

# Estudos Geográficos

Revista Eletrônica de Geografia

## Relação entre Temperatura de Superfície Terrestre (TST) e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) em dois bairros de Santa Maria, RS

Caroline Moro<sup>1</sup>  

Lucian Armindo da Silva Brinco<sup>2</sup>  

**Resumo:** Este estudo analisa a relação entre a TST e o NDVI nos bairros Centro e Camobi, em Santa Maria, RS, com base em dados de sensoriamento remoto. A metodologia utilizou a plataforma *Google Earth Engine* para delimitar polígonos nos bairros estudados e coletar dados do produto MODIS para a TST e do Sentinel-2 para o NDVI no período de verão de 2023. A TST foi convertida para graus Celsius, e o NDVI foi calculado com base nas bandas do infravermelho próximo (B8) e vermelho (B4). Para a análise dos dados, adotou-se uma abordagem quali-quantitativa. Os resultados indicaram uma relação inversamente proporcional, visto que a média de TST foi maior no Centro (39 °C) em comparação ao Camobi (34 °C), uma diferença de 5 °C, justificada pela menor cobertura vegetal e maior presença de edificações no Centro. O NDVI no Centro (0,14) também foi inferior a Camobi (0,36), evidenciando menor densidade de vegetação no primeiro bairro. Esses dados reforçam a importância das áreas verdes na regulação da TST e na mitigação das ilhas de calor urbanas. Conclui-se que o estudo é importante para o planejamento urbano sustentável, permitindo identificar áreas críticas e embasar decisões relacionadas à ampliação de infraestrutura verde e à mitigação de impactos climáticos nas cidades.

**Palavras-chave:** Regulação térmica; Planejamento urbano; Cobertura vegetal; Sensoriamento remoto.

---

<sup>1</sup> Graduanda em Geografia Bacharelado pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Técnica em Meio Ambiente pelo Colégio Politécnico da UFSM, Técnica em Geoprocessamento pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais (IFSULDEMINAS).

<sup>2</sup> Possui Graduação (Licenciatura Plena) e Mestrado em Geografia pela Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). No momento, é doutorando no Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGGeo) da UFSM.



Este artigo está licenciado com uma licença Creative Commons

## RELATIONSHIP BETWEEN LAND SURFACE TEMPERATURE (LST) AND NORMALIZED DIFFERENCE VEGETATION INDEX (NDVI) IN TWO NEIGHBORHOODS OF SANTA MARIA, RS

**Abstract:** This study analyzes the relationship between LST and NDVI in the neighborhoods of Centro and Camobi, in Santa Maria, RS, based on remote sensing data. The methodology used the Google Earth Engine platform to delineate polygons in the studied neighborhoods and collect MODIS product data for LST and Sentinel-2 data for NDVI during the summer of 2023. The LST was converted to degrees Celsius, and the NDVI was calculated based on the near-infrared (B8) and red (B4) bands. A qualitative-quantitative approach was adopted for data analysis. The results indicated an inverse relationship, as the average LST was higher in Centro (39 °C) compared to Camobi (34 °C), a difference of 5 °C, justified by the lower vegetation cover and greater presence of buildings in Centro. The NDVI in Centro (0.14) was also lower than in Camobi (0.36), highlighting a lower vegetation density in the former. These data reinforce the importance of green areas in regulating LST and mitigating urban heat islands. It is concluded that the study is important for sustainable urban planning, allowing for the identification of critical areas and supporting decisions related to the expansion of green infrastructure and the mitigation of climate impacts in cities.

**Keywords:** Thermal regulation; Urban planning; Vegetation cover; Remote sensing.

## RELACIÓN ENTRE LA TEMPERATURA DE SUPERFICIE TERRESTRE (TST) Y EL ÍNDICE DE VEGETACIÓN DE DIFERENCIA NORMALIZADA (NDVI) EN DOS BARRIOS DE SANTA MARÍA, RS

**Resumen:** Este estudio analiza la relación entre la TST y el NDVI en los barrios Centro y Camobi, en Santa Maria, RS, a partir de datos de teledetección. La metodología utilizó la plataforma Google Earth Engine para delimitar polígonos en los barrios estudiados y recopilar datos del producto MODIS para la TST y del Sentinel-2 para el NDVI durante el verano de 2023. La TST fue convertida a grados Celsius y el NDVI se calculó con base en las bandas del infrarrojo cercano (B8) y del rojo (B4). Para el análisis de los datos se adoptó un enfoque cuali-cuantitativo. Los resultados indicaron una relación inversamente proporcional, ya que la TST media fue mayor en el Centro (39 °C) en comparación con Camobi (34 °C), una diferencia de 5 °C, justificada por la menor cobertura vegetal y la mayor presencia de edificaciones en el Centro. El NDVI en el Centro (0,14) también fue inferior al de Camobi (0,36), evidenciando una menor densidad de vegetación en el primer barrio. Estos datos refuerzan la importancia de las áreas verdes en la regulación de la TST y en la mitigación de las islas de calor urbanas. Se concluye que el estudio es relevante para la planificación urbana sostenible, ya que permite identificar áreas críticas y respaldar decisiones relacionadas con la ampliación de la infraestructura verde y la mitigación de impactos climáticos en las ciudades.

**Palabras clave:** Regulación térmica; Planeamiento urbano; Cobertura vegetal; Teledetección.

## INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas têm se tornado um dos maiores desafios globais da atualidade (Santos, 2021; Sobrinho, 2020). As emissões de gases de efeito estufa, resultantes principalmente das atividades humanas, têm sido associadas a diversas consequências ambientais, como a desregulação das temperaturas médias, o

aumento na frequência de eventos climáticos extremos como secas e inundações e a redistribuição dos padrões de precipitação, sendo o metano (CH<sub>4</sub>), o óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) e o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) os principais gases responsáveis por esses impactos (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - IPCC, 2021; Marengo, 2007). No entanto, as condições ambientais, como desmatamento e queimadas, também favorecem o agravamento das mudanças climáticas (Oliveira; Silva; Henriques, 2009).

As áreas urbanas são particularmente propensas aos efeitos das mudanças climáticas (Bambrick; Moncada; Briguglio, 2015; IPCC, 2021). Elas possuem características que amplificam as alterações microclimáticas, como a formação de ilhas de calor urbano, das quais a densidade das construções cinzas e a vegetação arbórea são fatores que impactam o microclima nas cidades (Grigoletti; Lazarotto; Wollmann, 2018).

O crescimento desordenado das cidades e a concentração da população agrava os impactos, sobretudo nas escalas microclimática e de clima urbano. A diminuição de áreas verdes e o aumento de edificações verticalizadas retêm calor e prejudicam a circulação do vento (Campos; Branco, 2021; Nascimento, 2019). No Brasil, estudos como o de Miranda e Decesaro (2018), Monteiro (1975) e Moura (2019) apontam que a urbanização acelerada frequentemente ignora critérios ambientais, agravando desigualdades sociais e ambientais. Esse cenário exige intervenções urgentes, com estratégias que aliem o planejamento urbano à sustentabilidade ambiental.

O sensoriamento remoto e o geoprocessamento têm se destacado como ferramentas importantes para análises ambientais e urbanas (Almeida *et al.*, 2015). Essas tecnologias permitem a aquisição de dados em grande escala, oferecendo informações detalhadas e produtos sobre uso e cobertura da terra, vegetação, temperatura e outros parâmetros ambientais (Azevedo; Barbosa, 2020). O uso de imagens de satélite, em conjunto com plataformas como o *Google Earth Engine* (GEE), amplia as possibilidades de monitoramento contínuo, favorecendo a compreensão das dinâmicas ambientais e corroborando com a tomada de futuras decisões, relacionadas à sustentabilidade (*Google Cloud*, 2024).

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e a Temperatura de Superfície Terrestre (TST) são indicadores que são utilizados para avaliar a relação entre cobertura vegetal e temperatura em áreas urbanas (Almeida *et al.*, 2015). O

NDVI, derivado de bandas espectrais no infravermelho próximo e vermelho, mede a densidade de vegetação (Rosendo, 2005), enquanto a TST é calculada a partir da emissão térmica de superfícies terrestres, detectada por sensor (Gusso; Fontana; Gonçalves, 2007).

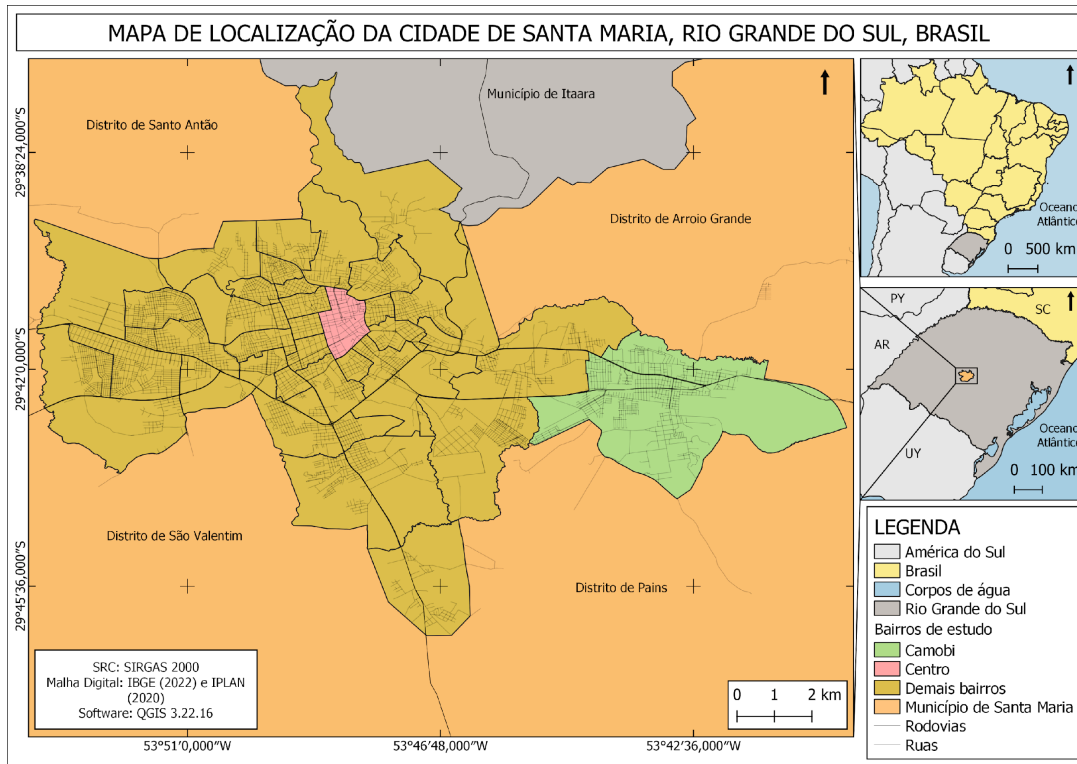
Nesse cenário, dada a relevância do tema, o objetivo deste trabalho foi analisar a relação entre a TST e o NDVI em uma porção nos bairros Centro e Camobi, Rio Grande do Sul (RS), durante o período de verão de 2023, identificando diferenças associadas às características de uso e cobertura do solo, por meio da utilização do sensoriamento remoto. A pesquisa justifica-se pela necessidade de entender como o uso e a cobertura da terra afetam o microclima em áreas urbanas. A análise comparativa entre os dois bairros auxilia na identificação de estratégias de mitigação das mudanças climáticas, diante da busca por um espaço urbano sustentável. Além do mais, o estudo contribui para a literatura sobre sensoriamento remoto, destacando o uso do GEE como ferramenta prática e acessível para análises ambientais em nível local.

## **ÁREA DE ESTUDO**

O município de Santa Maria está localizado na região central do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, com coordenadas aproximadas de 29°41'02"S de latitude e -53°48'25"O de longitude (Figura 1). Com uma área de cerca de 1.780,194 km<sup>2</sup> (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2022a), o Município destaca-se como um importante polo econômico, cultural e educacional da região central. Santa Maria possui uma população estimada de 271.735 mil habitantes (IBGE, 2022a), distribuídos em diversos bairros com características socioeconômicas e ambientais distintas. Este estudo concentra-se em dois bairros representativos da diversidade urbana local: Centro e Camobi. Ademais, Santa Maria possui 41 bairros e 10 distritos.

**Figura 1** – Posição geográfica dos bairros Centro e Camobi em relação à área urbana, ao município de Santa Maria, ao Rio Grande do Sul





Fonte: IBGE (2022b) e IPLAN (2020).

O bairro Centro está situado na área mais urbanizada de Santa Maria, sendo o principal núcleo econômico e administrativo da cidade (Rossini, 2005). É caracterizado por uma alta densidade populacional, intensa verticalização, com prédios comerciais e residenciais, além de serviços essenciais, como hospitais, escolas e órgãos públicos (Spode; Vargas; Faria, 2023). O comércio é predominante, com lojas, restaurantes e bancos que movimentam a economia local (Rossini, 2005).

Por outro lado, o bairro Camobi, localizado a cerca de 9 km do Centro, caracteriza-se por ser mais residencial, com edificações horizontalizadas e maior presença de vegetação (Zambonato, 2019). É amplamente conhecido por abrigar a Base Aérea de Santa Maria (BASM) e a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), um dos principais motores da economia local, que atrai estudantes e profissionais de diversas partes do país (Spode; Vargas; Faria, 2023). Além disso, Camobi apresenta comércios locais, muitas vezes, voltados para atender a população universitária, como livrarias, mercados e cafeterias (Zambonato, 2019).

Do ponto de vista ambiental, Santa Maria encontra-se apresenta características subtropicais úmidas, ou seja, mesotérmico brando *Cfa*, segundo a classificação de *Koppen* (Ayoade, 1986). A temperatura média anual é de aproximadamente 18 °C a 20 °C, com verões quentes e invernos moderados

(Werlang; Werlang, 2020). O relevo pertence a Depressão Periférica do Paraná, composta por duas unidades morfoestruturais, sendo elas: a Depressão Periférica Sul-riograndense e os Planaltos e Chapadas da Bacia do Paraná (Ross, 1996). O Município está inserido nos biomas Pampa e Mata Atlântica, da qual possui transições entre as paisagens da Floresta Estacional Decidual e os Campos respectivamente (Marchiori, 2009). Dessa forma, a vegetação nativa é composta por remanescentes de campos e matas ciliares, os quais têm sido significativamente reduzidos pela urbanização.

Economicamente, o Município tem sua base diversificada, envolvendo comércio, prestação de serviços, agricultura e educação (IBGE, 2022a). No bairro Centro, a economia é impulsionada pelo setor terciário, enquanto em Camobi a presença da UFSM e suas atividades acadêmicas contribuem para o desenvolvimento local (Silva, 2022). Essas características tornam o estudo sobre a relação entre cobertura vegetal e temperatura de superfície especialmente relevante, considerando as diferenças estruturais e ambientais entre os bairros, que podem impactar diretamente a qualidade de vida da população.

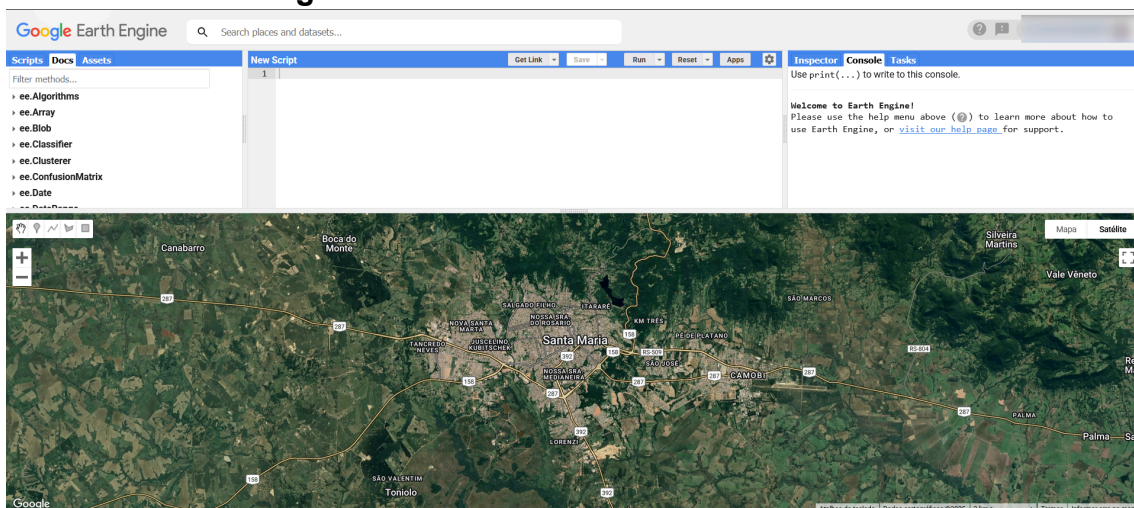
## **METODOLOGIA**

Este estudo utilizou sensoriamento remoto e técnicas de geoprocessamento para investigar a relação entre o NDVI e a TST nos bairros Centro e Camobi, Santa Maria, no período do verão de 2023. A metodologia foi estruturada em etapas para garantir uma sequência lógica. Na sequência, descreve-se cada etapa, incluindo o detalhamento das ferramentas utilizadas, os procedimentos adotados e os cálculos realizados para cada variável analisada. A abordagem do artigo é quali-quantitativa, que se caracteriza pela integração de métodos qualitativos e quantitativos. Enquanto a abordagem qualitativa busca interpretar significados, percepções e experiências, a quantitativa foca na mensuração e análise estatística de dados numéricos (Mussi *et al.*, 2020; Prodanov; Freitas, 2013). A combinação dessas perspectivas permite uma análise mais completa, ao articular dados objetivos e subjetivos na investigação científica (Mussi *et al.*, 2020).

### **Delimitação da área de estudo no GEE**

Inicialmente, as áreas de estudo foram delimitadas manualmente com base em polígonos, representando uma porção dos bairros Centro e Camobi. Esses polígonos foram desenhados na interface do GEE, utilizando coordenadas geográficas, obtidas a partir de imagens de satélite, disponíveis na plataforma do GEE. A porção do polígono correspondente ao bairro Camobi abrange parte da área da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), enquanto o polígono do bairro Centro engloba o Calçadão de Santa Maria, denominado Salvador Isaia, a Praça Saldanha Marinho e suas proximidades. Na Figura 2 apresenta-se a interface do GEE.

**Figura 2 – Interface da Plataforma do GEE**



Fonte: Os autores (2024).

Essa delimitação foi fundamental para determinar as áreas de análise e garantir a representatividade espacial dos dados de cada um dos bairros. As porções dos bairros Camobi e Centro foram selecionadas com base em suas características representativas e contrastantes quanto ao uso e cobertura da terra e à dinâmica urbana. Nessa perspectiva, destaca-se que o GEE é uma importante ferramenta, tanto para o monitoramento diário, como semanal, mensal, sazonal e de longo período, cobrindo fenômenos em diferentes escalas, conforme lembra Righi *et al* (2024), o que favoreceu a análise da TST e do NDVI no período de verão de 2023, na área urbana, sobretudo com o recorte de dois bairros que se destacam em Santa Maria.

### **Coleta de dados da TST**

Para a análise da TST, utilizou-se o produto MYD11A2, derivado do sensor *Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer* (MODIS), que fornece dados de *Land Surface Temperature* (LST), em escala global, com resolução temporal de oito dias e resolução espacial de 1 km (NASA LP DAAC at the USGS EROS Center, 2024). Os dados foram selecionados para o período de verão, abrangendo 22 de dezembro de 2023 a 20 de março de 2024.

A etapa inicial consistiu em filtrar as imagens na plataforma GEE, utilizando os seguintes critérios:

- Cobertura de nuvens inferior a 20%, garantindo maior qualidade nas imagens analisadas;
- Restrições temporais para o período de estudo definido (verão).

Posteriormente, a TST fornecida em *Kelvin* foi convertida para graus *Celsius* (°C), por meio da equação realizada de forma automática na plataforma:

$$TST(^{\circ}C) = (TST(K) * 0,02) - 273,15$$

As temperaturas diurnas foram extraídas para cada polígono delimitado, calculando-se a média da TST em todas as imagens disponíveis durante o período estudado. Nesse âmbito, o produto MYD11A2 do MODIS fornece dados de TST derivados do satélite Aqua, que cruza o equador aproximadamente às 13:30, no horário local, durante sua órbita ascendente (Farias, 2016). Portanto, as medições diurnas de TST correspondem a esse horário de passagem.

### **Coleta de dados do NDVI**

Para o cálculo do NDVI, foram utilizadas imagens da série Sentinel-2 com resolução espacial de 10 metros, que possui bandas espectrais otimizadas para estudos de vegetação. O NDVI foi calculado a partir das bandas do infravermelho próximo (B8) e do vermelho (B4) pela fórmula realizada de forma automática na plataforma:

$$NDVI = (B8 - B4) / (B8 + B4)$$

As imagens foram filtradas com os mesmos critérios de cobertura de nuvens (<20%) e período temporal (verão). O cálculo do NDVI foi realizado para cada pixel dentro dos polígonos delimitados, gerando uma média para cada bairro em cada

data disponível. Essa abordagem permitiu analisar a densidade de vegetação em cada local e identificar variações ao longo do período.

O NDVI possui um intervalo de valores que varia de -1 a 1. Valores próximos a -1 indicam áreas com ausência de vegetação ou vegetação não saudável, como superfícies de água, rochas ou solo exposto (Almeida, 2015). Já valores próximos a 1 representam vegetação mais densa e saudável, com alta atividade fotossintética (Almeida, 2015).

## **Processamento e análise dos dados**

Os dados extraídos para o NDVI e a TST foram organizados em planilhas no *Excel* e posteriormente foram realizados gráficos das séries temporais por meio do *software Python*. As médias de NDVI e TST para os bairros Centro e Camobi foram calculadas separadamente no *Excel*. A partir dessas médias, gráficos de séries temporais do NDVI e da TST foram gerados para facilitar a visualização direta da comparação da temperatura superficial e dos valores do índice de vegetação nos bairros de estudo.

Além disso, foram realizadas análises comparativas para identificar diferenças estatísticas entre os bairros, destacando os fatores que poderiam influenciar as variáveis estudadas, como o uso do solo, a presença de áreas verdes e características da infraestrutura urbana. O GEE foi importante em todas as etapas do processamento. A plataforma permitiu o acesso a grandes volumes de dados de sensoriamento remoto e forneceu ferramentas para o processamento e análise diretamente em nuvem, eliminando a necessidade de infraestrutura computacional robusta. As principais ferramentas do GEE utilizadas incluem: 1) Filtros temporais e espaciais: Para selecionar imagens com base no período de estudo e na localização dos polígonos; 2) Cálculos espectrais: Para determinar o NDVI e a TST; 3) Conversões de unidades: Para ajustar os valores de TST para graus *Celsius*; 4) Exportação de resultados: Para organizar os dados processados e realizar análises adicionais em *softwares* externos, como *Excel* e o *Python*.

Para garantir a confiabilidade dos resultados, adotou-se um controle de qualidade nos dados. Dessa forma, as imagens com artefatos ou cobertura excessiva de nuvens foram excluídas. Além disso, as métricas de NDVI e TST foram

verificadas quanto à coerência com as notícias de temperatura do ar e ondas de calor em Santa Maria.

Com os dados finais organizados, foi possível interpretar a relação entre a TST e o NDVI nos bairros Centro e Camobi. Com esta abordagem metodológica, o estudo forneceu subsídios para compreender como o uso e a cobertura do solo influenciam os microclimas urbanos, possibilitando a formulação de estratégias de planejamento sustentável para cidades como Santa Maria, assim como Silva (2020) apontou no estudo sobre a cidade do Recife, Pernambuco, na implementação de telhados verdes como uma estratégia para a construção de cidades sustentáveis.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Os dados obtidos a partir da análise da TST e do NDVI revelaram diferenças marcantes entre os bairros Centro e Camobi. Essas diferenças são influenciadas pelas características urbanísticas e ambientais de cada bairro, demonstrando a estreita relação entre o uso e a cobertura do solo e as condições microclimáticas e locais.

### **Análise da TST**

A análise da TST mostrou que a maior média foi registrada no Centro, atingindo 39 °C, enquanto em Camobi a média foi de 34 °C, o que representa uma diferença significativa de 5 °C entre os bairros. Essa discrepância pode ser atribuída a fatores relacionados à urbanização. Nesse sentido, destaca-se que o resultado obtido neste estudo vai ao encontro do estudo de Amaro (2018), que releva as concentrações de temperaturas mais elevadas em regiões com níveis mais densos de urbanização durante o verão nos municípios localizados na região Central do Vale do Taquari, RS, enquanto que as menores temperaturas são encontradas nas periferias ou em topos de morros desses municípios. Outra questão destacada pelo autor é que o uso e a cobertura do solo influenciam a TST, uma vez que há variações de temperatura entre as áreas rurais e urbanas (Amaro, 2018). Na Tabela 1 apresenta-se os valores de TST das porções delimitadas no bairro Centro e Camobi.

Tabela 1 – Valores de TST das porções delimitadas no bairro Centro e Camobi

<b>Data</b>	<b>TST °C Centro</b>	<b>TST °C Camobi</b>
-------------	----------------------	----------------------



27/12/2023	41,1	35,3
01/01/2024	38,3	33,8
09/01/2024	40,7	35,5
17/01/2024	35,9	30,5
25/01/2024	41,7	37,0
02/02/2024	45	37,0
10/02/2024	38	34,7
18/02/2024	37,7	34,3
26/02/2024	38,5	34,2
05/03/2024	38,6	32,2
13/03/2024	33,6	30,5

Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

Com base nos dados apresentados na Tabela 1, observa-se que o bairro Centro registrou, de modo geral, TST mais elevadas em todas as datas estudadas em comparação ao bairro Camobi durante o período analisado, entre dezembro de 2023 e março de 2024. A maior TST no Centro foi registrada em 02 de fevereiro de 2024, com 45 °C, enquanto em Camobi, a máxima foi de 37 °C em 25 de janeiro e 02 de fevereiro de 2024. Por outro lado, a TST mais amena no bairro Centro foi registrada no dia 13 de março, já em Camobi o valor foi mais baixo foi de 30,5 °C, registrado em 17 de janeiro e 13 de março de 2024.

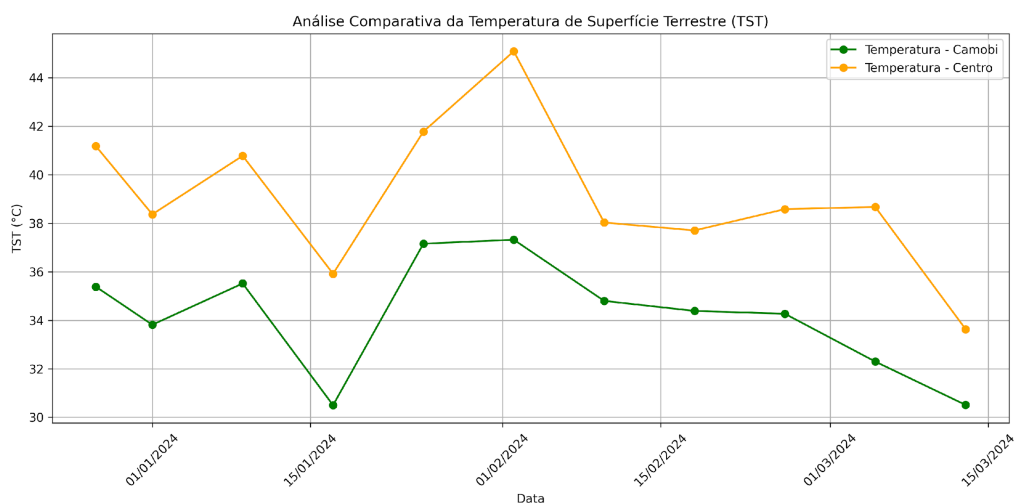
Diante disso, o bairro Centro é caracterizado pela concentração de construções cinzas, que absorvem e retêm calor ao longo do dia. Essas superfícies, associadas a uma escassez de áreas verdes, favorecem a formação de ilhas de calor urbanas, fenômeno amplamente documentado em cidades com densidade populacional e intensa ocupação do solo (Barros; Lombardo, 2016; Grigoletti; Lazarotto; Wollmann, 2018).

Por outro lado, no bairro Camobi, a menor média de TST pode ser explicada pela presença de extensas áreas verdes e edificações predominantemente horizontalizadas, que permitem maior circulação de ar e dissipação do calor acumulado. As áreas vegetadas em Camobi contribuem para o microclima, promovendo o resfriamento por meio da transpiração das plantas e da sombra proporcionada pela cobertura arbórea. Esses fatores mitigam os efeitos das altas

temperaturas, ressaltando o papel das áreas verdes como reguladoras térmicas naturais em ambientes urbanos (Barbosa; Menezes; Rocha, 2012). Nesse contexto, os resultados corroboram os achados de Albuquerque e Lopes (2016), que afirmam que as temperaturas mais elevadas em alguns bairros da cidade de Teresina, Piauí, concentram-se nas áreas com menor cobertura vegetal, enquanto os bairros que apresentam maiores porções de áreas verdes registram valores mais baixos de temperatura. Os mesmos autores ressaltam que as áreas arborizadas em ambientes urbanos podem reduzir a temperatura de 6 a 10 °C no verão (Albuquerque; Lopes, 2016).

Nessa conjuntura, a Figura 3 apresenta, por meio de um gráfico temporal em linhas, a variação da TST ao longo do período analisado. Observa-se que o bairro Centro apresenta temperaturas mais elevadas, oscilando entre 33,6°C e 45°C, enquanto o bairro Camobi apresenta valores mais baixos, entre 30,5°C e 37°C.

**Figura 3 – Gráfico comparativo da TST dos bairros de estudo**



Fonte: Os autores (2024).

Portanto, percebe-se que a maior temperatura no Centro pode ser atribuída à presença de superfícies com baixo albedo, como concreto e asfalto, que absorvem e retêm calor, além da menor quantidade de vegetação. Por sua vez, as temperaturas mais amenas em Camobi são consequência direta da presença de vegetação e áreas verdes, que proporcionam maior sombreamento e evapotranspiração, mitigando o aquecimento.

## **Análise do NDVI**

No que diz respeito ao NDVI, os resultados indicaram uma maior densidade de vegetação no bairro Camobi, cuja média foi de 0,36, enquanto no Centro o valor médio foi de apenas 0,14, resultando em uma diferença de 0,22 entre os bairros. O NDVI mais baixo no Centro reflete a predominância de superfícies pouco permeáveis que possuem alto grau de refletância da radiação solar, como asfaltos, calçadas e telhados, que dominam o cenário urbano, em contraste com as escassas áreas verdes. Nessa conjuntura, Albuquerque e Lopes (2016) ressaltam que a pouca permeabilização do solo, associadas às características de albedo dos materiais utilizados e a ausência da vegetação modificam a temperatura, a umidade e a ação dos ventos. Na Tabela 2 apresenta-se os valores de NDVI dos bairros Centro e Camobi.

Tabela 2 – Valores de NDVI das porções delimitadas dos bairros Centro e Camobi

Data	NDVI Centro	NDVI Camobi
26/12/2023	0.16	0.36
28/12/2023	0.15	0.34
05/01/2024	0.14	0.29
15/01/2024	0.14	0.37
22/01/2024	0.14	0.32
25/01/2024	0.13	0.34
30/01/2024	0.10	0.33
01/02/2024	0.15	0.38
21/02/2024	0.13	0.36
24/02/2024	0.13	0,37
02/03/2024	0.14	0.39
05/03/2024	0.15	0.40
07/03/2024	0.15	0.40
12/03/2024	0.15	0.39

Fonte: Dados da Pesquisa (2024).

A análise do NDVI nos bairros Centro e Camobi durante o período de 26 de dezembro de 2023 a 12 de março de 2024, revelaram variações entre as duas localidades. No Centro, o NDVI apresentou valores mais baixos, com uma média que variou entre 0,10 e 0,16, indicando uma vegetação menos densa em

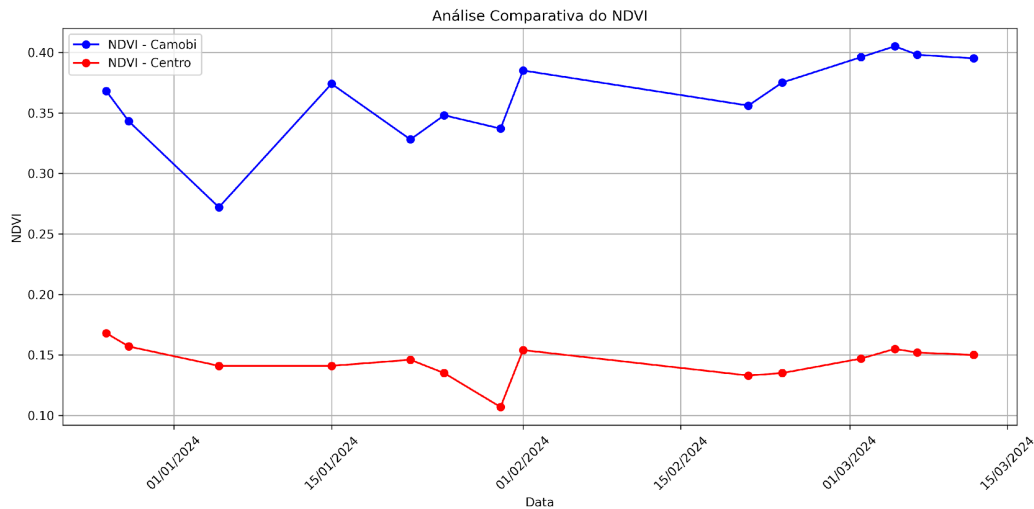
comparação com Camobi. Por outro lado, o bairro Camobi registrou valores mais elevados de NDVI, variando entre 0,29 e 0,40, sugerindo uma vegetação mais saudável e densa. Segundo Liu *et al.* (2006), valores de NDVI superiores a 0,33 indicam a presença de áreas com pastagens, vegetação moderadamente sadia ou vegetação densa e saudável, enquanto valores inferiores a esse limiar estão associados a usos do solo não relacionados à vegetação sadia, como cursos d'água, concreto, asfalto, solo exposto e vegetação degradada.

Nesse contexto, dos 14 valores analisados de NDVI referentes ao bairro Camobi, apenas um apresentou valor inferior a 0,33, enquanto os demais foram iguais ou superiores, indicando predominância de vegetação moderadamente sadia a densa e saudável, conforme a classificação proposta por Liu *et al.* (2006). Em contrapartida, todos os valores obtidos para o bairro Centro ficaram abaixo de 0,33, o que sugere uma cobertura vegetal escassa ou degradada, compatível com áreas urbanizadas, pavimentadas ou com vegetação comprometida.

Essa menor densidade de vegetação no Centro reforça os efeitos negativos da urbanização desordenada, como o aumento das temperaturas superficiais, menor infiltração de água no solo e redução da biodiversidade. Por outro lado, o maior NDVI em Camobi está associado às características mais arborizadas do bairro, que incluem porções de áreas verdes, quintais com árvores e áreas não edificadas. A vegetação mais concentrada em Camobi desempenha um papel importante no equilíbrio térmico e no microclima urbano, visto que ela possibilita sombreamento, reduz a temperatura do ar e da superfície e melhora a qualidade do ar. Isso destaca a importância das áreas verdes urbanas para a qualidade ambiental. Em vista disso, no estudo de Teixeira e Lucas (2014) às áreas arborizadas localizadas na periferia do município de Belo Horizonte, MG proporcionam maior conforto térmico em relação aos centros urbanos.

Nesse sentido, na Figura 4 tem-se um gráfico do NDVI dos dados obtidos na plataforma do GEE, da qual apresenta uma clara diferença entre os dois bairros em estudo. O bairro Camobi apresenta valores significativamente mais elevados ao longo do período analisado, com valores variando entre 0,29 e 0,40. Essa variação sugere uma cobertura vegetal mais densa e contínua em comparação ao Centro. A vegetação mais abundante em Camobi pode estar associada a áreas abertas, plantio de árvores, campos e remanescentes vegetais, comuns na paisagem do bairro.

Figura 4 – Gráfico comparativo do NDVI dos bairros de estudo



Fonte: Os autores (2024).

Por outro lado, o Centro apresenta valores de NDVI baixos, entre 0,10 a 0,16, refletindo uma predominância de áreas construídas e pouco permeáveis, com menor presença de vegetação. A estabilidade no índice indica que a vegetação presente é limitada e não há grandes mudanças temporais.

### Comparação entre a TST e o NDVI

Os resultados evidenciam uma relação inversamente proporcional entre a TST e o NDVI nos bairros analisados. No bairro Centro a menor densidade de vegetação (NDVI médio de 0,14) coincide com a maior média de temperatura superficial (39 °C). Esse padrão é consistente com estudos nacionais e internacionais que demonstram que áreas urbanizadas, com alta concentração de superfícies pouco permeáveis e ausência de vegetação, apresentam maiores temperaturas devido ao efeito estufa local e à falta de resfriamento natural proporcionado pela vegetação (Albuquerque; Lopes, 2016; Barbosa; Menezes; Rocha, 2012; Barros; Lombardo, 2016; Grigoletti; Lazarotto; Wollmann, 2018; Teixeira; Lucas, 2014).

Por outro lado, no bairro Camobi a maior densidade de vegetação (NDVI médio de 0,36) coincide com a média de temperatura superficial mais baixa (34 °C). Essa relação ressalta o papel crucial das áreas verdes no equilíbrio e conforto térmico das cidades (Garcia, *et al.*, 2018). Árvores trazem inúmeros benefícios, sendo alguns deles: captação e/ou retenção de material particulado; adsorção de

gases; reciclagem de gases; melhoria da qualidade do ar; microclima urbano; equilíbrio ambiental; conforto ambiental; proteção da avifauna e redução dos níveis de ruído (Santos; Teixeira, 2001). Além disso, as sombras projetadas pelas árvores reduzem a incidência direta de radiação nas superfícies, contribuindo para o resfriamento (Ayres; 2004; Barbosa; Menezes; Rocha, 2012). Na Figura 5, observa-se imagens dos bairros em estudo.

**Figura 5** – Aspectos da paisagem no Bairro Centro (A, B e C) e no Bairro Camobi (D, E e F)



Fonte: Os autores (Fotografias registradas em dezembro de 2024).

Dessa forma, nota-se que o bairro Centro é composto por grandes construções, que contribuem para manutenção de calor, influenciando na formação de ilhas de calor urbanas. No caso de Camobi, o mesmo possui áreas verdes extensas concentradas, principalmente na UFSM, o que favorece a ventilação e, dessa forma, a geração de um microclima mais confortável para o ser humano.

A relação obtida do Centro possuir maior TST e menor NDVI e o Camobi abranger a TST menor e o NDVI maior vão ao encontro do estudo de Rosa e Faria Filho (2023). Os autores citados anteriormente apontam que as áreas centrais possuem temperaturas mais altas e valor do NDVI menor, já onde o NDVI é maior a temperatura é menos elevada, proporcionando melhor sensação térmica e mais conforto (Rosa; Faria Filho, 2023). No estudo deles a área de vegetação apresentou



a TST de 27,61°C enquanto que as áreas sem vegetação apresentaram a TST de 28,32°C, sendo uma diminuição média de 0,71 °C (Rosa; Faria Filho, 2023).

Os resultados obtidos neste presente estudo são particularmente relevantes para o planejamento urbano e a gestão ambiental. A relação evidente entre a TST e o NDVI destaca a necessidade de incorporar áreas verdes nas estratégias de ordenamento territorial, especialmente em bairros com alta densidade populacional e pouca vegetação, como o Centro de Santa Maria. Os resultados obtidos também ressaltam a relevância de compreender os impactos das mudanças climáticas em diferentes escalas climáticas (Teodoro; Amorim, 2008). Estratégias como o plantio de árvores e a implementação de telhados verdes podem ser importantes para mitigar os efeitos do aquecimento e melhorar a qualidade de vida urbana (Silva, 2020).

Além disso, os achados demonstram a relevância do sensoriamento remoto e do geoprocessamento como ferramentas eficazes para monitorar e entender os fenômenos ambientais em áreas urbanas. A análise integrada de TST e NDVI permitiu identificar padrões espaciais e temporais, destacando a importância dessas tecnologias para subsidiar à tomada de decisões voltadas à gestão ambiental e ao planejamento urbano sustentável.

Os dados obtidos neste estudo são corroborados por pesquisas que apontam para a relação direta entre urbanização, redução de vegetação e aumento de temperaturas. Estudos conduzidos em grandes cidades brasileiras, como São Paulo e Rio de Janeiro, indicam que áreas densamente construídas apresentam TST mais elevadas em comparação com áreas periféricas ou menos urbanizadas (Araujo; Pace, 2010; Barros; Lombardo, 2016; Oliveira, Salles, 2020), padrões que, embora esses espaços urbanos ocupem dimensões territoriais diferentes, existe uma similaridade aos resultados observados na cidade média de Santa Maria.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Diante dos resultados obtidos com a análise da TST e de NDVI nos bairros Camobi e Centro, em Santa Maria, RS, averiguou-se que áreas com maior densidade de vegetação, como o bairro Camobi, apresentam TST significativamente mais baixas em comparação com regiões predominantemente urbanizadas, como o bairro Centro. Essa relação inversamente proporcional entre a cobertura vegetal e a

TST destaca a importância de se preservar e expandir áreas verdes em espaços urbanos, proporcionando qualidade de vida às populações e contribuindo para um ambiente mais sustentável.

A utilização do NDVI revelou ser uma ferramenta eficaz para avaliar a densidade de vegetação e sua contribuição para a redução da TST. Nesse sentido, o uso de ferramentas de sensoriamento remoto, como o GEE, mostrou-se importante para a coleta, processamento e análise dos dados, oferecendo uma metodologia acessível e favorável para estudos urbanos. Além disso, os resultados obtidos neste estudo reforçam a necessidade de investimentos em infraestrutura verde, como parques urbanos e arborização de vias públicas, especialmente em bairros com menor cobertura vegetal, como o Centro de Santa Maria. Essas medidas podem não apenas reduzir a TST, mas também melhorar a qualidade do ar, aumentar a biodiversidade e proporcionar espaços de lazer e bem-estar para a população.

Os achados deste estudo podem servir como base para políticas públicas que promovam o aumento de áreas verdes em zonas urbanas e incentivem práticas de construção mais sustentáveis. Além disso, os dados apontam para a necessidade de considerar a relação entre uso do solo e clima local nos planos diretores das cidades, com o objetivo de equilibrar o crescimento urbano e a preservação ambiental. Destaca-se que a integração de dados de TST e NDVI, aliados ao uso de ferramentas de sensoriamento remoto, pode ser expandida para estudos em outras cidades brasileiras, permitindo comparações regionais e o desenvolvimento de estratégias adaptadas às particularidades de cada localidade.

Por fim, o presente estudo demonstra a relevância de compreender a relação entre a TST e o NDVI como base para a mitigação de impactos ambientais em áreas urbanas. Estudos futuros poderão aprofundar essa análise ao considerar outras variáveis ambientais, como a umidade do ar e a velocidade do vento, bem como avaliar diferentes períodos sazonais para uma compreensão mais abrangente dos efeitos climáticos urbanos. A implementação de estratégias baseadas em dados científicos, como os que foram expostos e analisados, torna-se fundamental para se (re)pensar o espaço urbano, diante de um grande desafio na contemporaneidade, que é o das mudanças climáticas.

## **REFERÊNCIAS**

ALBUQUERQUE, M. M. de; LOPES, W. G. R. Influência da vegetação em variáveis climáticas: estudo em bairros da cidade de Teresina, Piauí. **O Espaço Geográfico em Análise (RAEGA)**, Curitiba, v. 36, p. 38-68, 2016.

ALMEIDA, J. P. de A.; GUIMARÃES JUNIOR, S. A. M.; ANDRADE, E. de L.; FERREIRA NETO, J. V. Relação entre o Índice de Vegetação e a Temperatura de Superfície na estimativa e identificação das ilhas de calor na cidade de Maceió-AL. *In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, 17., 2015, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa, 2015. p. 2047-2054. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/sbsr2015/files/p0406.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2024.

ALMEIDA, T. M. de; TEIXEIRA, A. C. de O.; OLIVEIRA, V. P. V. de; COSTA, C. A. da. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao uso e ocupação do solo na Bacia Hidrográfica do Rio das Pedrinhas-BA. *In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*, 21., 2015, Brasília. **Anais [...]**. Brasília, 2015. p. 1-8. Disponível em: <https://files.abrhidro.org.br/Eventos/Trabalhos/4/PAP019841.pdf>. Acesso em: 14 dez. 2024.

AMARO, L. A. **Análise da influência do uso e cobertura do solo na ocorrência de ilhas de calor na região Central do Vale do Taquari**. Trabalho de conclusão do curso (Bacharel em Engenharia Ambiental) - Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2018.

ARAUJO, T. L.; PACE, F. T. D. Valores Instantâneos da Temperatura da Superfície Terrestre na cidade de Maceió-AL utilizando imagens do Satélite TM/Landsat 5. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 3, n. 2, p. 104-111, 2010. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v3i2.232658>

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. São Paulo: Difel, 1986.

AYRES, M. C. R. **Influência do sombreamento natural de duas espécies arbóreas na temperatura de edificações**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Botucatu, 2004.

AZEVEDO, L. de S.; BARBOSA, L. C. Estudo do Índice de Vegetação e Temperatura da Superfície Terrestre na Área de Proteção Ambiental Triunfo do Xingu (PA) utilizando o Google Earth Engine. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 6, n. 2, p. 244-256, 2020. <https://doi.org/10.21680/2447-3359.2020v6n2ID21984>

BAMBRICK, H. J.; MONCADA, S.; BRIGUGLIO, M. Climate change and health vulnerability in informal urban settlements in the Ethiopian Rift Valley. **Environmental Research Letters**, v. 10, n. 5, 2015. <http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/10/5/054014>

BARBOSA, R. V. R.; MENEZES, D. K. T de.; ROCHA, D. D. A. da. Influência das áreas verde na amenização do rigor térmico em ambientes urbanos. *In: Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável*, 5., 2012, Brasília. **Anais [...]**. Brasília, 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/348400880\\_Influencia\\_das\\_areas\\_verdes](https://www.researchgate.net/publication/348400880_Influencia_das_areas_verdes)

[na amenizacao do rigor termico em ambientes urbanos](#). Acesso em: 15 dez. 2024.

BARROS, H. R.; LOMBARDO, M. A. A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. **Geosp – Espaço e Tempo**, São Paulo, v. 20, n.1, p. 160-177, 2016. <https://doi.org/10.11606/issn.2179-0892.geosp.2016.97783>

CAMPOS, R. J. de; BRANCO, P. Ocupação desordenada dos espaços urbanos e suas consequências socioambientais. **Revista Thêma et Scientia**, v. 11, n. 2, 2021.

FARIAS, I. U. **Desenvolvimento de um algoritmo para estimar a dispersão da pluma do rio Fraser-Canadá, usando a banda espectral do vermelho do satélite AQUA/MODIS**. Monografia (Bacharelado em Oceanografia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

GARCIA, B. H. Y.; SOUZA, M. M. de; FERREIRA, J. S.; REZENDE, G. B. de M. Índices de área verde e cobertura vegetal para bairros do município de Rondonópolis – MT. *In*: Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia, 2018, Maceió. **Anais** [...]. Maceió, 2018. Disponível em: [https://www.confex.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/civil/195\\_%C3%ADd%C3%A1vecvpbdmdrm.pdf](https://www.confex.org.br/sites/default/files/antigos/contecc2018/civil/195_%C3%ADd%C3%A1vecvpbdmdrm.pdf). Acesso em: 15 dez. 2024.

GOOGLE CLOUD. **Google Earth Engine**. Analise imagens de satélite e dados geoespaciais em escala planetária, 2024. Disponível em: <https://cloud.google.com/earth-engine?hl=pt-BR>. Acesso em: 14 dez. 2024.

GRIGOLETTI, G. de C.; LAZAROTTO, G.; WOLLMANN, C. A. Microclima urbanode áreas residenciais no período noturno: Estudo em Santa Maria, RS. **Sociedade & Natureza**, v. 30, n. 2, p. 140-163, 2018. <http://dx.doi.org/10.14393/SN-v30n2-2018-7>

GUSSO, A.; FONTANA, D. C.; GONÇALVES, G. A. Mapeamento da temperatura da superfície terrestre com uso do sensor AVHRR/NOAA. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 2, p. 231-237, 2007.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Sixth Assessment Report: The Physical Science Basis**. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

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

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

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

LIU, W, T, Y. **Aplicações de sensoriamento remoto**. Campo Grande: UNIDERP, 2006.

MARCHIORI, J. N. C. A vegetação em Santa Maria. **Ciência & Ambiente**. n. 38, p. 93-112, 2009.

MARENCO, J. A. **Mudanças climáticas globais e seus efeitos sobre a biodiversidade: caracterização do clima atual e definição das alterações climáticas para o território brasileiro ao longo do século XXI**. Brasília: MMA, 2007. 2 ed.

MIRANDA, D. T.; DECESARO, G. D. M. Os impactos e as consequências gerados pela urbanização acelerada às águas urbanas. **Revista Técnico-Científica do CREA-PR**, p. 1-9, 2018

MONTEIRO, C. A. F. **Teoria e Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 1975.

MOURA, V. C. S. **Impactos ambientais da urbanização: esforços da pesquisa brasileira e mapeamento e percepção de moradores na cidade de Santarém, Pará**. Dissertação (Mestra em Sociedade, Ambiente e Qualidade de Vida) - Universidade Federal do Oeste do Pará, Santarém, 2019.

MUSSI, R. F. de F.; MUSSI, L. M. P. T.; ASSUNÇÃO, E. T. C.; NUNES, C. P. Pesquisa Quantitativa e/ou Qualitativa: distanciamentos, aproximações e possibilidades. **Revista Sustinere**, v. 7, n. 2, p. 414–430, 2020.

NASA LP DAAC AT THE USGS EROS CENTER. **MYD11A2.061**. Aqua Land Surface Temperature and Emissivity 8-Day Global 1km, 2024. Disponível em: [https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS\\_061\\_MYD11A2#description](https://developers.google.com/earth-engine/datasets/catalog/MODIS_061_MYD11A2#description). Acesso em: 16 jun. 2024.

NASCIMENTO, P. de S.; Impactos socioambientais em áreas de expansão urbana de Barreiras (Bahia): análises consolidadas. *In*: Simpósio Nacional de Geografia Urbana, 16., 2019, Espírito Santos. **Anais [...]**. Espírito Santos, 2019. p. 3978-3993. Disponível em: <file:///C:/Users/moroc/Downloads/aleitedebarros,+Paloma+de+Souza+Nascimento+.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2024.

OLIVEIRA, E. L. de; SALLES, M. T. Relações entre o Subsolo Urbano e Mudanças Climáticas em Diferentes Bairros do Rio de Janeiro. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 23, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190178r2vu2020L6TD>

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

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de. **Metodologia do Trabalho Científico: Métodos e Técnicas da Pesquisa e do Trabalho Acadêmico**. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RIGHI, E.; HERRMANN, P. B.; COSTA, F. S.; ANDRADES FILHO, C. O. Google Earth Engine: uma análise bibliométrica da produção científica. **Boletim Geográfico do Rio Grande do Sul**, Porto Alegre, n. 43, p. 62-77, 2024.

ROSA, H. A.; FARIA FILHO, R. F. Influência da vegetação na temperatura de superfície em áreas urbanas por meio de imagens do satélite Landsat 8.

**Engineering and Science (E&S)**, v. 12, n. 2, p. 1-18, 2023.

<https://doi.org/10.18607/ES20231215245>

ROSENDO, J. dos S. **Índices de vegetação e monitoramento do uso do solo e cobertura vegetal na Bacia do Rio Araguari – MG – utilizando dados do sensor MODIS**. Dissertação (Mestre em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.

ROSSINI, C. C. **A segregação na distribuição dos equipamentos de infraestrutura urbana, na cidade de Santa Maria**. Dissertação (Mestre em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

ROSS, J.L. **Geografia do Brasil**. São Paulo, SP: Edusp, 1996.

SANTOS, L. F. dos. **Registro público das emissões de gases de efeito estufa no estado do Paraná – Selo clima Paraná**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Projetos Sustentáveis) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

SANTOS, N. R. Z. dos; TEIXEIRA, I. F. **Arborização de Vias Públicas: Ambiente X Vegetação**. Santa Maria: Pallotti, 2001.

SILVA, A. N. da. **Interações topoclimáticas entre o urbano e o parque natural municipal dos morros em Santa Maria/RS**. Dissertação (Mestre em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2022.

SILVA, M. A. da. **Análise da implementação dos telhados verdes como estratégia para cidades sustentáveis: Um estudo da cidade do Recife, Pernambuco**. Monografia (Tecnóloga em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Recife, 2020.

SOBRINHO, F. F. **Viabilidade econômica da implementação do programa renovabio entre duas agroindústrias sucroenergéticas**. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Projetos Sustentáveis) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

SPODE, P. L. C.; VARGAS, R. M. B.; FARIA, R. Pobreza, privação e perversidade na cidade média de Santa Maria, Rio Grande do Sul. *In: Encontro Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia*, 15., 2023, Tocantins. **Anais [...]**. Tocantins, 2023. Disponível em:

[https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enanpege/2023/TRABALHO\\_COMPLETO\\_EV187\\_MD6\\_ID1816\\_TB245\\_11112023224314.pdf](https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/enanpege/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV187_MD6_ID1816_TB245_11112023224314.pdf). Acesso em: 14 dez. 2024.

TEIXEIRA, P. H. L.; LUCAS, T. de P. B. A influência da vegetação em um microclima da cidade de Belo Horizonte, MG. **Caderno de Geografia**, v. 24, n. 42, 2014.

<https://doi.org/10.5752/P.2318-2962.2014v24n42p56>



TEORODO, P. H. M.; AMORIM, M. C. de C. T. Mudanças climáticas: Algumas reflexões. **Revista Brasileira de Climatologia**, p. 25-35, 2008.

WERLANG, M. K.; WERLANG, E. P. Diagrama ombrotérmico do bairro Camobi, Santa Maria, RS para o período 2010 a 2017. **Geografia Ensino & Pesquisa**, v. 23, 2020. <https://doi.org/10.5902/2236499441180>

ZAMBONATO, B. Avaliação da sustentabilidade do Bairro Camobi, Santa Maria, RS. **Revista de Arquitetura IMED**, v. 8, n. 2, p. 119-142, 2019. <http://dx.doi.org/10.18256/2318-1109.2019.v8i2.3651>

Recebido em 24 de dezembro de 2024  
Aceito em 06 de janeiro de 2025