

ANÁLISE COMPARATIVA DE DADOS NDVI DOS SATÉLITES SENTINEL-2 E LANDSAT-8: AVALIAÇÃO DA SAÚDE DA VEGETAÇÃO NO PONTAL DA BARRA, EM PELOTAS RS, APÓS EVENTOS CLIMÁTICOS SIGNIFICATIVOS EM 2024.

TÁSSIA PARADA SAMPAIO¹; LUCIANO MARTINS TAVARES²; TAINARA GOULART CORRÊA³; DIULIANA LEANDRO⁴

¹Universidade Federal de Pelotas 1 – tssiap.sampaio@gmail.com 1

²Universidade Federal de Pelotas – rstchemartins@gmail.com 2

³Universidade Federal de Pelotas – tainaragoulart15@gmail.com 3

⁴Universidade Federal de Pelotas – diuliana.leandro@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto oferece dados essenciais para o monitoramento e gestão de áreas. Decisões no âmbito da gestão ambiental podem ser baseadas no uso de técnicas de detecção remota e aprendizado de máquina, como destacado por JAFARZADEH *et al.*, (2022), incluindo a análise de índices como o NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada). A combinação de dados de diferentes sensores aprimora a caracterização do uso do solo, a detecção de danos e o monitoramento de recursos naturais e variáveis ambientais. O sensoriamento remoto multissensorial revela mecanismos complexos de impacto da seca em componentes do ecossistema, fornece informações contínuas a longo prazo e melhora a precisão do monitoramento, conforme apontado por DALLA MURA *et al.* (2015). Os dados do Landsat 8/OLI e Sentinel-2/MSI podem melhorar o mapeamento de uso e cobertura da terra, além da detecção de mudanças, proporcionando uma melhor compreensão de processos como desmatamento e expansão agrícola (CHAVES, PICOLI, e SANCHES, 2020). Os valores de NDVI obtidos desses satélites apresentam alta correlação em todas as correções atmosféricas, permitindo a combinação dos dados (RUMORA, MILER, e MEDAK, 2021).

Este estudo compara as diferenças estatísticas dos dados de NDVI obtidos pelos satélites Sentinel-2 e Landsat para avaliar a saúde da vegetação no Pontal da Barra, Pelotas, após eventos climáticos significativos entre abril e junho de 2024, com destaque para os extremos de maio de 2024. O objetivo é identificar possíveis discrepâncias nos dados de NDVI sem julgar qual satélite oferece melhor detecção das variações.

2. METODOLOGIA

O estudo comparou as diferenças estatísticas nos dados de NDVI obtidos pelos satélites Sentinel-2 e Landsat-8 para avaliar a saúde da vegetação no Pontal da Barra, em Pelotas, após eventos climáticos significativos entre Abril e Junho de 2024, com intuito de evidenciar os eventos extremos de Maio. Os dados de NDVI foram obtidos através da plataforma Google Earth Engine para o Sentinel-2 e o programa QGIS foi utilizado para o Landsat, enquanto as análises estatísticas foram conduzidas em Python utilizando o *software* PyCharm, seguindo um fluxo rigoroso para garantir a robustez dos resultados.

Os dados foram obtidos durante os meses de abril, maio e junho de 2024, foram coletados dados de dois satélites: Landsat e Sentinel. A análise utilizou dos

seguintes totais de dias: Para o satélite Landsat, foram registrados 8 dias em abril, 6 dias em maio e 6 dias em junho. Já o Sentinel usou-se 6 dias em abril, 5 dias em maio e 6 dias em junho. A área total do pontal da barra que foi analisada foi de 4,28 km e 0,88 km².

O processo de análise estatística seguiu várias etapas para garantir robustez e precisão. Inicialmente, o Teste de Shapiro-Wilk foi aplicado para verificar a normalidade dos dados de NDVI de cada satélite (KLAUENBERG e ELSTER, 2019). Dependendo dos resultados, utilizou-se o Teste t Pareado ou o Teste t de Welch (ERGIN; KOSKAN, 2023; SANGTHONG), com base na distribuição dos dados. Análises complementares foram realizadas para confirmar a confiabilidade dos testes. Para validar esses procedimentos, dados simulados com distribuições conhecidas foram gerados e submetidos aos mesmos testes, incluindo Shapiro-Wilk, Teste t Pareado e Teste t de Welch.

O código desenvolvido importou bibliotecas como Pandas, NumPy e SciPy (HARRIS et al., 2020; LEMENKOVA, 2020). O Pandas organizou e manipulou os dados de NDVI, criando um DataFrame que consolidou datas e valores dos dois satélites. O NumPy facilitou cálculos matemáticos e científicos, como médias e desvios-padrão (NELLI, 2023), e o SciPy conduziu as análises estatísticas, aplicando os testes Shapiro-Wilk e os testes t. O Statsmodels também auxiliou na validação dos modelos estatísticos.

A fórmula do NDVI, foi utilizada conforme a equação 1:

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red} \quad \text{eq.(1)}$$

O teste de Shapiro-Wilk feito conforme equação 2:

$$W = \frac{(\sum_{i=1}^n a_i X_{(i)})^2}{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2} \quad \text{eq.(2)}$$

O teste t Pareado foi fundamentado na equação 3.

$$t = \frac{\bar{d}}{Sd/\sqrt{n}} \quad \text{eq.(3)}$$

Teste t de welch fundamenta seus resultados na equação 4.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}} \quad \text{eq.(4)}$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise estatística dos dados de NDVI obtidos pelos satélites Sentinel-2 e Landsat-8 para a região do Pontal da Barra, em Pelotas, durante o período de abril a junho de 2024, demonstrou que, para o mês de abril, o teste t de Welch aplicado apresentou uma estatística t de 1,5225 e um valor p de 0,1628, indicando que não houve diferença estatisticamente significativa entre os dados obtidos pelos dois satélites, uma vez que o valor de p excede o limite de 0,05. Da mesma forma, para o mês de maio, o teste t de Welch revelou uma estatística t de

0,1734 e um valor p de 0,8685, o que também sugere ausência de diferença estatisticamente significativa entre os dados dos satélites, com o valor de p permanecendo acima do limite de significância adotado. No mês de junho, os resultados da aplicação do teste t de Welch indicaram uma estatística t de 0,7777 e um valor p de 0,4600, reforçando novamente a conclusão de que não há diferença estatisticamente significativa entre os dados coletados pelos satélites Sentinel-2 e Landsat-8, considerando o valor de p superior a 0,05.

O gráfico (figura 1) mostra uma comparação dos valores de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) obtidos pelos satélites Sentinel-2 e Landsat-8 no período estipulado. O eixo horizontal representa as datas das observações, enquanto o eixo vertical indica os valores de NDVI, que variam de aproximadamente -0.1 a 0.7.

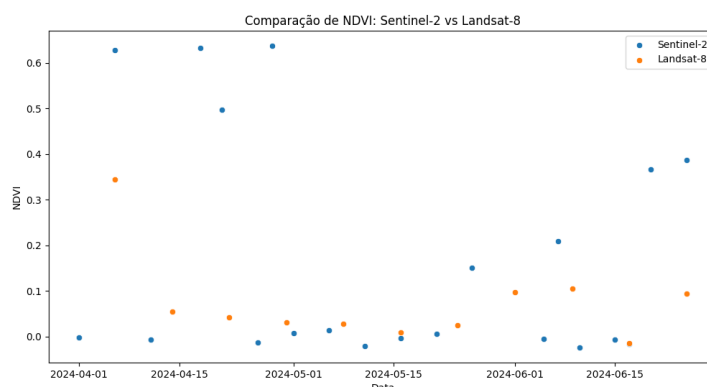


Figura 1: Comparação do NDVI.

4. CONCLUSÕES

O gráfico comparativo dos valores de NDVI obtidos pelos satélites demonstra variações notáveis ao longo do tempo, com o Sentinel-2 apresentando uma maior amplitude de valores em comparação ao Landsat-8. Observa-se que há tendências de valores mais elevados de NDVI no início de abril e no final de junho, particularmente para o Sentinel-2, além de uma maior consistência entre os dados dos dois satélites em maio e início de junho. Apesar das diferenças visuais no gráfico, os testes estatísticos aplicados não indicaram diferenças significativas entre os conjuntos de dados para cada mês analisado, sugerindo que ambos os satélites captam tendências similares na dinâmica da vegetação na região do Pontal da Barra.

A maior variabilidade nos dados do Sentinel-2 pode indicar sua maior sensibilidade às mudanças na vegetação ou condições ambientais, enquanto as discrepâncias observadas em certos períodos podem resultar de diferenças nas resoluções espaciais e temporais dos satélites, variações atmosféricas ou mudanças reais na cobertura vegetal. A consistência observada entre maio e início de junho reflete um período estável, mas os baixos valores de NDVI em maio sugerem que a vegetação ainda não se recuperou dos eventos extremos, como inundações, que afetaram negativamente sua saúde. Esses achados reforçam a importância de múltiplas fontes de dados no monitoramento ambiental, pois cada satélite pode oferecer perspectivas complementares. A resposta da vegetação pode ser visível nos baixos valores de NDVI, destacando a necessidade de incorporar dados adicionais, como informações meteorológicas, para uma compreensão mais profunda. O estudo sublinha a relevância de

considerar as especificidades de cada satélite, como resoluções espaciais e temporais, na interpretação dos dados de NDVI, e recomenda o uso combinado de dados de diferentes satélites, como Sentinel-2 e Landsat-8, para capturar variações influenciadas por eventos extremos, como as enchentes de maio de 2024 no Pontal da Barra. Essa abordagem oferece uma visão mais robusta da influência dos eventos climáticos na vegetação, contribuindo para estratégias de manejo mais resilientes frente à mudança climática.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DALLA MURA, M. *et al.* Challenges and Opportunities of Multimodality and Data Fusion in Remote Sensing. **Proceedings of the IEEE**, [s. l.], v. 103, n. 9, p. 1585–1601, 2015.

E. D. CHAVES, Michel; C. A. PICOLI, Michelle; D. SANCHES, Ieda. Recent Applications of Landsat 8/OLI and Sentinel-2/MSI for Land Use and Land Cover Mapping: A Systematic Review. **Remote Sensing**, [s. l.], v. 12, n. 18, p. 3062, 2020.

ERGIN, Malik; KOSKAN, Özgür. Comparison of Student – t, Welch s t, and Mann – Whitney U Tests in Terms of Type I Error Rate and Test Power. **Selcuk Journal of Agricultural and Food Sciences**, [s. l.], p. 2, 2023.

HARRIS, Charles R. *et al.* Array programming with NumPy. **Nature**, [s. l.], v. 585, n. 7825, p. 357–362, 2020.

JAFARZADEH, Hamid *et al.* Remote Sensing and Machine Learning Tools to Support Wetland Monitoring: A Meta-Analysis of Three Decades of Research. **Remote Sensing**, [s. l.], v. 14, n. 23, p. 6104, 2022.

KLAUENBERG, Katy; ELSTER, Clemens. Testing normality: An introduction with sample size calculation in legal metrology. **tm - Technisches Messen**, [s. l.], v. 86, n. 12, p. 773–783, 2019.

LEMENKOVA, Polina. R Libraries {dendextend} and {magrittr} and Clustering Package scipy.cluster of Python For Modelling Diagrams of Dendrogram Trees. **Carpathian Journal of Electronic and Computer Engineering**, [s. l.], v. 13, n. 1, p. 5–12, 2020.

NELLI, Fabio. The NumPy Library. *In*: NELLI, Fabio (org.). **Python Data Analytics: With Pandas, NumPy, and Matplotlib**. Berkeley, CA: Apress, 2023. p. 45–72. Disponível em: https://doi.org/10.1007/978-1-4842-9532-8_3.

RUMORA, Luka; MILER, Mario; MEDAK, Damir. Contemporary comparative assessment of atmospheric correction influence on radiometric indices between Sentinel-2A and Landsat 8 imagery. **Geocarto International**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 13–27, 2021.

SANGTHONG, Montri; KLUBNUAL, Praphat. Performance of Seven Statistics for Mean Difference Testing Between Two Populations Under Combined Assumption Violations. **Science and Technology**, [s. l.], 2021.