n], 2017 171 f.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. *A cidade*. 2. reimp. **São Paulo**, 2009.

CASTRO, Frederico do Valle Ferreira; SOARES FILHO, Britaldo Silveira; VOLL, Eliane. *Cartografia temática*. **Belo Horizonte: UFMG**, 2004.

CLAVAL, Paul. **Epistemologia da Geografia**. Florianópolis: Editora. UFSC, 2011.

COSTA, Eduino Rodrigues da. **O campo térmico e a qualidade ambiental urbana em Chapecó/SC**. 2015.

CLARK, D. *Introdução à Geografia Urbana*. São Paulo: Difel, 1985. CORAGGIO, J. L. "Possibilidades de um planejamento territorial para a transição na América Latina". **In: Espaço e Debates**. Nº 20. São Paulo: NERU, 1987. p. 63-94.

CHECHI, Leonardo; DE OLIVEIRA SANCHES, Fabio. Análise de uma série temporal de precipitação para Erechim (RS) e um possível método de previsão climática Analysis of a series of precipitation for Erechim (RS) and a method of possible climate prediction. **AMBIÊNCIA**, v. 9, n. 1, p. 43-55, 2013.

COELHO, M. A.; TERRA, L. *Geografia Geral: o espaço natural e socioeconômico*. **Moderna**. p. 122 e 123. 2001).

COELHO, André Luiz Nascentes. Uso de Produtos de Sensoriamento Remoto para Delimitação de Área Efetivamente Inundável: estudo de caso do baixo curso do rio Benevente Anchieta-ES. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 4, n. 2, p. 53-63, 2010.

COELHO, André Luiz Nascentes; CORREA, Wesley de Souza Campos. Temperatura de Superfície Celsius do Sensor TIRS/Landsat-8: metodologia e aplicações. **Revista Geográfica Acadêmica**, v. 7, n. 1, p. 31-45, 2013.

COLLISCHONN, E. *O campo térmico da região metropolitana de Porto Alegre: Uma Análise a partir da Interação das variáveis ambientais na definição do clima local*. 1998. 155f.

1998. Tese de Doutorado. Dissertação (**Mestrado em Geografia**) –**Departamento de Geografia/CFCH/UFSC**, Florianópolis.

COSTA, Eduino Rodrigues da et al. O CAMPO TERMO-HIGROMÉTRICO INTRA-URBANO E A FORMAÇÃO DE ILHAS DE CALOR E DE FRESCOR URBANAS EM SANTA MARIA/RS. 2009.

CPTEC, Centro de Previsões do Tempo Estudos climáticos. Disponível em: <https://www.cptec.inpe.br/>. Acesso em: 12 jan.2018.

CYMBALISTA, Renato. A trajetória recente do planejamento territorial no Brasil: apostas e pontos a observar. **Revista paranaense de desenvolvimento**, n. 111, p. 29-45, 2006.

COREDEs (2010). Disponível em: <https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/grau-de-urbanizacao>. Acesso em: 03 Abr. 2020.

CLIMATEMPO. Disponível em: <https://www.climatempo.com.br/noticia/2020/01/29/o-que-e-a-zcas-e-como-este-sistema-se-forma--1565>. Acesso em: 14 Ago.2020.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. A metrópole de São Paulo no contexto da urbanização contemporânea. **Estudos avançados**, v. 23, n. 66, p. 303-314, 2009.

CHANDLER, Tony John. **The climate of London**. Hutchinson, 1965.

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. Editora Blucher, 1980.

CHRISTOFOLETTI, Antônio. Concepções geográficas na análise do sistema ambiental. **2º Encontro Nacional de Estudos sobre meio ambiente. –Florianópolis. Departamento de Geociências UFSC**, p. 206-218, 1989.

CHRISTOFOLETTI, A. Implicações climáticas relacionadas com as mudanças climáticas globais. **Boletim de Geografia Teórica. Rio Claro**, v. 23, n. 45-46, p. 18-31, 1993.

CRUZ, Olga. Alguns conhecimentos básicos para a fotointerpretação. In :AerofotoGeografia 25. São Paulo: IGEOG/USP, 1981.

D

DANNI, I. M. A ilha térmica de porto alegre (Monografia), Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1980.

DANNI, I. M. Aspectos temporo-espaciais da temperatura e da umidade relativa de Porto Alegre–RS em janeiro de 1982: uma contribuição ao estudo do clima urbano. São Paulo, 1987. 129f. Tese de Doutorado. **Dissertação (Mestrado em Geografia) -Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas**, Universidade de São Paulo.

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 LUCENA, Andrews José. O CAMPO TÉRMICO NA ZONA OESTE DO RIO DE JANEIRO. **Geo UERJ**, v. 2, n. 17, 2007.

DE LUCENA, Andrews José. O sistema clima urbano da zona oeste/RJ: Uma contribuição ao monitoramento e análise em sistemas ambientais. **Geoambiente on-line**, n. 15, p. 01-20 pág., 2010.

DE LUCENA, Andrews José et al. Ilhas de calor e eventos de precipitação na região metropolitana do Rio de Janeiro (RMRJ). 2011.

DE LUCENA, Andrews José. Notas conceituais e metodológicas em clima urbano e ilhas de calor. **Revista Continentes**, n. 2, p. 28-59, 2013.

Anjos, M., Lopes, A., Alves, E. D. L., & de Lucena, A. J. (2017). Rede climatológica de mesoescala aplicada ao estudo da Ilha de Calor Urbano: o caso de Aracaju-SE. *Caminhos de Geografia*, 18(62), 203-216.

DE LUCENA, Andrews José et al. A evolução da ilha de calor na região metropolitana do Rio de Janeiro. **Revista Geonorte**, v. 3, n. 9, p. 8–21-8–21, 2012.

DE MORAES, Elisabete Caria. CAPÍTULO 1 FUNDAMENTOS DE SENSORIAMENTO REMOTO. 2002.

DECIAN, Vanderlei Secretti et al. Análise e zoneamento ambiental da área de proteção ambiental dos rios Ligeirinho e Leãozinho (Erechim, RS). 2012.

DIAS M. A. F. DA S; JUSTI DA SILVA, M. G. A. 1/ Para entender tempo e clima. **In: CAVALCANTI, Iracema FA. Tempo e clima no Brasil**. Oficina de textos, 2009.

DIAS, Carlos. Meteorologia Geral. Disponível em: <<http://www.abaxodezero.com/index.php?/topic/5557-esta%C3%A7%C3%B5es-automaticas-do-inmet/>>. Acesso em: 28 Mai. 2020.

DUMKE, L. M. S. Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba (AURMC). (Tese de Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

DORIGON, Larissa Piffer. Clima urbano em Paranavaí/PR: análise do espaço intraurbano. 2015.

E

EITEN, George. **Classificação da vegetação do Brasil**. 1983.

ENGESAT. Disponível em: <https://www.engesat.com.br/wp-content/uploads/Bandas-espectrais-Landsat-8-OLI.png>. Acesso em: 18 Ago. 2020.

EPA. Disponível em: <https://www.epa.gov/climate-research/modeling-interactive-effects-nitrogen-deposition-and-climate-change-terrestrial>, 2020. Acesso em: 14 Ago. 2020.

F

FERREIRA, Leilaine de Fátima; CARRILHO Silvio Tavares;; MENDES, Paulo Cezar. Áreas verdes urbanas: uma contribuição aos estudos das ilhas de frescor. *Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium*, Ituiutaba, v. 6, n. 2, p. 101-120, jul./dez. 2015. Página | 120 Urbanismo, Universidade de Brasília, 2009. Disponível em: <<http://repositorio.unb.br/handle/10482/7597?mode=full>> Acesso em: 25 julho 2019.

FURLAN, André Ricardo et al. Risco de inundação nas bacias hidrográficas dos rios Henrique e Suzana na área urbana de Erechim, Rio Grande do Sul, Brasil. 2019.

FIALHO, Edson Soares; DE SOUZA ALVES, Rafael; DE SOUZA ALVES, Adriano. Interações entre clima e sítio em situação sazonal de inverno: um estudo de caso em cidades da zona da mata mineira. **Revista GeoNorte**, v. 3, n. 5, p. 916–931-916–931, 2012.

FIALHO, Edson Soares. **Ilha de calor em cidade de pequeno porte: Caso de Viçosa, na Zona da Mata Mineira**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FIGUEIREDO, Divino. Conceitos básicos de sensoriamento remoto. **São Paulo**, 2005.

FLORENZANO, Teresa G. **Imagens de satélite para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002.

FLORENZANO, T. G. Iniciação em sensoriamento remoto: Imagens de Satélite para estudos ambientais. 2ª ed. Oficina de Textos, 2007. 101p.

FLORENZANO, Tereza Gallotti. Sensoriamento remoto para geomorfologia. **Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos**, p. 36-71, 2008.

G

GERMANO, P. J. M. M. T. **Investigação multitemporal de ilhas de calor e de frescor em Maringá, Paraná, utilizando imagens do satélite landsat 5 – 2000 a 2010. 2012.** 99 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) - Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2012. Disponível em: Acesso em 25 julho 2019.

GONZALEZ, Dominique Elena Giordano. Análise dos efeitos do albedo no microclima de cânions urbanos. 2015. 175 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2015.

GOMES, Marcos Antônio Silvestre; SOARES, Beatriz Ribeiro. A vegetação nos centros urbanos: considerações sobre os espaços verdes em cidades médias brasileiras. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 1, n. 1, p. 19-29, 2003.

GOMES, H. “Geografia e planejamento”. In: Boletim Paulista de Geografia. Nº 61. São Paulo: AGB, 2º semestre 1984. p. 119-131.

GUERRA, A.J.T; CUNHA, S. B. Impactos ambientais urbanos no Brasil. Rio de Janeiro:Bertrand Brasil, 2001.

H

HACK, John Tilton. **Interpretation of erosional topography in humid temperate regions.** Bobbs-Merrill, 1960.

HANN, J.F.. Handbuch **der Klirnatologie.** Wien. 1882.

HASSAB, P.; TIMMONS, M. Climate control principles for open type housing. Pigs, Netherlands, v.5, n.4, p.20-23, 1989.

HOWARD, Luke. **The Climate of London: deduced from Meteorological observations, made at different places in the neighbourhood of the metropolis.** W. Phillips, George Yard, Lombard Street, sold also by J. and A. Arch, Cornhill; Baldwin, Cradock, and Joy, and W. Bent, Paternoster Row; and J. Hatchard, Picadilly, 1818.

HOPPE, Ismael Luiz et al. O campo termo-higrométrico e a qualidade ambiental urbana em Salto do Jacuí/RS. 2018.

I

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 20 jan. 2018.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/>. Acesso em: 12, jan, 2018.

IPCC. Jia, G., E. Shevliakova, P. Artaxo, N. De Noblet-Ducoudré, R. Houghton, J. House, K. Kitajima, C. Lennard, A. Popp, A. Sirin, R. Sukumar, L. Verchot, 2019: Land–climate interactions. In: **Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems** [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M, Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. In press.

IPEA. Disponível em:
https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=27266.
 Acesso em: 14 Ago. 2020.

J

JENSEN, J. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**. Uma Perspectiva em Recursos Terrestres. Trad. José Carlos Neves Epiphany. São José dos Campos. SP Ed. Parêntese, 2009.

K

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. 215-224, 2016.

KOSENIESKI, É.M.; SPINELLI, J. Estrutura e Infraestrutura Urbana: Um diálogo com Erechim, RS. IN: **Geografia da Fronteira Sul: Construindo e compartilhando experiências** (Org.) Juçara Spinelli, Kátia Kellen da Rosa. Tubarão: Editora Copiart; [Erechim]: UFFS, 2016.

KÖPPEN, Wladimir. Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. **Geographische Zeitschrift**, v. 6, n. 11. H, p. 593-611, 1900.

KRÜGER, Eduardo; ROSSI, Francine. Quantificação da ilha de calor de Curitiba considerando aspectos de estabilidade atmosférica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 4, p. 394-404, 2015.

KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. *Disciplinarum Scientia, Série: Ciências Exatas*, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2001.

KUINCHTNER, Angélica. Variabilidade da temperatura atmosférica superficial no planalto meridional-riograndense. 2006.

L

LANDSBERG, Helmut E. The climate of towns. **Man's Role in Changing the Face of the Earth**, v. 2, p. 584-606, 1956.

LOMBARDO, Magda Adelaide. **Ilha de calor nas metrópoles: o exemplo de São Paulo**. Editora Hucitec com apoio de Lalekla SA Comércio e Indústria, 1985.

M

MACHADO, Cláudia A. Soares & QUINTANILHA, José Alberto. 2008. Módulo de treinamento: Sistemas de informações geográficas (sig) e geoposicionamento: Uma aplicação urbana. Apostila teórica 1: Sensoriamento remoto.

MARTONNE, Emmanuel de. *Traité de Géographie Physique*, trad. port. **Panorama da Geografia**, v. 1, 1953.

MURARA, Pedro G.; MENDONÇA, Magaly; BONETTI, Carla. O clima e as doenças circulatórias e respiratórias em Florianópolis/SC. **Hygeia-Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 9, n. 16, p. 86-102, 2013.

MORENO, J.A. Clima do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura/Seção de Geografia, 1961.

MAIA, Roberta Malinowski et al. Identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade na Microrregião Geográfica de Erechim, RS. 2008.

- MENDONÇA, Francisco de Assis; CONTI, J. B. Clima e o planejamento urbano de cidades de porte médio e pequeno: proposição metodológica para estudo e sua aplicação a cidade de Londrina/pr. 1995.
- MENDONÇA, Francisco; MONTEIRO, CA de F. Clima urbano. **São Paulo: Contexto**, v. 2, 2003.
- MENDONÇA, Francisco de Assis; SOUZA, Adilson Veiga; DUTRA, Denecir de Almeida. Saúde pública, urbanização e dengue no Brasil. **Sociedade & natureza**, v. 21, n. 3, p. 257-269, 2009
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: concepções científicas e escalas de abordagem. **Climatologia: noções básicas e clima no Brasil. São Paulo: Oficina de Textos**, 2007.
- MENDONÇA, Francisco. Riscos e Vulnerabilidades socioambientais urbanos a contingência climática. **Mercator-Revista de Geografia da UFC**, v. 9, n. 1, p. 153-163, 2010.
- MENDONÇA F.; DUBREUIL, V. L'etude du climat urbain au Bresil: Etat actuel et contribution de la teledetection. In: Vicent Dubreuil. (Org.). Environnement et teledetection au Bresil. Rennes: Presses Universitaires de Rennes - PUR, 2002, v., p. 135-146.
- MONTEIRO. A frente polar atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil. São Paulo: ed. da USP, 1969. (Série Teses e Monografias, n.1).
- MONTEIRO, A.; CARVALHO, V. Clima e planejamento regional. **Climatologia urbana e regional: questões teóricas e estudos de caso. São Paulo: Outras Expressões**, p. 93-116, 2013.
- MONTEIRO, CA de F. O clima e a organização do espaço no estado de São Paulo: problemas e perspectivas. **São Paulo: IGEOG/USP**, v. 54, 1976.
- MENDONÇA. O clima urbano de cidades de porte médio e pequeno: aspectos teóricos metodológicos e estudo de caso. In: SANT'ANNA NETO, J. L.; ZAVATINI, J.A. (Org.). Variabilidade e mudanças climáticas-implicações ambientais socioeconômicas. Maringá: ed. da UEM, 2000. p.167-192.
- 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, M. A dinâmica tempo-espacial do clima subtropical na região conurbada de Florianópolis, 2002. Programa de Pós Graduação em Geografia Física. Universidade de São Paulo.
- MENDONÇA, Francisco; DANNI-OLIVEIRA, Inês Moresco. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Oficina de textos, 2017.
- MACHADO, F.P. Contribuição ao Estudo do Clima do Rio Grande do Sul. Rio de Janeiro: IBGE, 1950.
- MOTA, FS da. Estudos do clima do Estado do Rio Grande do Sul, segundo o sistema de W. Köppen. **Revista Brasileira de Geografia**, v. 13, n. 2, p. 275-284, 1951.

N

- NASCIMENTO, M.D.do; SARTORI, M.da G. B. O campo térmico da área urbanizada do campus da UFSM-RS. In: VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. 2006, Rondonópolis-MT. Anais... Rondonópolis: Universidade Federal de Mato Grosso, 2006.
- NETO, João Lima Sant'Anna. Clima e organização do espaço. **Boletim de Geografia**, v. 16, n. 1, p. 119-132, 1998.
- NETO, Joao Lima Sant'Anna. A Gênese da climatologia no Brasil: O despertar de uma ciência. **Geografia**, v. 28, n. 1, p. 5-28, 2003.
- NIMER, Edmon. Ensaio de um novo método de classificação climática: contribuição à

climatologia intertropical e subtropical, especialmente do Brasil. **Boletim de Geografia. Rio de Janeiro**, v. 31, n. 277, p. 141-153, 1972.

NOVO, Evelyn M.L. de M. **Sensoriamento remoto princípios e aplicações**. 4º ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2010.

NOVO, E.M.L.M; PONZONI, F. J. Introdução ao Sensoriamento Remoto. Instituto Nacional de pesquisas Espaciais, Divisão de Sensoriamento Remoto, 2001. Disponível em < http://www.agro.unitau.br/sensor_remoto/apofla.pdf > acesso em 03/07/2020

O

OKE, T. R. **Boundary Layer climates**. Traduzido. Mendonça, F.; Oliveira, I. M. D. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de textos, 2007.

OKE, Timothy R. The distinction between canopy and boundary-layer urban heat islands. **Atmosphere**, v. 14, n. 4, p. 268-277, 1976.

OKE, T.R. (1987) Boundary layer climates, Routledge, 2a Ed , UK. 434p.

OKE, Tim R. Towards better scientific communication in urban climate. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 84, n. 1-3, p. 179-190, 2006.

P

PAVIANI, A. “Geógrafo em atividade de planejamento urbano: ‘projeto Águas Claras’, Distrito Federal”. In: Geografia. v. 9. N. 17-18. Rio Claro: AGETEO, out. 1984. p. 81-100.

PME. Prefeitura Municipal de Erechim. Disponível em: <https://www.pmerechim.rs.gov.br/>. Acesso em: 14 Ago. 2020.

PANIZZA, Andrea de C.; FONSECA, Fernanda P. GEOUSP - **Espaço e Tempo**. São Paulo, Nº 30, pp. 30 - 43, 2011.

Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental Sustentável de Erechim-RS. LEI N.º 6.256, DE 15 DE DEZEMBRO DE 2016. Disponível em: <https://www.pmerechim.rs.gov.br/download/52430>. Acesso em: 03 Abr. 2020.

PAZ, L. H. F. **A influência da vegetação sobre o clima urbano de Palmas/TO**. 2009.169 f. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano) - Faculdade de Arquitetura .

PEZZI, Luciano P.; ROSA, Marcelo B.; BATISTA, Nadja NM. A Corrente de Jato sobre a América do Sul. **Climanálise-Boletim de Monitoramento e Análise Climática. Edição comemorativa**, v. 10, 1996.

PIRAN, Neide Lourdes. Contribuição ao estado do clima de Erechim-RS. Rio Claro: Programa de Pós-Graduação em Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, 1982. (Dissertação, Mestrado).

PRINA, Bruno Zucuni; TRENTIN, Romario. ANÁLISE DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE POR MEIO DE IMAGENS LANDSAT-8: ESTUDO DE CASO PARA O MUNICÍPIO DE JAGUARI/RS/BRASIL. **Formação (Online)**, v. 3, n. 23, 2016.

Q

R

RAO, P.K., 1972, “Remote sensing of urban heat islands from an environmental satellite”, Bulletin American Meteorology Society, vol. 53, pp. 647- 648.

RESENDE, V. Planejamento urbano e ideologia: quatro planos para a cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1982.

ROCHA, G. S.; DUBREUIL, V. A ilha de calor urbana em ambiente insular e costeiro: uma abordagem a partir de Florianópolis (SC). Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. 2019.

ROSSATO, Marivane Vestena; LIMA, João Eustáquio de; LÍRIO, Viviani Silva. Condições econômicas e nível de qualidade ambiental no estado do Rio Grande do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 48, n. 3, p. 587-604, 2010.

ROSSATO, M.S. **Os Climas do Rio Grande do Sul**: variabilidade tendências e tipologia. Porto Alegre: PPGEA/ UFRGS, 2011.

ROLNIK, Raquel. **A cidade e a lei: legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo**. Studio Nobel, 1997.

ROVANI, Franciele Francisca Marmentini et al. ILHAS DE CALOR E FRESCOR URBANAS NO BAIRRO CAMOBI, SANTA MARIA/RS, EM SITUAÇÃO ATMOSFÉRICA DE DOMÍNIO DA MASSA POLAR ATLÂNTICA NO INVERNO. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 6, 2010.

RAMPAZZO, Sônia Elisete et al. Proposta conceitual de zoneamento ambiental para o Município de Erechim (RS). 2003.

RECLUS, Élisée. **Elisée Reclus, historian of nature**. Hamden, Conn.: Archon Books, 1978.

S

SAGAN, Carl. **Carl Sagan's universe**. CUP Archive, 1997.

SALATI, Eneas; RIBEIRO, Maria de Nazaré Góes. Floresta e clima. **Acta Amazônica**, v. 9, n. 4, p. 15-22, 1979.

STEFFEN, C. A.; MORAES, E. C. SPECTRON SE-590 – Manual de Referência. In: VII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, Anais... Curitiba, SBSR, 1993. CDROM.

SANTOS, A. L. Do mar ao morro: a geografia histórica da pobreza urbana em Florianópolis. Florianópolis, xix, 639 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2009.

SAYDELLES, Alexandre Pistoia, 1978- S274e. Estudo do campo térmico e das ilhas de calor urbano em Santa Maria-RS / por Alexandre Pistoia Saydelles ; orientador Maria da Graça Barros Sartori. – Santa Maria, 2005. xv, 219f. : il.

SANT'ANA NETO, J. L. et al A Influência dos Materiais Construtivos na Produção do Clima Urbano. In: VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA. 2008, Alto do Caparaó-MG. Anais... Alto do Caparaó: Universidade Federal de Uberlândia, 2008. Spirn. A.W.O. 1995. "Jardim de Granito: A natureza do Desenho da Cidade" 1995. São Paulo: Editora da USP, 345 p.

SOUZA, F.R. Estudo de fatores explicativos urbanos da distribuição da temperatura no centro de Florianópolis/SC. 2013. 252 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2013.

SORRE, M. *Les fondements de la géographie humaine*. Primeiro tomo: *Les fondements biologiques (Essai d'une écologie de l'homme)*. 3ª ed., revista e ampliada. Paris, Armand Colin, 1951.

SORRE, M. A noção de gênero de vida e sua evolução. In: MEGALE, J. F. (Org.) *Max. Sorre: Geografia*, pp. 99-123, Rio de Janeiro: Editora Ática, 1984.

STRAHLER, Arthur Newell et al. **Elements of physical geography**. Wiley, 1976.

T

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.

TORRES, F.T.P.; MACHADO, P.J.O. **Introdução à Climatologia** / Fillipe Tamiozzo Pereira Torres, Pedro José de Oliveira Machado – Ubá: Ed. Geographica, 2008. – (Série Textos Básicos de Geografia) 234p.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. C. L. do. Meteorologia descritiva. Fundamentos e aplicações brasileiras. São Paulo, Nobel, 1984. 374p.

U

USGS (United States Geological Survey). Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em 12 jan. 2018.

V

VIEIRA JUNIOR, Pedro Abel. **Previsão de atributos do clima e do rendimento de grãos de milho na região Centro-Sul do Brasil**. 2006. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

VON BERTALANFFY, Ludwig. **Teoria geral dos sistemas**. Petrópolis: Vozes, 1975.

X

W

WOLLMANN, Cássio Arthur; GALVANI, Emerson. Caracterização climática regional do Rio Grande do Sul: dos estudos estáticos ao entendimento da gênese. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 11, 2012.

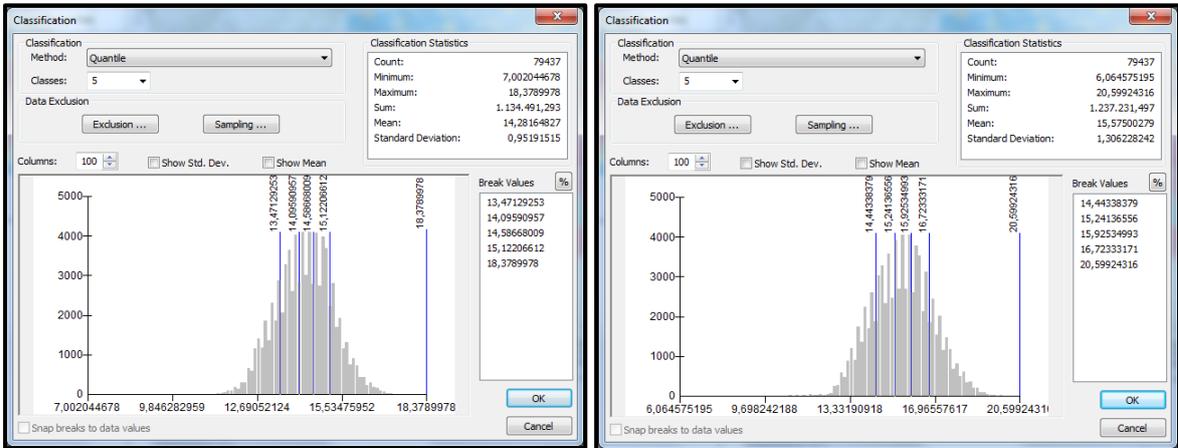
WMO, World Meteorological Organization. **Global Climate Observing System**. <https://public.wmo.int/en/programmes/global-climate-observing-system>, acesso em 10 de janeiro de 2018.

Y

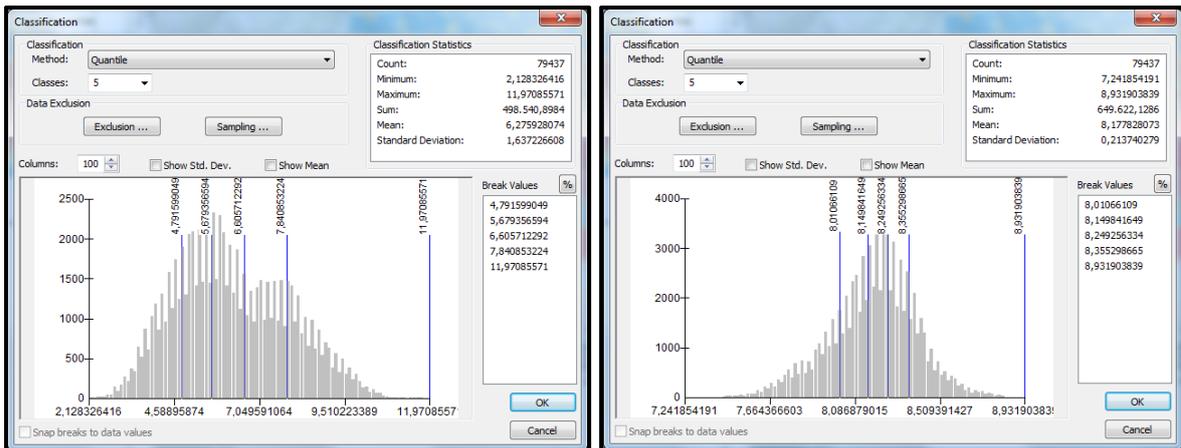
Z

ZANIN, Elisabete Maria et al. Caracterização ambiental da paisagem urbana de Erechim e do Parque Municipal Longines Malinowski. Erechim-RS. 2002.

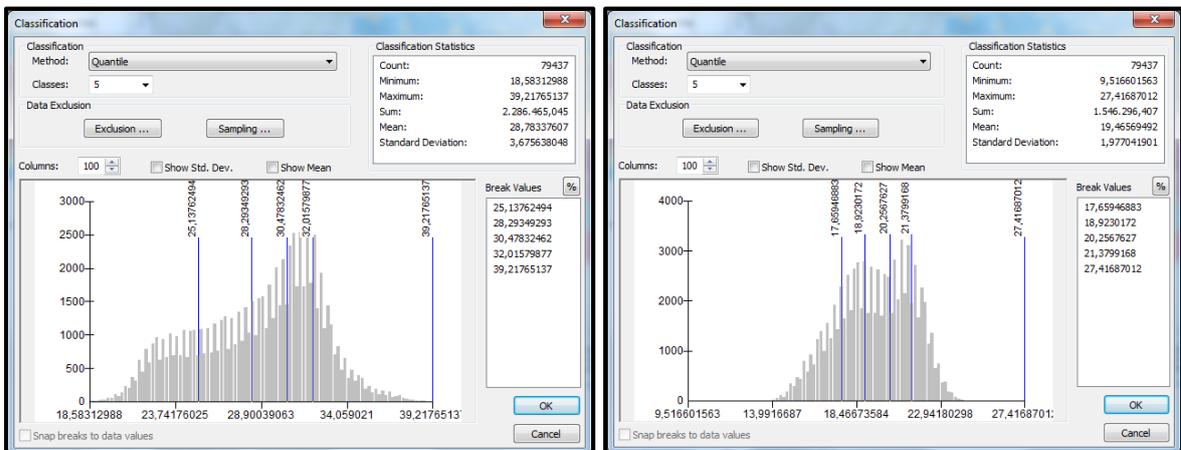
APÊNDICE A – Histograma de Frequência dos dados de Temperatura
(OUTONO 16/06/2017) e (OUTONO 13-06- 2017)



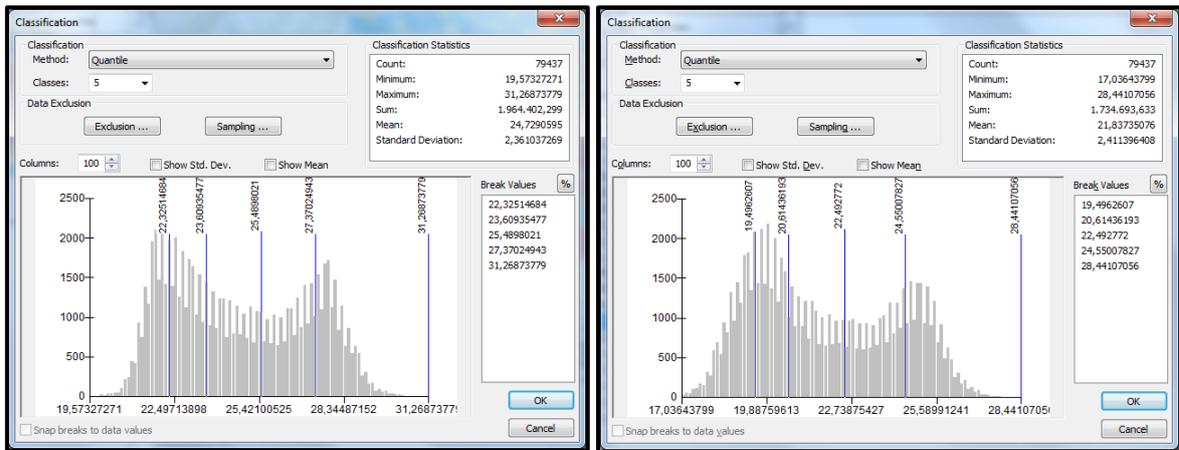
(INVERNO 29/06/2017) e (INVERNO 26/01/2019)



(PRIMAVERA 09/12/2018) e (PRIMAVERA 03-10- 2017)

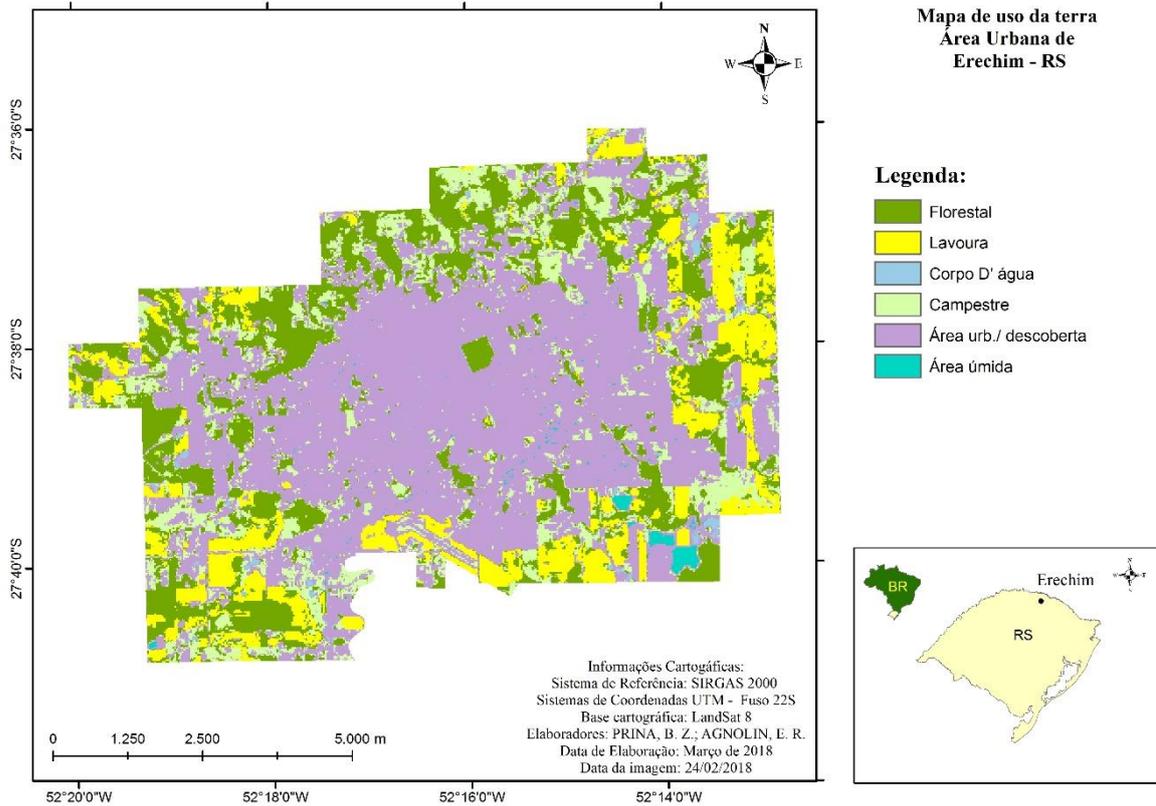


(VERÃO 26/01/2019) e (VERÃO 24-02- 2018)



APÊNDICE B

Mapa de Uso da Terra da área urbana de Erechim-RS



ANEXO A

Sensor	Bandas Espectrais	Resolução Espectral	Resolução Espacial	Resolução Temporal	Área Imageada	Resolução Radiométrica
OLI (Operational Land Imager)	(B1) AZUL COSTEIRO	0.43 - 0.45 μm	30 m	16 dias	170 x 183 km	16 bits
	(B2) AZUL	0.45 - 0.51 μm				
	(B3) VERDE	0.53 - 0.59 μm				
	(B4) VERMELHO	0.64 - 0.67 μm				
	(B5) INFRAVERMELHO PRÓXIMO	0.85 - 0.88 μm				
	(B6) INFRAVERMELHO MÉDIO	1.57 - 1.65 μm				
	(B7) INFRAVERMELHO MÉDIO	2.11 - 2.29 μm				
	(B8) PANCRÔMÁTICA	0.50 - 0.68 μm	15 m			
	(B9) CIRRUS	1.36-1.38 μm	30 m			
TIRS (Thermal Infrared Sensor)	(B10) INFRAVERMELHO TERMAL	10.6-11.19 μm	100 m			
	(B11) INFRAVERMELHO TERMAL	11.5-12.51 μm	100 m			

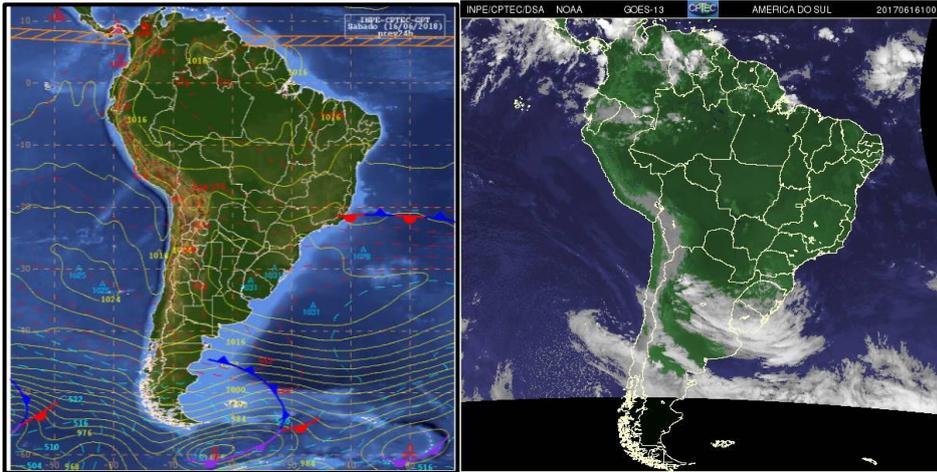
Fonte: <https://www.engesat.com.br/wp-content/uploads/Bandas-espectrais-Landsat-8-OLI.png>

ANEXO B

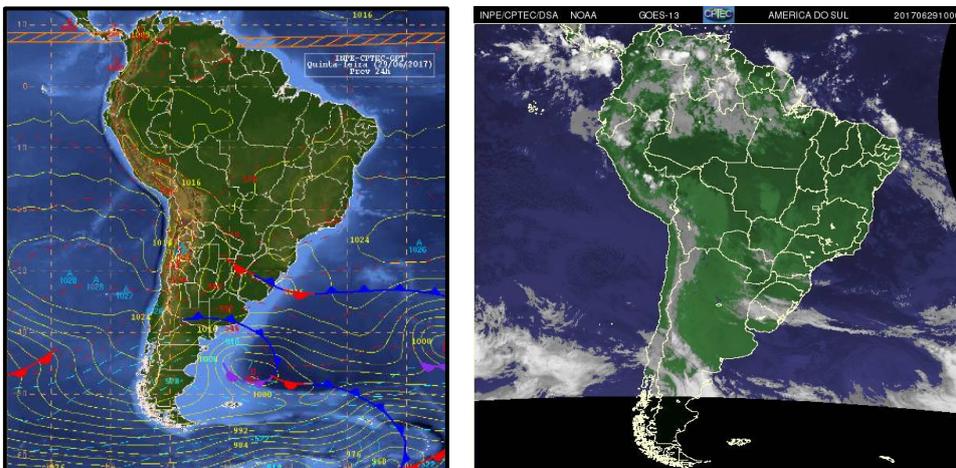
CARTAS SINÓTICAS UTILIZADAS NA ANÁLISE DOS TEMPOS ATMOSFÉRICOS

(OUTONO 16/06/2017) Carta sinótica da América do Sul. Fonte: CPTEC, 2019.

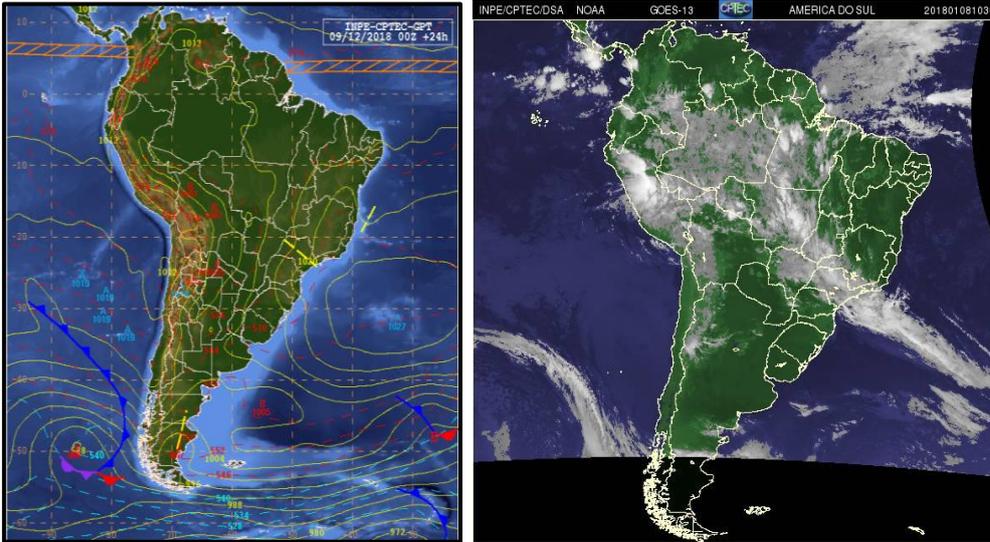
Imagem meteorológica do satélite GOES Colorida. Fonte: CPTEC, 2020.



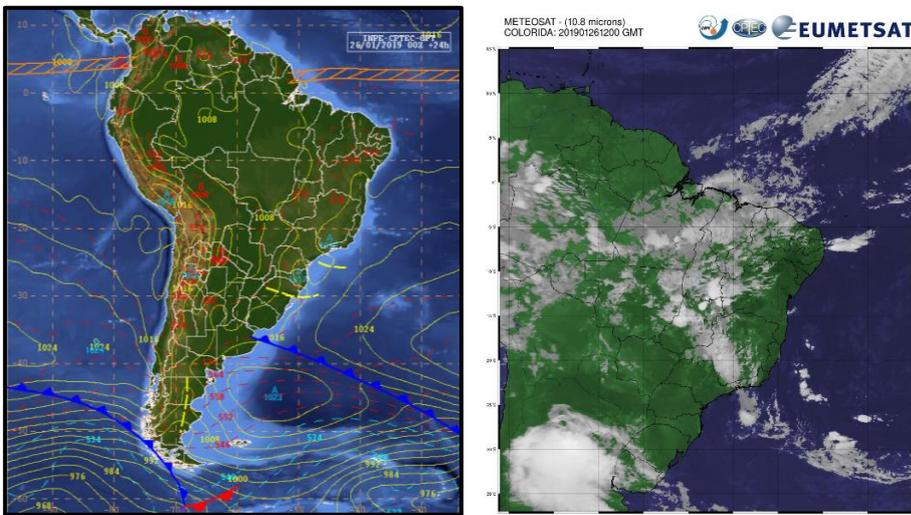
(INVERNO 29/06/2017) Carta Sinótica da América do Sul. Fonte: CPTEC, 2019.
Imagem meteorológica do satélite GOES Colorida. Fonte: CPTEC, 2020.



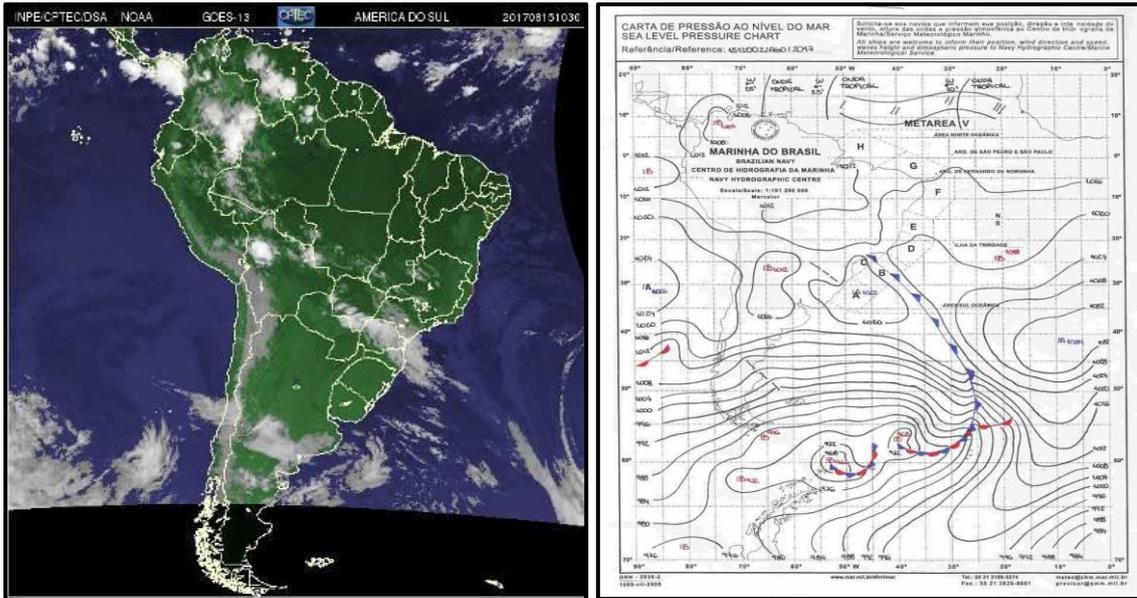
(PRIMAVERA 09/12/2018) Carta sinótica da América do Sul. Fonte: CPTEC, 2019.
Imagem meteorológica do satélite GOES Colorida. Fonte: CPTEC, 2020.



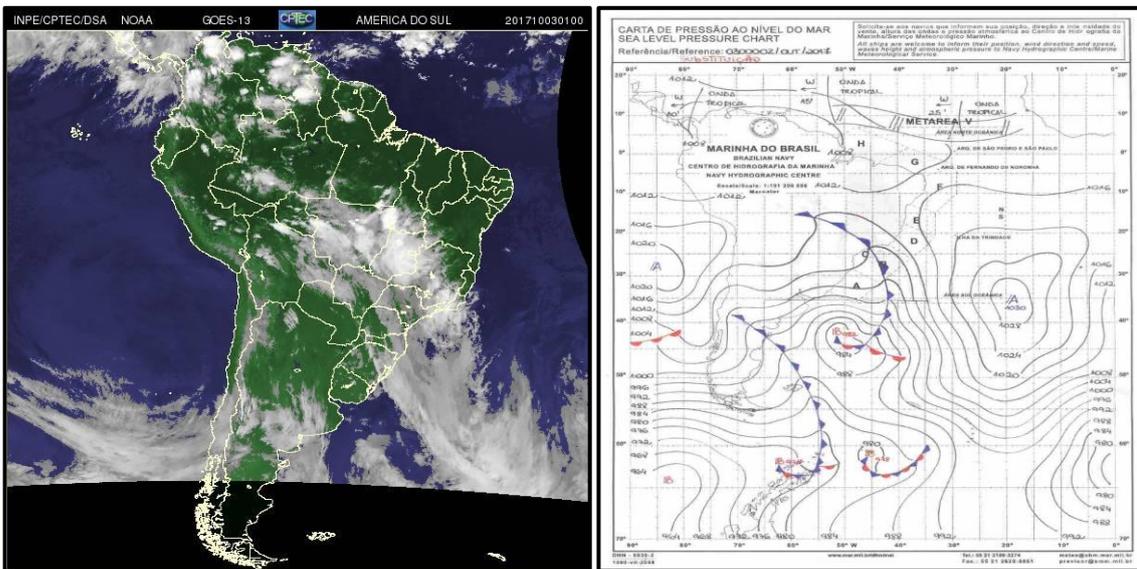
(VERÃO 26/01/2019) Cartas Sinóticas da América do Sul. Fonte: CPTEC, 2019.
 Imagem meteorológica do satélite MeteoSat – Colorida 26-01-2019, com abrangência do
 Limite Federal do Brasil. Fonte: CPTEC, 2017



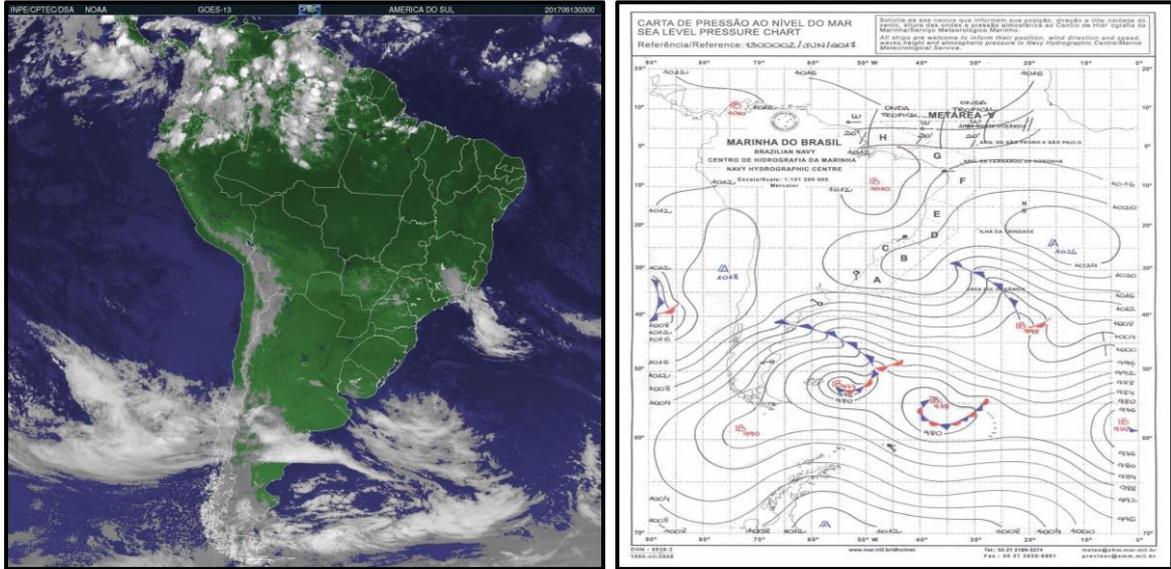
(INVERNO 26/01/2019) Imagem meteorológica do satélite MetoSat - Colorida 15-08-2017
 com abrangência da América do Sul. Fonte: CPTEC, 2017. Carta sinótica da marinha-
 15/08/2017. Fonte: Marinha, 2010000



(PRIMAVERA 03-10- 2017) Imagem meteorológica do satélite GOES Colorida Fonte: CPTEC, 2018. Carta sinótica da marinha- 03/10/2017. Fonte: Marinha, 2010.



(OUTONO 13-06- 2017) Imagem meteorológica do satélite GOES Colorida. Fonte: CPTEC, 2017. Carta sinótica da marinha - 13/06/2017 Fonte: Marinha, 2010.



(VERÃO 24-02- 2018) Imagem meteorológica do satélite EUMetSat Colorida. Fonte: CPTEC, 2018. Carta sinótica da marinha- 24/02/2018 Fonte: Marinha, 2010.

