



USO DO SOLO E CONSERVAÇÃO DA VEGETAÇÃO EM ÁREAS SUSCEPTÍVEIS À DESERTIFICAÇÃO NO SERIDÓ, RIO GRANDE DO NORTE, BRASIL

Anny Catarina Nobre de Souza 1¹

*Doutoranda em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte,
profnobreannycat@gmail.com*

Sérgio Domiciano Gomes de Souza 2²

Doutorando em Geografia, Universidade Federal do Ceará, sergiogsousa97@gmail.com

Juliana Felipe Farias 3³

Doutora em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, juliana.farias@ufrn.br

Maria Losângela Martins de Sousa 4⁴

Doutora em Geografia, Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, mariasousa@uern.br

RESUMO

O estudo analisa a relação entre o uso do solo e a conservação da vegetação no Seridó potiguar, região inserida em Área Susceptível à Desertificação (ASD) e historicamente reconhecida pela presença de Núcleo de Desertificação. Utilizou-se de técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto com imagens *Landsat* e dados do Mapbiomas para uma série temporal de 30 anos. O mapeamento revelou predominância da Caatinga Aberta Degradada, acompanhada de crescimento de áreas de Pastagem e Lavouras temporárias, com redução da vegetação natural em 172 km² ao longo de 30 anos. A análise do SAVI mostrou variações na densidade vegetativa, com áreas apresentando baixos índices de modo que se constatou correlação direta entre aumento das áreas antrópicas e declínio da qualidade da vegetação. Os resultados evidenciam a pressão contínua sobre a Caatinga e reforçam a necessidade de estratégias de manejo sustentável e conservação, em um cenário de suscetibilidade à Desertificação.

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças ambientais; Degradação ambiental; Índice de Vegetação Ajustado ao Solo; ASD's; Semiárido brasileiro.

Identificação do GT

GT04: Estudos Socioambientais

1 INTRODUÇÃO

Com a sofisticação da capacidade técnica pela sociedade, da sua relação com a natureza, na apropriação e transformação dos recursos naturais, muitas vezes surgem consequências danosas. Às ciências que se preocupam com as consequências desta inter-relação tem lançado diversas possibilidades de estudo sob as vertentes de avaliação de impacto ambiental, degradação ambiental, riscos e vulnerabilidades.

Nesse contexto, a degradação ambiental emerge como um dos temas mais trabalhados, uma vez que é resultado negativo da relação predatória das atividades humanas sob os recursos naturais, produzindo desequilíbrios socioambientais - desmatamento, queimadas, contaminação de recursos hídricos e dos solos.

Nas Terras Secas, onde incide os climas árido, semiárido e subúmido seco, pode acontecer a Desertificação, como um tipo de degradação ambiental causada pelas atividades humanas em um quadro ambiental com limitação dos recursos naturais (Nascimento, 2013; 2023). Essas terras abrangem um terço do planeta Terra, onde estima-se que vivam um sexto da população mundial, sob condições sociais de baixo desenvolvimento econômico (Matallo Junior, 2001; WAD, 2019).

As condições ambientais dessas áreas são caracterizadas por restrições ambientais como clima seco com irregularidade pluviométrica, incidência de secas, escassez hídrica, solos rasos, pedregosos, deficiências de drenagem com risco de salinização e intensa atividade humana, sobretudo de base agropecuária e de uso da terra (Nascimento 2023; Jinchang Li *et. al.* 2020; Caxia *et. al.* 2021; Zuwoei *et. al.* 2022).

Espacialmente a Desertificação pode ser compreendida sob duas escalas: 1) Áreas Suscetíveis à Desertificação (ASD), e 2) Núcleos de Desertificação. As ASD's correspondem àquelas áreas vulneráveis ao processo, demarcadas em função do clima seco (Brasil, 2015), enquanto os núcleos correspondem às áreas de ocorrência do processo com desnudamento e erosão dos solos, com sinais de irreversibilidade (Vasconcelos Sobrinho, 1978).

No Brasil, a ASD corresponde ao polígono do semiárido e às áreas de entorno subúmido seco, com boa parte da região Nordeste, o norte de Minas Gerais, partes do Espírito Santo e Mato Grosso (Brasil, 2023). Dentro dessa ASD, existem alguns núcleos de Desertificação, como os de Irauçuba e Inhamuns no Ceará, e o do Seridó entre os estados do Rio Grande do Norte (RN) e da Paraíba (PB) (Pan-Brasil, 2004).

O RN se insere nesse contexto por possuir 97% de seu território submetido aos climas semiárido e subúmido seco, constituindo uma ASD (Pae-RN, 2010). Além disso, dentro de sua ASD, existe o núcleo de Desertificação do Seridó, que abrange a área reconhecida pelos municípios de Acari, Carnaúba dos Dantas, Cruzeta, Currais Novos, Equador, Parelhas (Pae-RN, 2010).

Nessa conjuntura, de degradação ambiental e susceptibilidade dos territórios à Desertificação, muitas são os caminhos metodológicos de compreender e diagnosticar o problema, subsidiada de estratégias como indicadores, técnicas de geoprocessamento, trabalhos de campo, integradas e/ou separadamente. Sendo que aquelas de base de geoprocessamento, especialmente com sensoriamento remoto, tem se despontado como úteis por permitirem uma

radiografia do espaço no tocante a identificação atual do estado da vegetação, da situação do uso do solo, mas também comparação entre diferentes épocas e até o monitoramento de áreas.

Especialmente as técnicas de sensoriamento remoto aplicadas à análise da conservação vegetal, se destacam entre as mais empregadas, como o *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) proposto por Rouse *et. al* (1974) e *Soil Adjusted Vegetation Index* (SAVI) por Huete (1988). No tocante à aplicabilidade dessas técnicas ao estudo da Desertificação, Zuowei *et. al.* (2022) testou o SAVI combinado com o albedo de superfície para o monitoramento em Sahel na África e Souza e Nascimento (2024) em estudo experimental na bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, no Brasil, aplicaram o SAVI em série temporal para averiguação da conservação vegetal e possíveis áreas em processo de desertificação. Tais estudos demonstraram a eficácia e necessidade de cruzamento dos índices com as informações de uso e ocupação do solo, que melhor assegurem o mapeamento das áreas.

Baseado nesses pressupostos, o presente trabalho tem por objetivo analisar a relação entre o uso do solo e conservação da vegetação no contexto de suscetibilidade à Desertificação no Território Seridó do Estado do RN.

2 MATERIAIS E MÉTODO

A área territorial adotada neste estudo abrange a região do Seridó potiguar, localizada na porção Centro-Sul do RN. Enquanto delimitação tomou como referência a área geográfica do Território da Cidadania do Seridó, composto por 25 municípios e uma extensão de 10.796 km², em que integra os municípios reconhecidos como parte do núcleo de desertificação do Seridó, conforme diferentes delimitações: Currais Novos, Acari, Parelhas, Equador, Carnaúba dos Dantas, Caicó e Jardim do Seridó (Pan-Brasil, 2004), mais Cruzeta (Pae-Brasil, 2010) Ouro Branco, Santana do Seridó e São José do Sabugi (Perez-Marin *et al.*, 2012).

A metodologia adotada baseou-se em técnicas de geoprocessamento e sensoriamento remoto aplicadas à análise ambiental de uso do solo e conservação da vegetação, por meio do *software* QGIS, para a série temporal de 30 anos, considerando os anos de 1993, 2003, 2013 e 2023. Para uso do solo, realizou-se mapeamento de uso e cobertura da terra extraídas Coleção 9 do Map Biomas, com adaptação das nomenclaturas da tipologia para a realidade espacial investigada, visando identificar padrões espaço-temporais de alteração da paisagem pelas atividades humanas.

Para a identificação da conservação da vegetação, foi realizada a modelagem do Índice de Vegetação Ajustado ao Solo (SAVI) por sua capacidade de minimizar o efeito do solo exposto, relevante em regiões semiáridas. A fonte adotada foi as imagens do satélite *Landsat* nas coleções 4, 5 e 8 e bandas 3, 4 e 5 para a mesma série temporal nos meses de junho, agosto e setembro - sob critério de menor incidência de nuvens - disponibilizadas pelo *United States Geological Survey* (USGS). O índice foi obtido por meio da equação dentro da calculadora raster no QGIS:

$$(NIR - RED) / (NIR + RED + L) * (L+1)$$

Onde:

NIR = Infravermelho próximo

RED = Vermelho

L = 0.5

Feito isso, realizou-se o cruzamento georreferenciado das áreas com menor índice SAVI e com os dados de uso e cobertura do solo, por meio da delimitação de quadrantes, para se perceber a assimilação entre essas informações espaciais.

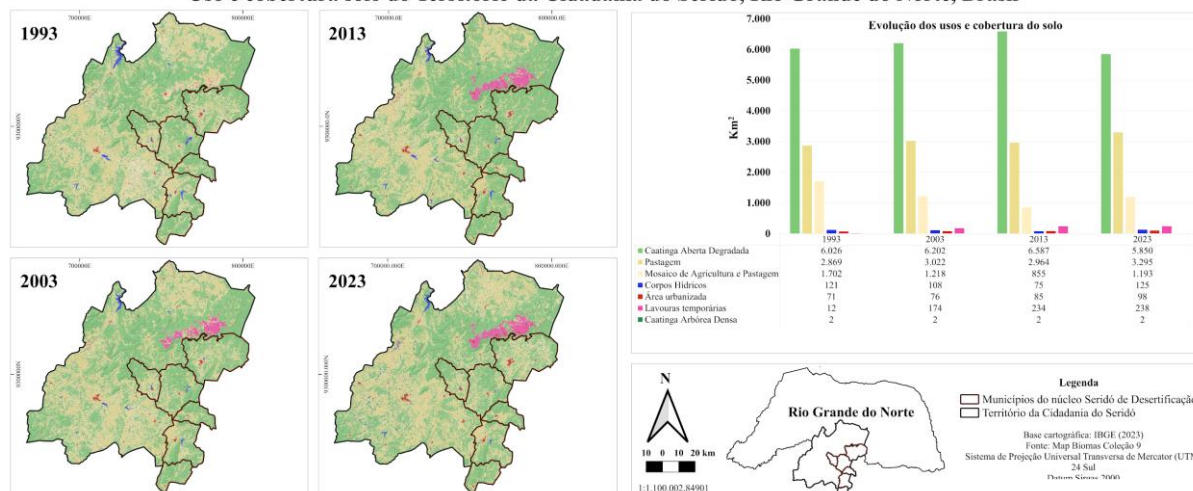
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Evolução do uso e cobertura do solo (1993-2023)

O Território da Cidadania do Seridó Potiguar, apresenta uma diversa tipologia de usos e cobertura do solo que se sucedem ao longo do tempo analisado, sendo elas: Caatinga Aberta Degradada, Caatinga Arbórea Densa, Pastagem, Mosaico de Agricultura e Pastagem, Lavouras Temporárias, Corpos Hídricos e Áreas Urbanizadas, conforme mostra o mapa da Figura 1. No início da série, em 1993, as tipologias de cobertura natural correspondiam a 6.149 km² (56,92%) enquanto as de uso antrópico correspondiam 4.654 km² (43,08%). Já em 2023 a cobertura natural é de 5.977 km² (55,33%), e 4.824 km² (44,65%) com áreas de uso antrópico, ou seja, houve um aumento da antropização em detrimento das áreas naturais em 172 km² (1,5%).

Figura 1 – Evolução do uso e cobertura do solo no Território Seridó de 1993 a 2023

Uso e cobertura solo do Território da Cidadania do Seridó, Rio Grande do Norte, Brasil



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

A análise espacial-temporal do uso e cobertura do solo no Seridó, apresenta mudanças na paisagem ao longo dos 30 anos, demonstrando que o processo de alteração foi iniciado antes do ano analisado (1993). Em 1993, predominava a classe de Caatinga Aberta Degradada, que ocupava 6.026 km² da área total (55,78%). Essa cobertura manteve-se dominante em todos os anos analisados, com pico em 2013 (6.587 km², relativo a 60,97%), seguido por uma redução em 2023 (5.850 km², relativo a 51%), indicando uma substituição por outras classes de uso.

A área de Pastagem apresentou tendência de crescimento contínuo ao longo das décadas, passando inicialmente em 1993 de 2.869 km² (26,55%) para 3.295 km² (30,50%) em 2023, o que pode indicar uma intensificação da atividade pecuária na região. A classe Mosaico de Agricultura e Pastagem teve uma trajetória mais variável, com redução acentuada entre 1993 e 2013, de 1.702 km² (15,75%) para 855 km² (7,91%), ou seja, uma diminuição de 8,24%. Seguida por uma recuperação em 2023, correspondente a 1.193 km² (11,04%).

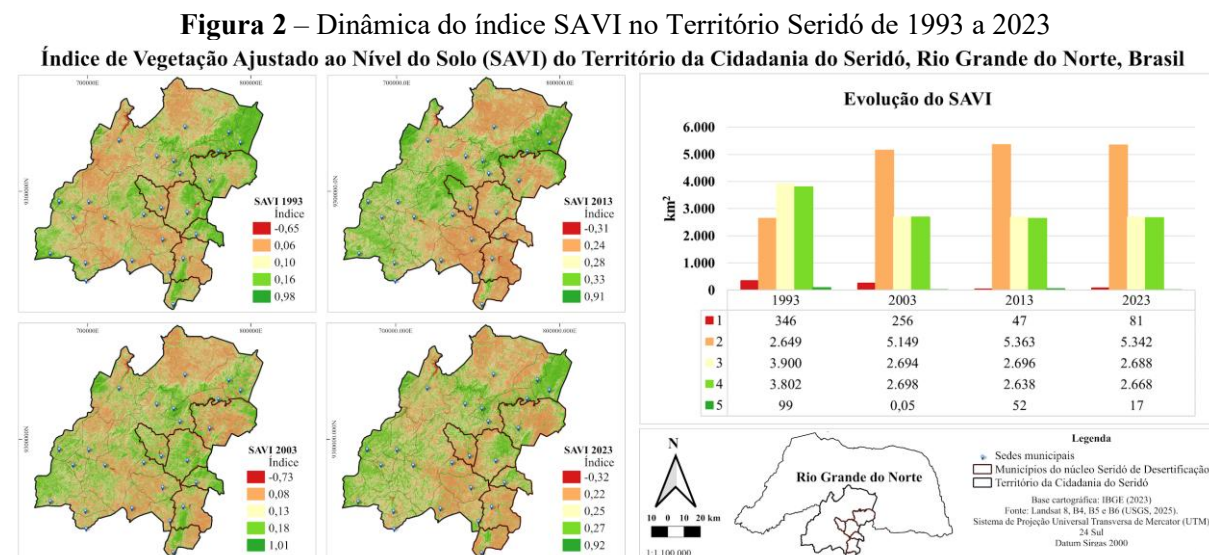
As Lavouras Temporárias apresentaram crescimento progressivo, saltando de 12 km² (0,11%) no ano de 1993 para 238 km² (2,20%) em 2023, o que pode refletir a expansão da agricultura sazonal de pequeno porte, especialmente na Serra de Santana, onde estão as sedes municipais de Tenente Laurentino Cruz e Lagoa Nova.

Já as Áreas Urbanizadas aumentaram discretamente, de 71 km² (0,65%) para 98 km² (0,90%) no mesmo período e os Corpos hídricos mantiveram-se relativamente estáveis, com pequena oscilação, saindo de 121 km² (1,12%) em 1993 para 125 km² (1,15%) no último ano, o que pode estar relacionado à variação da disponibilidade hídrica e ao monitoramento via sensoriamento remoto.

Por sua vez, a classe que representa a maior densidade de cobertura vegetal, a Caatinga Arbórea Densa, permaneceu praticamente inalterada, ainda que com baixa representativa, restrita a 2 km² (0,01%) em todos os anos analisados, refletindo o processo histórico de alta antropização e a consequente supressão vegetal.

3.2 Dinâmica do índice SAVI (1993–2023)

A série temporal dos mapas do SAVI, representada no mapa da Figura 2, revela variações expressivas na densidade da cobertura vegetal ao longo do período analisado. Em 1993, observou-se uma distribuição variada mas com predominância de índices medianos pelas classes 3 e 4, variando entre 0,10 e 0,33, que juntas somam cerca de 7.700 km² (71,8%).



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

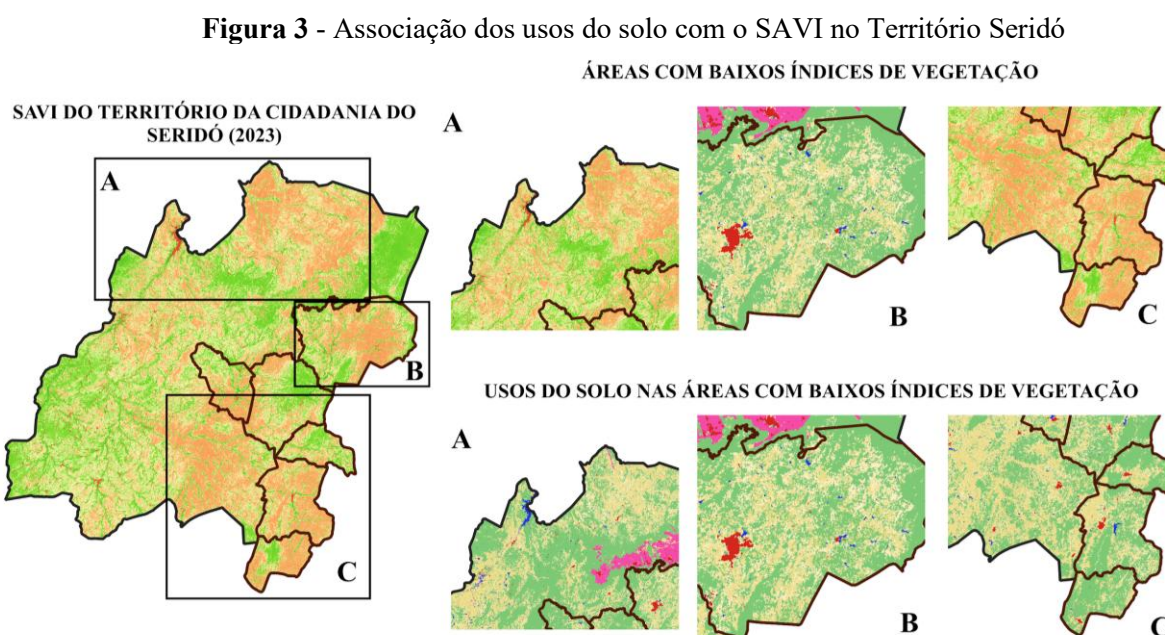
O ano de 2003 apresentou um aumento dos valores da classe 2 (com índices entre 0,08 e 0,13) que representam um baixo vigor vegetativo, passando de 2.649 km² (24,52%) para 5.149 km² (47,66%), em relação ao ano anterior, com redução das classes com valores mais altos. Este comportamento pode estar associado a eventos climáticos adversos (como secas) ou ao avanço de práticas de uso do solo menos sustentáveis.

Em 2013, notou-se um novo pico da classe 2 com 5.363 km² (51,49%), mantendo o padrão observado em 2003, mas com discreto aumento da classe 5 - que representa os valores mais altos de SAVI, próximos de 1,0 - que chegou a 52 km² (0,48%) enquanto no ano anterior tenha sido de 0,05 km² sugerindo a presença de áreas com vegetação mais densa e saudável, ainda que pontualmente.

Já em 2023, a distribuição do SAVI indica uma leve melhora nas condições gerais da vegetação. A classe 2 se manteve elevada, com 5.342 km² (49,45%), mas houve um aumento da classe 4, de 2.638 km² (24,42%) para 2.668 km² (24,69%), com manutenção da classe 5 em 17 km² (0,15%), o que sugere um cenário de leve recuperação da cobertura vegetal em determinadas áreas.

3.3 Análise comparativa entre uso do solo e SAVI

A comparação entre os dados de uso e cobertura do solo e os índices do SAVI revela uma correlação direta entre a expansão de áreas antrópicas, sobretudo pastagens e agricultura, e a redução da qualidade da vegetação natural. As áreas com predominância de Caatinga Aberta Degradada e Pastagens apresentam os valores mais baixos do SAVI, especialmente em três porções do território Seridó, conforme ilustrado na Figura 3.



Fonte: Elaboração dos autores (2025).

Naquelas áreas em que houve a expansão das Lavouras Temporárias e do Mosaico de Agricultura e Pastagem, entre 2013 e 2023, não foi acompanhada de melhora significativa nos índices de vegetação, reforçando a hipótese de pressão antrópica contínua degradando a vegetação. Por outro lado, áreas que mantiveram ou recuperaram a cobertura vegetal nativa

(ainda que restritas) apresentaram os valores mais elevados de SAVI, localizadas principalmente nos setores Norte e Leste do território.

Pelo que se percebe o único setor da área estudada em que não houve correspondência entre os baixos índices de vegetação com as áreas antropizadas, foi naquele onde se situa a serra de Santana. Isso pode ser explicado em função do que demonstra o mapeamento de uso do solo ser uma área em que predomina Lavouras Temporárias caracterizadas por um outro perfil de produção agrícola diferente do sequeiro (como as que se dão nas demais partes da área). Possuindo uma resposta espectral ao satélite semelhante às áreas vegetadas com alto vigor, proporcionadas pela irrigação empreendida

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise espacial-temporal das quatro décadas consideradas neste estudo revela um padrão contínuo de degradação ambiental, no tocante a alteração da vegetação, sob o Território da Seridó potiguar, em virtude da expansão das atividades antrópicas como pastagem e agricultura, em detrimento da vegetação nativa, especialmente da Caatinga Arbórea Densa, praticamente inexistente no período analisado.

A aplicação do índice SAVI permitiu aferir o vigor da vegetação, evidenciando que áreas com maior antropização, em geral, correspondem a zonas de baixo índice vegetativo. No entanto, um dado relevante é que parte expressiva dessas áreas mais degradadas encontra-se fora da área demarcada como núcleo de desertificação do Seridó, o que sinaliza uma lacuna nos critérios metodológicos de delimitação dessas zonas críticas e a consequente defasagem das informações. Tal fato carece maior aprofundamento de pesquisas a fim de contribuir na revisão e atualização das políticas públicas e ações de monitoramento - inerentes à mitigação da natureza do fenômeno.

Dessa forma, o estudo demonstra que a pressão sobre os recursos naturais na área do Seridó permanece intensa e progressiva, exigindo intervenções pautadas na restauração e conservação da vegetação nativa. Ademais, ressalta-se a validade das técnicas de geoprocessamento, mesmo quando aplicadas isoladamente, para a investigação ambiental da desertificação, bem como seu potencial para fortalecer as evidências obtidas por meio de estudos integrados com indicadores e trabalhos de campo na área.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) pelo financiamento de bolsas de pesquisa aos autores.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. **Nota Técnica: Elaboração dos mapas de índice de aridez e precipitação total acumulada para o Brasil**. CEMADEM, 2023.

BRASIL. **Lei nº 13.153 de 30 de julho de 2015**. Política Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca. 2015

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca**. PAN-BRASIL. Brasília: Edições MMA, 2004.

CAIXIA, Z.; WANG, X.; LI, J.; ZHANG, Z.; ZHENG, Y. *The impact of climate change on wind desertification in northern China: assessment using the aridity index*. **Catena**, 207, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2021.105681>.

HUETE, A.R. (1988). *A soil-adjusted vegetation index (SAVI)*. **Remote Sensing of Environment**, 25(3), 295–309, 1988. [https://doi.org/10.1016/0034-4257\(88\)90106-X](https://doi.org/10.1016/0034-4257(88)90106-X)

JINCHANG, L.; YAO, Q.; ZHOU, N.; LI, F. *Modern wind desertification on the Tibetan Plateau under climate change*. **Land Degradation & Development**, v. 32, p. 1908-1916, 2020. <https://doi.org/10.1002/ldr.3862>.

MATTALO JUNIOR, H. **Indicadores de desertificação: histórico e perspectivas**. Brasília: UNESCO, 2001.

NASCIMENTO, F. R. do. **O fenômeno da desertificação**. Goiânia: Editora UFG, 2013.

NASCIMENTO, F. R. do. *Global environmental changes, desertification and sustainability*. Springer, Latin American Studies, 2023.

PEREZ-MARIN, A. M.; CAVALCANTE, A. M. B.; MEDEIROS, S. S.; TINÔCO, L. B. de M.; SALCEDO, I. H. Núcleos de desertificação no semiárido brasileiro: ocorrência natural ou antrópica? **Parc. Estrat.**, v. 17, n. 34, p. 87-106, 2012.

ROUSE, J.W.. *Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS*. **Third Earth Resources Technology Satellite-1 Symposium**. NASA SP-351, v. 1, p. 309–317, 1974

RIO GRANDE DO NORTE – Secretaria de Estado do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos (SEMARH). **Programa de Ação Estadual de Combate à Desertificação e Mitigação dos Efeitos da Seca no Estado do Rio Grande do Norte – PAE/RN**, 2010.

SOUZA, S. D. G. de; NASCIMENTO, F. R. **Prospecção à identificação de núcleos de Desertificação: bacia hidrográfica do rio Apodi-Mossoró, RN, Brasil.** Anais do XX SBGFA - Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada & IV ELAAGFA - Encontro Luso-Afro-Americano de Geografia Física e Ambiente, Editora Realize, João Pessoa, PB, 2024

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **O grave problema ecológico da desertificação.** Recife, 1978.

WAD. **World Atlas of Desertification. Commission European**, 2019. Disponível em: <https://wad.jrc.ec.europa.eu/> Acesso em: 20. 01. 2024

ZUOWEI Y.; GAO, X.; LEI, J. MENG, X.; ZHOU, N. *Analysis of spatiotemporal changes and driving factors of desertification in the African Sahel.* **Catena**, 213, 2022.
<https://doi.org/10.1016/j.catena.2022.106213>.
