

ÁREAS SUSCEPTÍVEIS A DESERTIFICAÇÃO NO NORDESTE BRASILEIRO: UMA ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MUNICÍPIOS NO NÚCLEO DO SERIDÓ

Rafaela Fernandes Lopes¹
Ingrid Winne de Lima Fernandes²
Gabriel Victor de Araújo Pereira³
Alíbia Deysi Guedes da Silva⁴
Raila Mariz Faria⁵
Rebecca Luna Lucena⁶

INTRODUÇÃO

É possível determinar a intensidade do processo de desertificação a partir dos parâmetros ambientais. De acordo com Dregne (1977), desertificação fraca equivaleria à pequena deterioração da cobertura vegetal e do solo, moderada, à grande degradação da cobertura vegetal e surgimento de nódulos de areia, severa, ao aparecimento de dunas e à intensificação da erosão eólica, e muito severa, ao desaparecimento quase completo da biomassa e à salinização. Tal processo tem se destacado como um tema de grande relevância no debate sobre a degradação das terras, especialmente desde a Conferência das Nações Unidas de Combate à Desertificação, realizada no Quênia em 1977 (Conti, 2009). Este evento foi um marco significativo que moldou a abordagem global em relação à desertificação, impulsionando a busca por planejamentos eficazes para combater esse fenômeno.

No Brasil, cerca de 20% da área semiárida do Nordeste encontra-se em processo de desertificação (Melo, 2017). Essas regiões são caracterizadas como áreas suscetíveis à desertificação, pois estão em estado avançado de degradação. Nesse contexto, encontram-se os estados do Rio Grande do Norte e da Paraíba, ambos com a maior parte de seus territórios situados em áreas semiáridas. De acordo com a delimitação do semiárido (SUDENE, 2017), a

¹ Graduanda do Curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, lopesrafaela009@gmail.com;

² Graduanda do Curso de Bacharelado em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, winne.fernandes.079@ufrn.edu.br;

³ Graduando do Curso de Licenciatura em Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, gabriel.pereira.702@ufrn.edu.br;

⁴ Mestranda do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, alibiadeysi.prof@gmail.com;

⁵ Doutoranda do Curso de Ciências Climáticas da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, railafaria@gmail.com.

⁶ Professora orientadora: Doutorada do Curso de Geografia da Universidade de Brasília - UNB, rebeccaosvaldo@yahoo.com.br.

Paraíba conta com 194 municípios nessa condição, enquanto o Rio Grande do Norte possui 147 municípios na mesma situação. Evidências dessa degradação estão presentes em quase todas as partes do Semiárido Brasileiro (SAB) e, em alguns locais, são tão marcantes que foram rotuladas de núcleos de desertificação (Vasconcelos Sobrinho, 1971). Atualmente, consideram-se seis Núcleos de Desertificação no Semiárido do Brasil: Seridó, (RN/ PB), Cariris Velhos (PB), Inhamuns (CE), Gilbués (PI), Sertão Central (PE) e Sertão do São Francisco (BA) (Vasconcelos Sobrinho, 2002). Neste contexto, o presente trabalho se propôs a realizar uma comparação climatológica, fundamentada na análise de dados, entre os municípios de Cruzeta, no estado do Rio Grande do Norte, e Santa Luzia, no estado da Paraíba, ambos situados no núcleo de desertificação do Seridó. O intuito é compreender essa dinâmica a partir da aplicação de índices de aridez, em um mesmo núcleo, no entanto em estados distintos.

METODOLOGIA (OU MATERIAIS E MÉTODOS)

A análise climatológica foi conduzida por meio da comparação entre variáveis meteorológicas de dois municípios inseridos no Núcleo de Desertificação do Seridó, no Semiárido nordestino, sendo eles: Santa Luzia, no estado da Paraíba e Cruzeta, no estado do Rio Grande do Norte.

Os dados meteorológicos utilizados foram obtidos no Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) referentes ao município de Cruzeta e na Agência Executiva das Águas do Estado da Paraíba (AESAs) para o município de Santa Luzia. O recorte temporal dos dados utilizados foi de 2002 a 2018, totalizando 17 anos. As coordenadas geográficas das estações são: Cruzeta, -6,43 latitude; -36,58 longitude; 226 m de altitude e; Santa Luzia, -6,87 latitude; -36,92 longitude; 302 m de altitude. A distância entre os dois municípios em linha reta é de 53 km.

Foram coletados valores mensais de precipitação total e temperatura média. Em seguida, foram calculados parâmetros de estatística descritiva e aplicação em três índices climáticos: o Índice de Aridez de De Martonne, o Índice de Aridez de Lang e o Índice de Aridez de Gausson e Bagnouls. Suas equações e critérios de classificação estão descritos na Tabela 1.

Índice	Equação	Valor	Condição
Índice de Aridez de Lang	$IA = P / T$	IA < 20 20 < IA < 40 40 < IA < 160 IA > 160	Árido Semiárido Úmido Muito úmido

Índice de Aridez de De Martonne	$IA = P / (T + 10)$	$IA < 5$ $5 < IA < 15$ $15 < IA < 20$ $20 < IA < 30$ $30 < IA < 60$ $IA > 60$	Árido Semiárido Subúmido seco Subúmido úmido Úmido Muito úmido
Índice de Aridez de Gaussen e Bagnouls	$IA = P \leq 2 * T$	Meses 12 9 - 11 7 - 8 5 - 6 3 - 4 1 - 2 0	Desértico Subdesértico Seco acentuado Seco médio Seco tênue Clima transicional Úmido

Tabela 1. Classificação climática por índice de aridez

Fonte: Alves et al. (2012); Souza et al. (2019); Torres e Machado (2011) *Apud* Lucena et al. (2024).

Esses índices climáticos oferecem uma compreensão mais detalhada das condições relacionadas ao nível de aridez e suas consequências para o ambiente. Sua principal vantagem é a simplicidade, pois utilizam apenas duas variáveis básicas (precipitação e temperatura), o que facilita a coleta de dados. Todos os cálculos, análises estatísticas, bem como a elaboração de gráficos e tabelas, foram realizados utilizando a planilha eletrônica Excel.

REFERENCIAL TEÓRICO

A desertificação é um aspecto da deterioração generalizada dos ecossistemas sob as pressões combinadas de um clima adverso e flutuante e de uma exploração excessiva (Rodrigues, 1992). Nesse sentido, as atividades de desmatamento podem intensificar os processos naturais e, em alguns casos, desestabilizar a dinâmica natural do ambiente além do limiar da recuperação (DREW, 1986). Sendo assim, apesar das características climáticas adversas, o ambiente natural conseguiria se manter estável sem a exploração excessiva, pois ela faz com que a natureza se recupere mais lentamente do que a velocidade com que é explorada. Em outras palavras, a desertificação biológica ocorreria quando os ecossistemas perdessem sua capacidade de regeneração, verificando-se rarefação da fauna e redução da superfície coberta por vegetação, seguidas de empobrecimento dos solos e salinização (Conti, 2009).

A partir disso, é fundamental realizar uma análise climatológica das regiões em processo de desertificação. Os índices de aridez são de relevante utilização nos estudos não só de áreas secas como também mais especificamente nos estudos da desertificação. A aridez é uma característica do clima que relaciona a insuficiência de precipitação adequada para manter uma vegetação (EMBRAPA, 2009). Portanto, o entendimento das características climáticas e seus processos é essencial para a gestão de regiões semiáridas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme os resultados apresentados na Tabela 2, o Índice de Aridez de Lang indicou um elevado grau de aridez nos dois municípios analisados. Em ambos os locais, o índice classifica todos os anos como ‘semiárido’ ou ‘árido’. Para Cruzeta, foram identificados oito anos como ‘semiárido’ e nove como ‘árido’. Já em Santa Luzia, a maioria dos anos foi classificada como ‘árido’, totalizando onze, enquanto seis anos foram identificados como ‘semiárido’. Desse modo, observa-se que o município de Santa Luzia apresenta um maior grau de aridez, refletido em menores índices pluviométricos ao longo dos anos. É importante destacar que nos sete anos mais recentes, a partir de 2012, Santa Luzia foi continuamente classificada como árido, indicando uma diminuição nas chuvas sobretudo nos últimos anos. Como resultado, com base na média do índice abrangendo todos os anos, Santa Luzia foi caracterizada como árida, enquanto Cruzeta foi classificada como semiárida.

Ano	Lang		De Martonne		Gausse e Bagnouls	
	Cruzeta	Santa Luzia	Cruzeta	Santa Luzia	Cruzeta	Santa Luzia
2002	Semiárido	Semiárido	Subúmido úmido	Subúmido seco	Seco acentuado	Seco acentuado
2003	Árido	Árido	Semiárido	Semiárido	Seco acentuado	Subdesértico
2004	Semiárido	Semiárido	Subúmido úmido	Subúmido úmido	Seco acentuado	Subdesértico
2005	Árido	Árido	Semiárido	Semiárido	Subdesértico	Subdesértico
2006	Semiárido	Semiárido	Subúmido seco	Subúmido seco	Seco acentuado	Seco acentuado
2007	Árido	Árido	Semiárido	Semiárido	Seco acentuado	Subdesértico
2008	Semiárido	Semiárido	Subúmido úmido	Subúmido úmido	Seco acentuado	Subdesértico
2009	Semiárido	Semiárido	Subúmido úmido	Subúmido úmido	Seco médio	Seco médio
2010	Semiárido	Árido	Subúmido seco	Semiárido	Seco acentuado	Seco acentuado
2011	Semiárido	Semiárido	Subúmido úmido	Subúmido seco	Seco médio	Seco médio
2012	Árido	Árido	Semiárido	Semiárido	Subdesértico	Subdesértico
2013	Árido	Árido	Semiárido	Semiárido	Subdesértico	Subdesértico
2014	Semiárido	Árido	Subúmido seco	Semiárido	Subdesértico	Subdesértico
2015	Árido	Árido	Semiárido	Semiárido	Subdesértico	Seco acentuado
2016	Árido	Árido	Semiárido	Semiárido	Subdesértico	Subdesértico
2017	Árido	Árido	Semiárido	Semiárido	Subdesértico	Subdesértico
2018	Árido	Árido	Semiárido	Semiárido	Subdesértico	Subdesértico
Média	Semiárido	Árido	Semiárido	Semiárido	Seco acentuado	Seco acentuado

Tabela 2. Resultados anuais dos Índices de aridez

Fonte: Elaborado pelos autores.

O Índice de Aridez de De Martonne, também apresentado na tabela 2, revelou diferenças consideráveis entre os municípios. Em Cruzeta, cinco dos dezoito anos avaliados foram classificados como ‘subúmido úmido’, embora essa condição tenha ocorrido apenas até 2011. Além disso, quatro anos foram classificados como ‘subúmido seco’ e nove anos como ‘semiárido’. Em Santa Luzia, por outro lado, onze anos foram classificados como ‘semiárido’,

três como ‘subúmido úmido’ e três como ‘subúmido seco’. Por consequência, com base na média, Santa Luzia foi classificada como semiárido, enquanto Cruzeta foi caracterizada como ‘subúmido seco’. Ambos os municípios mostraram variações climáticas ao longo dos anos e apresentaram um padrão de classificação contínua como semiárido a partir de 2012, com exceção apenas no ano de 2014 para Cruzeta, sendo classificado com ‘subúmido seco’.

Os resultados obtidos a partir do Índice de Aridez ou mês seco de Gaussen e Bagnouls, demonstrados na tabela 2, indicaram que, em Cruzeta, sete anos foram classificados como 'seco acentuado', dois como 'seco médio', e oito anos como 'subdesértico'. Para Santa Luzia, quatro anos foram classificados como 'seco acentuado', dois como 'seco médio', e oito anos como 'subdesértico'. Esses dados evidenciam novamente a discrepância nas condições climáticas entre os dois municípios. Conforme evidenciado pelos outros índices, Santa Luzia apresenta resultados menos favoráveis, com onze anos classificados como 'subdesértico' — uma condição que se caracteriza por 9 a 11 meses de seca, conforme demonstrado na Tabela 1. É importante destacar que este índice mostrou correlação com o índice de De Martonne, ambos indicando resultados mais amenos em 2009. Esse ano foi considerado atípico para a região, com uma quantidade de precipitação superior à dos demais anos.

Ocorreu uma mesma categoria para ambos os municípios, sendo eles classificados como ‘seco acentuado’, porém Cruzeta apresenta sete meses secos e Santa Luzia oito meses secos, de acordo com a média do período analisado. O município de Santa Luzia apresentou menores valores pluviométricos, com as colunas que representam a precipitação atingindo no máximo entre 120 e 140 milímetros (Figura 1). Em contraste, Cruzeta alcançou entre 140 e 160 milímetros, demonstrando valores máximos mensais de precipitação ligeiramente superiores. Essas diferenças, embora sutis, influenciaram também os resultados obtidos nos outros índices.

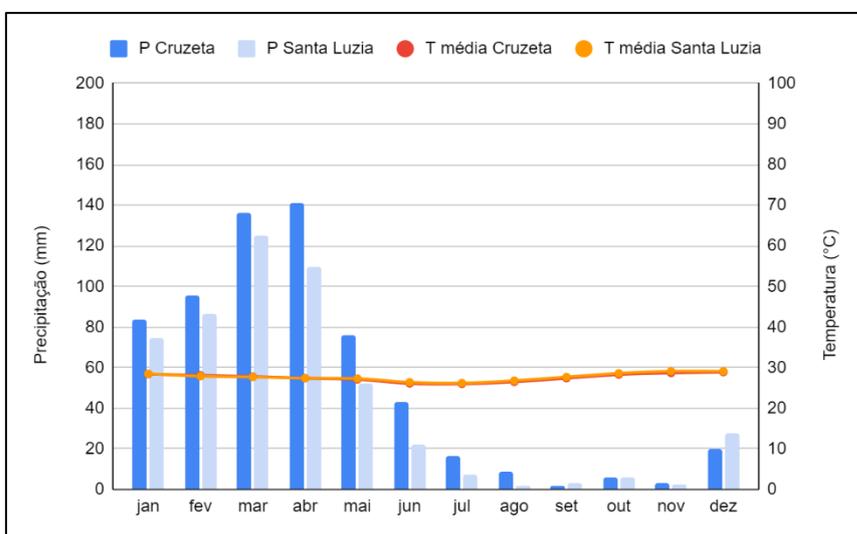


Figura 1. Gráfico ombrotérmico de Gaussen para os municípios

Fonte: Elaborado pelos autores.

Os menores valores nos três índices foram registrados no ano de 2012 para ambos os municípios, refletindo o início da forte seca que atingiu o Nordeste. Diversos municípios do semiárido brasileiro foram severamente acometidos pela seca registrada entre os anos de 2012 e 2017 (Silva et al., 2022). Esse período marcou uma das mais intensas crises hídricas da região, com impactos profundos na agricultura, abastecimento de água e na vida das comunidades afetadas.

A diminuição dos índices pluviométricos foi atribuída como principal razão para os anos mais adversos, já que não houve grande variação na temperatura média durante o período analisado. Em ambos os municípios, a temperatura se manteve entre 26,5 °C e 28,5 °C, justificada pela localização latitudinal dos mesmos, situados próximos à linha do equador, onde há uma maior distribuição de energia com pouca oscilação durante todo o ano (Aprígio et al., 2020). Vale ressaltar que temperatura e precipitação foram as únicas variáveis utilizadas nos cálculos dos índices.

A análise dos resultados também revela que os meses que apresentaram maiores níveis críticos de carência pluviométrica em ambos os municípios coincidem com o início do solstício de inverno, estendendo-se de forma contínua de junho a dezembro. Essa tendência geral advém do regime pluviométrico local, que apresenta um ciclo climático anual dividido em duas estações: seca e chuvosa (Souza et al., 2019). Torna-se, portanto, essencial um planejamento mais eficiente do uso dos recursos hídricos durante esse período.

Diante desse contexto, ambos os municípios apresentam elevados índices de aridez, consequência da baixa precipitação anual e das elevadas temperaturas, características típicas da região do Seridó nos dois estados. Essas condições áridas afetam diretamente outros aspectos geográficos, como a qualidade do solo, a cobertura vegetal e a disponibilidade de recursos hídricos, e isso os torna altamente suscetíveis à desertificação. No entanto, a análise indica que Santa Luzia é ainda mais vulnerável que Cruzeta, exibindo resultados de maior aridez e, portanto, maior vulnerabilidade climática ao processo de desertificação.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo comparou variáveis climáticas na região do Núcleo de Desertificação do Seridó (RN/PB), aplicando índices de aridez. Os resultados indicaram elevados níveis de aridez em ambos os municípios analisados, evidenciando uma grande suscetibilidade ao processo de

desertificação. No entanto, constatou-se que a cidade de Santa Luzia, PB, está em maior risco, com índices que apontam para uma situação mais crítica. A aridez observada tem o potencial de agravar a escassez de água, aumentar a gravidade e a propagação da desertificação, e impactar atividades essenciais, como a agricultura — processos que já vêm ocorrendo. Diante disso, torna-se necessário um planejamento estratégico para essas áreas, com o objetivo de controlar os fatores antrópicos que desencadeiam a desertificação.

Em suma, os três índices apresentaram resultados consistentes entre si, mas dentro de seus próprios critérios e classificações. Por exemplo, o índice de Lang classificou todos os anos como ‘semiárido’ ou ‘árido’, mesmo em um ano chuvoso, pois a categoria subsequente à ‘semiárido’ é ‘úmido’. No entanto, considerando as características da região semiárida, é pouco provável que essa classificação seja atingida. Se o índice fosse mais sensível às variações de umidade, os resultados poderiam refletir melhor as condições climáticas específicas da região. É importante destacar que mais estudos devem ser realizados na área, pois tomar como base apenas os índices de aridez não retratam totalmente a suscetibilidade à desertificação da área de estudo, já que neste trabalho foi analisada apenas a questão climática.

Palavras-chave: Semiárido; Núcleos de desertificação; Mudanças climáticas; Nordeste brasileiro; Índices de aridez.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à PROPESQ-UFRN e ao CNPq por concessão de bolsa PIBIC.

REFERÊNCIAS

ALVES, J. J. A.; SILVA, M. C. da; SILVA, V. dos S.; CARVALHO, V. C. de. **Indicadores climáticos das áreas de desertificação nos cariris velhos da Paraíba**. Revista Geonorte, Edição Especial 2, v. 1, n. 5, p. 585 – 597, 2012.

APRÍGIO, T. R. M.; FARIA, R. M.; LUCENA, R. L.; SOUZA, S. F. F.; CARDOZO, A. S.; SILVA, A. D. G. **Mapeamento da aridez no estado do Rio Grande do Norte**. In: PINHEIRO, Lidriana de Souza; GORAYEB, Adryane (org.). Geografia física e as mudanças globais. Fortaleza: Editora UFC, v. 1, p. 1-12, 2019.

CONTI, J. B. O CONCEITO DE DESERTIFICAÇÃO. CLIMEP - **Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 3, n. 2, 2009. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/article/view/2091>. Acesso em: 6 ago. 2024.

DREGNE, H. E. **Desertification of arid lands**. Economic Geography, Worcester, 539 (4), 1977, p. 322-331.

DREW, D. **Processos interativos homem - meio ambiente**. Trad. João Alves dos Santos: revisão de Suely Bastos, São Paulo: DIFEL, 1986. 206p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Índices para a quantificação da seca**: relatório do ano de 2009. Santo Antônio de Goiás, 2009. 41 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 244).

LUCENA, R. L.; SILVA, A. D. G. da; ESTECA, F. de C. N.; GALVANI, E. **The climate and climatological water balance of Brazilian semi-arid mountainous areas and inland depression**. Revista Agrogeoambiental, v. 16, n. único, 2024. <https://doi.org/10.18406/2316-1817v16unico20241833>

MELO, Wagner Miranda de. **Desertificação e Economia no Núcleo do Seridó**. 2017. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/4365>. Acesso em: 11 ago. 2024.

RODRIGUES, V. **Avaliação do quadro da Desertificação no nordeste do Brasil: Diagnósticos e perspectivas**. Fortaleza, ICID, 1992.

SILVA, M. M. N. da; BRITO, H. C. de; FREITAS, C. C. G.; BRITO, Y. M. A. de; SILVA, J. B da. **Impactos da seca sobre a cultura do caju no semiárido brasileiro no interstício de 2012 a 2017**. Caminhos de Geografia, Uberlândia, v. 23, n. 89, p. 390–408, 2022. <https://doi.org/10.14393/RCG238960656>

SOUZA, S. O. de; NOBRE, A. C. O. de; LIMA G. R. R; ALENCAR F. K. M. A. de; SILVA F. J. A. da. **Variação temporal de índices de aridez na área de reservatório do trópico semiárido**. 10, 2019. Fortaleza: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2019. 6 p. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/congresso10.htm>. Acesso em: 11 ago. 2024.

SUDENE. **Delimitação do Semiárido 2021**: relatório final. Recife: SUDENE, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/sudene/pt-br/centrais-de-conteudo/02semiariadorelatorionv.pdf>. Acesso em 11 de ago. 2023.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Núcleos de desertificação no polígono das secas**. Anais. ICB. Recife: UFPE, v.1, n.1, p. 69- 73, 1971.

VASCONCELOS SOBRINHO, J. **Desertificação no Nordeste do Brasil**. Recife: Editora Universitária, 2002.