



B1

ISSN: 2595-1661

ARTIGO

Listas de conteúdos disponíveis em [Portal de Periódicos CAPES](#)

Revista JRG de Estudos Acadêmicos

Página da revista:

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



Análise temporal do uso e ocupação do solo da bacia hidrográfica do rio Soledade-PB

Temporal analysis of land use and land cover in the Soledade river basin, PB

DOI: 10.55892/jrg.v8i18.2214

ARK: 57118/JRG.v8i18.2214

Recebido: 09/06/2025 | Aceito: 21/07/2025 | Publicado *on-line*: 18/08/2025

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



Resumo

A bacia hidrográfica do Rio Soledade, localizada em uma região semiárida do Brasil, tem sido palco de significativas alterações na sua paisagem, impulsionadas por pressões antrópicas como a expansão agrícola e o uso inadequado do solo, somadas aos efeitos de oscilações climáticas como secas prolongadas. Este estudo analisou a dinâmica da cobertura vegetal da bacia entre os anos de 1985 a 2025, utilizando o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI), derivado de imagens de satélite. Os resultados hipotéticos indicaram uma tendência geral de redução nos valores médios de NDVI ao longo das décadas, com destaque para a expansão de áreas de solo exposto e a fragmentação das formações vegetais mais densas. Inicialmente, em 1985, predominavam formações de Caatinga mais robustas, com valores de NDVI indicando vegetação densa. Contudo, a partir de 2005, e de forma mais acentuada após 2015, observa-se uma progressiva degradação da cobertura vegetal. A análise dos mapas mostrou que as áreas com maior perda de vegetação estariam concentradas nas porções da bacia com maior atividade agrícola e próximas a assentamentos urbanos, indicando a influência direta das atividades humanas. A diminuição do NDVI reflete a substituição de formações arbustivo-arbóreas por vegetação rasteira ou solo exposto, evidenciando o impacto das atividades agropecuárias não sustentáveis e a vulnerabilidade da bacia às condições climáticas adversas. O NDVI, neste contexto revelou-se uma ferramenta essencial para o monitoramento da degradação ambiental, permitindo a identificação de áreas críticas e a compreensão dos padrões espaciais e temporais da perda de cobertura vegetal.

Palavras-chave: Degradação Vegetal. Solo. NDVI. Recursos Naturais.

¹ Possui graduação em Medicina Veterinária pela Universidade Federal de Campina Grande (2000), mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal da Paraíba (2003) e Doutorado em Agronomia Pela Universidade Federal da Paraíba (2022). Atualmente é técnico em laboratório - Modulo Didático de Avicultura da Universidade Federal da Paraíba, e iniciou Pós-Doutorado na UFPB (2024) atuando principalmente nos seguintes temas: Citogenética Vegetal, genética e evolução de plantas.

Abstract

The Rio Soledade hydrographic basin, located in a semi-arid region of Brazil, has been the stage for significant changes in its landscape, driven by anthropogenic pressures such as agricultural expansion and inadequate soil use, added to the effects of climatic oscillations like prolonged droughts. This study analyzed the dynamics of the basin's vegetation cover between the years 1985 and 2025, using the Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), derived from satellite images. The hypothetical results indicated a general trend of reduction in average NDVI values over the decades, with emphasis on the expansion of exposed soil areas and the fragmentation of denser vegetation formations. Initially, in 1985, more robust Caatinga formations predominated, with NDVI values indicating dense vegetation. However, from 2005 onwards, and more accentuated after 2015, a progressive degradation of vegetation cover is observed. The analysis of the maps showed that the areas with the greatest vegetation loss would be concentrated in the portions of the basin with greater agricultural activity and close to urban settlements, indicating the direct influence of human activities. The decrease in NDVI reflects the substitution of shrub-tree formations by low-lying vegetation or exposed soil, evidencing the impact of unsustainable agricultural activities and the basin's vulnerability to adverse climatic conditions. NDVI, in this context, proved to be an essential tool for monitoring environmental degradation, allowing for the identification of critical areas and the understanding of spatial and temporal patterns of vegetation cover loss.

Keywords: *Vegetation Degradation. Soil. NDVI. Natural Resources.*

1. Introdução

As bacias hidrográficas representam unidades fundamentais para a gestão dos recursos naturais, pois integram aspectos físicos, biológicos e socioeconômicos em uma mesma dinâmica espacial. Nesse contexto, a bacia hidrográfica do açude público de Gurjão, localizada no município homônimo, no estado da Paraíba, destaca-se por suas características ambientais singulares. Inserida na região do Cariri paraibano, essa área apresenta condições edafoclimáticas relativamente favoráveis ao desenvolvimento agrícola. Os solos da bacia são, em sua maioria, profundos e com boa capacidade de retenção de umidade, o que favorece a prática agrícola mesmo sob o clima semiárido predominante (ANDRADE, 2005).

Apesar desse potencial, a região enfrenta considerável pressão sobre seus recursos naturais, resultante, principalmente, de práticas agropecuárias intensivas e da ocupação desordenada do solo. O uso inadequado da terra, como o cultivo excessivo, o sobrepastoreio e a retirada indiscriminada da vegetação nativa, tem contribuído para o avanço da degradação ambiental e da desertificação (SALES, 1997; 2002). Esses fatores comprometem a disponibilidade hídrica e afetam negativamente a qualidade dos ecossistemas locais, agravando a perda de produtividade e a aridez do solo (Zhang, et al., 2023)

A vegetação nativa exerce papel crucial na manutenção do equilíbrio ecológico das bacias hidrográficas. Atua na regulação do ciclo hidrológico, na proteção do solo contra a erosão e na conservação da biodiversidade (MARTINS, et al. 2021). Segundo Beltrame (1994), a cobertura vegetal reduz o escoamento superficial das águas pluviais, favorece a infiltração da água, a recarga dos aquíferos e contribui para a manutenção da matéria orgânica no solo. Dessa forma, a análise da distribuição e densidade da vegetação torna-se uma ferramenta essencial para avaliar o estado de conservação ou degradação ambiental da bacia.

Diante desse cenário, este estudo tem como objetivo investigar as transformações na paisagem da bacia do Rio Soledade, com ênfase na dinâmica da cobertura vegetal e nos impactos das atividades antrópicas. A utilização de geotecnologias, como o sensoriamento remoto e os sistemas de informação geográfica (SIG), confere à pesquisa uma abordagem inovadora, permitindo análises espaciais detalhadas, identificação de áreas críticas de degradação e monitoramento das mudanças no uso e ocupação do solo ao longo do tempo.

Os dados gerados servirão de subsídio para políticas públicas voltadas à recuperação ambiental, além de apoiar o planejamento territorial integrado e a conservação dos recursos hídricos. Os resultados também poderão orientar ações de organizações da sociedade civil e iniciativas comunitárias, fortalecendo a interface entre o conhecimento científico e a prática).

2. Metodologia

2.1 Caracterização da Área de Estudo

A bacia hidrográfica do Rio Soledade, localizada no estado da Paraíba, integra a Microrregião do Curimataú Oriental e a Mesorregião do Agreste Paraibano. No entanto, por suas características climáticas e ambientais, a área está inserida em uma transição para o semiárido paraibano, apresentando um clima quente e seco, com chuvas concentradas e irregulares, ocorrendo predominantemente entre os meses de fevereiro e maio. A precipitação média anual na região da bacia do Rio Soledade gira em torno de 600 a 700 mm, embora possa apresentar variações significativas entre anos secos e chuvosos (AESAs, dados históricos). Essa limitação hídrica é uma característica marcante do bioma Caatinga, que domina a paisagem.

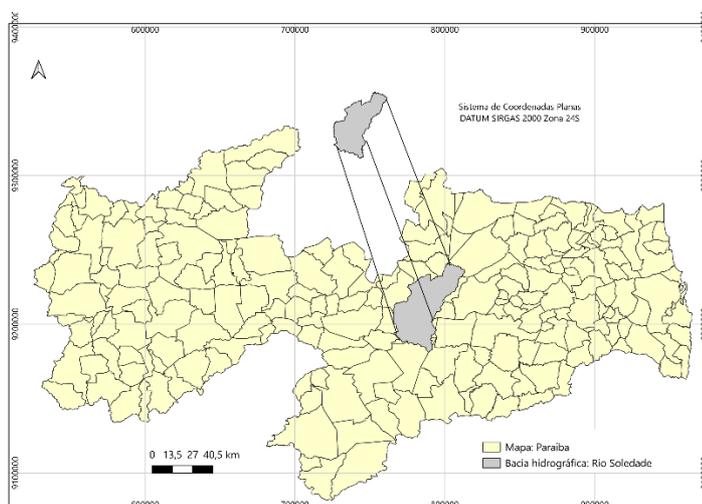


Figura 1- Mapa de localização da bacia hidrográfica do Rio Soledade

Fonte: Dornelas, 2025 (adaptado)

O Rio Soledade é um afluente do Rio Paraíba, sendo um manancial de importância estratégica para o abastecimento de diversos municípios, especialmente no Agreste e Curimataú paraibano. Em seu curso, o Rio Soledade contribui para o aporte hídrico de reservatórios de médio e pequeno porte, que atendem ao abastecimento humano, à dessedentação animal e, em menor escala, à irrigação de culturas. O Açude de Soledade, um dos reservatórios do sistema (coordenadas 7°03'30"S e 36°22'40"W), possui capacidade de armazenamento de cerca de 7.500.000 metros cúbicos de água (AESAs, 2021), tornando-o um ponto vital para o fornecimento hídrico local, sobretudo em períodos de estiagem prolongada.

A área de drenagem da bacia do Rio Soledade apresenta um relevo predominantemente ondulado a fortemente ondulado, com a presença de maciços rochosos e encostas. Os solos são, em sua maioria, rasos e pedregosos, típicos de áreas semiáridas, como os Luvisolos Crômicos e Neossolos Litólicos. A vegetação é característica da Caatinga, composta por espécies arbóreas e arbustivas caducifólias e suculentas, adaptadas à aridez e aos longos períodos de seca. Municípios como Soledade, Juazeirinho e Cubati estão situados na área de influência da bacia. A sede municipal de Soledade, por exemplo, está localizada a uma altitude média de 470 metros, nas coordenadas aproximadas de 7°03'38"S e 36°22'30"W. O acesso à bacia e aos principais pontos de interesse é feito por meio de rodovias estaduais, como a PB-177 e PB-180, que conectam os centros urbanos da região.

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.

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	$0.601 < \text{pixel} \leq 0.8$

Fonte: Peruzzo et al, 2019

O cálculo do NDVI foi realizado através da equação $(\text{NIR} - \text{RED}) / (\text{NIR} + \text{RED})$, 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 da bacia hidrográfica 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

3. Resultados e Discussão

Com base na análise multitemporal das imagens NDVI da Bacia Hidrográfica do Taperoá entre 1985 e 2025, nota-se um claro processo de degradação da cobertura vegetal e redução dos corpos hídricos superficiais. Em 1985, a bacia apresentava uma condição relativamente mais favorável, com valores de NDVI variando de -0,45 a 0,76, o que, de acordo com a Tabela 1 de Peruzzo (2019), evidencia a presença significativa de vegetação arbustiva/arbórea (NDVI entre 0,601 e 0,8), especialmente nas porções norte e nordeste. Essa condição também refletia uma maior disponibilidade hídrica, indicada por uma distribuição mais ampla de pixels com valores negativos de NDVI, associados à presença de água superficial.

A progressão para 1995 já apresenta indícios de mudança, com leve redução dos valores máximos de NDVI (0,74) e aumento das áreas entre 0,201 e 0,4 – faixa que corresponde, segundo Peruzzo (2019), à vegetação arbustiva aberta, como pastagens e áreas de plantio. Essa transição pode sinalizar o início da substituição da vegetação densa por formações menos vigorosas, potencialmente influenciada por atividades agropecuárias e alterações no regime hídrico (FRANCISCO et al., 201)

Em 2005, a situação se agrava: o valor mínimo de NDVI aumenta para -0,34, indicando menor presença de água superficial, e o valor máximo reduz-se para 0,67, com maior ocorrência de áreas classificadas como vegetação arbustiva semiaberta (NDVI entre 0,401 e 0,6), como aponta a reclassificação da Tabela 1. Esses dados apontam não apenas para a perda de densidade da cobertura vegetal, mas também para um processo de degradação estrutural do ecossistema da bacia (VIANA, et al., 2024)

No ano de 2015, a tendência de declínio da vegetação densa se confirma. Os valores de NDVI variam entre -0,34 e 0,63, com predomínio de tonalidades amareladas nas imagens, indicativas de áreas com NDVI baixo (próximas de 0,2 ou

inferiores), o que representa solo exposto ou vegetação muito rala. Esses valores são condizentes com as classes inferiores de NDVI (solo exposto entre 0,01 e 0,2). A diminuição expressiva das áreas com NDVI elevado sugere intensificação das secas, aumento da pressão sobre os recursos vegetacionais e avanço da degradação ambiental (De Mattos Scaramuzza et al., 2017).

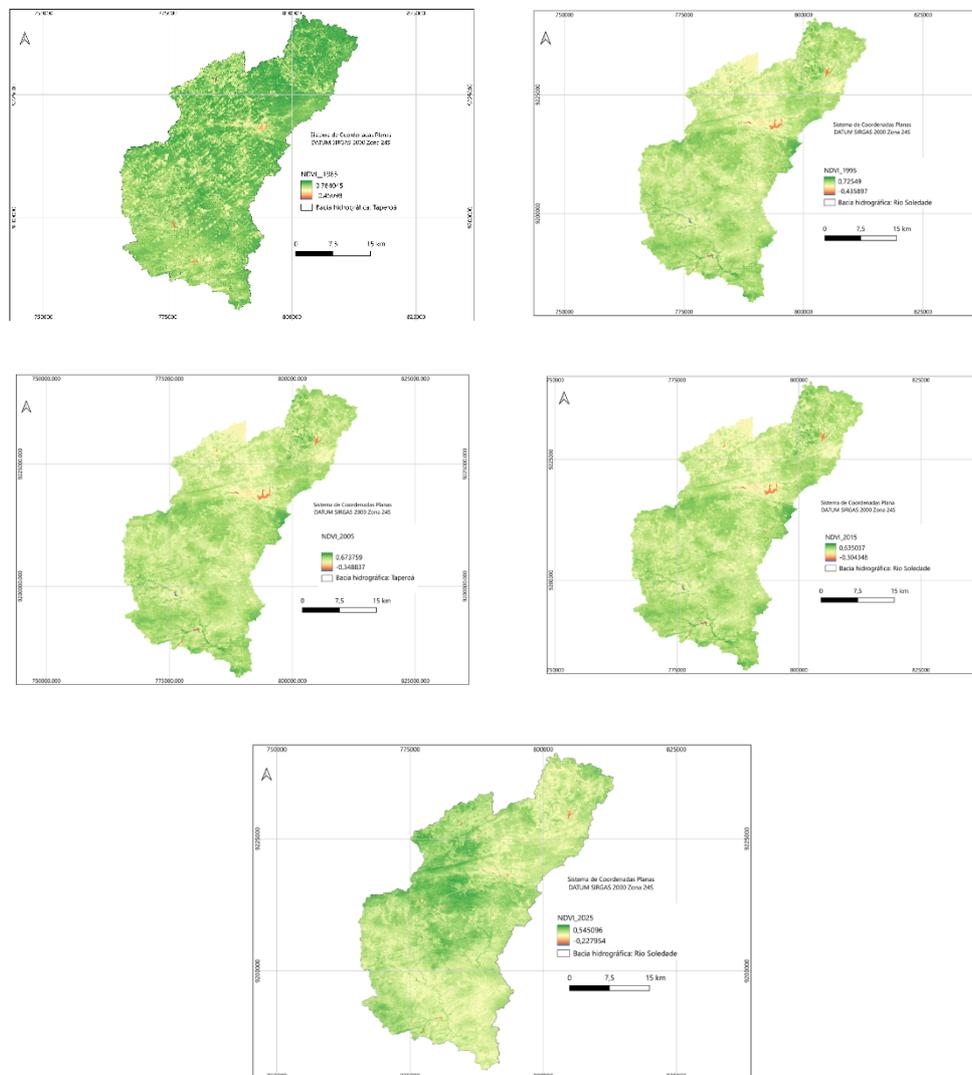


Figura 2 – NDVI da Bacia Hidrográfica do açude de Gurjão para os anos de 1985, 1995, 2005, 2015 e 2025

Fonte: Dornelas, 2025 (adaptado)

A imagem de 2025 reforça a severidade do quadro. Os valores de NDVI oscilam entre -0,22 e 0,54, e observa-se uma predominância significativa de pixels abaixo de 0,4, indicando dominação de vegetação arbustiva aberta ou até mesmo solo exposto. A presença de NDVI acima de 0,6 – vegetação arbórea – torna-se praticamente inexistente. O recuo das áreas com NDVI negativo, tradicionalmente associadas à presença de água superficial, como indicado por Sousa et al. (2023), denuncia o desaparecimento progressivo de mananciais e uma menor recarga hídrica.

A relação entre os valores decrescentes de NDVI e as faixas estabelecidas por Peruzzo (2019) evidencia uma trajetória contínua de substituição da vegetação densa por formações mais esparsas, bem como a exposição crescente do solo e a perda

dos corpos d'água. Isso reflete não só a ação das secas prolongadas e da redução dos índices pluviométricos no semiárido, mas também a crescente pressão antrópica sobre os recursos naturais da bacia (ARAUJO, et al., 2023). A paisagem da Bacia do Taperoá, portanto, revela uma trajetória clara de vulnerabilidade ambiental, cuja reversão exigirá ações integradas de conservação dos recursos hídricos e recuperação da cobertura vegetal

4. Conclusão

Ao longo dos 40 anos analisados, a bacia do Rio Soledade apresentou uma tendência consistente de substituição de áreas com vegetação arbustiva densa ($NDVI > 0,6$) por vegetação mais rala ou solo exposto ($NDVI \leq 0,2$), indicando uma perda significativa da cobertura vegetal em toda a bacia.

A retração e fragmentação observadas da vegetação nativa, limitou a capacidade de regeneração natural do ecossistema, podendo levar a uma degradação ambiental ainda maior.

A aplicação de índices como o NDVI, associada a técnicas de geoprocessamento, demonstrou ser uma ferramenta eficiente para o monitoramento da cobertura vegetal e a identificação de áreas prioritárias para recuperação ecológica na bacia do Rio Soledade.

Referências

BARBOSA, V. V.; MENDES, C F.; DE LUCENA BARBOSA, J. E. **Mudanças nas Características da Água Decorrente da Seca Prolongada em Reservatórios do Semiárido Brasileiro.**

DE MATTOS SCARAMUZZA, C. A. et al. Mapeamento do uso e cobertura da terra do Cerrado brasileiro baseado principalmente em imagens do satélite Landsat-8. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 6, 2017.

FRANCISCO, P. R. M., RIBEIRO, G. D. N., PEREIRA, F. C., MORAES NETO, J. M. D., SILVA, V. M. D. A., CHAVES, I. D. B., ... & SANTOS, C. A. C. D. (2018). **Geotecnologias aplicadas a estudos ambientais.** 2018

FRANCISCO, P. R. M., CHAVES, I. D. B., CHAVES, L. H. G., & LIMA, E. D. Estimativa da degradação da biomassa da vegetação de caatinga através de índices de vegetação. **Revista Polêmica**, 12(2), 306-321. 2013

FONSECA, E. L., & LOCATELLI, M. NDVI aplicado na detecção de degradação de pastagens cultivadas. *Confins. Revue franco-brésilienne de géographie/Revista franco-brasileira de geografia*, (35). 2018

MAPBIOMAS, PROJETO. Desmatamento, queimadas e retração da superfície da água aumentam o risco de desertificação da caatinga. **Map Biomas Brasil**, 2021.

PERUZZO, J. S.; MONTEIRO, J. E. A.; PEREIRA, M. C. S.; FREIRE, J. N.; SILVA, L. D. R; SILVINO, G. S. Geotecnologias: Ferramenta Prática na Detecção de Mudanças no Uso e Cobertura do Solo em Bacias Hidrográficas. Ciências agrárias: **Pesquisas e Perspectivas no Nordeste Brasileiro.** 1ed. Ananindeua, PA: Itacaiúnas, v. 1, p. 149-156. 2019

PINTO, R. M. S.; CARVALHO, V. C.; ALVALÁ, R. C. S. Mapas de variabilidade temporal do uso e cobertura da terra do núcleo de desertificação de Irauçuba (CE) para utilização em modelos meteorológicos. In: **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 14., 2009, Natal - RN. Anais... São José dos Campos: INPE, 2009, p. 6077-6083.

SOUSA, J. H. S. de et al. Classificação do uso e cobertura da terra da bacia hidrográfica do Rio Sucuru utilizando o Google Earth Engine e aplicação do algoritmo Random Forest. 2023.

SILVA, E. et al. Efeitos da implementação de barragens e projetos de compensação sobre comunidades de florestas ribeirinhas na bacia do Rio Canoas. 2022.

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

MARTINS, W. A. et al. Reduction of sediment yield by riparian vegetation recovery at distinct levels of soil erosion in a tropical watershed. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 45, p. e028220, 2021.

MUTTI, P. R.; BEZERRA, B. G. Tendências de NDVI nos núcleos de desertificação do Semiárido Brasileiro no período 2000-2018. In: **I CONGRESSO NACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO**. 2018.

VIANA, N. S. Geotecnologias e atributos dos solos para análise ambiental de unidade de conservação no semiárido. 2024.

ZHANG, M., DELGADO-BAQUERIZO, M., LI, G., ISBELL, F., WANG, Y., HAUTIER, Y., WANG, Y., XIAO, Y., CAI, J., PAN, X., & WANG, L. Experimental impacts of grazing on grassland biodiversity and function are explained by aridity. **Nature Communications**, 14, 5040. 2023