



## **Mapeamento da Cobertura Vegetal: Estudo de Caso de Passo Fundo - RS**

### **Laura Meira Costa**

Mestranda em Arquitetura e Urbanismo, ATITUS Educação, Brasil.

[lauramcosta09@gmail.com](mailto:lauramcosta09@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0002-2112-8356>

### **Laís Oliveira de Medeiro**

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, ATITUS Educação, Brasil.

[laisdemedeiro@gmail.com](mailto:laisdemedeiro@gmail.com)

### **Alcindo Neckel**

Professor Doutor, ATITUS Educação, Brasil.

[alcindo.neckel@atitus.edu.br](mailto:alcindo.neckel@atitus.edu.br)

<https://orcid.org/0000-0001-5435-3096>

### **Thaísa Leal da Silva**

Professora Doutora, ATITUS Educação, Brasil.

[thaisa.silva@atitus.edu.br](mailto:thaisa.silva@atitus.edu.br)

<https://orcid.org/0000-0002-5356-3398>



## **Mapeamento da Cobertura Vegetal: Estudo de Caso de Passo Fundo - RS**

### **RESUMO**

**Objetivo** - O presente artigo tem como objetivo analisar a cobertura vegetal do município de Passo Fundo-RS utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) para mapear a evolução da vegetação na cidade, através do Sistema de Informação Geográfica (SIG QGIS) e de imagens de satélites.

**Metodologia** – Inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica sobre o NDVI, cobertura vegetal e sensoriamento remoto, logo após, realizou-se a coleta de dados utilizando-se imagens de satélite e o SIG QGIS e, por fim, foram analisados os dados por meio de mapas NDVI e realizou-se uma comparação dos índices NDVI 2020 e 2024 de Passo Fundo-RS.

**Originalidade/relevância** – O estudo está relacionado à carência de análises integradas e atualizadas sobre a evolução da cobertura vegetal utilizando ferramentas geotecnológicas acessíveis. Dessa forma, o trabalho reforça a importância do papel das geotecnologias na produção científica interdisciplinar, especialmente nas áreas de geografia, urbanismo e ciências ambientais.

**Resultados** - Foi possível verificar a situação do município em relação à sua vegetação, bem como sua evolução no período de tempo analisado e possíveis fatores que influenciaram tanto a carência, quanto a abundância de vegetação em determinados locais.

**Contribuições teóricas/metodológicas** – O estudo demonstra a eficácia do método como ferramenta de análise espacial, podendo ser replicado em outros contextos urbanos e reforçando a relevância dos indicadores ambientais como instrumentos de diagnóstico da qualidade ambiental e de suporte à formulação de políticas públicas.

**Contribuições sociais e ambientais** – Pertinente para o planejamento e desenvolvimento das cidades, bem como determinante na elaboração de estratégias para realização de melhorias na cobertura vegetal das cidades. Nesse viés, essa técnica pode auxiliar de forma significativa na detecção de alterações na vegetação em estudos de qualidade ambiental.

**PALAVRAS-CHAVE:** Cobertura Vegetal. Passo Fundo. Sensoriamento remoto.

## **Mapping of Vegetation Coverage: Case Study of Passo Fundo - RS**

### **ABSTRACT**

**Objective** – This article aims to analyze the vegetation cover of the municipality of Passo Fundo-RS using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) to map the evolution of vegetation in the city, through the Geographic Information System (GIS QGIS) and satellite images.

**Methodology** – Initially, a bibliographic review was carried out on NDVI, vegetation cover and remote sensing, soon after, data collection was carried out using satellite images and GIS QGIS and, finally, the data were analyzed using NDVI maps and a comparison of the NDVI indices 2020 and 2024 of Passo Fundo-RS was carried out.

**Originality/Relevance** – The study addresses the lack of integrated and up-to-date analyses of vegetation cover evolution using accessible geotechnological tools. Thus, the work reinforces the important role of geotechnologies in interdisciplinary scientific production, especially in the fields of geography, urban planning, and environmental sciences.

**Results** – It was possible to verify the situation of the municipality in relation to its vegetation, as well as its evolution in the analyzed period of time and possible factors that influenced both the lack and abundance of vegetation in certain locations.

**Theoretical/Methodological Contributions** – The study demonstrates the effectiveness of the method as a spatial analysis tool, which can be replicated in other urban contexts and reinforces the relevance of environmental indicators as instruments for diagnosing environmental quality and supporting the formulation of public policies.

**Social and Environmental Contributions** – Relevant to urban planning and development, this technique is crucial for developing strategies to improve urban vegetation cover. In this context, it can significantly aid in detecting vegetation changes in environmental quality studies.

**KEYWORDS:** Vegetation Coverage. Passo Fundo. Remote sensing.



## Maapeo de la cobertura vegetal: Estudio de caso de Passo Fundo - RS

### RESUMEN

**Objetivo** – Este artículo tiene como objetivo analizar la cobertura vegetal del municipio de Passo Fundo-RS utilizando el Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI) para mapear la evolución de la vegetación en la ciudad, a través del Sistema de Información Geográfica (SIG QGIS) e imágenes de satélite.

**Metodología** – Inicialmente, se realizó una revisión bibliográfica sobre NDVI, cobertura vegetal y teledetección, luego se realizó la recolección de datos utilizando imágenes de satélite y SIG QGIS y, finalmente, los datos fueron analizados utilizando mapas NDVI y se realizó una comparación de los índices NDVI 2020 y 2024 de Passo Fundo-RS.

**Originalidad/Relevancia** – El estudio aborda la falta de análisis integrados y actualizados de la evolución de la cobertura vegetal mediante herramientas geotecnológicas accesibles. Por lo tanto, el trabajo refuerza el importante papel de las geotecnologías en la producción científica interdisciplinaria, especialmente en los campos de la geografía, el urbanismo y las ciencias ambientales.

**Resultados** – Se pudo verificar la situación del municipio con relación a su vegetación, así como su evolución en el periodo de tiempo analizado y los posibles factores que influyeron tanto en la falta como en la abundancia de vegetación en determinadas localidades.

**Contribuciones Teóricas/Metodológicas** – El estudio demuestra la efectividad del método como herramienta de análisis espacial, replicable en otros contextos urbanos y refuerza la relevancia de los indicadores ambientales como instrumentos para diagnosticar la calidad ambiental y apoyar la formulación de políticas públicas.

**Contribuciones Sociales y Ambientales** – Relevante para la planificación y el desarrollo urbano, esta técnica es crucial para desarrollar estrategias de mejora de la cobertura vegetal urbana. En este contexto, puede contribuir significativamente a la detección de cambios en la vegetación en estudios de calidad ambiental.

**PALABRAS CLAVE:** Cobertura Vegetal. Paso Fundo. Teledetección.



**RESUMO GRÁFICO**





## **1 INTRODUÇÃO**

O processo de desenvolvimento acelerado e desordenado dos centros urbanos, ao ocorrer desacompanhado de planejamento urbano, resulta em diversos impasses na esfera do meio ambiente, impactando diretamente na preservação e no crescimento de áreas de vegetação. Nesse sentido, pode gerar impasses ligados à perda de cobertura vegetal nos espaços urbanos, fomentando efeitos como a ilha de calor, o solo exposto e a degradação ambiental (Ninomiya; Maciel, 2020).

Tais efeitos corroborados pela impermeabilização do solo, pelas propriedades térmicas dos materiais das superfícies construídas e pela produção antropogênica de calor nas áreas antes florestadas. Além desse fenômeno, o desmatamento gera a perda de biodiversidade, a degradação do solo e as alterações nos padrões climáticos.

Do mesmo modo, ao retirar a cobertura vegetal que funciona como uma barreira, o solo exposto fica suscetível a um processo de erosão mais intenso. Além de reduzir a fertilidade do solo, que quando desprotegido apresenta baixo conteúdo de matéria orgânica, reduzida fauna e insuficiência de água (Benetti, 2013). Nesse sentido, de acordo com Ninomiya e Maciel (2020), percebe-se que a vegetação é considerada um dos indicadores mais expressivos em estudos de qualidade ambiental, o qual está diretamente relacionada a outros indicadores como os elementos climáticos, hídricos, geomorfológicos, econômicos e demais processos de intervenção do espaço pela sociedade.

Atualmente, a observação da Terra por meio de sistemas de satélite pode ser considerada uma das formas mais eficientes para obter informações acerca de recursos naturais e as condições de vegetação e de espaço (Barros; Farias; Marinho, 2020). Nesse sentido, Barros et al. (2020) afirmam que o avanço tecnológico e a constante busca pela melhoria dos dados influenciaram na incorporação de novas ferramentas com o intuito de facilitar o acesso a informações e complementar as existentes. Outrossim, o uso do sensoriamento remoto para a coleta de dados, por exemplo, é uma das ferramentas que promovem a redução da frequência de trabalhos de campo, a coleta de informações em locais de difícil acesso e a obtenção de dados com resoluções espaciais.

Nesse contexto, a divulgação de índices de vegetação, em especial, o NDVI ou “Índice de Vegetação por Diferença Normalizada” (*Normalized Difference Vegetation Index*) tem se destacado por ser um indicador para a análise da cobertura de vegetação do espaço utilizando o sensoriamento remoto. O NDVI é utilizado para medir a saúde e a densidade da vegetação através de imagens de satélite, auxiliando no monitoramento ambiental, estudos agrícolas, previsão de safra e detecção de mudanças na cobertura vegetal (Digifarmz, 2024). Essa e outras ferramentas compõem as geotecnologias capazes de avaliar o vigor e a dinâmica da vegetação terrestre, bem como as mudanças na cobertura do solo causadas por atividades antrópicas, visando um ambiente mais sustentável e harmônico.

Nesse viés, nota-se que essas ferramentas possibilitam o direcionamento de políticas públicas, bem como uma melhor gestão ambiental, essencial para minimizar os impactos



gerados pelos seres humanos no espaço urbano e detectar alterações na vegetação. Nesse sentido, a possibilidade de uso de diversas ferramentas e indicadores facilitam a obtenção de informações de grande relevância, bem como a coleta e a divulgação de dados.

Perante estas perspectivas apresentadas, tem-se como objetivo desta pesquisa, analisar a cobertura vegetal do município de Passo Fundo, localizado no norte do Rio Grande do Sul, utilizando como referência o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e a produção de mapas a partir do QGIS, um software de Sistema de Informação Geográfica. A partir dos resultados obtidos, foi desenvolvida uma análise dos dados, a fim de identificar se há falta de vegetação na cidade de Passo Fundo/RS.

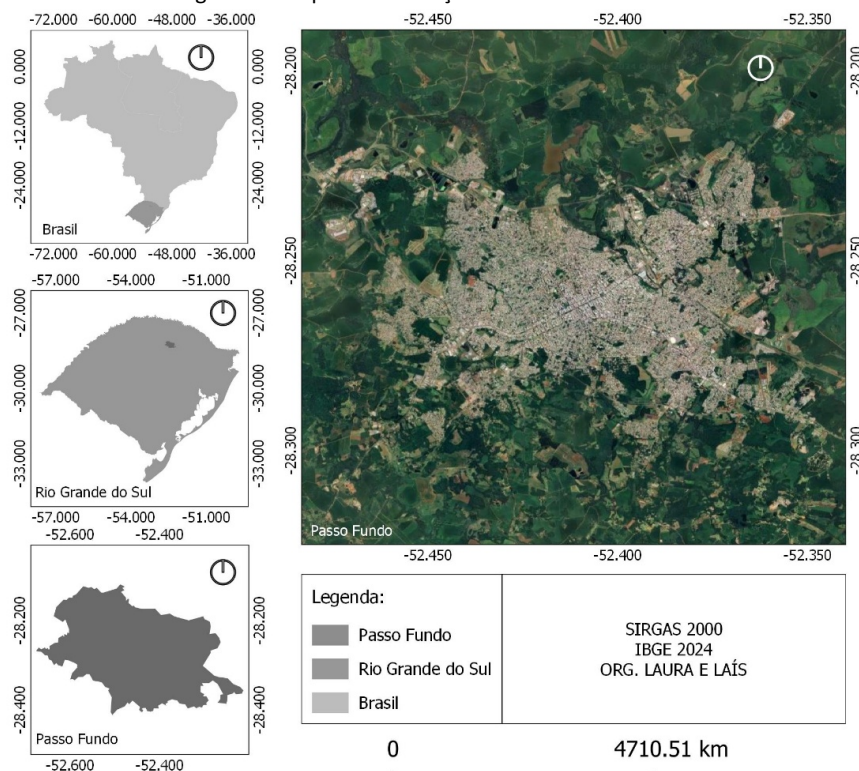
## **2 METODOLOGIA**

O município de Passo Fundo está localizado no Norte do estado do Rio Grande do Sul (RS). A cidade corresponde ao objeto de estudo desta pesquisa, que tem como o objetivo apurar e mensurar as áreas verdes de Passo Fundo a partir do NDVI, expondo a evolução do município ao longo dos anos e suas ações de melhorias nesse índice.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Passo Fundo totaliza uma área territorial de 784,407 km<sup>2</sup>. Considerada uma cidade de médio porte, ela possui uma população estimada de 206.215 pessoas (1,89% dos moradores do estado), dos quais aproximadamente 199 mil residem em área urbana e 5 mil em zona rural (IBGE, 2020), bem como a densidade demográfica de 262,89 habitantes/km<sup>2</sup> (IBGE, 2022). Na cidade, predominam as atividades do setor de serviços com destaque para o agronegócio, indústria e comércio, sendo referência na área de saúde e educação. Além disso, a região de Passo Fundo figura como a segunda maior economia gaúcha e representa 13,98% da economia do estado, atrás somente da região de Porto Alegre (IBGE, 2021). A seguir, a Figura 1 apresenta um mapa com a localização da cidade.



Figura 1 – Mapa de localização de Passo Fundo - RS.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

O presente artigo desenvolveu-se através da análise da cobertura vegetal de Passo Fundo – RS através do NDVI, utilizando o Sistema de Informação Geográfica (SIG QGIS). Para isso os mapas foram gerados a partir de imagens de Satélite Landsat 7, sensor ETM+ aplicadas ao município de Passo Fundo (RS). Tais imagens foram obtidas no website do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), juntamente com a aplicação de processamentos pelo Sistema de Informações Geográficas (SIG) QGIS, versão 3.10.4-1, com 30 m de resolução e adotando o Sistema de Coordenadas Geográficas SIRGAS 2000 (EPSG:4674). Além disso, os filtros de nuvens foram empregados nas imagens do satélite Landsat 7, sensor ETM+ utilizadas, selecionadas com visualização em períodos de não presença de chuvas, ou nuvens, conforme determinam Huang et al. (2025) e Li et al. (2025).

Neste contexto, o NDVI foi calculado através da relação de duas bandas espectrais em luz vermelha (RED), com a luz do infravermelho próximo (NIR – *Near-Infrared*) juntamente com a aplicabilidade da fórmula:  $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$  (Kim et al., 2025). Convém lembrar que, o NDVI normaliza a diferença nas duas bandas utilizadas variando de -1 a 1, enquanto os valores cada vez mais próximos do 0 estão relacionadas às áreas sem a presença de vegetação (Ghilardi et al., 2025; Kim et al., 2025).

Assim sendo, tal coleta visa a análise e desenvolvimento da cidade mencionada e, assim, incentivando possíveis iniciativas e ações de melhoria no âmbito ambiental. Nesse viés, a

pesquisa foi orientada conforme as etapas apresentadas a seguir, garantindo compatibilidade entre os diferentes formatos e referências espaciais adotados.

Etapa 1: Pesquisa bibliográfica por meio de conceitos e temáticas relevantes para o desenvolvimento do trabalho, como o de Cobertura Vegetal, NDVI e Sensoriamento Remoto. Ademais, a pesquisa produzida foi fundamentada em artigos, teses e demais publicações de relevância para o presente estudo.

Etapa 2: Estudo de caso de Passo Fundo - RS, seguido da verificação de seu Plano de Metas (Passo Fundo, 2024) e iniciativas de incentivo ambiental.

Etapa 3: Levantamento de dados do NDVI do ano de 2020 e 2024, apresentando e analisando os dados obtidos do índice de cobertura vegetal e sua respectiva evolução,

Etapa 4: Após análise dos dados, utilizou-se a estratégia de construção de mapas a partir do Sistema de Informação Geográfica (SIG QGIS) e imagens de satélite, consolidando melhor compreensão e visualização dos resultados coletados acerca do município.

Figura 2 – Etapas do processo metodológico adotado no estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A Figura 2 expõe as etapas de desenvolvimento do estudo mencionadas acima, visando o melhor entendimento do processo metodológico adotado na pesquisa.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

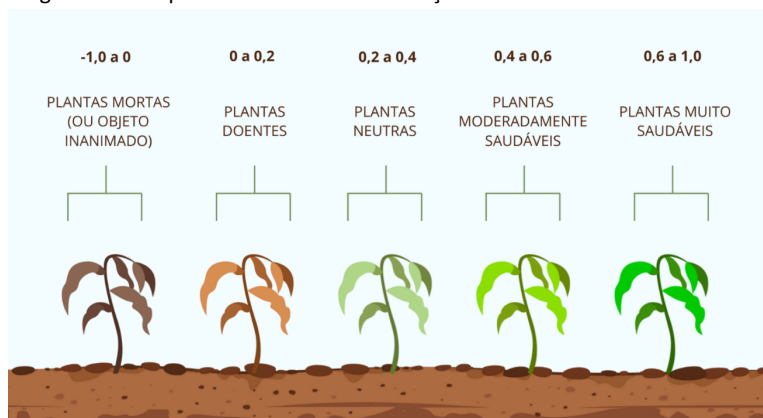
Diversos autores e órgãos sugerem como índices satisfatórios de área verde o valor mínimo de 30% de cobertura vegetal nas áreas urbanas para que haja um adequado balanço térmico (Ziani; Weiss, 2023). Tais níveis advêm da necessidade de uma cidade mais sustentável para seus habitantes visto que a importância da vegetação urbana engloba diferentes fatores. O conforto lumínico e acústico e a manutenção sobre o vento e circulação do ar são exemplos a serem citados, bem como a redução da poluição atmosférica, a manutenção sobre a temperatura e umidade do ar e a melhoria visual do ambiente urbano.

Nesse sentido, o indicador utilizado para quantificar a cobertura vegetal do município de Passo Fundo (RS) foi o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Sua principal



função é medir a quantidade de reflectância das folhas, indicando parâmetros de nutrição, déficits hídricos, sanidade das plantas e demais informações para acompanhar as condições da vegetação ao longo do tempo e em diferentes áreas geográficas. Este índice apresenta variação numérica de -1 a +1, sendo os valores positivos referentes ao vigor vegetativo da cultura e os valores negativos indicam escassez de vegetação (Digifarmz, 2024). A seguir na Figura 3, são demonstradas as relações entre as cores e os respectivos índices de NDVI.

Figura 3 – Comportamento do NDVI e relações de cores no intervalo -1 a +1.

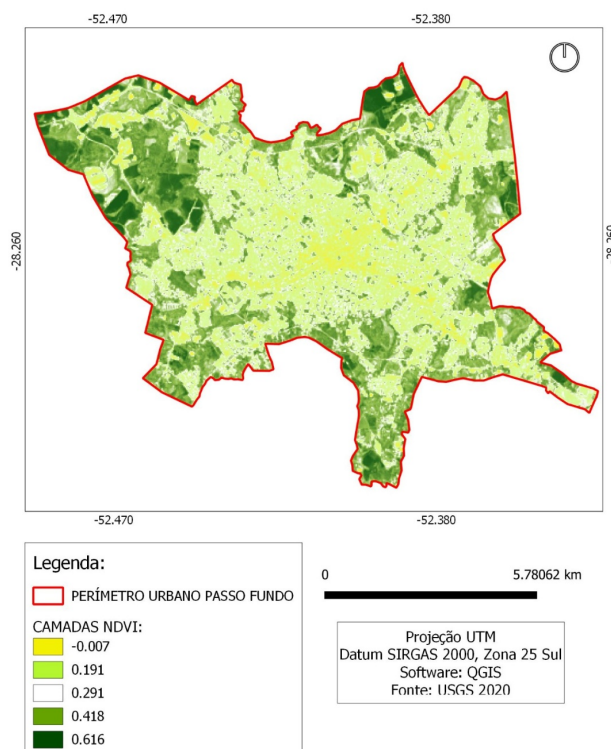


Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Assim, foi possível a produção de mapas temáticos do tipo NDVI no software QGIS a partir do banco de dados composto por um conjunto de imagens de satélite do dia 24 de agosto de 2020 (Figura 4) e do dia 8 de junho de 2024 (Figura 5) conforme apresentado a seguir.

A partir do mapa da Figura 4, nota-se a predominância dos menores índices de cobertura vegetal nas áreas centrais da cidade. Isso acontece em virtude da localização das edificações nessas áreas urbanas, provenientes da urbanização que gerou um adensamento urbano, centralizando a cidade e aglomerando sua população. Paralelamente, a maior presença das áreas verdes está localizada nas áreas mais periféricas do perímetro urbano de Passo Fundo, ou seja, nas áreas mais afastadas do centro da cidade. Esses locais correspondem a áreas menos modificadas pelo ser humano, na qual a vegetação prevalece menos afetada pelas ações antrópicas, entre as quais podem ser citadas as edificações, o desmatamento e a impermeabilização do solo pela retirada da cobertura vegetal.

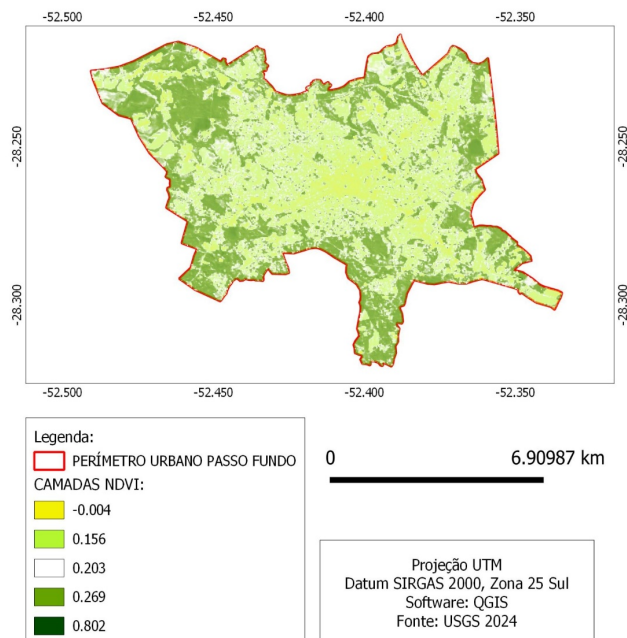
Figura 4 – Mapa de NDVI para o dia 24 de agosto de 2020 do limite urbano de Passo Fundo-RS.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Conforme exposto no mapa da Figura 5, os índices apresentados demonstram que Passo Fundo apresenta, nas proximidades de seu perímetro, uma decadência no seu índice de vegetação ao comparar imagens dos anos de 2020 e 2024. Paralelamente, em 2024, verificou-se um aumento dessa taxa nas áreas centrais em comparação ao observado quatro anos antes.

Figura 5 – Mapa de NDVI para o dia 11 de dezembro de 2024 do limite urbano de Passo Fundo-RS.



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A partir dos cálculos realizados considerando o ano de 2020 com uma porcentagem total de 100%, foi observado que no ano de 2024, o índice de vegetação morta obteve uma diminuição de 42,8% em relação a 2020. Paralelamente, houve uma diminuição de 18,2% nas plantas que se enquadram como doentes e de 30,7% nas plantas consideradas neutras. A vegetação moderadamente saudável, do mesmo modo, apresentou uma diminuição de 35,6% em relação ao ano de 2020. Por outro lado, no ano de 2024, a taxa de plantas muito saudáveis apresentou um aumento de 30,4% em comparação a 2020. Nesse viés, esses resultados estão expressos a seguir através das Figuras 6 a 10.

Figura 6 – Cálculo correspondente às plantas mortas.

$$X = \frac{b \cdot d \cdot e}{a \cdot c} = \frac{(-4)(2024)(100)}{(-7)(2020)} = 57.26$$

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 7 – Cálculo correspondente às plantas doentes.

$$X = \frac{b \cdot d \cdot e}{a \cdot c} = \frac{(156)(2024)(100)}{(191)(2020)} = 81.84$$

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).



Figura 8 – Cálculo correspondente às plantas neutras.

$$X = \frac{b \cdot d \cdot e}{a \cdot c} = \frac{(203)(2024)(100)}{(291)(2020)} \\ = 69.90$$

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 9 – Cálculo correspondente às plantas moderadamente saudáveis.

$$X = \frac{b \cdot d \cdot e}{a \cdot c} = \frac{(269)(2024)(100)}{(418)(2020)} \\ = 64.48$$

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Figura 10 – Cálculo correspondente às plantas muito saudáveis.

$$X = \frac{b \cdot d \cdot e}{a \cdot c} = \frac{(802)(2024)(100)}{(616)(2020)} \\ = 130.45$$

Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Tais resultados indicam uma clara relação entre o adensamento urbano e a redução da cobertura vegetal, reforçando o contraste entre as áreas centrais, mais modificadas pela ação humana, e as periféricas, onde a vegetação se mantém em maior proporção.

Nessa perspectiva, percebe-se que a Passo Fundo pode aumentar seu índice NDVI ao investir na valorização das áreas arborizadas e na recuperação vegetal da cidade. Nesse viés, ações e iniciativas, principalmente advindas da gestão do município, são de grande relevância. De acordo com o Plano de Metas 2021 - 2024 de Passo Fundo (Passo Fundo, 2024), a gestão pública tem como metas relacionadas ao âmbito ambiental ampliar em 20% a área preservada do Parque Banhado da Vergueiro e implantar 2 projetos de valorização e preservação do meio ambiente (Passo Fundo, 2024). Atualmente, ambas as obras se encontram em execução pela gestão pública do município objeto de estudo. Verifica-se, nesse sentido, a relevância de iniciativas voltadas para a valorização das áreas verdes e aumento da cobertura vegetal da cidade.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A presente pesquisa apresentou uma análise da cobertura vegetal da cidade de Passo Fundo a partir do mapeamento das áreas verdes pelo Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), visando detectar alterações na vegetação no município analisado entre os anos de 2020 e 2024.



A partir da análise da cobertura vegetal de Passo Fundo/RS, percebeu-se que a cidade apresenta baixos índices de vegetação no centro da cidade. Isso pode ter ocorrido em virtude dessa região ter sido o foco da urbanização do município analisado, ou seja, é considerada a área que possui o maior número de edificações, atividades humanas, aglomerados urbanos, entre outras modificações que o ser humano foi responsável. Do mesmo modo, de acordo com os mapas produzidos, foi possível perceber que as regiões com maiores taxas de cobertura vegetal se encontravam na periferia da cidade, áreas menos modificadas pela ação antrópica. Entretanto, ao comparar o NDVI do município do ano 2020 e 2024, percebe-se o aumento das áreas verdes no centro de Passo Fundo, paralelamente a queda do índice de cobertura vegetal nos arredores do espaço urbano.

Deste modo, percebe-se uma falta de planejamento urbano durante o processo de urbanização da cidade, agrupando as ocupações nas áreas centrais da cidade, sem a manutenção de áreas arborizadas. Nesse contexto, é imprescindível a criação de um plano de políticas públicas voltado à recuperação e aumento das áreas verdes, principalmente onde os índices de cobertura vegetal obtidos são insuficientes ou escassos. A partir dessas ações, será possível traçar estratégias a fim de possibilitar um meio ambiente urbano mais saudável, sustentável e ambientalmente seguro.

Assim, além de aumentar a qualidade de vida da população local, a mensuração e a análise da presença ou escassez de vegetação nas cidades fomenta um planejamento urbano mais direcionado e assertivo. Nesse viés, percebe-se a relevância da utilização de indicadores e demais ferramentas de controle que demonstrem com maior clareza aos gestores públicos a situação do cenário atual das cidades, beneficiando a população local como um todo.



## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Glenda Tainara Santos et al. Análise da Distribuição Espacial da Cobertura Vegetal no Município De Ananindeua – PA.. In: **Anais do XVII Encontro Nacional de Estudantes de Engenharia Ambiental e V Fórum Latino-Americano de Engenharia e Sustentabilidade**. João Pessoa (PB) UFPB, 2019. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/ENEEAmb/162717-ANALISE-DA-DISTRIBUICAO-ESPACIAL-DA-COBERTURA-VEGETAL-NO-MUNICIPIO-DE-ANANINDEUA--PA>>. Acesso em: 20 jun. 2024.
- BARROS, A. S; FARIAS, L.M; MARINHO, L. A. Aplicação do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) na Caracterização da Cobertura Vegetativa de Juazeiro Do Norte – CE (2020). **Revista Brasileira De Geografia Física**, [S.1], 13(6), 2885–2895. Disponível em: <<https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.6.p2885-2895>>. Acesso em: 20 jun. 2024.
- BENETTI, Lisiane Frosi. Áreas verdes urbanas : um estudo de caso em Passo Fundo - RS. 2015. 115 f. Dissertação (Mestrado em Engenharias) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2015. Disponível em: <<http://tede.upf.br/jspui/bitstream/tede/342/1/2013LisianeFrosiBenetti.pdf>>. Acesso: 20 jun. 2020.
- BORTOLUZZI, Marluse Guedes. O Crescimento Urbano e o Impacto nas Mudanças Climatológicas: Um Estudo de NDVI na Cidade de Porto Alegre/RS – Brasil. In: **Ciência, Inovação e Empreendedorismo: o desafio da pesquisa científica no pós-pandemia: Anais da MIC & MPPG**. Passo Fundo (RS) Atitus Educação, 2022. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/mic2022/517267-O-CRESCIMENTO-URBANO-E-O-IMPACTO-NAS-MUDANCAS-CLIMATOLOGICAS--UM-ESTUDO-DE-NDVI-NA-CIDADE-DE-PORTO-ALEGRE-RS—B>>. Acesso em: 19 jun. 2024.
- CAMPESTRINI, J. B., & Silva, T. L. da. (2023). Indicadores Urbanos de Meio Ambiente: Estudo de Caso de Passo Fundo-RS. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental Da Alta Paulista**, 19(6). <https://doi.org/10.17271/1980082719620234759>. Disponível em: <[https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum\\_ambiental/article/view/4759](https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/forum_ambiental/article/view/4759)>. Acesso em: 20 jun. 2020.
- DIGIFARMZ. **O que é o NDVI e qual é a sua importância na agricultura?** Disponível em: <https://digifarmz.com/o-que-e-ndvi/>. Acesso em: 20 jun. 2024.
- EOS DATA ANALYTICS. **NDVI FAQ: All You Need To Know About Index**. 2019. Disponível em: <<https://eos.com/blog/ndvi-faq-all-you-need-to-know-about-ndvi/>>. Acesso em: 10 jun. 2024.
- FAUSTINO, Victória Bernardo et al. Análise dos Indicadores de Cobertura Vegetal e a Distribuição de Renda do Município de Sorocaba. In: **Anais Do Xix Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2019, Santos. São José dos Campos, INPE, 2019. Disponível em: <<https://proceedings.science/sbsr-2019/trabalhos/analise-dos-indicadores-de-cobertura-vegetal-e-a-distribuicao-de-renda-do-munici?lang=pt-br>>. Acesso em: 19 jun. 2024.
- Ghilardi, F., De Petris, S., Torti, V., Giacoma, C., & Borgogno-Mondino, E. (2025). A possible role of NDVI time series from Landsat Mission to characterize lemurs habitats degradation in Madagascar. *The Science of the Total Environment*, 974, 179243. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179243>
- Huang, H., Roy, D. P., De Lemos, H., Qiu, Y., & Zhang, H. K. (2025). A global Swin-Unet Sentinel-2 surface reflectance-based cloud and cloud shadow detection algorithm for the NASA Harmonized Landsat Sentinel-2 (HLS) dataset. *Science of Remote Sensing*, 100213. <https://doi.org/10.1016/j.srs.2025.100213>
- INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Disponível em: <<https://www.gov.br/inpe/pt-br>>. Acesso em: 09 out. 2025





Kim, S., Kim, H., Son, H., & Jang, M. (2025). Assessment and correction of Sentinel-2 and Landsat-8/9 NDVI using in-situ measurements across rice growth stages in southern South Korea. *Field Crops Research*, 334, 110149. <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2025.110149>

LI, Jun; WANG, Yihui; SHENG, Qinghong; WU, Zhaocong; WANG, Bo; LING, Xiao; LIU, Xiang; DU, Yang; GAO, Fan; CAMPS-VALLS, Gustau. CloudRuler: rule-based transformer for cloud removal in landsat images. *Remote Sensing Of Environment*, [S.L.], v. 328, p. 114913, out. 2025. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2025.114913>.

NINOMIYA, Nathalie Naomi; MACIEL Carolina de Rezende. O Desempenho da Vegetação na Mitigação de Ilhas de Calor no Meio Urbano: proposta de massa vegetal no bairro Ipiranga. In **XVI Jornada De Iniciação Científica E X Mostra De Iniciação Tecnológica**, 2020. São Paulo, Mackenzie, 2020. Disponível em: <http://eventoscopq.mackenzie.br/index.php/jornada/xvijornada/paper/viewFile/1911/1289>. Acesso em: 20 jun. 2024.

PASSO FUNDO. **Plano de Metas 2021 - 2024**. Disponível em: [https://www.pmpf.rs.gov.br/secretaria-de-planejamento/wp-content/uploads/sites/52/2021/12/plano-\\_metas\\_5avaliacao2024.pdf](https://www.pmpf.rs.gov.br/secretaria-de-planejamento/wp-content/uploads/sites/52/2021/12/plano-_metas_5avaliacao2024.pdf). Acesso em: 10 jun. 2024.

ZIANI, Patrícia; WEISS Raquel. Dinâmica da paisagem do município de Passo Fundo, Rio Grande Do Sul, Brasil, entre 1985, 2000 e 2019. **Dossiê Representações da Paisagem**, 20 (2). Rio Claro, 2022. Disponível em: [https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/ano\\_XXVII\\_2/agb\\_xxvii\\_2\\_web/agb\\_xxvii\\_2-25.pdf](https://www.agbbauru.org.br/publicacoes/revista/ano_XXVII_2/agb_xxvii_2_web/agb_xxvii_2-25.pdf). Acesso em: 20 jun. 2024.



## **DECLARAÇÕES**

---

### **CONTRIBUIÇÃO DE CADA AUTOR**

Ao descrever a participação de cada autor no manuscrito, utilize os seguintes critérios:

- **Concepção e Design do Estudo:** Laura Meira Costa e Laís Oliveira de Medeiro.
  - **Curadoria de Dados:** Laura Meira Costa, Laís Oliveira de Medeiro e Alcindo Neckel.
  - **Análise Formal:** Laura Meira Costa e Laís Oliveira de Medeiro.
  - **Aquisição de Financiamento:** sem financiamento
  - **Investigação:** Laura Meira Costa, Laís Oliveira de Medeiro e Alcindo Neckel.
  - **Metodologia:** Laura Meira Costa, Laís Oliveira de Medeiro, Thaísa Leal da Silva e Alcindo Neckel.
  - **Redação - Rascunho Inicial:** Laura Meira Costa e Laís Oliveira de Medeiro.
  - **Redação - Revisão Crítica:** Thaísa Leal da Silva e Alcindo Neckel.
  - **Revisão e Edição Final:** Thaísa Leal da Silva.
  - **Supervisão:** Thaísa Leal da Silva e Alcindo Neckel.
- 

### **DECLARAÇÃO DE CONFLITOS DE INTERESSE**

Nós, Laura Meira Costa, Laís Oliveira de Medeiro, Alcindo Neckel e Thaísa Leal da Silva, declaramos que o manuscrito intitulado "**Mapeamento da Cobertura Vegetal: Estudo de Caso de Passo Fundo - RS**":

1. **Vínculos Financeiros:** Não possui vínculos financeiros que possam influenciar os resultados ou interpretação do trabalho. Nenhuma instituição ou entidade financiadora esteve envolvida no desenvolvimento deste estudo.
  2. **Relações Profissionais:** Não possui relações profissionais que possam impactar na análise, interpretação ou apresentação dos resultados. Nenhuma relação profissional relevante ao conteúdo deste manuscrito foi estabelecida.
  3. **Conflitos Pessoais:** Não possui conflitos de interesse pessoais relacionados ao conteúdo do manuscrito. Nenhum conflito pessoal relacionado ao conteúdo foi identificado.
-