



ISSN: 2595-1661

ARTIGO

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](https://portal.periodicos.capes.gov.br/)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

<https://revistajrg.com/index.php/jrg>



Análise temporal do uso e ocupação do solo no município de Gurjão-PB

Temporal analysis of land use and occupation in the municipality of Gurjão-PB

DOI: 10.55892/jrg.v8i19.2511

ARK: 57118/JRG.v8i19.2511

Recebido: 10/10/2025 | Aceito: 15/10/2025 | Publicado on-line: 16/10/2025

Charlys Seixas Maia Dornelas¹

<https://orcid.org/0000-0002-3580-9593>

<http://lattes.cnpq.br/0148614417148409>

Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil

E-mail: csmdornelas@hotmail.com

Daniel Duarte Pereira²

<https://orcid.org/0000-0002-0859-9463>

<http://lattes.cnpq.br/9991335219423354>

Universidade Federal da Paraíba, PB, Brasil

E-mail: danielduartepereira66@gmail.com



Resumo

O município de Gurjão, localizado no semiárido paraibano, vem enfrentando crescentes processos de degradação ambiental, intensificados por prováveis práticas antrópicas e variações climáticas. Este estudo analisou a dinâmica da cobertura vegetal na região entre os anos de 1985 a 2025, utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) obtido a partir de imagens dos satélites Landsat-5 e Landsat-8. Os resultados revelaram uma queda significativa nos valores médios de NDVI, indicando perda de vigor vegetativo e ampliação de áreas com solo exposto. A vegetação arbustiva, predominante nas décadas iniciais, sofreu retração contínua, principalmente após 1995, evidenciando a possível intensificação das atividades agropecuárias, o desmatamento e a redução das chuvas como fatores determinantes dessa degradação. A análise multitemporal mostrou padrões espaciais claros de fragmentação vegetal, com destaque para as zonas de maior pressão humana. O NDVI demonstrou ser uma ferramenta eficiente para o monitoramento ambiental, possibilitando a avaliação de impactos ecológicos acumulativos e subsidiando ações de planejamento sustentável. Os resultados apontam para a urgência na adoção de políticas públicas voltadas à recuperação da vegetação nativa e ao manejo sustentável dos recursos naturais, como forma de mitigar os efeitos da desertificação e garantir a resiliência ecológica da região.

Palavras-chave: Degradação Ambiental. NDVI. Semiárido

¹ Graduado em Medicina Veterinária. Mestre em Zootecnia, Doutor em Agronomia.

² Graduado(a) em Agronomia. Mestre(a) em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Doutor em Recursos Naturais

Abstract

The municipality of Gurjão, located in the semi-arid region of Paraíba, Brazil, has been experiencing increasing environmental degradation driven by human activities and climatic variations. This study analyzed the dynamics of land cover in the region from 1985 to 2025 using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), derived from Landsat-5 and Landsat-8 satellite imagery. The results revealed a significant decline in average NDVI values, indicating a reduction in vegetative vigor and an expansion of exposed soil areas. Shrub vegetation, which predominated in the early decades, showed continuous regression, especially after 1995, highlighting the intensification of agricultural practices, deforestation, and decreasing rainfall as key factors in this degradation. The multitemporal analysis identified clear spatial patterns of vegetation fragmentation, particularly in areas under greater anthropogenic pressure. NDVI proved to be an effective tool for environmental monitoring, enabling the assessment of cumulative ecological impacts and supporting sustainable land-use planning. The findings underscore the urgent need for public policies aimed at restoring native vegetation and promoting sustainable resource management, as a strategy to mitigate desertification and ensure ecological resilience in the region.

Keywords: Environmental Degradation. NDVI. Semi-Arid Region

1. Introdução

A cidade de Gurjão, localizada no semiárido paraibano, está inserida em uma região caracterizada por condições naturais peculiares, como solos rasos e pedregosos, vegetação predominante de caatinga e baixa pluviosidade, com médias anuais em torno de 453 mm (AESAs, 2024). Esses elementos, típicos do Cariri Paraibano, impõem desafios significativos à prática agrícola e à gestão dos recursos naturais. No entanto, há áreas específicas do município, especialmente aquelas situadas em depressões ou nas proximidades de relevos residuais, conhecidas localmente como “pés de serra”, que apresentam condições mais favoráveis de umidade e acúmulo de sedimentos. Tais características contribuem para o desenvolvimento de atividades agrícolas de subsistência, uma vez que esses locais acumulam materiais transportados pelas enxurradas das encostas, formando solos mais profundos e com maior capacidade de retenção hídrica (ANDRADE, 2005).

Apesar dessas vantagens locais, observa-se a intensificação do uso inadequado da terra ao longo dos anos. A ocupação do território de Gurjão foi historicamente marcada por práticas de agricultura tradicional, centradas no cultivo de milho, feijão e mandioca, além da criação extensiva de caprinos e ovinos (Neto & Cunha, 2020). Essa forma de exploração, muitas vezes realizada sem a adoção de técnicas conservacionistas, tem contribuído para a degradação do solo e o avanço dos processos de desertificação (MARACAJÁ et al., 2014). Sales (2015) identifica entre os principais vetores dessa degradação a retirada da vegetação nativa para uso como lenha, o superpastoreio e o uso ineficiente da água na irrigação. Para Chen et al. (2017), a mudança na cobertura do solo tende a influenciar nas condições climáticas locais. Tornando-se ainda mais impactantes em regiões tropicais com condições áridas e semiáridas. Nesse sentido, a degradação ambiental pode ser compreendida como resultado da exploração dos recursos naturais sem a devida preocupação com a sustentabilidade. Rubira (2016) enfatiza que tal exploração leva ao esgotamento dos recursos em diferentes níveis e escalas. Complementando essa perspectiva, Louzada (2013) argumenta que, embora também possam decorrer de fenômenos naturais, os processos de degradação causados pela ação humana

tendem a ser mais severos, previsíveis e, portanto, passíveis de regulamentação. A situação torna-se ainda mais crítica em ecossistemas naturalmente frágeis, como o semiárido brasileiro, onde fatores abióticos e práticas inadequadas de manejo intensificam os processos degradativos (SOARES, 2012).

A fragilidade ecológica do semiárido decorre, segundo Soares (2012), de aspectos como a irregularidade da distribuição anual das chuvas, a concentração das precipitações em curtos períodos e as elevadas temperaturas, que contribuem para altas taxas de evapotranspiração e acentuado déficit hídrico. Embora o modelo econômico predominante na região, baseado na exploração dos recursos naturais, não constitua um problema em si, Silva et al. (2018) ressaltam que os impactos ambientais se agravam quando esse uso se dá sob a lógica da maximização de benefícios, sem considerar o manejo sustentável. A atividade agrícola, por exemplo, quando mal conduzida, pode desencadear uma série de danos ambientais, como desmatamento, compactação e exposição do solo, assoreamento e contaminação dos corpos hídricos.

Diante desse cenário, destaca-se a importância da vegetação remanescente da caatinga na proteção dos recursos naturais e na mitigação dos efeitos da degradação ambiental. Da Veiga Beltrame (1994) ressalta que a vegetação natural regula o ciclo hidrológico, reduz a erosão, aumenta a porosidade do solo, favorece a infiltração da água e conserva a umidade e os nutrientes do solo. Dessa forma, a densidade e a distribuição da cobertura vegetal nativa configuram-se como indicadores fundamentais do estado de conservação ambiental do município.

A análise da cobertura vegetal e de sua dinâmica espacial emerge, assim, como uma ferramenta essencial para a compreensão dos processos de degradação ambiental. Tal abordagem permite aprofundar o entendimento dos impactos do uso e ocupação do solo em Gurjão, município inserido em uma das Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD) da Paraíba.

A relevância deste estudo está na articulação entre ensino, pesquisa e extensão, ao propor uma reflexão crítica sobre as práticas de gestão ambiental e sobre as políticas públicas voltadas à conservação da biodiversidade da caatinga. Além disso, ao gerar dados atualizados sobre a dinâmica do uso do solo e as condições ambientais locais, a pesquisa busca suprir lacunas informacionais e oferecer subsídios concretos para a formulação de estratégias sustentáveis, que visam não apenas fortalecer a resiliência socioambiental do território, mas também promover um modelo de desenvolvimento rural que esteja em harmonia com a conservação ambiental no semiárido paraibano.

2. Metodologia

2.1 Caracterização da Área de Estudo

O município de Gurjão está situado na Microrregião de mesmo nome e na Mesorregião da Borborema, no Estado da Paraíba. Possui uma área territorial de aproximadamente 343 km², o que representa 0,6081% da área do estado, 0,0221% da Região Nordeste e 0,004% do território nacional. A sede municipal está localizada a uma altitude média de 491 metros, com coordenadas geográficas aproximadas de 7°14'45" S e 36°29'40" O. A distância até a capital João Pessoa é de cerca de 179,9 km, com acesso principal pela BR-230 até Campina Grande, seguido pelas rodovias PB-148 e PB-176.

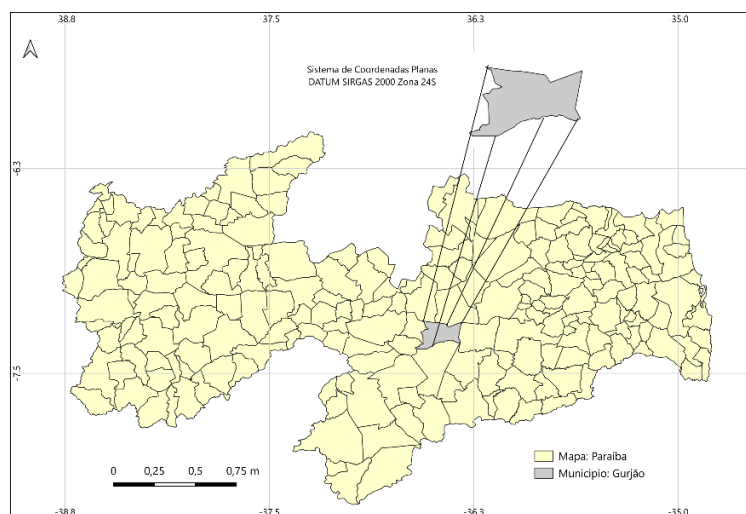


Figura 1- Mapa de localização da cidade de Gurjão

Fonte: Dornelas, 2025 (adaptado)

Inserido no bioma Caatinga, Gurjão apresenta vegetação típica de regiões semiáridas, com predomínio de espécies adaptadas à escassez de água. A pluviometria média anual gira em torno de 500 mm, concentrando-se nos primeiros meses do ano, geralmente entre fevereiro e maio. Essas características climáticas, combinadas com os solos rasos e pedregosos da região, tornam o armazenamento de água em reservatórios como o Açude Público de Gurjão essencial para a segurança hídrica e para a sobrevivência das atividades agropecuárias locais.

2.2 NDVI e Análise da Cobertura Vegetal

Este trabalho adotou uma abordagem integrada combinando levantamento bibliográfico, processamento de imagens de satélite e análise computacional. O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), proposto por Rouse et al. (1974), foi utilizado como principal indicador do vigor vegetativo.

As imagens utilizadas foram obtidas por meio da plataforma Earth Explorer, mantida pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Foram empregadas imagens dos satélites Landsat 5 (sensor TM) e Landsat 8 (sensor OLI), selecionadas com base em critérios de menor cobertura de nuvens. O período analisado compreendeu quatro décadas, com imagens capturadas em 20 de agosto de 1985, 15 de setembro de 1995, e 25 de agosto de 2005, 14 de agosto de 2015 e 01 de maio de 2025 todas pertencentes à órbita 216 e ponto 65, apresentando resolução espacial de 30 metros.

O cálculo do NDVI foi realizado através da equação $(NIR - RED) / (NIR + RED)$, onde NIR representa a reflectância na banda do infravermelho próximo (banda 4 do Landsat-5/TM) e RED corresponde à reflectância na banda do vermelho visível (banda 3 do Landsat-5/TM). De acordo com Nascimento et al. (2014), essa configuração espectral favorece a distinção visual entre diferentes tipos de uso do solo e cobertura vegetal, quanto mais próximo de -1, menor será o Índice de Vegetação, e quanto mais próximo de 1, maior será o Índice de Vegetação, o que facilita a interpretação e extração de informações relevantes a partir das imagens processadas. Para a reclassificação das imagens de NDVI (Tabela 1) utilizou-se o método de classificação

pixel a pixel, agrupando-se e identificando-se regiões com pixel homogêneo.

Após a reclassificação realizou-se a vetorização automática do arquivo matricial reclassificado, o que possibilitou calcular a área para cada classe, obtendo assim a porcentagem de ocupação do município de Gurjão ao longo dos 40 anos. Essa etapa foi essencial para a quantificação espacial das mudanças de uso e cobertura da terra. A partir dos dados vetorizados, foi possível gerar mapas temáticos comparativos entre os anos analisados.

As imagens dos satélites Landsat-5 e Landsat-8 foram processadas utilizando técnicas de correção atmosférica (modelo FLAASH), cálculo de índices de vegetação, classificação supervisionada (algoritmo MaxVer) e análise multitemporal para o período de 1985 a 2025. Todo o geoprocessamento foi realizado no QGIS, versão 3.40, com auxílio da Calculadora Raster. O banco de dados geográfico foi georreferenciado para o SIRGAS 2000, Zona 24S.

A combinação dessas metodologias permitiu uma avaliação abrangente das mudanças na cobertura vegetal e dos processos de degradação ambiental na área de estudo, integrando dados de sensoriamento remoto com verificações de campo para garantir a acurácia dos resultados.

Tabela 1 - Intervalos de variação do pixel utilizado para reclassificação do NDVI

Classificação	Tipos de Vegetação Encontrada	NDVI
Água		≤ 0.0
Solo exposto		$0.01 \leq \text{pixel} \leq 0.2$
Vegetação arbustiva aberta	Caatinga arbustiva aberta, pastagem, áreas de plantio	$0.201 < \text{pixel} \leq 0.4$
Vegetação arbustiva semi aberta	Caatinga arbustiva semi aberta, fruticultura: banana	$0.401 < \text{pixel} \leq 0.6$
Vegetação arbustiva	Caatinga arbustiva/ arborea	$0.601 < \text{pixel} \leq 0.8$

3. Resultados e Discussão

O Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) é um dos indicadores mais utilizados no sensoriamento remoto para avaliar a densidade e o vigor da vegetação, com valores variando de -1 a +1. Valores próximos a +1 indicam vegetação saudável e densa, enquanto valores próximos a 0 ou negativos representam solos expostos, áreas urbanas ou corpos hídricos (MACEDO et al., 2023). A análise do NDVI para o município de Gurjão nos anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2025 revela alterações importantes na cobertura vegetal ao longo de quatro décadas, refletindo tanto possíveis mudanças climáticas quanto impactos antrópicos. Essas variações são essenciais para compreender a dinâmica ambiental e subsidiar políticas públicas voltadas à conservação dos recursos naturais. A aplicação do NDVI permite ainda identificar áreas prioritárias para recuperação da vegetação nativa e mitigação da degradação ambiental.

Na figura 2 são apresentados os valores mínimos do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI para os anos 1985, 1995, 2005, 2015 e 2025 para a cidade de Gurjão.

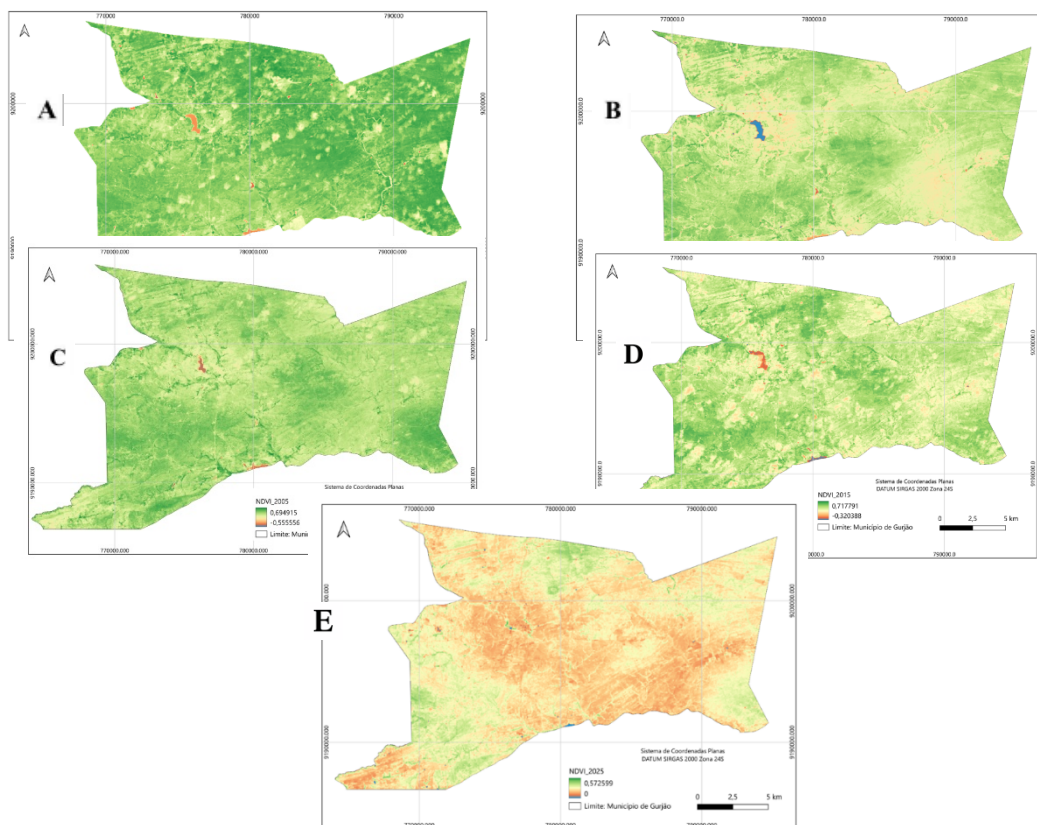


Figura 2 – NDVI da cidade de Gurjão para os anos de 1985 (A), 1995 (B), 2005 (C), 2015(D) e 2025 (E)

Fonte: Dornelas, 2025 (adaptado)

Em 1985, o mapa indica um cenário caracterizado majoritariamente por vegetação arbustiva aberta, com predominância de valores de NDVI entre 0,2 e 0,4 (NACIMENTO et al., 2014). Essa faixa está associada à presença de Caatinga arbustiva aberta, pastagens e áreas de plantio, caracterizando um estágio intermediário de vegetação com cobertura moderada. Áreas com vegetação mais densa (NDVI entre 0,4 e 0,6), classificadas como Caatinga arbustiva semiaberta ou associadas a fruticultura, eram pouco frequentes, limitando-se às regiões de maior altitude e menor intervenção humana. Essa configuração representa o estágio inicial de cobertura vegetal do município antes da intensificação de atividades agropecuárias e do crescimento populacional. Os valores elevados de NDVI nesse período estão associados à maior resiliência dos ecossistemas locais, ainda pouco pressionados por práticas de uso intensivo da terra (NACIMENTO et al., 2014).

Contudo, ao avançar para 1995 e 2005, verifica-se uma crescente fragmentação da vegetação nativa. Áreas com NDVI entre 0,4 e 0,6 tornam-se mais esparsas, indicando a retração da vegetação arbustiva semiaberta, enquanto há um aumento proporcional de áreas com valores entre 0,1 e 0,3, que correspondem a solo exposto e vegetação arbustiva muito rala. Este cenário revela a degradação da vegetação e a ampliação de áreas menos vegetadas, fato que se enquadra na classe de NDVI de 0,01 a 0,2, compatível com solo exposto. Esse padrão é coerente com Pereira et al. (2021), que destacam o papel das atividades agropecuárias na modificação da estrutura botânica em áreas semiáridas. A substituição da vegetação nativa por pastagens degradadas ou cultivos sazonais promove a perda de cobertura

vegetal e dificulta a regeneração natural, especialmente em períodos de seca (OLIVEIRA et al., 2024).

Essa tendência é acentuada entre 2005 e 2015. A redução dos valores de NDVI, principalmente nas classes entre 0,4 e 0,6, evidencia um avanço das áreas de solo exposto ($\text{NDVI} < 0,2$), refletindo os efeitos da estiagem prolongada ocorrida entre 2012 e 2016 (ROSSATO et al., 2017). Esses fenômenos, como o período de seca, associado à intensificação do uso do solo, provavelmente contribuiu para a diminuição da umidade e o colapso da vegetação arbustiva-arbórea, cuja ocorrência é esperada em áreas com NDVI entre 0,6 e 0,8, uma faixa que praticamente desaparece nesse período. A retração da vegetação é um indicativo da incapacidade do ecossistema de se recuperar frente às pressões externas, resultando em fragmentação acentuada da cobertura vegetal (SILVA, et al. 2016)

No ano de 2025, os dados de NDVI apontam para um cenário ainda mais crítico. A vegetação com NDVI superior a 0,4 praticamente desaparece do município, sendo substituída por extensas áreas com valores entre 0,1 e 0,3. Essa mudança drástica provavelmente indica o avanço do processo de degradação ambiental, resultado de uma possível combinação de fatores climáticos adversos, como a diminuição das chuvas, e o uso intensivo da terra, o que está de acordo com as análises de Tomé et al. (2025). Isso implica uma dominância de vegetação arbustiva aberta ou áreas de solo exposto, o que compromete ainda mais a biodiversidade e a produtividade primária da região. Além disso, observa-se uma estabilidade ou mesmo redução na área com $\text{NDVI} \leq 0$, sugerindo a ausência de corpos hídricos significativos ou a perda de volume de pequenos reservatórios temporários, classificados como áreas de água (NACIMENTO, et al., 2014)

Outro aspecto relevante é a relação entre o NDVI e a formação de áreas de vegetação secundária nas bordas de áreas mais úmidas, algo que foi observado em contextos semelhantes, como o da Bacia do Açude Lagoa do Arroz após a construção do açude. (MACEDO et al., 2023). Em Gurjão, no entanto, a ausência de obras hídricas de grande porte e a limitação de infraestrutura de irrigação provavelmente contribuíram para que a escassez hídrica afetasse diretamente o desenvolvimento vegetal. Isso impediu a manutenção ou regeneração de vegetações mais densas, como as caatingas arbustiva-arbórea ($\text{NDVI} > 0,6$), limitando o espectro da vegetação a categorias mais degradadas e com baixo índice de biomassa.

4. Conclusão

A análise multitemporal do NDVI entre 1985 e 2025 revelou uma significativa diminuição na cobertura vegetal e no vigor da vegetação nativa.

Ao longo das quatro décadas analisadas, observou-se um aumento expressivo das áreas classificadas com baixo NDVI, correspondentes a solos expostos.

O uso do NDVI demonstrou ser uma ferramenta eficaz para monitorar mudanças na cobertura do solo e diagnosticar a degradação ambiental).

Referências

- AESA - Agência Executiva de Gestão de Águas do Estado da Paraíba, 2025. Volumes dos Açudes. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/chuvas>>. acesso em 20 de mai de 2025.
- ANDRADE, M. C. DE O. A terra eo homem no Nordeste, 2005.
- CHEN, L., MA, Z., ZHAO, T. Modeling and analysis of the potential impacts on regional climate due to vegetation degradation over arid and semi-arid regions of China. **Climatic Change**, v. **144**, n. 03, p. 4613473, 2017.
- COSTA, T. C. C. et al. Phytomass mapping of the "Seridó Caatinga" vegetation by the Plant Area and the Normalized Difference Vegetation Indices. **Scientia Agricola**, v. 59, n. 4, p. 707-715, out./dez. 2002.
- DA VEIGA BELTRAME, A. **Diagnóstico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicação**. Universidade Federal de Santa Catarina, 1994.
- LOUZADA, A. Gestão ambiental, Conceitos e definições. 2013 Recuperado de: www.ebah.com.br/content/ABAAABQDYAJ/gestao-ambiental-conceitosdefinicoes. Acesso em 04/05/2025].
- MACEDO, C. E. S. **Dinâmica espaço-temporal da cobertura vegetal e fatores contribuintes à desertificação na Sub-bacia Hidrográfica do Açude Forquilha-CE**. 2023.
- MARACAJÁ, N. De F. et al. Percepções e ações em desertificação no município de São João do Cariri. **Semiárido paraibano**. 2014.
- NETO, I., XAVIER, R., & CUNHA, L. Patrimônio Geomorfológico do município de Gurjão, região semiárida da Paraíba, Brasil. **GOT: Revista de Geografia e Ordenamento do Território**, (19), 235. 2020
- OLIVEIRA, L. D. de et al. Geotecnologias aplicadas a degradação ambiental da subbacia do Rio Piancó no semiárido paraibano: **Uma análise espaço-temporal**. 2024.
- PEREIRA, J. A. V. A degradação da cobertura vegetal e a erosão dos solos como indicadores de áreas desertificadas: **uma análise da microbacia hidrográfica do Riacho Mucutú/PB**. 2021.
- PERUZZO, J. S. et al. Sensoriamento remoto aplicado ao monitoramento ambiental da bacia do Alto Piranhas, Semiárido Nordeste (Brasil). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 7, n. 3, 2019.
- ROSSATO, L.; MARENGO, J. A.; ANGELIS, C. F. D.; PIRES, L. B. M.; MENDIONDO, E. M. Impact of soil moisture over Palmer Drought Severity Index and its future projections in Brazil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. **22**, 2017.

ROUSE, J. W.; HAAS, R. H.; SCHELL, J. A.; DEERING, D. W. Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS. In: FREDEN, S. C.; MERCANTI, E. P.; BECKER, M. (Eds.). **Third Earth Resources Technology Satellite – 1 Symposium**. Volume I: Technical Presentations, NASA SP-351. Washington, D.C.: 1974. p. 309–317.

SANTOS NASCIMENTO, S.; VIANA DE LIMA, E. R.; SOUZA DE LIMA, P. P. Uso do NDVI na Análise Temporal da Degradação da Caatinga na Sub-Bacia do Alto Paraíba. **Okara: Geografia em debate**, v. 8, n. 1, 2014

SILVA, M. F. da. Uma análise do bioma caatinga no município de Gado Bravo-PB através do Índice Vegetação por Diferença Normalizada. 2016.

SILVA, D. A. M.; MOURA, M. O. Registros de desastres associados à estiagem e seca na região do Alto Sertão da Paraíba. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 4, p. 126- 136, 2018

SOARES, D. B. Degradação ambiental no semiárido pernambucano: Contribuição ao estudo da desertificação. 2012. 71 f. **Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Universidade Federal de Pernambuco-UFPE. 2012

TOMÉ, I. M. **Avaliação ambiental em áreas de preservação permanente em Catalão (GO): uma contribuição ao planejamento**. 2025.

RUBIRA, F. G. Definição e diferenciação dos conceitos de áreas verdes/espços livres e degradação ambiental/impacto ambiental. **Caderno de Geografia**, v. 26, n. 45, p. 134- 150, 2016.

USGS – United States Geological Survey. Catálogo de Imagens Landsat. Disponível em acesso em 20 maio 2025.