

**VARIAÇÕES DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE TERRESTRE DE DOIS BAIRROS DE SANTA MARIA, RS, E A PERCEPÇÃO CLIMÁTICA DOS RESIDENTES**

137

**Variations in land surface temperature of two neighborhoods in Santa Maria, RS, and the climate perception of residents**

**Variaciones de la temperatura superficial terrestre de dos barrios de Santa Maria, RS, y la percepción climática de los residentes**

**Caroline Moro**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil  
E-mail: morocaroline836@gmail.com

**Lucian Armino da Silva Brinco**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil  
E-mail: lucianbrinco@gmail.com

**Mauro Kumpfer Werlang**

Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil  
E-mail: wermakwer@gmail.com

**RESUMO**

Mudanças climáticas são causadas por questões naturais e/ou antrópicas. As alterações climáticas impactam direta ou indiretamente a relação sociedade e natureza, influenciando, por exemplo, no conforto térmico humano. Por isso, o presente artigo investigou e dialogou sobre as variações de Temperatura de Superfície Terrestre (TST) e a percepção climática de residentes dos bairros Centro e Camobi, da área urbana de Santa Maria, RS. Nessa conjuntura, a metodologia divide-se em duas etapas: (1) análise de dados de TST por meio do *Google Earth Engine*, utilizando dados do sensor MODIS/061/MYD11A2, entre dezembro de 2023 a março de 2024, que abrange o período do verão, e (2) coleta de dados de percepção climática com 40 pessoas, igualmente distribuídas entre os bairros. Os resultados indicam maior variação de TST no bairro Centro, enquanto Camobi, por possuir mais áreas verdes, apresenta relação inversa de TST, refletindo em um ambiente mais ameno e agradável. As percepções locais corroboram com os dados obtidos, destacando a importância de Soluções Baseadas na Natureza (SBN) e de infraestrutura verde, como formas mitigadoras do desconforto térmico humano em áreas urbanas.

**Palavras-chave:** Conforto Térmico. *Google Earth Engine*. Percepção do Clima.

**ABSTRACT**

Climate change is caused by natural and/or anthropogenic factors. Climate alterations directly or indirectly impact the relationship between society and nature, influencing, for example, human thermal comfort. Therefore, this article investigated and discussed variations in Land Surface Temperature (LST) and the climate perception of residents

in the Centro and Camobi neighborhoods, located in the urban area of Santa Maria, RS. In this context, the methodology is divided into two stages: (1) analysis of LST data through Google Earth Engine, using data from the MODIS/061/MYD11A2 sensor from December 2023 to March 2024, covering the summer period, and (2) collection of climate perception data from 40 individuals, equally distributed between the neighborhoods. The results indicate greater LST variation in the Centro neighborhood, while Camobi, having more green areas, exhibits an inverse LST relationship, reflecting a milder and more pleasant environment. Local perceptions corroborate the obtained data, highlighting the importance of Nature-Based Solutions (NBS) and green infrastructure as mitigating strategies for human thermal discomfort in urban areas.

**Keywords:** Thermal comfort. Google Earth Engine. Climate Perception.

## RESUMEN

Los cambios climáticos son causados por factores naturales y/o antrópicos. Las alteraciones climáticas impactan directa o indirectamente la relación entre sociedad y naturaleza, influyendo, por ejemplo, en el confort térmico humano. Por ello, el presente artículo investigó y reflexionó sobre las variaciones de Temperatura Superficial Terrestre (TST) y la percepción climática de los residentes de los barrios Centro y Camobi, del área urbana de Santa Maria, RS. En este contexto, la metodología se divide en dos etapas: (1) análisis de datos de TST mediante Google Earth Engine, utilizando datos del sensor MODIS/061/MYD11A2, entre diciembre de 2023 y marzo de 2024, que abarca el período estival, y (2) recolección de datos de percepción climática con 40 personas, distribuidas equitativamente entre los barrios. Los resultados indican una mayor variación de TST en el barrio Centro, mientras que Camobi, por contar con más áreas verdes, presenta una relación inversa de TST, lo que se refleja en un ambiente más templado y agradable. Las percepciones locales corroboran los datos obtenidos, destacando la importancia de las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) y de la infraestructura verde como formas de mitigación del disconfort térmico humano en áreas urbanas.

**Palabras clave:** Confort Térmico. *Google Earth Engine*. Percepción del Clima.

## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas se destacam como um dos desafios enfrentados pela humanidade nos últimos anos, sendo atribuídas direta ou indiretamente às atividades humanas (BARCELLOS *et al.*, 2009) ou por causas naturais, como as alterações na radiação solar e os movimentos orbitais da Terra (WWF, 2025). Elas influenciam de diversos modos os elementos meteorológicos, como a temperatura do ar, a umidade relativa, o vento e a precipitação pluviométrica (PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, 2023).

De acordo com Sant'Anna Neto (2013), o clima urbano expressa as modificações climáticas que ocorrem no ambiente das cidades, resultantes das transformações humanas no espaço, podendo essas alterações se estender além do âmbito local e influenciar também a escala regional. Conforme Conti (1998), fatores como a impermeabilização do solo, a elevação do albedo, a diminuição das áreas verdes e a formação de ilhas de calor, que resultam em maior desconforto térmico, exemplificam as transformações ambientais típicas dos centros urbanos, responsáveis pela criação de microclimas próprios.

O conforto térmico consiste na sensação de bem-estar que um indivíduo experimenta em relação à temperatura do ambiente. Portanto, é uma sensação subjetiva (RUAS, 2001), assim como cada pessoa percebe o tempo e o clima de uma forma particular, levando em consideração que cada organismo reage de uma maneira e também que cada sujeito apresenta suas vivências, experiências e modo de vida (BRINCO, WERLANG, 2020; SARTORI, 2000).

No caso do desconforto térmico, pode se dizer que ele ocorre quando a temperatura ambiente está fora da faixa ideal, levando às sensações de calor ou frio excessivos, causando estresse ou desconforto ao corpo e prejudicando o bem-estar do indivíduo (LAMBERTS, 2011). Desse modo, as alterações climáticas afetam diretamente a saúde humana, influenciando nas reações psico-fisiológicas dos sujeitos (MONTEIRO, 1976; PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE MUDANÇA DO CLIMA, 2023).

As mudanças climáticas trazem fenômenos e transformações no ambiente, tais como ondas de calor, tempestades intensas e severas (OLIVEIRA; SILVA; HENRIQUES, 2009). Nessa conjuntura, destaca-se que o Brasil tem sido afetado ultimamente por eventos extremos, como os longos períodos de secas que ocorreram em 2021/2022 no Rio Grande do Sul (RS) (JUNGES, 2022); a inundação ocorrida em abril/maio de 2024 (RIO GRANDE DO SUL, 2024) e temperaturas elevadas, como as registradas na cidade de Santa Maria, da qual se observa o aumento na frequência e intensidade de ondas de calor (DIÁRIO DE SANTA MARIA, 2024).

Na cidade de Santa Maria as mudanças de temperatura do ar têm se manifestado de forma marcante, especialmente nos meses de verão. Nesse período é possível observar que os dias consecutivos de calor extremo têm sido mais frequentes e duradouros. No verão de 2023 a 2024, por exemplo, o Diário de Santa Maria relatou que os dias 14 de janeiro e 04, 11 e 12 de fevereiro de 2024 obtiveram ondas de calor (DIÁRIO DE SANTA MARIA, 2024).

Nesse âmbito, a urbanização, a expansão agrícola e a substituição de áreas verdes por áreas construídas ou monoculturas contribuem para o agravamento das ondas de calor (ULLAH *et al.*, 2023). Por isso, destaca-se que, dependendo do uso e ocupação da terra, a temperatura e outros elementos meteorológicos são alterados. Além disso, enfatiza-se que a preocupação com as influências do processo de ocupação humana do território sobre o clima não é recente, pois acompanha a evolução das cidades. No entanto, observa-se que os estudos sobre clima urbano ganharam ainda mais destaque nas últimas décadas, tanto na literatura nacional como internacional (HOPPE, 2018; PIMENTEL, 2017).

Nesse sentido, destaca-se que o Sensoriamento Remoto (SR) é uma ferramenta aliada para estudos ambientais e climáticos. Assim sendo, SR consiste na aquisição de uma série de imagens e informações sobre um objeto por meio da análise dos dados adquiridos por sensores remotos que não estão em contato direto com o objeto de estudo (QUARTAROLI; VICENTE; ARAÚJO, 2014). Dessa forma, o *Google Earth Engine* (GEE) é uma plataforma em nuvem que possibilita visualizar os dados de SR a partir do catálogo disponível (*GOOGLE EARTH ENGINE*, 2024).

A plataforma do GEE é considerada rápida, eficaz, econômica e permite múltiplas e diversas análises para diferentes finalidades, tais como classificações, monitoramento de elementos do clima, evolução do desmatamento, dentre outras (CARVALHO; MAGALHÃES FILHO; SANTOS, 2021). Nessa perspectiva, a Temperatura de Superfície Terrestre (TST) “diz respeito ao fluxo de calor dado em função da energia que chega e sai do corpo, sendo de suma importância para o entendimento das interações entre a superfície terrestre e a atmosfera” (PEREIRA *et al*, 2012, p. 1245). Analisar a TST em função dos seus principais condicionantes é relevante para subsidiar futuras tomadas de decisões, planejamento e ordenamento do território, diagnóstico ambiental e Sistema de Gestão Ambiental (SGA). Além disso, é relevante para entender as especificidades que necessitam cada local de estudo e como cada um deles pode auxiliar para a mitigação ou redução dos impactos econômicos, sociais e ambientais decorrentes das mudanças climáticas.

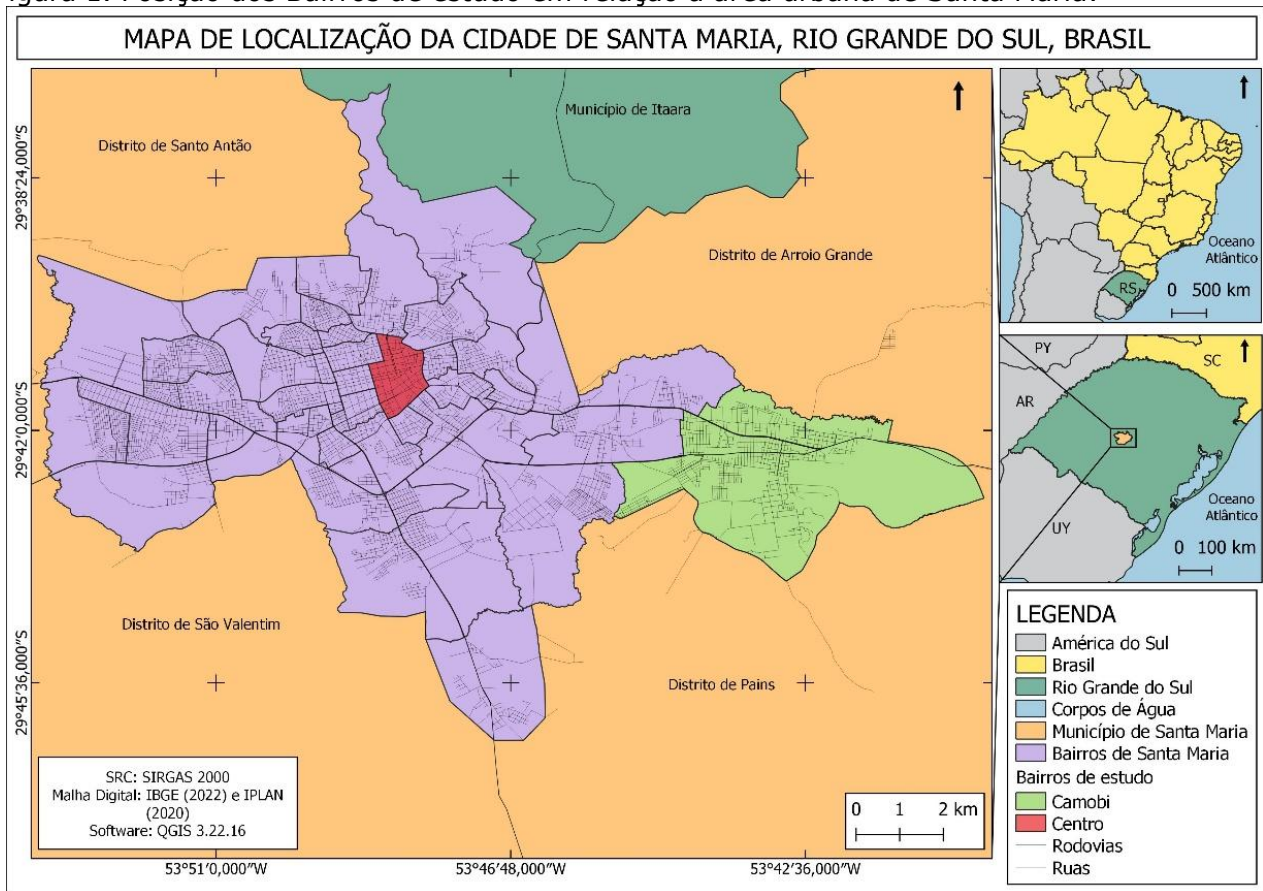
Tendo isso em vista, o intento do presente trabalho foi investigar e dialogar sobre as variações da TST e a percepção climática de residentes dos bairros Centro e Camobi, da área urbana de Santa Maria, RS. Como objetivos específicos, delineou-se: 1) levantar e analisar os dados de TST dos dois bairros em estudo; 2) apurar e discorrer sobre a percepção climática dos residentes desses dois lugares e 3) comparar os resultados de TST com a percepção dos residentes do bairro Camobi e Centro. Dessa forma, a pesquisa colabora com as discussões sobre clima urbano, reforça a importância do SR para os estudos sobre a influência das condições atmosféricas sobre o ambiente e conforto térmico humano e trabalha com uma área, de certa forma, promissora para a Ciência Geográfica, que é a percepção climática, visto que, o primeiro trabalho no Brasil sobre essa problemática partiu de Sartori (2000).

## **DESCRIÇÃO GERAL DA ÁREA DE ESTUDO**

O município de Santa Maria está localizado na região central do RS, denominado de Coração do Rio Grande (SANDALOWSKI; *et al.*, 2023), situado nas coordenadas geográficas 29°41'00" S e 53°51'00" O (Figura 1). Segundo dados do último censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2022a), a população é de 271.735 habitantes e a densidade demográfica é de 152,64 hab/km<sup>2</sup>.

A área territorial total do município de Santa Maria é de 1.780,194 km<sup>2</sup>, sendo 80,04 km<sup>2</sup> de área urbanizada (IBGE, 2019; 2022a). A área em estudo possui um clima subtropical úmido equivalente ao *Cfa* de Köppen, da qual é caracterizado por quatro estações do ano, verões quentes e chuvas distribuídas no ano todo (GRIGOLETTI; LAZAROTTO; WOLLMANN, 2018). Conforme dados de Grigoletti, Lazarotto e Wollmann (2018,) a “temperatura média anual é de 18,9° C” (p. 146), já “a média mensal normal das temperaturas máximas diárias do ar cima de 29,5° C” (p. 146) na estação do verão.

Figura 1. Posição dos Bairros de estudo em relação à área urbana de Santa Maria.



Fonte: Adaptado do IBGE, 2022b e IPLAN, 2020.

O espaço urbano de Santa Maria possui 42 bairros. Camobi é um dos bairros que se localiza na região leste da cidade, e é onde está situado o campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e a Base Aérea de Santa Maria (BASM). O bairro do Centro, por sua vez, é a região mais urbanizada e comercial, apresentando maior densidade de edificações e tráfego de automóveis (COLUSSO, 2007). Na Figura 2, pode-se observar algumas imagens do Bairro Centro (A, B e C) e de Camobi (D, E e F).

Figura 2. Rua do Acampamento (A), próximo à Praça Saldanha Marinho (B), Calçadão Salvador Isaia (C), Trecho que dá acesso à UFSM (D), Novos edifícios no Bairro Camobi (E) e Pista de acesso para UFSM (F).



Fonte: Dos autores (Fotografias registradas no mês de janeiro de 2025).

Vale destacar que os dois bairros mais populosos de Santa Maria são Camobi e Centro. O primeiro apresenta 21.822 habitantes e o segundo 17.847 pessoas, segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010).

## **PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

A metodologia do presente estudo foi dividida em três etapas, sendo elas: (I) coleta e análise da TST entre os bairros Centro e Camobi de Santa Maria, (II) apuração e análise de dados de percepção climática e (III) análise dos dados coletados de TST juntamente com a percepção dos residentes dos bairros em estudo. A escolha dos bairros para o estudo se deve pelas suas diferenças no uso e cobertura da terra. Essa disparidade é importante nesses contextos urbanos, porque se compreende melhor a dinâmica da TST e dos elementos meteorológicos no período do verão e em diferentes usos da terra. Um exemplo disso é o trabalho de Pereira et al. (2012) e Pereira e Rocha (2019), na qual foi observada uma distribuição da TST em relação aos diferentes usos do solo presentes nas suas áreas de estudo mencionadas, que são a Bacia dos Coqueiros (Goiás) e no município de Serra (Espírito Santo).

A escolha do período de verão (dezembro de 2023 a março de 2024)

justifica-se por ser a estação com temperaturas mais extremas, maior incidência solar e maior frequência de ondas de calor (BITENCOURT *et al.*, 2015; TRENTIN, 2023). Esses fatores acentuam as variações de TST entre diferentes usos e coberturas da terra, tornando mais evidentes os impactos de superfícies impermeáveis e da escassez de vegetação (PEREIRA; ROCHA, 2019). Estudar esse período permite compreender como as populações percebem e são afetadas pelas mudanças térmicas (FRUEHAUF, 2020; CASTELLO, 2022).

### **Etapa 1: Coleta e análise da TST no GEE**

Na primeira etapa, foram delimitadas porções das áreas de estudo nos bairros Centro, abrangendo o Calçadão Salvador Isaia de Santa Maria, e Camobi, mais precisamente na UFSM. Essa delimitação foi realizada utilizando polígonos geográficos desenhados manualmente na plataforma em nuvem do GEE. Esses polígonos foram traçados utilizando as coordenadas geográficas para que se obtivesse garantia na extração dos dados e melhor precisão do estudo.

Para analisar a TST, utilizou-se dados de SR da coleção de imagens MODIS/061/MYD11A2 do sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS) a bordo do satélite *Aqua*, a qual fornece dados da TST em uma resolução espacial de 1 km e temporal de 8 dias (GOOGLE EARTH ENGINE, 2024). O período de estudo abrange o verão que é de 22 de dezembro de 2023 a 22 de março de 2024. O sensor MODIS possui uma resolução de 1.000 metros (m), sua unidade de estudo é em *Kelvin* e o apresenta uma grade de 1200 X 1200 (WAN, 2019). A opção pelo período de verão de 2023/2024 justifica-se por ser o intervalo mais recente com disponibilidade de dados completos, representando, portanto, o ano mais atual de observações obtidas. Além disso, o verão corresponde à estação em que as temperaturas tendem a ser mais elevadas, intensificando as diferenças térmicas entre áreas urbanizadas e vegetadas, o que favorece a análise dos efeitos da urbanização sobre o clima local.

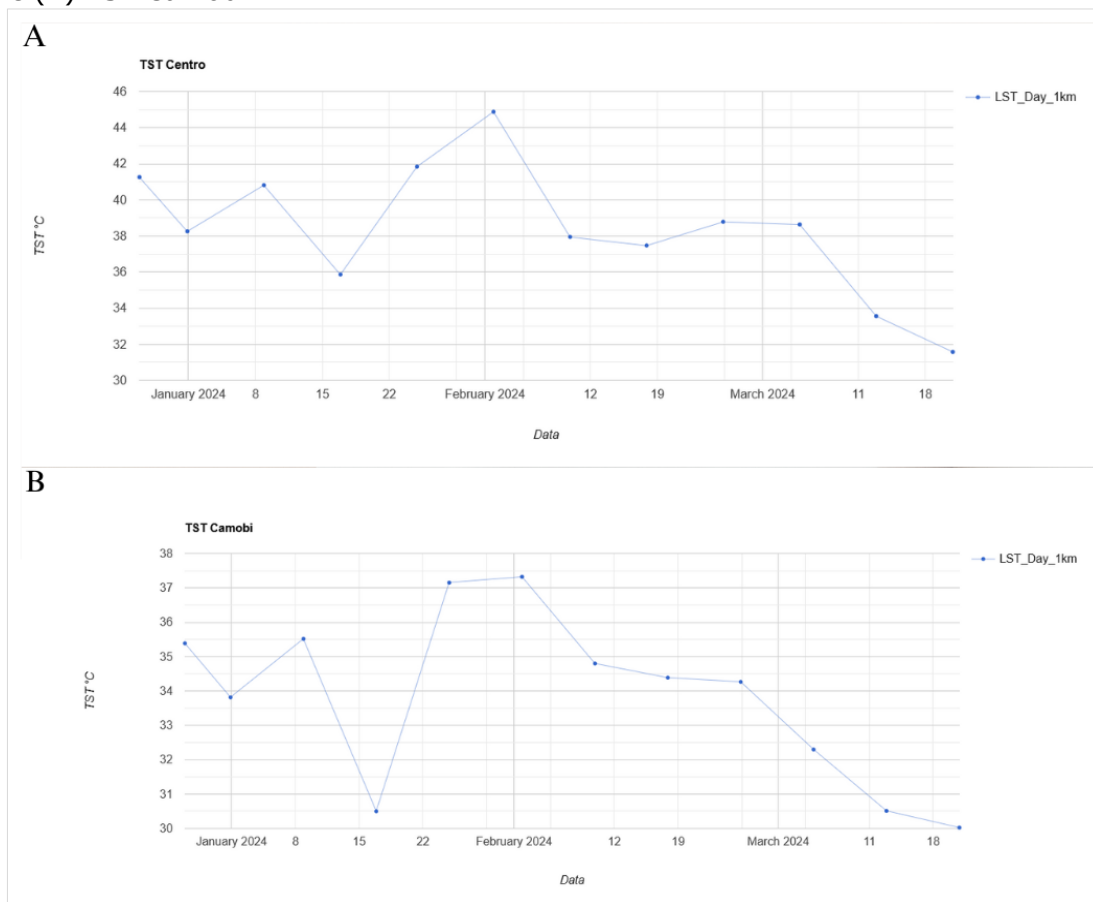
Por conseguinte, para a execução do processo as coleções de imagem da TST de cada uma das áreas de estudo foram filtradas para o período estabelecido e selecionadas para a banda *LST\_Day\_1km* (GOOGLE EARTH ENGINE, 2024). Após, aplicou-se em cada coleção de imagens um valor de escala de 0,02 e um ajuste (subtração de 273,15) para converter a TST de *Kelvin* para *Celsius* (°C) (GOOGLE EARTH ENGINE, 2024). Posterior a conversão e ajustes nas imagens, foi gerada uma série temporal para cada área de estudo utilizando a função *ui.Chart.Image.series* com o redutor *mean()* (GOOGLE EARTH ENGINE, 2024). A função *mean()* calcula a média de TST para cada intervalo de 8 dias dentro dos polígonos (GOOGLE EARTH ENGINE, 2024).

Por fim, ao executar o *script* na linguagem *Javascript* foi visualizado a porção da área de estudo delimitada por um polígono manualmente. Nele foi utilizado uma paleta de cores para representar os diferentes valores de TST presentes nos polígonos. Também visualizou-se os gráficos gerados da TST em que apresentam as séries temporais. Estes gráficos são relevantes para visualizar as variações na TST ao longo do tempo no período de verão, visto que

permite identificar as datas com maiores temperaturas e seus valores e a comparação entre a TST dos bairros de estudo.

Na Figura 3 (A e B), observa-se dois gráficos: um da TST do Centro e outro da TST de Camobi. Os gráficos apresentam a variação média da TST nas respectivas áreas. Cada ponto no gráfico corresponde à média da TST registrada em um intervalo de 8 dias.

Figura 3. Gráficos executados a partir da plataforma do GEE dos dois bairros de estudo – (A) TST Centro e (B) TST Camobi



Fonte: Extração GEE, 2024.

Na Figura 3, percebe-se que o eixo horizontal (x) representa as datas ao longo do período de verão, já o eixo vertical (y) mostra a TST em °C. Em vista disso, posteriormente esses gráficos foram agrupados em um só.

## **Etapa 2: Apuração e Análise da Percepção Climática**

Além de analisar a TST por meio do GEE é interessante entender a percepção climática, visto que é uma técnica qualitativa de compreensão vivenciada pelos indivíduos sobre as questões do clima (FRASER; GONDIM, 2004). Nessa perspectiva, a análise dos dados de TST a partir da sensação climática dos indivíduos pode ser considerada a parte empírica do estudo, que visa compreender a percepção dos questionados. Posteriormente, esses dados

são comparados com os resultados da TST obtidos no GEE.

A segunda etapa do estudo consistiu na aplicação de questionários para obter a percepção climática de residentes ou frequentadores das áreas selecionadas. Foram entrevistadas 40 pessoas maiores de 18 anos, selecionadas de forma aleatória, desde que residissem em um dos dois bairros estudados por pelo menos dois anos. A seleção dos entrevistados foi realizada sem levar em conta condições socioeconômicas ou culturais. A amostra foi dividida igualmente entre os bairros Centro (20 entrevistados) e Camobi (20 entrevistados). O questionário abordou a percepção dos participantes sobre a sensação térmica nos bairros analisados, além de comparar a percepção da temperatura entre o Centro e Camobi.

A amostra de 40 pessoas foi composta por voluntários que aceitaram participar da pesquisa e que atendiam aos critérios de inclusão estabelecidos. A divisão equitativa de 20 entrevistados por bairro, independentemente das diferenças de quantidade populacionais entre Centro e Camobi, foi adotada para permitir uma comparação direta e balanceada das percepções climáticas entre as duas áreas de estudo. Essa padronização metodológica garante que ambos os bairros tenham o mesmo peso na análise qualitativa.

O questionamento realizado com alguns residentes buscou verificar se eles percebem alguma diferença de temperatura do ar entre os dois bairros estudado e, em caso afirmativo, identificar os motivos que, na percepção dos questionados, explicariam essa variação. Nesse âmbito, esse questionamento sobre a percepção climática se alinha ao estudo de Brinco e Werlang (2020), que explora como a população rural das localidades de Pedregulho e Aparecida, no município de Restinga Sêca, RS utiliza conhecimentos tradicionais e ditados populares transmitidos de geração em geração para interpretar os fenômenos climáticos locais.

### **Etapa 3: Comparação entre os dados obtidos no GEE e a percepção climática dos residentes dos bairros Camobi e Centro**

Os dados de percepção climática foram relacionados com os resultados da análise da TST para identificar eventuais padrões entre o aumento da TST em cada um dos bairros e a sensação térmica relatada pelos participantes. Esse cruzamento de informações permitiu observar se há uma relação direta entre as variações de TST registradas via SR e as percepções de conforto ou desconforto térmico.

A relação estabelecida entre os dados qualitativos e quantitativos foi de caráter comparativo e perceptivo, em que as informações quantitativas obtidas por sensoriamento remoto foram analisadas em conjunto com os dados qualitativos da percepção dos entrevistados, buscando identificar correspondências entre os valores de TST e as sensações térmicas relatadas. Essa abordagem integrativa combina dados de SR com percepções humanas, oferecendo uma visão mais holística sobre os impactos e comportamento climáticos e suas consequências no ambiente urbano de Santa Maria. Por fim, a análise dos dados de percepção foram comparadas e relacionadas com as

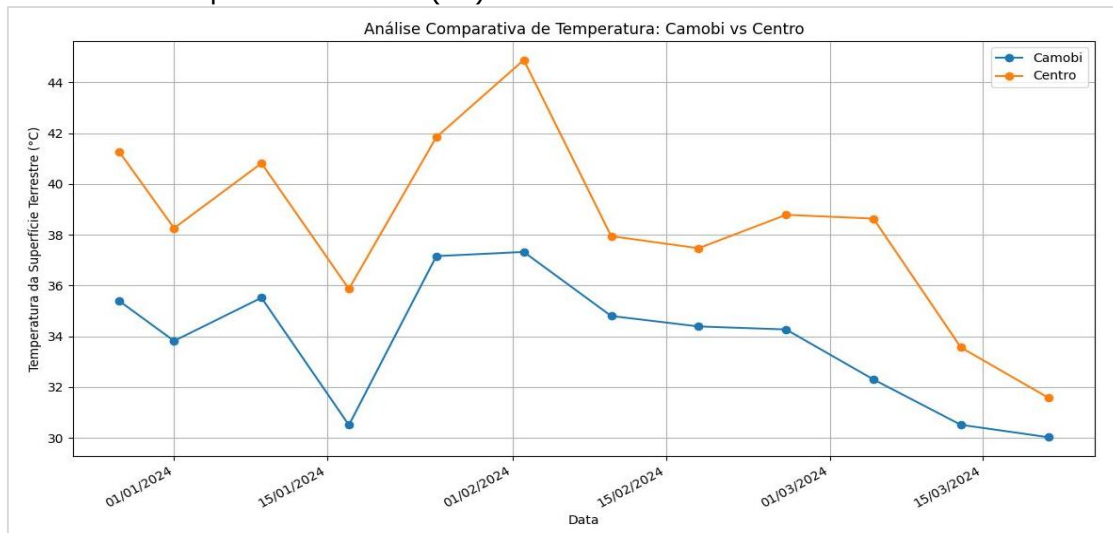
respostas obtidas pela plataforma em nuvem do GEE.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Variação da TST entre os bairros Centro e Camobi

Os dados de TST analisados revelaram uma variação térmica entre os bairros Centro e Camobi na cidade de Santa Maria. A Figura 4 apresenta uma comparação entre os dois bairros de estudo evidenciando a diferença presente na TST dos mesmos. Nessa conjuntura, a diferença média da TST entre esses dois espaços é de 4,6 °C, ou seja, o Centro com valores mais elevados (38,4 °C) e Camobi com valores mais amenos (33,8 °C). Nesse sentido, observa-se que o bairro Centro é significativamente mais quente do que o Camobi no período de análise, que compreende os meses de verão entre dezembro de 2023 a março de 2024. Na mesma Figura, observa-se que cada um dos pontos presente no gráfico corresponde à média da TST registrada em um intervalo de 8 dias. Sendo assim, o eixo horizontal (x) representa as datas ao longo do período de verão, já o eixo vertical (y) mostra a TST em °C.

Figura 4. Análise comparativa da TST (°C) entre os dois bairros de estudo.



Fonte: Dos autores, 2024.

Essa diferença substancial pode ser atribuída a fatores geográficos e urbanísticos. A média do Centro (38,4 °C) ser considerada elevada se deve, muitas vezes, devido as características do espaço, visto que, o mesmo é densamente construído. Dessa forma, ambientes com alta concentração de construções não planejadas são fatores que contribuem para o aumento da temperatura (CAVALCANTE *et al.*, 2020; GRIGOLETTI; LAZAROTTO; WOLLMANN, 2018). Outro fator relevante é a presença predominante de edificações verticalizadas, como prédios, em detrimento de casas, o que prejudica a circulação do ar (ROMERO, 2011). Também apresenta pouquíssimas áreas de vegetação na porção de estudo, das quais foram sendo suprimidas para

dar espaço a novas edificações. Tendo isso em vista, no estudo de Marcelino, Ugeda Júnior e Mengue (2024) a elevação da TST também é um maior quantitativo devido a diminuição da classe de Formação Florestal. Na Tabela 1 apresenta-se os valores de TST °C dos dois bairros.

Tabela 1. Valores da TST extraídos do GEE nos bairros Centro e Camobi, Santa Maria, RS, durante o verão de 2023/2024.

Datas	TST °C Camobi	TST °C Centro
27/12/2023	35,3	41,2
01/01/2024	33,8	38,2
09/01/2024	35,5	40,8
17/01/2024	30,5	35,8
25/01/2024	37,1	41,8
02/02/2024	37,3	44,8
10/02/2024	34,7	37,9
18/02/2024	34,3	37,4
26/02/2024	34,2	38,7
05/03/2024	32,2	38,6
13/03/2024	30,5	33,5
21/03/2024	30	31,5

Fonte: Extração GEE, 2024.

A Tabela 1 apresenta os valores de TST registrados em intervalos de 8 dias durante o verão de 2023/2024 nos bairros Centro e Camobi. Os dados evidenciam uma diferença entre as duas áreas. A amplitude térmica entre os bairros demonstra variação de 1,5°C (mínima em 21/03/2024) a 7,5°C (máxima em 02/02/2024). O valor mais elevado de TST foi registrado no Centro em 02/02/2024 (44,8°C), coincidindo com o período que antecedeu a onda de calor de 04 de fevereiro. Ambos os bairros apresentaram aumento da TST no período de final de dezembro a início de fevereiro, com redução gradual a partir de meados de fevereiro. Em nenhum momento do período analisado Camobi superou as temperaturas do Centro, evidenciando a influência das diferenças de uso e cobertura da terra sobre o comportamento térmico urbano. Os valores mais baixos foram observados em 21/03/2024, próximo ao fim do verão, com 30°C em Camobi e 31,5°C no Centro, mantendo ainda assim a diferença entre os bairros.

A média do Camobi (33,8 °C) é menos elevada devido à sua maior cobertura vegetal e um ambiente com mais edifícios horizontalizados (mais casas do que prédios). Sendo assim, a maior presença de casas térreas auxilia para a fluidez da circulação dos ventos, bem como a vegetação arbórea interfere na umidade relativa do ar e regulação da TST. Nessa conjuntura, a presença de áreas vegetadas e campos abertos, tem maior capacidade de dissipar o calor, proporcionando um microclima mais ameno, agradável e equilibrado (CAVALCANTE *et al.*, 2020; GRIGOLETTI; LAZAROTTO; WOLLMANN, 2018). O trabalho de Pereira *et al.* (2012) também observou diferença da TST nas áreas que possui vegetação, resultando em temperaturas mais amenas.

O pico de variação de temperatura com a maior diferença de TST foi observado em 02 de fevereiro de 2024, com uma diferença de 7,5 °C. Nessa data, a TST no Centro atingiu 44,8 °C, enquanto em Camobi o valor registrado foi de 37,3 °C. Esse pico de aquecimento no Centro ocorreu poucos dias antes de uma intensa onda de calor, que ocorreu em 04 de fevereiro, elevando a temperatura do ar em Santa Maria para 38 °C (DIÁRIO DE SANTA MARIA, 2024).

Esses dados ressaltam o impacto das condições urbanas no agravamento de ondas de calor intensificado pelas alterações climáticas, exacerbando as condições de desconforto térmico, especialmente em áreas densamente urbanizadas (ROMERO; *et al.*, 2019). Dessa maneira, as variações de TST entre o Centro e o Camobi indicam que as diferenças de infraestrutura e cobertura vegetal influenciam na formação de climas locais dentro da mesma cidade. Nessa conjuntura, as autoras Chaves e Souza (2021) destacam que a ausência ou presença da cobertura vegetal está diretamente relacionada com a alteração da TST, sendo que, ao ser removida, proporciona mudanças no microclima local.

### **Percepção Climática dos residentes dos bairros Camobi e Centro, de Santa Maria**

A percepção, propriamente dita, é a resposta dos sentidos humanos aos estímulos externos. Ela também baseia-se em atividades propositais, uma vez que certos fenômenos que ocorrem no espaço geográfico são registrados e outros broqueados. Por conseguinte, pode-se dizer que as pessoas percebem conforme o valor que atribuem para tal ambiente, principalmente pelas questões de sobrevivência biológica e de satisfações culturais (TUAN, 1980). Dessa forma, a percepção climática, portanto, não é apenas um reflexo das condições físicas do ambiente, mas também uma importante ferramenta para orientar as ações de planejamento urbano e mitigação dos efeitos negativos das mudanças climáticas (PEREIRA; ALMEIDA, 2018). Isso pode ser observado em cidades como a de Santa Maria.

Nessa conjuntura, a pesquisa de percepção climática realizada com moradores dos bairros estudados trouxe informações sobre a forma como a população percebe o impacto dessas diferenças térmicas em seu cotidiano. A totalidade dos questionados no bairro Centro (100%) concordou que esse bairro é mais quente do que Camobi. Esse consenso pode ser atribuído às condições visíveis e de sensibilização dos efeitos da urbanização, em que a predominância de construções cinzas, asfaltos e ausência de vegetação são percebidas como fatores que intensificam o calor nos centros (NASCIMENTO *et al.*, 2014).

Por outro lado, 90% dos questionados do bairro Camobi também compartilharam da percepção de que o Centro apresenta temperaturas mais elevadas. Isso sugere que, mesmo sem residir no Centro, os moradores de Camobi estão cientes das disparidades térmicas entre os bairros, por frequentarem a área central da cidade para atividades cotidianas, como trabalho, lazer, consultas médicas e entre outras funções.

Os questionados de ambos os bairros identificaram uma relação direta entre a falta de vegetação e a grande quantidade de infraestrutura cinza,

composta por construções, ruas asfaltadas e calçadas, como principais fatores responsáveis pela elevação da temperatura no Centro. Muitos dos participantes relataram sentir maior desconforto térmico, como dores de cabeça posteriormente ao transitar pelas áreas centrais durante os dias quentes, especialmente devido à ausência de sombreamento proporcionado por árvores e excesso de construções cinzas. Em vista disso, Sartori (2016) ressalta que o vento norte presente na cidade de Santa Maria é um fator que influencia nas dores de cabeça dos residentes. Dessa forma, conclui-se que o vento norte, a diminuição da vegetação e o aumento das construções cinza corroboram para as dores de cabeça e sensações de desconforto.

Para tal, chama-se a atenção de que as pessoas apresentam percepções climáticas semelhantes, já que elas compartilham de um sistema sensorial parecido. No entanto, a percepção do tempo e do clima é subjetiva, pois ela expressa as histórias/vivências/experiências de cada um dos indivíduos, sendo que as diferenças socioambientais potencializam as várias reações psicofisiológicas entre os sujeitos (BRINCO; WERLANG, 2020; RUOSO, 2007; SARTORI, 2000, 2005, 2014; WOLLMANN; SARTORI, 2010).

Nessa perspectiva, essa percepção dos indivíduos questionados está alinhada com diversos estudos que indicam que áreas urbanizadas sem vegetação tendem a apresentar altas temperaturas, particularmente durante o verão, devido à falta de superfícies arbóreas que possam promover evapotranspiração, processo pelo qual as plantas ajudam a regular a temperatura ao liberar vapor d'água (WERNECK, 2022). Além disso, a presença de vegetação urbana não só reduz as temperaturas locais, mas também melhora o conforto térmico da população, criando espaços mais agradáveis para convivência e circulação (BARBOSA, 2024; MARTINI; BIONDI, 2015).

Ademais, os questionados destacaram a influência positiva das áreas verdes na UFSM, que conta com porções de áreas arborizadas e campi aberto. Esse cenário reflete as diferenças estruturais entre os bairros, onde Camobi, com uma urbanização menos densa e maior presença de vegetação, proporciona uma sensação térmica mais agradável, especialmente durante o verão.

A percepção climática dos moradores destaca a importância de estratégias de planejamento urbano que levem em consideração a mitigação dos efeitos da concentração de altas temperaturas. As áreas densamente urbanizadas, como o Centro de Santa Maria, enfrentam desafios de sustentabilidade climática que podem ser atenuados com a introdução de infraestruturas verdes ou SBN, tais como melhoria arbórea dos parques e praças existentes, telhados e paredes verdes e arborização de ruas (NEVES, 2022). Essas medidas não só contribuem para a redução da temperatura local, mas também melhoram a qualidade de vida dos habitantes, promovendo espaços de convivência mais agradáveis e com melhores condições de conforto térmico (NEVES, 2022).

Os resultados desta pesquisa indicam que, embora a população tenha consciência das diferenças térmicas entre as áreas estudadas, há uma necessidade de políticas públicas que priorizem a adaptação climática urbana, por meio da criação de áreas verdes e estratégias que promovam a sustentabilidade (GODOY; BENINI, 2024). Além disso, a sensibilização da

população sobre os benefícios dessas medidas pode incentivar ações colaborativas entre moradores e autoridades locais para transformar as áreas urbanas em espaços mais resilientes às mudanças climáticas.

Nessa conjuntura, como medidas mitigadoras destacam-se as SBN e a infraestrutura verde, que incluem áreas verdes urbanas, telhados e paredes verdes, agricultura urbana, parques arborizados e corredores ecológicos (FRAGA, 2020; PREFEITURA DE FORTALEZA, 2018). Essas alternativas contribuem para a redução da temperatura do ar, mitigação das ilhas de calor, melhoria da qualidade do ar e maior permeabilidade do solo (SILVA; DRACH, 2024; NEVES, 2022). Assim sendo, se a cidade de Santa Maria aderir a esse instrumento além de amenizar a temperatura do ar irá ter mais espaços de lazer, melhoria da saúde e qualidade de vida e ar da população, infiltração da água da chuva, dentre outros benefícios.

Por fim, vale destacar que é importante o entendimento de que a

[...] cidade não é um todo homogêneo e possui especificidades intraurbanas, seja do ponto de vista dos fatores físicos, mas especialmente das diferenças existentes nas características do uso e da ocupação do solo no interior da cidade (AMORIM, 2010, p. 72).

Esses fatores contribuem para o surgimento de vários microclimas no interior do espaço urbano. No entanto, deve-se lembrar que assim como existem diferentes condições climáticas dentro da própria cidade, também há um clima urbano específico para cada delas (BOCCALATTE *et al*, 2020; HOPPE, 2018; RUOSO, 2007). Portanto, a análise de diferentes pontos dentro do espaço urbano, levando em consideração diferentes aspectos que podem interferir no conforto e na sensação térmica das pessoas é preciso, sendo que cada lugar possui as suas especificidades.

### **Comparação dos dados no GEE com os de percepção climática**

A integração entre os dados de TST obtidos no GEE e a percepção climática dos moradores evidenciou forte correspondência entre as duas abordagens. Os moradores do Centro mencionaram uma sensação maior de desconforto térmico nesta porção de estudo, corroborando com os dados de TST que indicaram valores mais acentuados no Centro. Já em Camobi, as percepções apontaram para presença de ambientes mais agradáveis, mesmo em dias mais quentes, em alinhamento direto com os valores mais baixos de TST, observados nas análises remotas na plataforma do GEE.

Nesse âmbito, os dados obtidos no GEE e a percepção climática apresentaram uma relação de complementaridade. Enquanto as imagens de satélite forneceram informações objetivas e especialmente detalhadas sobre o comportamento térmico dos bairros, as percepções dos sujeitos dos dois bairros trouxeram dados qualitativos sobre os impactos cotidianos das condições climáticas, como a sensação de calor em ruas com pouca arborização e os benefícios percebidos com a presença de áreas verdes. Assim, a junção das duas abordagens qualitativa e quantitativa validou os dados e também forneceu uma compreensão mais ampla e completa das condições térmicas urbanas.

Essa relação de agregação destaca a importância de combinar tecnologias para estudos ambientais, como o GEE, com metodologias participativas, que incorporem a percepção do público frequentador. A convergência entre as abordagens reforça a relevância de intervenções direcionadas, como a implementação de infraestrutura verde no Centro e a manutenção de áreas arborizadas em Camobi, com base tanto nos dados quantitativos quanto nas experiências locais. Portanto, os resultados evidenciam o valor de análises integradas para estudos climáticos.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A análise dos dados de TST, juntamente com a percepção climática dos moradores dos bairros Centro e Camobi, em Santa Maria, revelou um padrão claro de diferenciação climática entre as áreas urbanas mais densamente edificadas e as regiões com maior cobertura vegetal. O bairro Centro, caracterizado por alta urbanização de edificações cinza e pavimentação, apresentou valores mais elevados de TST, refletindo uma maior concentração de altas temperaturas. Camobi, por sua vez, com áreas verdes mais abundantes, obteve menor TST.

Os questionamentos realizados com alguns moradores sobre a percepção climática confirmam os resultados obtidos do GEE, da qual a TST é diretamente influenciada pelo ambiente construído. Os questionados relataram sensações de calor mais intensas no Centro, especialmente nos meses de verão, em comparação ao Camobi, que destacaram a presença de vegetação como um fator de conforto térmico. Esses dados corroboram a implementação de SBN, destacando a relevância de políticas que promovam o aumento da vegetação urbana.

Este estudo reforça a importância da adaptação climática nas áreas urbanas, com foco na adoção de SBN como solução sustentável e de baixo custo. As políticas públicas voltadas à urbanização devem priorizar a criação de corredores ecológicos, a recuperação de áreas degradadas e o incentivo à arborização em espaços públicos e privados. A partir dessa análise, sugere-se que intervenções pontuais em áreas vulneráveis, como o Centro de Santa Maria, pode reduzir significativamente os impactos negativos da concentração de altas temperaturas. Quanto a plataforma do GEE demonstrou ser uma ferramenta eficaz na escala de abordagem deste trabalho, evidenciando as diferenças de TST. Além disso, a percepção dos indivíduos entrevistados corroborou com as análises realizadas, confirmando as diferenças de temperatura entre os bairros.

## **REFERÊNCIAS**

AMORIM, M. C. C. T. Climatologia e gestão do espaço urbano. Mercator, **Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 9, n. 1, p. 71-90, 2010.

BARBOSA, T. C. **Arborização em espaços públicos: estratégias para arborizar a praça do Barão do Rio Branco na cidade de Macapá, Amapá.**

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Arquitetura da Paisagem), Macapá, p. 34, 2024.

BARCELLOS, C.; MONTEIRO, A. M. V.; CORVALÁN, C.; GURGEL, H. C.; CARVALHO, M. S.; ARTAXO, P.; HACON, S.; RAGONI, V. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o Brasil. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 18, n. 3, Brasília, 2009.

BITENCOURT, D. P.; FUENTES, M. V.; MAIA, P. A.; AMORIM, F. T. Frequência, Duração, Abrangência Espacial e Intensidade das Ondas de Calor no Brasil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 4, p. 506-517, 2016.

BOCCALATTE, A.; et al. Microclimate and urban morphology effects on building energy demand in different European cities. **Energy & Buildings**, Elsevier, v. 224, 2020.

BRINCO, L. A. S.; WERLANG, M. K. **Os ditados populares sobre o clima rememorados pela população rural das localidades de Pedregulho e Aparecida no município de Restinga Sêca, RS**. Geografia Ensino & Pesquisa, v. 24, p. 1-29, 2020.

CARVALHO, W. S.; MAGALHÃES FILHO, F. J. C.; SANTOS, T. L. Uso e cobertura do solo utilizando a Plataforma Google Earth Engine (GEE): Estudo de caso em uma Unidade de Conservação. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 15280-15300, 2021.

CASTELLO, A. J. P. **Desempenho termo-ópico de revestimentos na mitigação do aquecimento de fachadas urbanas**. Dissertação (Mestre em Sistemas de Infraestrutura Urbana), Universidade Católica de Campinas, Campinas, p. 77, 2022.

CAVALCANTE, L. B.; GOMES, H. B.; CAVALCANTE, A. S. I.; COSTA, B. C. A.; COSTA, M. C. A.; SILVA, C. M.; COSTA, R. L.; ROCHA JÚNIOR, R. L.; SANTOS, F. S.; SILVA, F. D. S.; SILVA JÚNIOR, T. L. Análise de Ilhas de Calor e Frescor Utilizando-se de Processamento Digital de Imagens – Estudo de Caso Município de São Paulo/SP. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 35, n. especial, p. 835-846, 2020.

CHAVES, A. M. S.; SOUZA, R. M. Relação cobertura vegetal e temperatura da superfície terrestre em bacia semiárida. In: ENCONTRO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM GEOGRAFIA, 14. 2021. **Anais [...]**. ANPEGE, 2021.

COLUSSO, I. **Apossamento dos espaços públicos abertos na área central de Santa Maria**. Dissertação (Mestre em Planejamento Urbano e Regional), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, p. 226, 2007.

CONTI, J. B. **Clima e meio ambiente**. São Paulo: Atual, 1998.

DIÁRIO DE SANTA MARIA, 2024. Disponível em: <https://diariosm.com.br/>. Acesso em: 23 set. 2024.

FRAGA, R. G. **Soluções baseadas na Natureza: elementos para a tradução do conceito às políticas públicas brasileiras**. Tese (Doutor em Desenvolvimento Sustentável), Universidade de Brasília, Brasília, p. 177, 2020.

FRASER, M. T. D.; GONDIM, S. M. G. Da fala do outro ao texto negociado: discussões sobre a entrevista na pesquisa qualitativa. **Paidéia**, v. 14, n. 28, p. 139-152, 2004.

FRUEHAUF, A. L. **Análise do uso da terra, campo térmico e índice de vegetação para a implantação de uma infraestrutura verde na busca da qualidade ambiental urbana na Subprefeitura de Butantã, no município de São Paulo – SP**. Dissertação (Mestra em Ciências), Universidade de São Paulo, Piracicaba, p. 105, 2020.

GODOY, J. A. R.; BENINI, S. M. Resiliência urbana: Políticas para enfrentar desastres naturais e mudanças climáticas. **Revista Políticas Públicas e Cidades**, v. 13, n. 1, p. 01-18, 2024.

GOOGLE EARTH ENGINE - GEE. **Code Editor**, 2024.

GRIGOLETTI, G. C.; LAZAROTTO, G.; WOLLMANN, C. A. Microclima urbano de áreas residenciais no período noturno: Estudo em Santa Maria, RS. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 2, p. 140-163, 2018.

HOPPE, I. L. **O campo termo-higrométrico e a qualidade ambiental urbana em Santo do Jacuí/RS**. 2018, 176 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. Base de informações do Censo Demográfico 2010: **resultados do universo por setor censitário**. 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Informações do município de Santa Maria. **Cidades@**. Rio de Janeiro, 2019.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Informações do município de Santa Maria. **Cidades@**. Rio de Janeiro, 2022a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Malhas Municipais**, 2022b.

INSTITUTO DE PLANEJAMENTO DE SANTA MARIA/RS – IPLAN. **Geoprocessamento e informações**, 2020.

IPCC – **Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima**. 2023.

JUNGES, A. H.; TAZZO, I. F.; CARDOSO, L. S.; CERA, J. C. Avaliação da onda de calor ocorrida em janeiro de 2022 no Rio Grande do Sul. **Revista da Sociedade Brasileira de Agrometeorologia**, v. 30, 2022.

LAMBERTS, R. **Conforto e stress térmico**. Universidade Federal de Santa Catarina – Centro Tecnológico – Departamento de Engenharia Civil, 2011.

MARCELINO, G. L. S.; UGEDA JUNIOR, J. C.; MENGUE, V. P. Dinâmica do uso e cobertura da terra e da temperatura no município de Poxoréu – MT. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 34, 2024.

MARTINI, A.; BIONDI, D. Microclima e Conforto Térmico de um Fragmento de Floresta Urbana em Curitiba, PR. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 182-193, 2015.

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e clima urbano**. São Paulo: IGEOG/USP, 1976.

NASCIMENTO, F. C. A.; ARAÚJO, F. R. C. D.; SANTOS, C. A. C.; SANTOS, E. G. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 4, p. 636-642, 2014.

NEVES, J. F. **A influência das áreas verdes nos microclimas da cidade de Coimbra contributos para a sustentabilidade urbana**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física – Ambiente e Ordenamento do Território), p. 110, 2022.

OLIVEIRA, G. S.; SILVA, N. F.; HENRIQUES, R. **Mudanças climáticas: ensino fundamental e médio**. Brasília: MEC; SEB; MCT; AEB, 2009.

PEREIRA, A. S.; ROCHA, D. S. Análise da temperatura superficial terrestre do município de Serra – ES, a partir de imagem orbital do Sensor OLI/Landsat-8. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 19., 2019. **Anais [...]**. SBSR, 2019.

PEREIRA, C. C.; MARIANO, Z. F.; WACHHOLZ, F.; CABRAL, J. B. P. Análise da Temperatura de Superfície e do uso da terra e cobertura vegetal na Bacia Barra dos Coqueiros (Goiás). **Revista GeoNorte**, Edição Especial 2, v. 2, n. 5, p. 1243-1255, 2012.

PEREIRA, L. C.; ALMEIDA, O. T. **Mudanças Climáticas em pequenas cidades do Delta e Estuário Amazônicos: Caminhos para a resiliência climática.** Belém: NAEA, 2018.

PIMENTEL, F. O. **Clima urbano: O uso de modelos geoespaciais na investigação do comportamento térmico em Juiz de Fora – MG.** Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2017.

PREFEITURA DE FORTALEZA. **Infraestrutura verde como instrumento de resiliência urbana no município de Fortaleza,** 2018.

QUARTAROLI, C. F.; VICENTE, L. E.; ARAÚJO, L. S. Sensoriamento Remoto. In: TÔSTO, S. G.; RODRIGUES, C. A. G.; BOLFE, E. L.; BATISTELA, M. (Ed.). **Geotecnologias e geoinformação.** Brasília: Embrapa, 2014.

RIO GRANDE DO SUL. **Impactos das chuvas e cheias extremas no Rio Grande do Sul em maio de 2024.** Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2024.

ROMERO, C. W. S. **Uso e ocupação do solo em áreas com ilhas de calor na cidade de Ilha Solteira - SP.** Dissertação (Mestre em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, p. 144, 2016.

ROMERO, M. A. B. Correlação entre o patrimônio natural e o caráter do lugar do espaço residencial de Brasília. In: SEMINÁRIO DOCOMOMO BRASIL, 9, 2011. **Anais [...].**

ROMERO, Marta Adriana Bustos; BAPTISTA, Gustavo Macedo de Mello; LIMA, Erondina Azevedo de; WERNECK, Daniela Rocha; VIANNA, Elen Oliveira; SALES, Gustavo de Luna. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas.** Brasília: Editora ETB, 2019.

RUAS, Á. C. **Avaliação de Conforto Térmico: Contribuição à aplicação prática das normas internacionais.** Dissertação (Mestre em Engenharia Civil), Universidade Estadual de Campinas, p. 79, 2001.

RUOSO, D. **O clima de Santa Cruz do Sul – RS e a percepção climática da população urbana.** 2007. 172 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2007.

SANDALOWSKI, M. C.; JUNGES, M. B. S.; FERNANDES, F. S.; JESSOF, M. S. F.; COSTA, R. T. **O coração do Rio Grande: História e Geografia de Santa Maria.** 1 ed. Santa Maria: UFSM, Pró-Reitoria de Extensão, 2023.

SARTORI, M. G. B. **Clima e Percepção**. 2000. 488 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

SARTORI, M. G. B. A percepção do tempo e a cognição ambiental do homem rural do Rio Grande do Sul. In Simpósio Nacional sobre Geografia, Percepção e Cognição do Meio Ambiente. Londrina: UEL. **Anais [...]**. n. 11, 2005.

SARTORI, M. G. B. **Clima e percepção geográfica: fundamentos teóricos à percepção climática e à bioclimatologia humana**. Santa Maria: Pallotti, 2014.

SARTORI, M. G. B. **O vento norte**. Santa Maria: DR Publicidade, 2016.

SILVA, A. M. M.; DRACH, P. R. C. Explorando as Soluções Baseadas na Natureza: conceitos e princípios. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, v. 12, n. 35, 2024.

TRENTIN, I. C. L. A crise da agropecuária e as mudanças climáticas no Rio Grande do Sul – Brasil. *Revista Foco*, v. 16, n. 11, 2023.

TUAN, Y. **Topofilia: um estudo de percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. São Paulo: DIFEL, 1980.

ULLAH, N.; SIDDIQUE, M. A.; DING, M.; GRIGORYAN, S.; KHAN, I. A.; KANG, Z.; TSOU, S.; ZHANG, T.; HU, Y.; ZHANG, Y. The Impact of Urbanization on Urban Heat Island: Predictive Approach Using Google Earth Engine and CA-Markov Modelling (2005–2050) of Tianjin City, China. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 20, n. 3, 2023.

WAN, Z. **MYD11A2v061**: MODIS/Aqua Land Surface Temperature/Emissivity 8-Day L3 Global 1 km SIN Grid. NASA/USGS, 2019.

WERNECK, D. R. **Variabilidade da temperatura de superfície diurna entre as zonas climáticas locais (LCZ): um estudo para a área urbana do Distrito Federal**. Tese (Doutora em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de Brasília, p. 177, 2022.

WOLLMANN, C. A.; SARTORI, M. G. B. A percepção ambiental e climática da população de São Sebastião do Caí como forma de previsão de enchentes na bacia hidrográfica do Rio Caí - Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.6. p. 1–23, 2010.

WWF. **World Wildlife Fund**. As mudanças climáticas, 2025.