



Serviço Público Federal - Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
Campus de Três Lagoas - Curso de Geografia



## **DIAGNÓSTICO DO CLIMA EM ANDRADINA - SP**

**Amelia Teresa Araujo Vilas Boas**

**Três Lagoas  
2025**



Serviço Público Federal - Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
Campus de Três Lagoas - Curso de Geografia



## **DIAGNÓSTICO DO CLIMA EM ANDRADINA - SP**

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Geografia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Campus de Três Lagoas (CPTL), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientadora: Professora Doutora Gislene Figueiredo Ortiz Porangaba.

**Três Lagoas  
2025**



Serviço Público Federal - Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**  
Campus de Três Lagoas - Curso de Geografia



**Amelia Teresa Araujo Vilas Boas**

## **DIAGNÓSTICO DO CLIMA EM ANDRADINA - SP**

Monografia apresentada à Banca Examinadora em:  
17 de novembro de 2025 e foi considerada APROVADA.

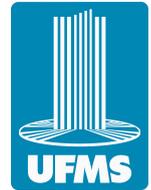
**BANCA EXAMINADORA:**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Gislene Figueiredo Ortiz Porangaba  
(Orientadora)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Rafaela Fabiana Ribeiro Delcol  
(Membra da banca)

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Patrícia Helena Milani  
(Membra da banca)

**Três Lagoas  
2025**



## Dedicatória e Agradecimentos

*Meu estudo, é dedicado antes de tudo, a minha família, especialmente à minha mãe Márcia Cristina Lopes Araujo, minha avó Eutina Lopes Araujo e meu falecido avô, Jurandir Araujo; que estiveram sempre ao meu lado, e não mediram esforços para dar suporte a todas as dificuldades, burocracias e perrengues que passei durante toda minha vida, e mais recentemente na graduação. Menciono também, meu irmão, Heitor Araujo Baungartel.*

*Devoto essa pesquisa também, a minha orientadora Gislene Figueiredo Ortiz Porangaba, que se tornou, além disso, uma amiga, me auxiliando não só com toda minha trajetória acadêmica, mas também com diversos outros problemas que enfrentamos.*

*Agradeço sobretudo a meus amigos, que foram fundamentais para todo esse processo, particularmente a minha amiga mais antiga, Beatriz Vitória Fernandes Silva, que tanto me apoiou e me ouviu reclamar, além de passar horas conversando e jogando comigo. Cito também, meu amigo Julio Henrique de Souza Real, que ouviu meus devaneios, aderiu aos meus projetos malucos e dedicou tardes, noites e madrugadas aos nossos trabalhos.*

*Reconheço igualmente a importância dos meus professores para minha formação, a começar pela minha professora do primeiro ano, Andreia; Rosimeire, Fabiola e Rodrigo, no ensino fundamental; Angela, Christoffer, Lucy e Pablo, no ensino médio. E na graduação as professoras Rafaela Fabiana Ribeiro Delcol, que me incentivou a iniciar a pesquisa científica e buscar sempre o melhor que posso oferecer; e Patrícia Helena Milani, fundamental para que eu tivesse coragem para enfrentar dilemas da minha vida pessoal.*



## Resumo

O contexto recente têm trazido evidências para os impactos das mudanças climáticas, suas causas, e como estas atingem populações de maneira desigual. Em Andradina, as transformações decorrentes da urbanização, supressão da vegetação e atividades econômicas ligadas à agropecuária, produziram alterações no clima; nesse sentido, a compreensão dos eventos extremos, dos riscos e do clima urbano são essenciais. Dessa forma, a partir de dados meteorológicos e imagens de satélite, objetivou-se compreender os padrões climáticos e suas transformações para a localidade, além das dinâmicas do clima e uso do solo urbanos; pôde-se assim, constatar um aumento da densidade construtiva na cidade, e como este reverbera na formação de ilhas de calor na superfície em diferentes condições atmosféricas. Além disso, observou-se de 1981 a 2024 uma estabilidade para as temperaturas mínimas, mas uma tendência de aumento para as máximas, que se aproxima dos 3 °C, bem como uma redução de 350 mm da precipitação anual média. Com relação a extremos climáticos, foram contabilizados 91 ondas de calor, que estão mais frequentes e longas, 72 ondas de frio, e 101 acúmulos excepcionais de chuva, de 1993 a 2024, além de uma ampliação do período seco; evidenciando a necessidade de políticas públicas e privadas voltadas à mitigação e adaptação climática.

**Palavras-Chaves:** Mudança climáticas, Eventos extremos, Clima urbano, Climatologia, Uso e cobertura do solo, Andradina - SP.

## Abstract

The recent context has highlighted the impacts of climate change, its causes, and how it affects populations unequally. In Andradina, transformations resulting from urbanization, vegetation suppression, and economic activities linked to agriculture have produced changes in climate; in this sense, understanding extreme events, risks, and the urban climate is essential. Based on meteorological data and satellite images, The aim was to understand the climatic patterns and their transformations for the locality, as well as the dynamics of urban climate and land use; thus, an increase of building density in the city was observed, and how this reverberates in the formation of heat islands on the surface under different atmospheric conditions. Furthermore, by 1981 to 2024, a stability was observed in minimum temperatures, but a trend of increasing maximum temperatures, approaching 3°C, as well as a reduction of 350 mm in average annual precipitation. Regarding climate extremes, 91 heat waves, which are becoming more frequent and longer, 72 cold waves, and 101 exceptional rainfall accumulations were recorded by 1993 to 2024, in addition to an extension of the dry season; highlighting the need for policies aimed at climate mitigation and adaptation.

**Keywords:** Climate change, Extreme events, Urban climate, Climatology, Land use and land cover, Andradina SP.



## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> - Mapa de localização da área de estudo e das estações meteorológicas.....	11
<b>Figura 2</b> - Pirâmide etária de Andradina. IBGE (2022).....	12
<b>Figura 3</b> - Ilha Seca no Rio Tietê, 4 de março de 1940.....	13
<b>Figura 4</b> - Indígenas kaingang aldeados no Acampamento do Ribeirão dos Patos, atual Lins, 1912....	14
<b>Figura 5</b> - Capitão José Honório Avacaudju e família (Eijú, Ígaroa, Poyjú, Avacaujú, Guyrapejú, Tacuapanã, s/n, Pe-peoyju, Pecy, Nimoa; iniciando acima pela esquerda), indígenas Apapokuva (Guarani-Ñandeva), família adotiva do etnólogo alemão Curt Nimuendajú (Unckel), 1905.....	15
<b>Figura 6</b> - Trecho alagado entre as estações de Lussanvira e Ilha Seca.....	15
<b>Figura 7</b> - Mapa ferroviário da NOB, apresentando o Ramal de Lussanvira e a Variante de Araçatuba em construção, aproximadamente 1928.....	16
<b>Figura 8</b> - Terras da Fazenda Guanabara, vista aérea, aproximadamente 1930.....	17
<b>Figura 9</b> - Construção do povoado de Andradina, vista aérea da atual Avenida Guanabara, 2 de janeiro de 1937.....	17
<b>Figura 10</b> - Planta baixa da cidade de Andradina, 1939.....	18
<b>Figura 11</b> - Evolução da cobertura florestal no estado de São Paulo de 1886 a 1962.....	20
<b>Figura 12</b> - Normal climatológica INMET 1981 - 2010.....	27
<b>Figura 13</b> - Mapa de uso e cobertura do solo urbano de Andradina para o ano de 2002.....	33
<b>Figura 14</b> - Mapa de uso e cobertura do solo urbano de Andradina para o ano de 2025.....	35
<b>Figura 15</b> - Mapa de expansão urbana de Andradina, 2002 - 2025.....	36
<b>Figura 16</b> - Carta de temperatura de superfície durante onda de calor.....	38
<b>Figura 17</b> - Carta de temperatura de superfície durante onda de frio.....	39
<b>Figura 18</b> - Carta de temperatura de superfície durante onda de frio e calor.....	40
<b>Figura 19</b> - Carta de temperatura de superfície durante o período de verão.....	41
<b>Figura 20</b> - Temperaturas mínimas durante o período estudado 1981 - 2010.....	44
<b>Figura 21</b> - Temperaturas máximas durante o período estudado 1981 - 2010.....	44
<b>Figura 22</b> - Acumulados mensais de precipitação 1981 - 2010.....	45
<b>Figura 23</b> - Acumulados anuais de precipitação 1981 - 2010.....	45
<b>Figura 24</b> - Número de dias anuais acima do limiar de onda de calor 1993 - 2024.....	47
<b>Figura 25</b> - Número de ondas de calor anuais 1993 - 2024.....	48
<b>Figura 26</b> - Duração média das ondas de calor anuais 1993 - 2024.....	48
<b>Figura 27</b> - Número de dias anuais abaixo do limiar de onda de frio 1993 - 2024.....	50
<b>Figura 28</b> - Número de ondas de frio anuais 1993 - 2024.....	51
<b>Figura 29</b> - Duração média das ondas de frio anuais 1993 - 2024.....	51
<b>Figura 30</b> - Número de dias anuais abaixo do limiar de onda de frio 1993 - 2024.....	54
<b>Figura 31</b> - Normal climatológica 1993 - 2024.....	56



## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> - Panorama das ondas de calor 1993 - 2024.....	49
<b>Tabela 2</b> - Panorama das ondas de frio 1993 - 2024.....	53
<b>Tabela 3</b> - Número de dias sem precipitação mensais.....	55
<b>Tabela 4</b> - Variação em milímetros de chuva e em graus celsius para as normais climatológicas de 1981 - 2010 e 1993 - 2024.....	56



## Sumário

<b>Dedicatória e Agradecimentos</b> .....	4
<b>Resumo</b> .....	5
<b>Lista de Figuras</b> .....	6
<b>Lista de Tabelas</b> .....	7
<b>Sumário</b> .....	8
<b>1 - Introdução</b> .....	9
1.1 - Delimitação da área de estudo e objetivos.....	10
<b>2 - Contextualização Histórica</b> .....	13
<b>3 - Fundamentação Teórica</b> .....	22
<b>4 - Procedimentos de Pesquisa</b> .....	26
4.1 - Coleta de Dados.....	26
4.2 - Classificação do Uso e Cobertura do Solo.....	27
4.3 - Cálculo para a Temperatura de Superfície.....	28
4.4 - Tabulação dos Dados.....	29
4.5 - Identificação de Ondas de Frio e Calor.....	30
4.6 - Análise da Precipitação.....	30
4.7 - Interpretação dos Eventos Extremos.....	31
<b>5 - Resultados e Discussões</b> .....	32
5.1 - Análise Temporal da Expansão e Uso e Cobertura do Solo Urbanos.....	32
5.2 - Estudo da Temperatura de Superfície.....	37
5.3 - Interpretação da Base de Dados Climáticos.....	42
5.4 - Análise das Ondas de Calor.....	46
5.5 - Análise das Ondas de Frio.....	50
5.6 - Características Extremas da Precipitação.....	54
5.7 - Construção de uma Nova Normal Climatológica.....	56
<b>6 - Considerações Finais</b> .....	57
<b>7 - Referências Bibliográficas</b> .....	61



## 1 - Introdução

As ações humanas, em especial a partir do contexto da expansão capitalista sob uma ótica liberal, iniciada com a Revolução Industrial no final século XVIII, trouxeram diversas consequências quanto aos impactos ambientais em escala global, com suas especificidades a transformações de paisagens locais e regionais; sobretudo considerando Norte e Sul global. Uma das dinâmicas alteradas, foi a climática, revertendo a tendência de resfriamento do planeta após o máximo do holoceno, durante o último interglacial, mesmo que este tenha se dado heterogeneamente no tempo e espaço, conforme IPCC (2001).

E assim, nas últimas décadas, tem se destacado o acentuado aumento da temperatura planetária, marcando o ano de 2024 como o mais quente registrado, excedendo em 1,55°C a média 1850-1900. Limiar este, que supera pela primeira vez a métrica inicial de contenção de aquecimento do Acordo de Paris; mesmo que a organização alegue que o registro de um ano que sobressaia ao esperado não seja uma sentença de descumprimento dos tratados internacionais, num tom conservador, ainda que haja preocupação com o preocupante cenário (WMO, 2025).

Dentre as causas para estes impactos pode se destacar a modificação da cobertura do solo, o desflorestamento, a emissão de gases do efeito estufa e os padrões de consumo da sociedade, segundo Fleury, Miguel e Taddei (2019), ainda que estes se manifestem de maneira desigual, entre os países do globo; nos Emirados Árabes Unidos, por exemplo, de acordo com Worldometer, em 2022 cada cidadão emitiu em média 21,36 toneladas de dióxido de carbono, número que foi de 14,21 toneladas *per capita* nos Estados Unidos, e de 2,22 para o Brasil, enquanto isso, no Congo este foi de apenas 0,03 t *per capita*; dessa maneira, é evidente a disparidade de emissões entre os países, com os Estados Unidos poluindo 6,5 vezes mais por habitante que o Brasil, por exemplo.

Em meio a este cenário, tem se observado uma intensificação na ocorrência de eventos extremos (Belini, 2024; Campos, Mota e Santos, 2015; Bezerra e Avila, 2017), em especial nos contextos urbanos, que é afetado sobremaneira devido à própria estrutura das cidades, assim como expõe Amorim (2010), ressaltando o impacto da densidade construtiva, materiais usados (como o asfalto e o concreto),



cobertura arbórea, *etc.*; para a alteração das dinâmicas do clima urbano. Pimentel e Ferreira (2019), ressaltam que a presença de vegetação, com destaque a de perfil arbóreo, propiciam a redução das temperaturas, ao produzir “ilhas de frescor”, o que pode, em escala urbana, atenuar e a ocorrência de fenômenos climáticos nas cidades; notoriamente as ilhas de calor em escala local, e ondas de calor, num contexto regional.

Analisando o panorama climático em escala global e suas repercussões nas cidades, é importante atentar para seus impactos sobre as populações. McGregor et al. (2015) e Silveira, Alves e Bitencourt (2017) tratam dos impactos dos extremos de frio e calor sobre a saúde humana, trazendo riscos severos, especialmente para pessoas com histórico de doenças cardiovasculares e respiratórias, idosos, crianças, trabalhadores expostos ao ar livre e até mesmo jovens. Vale salientar que esses riscos variam de acordo com a posição geográfica e as condições socioeconômicas das populações. Assim, quanto maior a vulnerabilidade referente ao acesso a habitações dignas e adaptadas, vestimentas adequadas, trabalhos que não ofereçam riscos e proporcionem salários justos, além do acesso democrático a serviços públicos, maiores serão as vulnerabilidades socioambientais.

### **1.1 - Delimitação da área de estudo e objetivos**

Diante de todo escopo apresentado, neste estudo foi feita a análise das dinâmicas climáticas para Andradina - SP, objetivando a investigação dos padrões climáticos para a cidade, a partir de dados meteorológicos diários de 1980 a 2024, tabulados e utilizados para a elaboração de gráficos, estes referentes às temperaturas máximas e mínimas e da precipitação.

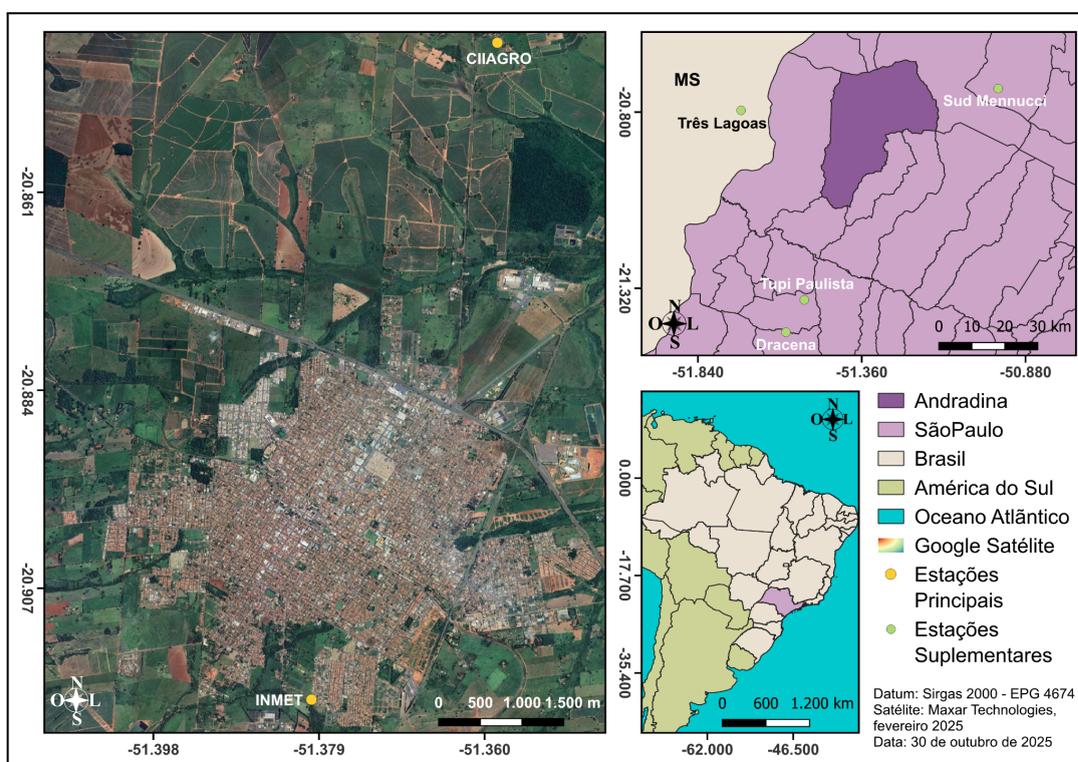
Além disso, buscou-se compreender a incidência de eventos extremos, sendo eles ondas de frio e calor, acumulados de chuvas excepcionais e secas, para estes o recorte temporal foi de 1993 a 2024; sua análise também contou com o tratamento dos dados e sua organização em planilhas e tabelas. Ademais, buscou-se observar os padrões do clima urbano na cidade, através da associação entre a temperatura de superfície e os padrões de uso e cobertura do solo urbanos; para o primeiro caso produziram-se mapas de temperatura de superfície durante



eventos extremos, já para o segundo elaborou-se mapas de uso e cobertura do solo urbano para os anos de 2002 e 2025.

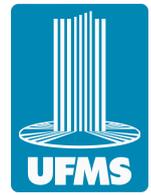
A área estudada se situa no oeste do estado de São Paulo, mesorregião de Araçatuba, entre os rios Paraná e Tietê, figura 1; pertencente ao domínio da Mata Atlântica, mais especificamente a ecorregião da Floresta do Alto Paraná, densa área arbórea caracterizada pela dinâmica estacional semidecidual (Bitetti, Placci e Dietz, 2003). Região essencialmente coberta por latossolos vermelhos e argissolos vermelho-amarelos (Rossi, 2017).

O clima é classificado como AW com base na classificação de Köppen 1961-2015, de acordo com Dubreuil *et al.* (2017), apresentando temperaturas naturalmente elevadas, com característica quente e com chuva no verão, e seca no inverno. Já Novais e Machado (2023), atribuem a região um clima tropical, com média anual de temperatura próxima dos 24 °C, e precipitação oscilante entre 1100 e 1400 mm anuais.

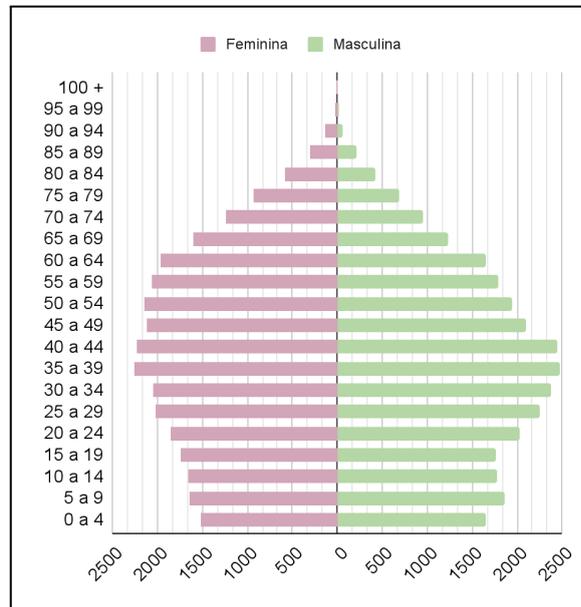


**Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo e das estações meteorológicas.**

O município conta com uma extensão 964,226 km<sup>2</sup>, com uma média de 405 metros de altitude (EMBRAPA). Além de contar com uma população total de 59.783



habitantes (IBGE, 2022), conferindo a este uma densidade demográfica de 62 hab/km<sup>2</sup>; destes, 51.913 habitantes residem na área urbana do distrito sede.



**Figura 2 - Pirâmide etária de Andradina. IBGE (2022).**

Além disso, conforme o IBGE (2022), a população do município conta com idade média de 38 anos, além de apresentar uma proporção de 119,21 idosos para cada 100 crianças, evidenciando a tendência de envelhecimento, como demonstrado na figura 1; aspecto especialmente relevante, uma vez que, como anteriormente evidenciado, a população idosa compõe um dos principais grupos de risco aos eventos extremos.



## 2 - Contextualização Histórica

Ao caminhar do século XIX, o Império do Brasil planejara a integração das províncias e a modernização da economia, a partir de infraestruturas de escoamento mais eficientes para dar vazão a principal *commodity* do Segundo Reinado, o café. Nesse sentido, de acordo com Ghirardello (2002), em 1858 é criada a Companhia Estrada de Ferro D. Pedro II, e após esta, diversas outras são fundadas em parceria com os latifundiários de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo; estes últimos, muito influentes naquele contexto pela expansão de seus capitais.

Já durante a República, pesavam dois fatores sobre expansão ferroviária no contexto paulista, a interligação com o Mato Grosso até a fronteira com a Bolívia, e as dinâmicas de interiorização da produção cafeeira rumo ao oeste do estado. Dessa forma, em 1904, é criada a Companhia Estrada de Ferro Noroeste do Brasil (NOB), tendo como ponto de partida a cidade de Bauru, a construção se dera em direção ao Rio Paraná, entre os cursos do Tietê e Aguapeí; uma região, naquele momento, pouco explorada, que consistia em uma imensa e densa extensão de mata virgem, figura 3.



**Figura 3 - Ilha Seca no Rio Tietê, 4 de março de 1940.** Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo.



Ressalta-se, no entanto, que esta não era uma região desabitada, sendo legitimamente ocupada até o início do século XX, por comunidades dos povos Oti-Xavante, Guarani-Kaiowá/Ñandeva, Kayapó, Kaingangs (Coroados), *etc.* (Ihering, 1907; Pinheiro, 1992; Povos Indígenas no Brasil), figuras 4 e 5; estes não resistiram pacificamente a invasão de suas terras, apesar de evitarem contato, se refugiando nas matas fechadas; realizavam pequenos ataques a grupos de trabalhadores da ferrovia, além da destruição de trilhos e telégrafos (Pinheiro 1992).

Em especial, no caso dos Kaingangs, mais numerosos no local, os conflitos se intensificaram, a ponto da Companhia Noroeste, a partir de 1908, deliberadamente contratar bugreiros para assassinar os indígenas; nesse sentido, em 1912, o Serviço de Proteção aos Índios passa promover a “pacificação”, através do envio de militares; assim, os indígenas foram desapropriados de seus territórios e realocados em aldeamentos conforme Monteiro *et al.* (1984). Ambos empreendimentos resultaram em 4 mil indígenas mortos (Comissão Pró-Índio de São Paulo).



**Figura 4 - Indígenas kaingangs aldeados no Acampamento do Ribeirão dos Patos, atual Lins, 1912.** Acervo digital do Museu Ferroviário Regional de Bauru. Disponível em: <<https://www.projetomuseoferroviario.com.br/grupo-de-indios-kaingang-em-aldeamento-com-sr-mano-el-armando/>>.



**Figura 5 - Capitão José Honório Avacaudju e família (Eijú, Ígaroa, Poyjú, Avacaujú, Guyrapejú, Tacuapanã, s/n, Pe-peoyju, Pecy, Nimoa; iniciando acima pela esquerda), indígenas Apapokuva (Guarani-Ñandeva), família adotiva do etnólogo alemão Curt Nimuendajú (Unckel), 1905.** Museu do Instituto Geológico/SMA-SP. Disponível em: <<https://retratandonimuendaju.wordpress.com/portfolio/aventura-etnografica/>>.

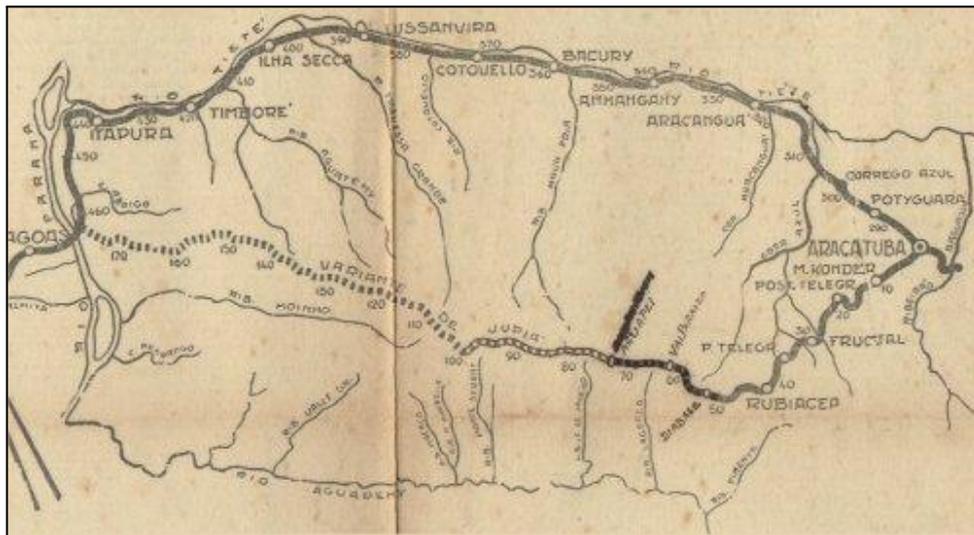
A construção dos trilhos inicialmente acompanhara o curso do Rio Tietê, com a inauguração da estação Ilha Seca (atual município de Andradina) em 1910, mesmo ano em que a ferrovia supera o Rio Paraná (Giesbrecht). No entanto, esse trecho sofria com alagamentos constantes, figura 6, e com doenças endêmicas, como a malária, responsável à época pela morte de dezenas de pessoas na região; ainda assim, entraria em operação a estação Timboré (Andradina), em 1927.



**Figura 6 - Trecho alagado entre as estações de Lussanvira e Ilha Seca.** Fotografias da revista O Cruzeiro, 18 de maio de 1929, página 20, Acervo Ralph Mennucci Giesbrecht. Disponível em: <<http://www.estacoesferroviarias.com.br/i/ilhaseca.htm>>.



No entanto, visando uma maior exploração econômica da região, com base em Pallotta (2024), em 1922 inicia-se a implantação do ramal Araçatuba - Jupiá, figura 7, que em 1937 se tornaria o caminho principal; ainda naquele ano seriam abertas as estações de Planalto, Andradina e Paranópolis (Giesbrecht), que deram início a urbanização no município de Andradina.



**Figura 7 - Mapa ferroviário da NOB, apresentando o Ramal de Lussanvira e a Variante de Araçatuba em construção, aproximadamente 1928.** Disponível em: <http://www.estacoesferroviarias.com.br/lussanvira.htm>.

Há então, um processo de transformação das terras devolutas da região em mercadorias, seja pela sua venda promovida pelo Estado, ou por sua ocupação por posseiros e grileiros, num processo de apropriação primitiva (Ghirardello, 2002). Foi nesse contexto, que em 1917, Antônio Joaquim de Moura Andrade, adquire a Fazenda Guanabara, figura 6, próxima a estação de Ilha Seca; local que, em 1928 iniciou-se a colonização do município (Alcântara, 2001; Carvalho, 2017). A cidade, por sua vez, teve sua construção idealizada pelos Moura Andrade em 1932, mas foi só em 1937 que tem início sua construção, figura 7, com estabelecimento do povoado em 11 de julho daquele ano, data em que chegou o primeiro trem do ramal Araçatuba - Jupiá; contando com total de 14.424 habitantes totais em 1940, destes 2.123 urbanos, números que sobem para 48.783 e 13.775 em 1950 (IBGE), respectivamente.



**Figura 8 - Terras da Fazenda Guanabara, vista aérea, aproximadamente 1930.** Alcântara (2001). Disponível em: <<https://andradinaneuws.blogspot.com>>.

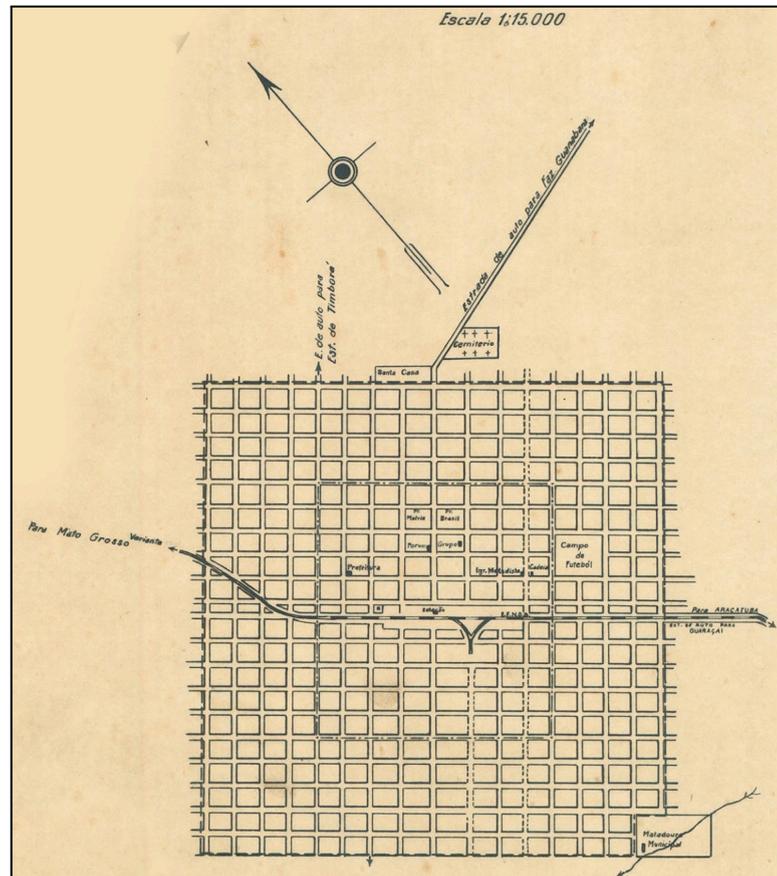


**Figura 9 - Construção do povoado de Andradina, vista aérea da atual Avenida Guanabara, 2 de janeiro de 1937.** Alcântara (2001). Disponível em: <<https://andradinaneuws.blogspot.com>>.

Durante os anos iniciais da ocupação não nativa da região, bem como após a elevação a município em 1938, as atividades econômicas estiveram fortemente marcadas pelo loteamento de glebas urbanas, figura 8, com lotes de 20x40 metros, e férteis lotes rurais, com 10 a 30 alqueires, pela empresa Moura, Andrade & Cia (Carvalho, 2017); esta também financiava a longo prazo, através de banco próprio, uma colonização capitalizada. A figura 10 mostra uma das primeiras ilustrações da



planta urbana de Andradina, em traçado reticular, esta corresponde atualmente a área central da cidade.



**Figura 10 - Planta baixa da cidade de Andradina, 1939.** Instituto Geográfico e Cartográfico de São Paulo. Disponível em: <<https://igchistoria.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/10/cidade-de-andradina.jpg>>.

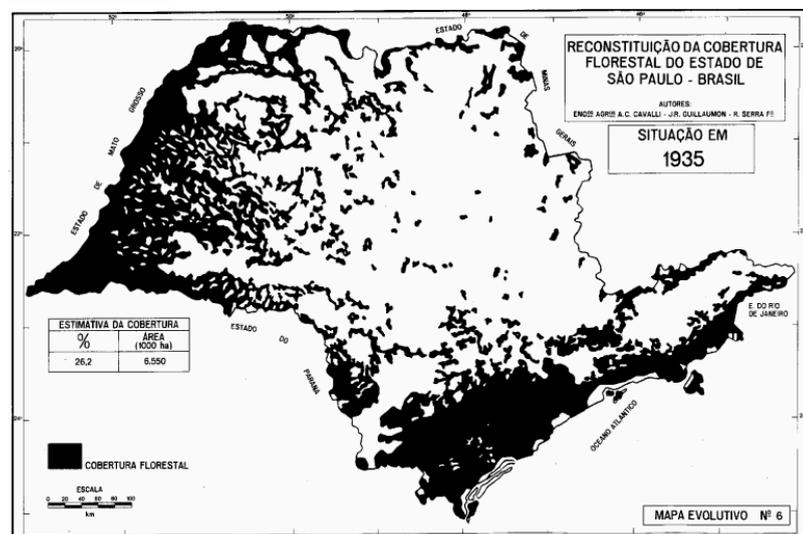
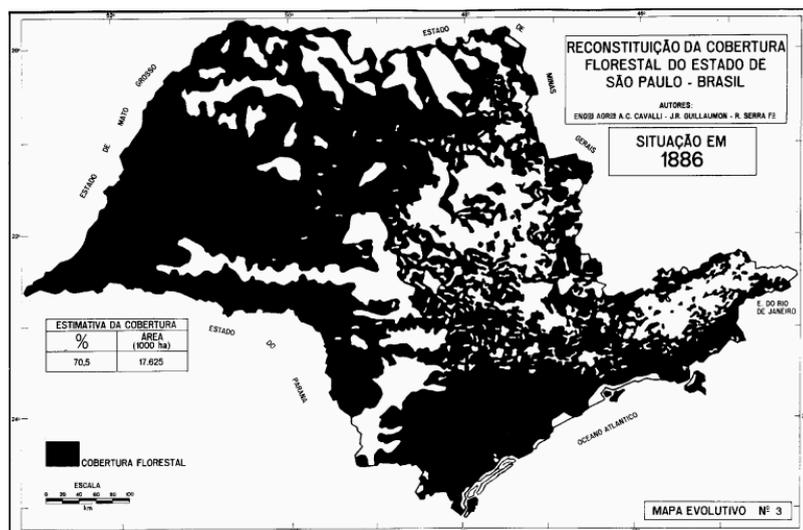
Destacam-se também, conforme Alcântara (2001), a importante relevância da pecuária extensiva de gado, que fomentava os empreendimentos industriais da família, através da empresa Frigorífico Mouran S.A., que contava até mesmo com vagões frigoríficos, em acordo com a NOB, para o transporte da carne, que era comercializada com hospitais, exército, marinha, aeronáutica, etc.; atividade que perdurou hegemonicamente por décadas. Dessa maneira, é evidente o caráter de monopólio empregado pela família Moura Andrade.

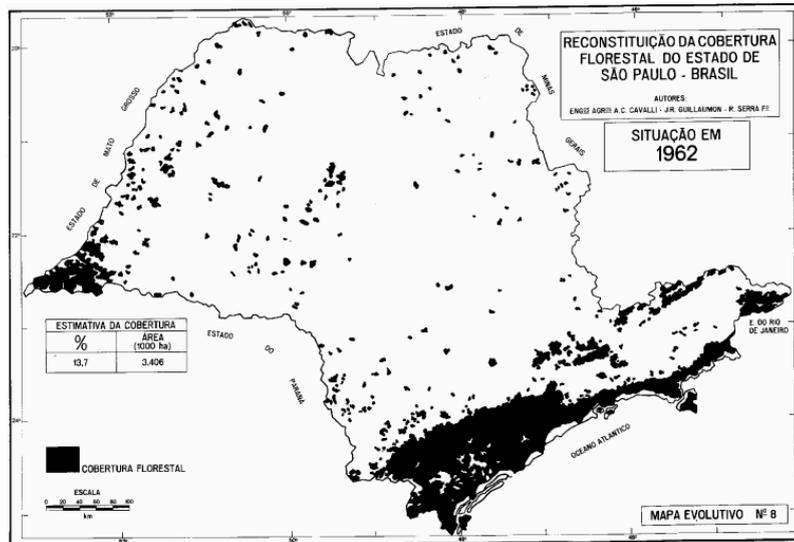
A essas pode-se acrescentar o comércio de madeira retirada das florestas, em especial as de alto valor, como as peróbas, e as culturas do café e algodão; este último, apresentando expressividade após a crise do café, explorados pelas



empresas Clayton & Anderson e S/A e a Sociedade Algodoeira do Noroeste Brasileiro, desde 1929 no município.

Para essa expansão, promoveu-se uma acelerada supressão da vegetação nativa num período ínfimo, de três décadas, atribuída por Victor *et al.* (2005) a expansão das fronteiras agrárias. A evolução do desmatamento no estado de São Paulo, figura 11, já era visível nas porções centrais e leste em 1886, adentrando com velocidade em direção ao oeste, ainda inexplorado; a retirada da floresta nativa na região de Andradina se inicia imediatamente com sua colonização, e já se apresentando em 1935, e por sua vez, em 1962, já restam apenas fragmentos do que um dia fora uma vasta floresta. Dessa forma, é possível afirmar que, foi neste momento que inauguram-se as transformações climáticas advindas de ações antrópicas diretas na região.





**Figura 11 - Evolução da cobertura florestal no estado de São Paulo de 1886 a 1962.** “Cem anos de devastação: revisitada 30 anos depois”. Victor *et al.* 2005.

Acrescenta-se também, que a ocupação não nativa, e por sua vez, urbanização deste território, se deu inicialmente por migrantes de outras partes do estado, japoneses e italianos; e posteriormente também por portugueses, espanhóis, nordestinos, e de forma menos representativa por outras nacionalidades europeias, sírios e libaneses (Truzzi e Volante, 2019; Silva *et al.*, 2019).

A matriz econômica fundamentalmente ligada à pecuária se manteve por décadas, no entanto, na década de 1960 a população urbana supera a rural, com decréscimo acentuado durante o período de construções e início das operações do Complexo Urubupungá (Santos, 2003). É nesse cenário, que na última década do século XX, a criação de gado começa a perder sua hegemonia, demonstrando-se a partir da inauguração da hidroelétrica de Três Irmãos, em 1991, com a desativação do frigorífico Mouran, em 1994, decorrendo em perdas econômicas (Carvalho, 2017), além da privatização da NOB, em 1996, findando o transporte de passageiros (Marinheiro, 2012); processo que favoreceu o setor de serviços.

Lourenzoni e Caldas (2014) argumentam que a partir de 2003 há no oeste paulista, uma dinâmica de substituição das pastagens em função das culturas de cana-de-açúcar, isso se verifica com a instalação de vários complexos sucroalcooleiros nas proximidades de Andradina, sendo uma dessas a Usina Gasa, unidade da Raízen localizada na Fazenda Guanabara. De acordo com o Levantamento Censitário das Unidades de Produção do Estado de São Paulo, na safra 1995/1996 haviam 655,04 km<sup>2</sup> ocupados por braquiária e capim-colômbio no



município, ou 67,9% de sua área, utilizados na alimentação do gado, número que cai para 272 km<sup>2</sup> em 2016/2017. Já para a cana-de-açúcar, esta foi de 69,9; 298,7 e 442,8 km<sup>2</sup> nas safras de 1995/1996, 2007/2008 e 2016/2017 respectivamente, um aumento de 533,5% no período, ocupando no último caso 45,9% da área municipal. Apesar disso, em 2006 se deu a reabertura do frigorífico, sob administração do Grupo JBS S.A.

Mais recentemente, em 2022 a Secretaria de Turismo e Viagens do estado de São Paulo institui a região turística do Pantanal Paulista, incentivando essencialmente o turismo aquático, tendo em vista, por exemplo, o Rio Tietê. Nesse mesmo ano, é inaugurado na cidade o Thermas Acqualinda, indicando uma possível nova tendência para a economia local, ligada ao setor de serviços e voltada a uma atividade turística, como por exemplo, a implementação de uma infraestrutura de hotelaria.

Por fim, é importante ressaltar que, compreender os processos históricos que deram origem a realidade atual, é fundamental para a explicar e interpretar as dinâmicas climáticas contemporâneas; uma vez que, estas derivam de um contexto que viabilizou uma modificação quase que completa do uso e ocupação do solo e dos padrões naturais do ambiente, tal como a supressão da vegetação nativa em favor das pastagens. Nesse sentido, as mudanças climáticas atualmente observadas, são também, uma herança dos modelos socioeconômicos instaurados na região ao longo das últimas décadas.



### **3 - Fundamentação Teórica**

Visando a fundamentação das temáticas abordadas neste trabalho, é fundamental a definição de alguns conceitos essenciais à discussão. Sendo o primeiro, a própria definição de clima, Zangalli Junior (2020), aponta que, para a OMM (Organização Meteorológica Mundial), clima é a associação das diversas condições atmosféricas, compreendidas a partir dos registros do tempo por um período de ao menos 30 anos; apesar disso, o autor critica essa visão, argumentando que, sobre a produção uma observação estatística e matematizada da natureza, ignorando sua desordem e instabilidade. Dessa forma, o clima deve além de sua esfera física, abarcar dinâmicas culturais, políticas e econômicas; de forma que, este significado contraditório, trate também de fenômenos como as alterações climáticas humanas, que deram origem uma nova era geológica, o Antropoceno, ou Capitaloceno, intrinsecamente associados a aceleração do tempo.

Verifica-se então que, um dos desdobramentos das atividades antrópicas, é o clima urbano (Amorim, 2010), compreendido com um conjunto de transformações do meio, capaz de produzir um clima singular, que sobressai as dinâmicas naturais; uma vez que, a cidade é a maior modificadora do meio ambiente. Fenômeno este, originário da mudança do uso e cobertura do solo; onde a vegetação, relevo e hidrografia originários são substituídos por uma diversidade de edificações (praças, casas, indústrias, comércios, etc.), por vezes verticalizadas, resultando na impermeabilização do solo, canalização dos rios (potencializando a ocorrência de enchentes), aterramentos, emissão de poluentes atmosféricos, remoção da fauna e flora nativos, e demais subprodutos da urbanização. Há então um aquecimento do ambiente, produzido pela combinação dos materiais construtivos (muitos com tons escuros, que retém mais calor) com a densidade das construções; podendo se citar também o tráfego de veículos, a concentração de pessoas, a climatização dos ambientes, etc. Souch e Grimmond (2006), ressaltam que, as superfícies das cidades alteram os fluxos atmosféricos e de transferências energéticas a partir da retenção de calor durante o dia, que se dá devido aos tipos de materiais construtivos e a geometria urbana (um calor antrópico), e sua irradiação durante a noite; além disso, as próprias características arquitetônicas como padrão dos telhados e edifícios altos, se mostram obstáculos para os fluxos dos ventos, decorrendo em um



efeito dossel<sup>1</sup>, que altera as dinâmicas dos fluídos, concentrando poluentes no ar nas cidades.

Outro aspecto derivado das dinâmicas climáticas são os eventos extremos; temperaturas muito acima ou abaixo das médias, chuvas intensas, longos episódios de estiagem, rajadas de ar em alta velocidade, *etc.*; em comum a todos observa-se sua excepcionalidade, destoando dos padrões climáticos ou impondo severos riscos à população. Smith (2011) ressalta que definir algo extremo, depende do histórico de registros, além disso, extremos climáticos podem ser cumulativos; períodos de secas intensas, por exemplo, comumente se associam a altas temperaturas. Há também a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), esta conceitua eventos extremos como impactos naturais e antrópicos em meio vulnerável, com potencial de gerar prejuízo social, tendo em vista danos humanos, materiais, econômicos e ambientais; de maneira que, seus efeitos ultrapassam as capacidades de sua atenuação ou mitigação, configurando, assim um contexto multifatorial, como descrito por Young, Aguiar e Souza (2015).

Outro desdobramento dos eventos extremos são as ondas de frio e calor; não há consenso quanto à definição destes eventos, e a escolha de quais serão os parâmetros adotados depende da área de estudo e da disponibilidade de dados. Os relatórios tanto do Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (Houghton *et al.*, 2001), quanto a World Meteorological Organization (WMO) - OMM (Peterson *et al.*, 2001), utilizam de diretrizes muito semelhantes para a detecção de fenômenos de ondas de frio e calor, sendo estas o registro de temperaturas 5 °C abaixo ou acima da média da normal climatológica de 1961-1990; estas apenas diferem quando a permanência necessária a ocorrência desses registros, o IPCC indica uma duração mínima de 5 dias consecutivos, enquanto a OMM, mais recentemente, tem adotado a persistência dessas temperaturas por ao menos 6 dias. Além destas, o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) também possui definições para estes

---

<sup>1</sup> **Efeito dossel** é um conceito originário da ecologia, e se refere a cobertura de folhas da camada superior das árvores, que impacta as trocas de radiação, vapor e partículas entre espaço e superfície, de forma que, permite a formação de um microclima, influenciando nas condições de temperatura e umidade locais (Russell, Marshall e Jarvis, 1989). De maneira análoga, este também é usado para referir-se a parte superior de edificações (especialmente edifícios) e a porção atmosférica a elas atrelada, em contexto urbano; de maneira que hajam também, modificações nos fluxos de energia, produzindo condições climáticas distintas, como ilhas de calor (Cardoso, 2015). Ademais, devido às mudanças nas trocas eletromagnéticas, este afeta a captação de informação e realização de cálculos e medições no sensoriamento remoto.



eventos, não havendo o estabelecimento de limiares, apenas o monitoramento das temperaturas, quando estas ultrapassam ou recuam significativamente relação às médias mensais por pelo menos 3 dias, são emitidos alertas com base em sua intensidade e duração.

Em contexto urbano, um dos desdobramentos do clima são as ilhas de calor, Amorim (2019) descreve o fenômeno como bolsões de altas temperaturas instaladas em cidades, o que se dá devido a sua maior capacidade de retenção e reflexão da radiação atmosférica em decorrência de seu padrão construtivo diferencial; a produção de um calor antrópico. Nesse sentido, Oke *et al.* (2017), as trata como a subtração das temperaturas rurais em relação ao meio urbanizado; estes também chamam atenção para uma diferenciação na manifestação das ilhas de calor a depender da perspectiva de análise; dividindo-as em quatro feições, sendo estas, a atmosférica (Canopy layer urban heat island), superficial (Surface urban heat island), vertical (Boundary layer urban heat island) e subsuperficial (Subsurface urban heat island).

Dentre os principais componentes climáticos está a precipitação, e sua análise pode envolver uma diversidade de componentes; Carmo *et al.* (2019), estabelecem as seguintes classes, chuva intensa (acima de 60 mm/dia), chuva moderada (entre 5 e 60 mm/dia) e chuva fraca/não chuva (menor do que 5 mm/dia). No entanto, a definição de um extremo de chuva pode variar, Oliveira *et al.* (2017) utilizam um limiar de 50 mm/dia, mesmo valor adotado pelo INMET; de forma semelhante, é necessário conceituar dias sem chuva/secos, Alves e Diniz (2009), traçam um limite de 2 mm/dia, ao passo que Honer (1993) utiliza para Campo Grande - MS um valor de 5 mm/dia, tendo em vista o valor diário de evaporação da região. Outro fator importante é a compreensão da seca, Blain (2012) a define como uma deficiência de precipitação em relação aos padrões esperados, podendo impactar as condições de habitação humana em uma localidade, quando essa se estende por longos períodos ou mais de uma estação; além disso, o autor chama atenção para as tipologias desse fenômeno, sendo este agrícola (escassez de água disponível para o crescimento das plantas), meteorológica (escassez de precipitação) ou hidrológica (deficiência no volume de água disponível). Apesar disso, quantificar a duração, início e fim de uma seca é uma tarefa difícil, uma vez que, deve-se levar em conta a resiliência climática de uma localidade, além da



severidade e frequência desses eventos, que quando cíclicos trazem severos dados socioeconômicos e ambientais (Cunha, 2008).

Em comum a todos os fenômenos climáticos, está a forma diferencial que estes afetam as pessoas, Oliveira Esteves (2011) afirma, nesse sentido, que a vulnerabilidade socioambiental se expressa pela suscetibilidade de um indivíduo ou de uma população, a efeitos negativos de eventos naturais e ambientais. No entanto, este também afirma que, há uma diferença em relação ao risco ambiental, simplificada, risco é a exposição ou probabilidade de encontrar-se em perigo, dando-se em três aspectos, o tecnológico (agrícola, científico e industrial), o natural (até quando derivado interferências antrópicas) e o social (atividades econômicas, militares, saúde); dessa forma, a distinção está na existência de algum tipo de controle, mesmo que limitado. Assim, a vulnerabilidade se manifesta a partir da exposição a risco, tendo em vista a capacidade de reação ou de adaptação a ele.

Por consequência, situações vulneráveis são mais frequentes na periferia do Capital, que como anteriormente demonstrado, a partir da comparação de emissão de CO<sub>2</sub> entre diferentes países, não é a maior responsável pelos poluentes que intensificam o aquecimento do planeta e os efeitos a ele atrelados, no entanto, é também onde deslizamentos, enchentes, contaminação (atmosférica e do solo), etc., são mais frequentes e causam os maiores danos socioeconômicos; implicam em condições desfavoráveis, não só em relação a pobreza, mas também, a componentes étnico/raciais, de gênero, sexualidade, faixa etária e saúde. Nesse sentido, Dias (2023), afirma a existência de uma dívida ecológica, ou seja, um débito do Norte perante o Sul global, referente a degradação ambiental e esgotamento dos recursos naturais, em decorrência das atividades econômicas exploratórias promovidas pelos países com histórico colonialista e imperialista.



## 4 - Procedimentos de Pesquisa

### 4.1 - Coleta de Dados

A elaboração de um banco de dados visando a fundamentação das análises desta pesquisa, se deu, inicialmente pela obtenção de dados vetoriais, que foram utilizados para a produção dos materiais cartográficos, sendo estes os arruamentos, o arquivo *highways* (estradas) disponibilizada pelo complemento Quick OSM (Open Street Map); o enquadramento de corpos hídricos obtido na CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo); o inventário florestal de São Paulo (2020) obtido no IPA (Instituto de Pesquisas Ambientais); malhas territoriais do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e a malha ferroviária federal (2024) disponibilizada pela ANTT (Agência Nacional de Transportes Terrestres).

De forma subsequente, deu-se a seleção de dados matriciais, tendo início pela seleção de cenas da coleção Landsat 8 - 9 OLI/TIRS (collection 2 level 1), estas disponíveis com livre acesso através do site do *United States Geological Survey* (USGS) por meio das interfaces Earth Explorer, para o período diurno, e GloVis (Global Visualization Viewer), para o noturno; os critérios de escolha para estas foram, um baixo nível de ruído atmosférico, com cobertura de nuvens que não excedesse 10%, ademais, deu-se a escolha de sua temporalidade de forma a fornecer uma representação amostral de extremos climáticos. Além disso, selecionou-se o zoneamento urbano de Andradina para o ano de 2023.

Por fim, para escolha do banco de dados meteorológico, foram obtidos os registros das duas estações meteorológicas com disponibilização livre para Andradina, sendo a primeira uma estação convencional, operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) no período de 1976 a 1997, instalada a uma altitude de 379 metros, no entanto, só há dados disponíveis a partir de 1980; já a segunda, de funcionamento automático, mantida pelo Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO), em funcionamento desde 1994, em altitude de 394 metros.

Contou-se também com o auxílio de registros de estações meteorológicas suplementares, fundamentais para a realização dos estudo de ondas de frio e calor; escolheu-se estações automáticas que não superaram em distância, um raio de 70



quilômetros, sendo estas: Tupi Paulista, 1993 - atual (CIIAGRO), 367 m; Dracena, 2007 - atual (CIIAGRO), 369 m; Três Lagoas, 2001 - atual (INMET), 328 m; e Santa Adélia Pioneiros - Sud Mennucci, 2011 - atual (UNESP), 350 m.

Obeve-se também, com o INMET, as normais climatológicas, sendo as principais referentes a temperaturas máximas, médias e mínimas, além dos acumulados de precipitação, figura 12; e de maneira aditiva, favorecendo a análise o número de dias anuais que superam 40 °C ou são inferiores a 5 °C e a quantidade de dias com precipitação inferior a 1 mm ou superior a 50 mm.

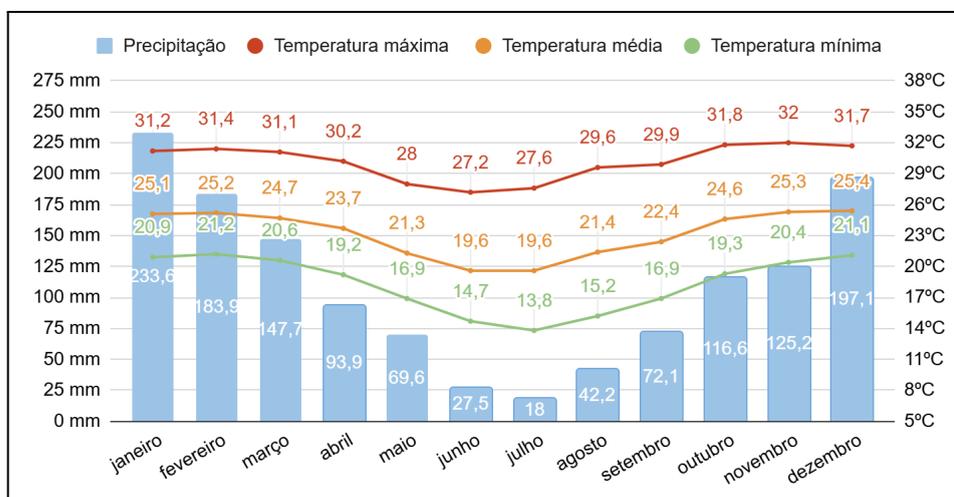


Figura 12 - Normal climatológica INMET 1981 - 2010.

## 4.2 - Classificação do Uso e Cobertura do Solo

Visando compreender as transformações da superfície urbana, é fundamental a estipulação de diferentes classes, que abarquem as diferentes tipologias de padrão construtivo, atividades econômicas, o percentual de cobertura do solo e a presença e quantidade de vegetação; a fim de produzir uma categorização dos diferentes espaços, e como cada um destes interage com os distintos aspectos do ambiente, como por exemplo, a temperatura de superfície.

Para tal, foram usadas composições de imagens de satélite, referentes aos anos de 2002 e 2025, e disponibilizadas pelo *Google Earth*. Estas foram, por sua vez, examinadas a partir da interpretação visual, tendo como método, a fotointerpretação, uma importante técnica do sensoriamento remoto, voltada a análise de fotografias aéreas, imagens de satélite e demais dados matriciais; onde



são observadas características e peculiaridades, como, textura, cor, brilho, *etc.*; para assim, atribuir um significado, como exposto por Costa *et al.* (2011).

A categorização da tipologias do uso e cobertura do solo urbano, se deu a partir da adaptação da metodologia descrita por Ortiz Porangaba (2015), em sua tese de doutorado sobre o clima urbano em cidades do interior paulista; sendo assim, delimitaram-se as seguintes classes:

- Área de alto padrão construtivo;
- Área densamente construída com vegetação arbórea;
- Área de conjuntos habitacionais e densamente construída;
- Área densamente construída com vegetação arbórea esparsa;
- Área com construção esparsa;
- Área de expansão urbana;
- Área industrial;
- Área de vegetação rasteira;
- Área de vegetação arbórea;
- Água.

#### **4.3 - Cálculo para a Temperatura de Superfície**

Objetivando a produção de cartas de temperatura de superfície, deu-se a seleção de imagens termais do satélite Landsat 8, referentes ao sensor TIRS (Thermal Infrared Sensor); mais especificamente a banda 10, que compreende os comprimentos de onda de 10.6 - 11.19  $\mu m$ , que possui uma resolução espacial de 100 metros, disponibilidades de forma reamostrada, a 30 metros. Estas foram posteriormente processadas por meio do *software* livre *Quantum GIS* (Sistema de Informações Geográficas) - QGIS.

Para a aplicação das técnicas de geoprocessamento, utilizou-se da calculadora raster, que permitiu, a partir da metodologia descrita por Ortiz Porangaba, Bacani e Milani (2020, *apud* USGS, 2020) quantificar a temperatura de superfície; calculada através das etapas de contabilização da radiância espectral via valores da banda, transformação da radiância em graus Kelvin, e por fim, a conversão dos valores para graus celsius; expostas, respectivamente, diante das equações:



$$L\lambda = ML * Qcal + AL$$

(Equação 1)

Onde:

**Lλ**: radiância espectral;

**ML**: fator multiplicativo reescalado da radiância para a banda específica;

**Qcal**: Número Digital (ND) do pixel;

**AL**: fator aditivo reescalado da radiância para a banda específica, onde x é número da banda.

$$Trad = K2 / \ln (K1 / L\lambda) + 1$$

(Equação 2)

Onde:

**Trad**: temperatura de brilho no sensor ou temperatura radiante (K);

**K2**: constante termal da banda específica, onde x é número da banda termal;

**K1**: constante termal da banda específica, onde x é número da banda termal;

**Lλ**: radiância espectral no topo da atmosfera.

$$Trad(^{\circ}C) = Trad - 273,15$$

(Equação 3)

Onde:

**Trad(°C)**: temperatura de brilho no sensor ou temperatura radiante (°C).

#### 4.4 - Tabulação dos Dados

Esta etapa consistiu na reunião de toda a base de dados meteorológicos, o que foi feito no *software Google Sheets*, de forma a viabilizar a produção de planilhas; que permitiram analisar a totalidade da série histórica em escala diária, além de determinar períodos de frio e calor, e compreender a dinâmica da precipitação. Foi também neste passo, que deu-se a correção e preenchimento da base de dados de Andradina; esta ocorreu segundo dois casos, quando a laguna identificada abrangia a temporalidade de um dia, era feita a média entre o dia anterior e posterior, na condição de não haverem diferenças expressivas entre os valores; em outra situação, obteve-se a média dos valores das estações meteorológicas suplementares, esta foi utilizada como subsídio para grandes lapsos nos dados.

Posteriormente, puderam-se realizar os cálculos necessários, tais quais, as médias mensais e anuais das temperaturas, somas de acumulados de precipitação, a contabilização de aspectos como a quantidade de dias acima de 40 ou 5 °C



através da função “contar se”, *etc*; dando-se de maneira conjunta a produção de gráficos e tabelas.

#### 4.5 - Identificação de Ondas de Frio e Calor

A etapa de quantificação e interpretação das ondas de frio e calor, teve como fundamento a metodologia adotada pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC, Houghton *et al.* (2001), este indica um limiar de 5 °C abaixo ou acima das médias de temperaturas mínimas ou máximas para a normal climatológica de 1961 - 1990, determinando a identificação de ondas de frio e calor, respectivamente; estes registros anômalos também devem perdurar por um tempo mínimo de 5 dias. Sendo assim, adotou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Limiar de OC} = \text{Tmax média} + 5 \text{ °C} \quad (\text{Equação 4})$$

Onde:

**Limiar de OC:** limite mínimo de temperatura para configurar onda de calor.

**Tmax média:** Temperatura máxima média anual.

Nesse sentido, houve, para a área estudada, uma adaptação quanto a normal climatológica utilizada, sendo esta referente ao período 1981 - 2010, devido a indisponibilidade de registros e parâmetros anteriores. Assim, os limiares calculados foram, para ondas de frio de 13,4 °C, e para ondas de calor de 35,1 °C. Já a identificação destes eventos extremos, contou com o auxílio da ferramenta de formatação condicional, na plataforma *Google Sheets*, associada a uma análise manual dos períodos.

#### 4.6 - Análise da Precipitação

Para o estudo da precipitação, utilizou-se o mesmo recorte temporal de 1993 a 2024, a partir de um enfoque para os eventos extremos. A primeira análise, foi a de dias com precipitações excepcionais, para a qual tomou-se como base o limiar mínimo de 50 mm/dia, assim como descrito por Oliveira *et al.* (2017). Já para a identificação de períodos de seca, na ausência de uma metodologia específica, esta



se deu, pela quantificação de dias sem chuva seguidos, estes obtidos segundo o parâmetro de precipitação diária de até 2 mm, conforme recomendado por Alves e Diniz (2009).

#### **4.7 - Interpretação dos Eventos Extremos**

De forma a permitir uma análise mais dinâmica das variáveis utilizadas para compreender a ocorrência de eventos extremos de frio, calor e precipitação; o intervalo estudado foi de 1993 - 2024, sendo dividido em três períodos, de forma que, estes tivessem durações aproximadas de uma década, o primeiro de 1993 a 2003, o segundo de 2004 a 2013, e o terceiro de 2014 a 2024.

Além disso, algumas métricas foram utilizadas para corroborar com as interpretações, para ondas de frio e calor de longa duração, foram considerados eventos que perduraram durante 8 dias, ou seja, uma soma que supera a duração de uma semana; já no caso dos eventos de precipitação extrema, foram considerados episódios excepcionais os que apresentaram acumulados diários de 100 mm ou mais.



## **5 - Resultados e Discussões**

### **5.1 - Análise Temporal da Expansão e Uso e Cobertura do Solo Urbanos.**

Para uma análise do clima urbano e de suas características e especificidades nas cidades, é essencial a compreensão de como se dá o uso e a cobertura do solo, quais são as atividades econômicas desenvolvidas, e quais dinâmicas de reprodução da cidade estão em evidência. Nesse sentido, foram elaborados mapas que analisam o uso e cobertura do solo para Andradina.

O primeiro referente ao ano de 2002 (figura 13), no qual observa-se de forma linear, no sentido nordeste-sudeste, uma concentração de áreas densamente construídas com vegetação arbórea esparsa, estas associadas à Avenida Guanabara, principal via da parte central do núcleo urbano, atreladas principalmente com atividades ligadas ao comércio, evidenciando uma concentração das atividades econômicas ligadas ao setor de serviços.

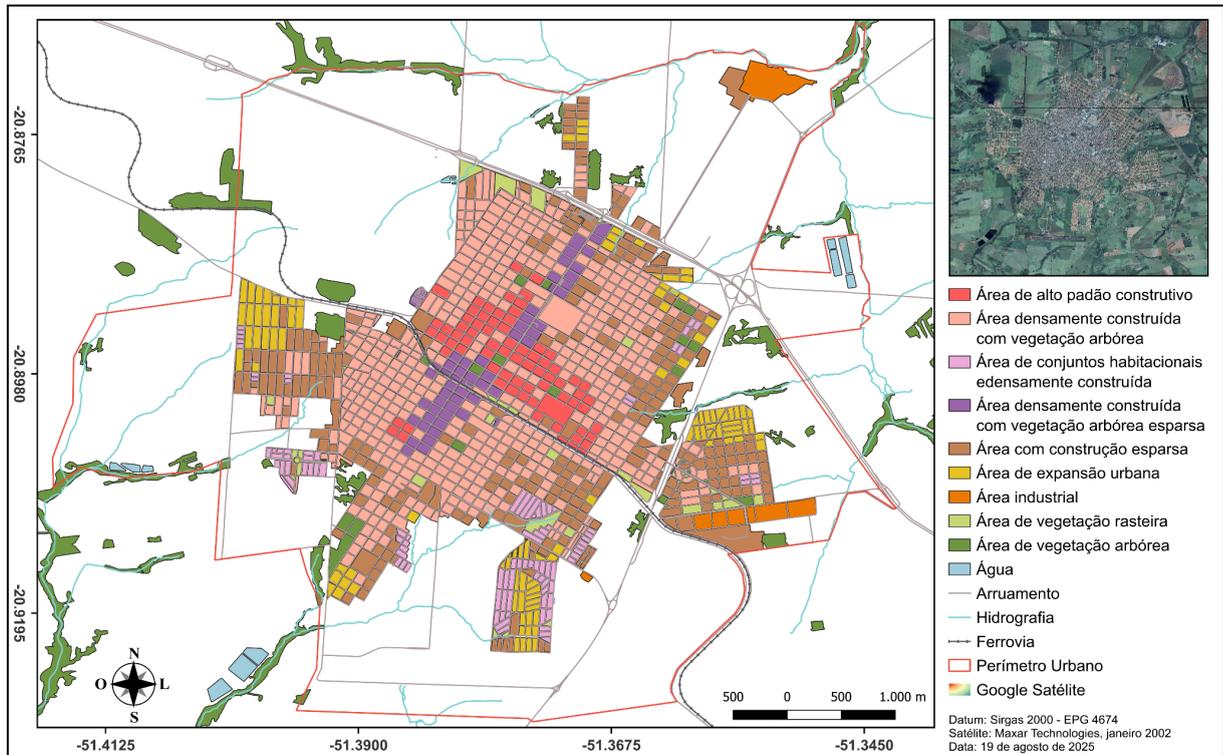
De maneira semelhante, no sentido noroeste-sudeste, mas de maneira menos retilínea e mais difusa, encontram-se as áreas de alto padrão construtivo, ocupando a porção central e mais consolidada da malha urbana. Conforme visto anteriormente na planta baixa de 1939, figura 8, sua destinação é essencialmente residencial, voltada para a população com maior poder aquisitivo, demonstrando uma maior valorização dos terrenos nesta porção da cidade.

Distribuídas pelo núcleo urbano, estão as áreas densamente construídas com vegetação arbórea, contornando as áreas de alto padrão construtivo e densamente construídas com vegetação arbórea esparsa, seus usos estão majoritariamente associados a habitação, mesmo que hajam exceções como o cemitério. No entanto, as áreas densamente construídas com vegetação arbórea são margeadas, exceto no sentido noroeste, por áreas de construção esparsa, que também apresentam um caráter residencial, apesar disso, possuem um número reduzido de construções, cenário especialmente identificado nas porções oeste e leste.

Em associação às áreas de construção esparsa, encontram-se áreas de expansão urbana, por vezes apresentando apenas o contorno das vias. A junção da análise entre as classes de menor densidade construtiva, permite atribuir vetores de expansão e adensamento populacional, sendo os principais, a parte oeste da rede



urbana, e a região a leste, que ultrapassa a rodovia SP-563; outro ponto significativo está ao sul da cidade, rodeado por áreas de conjunto habitacionais.



**Figura 13 - Mapa de uso e cobertura do solo urbano de Andradina para o ano de 2002.**

Áreas de conjuntos habitacionais estão em localidades ainda mais periféricas, no semicírculo formado entre as porções sudoeste e sudeste, além de pontos na região oeste e nordeste, no entanto, são visíveis duas principais concentrações, na porção sul, onde se encontram diversos projetos de conjuntos habitacionais, e margeando da parte sudoeste da cidade; todos estes derivados de diversos projetos do programa COHAB (Companhias de Habitação Popular), uma política pública associada ao Sistema Financeiro da Habitação (SFH) e ao Banco Nacional de Habitação (BNH), fornecendo financiamento de moradias a população de baixa renda a partir da década de 1960 (Lendimuth, 2023).

Por fim, as áreas industriais se concentram em dois pontos, a nordeste, onde se localiza o frigorífico, e a leste, com algumas empresas, não havendo assim, uma centralização do setor industrial. Por sua vez, áreas de vegetação arbórea e rasteira se distribuem pela cidade, a primeira associada a fragmentos florestais e praças, já a segunda, a quarteirões que não possuíam construções, mas já estavam integrados



à malha urbana; para o caso da vegetação arbórea foram evidenciadas também porções que extrapolam a construção da cidade, uma vez estas são importantes para a mitigação do clima urbano, sendo assim, sua concentração está especialmente associada a porções de mata ciliar e alguns fragmentos restantes. Áreas com água em superfície são, percursos de córregos, lagoas, e tanques.

Sequencialmente, deu-se também a elaboração de um mapa para o ano de 2025, figura 14, neste ainda observa-se uma concentração das áreas densamente construídas com vegetação arbórea esparsa no sentido nordeste-sudoeste, no entanto, estas têm uma expansão de sua área, substituindo áreas anteriormente associadas a alto padrão construtivo ou a áreas densamente construídas com vegetação arbórea, evidenciando nesta porção, um aumento da atividade comercial, em especial do setor de serviços.

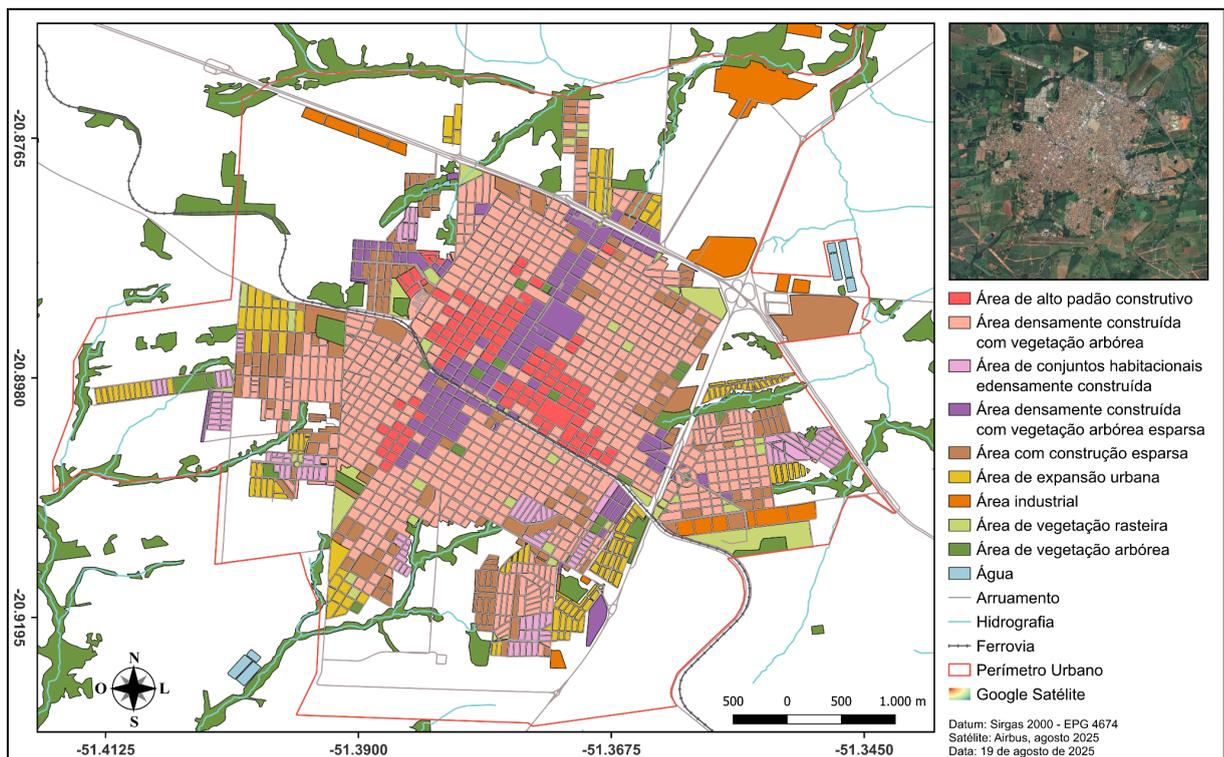
Apesar disso, novos focos de elevada densidade construtiva sem presença de arborização são encontrados, com destaque à porção noroeste da cidade, onde a expansão urbana trouxe um novo perfil de construção, a de áreas residenciais densas sem a presença de árvores, fenômeno que também ocorre na face sudeste, ao sul a ferrovia, ou mediante adensamento construtivo e retirada de árvores do cemitério; entretanto, novos núcleos comerciais também estão presentes, como por exemplo, nas proximidades da SP-563.

Áreas de alto padrão construtivo também se expandiram, aumentando sua prevalência na região central da cidade, e caminhando sentido noroeste, além de um novo núcleo destas construções na porção centro-sudoeste; seu avanço sobrepôs áreas anteriormente associadas à alta densidade construtiva com vegetação arbórea, ficando assim, visível a relação de proximidade entre áreas comerciais e de residências de população com maior poder aquisitivo. Por sua vez, áreas densamente construídas com vegetação arbórea permanecem circundando áreas de alto padrão construtivo e áreas densamente construídas sem vegetação, no entanto, estas avançaram sobre áreas de construção esparsa, evidenciando um adensamento construtivo na cidade, o que apesar disso, ocorre menor grau na porção oeste; ademais, observa-se também uma sobreposição com relação aos conjuntos habitacionais, que passaram neste período, por requalificações, reformas e arborização, a partir de ações dos moradores, que permitiram sua readequação.



No que tange áreas de construção esparsa, é possível atribuir dois perfis, o primeiro referente às porções onde a construção permanece esparsa, quando comparado o primeiro e o segundo mapa, estas se encontram especialmente entre o contorno da porção oeste e a parte sudoeste do malha viária, e em menor grau, na região nordeste.

O segundo perfil refere-se a vias que ainda não estavam presentes no primeiro mapa, estas localizadas principalmente na parte sul, na porção leste, e em parte da expansão noroeste. Padrão semelhante pode ser observado para áreas de expansão urbana, com partes da porção oeste e sudoeste-sul que ainda não passaram por um adensamento; no entanto, verificam-se novas regiões de expansão, especialmente no sentido sudoeste, leste e norte, devido a novos empreendimentos de loteamentos, configurando assim, novos vetores de expansão.



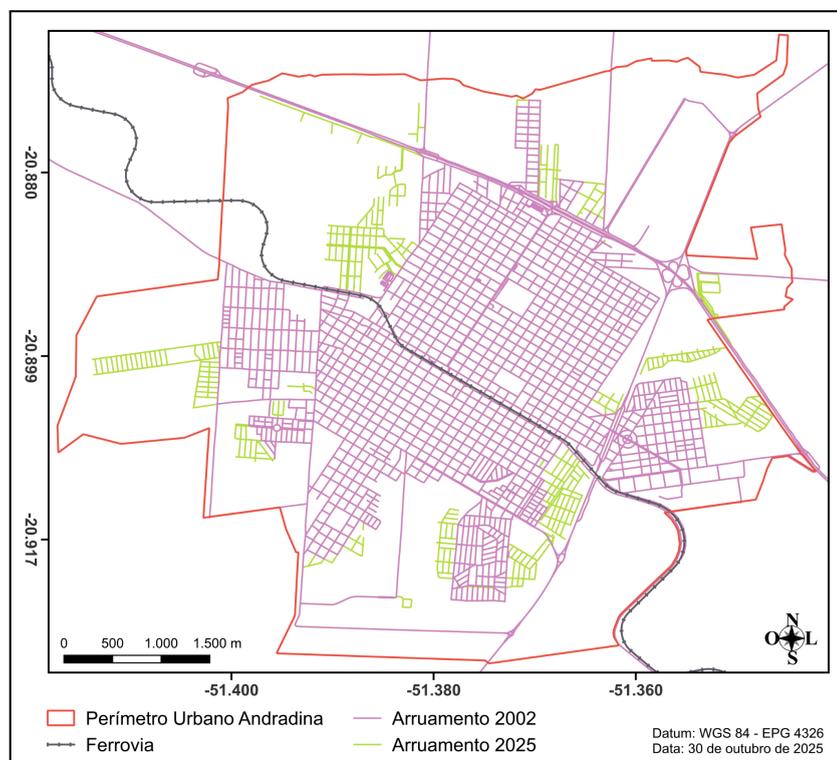
**Figura 14 - Mapa de uso e cobertura do solo urbano de Andradina para o ano de 2025.**

Quanto a áreas de conjuntos habitacionais, estas ainda concentram-se principalmente nas regiões periféricas, no semicírculo entre as porções leste e oeste, com novos pontos, como nas áreas sul, leste e oeste; onde se encontram novos empreendimentos de construção de casas populares, algumas destas ligadas



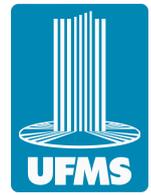
ao Programa Minha Casa Minha Vida; além de um novo núcleo, isolado na porção noroeste. No que se refere às áreas industriais, estas mantiveram a localização mostrada no mapa de 2002, mas observa-se, de forma esparsa, novas localidades destes empreendimentos, em especial a nordeste e noroeste da malha urbana; evidenciando um fortalecimento do setor industrial, mesmo que ainda não se possa atribuir concentração suficiente para a demarcação de um distrito industrial.

E finalmente, para as áreas de vegetação rasteira e arbórea, pode se afirmar para o primeiro caso, sua maior prevalência em porções periféricas ao centro; já para ao porte arbóreo, é clara ampliação destas áreas, quando comparados os mapas de 2002 e 2025, especialmente no que tange as que circundam a cidade, a expansão das matas ciliares pode se correlacionar com o Decreto nº 4.449, de 30 de outubro de 2002, que determina o georreferenciamento de propriedades rurais, através do CAR (Cadastro de Propriedades Rurais), ou a Lei Federal 11.428/2006, que trata da conservação, regeneração e proteção da Mata Atlântica.



**Figura 15 - Mapa de expansão urbana de Andradina, 2002 - 2025.**

Ao interpretar as transformações no uso e cobertura do solo urbano, é evidente o crescimento da malha urbana, sendo esse, mais especificamente de 3,64



km<sup>2</sup> (de 12,76 para 16,39 km<sup>2</sup>), ou 28,45% no período analisado; esta se desenvolveu nas proximidades da ferrovia, bem como para diversas cidades da região, citando com exemplo Três Lagoas (Delcol e Milani, 2022); ainda seguindo a lógica centro-periferia, apesar de algumas transformações recentes.

No entanto, esta ampliação segue vetores de expansão claros, figura 15; sendo evidente que as vias pouco superaram no sentido norte, a Rodovia Marechal Rondon, outra porção com um crescimento diminuto e a sentido sudoeste; outra porção de crescimento menos consolidado é o sentido oeste. Apesar disso, expansões mais acentuadas são observadas nos sentidos sul e leste, com loteamentos recentes, que aproximam a malha viária dos limites do perímetro urbano; por fim, é visível também, uma expansão significativa na região noroeste da cidade.

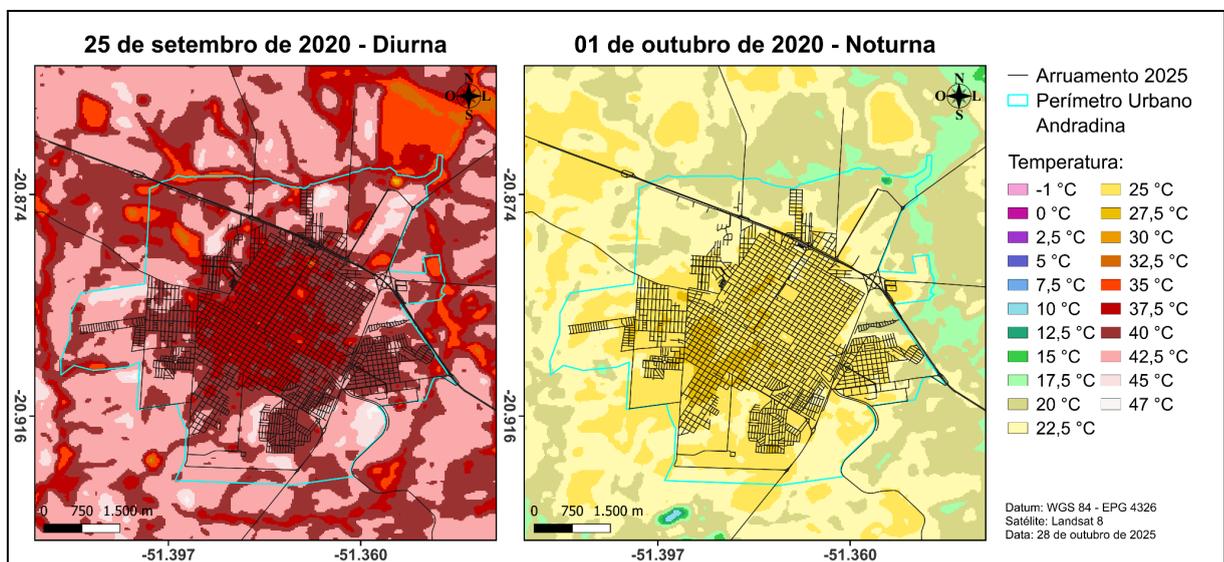
## 5.2 - Estudo da Temperatura de Superfície

Objetivando compreender a influência de eventos extremos no clima urbano, foram produzidas quatro cartas de temperatura de superfície, estas referentes a todas as estações do ano; ademais, selecionou-se períodos específicos, com atuação de ondas de frio e calor, durante dia e noite.

Iniciando a análise pela figura 16, esta representa a influência de uma onda de calor, durante a primavera, que teve duração de 17 dias, temperatura média máxima de 40,43 °C e ocorrência entre setembro e outubro de 2020; com relação ao período diurno, este contou com temperatura máxima do ar de 36,85 °C, reverberando em temperaturas de superfície de até 47 °C no entorno urbano, não sendo possível assim, identificar a prevalência de uma ilha de calor, uma vez que, a exceção áreas vegetadas, os valores observados para a área rural são significativamente mais elevados que para a cidade, isso se deve às características climáticas e da vegetação do local na primavera, período de seca, que devido a uma menor exuberância da vegetação, propicia-se uma maior retenção da radiação eletromagnética na superfície.

Nesse sentido, a cidade aparece como uma um ponto menos aquecido, apesar de temperaturas de superfície bastante elevadas, variando de 35 °C na região central, até valores de 40 e 42,5 °C nas porções periféricas.

Quanto ao período noturno, registraram-se temperaturas do ar máxima de 42,53 °C durante o dia, e mínima 23,44 °C no período da noite, sendo assim, identificável uma ilha de calor, com temperaturas que variam de 27,5 °C, com maior aquecimento nas porções sudoeste e central da malha urbana, até 25 °C nas demais partes da cidade; já em meio rural, estas oscilam entre 20 e 22,5 °C, com faixas de maior resfriamento entre porções norte e oeste. Dessa forma, as temperaturas superficiais são em média 5 °C superiores na cidade, em comparação ao campo, com pontos onde esta diferença chega a 7,5 °C.

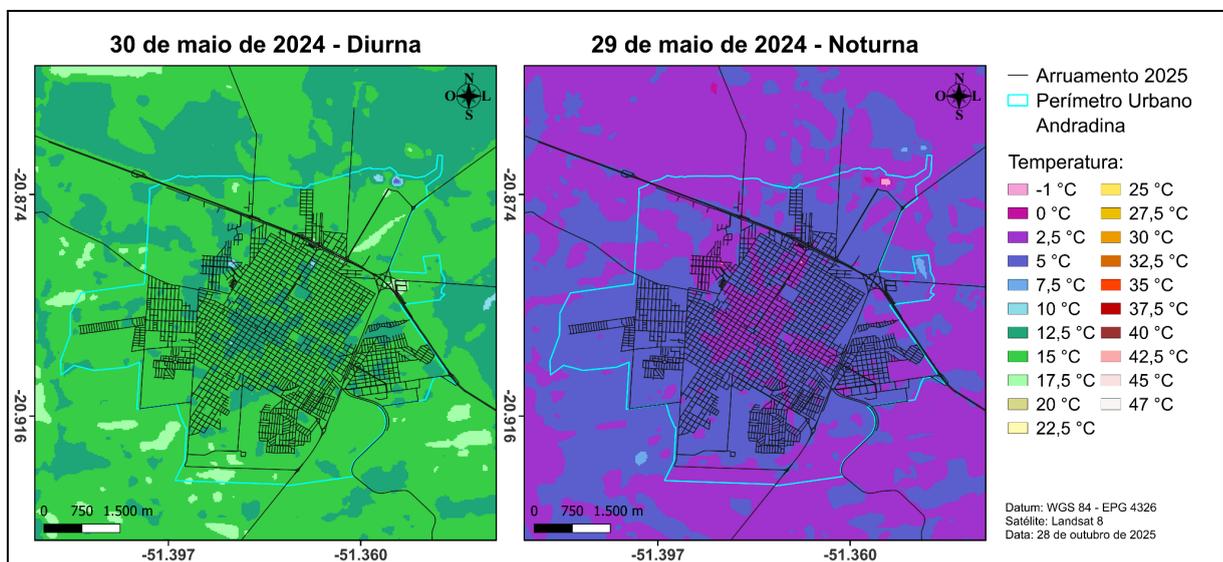


**Figura 16 - Carta de temperatura de superfície durante onda de calor, período da primavera.**

Prosseguindo com a interpretação da figura 17, ilustram-se os desdobramentos de um evento de onda de frio, em meio ao outono, sobre o clima urbano; o evento em questão apresentou temperatura média mínima 10,55 °C, ocorrendo entre maio e junho de 2024, e perdurando por 6 dias. O período diurno analisado, apresentou temperatura máxima do ar de 20,98 °C, além disso, também não foi possível observar a ocorrência de fenômenos de ilhas de calor ou frescor, uma vez que, as temperaturas variam entre 12,5 e 15 °C, tanto na área urbana quanto no campo; havendo também, pequenas faixas com registros de 17,5 °C no entorno urbano.

No que se refere a amostra noturna, a temperatura diária máxima do ar foi de 15,32 °C, enquanto a mínima para a noite foi de 7,86 °C; dessa forma, pode-se

atribuir a estas temperaturas do ar baixas, os registros igualmente baixos observados na temperatura de superfície; assim como na amostra diurna, não foi possível identificar a prevalência de uma ilha de calor em meio urbano, uma vez que as temperaturas da superfície variaram entre 2,5 e 5 °C tanto no meio rural quanto urbano, apresentando também pontos na porção norte que atingem os 0 °C. É então provável que a incursão de ar polar que possibilita a chegada de baixas temperaturas até a região, através de correntes de ventos, seja a responsável por impossibilitar a formação de uma ilha de calor, especialmente em contexto noturno.



**Figura 17 - Carta de temperatura de superfície durante onda de frio, período do outono.**

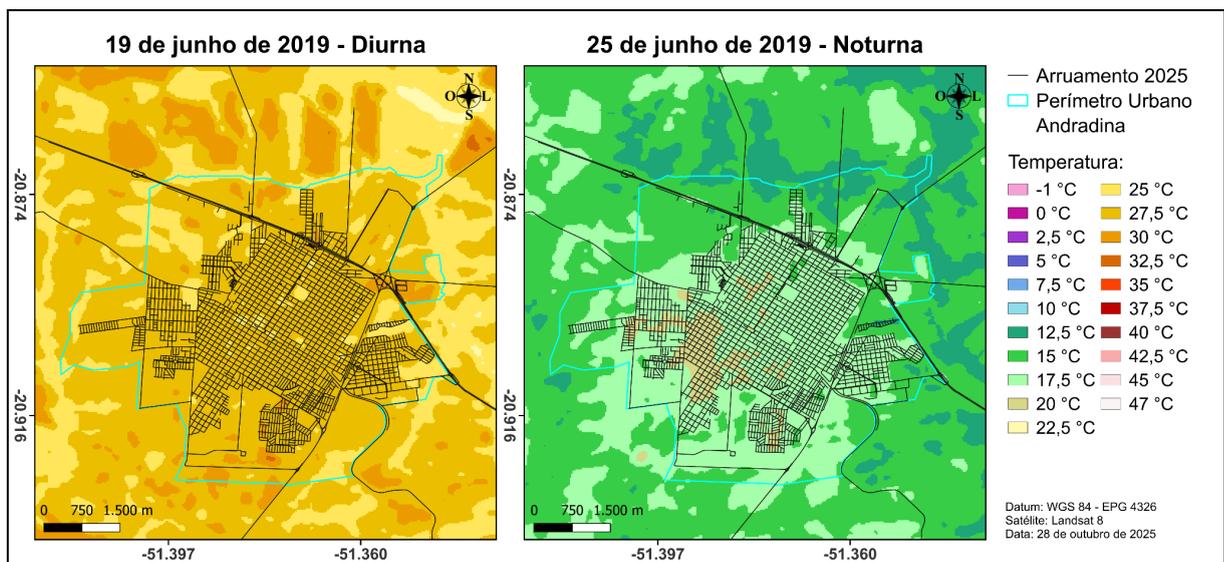
Na figura 18, é representada a ocorrência incomum de uma onda de calor e uma onda de frio atuando simultaneamente durante o inverno. A primeira apresentou temperatura média máxima do ar de 39 °C, ocorrendo em junho de 2019 com duração de 15 dias, já no caso da onda de frio, esta contou com temperatura média mínima do ar de 10,58 °C, e atuou em junho de 2019 durante 10 dias.

Tratando-se do registro diurno, há o aferimento de uma máxima do ar de 40,48 °C; e a partir da produção cartográfica, pode-se constatar, certa homogeneidade da temperatura de superfície na faixa dos 27,5 °C, não sendo possível verificar a prevalência de uma ilha de calor, com pontos de maior aquecimento ao sul, e áreas maiores ao norte com valores na casa dos 30 °C; observando-se também, registros inferiores no entorno urbano, majoritariamente



associadas a faixas de vegetação ciliar, com temperaturas de superfície de 25 °C, estas também encontradas em parte da porção central da área urbana.

Já para o caso noturno, há registros de uma temperatura máxima do ar de 39,58 °C no dia, e uma mínima de 8,75 °C à noite; diferentemente da amostra diurna, identificou-se uma ilha de calor, que cobre toda a malha urbana, com temperatura de superfície próxima dos 17,5 °C, no entanto, existem, principalmente no sentido sudoeste da cidade, registros da marca de 20 °C, estes também ocorrem em pontos da porção oeste, sul e nos sentidos centro-noroeste e centro-sul da malha urbana. Em contexto rural, visualiza-se registros consistentes de temperaturas de superfície de 15 °C, com faixas na casa dos 12,5 °C entre as porções norte e leste; conferindo valores para a superfície em média 2,5 °C superiores na cidade em relação ao campo, mas com regiões onde estes podem exceder em 5 °C.



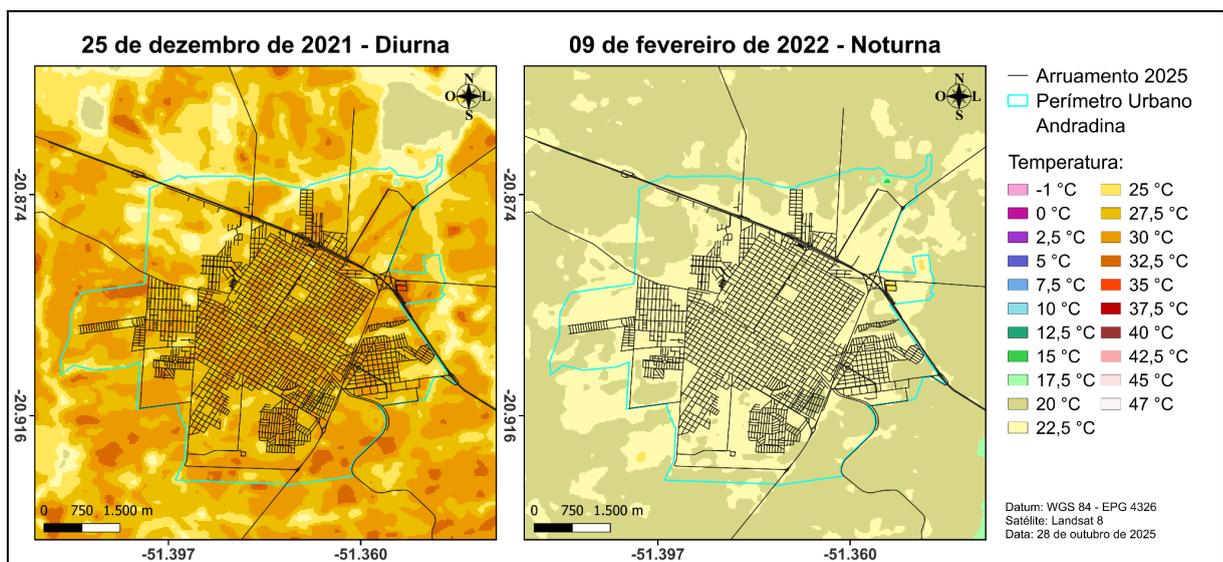
**Figura 18 - Carta de temperatura de superfície durante onda de frio e calor, período do inverno.**

Por fim, deu-se a elaboração de uma carta que expressa a dinâmica do clima urbano durante o verão, figura 19, a fim de abranger a totalidade das estações do ano. A cena diurna representa o Natal de 2021, que apresentou temperatura máxima do ar de 31,84 °C; nesta é possível delimitar um maior aquecimento em meio urbano, este se expressa de maneira bastante uniforme por toda a cidade com temperaturas de superfície próximas aos 30 °C, no entanto, existem pontos de menor aquecimento, especialmente nas porções noroeste, centro-norte, oeste e nas



extremidades da parte sudoeste, com valores que se aproximam do campo, sendo estes em torno dos 27,5 °C; apesar disso, são visíveis no entorno urbano amplas áreas que atingem os 30 °C, com pontos, em especial na parte sul, que registram 32,5 °C, já em parte da área noroeste, nordeste e em traços de matas ciliares, as temperaturas superficiais são inferiores, alcançando os 25 e 22,5 °C, e em pontos de vegetação florestal preservada, está chega aos 20 °C. Tal característica se deve a maior exuberância da vegetação durante o verão, período chuvoso na região.

Já para a amostra noturna, que registra temperatura máxima do ar de 33,38 °C no dia, e mínima de 20,62 °C durante o dia; é evidente a formação de uma ilha de calor, uma vez que de maneira homogênea, a temperatura da superfície na cidade é de 22,5 °C, enquanto o entorno rural apresenta valores de 20 °C; dessa forma, havendo um temperaturas 2,5 °C superiores em meio urbano.



**Figura 19 - Carta de temperatura de superfície durante o período de verão.**

Vale também ressaltar que, em diversas ocasiões, há um ponto na proximidade nordeste do perímetro urbano, que apresenta temperaturas superficiais significativamente inferiores, este corresponde a instalação do frigorífico. Havendo também, pontos que por vezes registram valores maiores que demais localidades das cartas, um deles está no entroncamento entre as rodovias SP-563 e Marechal Rondon, onde se localiza o parque aquático Acqualinda; demais pontos delimitados como “água”, na figura 13, também seguem essa tendência, devido a capacidade de retenção de temperatura da água.



### 5.3 - Interpretação da Base de Dados Climáticos

A partir da etapa de tabulação dos dados, pôde-se realizar uma análise dos registros meteorológicos diários de 1981 a 2024. Tendo início pelo registro dos dados recordes para a cidade, no que diz respeito às máximas absolutas, obteve-se os valores de 43,1 °C para 26 de novembro de 2021, 42,8 e 42,53 °C para os dias 4 e 1 de outubro de 2020. Quanto às mínimas absolutas, observaram-se registros de -0,2 °C para 29 de julho de 2021, em 21 de julho de 1981 aferiram-se 0,3 °C; além disso, as temperaturas de 0,4 °C foram identificadas em 30 de julho de 2021 e 13 de julho de 2000.

São relevantes também as temperaturas máximas mínimas e mínimas máximas, sendo estas de 11,9 °C em 28 de julho de 1996, e 28,3 °C em 19 de setembro de 2009, respectivamente. Podendo-se salientar ainda, a amplitude térmica, com elevados valores registrados em junho de 2019, sendo o maior deles de 30,83 °C no dia 25, quando a máxima registrada foi de 39,58 °C e a mínima de 8,75 °C.

No período estudado contabilizou-se a ocorrência de dias onde as temperaturas máximas se igualam ou superaram os 40 °C, somando um total de 63 dias, sendo que, seu primeiro registro se dá em 2 de setembro de 1995, voltando a ser aferido apenas em 2008, nos dias 16, 17, 18, 24 e 25 de outubro. Ressaltando-se também que, seus intervalos de ocorrência são reduzidos a partir de 2012; nesse sentido, 47 dos registros, 74,6%, ocorreram entre 2019 e 2024. O ano de 2023 foi o com o maior número de dias que superam ou igualam-se a essa marca, somando 18 destes, seguido por 2020 com 14 e 2024 com 10 registros. Além disso, sua incidência se dá nos meses de outubro (25), setembro (18), novembro (11), dezembro (5) e janeiro (1); assim, 68,2% dos registros estão contidos entre outubro e setembro.

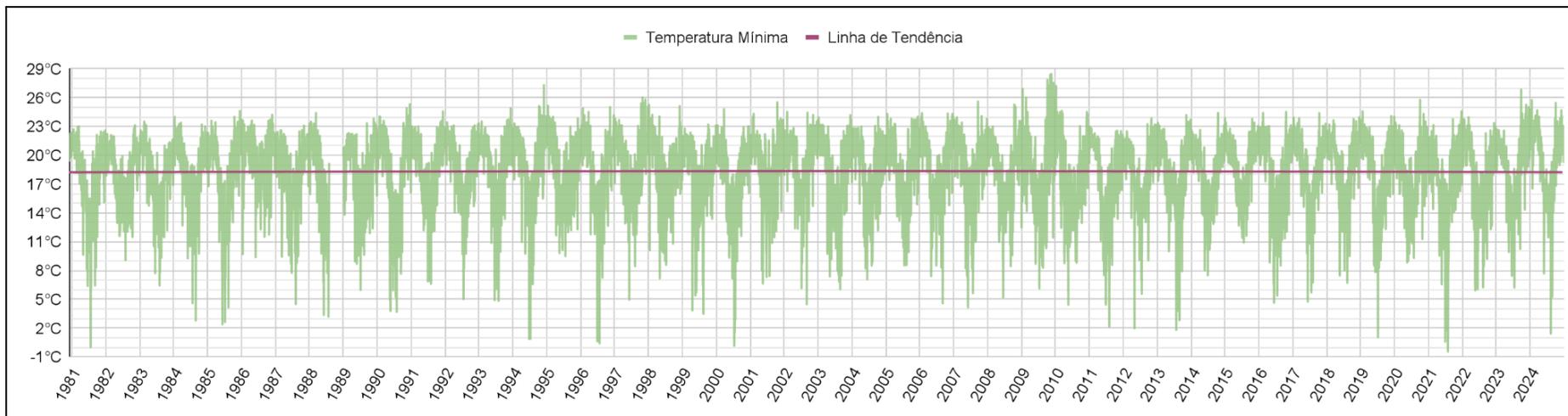
Quando feita a mesma análise para os dias que se igualam ou são inferiores aos 5 °C, obtém-se a soma de 64 registros, que possuem ocorrência periódica e sazonal, onde os anos com maior número de ocorrências são, 2021 com 9 registros, 2013 com 7 e 2000 com 6 dias. Acrescenta-se também que sua ocorrência se deu nos meses de julho (31), junho (14), agosto (12), maio (5), abril (1) e setembro (1); sendo que, 48,4% destas tiveram seus registros apenas no mês de julho.



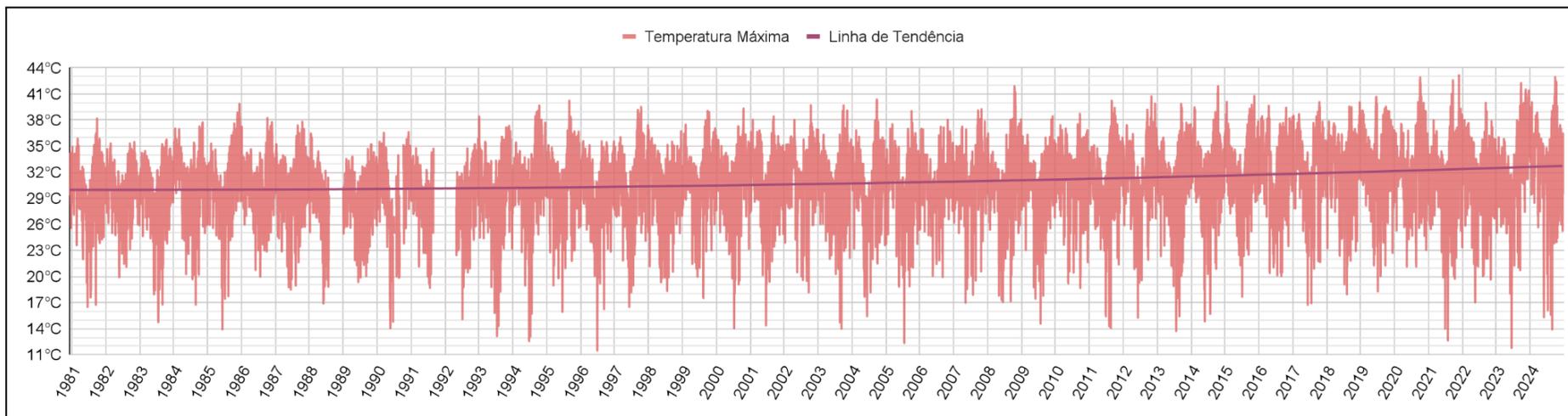
Foi possível ainda, a elaboração de gráficos que ilustram toda a base de dados para as temperaturas mínimas, figura 20, e máximas, figura 21, entretanto, existe uma ausência de dados para parte do ano de 1988 em ambos os casos, além de outra lacuna entre 1991 e 1992 para as máximas; apesar disso, estas não prejudicam as análises de seus dados ou tendências.

No que se trata das mínimas, estas apresentam um caráter bastante sazonal, com anos que registam temperaturas especialmente baixas durante o inverno, é o caso de 1981, 1994, 1996, 2000, 2011, 2012, 2013, 2019, 2021 e 2024; havendo também, registros de mínimas elevadas durante os verões, como em 1994, 1997, 2009, 2010, 2020 e 2023, podendo-se ressaltar o ano de 2009 que apresenta um acúmulo relevante de temperaturas mínimas elevadas. Todavia, mesmo que haja sazonalidades nos registros, é verificável conforme a linha de tendência, uma estabilidade quanto a média das temperaturas mínimas, sendo esta muito próxima à encontrada pela normal climatológica de 1981 - 2010, de 18,4 °C.

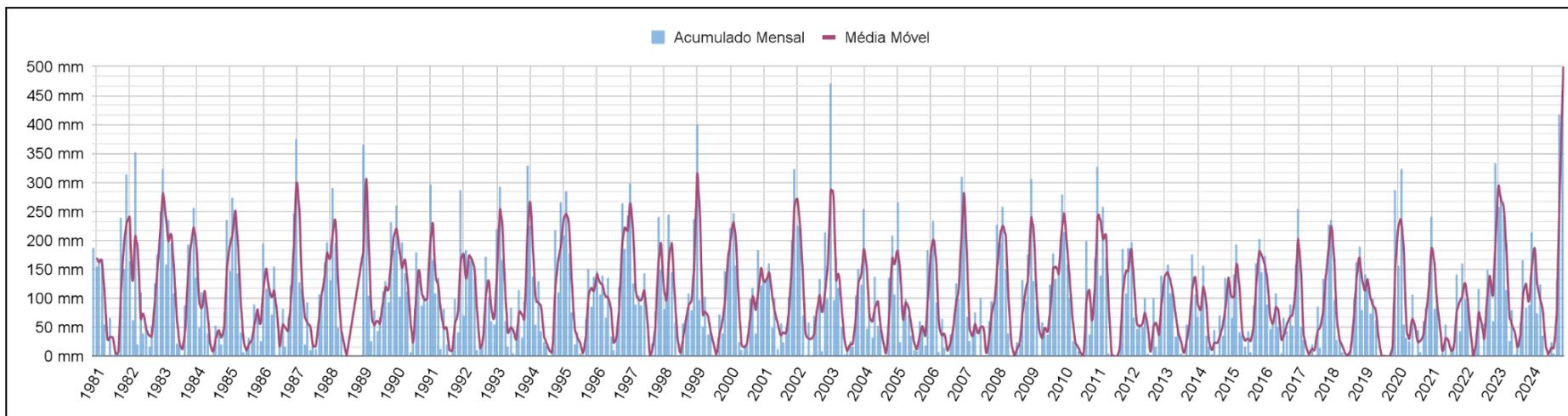
Padrão semelhante é observável para as temperaturas máximas, com anos que registam durante o inverno, máximas mais amenas, tal qual os anos de 1985, 1990, 1993, 1994, 1996, 2000, 2003, 2005, 2011, 2013, 2021, 2023 e 2024; ao passo que máximas elevadas são observadas nos anos de 1985, 1994, 1995, 1997, 2004, 2008, 2014, 2020, 2021, 2023 e 2024. Apesar disso, diferentemente do que é verificável para as temperaturas mínimas, não foi encontrada uma estabilidade para as máximas; estas iniciam a série histórica com valores ligeiramente inferiores à média da normal climatológicas 1981 - 2010, de 30,1 °C, começando e se eleva a partir de 1996, atingindo uma média de 31 °C em 2005, quando o aquecimento passa a se intensificar, alcançando os 32 °C médios em 2018, e terminando a série histórica aproximando-se do marco dos 33 °C, conforme a tendência. Dessa forma, é evidente o impacto das mudanças climáticas sob a região, decorrendo em um aumento médio aproximado das temperaturas máximas na ordem de 3 °C num período de pouco mais de 4 décadas.



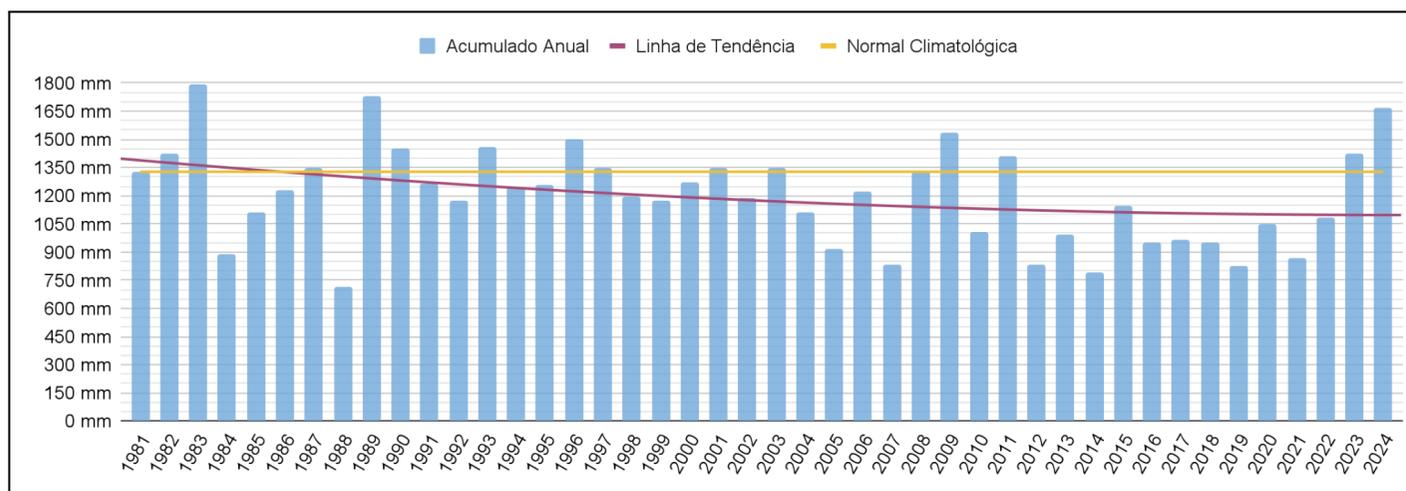
**Figura 20 - Temperaturas mínimas durante o período estudado 1981 - 2010.**



**Figura 21 - Temperaturas máximas durante o período estudado 1981 - 2010.**



**Figura 22 - Acumulados mensais de precipitação 1981 - 2010.**



**Figura 23 - Acumulados anuais de precipitação 1981 - 2010.**



Assim como para as temperaturas, deu-se a interpretação dos padrões da precipitação no período 1981 - 2010; no entanto, a mesma lacuna na base de dados para o segundo semestre de 1988 também se faz presente. A figura 22 mostra os acumulados mensais para o período estudado, sendo assim observável os períodos chuvosos e de seca para cada ano, dessa forma, alguns anos se sobressaem quanto a seus acumulados de precipitação durante o verão, de acordo com a média móvel, podendo se destacar 1983, 1985, 1987, 1989, 1993, 1994, 1997, 1999, 2002, 2003, 2007, 2023 e 2024; ao passo que em alguns verões a precipitação é baixa, é o caso de 1981, 1986, 1992, 1996, 2001, 2013, 2014, 2015 e 2022. É significativo ressaltar também períodos de seca evidentes, bem como observado em 1981, 1988, 1994, 1995, 1997, 1998, 1999, 2003, 2004, 2007, 2008, 2010, 2011, 2012, 2013, 2017, 2018, 2019, 2022 e 2024.

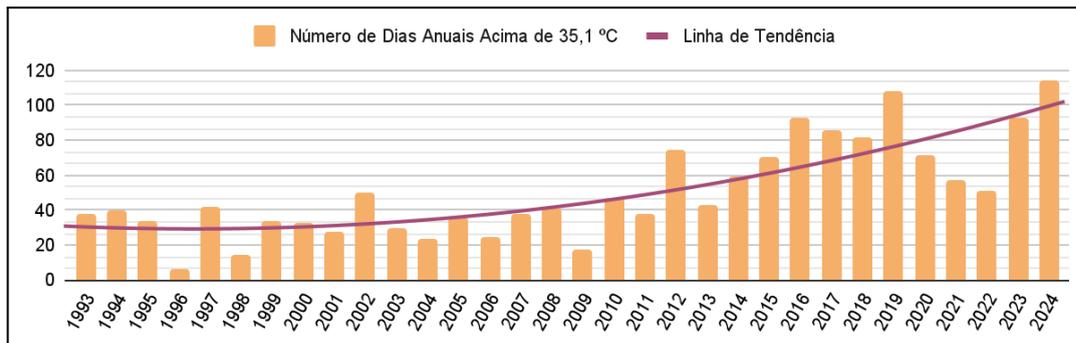
Por fim, na figura 23, são evidenciados os acumulados anuais de precipitação em comparação a normal climatológica 1981 - 2010, sendo que, em toda a série histórica apenas os anos de 1982, 1983, 1987, 1989, 1990, 1993, 1996, 1997, 2001, 2003, 2009, 2011, 2023 e 2024 superam o acumulado anual médio de 1327,4 mm. Havendo anos de estiagem, onde o total da precipitação em pouco supera ou é inferior aos 900 mm, sendo estes 1984, 2005, 2007, 2012, 2013, 2014, 2016, 2017, 2018, 2019 e 2021; fazendo-se a ressalva de que o ano de 1988 possui dados incompletos, portanto o seu acumulado anual não pôde ser avaliado. No entanto, como demonstrado pela linha de tendência, observa-se uma diminuição da precipitação média ao longo da série histórica, esta inicia com acúmulos superior aos da normal climatológica, com valores próximos a 1450 mm, este no entanto, cruza a normal climatológica em 1986, acompanhando a tendência de queda, em especial no período de grande escassez entre 2012 e 2022, chegando aos dias atuais, com valores aproximados dos 1.100 mm, uma redução em média de 350 mm em 4 décadas.

#### **5.4 - Análise das Ondas de Calor**

Para a interpretação dos eventos de ondas de calor, utilizou-se um período de análise menor, 1993 - 2024, devido a lacunas na base de dados, e a impossibilidade de sua suplementação e preenchimento. Sendo assim, neste intervalo foi destacada



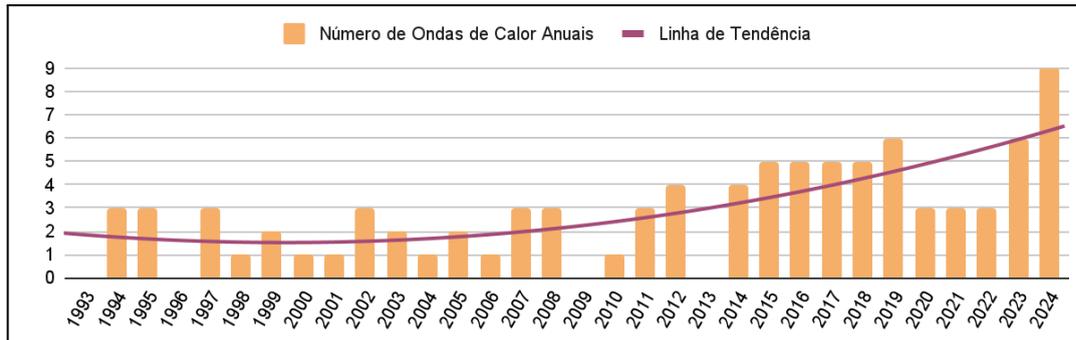
a ocorrência de 91 eventos extremos de calor, com ausência identificada apenas para 1993, 1996, 2009 e 2013, figura 25; deste total 32,9%, ou 30 registros remontam aos últimos 5 anos, com destaque para os 9 eventos de 2024 e os 6 fenômenos de 2019 e 2023.



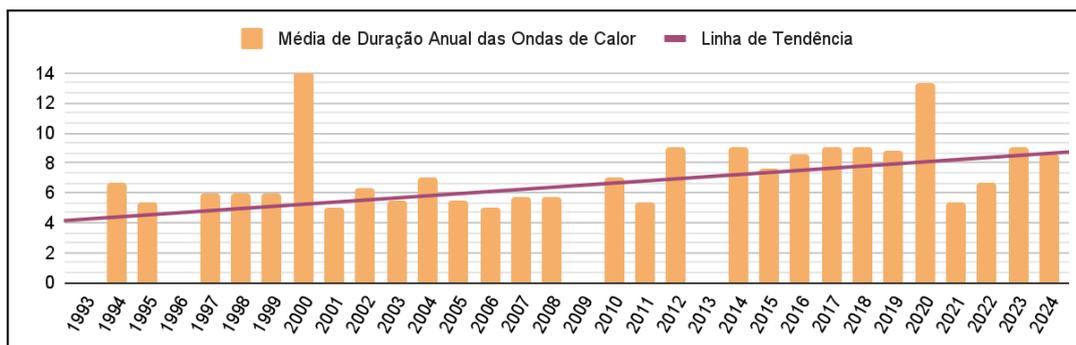
**Figura 24 - Número de dias anuais acima do limiar de onda de calor 1993 - 2024.**

Corroborando com a interpretação dos dados, tomou-se como base a divisão do intervalo estudado nos três períodos descritos na metodologia; inicialmente é importante destacar a quantificação da soma de dias anuais que superam o limiar de onda de calor (35,1 °C), figura 24, assim, obteve-se médias de 31,7; 38,5 e 80,4 dias para cada um dos períodos respectivamente, o que reflete acréscimos percentuais de 21,3% entre o primeiro e segundo período, 108,7% entre o segundo e o terceiro e 153,3% entre o primeiro e o terceiro período.

Quanto a ocorrência média destes fenômenos, com base na figura 25, calculou-se médias de 1,7; 1,8 e 4,9 ondas de calor anuais para cada um dos períodos tratados, retratando aumentos nas ocorrências de de 4,1% com base períodos 1 e 2, 132,7% com relação aos períodos 2 e 3 e 189,8% entre os períodos 1 e 3. Por sua vez, no que tange a quantidades de dias de atuação destes fenômenos, figura 26, constataram-se durações médias de 6,4 para os dois primeiros períodos e de 8,6 dias para o último; ou uma ampliação de 34,3% na sua duração. Acrescenta-se que a duração de 14 dias encontrada para 2000, trata de um único fenômeno.



**Figura 25 - Número de ondas de calor anuais 1993 - 2024.**



**Figura 26 - Duração média das ondas de calor anuais 1993 - 2024.**

Uma atenção individualizada para alguns dos fenômenos extremos de calor pode também fornecer informações relevantes. Nesse sentido, conforme a tabela 1, analisou-se a ocorrência de ondas de calor de longa duração; havendo um registro de 8 dias para 1994, outro com 14 dias em 2000; já em 2012 e 2014 houve ocorrências de 15 dias, e fenômenos de 8 e 11 dias de duração, respectivamente. Já em 2015 observam-se eventos de 8, 9 e 10 dias; em 2016 observa-se um registro prolongado de 20 dias, ao passo que em 2017 foi identificado outro, com duração de 19 dias. Para 2018 foram identificados eventos com 8, 14 e 10 dias, já em 2019 observam-se prolongamentos de 15, 11 e 8 dias; além de fenômenos de 15 e 17 dias para 2020. O ano de 2022 registrou um episódio de 8 dias, enquanto em 2013 houveram durações de 12, 13 e 10 dias; por fim, foi registrado um evento de longos 25 dias em 2024. Assim, verifica-se um aumento de ondas de calor de longa duração a partir de 2012, atestando o acréscimo expressivo na quantidade de ondas de calor confirmado para o último período.



Ano	Duração	Meses	Temperatura Média	Ano	Duração	Meses	Temperatura Média	
1994	7	agosto/setembro	36,44	2016	7	janeiro	36,73	
	8	setembro	36,99		6	março	35,73	
	5	outubro	37,54		20	março/abril	37,30	
1995	5	agosto/setembro	37,88		5	outubro	37,89	
	6	setembro	36,97		5	dezembro	36,67	
	5	dezembro	35,84		2017	9	fevereiro	36,26
1997	5	setembro	36,06			6	março	37,08
	7	outubro	37,39			6	agosto	36,59
	6	dezembro	36,28			19	setembro	36,85
1998	6	dezembro/janeiro	36,22			5	outubro	39,03
1999	7	setembro	36,66	2018	8	janeiro	36,58	
	5	dezembro	36,26		14	março	36,54	
2000	14	outubro	37,05		7	setembro	36,92	
2001	5	setembro	36,42		6	novembro	35,60	
	7	abril	36,00		10	dezembro	37,26	
2002	7	outubro	36,46	2019	7	janeiro	37,47	
	5	outubro	36,78		7	janeiro/fevereiro	37,32	
2003	6	setembro	37,52		5	fevereiro	36,39	
	5	novembro	37,96		15	junho	39,00	
2004	7	setembro	38,04		11	setembro	37,34	
2005	6	março	36,47		8	outubro	37,65	
	5	outubro	36,14		15	setembro	37,74	
2006	5	outubro	36,70	2020	17	setembro/outubro	40,43	
	5	março/abril	36,16		8	novembro/dezembro	36,91	
	2007	5	setembro	37,72	2021	6	setembro	38,22
7		outubro	36,39	5		setembro	39,74	
2008	5	setembro	36,48	5		novembro	36,64	
	5	outubro	40,04	2022	6	janeiro	36,36	
	7	outubro	38,14		8	fevereiro/março	36,25	
2010	7	abril	36,04		6	março	36,68	
2011	6	agosto	37,01	2023	12	setembro	39,02	
	5	setembro	37,32		9	setembro/outubro	37,81	
	5	setembro/outubro	37,67		13	novembro	39,60	
2012	15	setembro	37,28		5	dezembro	36,61	
	8	outubro/novembro	37,87		10	dezembro	38,99	
	6	dezembro	38,30	5	dezembro	37,42		
	7	dezembro	35,93	2024	5	janeiro	36,89	
2014	15	janeiro/fevereiro	37,23		5	janeiro/fevereiro	35,85	
	5	setembro	37,00		25	fevereiro/março	37,18	
	11	outubro	39,26		9	agosto	37,41	
	5	dezembro	35,70		6	agosto/setembro	37,39	
2015	5	janeiro	37,42		7	setembro	37,85	
	8	janeiro	37,65		5	setembro	40,25	
	10	setembro	37,94	10	setembro/outubro	39,18		
	9	outubro	37,92	5	outubro	37,35		
	6	novembro	38,64					

**Tabela 1 - Panorama das ondas de calor 1993 - 2024.**

É também importante mensurar, o quão quentes foram os fenômenos de calor extremados, assim, do total de eventos observados, em 46 destes, as temperaturas



médias superam ou se igualam em 7 °C (37,1 °C) a média máxima (em laranja), havendo concentrações desses eventos entre 2011 e 2015, 2019 e 2021, e 2023 e 2024. No entanto, em duas ocasiões, esta ultrapassou em 10 °C (40,1 °C) a normal climática, o primeiro atuando por 17 dias entre setembro e outubro de 2020, com temperatura média de 40,43 °C; o segundo com duração de 5 dias em setembro de 2024, com um valor médio de 40,25 °C.

Por fim, é de suma importância destacar em quais períodos do ano ocorrem as ondas de calor; havendo registros de 29 fenômenos em setembro, 21 em outubro, 13 em dezembro, 11 em janeiro, 9 em março, 7 fenômenos para fevereiro e novembro, 6 em agosto, 4 em abril e 1 registro para junho. Verifica-se então, uma prevalência destes entre os meses de setembro e outubro, ou seja, entre o final do inverno e a primavera, com 46 ocorrências, concentrando 50,5% dos eventos de calor extremo. Além disso, é fundamental destacar a onda de calor de junho de 2019, que atuou no mês com menor temperatura máxima média.

## 5.5 - Análise das Ondas de Frio

A análise dos eventos extremos de frio segue em suma, os mesmos moldes da interpretação das ondas de calor; sendo assim, identificaram-se 72 eventos de ondas de frio, tendo sua ausência, apenas registrada nos anos de 1993, 1995 e 2015; com destaque para 2010 com 6 ocorrências, para além dos anos de 2003, 2018 e 2021, com 4 registros cada, figura 28.

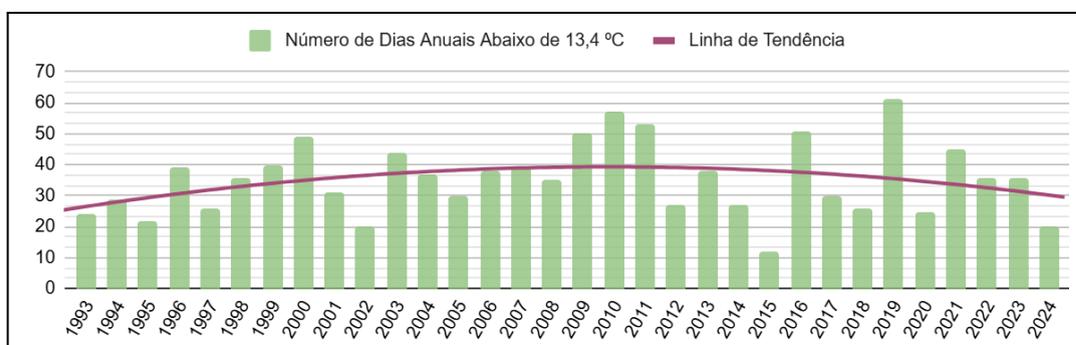


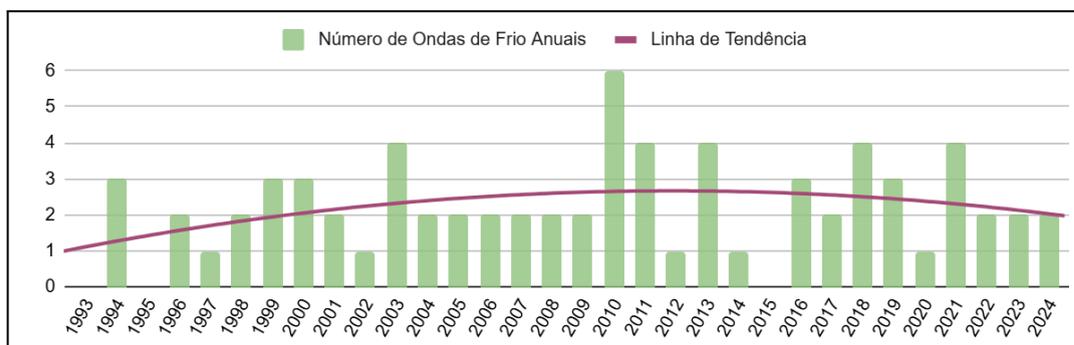
Figura 27 - Número de dias anuais abaixo do limiar de onda de frio 1993 - 2024.

Com base na divisão do intervalo em três períodos, deu-se início a análise pela quantidade de dias anuais com temperatura inferior ao limiar de onda de frio

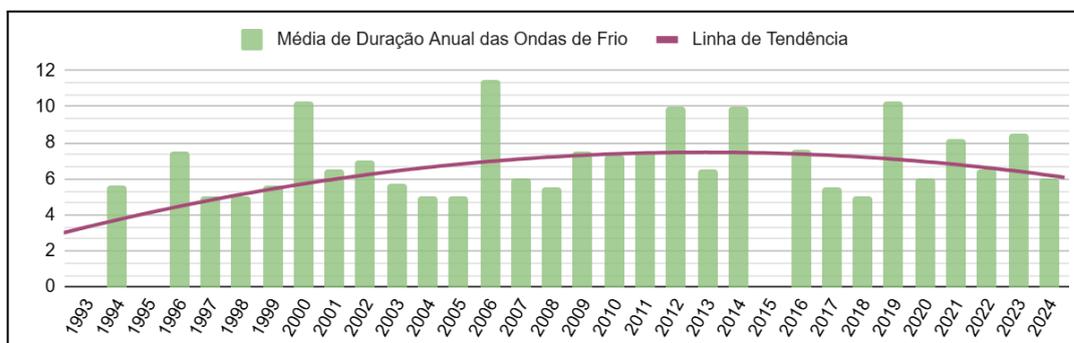


(13,4 °C), figura 27, obtendo-se os valores de 32,7; 40,4 e 33,6 dias para cada um dos períodos; representando acréscimos percentuais de 23,5% entre o primeiro e segundo período e 2,8% entre o primeiro e o terceiro período; além disso, há um decréscimo de 16,8% entre o segundo e o terceiro período. Demonstrando uma maior prevalência de dias frios entre os anos de 2003 e 2014.

Tratando-se da ocorrência destes eventos, figura 28, calculou-se médias de 1,9; 2,7 e 2,2 ondas de frio anuais para os respectivos períodos, retratando aumentos de 42,1% com base nos períodos 1 e 2, 15,8% com relação aos períodos 1 e 3 e um déficit de 18,5% entre os períodos 2 e 3; dessa forma, assim como para o número de dias frios, a quantidade de ondas de frio foi maior entre 2003 e 2014. Prosseguindo com a interpretação, tratando-se da quantidade de dias de prevalência destes fenômenos, figura 29, observaram-se durações médias de 6,6; 7,1 e 7,3 dias respectivamente; ou acréscimos de 7,6% entre o primeiro e segundo período 1 e 2, 2,8% para os períodos 2 e 3 e 10,6% entre o primeiro e o último período.



**Figura 28 - Número de ondas de frio anuais 1993 - 2024.**



**Figura 29 - Duração média das ondas de frio anuais 1993 - 2024.**

Quando analisadas as ondas de frio de longa duração, observam-se registros de 9 dias para 1996, 19 dias em 2000, o evento mais longo do intervalo



analisado, bem como em 2006, quando houve um fenômeno de 18 dias; para 2009 a ocorrência de 10 dias; já 2010, contou dois registros de 11 dias, por sua vez, em 2012, 2013 e 2014 foram identificados fenômenos com 10 dias. Em 2016 houve uma ocorrência com 8 dias, para 2019 identificaram-se fenômenos de 10 e 14 dias; em 2021 foram observados fenômenos de 13 e 10 dias, com 2022 apresentando um evento de 8 dias; por fim, em 2023, observa-se um registro de 10 dias. Fenômenos com essa característica tiveram ocorrência frequente entre os anos de 2010 e 2023, corroborando com o aumento médio na quantidade de ondas de frio identificado.

É também significativo salientar a intensidade desses eventos de frio extremo, da totalidade de eventos identificados, em 26 destes, uma temperatura mínima média inferior à normal climatológica em 9 °C (em amarelo) foi registrada, tabela 2. Em alguns desses episódios, entretanto, tem-se registros de valores mais expressivos, em três episódios a temperatura média foi 12 °C inferior a média mínima, um destes ocorreu em 1994 durante 5 dias no mês de junho, e apresentou uma temperatura média de 5,82 °C, um fenômeno semelhante ocorria em 1996, perdurando por seis dias durante os meses de junho e julho e registrando média de 5,83 °C, ademais, o último destes, atuou por 5 dias em julho de 2021, quando a temperatura média registrada foi de ínfimos 5,26 °C.

Além disso, é essencial destacar a incidência das ondas de frio quanto a sua distribuição anual, havendo identificadas, 21 ocorrências para o mês de julho, 20 para junho, 18 nos meses de agosto e maio, e 3 em abril e setembro. A partir dessas informações, observou-se que 38 destes eventos ocorreram entre junho e julho, ou seja, 52,7%; ressaltando sua prevalência entre o final do outono e o inverno.



Ano	Duração	Meses	Temperatura Média	Ano	Duração	Meses	Temperatura Média
1994	5	junho	5,82	2010	5	maio	7,28
	6	julho	7,93		5	agosto	10,20
	6	agosto	10,28		7	agosto	10,09
1996	6	junho/julho	5,83	2011	12	maio/junho	10,32
	9	julho	9,66		8	julho	10,16
1997	5	junho	9,24		5	agosto	7,15
1998	5	junho	11,84	2012	5	agosto	11,03
	5	julho	10,64		10	julho	8,58
1999	6	maio	8,12	2013	5	maio	10,70
	6	junho	12,30		10	julho	8,12
	5	agosto	8,38		6	agosto	9,11
2000	7	maio/junho	11,87	2014	5	agosto	7,11
	5	junho	10,48		10	maio/junho	11,18
	19	julho	7,19	2016	7	abril/maio	10,91
6	junho	11,25	8		junho	7,92	
7	junho/julho	10,69	8		julho	9,98	
2002	7	julho	11,76	2017	5	julho	11,50
2003	5	maio	9,40		6	julho	9,51
	7	maio	12,03	2018	5	maio	9,13
	5	agosto	10,14		5	julho	10,23
	6	agosto	8,78		5	agosto	9,43
2004	5	julho	12,12	2019	5	setembro	11,39
	5	agosto	10,80		7	junho	10,12
2005	5	julho	11,32	2020	10	junho	10,84
	5	agosto	9,56		14	julho	8,85
2006	18	maio	10,84	2021	6	maio	10,84
	5	setembro	8,24		5	junho	11,34
2007	5	junho	8,40		13	junho/julho	9,19
	7	julho/agosto	9,21	5	julho	5,26	
2008	5	maio	11,68	2022	10	julho/agosto	6,89
	6	setembro	11,28		8	maio	8,74
2009	5	junho	12,80	2023	5	agosto	9,92
	10	agosto	11,51		10	maio	11,85
2010	11	abril	11,18	2024	7	junho	9,46
	5	abril/maio	11,78		6	maio/junho	10,55
	11	maio	11,31		6	agosto	6,87

**Tabela 2 - Panorama das ondas de frio 1993 - 2024.**

Outro destaque para com as informações obtidas a partir dos dados da série histórica, refere-se no ano de 2019, onde, entre os dias 5 e 25 de junho, as temperaturas máximas e mínimas apresentaram variações de amplitude térmica impressionante, com o registro máximo de 40,53 °C, e mínimo de 7,84 °C. Nesse período, durante um intervalo de 10 dias, coexistiram uma onda de frio e uma onda de calor, algo excepcional para a climatologia, não só no que tange os padrões atmosféricos, mas também para a capacidade de aclimação da população exposta a tamanhas variações de temperaturas durante o dia por períodos tão prolongados.



## 5.6 - Características Extremas da Precipitação

Como última etapa para um diagnóstico do clima e dos eventos extremos em Andradina, é fundamental a compreensão da incidência de episódios anômalos de precipitação ou de sua ausência. A partir do intervalo de 1993 - 2024 da base de dados, obteve-se que, foram registrados 101 dias onde o acumulado de precipitação foi superior a 50 mm, dispostos em ocorrências anuais na figura 30, estes acompanham a distribuição anual das chuvas, com maior incidência de registros nos meses de dezembro (29), janeiro (21) e novembro (13); que juntos concentram 62,4% dos episódios, além disso, não há registros apenas para o mês de agosto e para o ano de 2012.

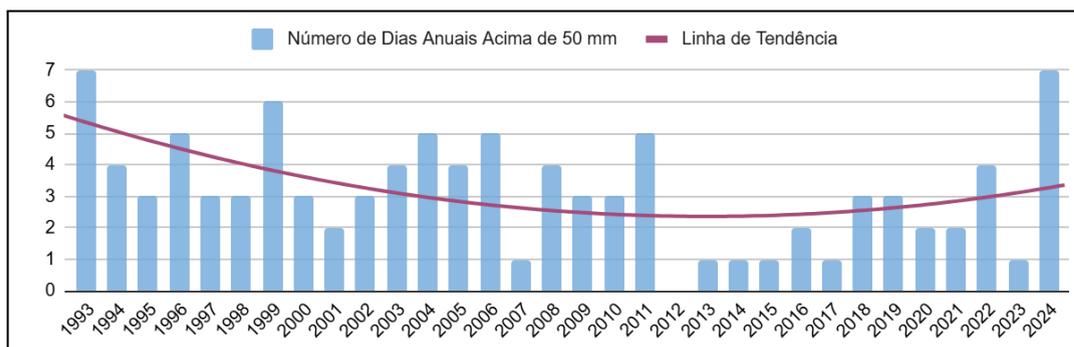


Figura 30 - Número de dias anuais abaixo do limiar de onda de frio 1993 - 2024.

Realizando novamente uma análise baseada nos três períodos estipulados, calcularam-se médias de 3,9; 3,1 e 2,5 dias anuais com precipitações que superaram os 50 mm, respectivamente; dessa forma, são computados decréscimos de 20,5% entre os períodos 1 e 2, 19,4% para os períodos 2 e 3, e 35,9% para o primeiro e último período. Sua prevalência parece coincidir com os acumulados anuais de precipitação, figura 23, com maior número de registros para os anos mais chuvosos, bem como os 7 episódios de 1993 e 2024, e poucos ou nenhum fenômenos identificados para anos de escassez hídrica, tal como em 2012. Houve, no entanto, acúmulos excepcionais, em 21 de dezembro de 2002 foram aferidos 162 mm, 2004 apresentou uma ocorrência com 187 mm em 24 de janeiro; havendo também outros 130 mm em 19 de janeiro de 2006, 111,2 mm para 5 de dezembro de 2009, e 191,7 e 113,2 mm registrados em 5 e 26 de dezembro de 2024.



Posteriormente, a análise deu-se quanto aos períodos de seca, para estes, quando a estiagem era interrompida por acumulados inferiores a 2 mm, estes eram desconsiderados, assim foram contabilizados 186 dias seguidos no intervalo entre 12 de maio e 13 de novembro 2019, o maior período de seca observado; havendo também registros de 130 dias entre 3 maio e 9 de setembro de 2011, outros 110 dias para o período de 7 de junho a 24 de setembro de 2010. Assim, pode-se compreender a distribuição dos meses sem chuva, com agosto se destacando 11 vezes, junho e julho com 10, setembro com 3 registros, abril com 2 ocorrências e outubro com 1; dessa forma, em 82,8% dos casos, períodos de seca e escassez hídrica atuam entre junho e agosto.

Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
1993					28,0		30,0					
1994							30,0	31,0	28,0			
1995							30,0	31,0				
1996						28,0	29,0	29,0				
1997							31,0	30,0				
1998						30,0	30,0					
1999			28,0		29,0		31,0	31,0		28,0		
2000				28,0	29,0	28,0	29,0					
2001				28,0		29,0				28,0		
2002				29,0		30,0	28,0			30,0		
2003					28,0	29,0	30,0	29,0				
2004	28,0						29,0	31,0	30,0			
2005							30,0	30,0				
2006				29,0	28,0	29,0	30,0	29,0				
2007			29,0			30,0	28,0	31,0	30,0			
2008					28,0	30,0	31,0	28,0				
2009				30,0								
2010					29,0	29,0	31,0	31,0				
2011					30,0	30,0	31,0	31,0				
2012					28,0		30,0	31,0		29,0		
2013					29,0		30,0	31,0				
2014					29,0	30,0		31,0		28,0		
2015								30,0				
2016				28,0			30,0					
2017				30,0	30,0		31,0		29,0			
2018			29,0	28,0	29,0	30,0	31,0					
2019					28,0	30,0	31,0	31,0	30,0	31,0		
2020			29,0		29,0		31,0	28,0	29,0			
2021				29,0	30,0		31,0	30,0	28,0			
2022			31,0	30,0	28,0		31,0					
2023					30,0		30,0	28,0				
2024					29,0	30,0	30,0	29,0	28,0			

**Tabela 3 - Número de dias sem precipitação mensais.** Mês completo em vermelho, mês quase completo em amarelo.



### 5.7 - Construção de uma Nova Normal Climatológica

A partir das constatações climáticas obtidas neste trabalho, foi evidente uma transformação quanto aos padrões climáticos em Andradina, assim, propôs-se a elaboração de uma nova normal climatológica para o período 1993 - 2024, figura 31. Quando feita sua comparação com a normal climática de 1981 - 2010, figura 12, obteve-se informações importantes a respeito do impacto das mudanças climáticas para a localidade.

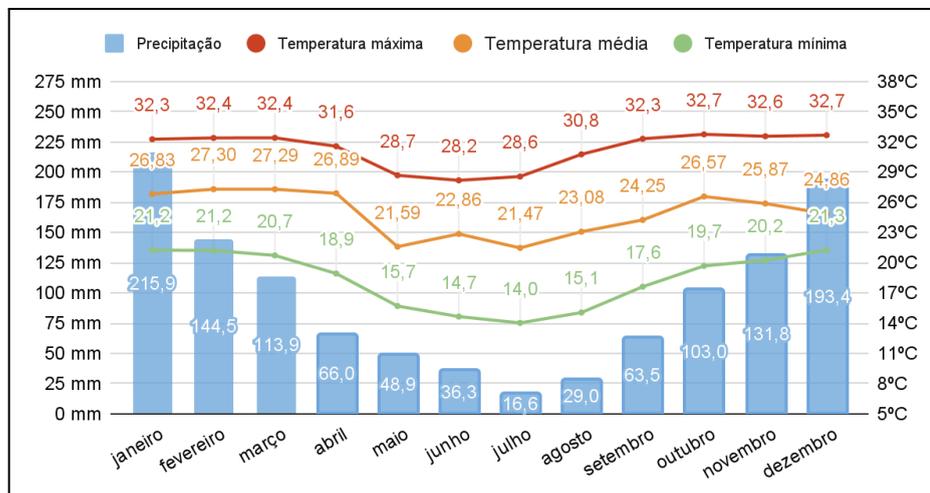


Figura 31 - Normal climatológica 1993 - 2024.

	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
Precipitação	-17,7	-39,4	-33,8	-27,9	-20,7	8,8	-1,4	-13,2	-8,6	-13,6	6,6	-3,7	-164,5
Temperatura máxima	1,1	1,0	1,3	1,4	0,7	1,0	1,0	1,2	2,4	0,9	0,6	1,0	1,2
Temperatura média	1,7	2,1	2,6	3,2	0,3	3,3	1,9	1,7	1,8	2,0	0,6	-0,5	1,6
Temperatura mínima	0,3	0	0,1	-0,3	-1,2	0	0,2	-0,1	0,7	0,4	-0,2	0,2	0

Tabela 4 - Variação em milímetros de chuva e em graus celsius para as normais climatológicas de 1981 - 2010 e 1993 - 2024. Valores positivos em verde, negativos em vermelho e estáveis em amarelo.

Nesse sentido, como exposto na tabela 4, foi identificado um decréscimo 164,5 mm anuais, com variação negativa para todos os meses, com exceção de junho e novembro, com valores mais expressivos para os meses de fevereiro, março e abril, sendo este de -39,4; -33,8 e -27,9 mm respectivamente; destacando uma redução mais acentuada da precipitação para o período que compreende o final do verão e início do outono.

De maneira análoga, houve em todos os meses um aumento para a temperatura média máxima, sendo este de 1,2 °C no contexto anual; com destaque



aos meses de setembro, abril e março, que apresentaram variações positivas de 2,4; 1,4 e 1,3 °C para cada mês, ressaltando em especial, o mês de setembro; dessa maneira, demonstrando-se acréscimos mais expressivos para a temperatura entre o final do verão e começo do outono, para além do final do inverno. Diferentemente, para a média da temperatura mínima, observou-se uma estabilidade, com períodos de maiores acréscimos entre setembro e outubro, respectivamente 0,7 e 0,4 °C, e outros com valores inferiores, bem como abril e maio, com -0,3 e -1,2 °C; assim, demonstrando um aumento da temperatura mínima entre o final do inverno e início da primavera, e uma redução da mesma no outono.

Por fim, obteve-se um cenário mais drástico para a média das temperaturas médias, estas tiveram tendência geral de aumento, que em âmbito anual, superou o da temperatura máxima, com acréscimo calculado de 1,6 °C; nesse sentido, houveram aumentos para todos os meses, exceto dezembro, com maiores variações positivas para junho, abril e março, com valores de 3,3; 3,2 e 2,6 °C respectivamente, ou seja, com acréscimos de temperatura mais elevados entre final do verão e início do outono e meio do inverno.

## **6 - Considerações Finais**

A partir de uma visão abrangente de algumas das dinâmicas que transformam a paisagem do interior paulista, trazendo novas estruturas econômicas e transformações para a cobertura do solo; possibilitaram-se articulações com os impactos das mudanças climáticas numa escala local para Andradina. Nesse sentido, pôde-se atribuir algumas conclusões a respeito dos padrões e tendências climáticas para a cidade e região.

Tratando-se da estrutura urbana em si, investigaram-se dois fatores; o primeiro referente às morfologias de uso do solo urbano, podendo se constatar a partir do contraste entre os mapas produzidos para 2002 e 2025, uma ampliação da malha urbana (3,64 km<sup>2</sup>) especialmente para os sentidos leste-sul e noroeste. Outra percepção é o expressivo aumento na densidade construtiva da cidade, consolidando áreas próximas às margens urbanas, além disso, verificou-se aumentos nas concentrações de áreas de alto padrão construtivo e de construção densa sem presença de árvores na porção central da cidade.



Outra vertente foram os padrões espaciais da temperatura de superfície urbana, nesta foram analisados diferentes fenômenos, durante onda de calor (primavera) a temperatura de superfície urbana no período diurno foi inferior a do campo, no entanto, durante a noite, instalou-se uma ilha de calor de forte intensidade, superando em até 7,5 °C seu entorno; já no caso de uma onda de frio (outono), não houveram claros padrões de diferenciação entre o clima urbano e seu entorno; cenário que se altera em ocasião de uma onda de calor coincidir com outra de frio (inverno), quando, durante o dia as temperaturas superficiais não diferem tanto do contexto rural, entretanto, na noite, observa-se uma ilha de calor com intensidades média, excedendo em até 5 °C o campo.

Por fim, em uma condição meteorológica é mais estável, durante o verão, são distinguíveis aquecimentos em meio urbano tanto no dia quanto à noite, havendo, apesar disso, no período noturno, a aparição de uma ilha de calor de baixa intensidade, com valores de temperatura da superfície 2,5 °C superiores ao meio rural. Em comum a alguns dos mapas, visualizou uma região maior aquecimento na porção sudoeste e sul da malha urbana, para além das regiões centrais; no primeiro caso, encontram-se diversos conjuntos habitacionais e áreas densamente construídas com vegetação arbórea, já o segundo caso, ocorre em áreas de alto padrão construtivo e áreas densamente construídas sem vegetação arbórea.

Posteriormente com a análise da base de dados meteorológicos, constatou-se máximas e mínimas absolutas de 43,1 e -0,2 °C respectivamente. A ocorrência de dias que superam os 40 °C ou são inferiores aos 5 °C foi calculada, com 63 e 64 episódios respectivamente; no primeiro caso há uma tendência de aumento, já para o segundo o padrão é sazonal. Tratando-se das temperaturas mínimas, mesmo que estas apresentem grande variação temporal, provavelmente refletindo efeitos de fenômenos como *El Niño* e *La Niña* e mesmo ao decorrer do ano, obteve-se uma linearidade para os registros em torno dos 18,4 °C em média; já para as temperaturas máximas, encontrou-se também as mesmas variações sazonais, no entanto, a tendência observada é de aumento, marcando valores pouco inferiores aos 30 °C no início da série histórica, e apresentando um aumento na média, que atualmente se aproxima dos 33 °C. Padrão semelhante foi interpretado para a precipitação, esta também demonstrou uma tendência de



decréscimos, com valores médios próximos aos 1450 mm em 1981, que em 2024 giram em torno de 1100 mm.

Por sua vez, estudou-se os eventos extremos a partir do intervalo 1993 - 2024. Referindo-se às ocorrências de ondas de calor, detectou-se 91 fenômenos, 32,9% destas registradas entre 2019 e 2024; havendo uma tendência de aumento de 189,8%, para sua frequência, e 34,3% para sua duração; ressaltando-se também, uma maior prevalência destes eventos entre setembro e outubro. Para ondas de frio o quantitativo foi de 72 fenômenos, estas tiveram maior prevalência entre 2004 e 2013, demonstrando uma pequena tendência de aumento para sua duração, de 10,6%; além disso, o maior número de registros se deu entre junho e julho.

Como última etapa da análise, calcularam-se 101 ocorrências de acúmulo superiores a 50 mm diários, esses tiveram prevalência de dezembro a janeiro, ou 62,4%; no entanto, foi observada uma queda de 35,9% para sua frequência, apesar de haverem registros elevados, como 191,7 mm em 2024. Tratando-se de períodos secos, constataram-se intervalos prolongados sem chuva de 186, 130 e 110 dias para os anos de 2019 2011 e 2010 respectivamente; dessa forma, os meses mais frios do ano, entre junho e agosto, concentraram em 82,8% dos casos os períodos de escassez hídrica.

No que tange a mudança climática, quando comparada à normal climatológica 1981 - 2010 e 1993 - 2024, foi observado um decréscimo anual de 164,5 mm para precipitação, acréscimos de 1,2 e 1,6 °C para a média anual das temperaturas máximas e médias respectivamente; além de uma estabilidade para a média das temperaturas mínimas. No entanto, foram identificadas mudanças expressivas nos padrões de precipitação e da temperatura, que se apresentaram entre o final do verão e o outono, assim como para o intervalo entre o meio do inverno e início da primavera.

Considerando todo o histórico climático levantado para a cidade, e as discussões a respeito do evidente impacto das mudanças climáticas, demonstrou-se a emergência pela qual a questão deve ser tratada pelo Poder Público, responsável e com a maior capacidade de elaborar medidas e projetos que permitam a atenuação dos efeitos do clima e a adaptação da infraestrutura urbana, permitindo a manutenção das condições de vida na região. Com essa perspectiva, políticas públicas em âmbito federal e estadual não são suficientes, evidenciando a



necessidade de articulação e a responsabilidade do Governo Municipal para com sua população, em especial aos mais vulneráveis a impactos socioambientais. Nesse contexto, Giulio *et al.* atrelam a dificuldade de adaptação climática das cidades paulistas a problemas na gestão e execução de política sob esse viés, uma negligência quanto a planos de prevenção a riscos climáticos e uma ausência na participação desses municípios em espaços que abordam as mudanças do clima.

Garland (2008) defende a importância de medidas mitigatórias da mudança climática, em especial dos efeitos das ondas e ilhas de calor, para tal ela ressalta que são fundamentais os usos de telhados e pavimentos que retenham menos calor, citados como exemplos telhados verdes o uso de calçamentos permeáveis; para além do plantio de vegetação nas cidades. De maneira semelhante, Keeley (2011) afirma a necessidade de se produzir uma "infraestrutura verde", em contraste a uma "infraestrutura cinza" já existente, esta seria caracterizada por uma maior presença de vegetação solos e sistemas biológicos capazes de fornecer serviços ecológicos, sendo estes, a regulação dos microclimas, a manutenção da qualidade do ar, sua função como habitat, um controle dos regimes de águas, e funções estéticas.

A respeito da mitigação de efeitos do clima urbano, Larsen (2015) disserta que, a presença de vegetação, que está atualmente mais presente em bairros de maior poder aquisitivo devido a padrões socioeconômicos, reduz a temperatura do ar, atenuando o sofrimento climático e melhorando as condições do conforto térmico; dessa forma, se apresentando como um elemento integrante da justiça ambiental. Assim, para cidades como Andradina, a criação de corredores verdes, e até mesmo, barreiras de vegetação nos entornos da cidade, tendo em vista o aquecimento do solo, especialmente durante períodos de onda de calor; são das principais medidas capazes de promover uma mitigação dos efeitos do clima e uma adaptação para a população, frente a um cenário cada vez mais seco e aquecido.



## 7 - Referências Bibliográficas

ALCÂNTARA, luziana Queiroz. **Andradina - A Terra do Rei do Gado 1937-1969**. Editora L&C Artes Gráficas, Andradina, 2001. Acesso em: 24 de setembro de 2025.

ALVES, José Maria Brabo; DINIZ, Maryfrance Cassia Santos. **Um estudo preliminar de possíveis efeitos de mudanças climáticas no nordeste do Brasil**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 2, n. 2, p. 11-18, 2009. Disponível em: <[https://www.academia.edu/127287214/Um\\_Estudo\\_Preliminar\\_De\\_Poss%C3%ADveis\\_Efeitos\\_De\\_Mudan%C3%A7as\\_Clim%C3%A1ticas\\_No\\_Nordeste\\_Do\\_Brasil](https://www.academia.edu/127287214/Um_Estudo_Preliminar_De_Poss%C3%ADveis_Efeitos_De_Mudan%C3%A7as_Clim%C3%A1ticas_No_Nordeste_Do_Brasil)>. Acesso em: 15 de setembro de 2025.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Climatologia e gestão do espaço urbano**. Mercator-Revista de Geografia da UFC, v. 9, n. 1, p. 71-90, 2010. Disponível em: <<https://www.redalyc.org/pdf/2736/273620609006.pdf>>. Acesso em: 5 de outubro de 2025.

AMORIM, Margarete Cristiane de Costa Trindade. **Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise**. Revista Brasileira de Climatologia, XIII Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, p. 22-46 2019. Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/14136/7369>>. Acesso em: 3 de julho de 2025.

BELINI, Hyan Marcos Pereira. **Ondas de calor em ascensão: estudo das ocorrências e intensidades em campo grande e três lagoas (2003-2023)**. Monografia (graduação em Geografia). Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Três Lagoas, 2024. Disponível em: <<https://repositorio.ufms.br/retrieve/03fd7ff4-8d83-43cc-ad9d-0a5bd2d019fb/21325.pdf>>. Acesso em 28 de setembro de 2025.

BEZERRA, Luiza Marchezan; AVILA, Ana Maria. **Identificação de ilhas de calor por meio de imagens de sensoriamento remoto e dados meteorológicos de superfície: estudo de caso de eventos extremos no verão atípico 2013/2014 em Campinas-SP**. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento, v. 1, p. 2530-2534, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2457>>. Acesso em: 6 de outubro de 2025.

BITETTI, Mario Santiago Di; PLACCI, Guillermo; DIETZ, Lou Ann. **Uma visão de Biodiversidade para a Ecorregião Florestas do Alto Paraná – Bioma Mata Atlântica: planejando a paisagem de conservação da biodiversidade e estabelecendo prioridades para ações de conservação**. World Wildlife Foundation, Washington - DC; 2003. Disponível em: <[https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/altoparana\\_versao\\_completa\\_portugues.pdf](https://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/altoparana_versao_completa_portugues.pdf)>. Acesso em: 15 de setembro de 2025.

BLAIN, Gabriel Constantino. **Revisiting the probabilistic definition of drought: strengths, limitations and an agrometeorological adaptation**. Bragantia, Campinas, v. 71, n. 1, p. 132-141, 2012. Disponível em:



<<https://www.scielo.br/j/brag/a/XyYHL3ywrcY8X4QPyQSPHy/?format=pdf&lang=en>>. Acesso em: 6 de outubro de 2025.

CAMPOS, Thamiris Luisa de Oliveira Brandão; MOTA, Maria Aurora Santos da; SANTOS, Sergio Rodrigo Quadros dos. **Eventos extremos de precipitação em Belém-PA: uma revisão de notícias históricas de jornais**. Revista Ambiente & Água, v. 10, n. 1, p. 182-194, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ambiagua/a/n7zrxcJnshLJHyRqV5LZQLP/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 6 de outubro de 2025.

CARMO, Luiz Felipe Rodrigues do; VASCONCELLOS, Fernanda Cerqueira; MENEZES, Wallace Figueiredo; VASCONCELLOS, Eduardo Charles. **Análise de índices de instabilidade em casos de chuva intensa, chuva moderada e chuva fraca/sem chuva nas regiões sul e sudeste do Brasil**. Anuário do Instituto de Geociências, v. 42, n. 1, p. 769-782, 2019. Disponível em: <<https://revistas.ufjr.br/index.php/aigeo/article/view/30845/17445>>. Acesso em: 6 de outubro de 2025.

CARDOSO, Renata dos Santos. **Classificação de potenciais unidades climáticas em Presidente Prudente-SP**. Dissertação (Mestrado em Geografia), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/138512>>. Acesso em: 20 de novembro de 2025.

CARVALHO, Flávia Gomes Cleber. **Andradina 80 anos 1937-2017: História, famílias & Biografias**. Revista Fala, v. 1, O interior Editora, Andradina, 2017. Acesso em: 24 de setembro de 2025. Acesso em: 20 de novembro de 2025.

Comissão Pró-Índio de São Paulo - **Kaingang**. Disponível em: <<https://cpisp.org.br/povos-indigenas-em-sao-paulo/povos-indigenas/kaingang/>>. Acesso em: 21 de setembro de 2025.

COSTA, Vivian Castilho da; SILVA, Rodrigo Conceição da; LOPES, Cinthia Quintela Gomes; SILVA, Simone Magalhães. **Monitoramento do uso do solo urbano com base em interpretação visual de imagem de satélite Alos (Prism) e Google Earth: um estudo de caso na Zona de Amortecimento do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB) - município do Rio de Janeiro (RJ)**. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Curitiba, INPE, p. 6984-6991, 2011. Disponível em: <<http://marte.sid.inpe.br/col/dpi.inpe.br/marte/2011/07.22.17.42/doc/thisInformationIte mHomePage.html>>. Acesso em: 1 de outubro de 2025.

CUNHA, Rita Abreu da. **Definição de cenários de referência para avaliação dos impactos das secas**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008. Disponível em: <<https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58023/1/000129128.pdf>>. Acesso em: 6 de outubro de 2025.



DIAS, Reinaldo. **Neocolonialismo Ecológico e Dívida Ecológica: Um Exame Crítico das Relações Norte-Sul no Contexto dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar, v. 4, n. 7, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.47820/recima21.v4i7.3637>>. Acesso em: 30 de novembro de 2025.

DELCOL, Rafaela Fabiana Ribeiro; MILANI, Patricia Helena. **A produção do espaço urbano em Três Lagoas - MS com base na dinâmica demográfica**. Geografia (Londrina), v. 31, n. 2, p. 87-106, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.5433/2447-1747.2022v31n2p87>>. Acesso em: 20 de outubro de 2025.

DUBREUIL, Vincent; FANTE, Karime Pechutti; PLANCHON, Olivier; SANT'ANNA NETO, João Lima. **Les types de climats annuels au Brésil: une application de la classification de Köppen de 1961 à 2015**. EchoGéo, n. 41, 2017. Disponível em: <<https://journals.openedition.org/echogeo/15017>>. Acesso em: 5 de setembro de 2025.

FERREIRA, Luciana Schwandner; DUARTE, Denise Helena Silva; GIULIO, Gabriela Marques Di. **Ondas de calor e adaptação: um alerta para os instrumentos de planejamento e ordenamento territorial**. Diálogos Socioambientais, v. 7, n. 19, p. 14-17, 2024. Disponível em: <<https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais/article/view/106>>. Acesso em: 3 de outubro de 2025.

FLEURY, Lorena Cândido; MIGUEL, Jean Carlos Hochsprung; TADDEI, Renzo. **Mudanças climáticas, ciência e sociedade**. Sociologias, Porto Alegre, v. 21, n. 51, p. 18-42, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/soc/a/SHRnFKJmJdF7pmQkCBXt6hb/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 6 de outubro de 2025.

GARTLAND, Lisa Mummery. **Heat islands: understanding and mitigating heat in urban areas**. Earthscan, London, 2008. Acesso em: 12 de outubro de 2025.

GHIRARDELLO, Nilson. **À beira da linha: formações urbanas da Noroeste Paulista**. Editora Unesp, 2002. Disponível em: <<https://books.scielo.org/id/z3/pdf/ghirardello-9788539302420.pdf>>. Acesso em: 16 de setembro de 2025.

GIESBRECHT, Ralph Mennucci. **Estações Ferroviárias do Brasil: Estrada de Ferro Noroeste do Brasil (1906-1975)**. Disponível em: <<http://www.estacoesferroviarias.com.br/b/bauru.htm>>. Acesso em: 18 de setembro de 2025.

Governo do Estado de São Paulo, Secretaria de Turismo e Viagens. **Região Turística Pantanal Paulista**. Disponível em: <<https://www.turismo.sp.gov.br/conheca-a-regiao-turistica-pantanal-paulista>>. Acesso em: 26 de setembro de 2025.



HONER, Michael Robin. **Precipitação pluviométrica na região de Campo Grande, MS: uma análise do período 1970-1991**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte - CNPGC, Campo Grande, 1993. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/318742>>. Acesso em: 2 de outubro de 2025.

HOUGHTON, J. T.; DING, Y.; GRIGGS, D. J.; NOGUER, M.; LINDEN, P. J. van der; DAI, X.; MASKELL, K.; JOHNSON; C. A. **Climate change 2001: The scientific basis: Contribution of working group I to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change**. Cambridge University Press, Cambridge, England, 2001. Disponível em: <[https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGI\\_TAR\\_full\\_report.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WGI_TAR_full_report.pdf)>. Acesso em: 2 de outubro de 2025.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Panorama: Andradina**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/andradina/panorama>>. Acesso em: 25 de setembro de 2025.

IHERING, Hermann von. **A antropologia do estado de São Paulo**. Revista do Museu Paulista, São Paulo, v. VII, p. 202-257, 1907. Disponível em: <[https://issuu.com/antonioarchangelo/docs/ihering\\_1907\\_antropologia\\_archive](https://issuu.com/antonioarchangelo/docs/ihering_1907_antropologia_archive)>. Acesso em: 18 de setembro de 2025.

KEELEY, Melissa. **The Green Area Ratio: an urban site sustainability metric**. Journal of environmental planning and management, v. 54, n. 7, p. 937-958, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/09640568.2010.547681>>. Acesso em: 16 de outubro de 2025.

LARSEN, Larissa. **Urban climate and adaptation strategies**. Frontiers in Ecology and the Environment, v. 13, n. 9, p. 486-492, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1890/150103>>. Acesso em: 16 de outubro de 2025. APÊNDICES

LENDIMUTH, Juliana Cavallini. **Habitar grandes conjuntos: em busca da urbanidade na produção da cohab-sp de 1965 a 1992**. Tese (Doutorado em Ciências). Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

LOURENZANI, Wagner Luiz; CALDAS, Marcellus Marques. **Mudanças no uso da terra decorrentes da expansão da cultura da cana-de-açúcar na região oeste do estado de São Paulo**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 44, n. 11, p. 1980-987, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/NCbtzRxvDG33jrN7Y7GwsZm/?lang=pt>>. Acesso em: 26 de setembro de 2025.

LUPA - **Levantamento Censitário das Unidades de Produção do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<https://www.cati.sp.gov.br/projetolupa/index.php>>. Acesso em: 26 de setembro de 2025.



MARINHEIRO, Marco Antonio de Lima. **Análise Setorial: o caso da privatização do modal ferroviário brasileiro**. Dissertação (mestrado em Ciências Econômicas). Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2012. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/30a6c710-34d4-4706-a5e5-17b000ee8b74/content>>. Acesso em: 26 de setembro de 2025.

MCGREGOR, Glenn R.; BESSEMOULIN, Pierre; EBI, Kristie; MENNE, Bettina. **Heatwaves and health: Guidance on warning-system development**. Geneva, Switzerland. World Meteorological Organization and World Health Organization, 2015. Disponível em: <[https://cdn.who.int/media/docs/default-source/climate-change/heat-waves-and-health---guidance-on-warning-system-development.pdf?sfvrsn=e4813084\\_2&download=true](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/climate-change/heat-waves-and-health---guidance-on-warning-system-development.pdf?sfvrsn=e4813084_2&download=true)>. Acesso em: 20 de julho de 2025.

MONTEIRO, John Manuel; RANGEL, Lúcia Helena; ANDRADE, Lúcia M. M. de; LUZ, Mara L. Manzoni; GOMES, Ronaldo Simões; GUERREIRO, Silas; BORELLI, Silvia Helena Simões. **Índios no Estado de São Paulo: Resistência e Transfiguração**. Comissão Pró-Índio de São Paulo, Editora Yankatu, São Paulo, 1984. <[https://cpisp.org.br/wp-content/uploads/2019/02/Indios\\_em\\_Sao\\_Paulo.pdf](https://cpisp.org.br/wp-content/uploads/2019/02/Indios_em_Sao_Paulo.pdf)>. Acesso em: 21 de setembro de 2025.

NOVAIS, Giuliano Tostes; MACHADO, Lilian Aline. **Os climas do Brasil: segundo a classificação climática de Novais**. Revista Brasileira de Climatologia, v. 32, p. 1-39, 2023. Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/16163/9154>>. Acesso em: 20 de setembro de 2025.

OKE, Timothy Richard; MILLS, Gerald; CHRISTEN, Andreas; VOGGOT, James A. **Urban climates**. Cambridge University Press, 2017. Acesso em: 2 de julho de 2025.

OLIVEIRA ESTEVES, Cláudio Jesus de. **Risco e vulnerabilidade socioambiental: aspectos conceituais**. Caderno IPARDES - Estudos e Pesquisas, v. 1, n. 2, p. 62-79, 2011. Disponível em: <<https://ipardes.emnuvens.com.br/cadernoipardes/article/view/421/353>>. Acesso em: 4 de outubro de 2025.

OLIVEIRA, Daiane Evangelista; FERREIRA, Cássia de Castro Martins de; ASSIS, Débora Couto; PIMENTEL, Franciele de Oliveira. **Geo-localização de eventos extremos de chuva na bacia hidrográfica do Rio Preto–MG/RJ**. Os Desafios da Geografia Física na Fronteira do Conhecimento, v. 1, p. 2467-2478, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2391>>. Acesso em: 15 de setembro de 2025.

ORTIZ PORANGABA, Gislene Figueiredo; BACANI, Vitor Matheus; MILANI, Patricia Helena. **Risco e vulnerabilidade socioambiental urbana: Análise comparativa entre os dados socioeconômicos e a temperatura superficial em Três Lagoas (MS)**. Brazilian Geographical Journal: Geosciences and Humanities research medium, Ituiutaba, v. 11, n. 2, p. 100-112, 2020. Disponível em:



<<https://seer.ufu.br/index.php/braziliangeojournal/article/view/57154>>. Acesso em: 1 de outubro de 2025.

ORTIZ PORANGABA, Gislene Figueiredo. **O clima urbano das cidades do interior do estado de São Paulo: uma análise do campo térmico de Assis, Cândido Mota, Maracaí e Tarumã**. Tese (Doutorado em Geografia). Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente, 2015. Disponível em:

<<https://repositorio.unesp.br/entities/publication/48c3afad-bcf3-438b-96f7-e7dbd3e60e62>>. Acesso em: 21 de julho de 2025.

PALLOTTA, Fabio Paride. **Bauru e a sua úlcera: a estrada de ferro Noroeste do Brasil - NOB - e as condições sanitárias da cidade sob o olhar da imprensa**. Anais do Instituto de Higiene e Medicina Tropical, v. 23, n. 1, p. 91-101, 2024. Disponível em: <<https://anaisihmt.com/index.php/ihmt/article/view/481/401>>. Acesso em: 21 de setembro de 2025.

PETERSON, Thomas Carl; FOLLAND, Christopher; GRUZA, George; HOGG, William; MOKSSIT, Abdallah; PLUMMER, Neil. **Report on the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs - 1998-2001**. World Meteorological Organization, p. 1-143, 2001. Disponível em: <<https://etccdi.pacificclimate.org/docs/wgccd.2001.pdf>>. Acesso em: 3 de outubro de 2025.

PIMENTEL, Franciele Oliveira; FERREIRA, Cássia de Castro Martins. **Clima Urbano: O uso de modelos geoespaciais na investigação do comportamento térmico em Juiz de Fora - MG**. Revista Brasileira De Climatologia, v. 24, p. 49-66, 2019. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/51059/37798>> Acesso em: 23 de junho de 2025.

PINHEIRO, Niminon Suzel. **Conquista, colonização e indigenismo: oeste paulista**. 1999. Tese (Doutorado em História). Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Assis, 1999. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/4a73b932-071c-4374-bdfc-5cbc54644efa/content>>. Acesso em: 18 de setembro de 2025.

PINHEIRO, Niminon Suzel. **Etnohistória Kaingang e seu contexto: São Paulo, 1850 a 1912**. Dissertação (Mestrado em História). Faculdade de Ciências e Letras, Universidade Estadual Paulista, Assis, 1992. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/ab3aee82-0e62-4d96-b29a-b36a8c0153ae/content>>. Acesso em: 18 de setembro de 2025.

**Povos Indígenas no Brasil**. Disponível em: <[https://pib.socioambiental.org/pt/P%C3%A1gina\\_principal](https://pib.socioambiental.org/pt/P%C3%A1gina_principal)>. Acesso em: 18 de setembro de 2025.

ROSSI, Marcio. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado**. Estado de São Paulo . Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Florestal. 2017.



Disponível

em:

<[https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/wp-content/uploads/sites/234/2017/11/Livro\\_Solos1.pdf](https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutoflorestal/wp-content/uploads/sites/234/2017/11/Livro_Solos1.pdf)>. Acesso em: 29 de setembro de 2025.

RUSSELL, Graham; MARSHALL, Bruce; JARVIS, Paul G. **Plant canopies: their growth, form and function**. Cambridge University Press, Cambridge, 1989.

SANTOS, Marcos Antonio dos. **Construção de cenários em ambiente SIG para avaliar mudanças de uso das terras induzidas por usinas hidrelétricas na região agrícola de Andradina**. Dissertação (mestrado em Planejamento e Desenvolvimento Rural Sustentável). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/296834532.pdf>>. Acesso em: 26 de setembro de 2025.

SILVA, Érika Cristina Nesta; DIAS, Marcel Bordin Galvão; NUNES, João Osvaldo Rodrigues; OLIVEIRA, Antonio Manoel dos Santos; OLIVEIRA, Adriana Aparecida de. **A urbanização do oeste paulista e a formação de feições tecnogênicas**. Revista do Instituto Geológico, São Paulo, v. 40, n. 1, p. 67-81, 2019. Disponível em: <<https://revistaig.emnuvens.com.br/rig/article/view/629/609>>. Acesso em: 22 de junho de 2025.

SILVEIRA, Rafael Brito; ALVES, Maikon Passos Amilton; BITENCOURT, Daniel Pires. **Extremos de temperatura e saúde pública: uma proposta para sistema de alerta de ondas de frio e calor**. Cadernos Geográficos, v. 36, p. 49-62, 2017. Acesso em: 15 de setembro de 2025.

SMITH, Melinda D. **An ecological perspective on extreme climatic events: a synthetic definition and framework to guide future research**. Journal of Ecology, British Ecological Society, v. 99, n. 3, p. 656-663, 2011. Disponível em: <<https://doi.org/10.1111/j.1365-2745.2011.01798.x>>. Acesso em: 2 de julho de 2025.

SOUCH, Catherine; GRIMMOND, Sue. **Applied climatology: urban climate**. Progress in Physical Geography: Earth And Environment, v. 30, n. 2, p. 270-279, 2006. Disponível em: <<https://doi.org/10.1191/0309133306pp484pr>>. Acesso em: 5 de outubro de 2025.

TRUZZI, Oswaldo Mario Serra; VOLANTE, João Pedro. **Percursos migratórios intergeracionais e dinâmicas de implantação de imigrantes estrangeiros no oeste paulista (1880-1950)**. Tempo Social, v. 31, n. 3, p. 161-191, 2019. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ts/a/Bf7hB787TfT4Dqff7n35YTL/?lang=pt>>. Acesso em: 25 de setembro de 2025.

VICTOR, Mauro Antônio Moraes; CAVALLI, Antônio Carlos; GUILLAUMON, João Regis; SERRA FILHO, Renato. **Cem anos de devastação: revisitada 30 anos depois**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília, 2005. Acesso em: 25 de setembro de 2025.



WORLDOMETER. **CO<sub>2</sub> Emissions by Country**. Disponível em:  
<<https://www.worldometers.info/co2-emissions/co2-emissions-by-country/>>. Acesso em: 28 de setembro de 2025.

WWO (World Meteorological Organization). **WMO confirms 2024 as warmest year on record at about 1.55°C above pre-industrial level**. 10 de janeiro de 2025  
Disponível em:  
<<https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level>>. Acesso em: 28 de setembro de 2025.

YOUNG, Carlos Eduardo Frickmann; AGUIAR, Camilla; SOUZA, Elismar Neto de. **Valorando tempestades: custo econômico dos eventos climáticos extremos no Brasil nos anos de 2002-2012**. São Paulo: Observatório do Clima, 2015. Disponível em: <<https://pantheon.ufrj.br/handle/11422/22744>>. Acesso em: 2 de julho de 2025.

ZANGALLI JUNIOR, Paulo César. **A Natureza do Clima e o Clima das Alterações Climáticas**. Revista Brasileira de Climatologia, vol. 26, p. 295-311, 2020. Disponível em: <<https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/article/view/14212/7442>>. Acesso em: 1 de outubro de 2025.