COMPARAÇÃO ENTRE EQUAÇÕES EMPÍRICAS DE EROSIVIDADE DE CHUVAS EM UMA BACIA HIDROGRÁFICA EM DESERTIFICAÇÃO EM PERNAMBUCO

Raul Gomes da Silva 1 [1] ; Maria Eloyse Gonçalves Luiz [2] ; Caio Maurício Eurico de Oliveira [3] ; Joana Gabrielle Carias do Nascimento [4] ; Monaliza Araújo de Santana [5] ; Alex José da Silva Júnior [6] Mariana Regina Oliveira de Freitas [7]

RESUMO – O monitoramento da erosividade de chuvas é uma forma de se prever impactos dos efeitos atmosféricos nos sistemas terrestres e na qualidade dos solos, e exige métodos adaptados às condições climáticas locais, especialmente em regiões semiáridas sujeitas à degradação e desertificação. Neste sentido, foram comparadas 15 equações empíricas de erosividade desenvolvidas para diferentes biomas brasileiros, com o objetivo de avaliar sua aplicabilidade no ambiente semiárido. A equação de Cantalice et al. (2009) foi utilizada como valor de referência (1.663,14 MJ mm ha^{-1} h^{-1}), servindo como base comparativa para as demais. Observou-se uma tendência predominante de superestimação dos valores, com média geral de 3.720,56 MJ mm ha^{-1} h^{-1}, cerca de 124% superior ao valor de referência. As maiores discrepâncias ocorreram em equações desenvolvidas para biomas úmidos, como Cerrado e Mata Atlântica, que refletem condições pluviométricas distintas das regiões semiáridas. Em contrapartida, equações elaboradas para a Amazônia apresentaram subestimação significativas. Os resultados evidenciam a necessidade de calibração regional das equações de erosividade para melhorar a precisão das estimativas em áreas semiáridas e contribuir para o aprimoramento de estudos sobre degradação dos solos e riscos de desertificação.

ABSTRACT– Monitoring rainfall erosivity is a way to predict the impacts of atmospheric effects on terrestrial systems and soil quality, requiring methods adapted to local climatic conditions, especially in semi-arid regions vulnerable to land degradation and desertification. In this context, 15 empirical erosivity equations developed for different Brazilian biomes were compared to assess their applicability in a semi-arid environment. The equation proposed by Cantalice et al. (2009) was used as the reference value (1,663.14 MJ mm ha^{-1} h^{-1}), serving as a comparative basis for the other equations. A predominant tendency toward overestimation was observed, with an overall mean of 3,720.56 MJ mm ha^{-1} h^{-1}, approximately 124% higher than the reference value. The largest

[1]) Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife – PE – CEP: 50670-901. E-mail: raul.gomes@ufpe.br
[2]) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n –Recife – PE – CEP: 52171-900. E-mail: eloyse.goncalves@ufrpe.br
[3]) Universidade Federal de Pernambuco. Av. da Arquitetura, s/n – Cidade Universitária, Recife – PE – CEP: 50740.550. E-mail: caiomauricio64@gmail.com
[4]) Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife – PE – CEP: 50670-901, joana.carias@ufpe.br
[5]) Universidade Federal Rural de Pernambuco. Rua Dom Manuel de Medeiros, s/n –Recife – PE – CEP: 52171-900. E-mail: monaliza.araujo@ufrpe.br
[6]) Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife – PE – CEP: 50670-901. E-mail: alexjose.junior@ufpe.br
[7]) Universidade Federal de Pernambuco. Av. Prof. Moraes Rego, 1235 – Cidade Universitária, Recife – PE – CEP: 50670-901. E-mail: mariana.regina@ufpe.br

discrepancies were found in equations developed for humid biomes, such as the Cerrado and Atlantic Forest, which reflect rainfall conditions distinct from those of semi-arid regions. In contrast, equations developed for the Amazon biome showed significant underestimation. These results highlight the need for regional calibration of erosivity equations to improve the accuracy of estimates in semi-arid areas and to enhance studies on soil degradation and desertification risk assessment.

Palavras-Chave – Erosividade das chuvas, precipitação no semiárido; equações empíricas.

INTRODUÇÃO

A erosividade da chuva é definida como o potencial da precipitação em causar a desagregação, o transporte e a remoção de partículas do solo, constituindo um dos principais fatores climáticos que condicionam os processos de erosão hídrica (Costa; Melo; Santos, 2025; Barreto et al. 2024). Esse potencial está diretamente relacionado à energia cinética das gotas de chuva, à sua intensidade, duração e frequência, além das características físicas como tamanho e velocidade terminal das gotas. O impacto direto dessas gotas sobre a superfície do solo, especialmente quando desprovida de cobertura vegetal, promove a ruptura dos agregados, tornando-os suscetíveis ao transporte pelo escoamento superficial. Em regiões semiáridas, onde a vegetação nativa já apresenta adaptações à escassez hídrica, a remoção da cobertura vegetal para atividades agropecuárias amplifica significativamente esse processo, acelerando a degradação dos solos.

A quantificação da erosividade é fundamental para o entendimento e o manejo dos processos erosivos, sendo o índice EI30 (produto da energia cinética total da chuva pela intensidade máxima em 30 minutos) o método mais consagrado internacionalmente para esse fim (Wischmeier; Smith, 1978). No entanto, a aplicação direta desse índice exige dados pluviográficos de alta resolução temporal, geralmente indisponíveis na maioria das estações meteorológicas brasileiras, que operam predominantemente com registros diários ou mensais de precipitação. Estudos recentes no semiárido pernambucano têm demonstrado que a escolha do método de estimativa da erosividade impacta diretamente os resultados da Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS), evidenciando a necessidade de calibração regional dos modelos (Xavier et al. 2019).

Frente a essa limitação, diversas equações empíricas foram desenvolvidas para estimar a erosividade a partir de dados pluviométricos convencionais. No Brasil, já foram propostas mais de 70 equações de regressão para o cálculo da erosividade, cada uma calibrada para condições climáticas específicas (Trindade et al. 2016). Pesquisas conduzidas no semiárido do Rio Grande do Norte e de Alagoas têm evidenciado que a aplicação de equações não calibradas para a região pode resultar em estimativas com variações substanciais entre diferentes modelos (Barreto et al. 2024). Análises temporais recentes em Pernambuco, abrangendo séries históricas de até 103 anos, confirmam a

elevada variabilidade interanual da erosividade e a necessidade de modelos que capturem essa dinâmica (Silva; Carvalho, 2023; Costa; Melo; Santos, 2025).

No Sertão de Pernambuco, onde o regime de chuvas apresenta alta variabilidade temporal e espacial, com precipitação concentrada em poucos meses do ano, o estudo da erosividade assume relevância extrema. A região abriga o Núcleo de Desertificação de Cabrobó (NDC), reconhecido pelo Ministério do Meio Ambiente como área em estágio avançado de degradação (Souza et al. 2024). Nesse contexto, a ocorrência de chuvas de alta intensidade, mesmo que esporádicas, intensifica a degradação ambiental e a perda de produtividade agrícola, comprometendo a subsistência local e gerando um ciclo de vulnerabilidade associado à insegurança alimentar (Lima et al. 2023). Estudos sobre sistemas de indicadores de desertificação no semiárido brasileiro têm destacado a erosão hídrica como um dos principais vetores desse processo (Souza; Souza; Sousa, 2023), especialmente diante das projeções de mudanças climáticas que indicam aumento da frequência de eventos extremos de precipitação na região (Montenegro, 2023; Vieira et al. 2018; Guimarães et al. 2016). Assim, este estudo objetiva comparar 15 equações empíricas de erosividade para identificar as de melhor desempenho para a bacia do riacho Cachoeirinha, contribuindo para o aprimoramento de diagnósticos ambientais e estratégias de manejo sustentável em áreas suscetíveis à desertificação.

METODOLOGIA

Caracterização da área de estudo

A bacia hidrográfica do riacho Cachoeirinha está localizada no Núcleo de Desertificação de Cabrobó (NDC), nas coordenadas 08º 16’ 94” - 08º 26’ 44” S e 39º 16’ 47” - 39º 05’ 39” O, entre o município de Cabrobó e Salgueiro (PE). Ela faz parte do complexo hidrológico do médio curso da bacia do rio São Francisco como uma sub bacia no estado de Pernambuco, sob domínio morfoclimático da Caatinga.

A bacia possui uma área de 194 km² e sua nascente está localizada no sudoeste do município de Salgueiro-PE, onde o canal principal se estende por aproximadamente 30 km até desembocar em um afluente do rio São Francisco, o riacho Terra Nova, na região central do município de Cabrobó-PE.

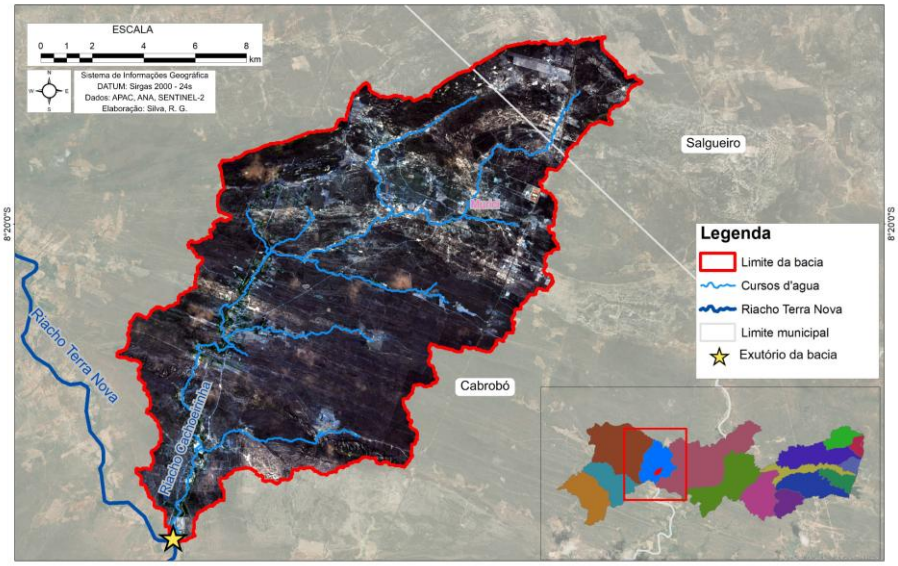


Figura 1 – Localização da bacia do riacho Cachoeirinha no estado de Pernambuco.

Equações de erosividade

Para compor o conjunto de modelos testados, realizou-se um levantamento sistemático na literatura científica nacional, priorizando equações empíricas amplamente consolidadas e com coeficientes calibrados para diferentes biomas brasileiros. O critério de seleção foi estratificado em três grupos: (i) equações desenvolvidas para o semiárido nordestino (Caatinga), visando captar a especificidade climática local; (ii) equações oriundas de biomas úmidos (Cerrado, Mata Atlântica e Amazônia), para testar a hipótese de superestimação em ambientes mais chuvosos; e (iii) equações de biomas de transição ou subtropicais (Pampas), para avaliar possíveis similaridades de regime pluviométrico.

A equação de Cantalice et al. (2009) foi adotada como valor de referência (VR) por ser a única dentre as equações selecionadas cujos coeficientes foram originalmente calibrados a partir de dados pluviográficos de alta resolução coletados no estado de Pernambuco, abrangendo estações com regime climático semiárido. Contudo, reconhece-se como limitação inerente a este modelo o fato de ele apresentar tendência a valores nulos para precipitações mensais inferiores a 10 mm, aspecto que será avaliado na discussão dos resultados.

Foram utilizados os registros diários de precipitação das estações pluviométricas convencionais da APAC localizadas em Cabrobó e Salgueiro, abrangendo o período de 1996 a 2026, totalizando 30 anos de dados. Os dados passaram por controle de qualidade com preenchimento de falhas pelo método da regressão linear ($r \geq 0{,}80$) e eliminação de anos com mais de 10% de falhas mensais. A precipitação mensal (p) foi obtida pelo somatório diário, e a precipitação anual (P) correspondeu à

média da série histórica. Para as equações que empregam o Índice Modificado de Fournier (MFI), este foi calculado anualmente (Equação 1) e, em seguida, adotou-se o MFI médio do período como entrada, a fim de suavizar a elevada variabilidade interanual típica do semiárido.

$$MFI = \frac{p^2}{P} \quad (1)$$

onde: p = precipitação mensal, P precipitação anual.

Tabela 1 – Equações de erosividade utilizadas na pesquisa.

Id	Fórmula	Referência	Estado e bioma
1	R = -45.06 + 5.528*p	Cantalice (2009)	PE - Caatinga
2	R = 42,307 ∗ (p^2/P) + 69.763	Silva (2001)	BA - Caatinga
3	R = 73.34 + 23.18 (MFI)	Cantalice (2009)	PE - Caatinga
4	R = 95.48 $(MFI)^{0.56}$	Cantalice (2009)	PE - Caatinga
5	R = 36.849 * $(MFI)^{1.0852}$	Morais (1991)	MT - Cerrado
6	R = 7.7255 * P – 213.,75	Cardoso et al (2022)	SP - Cerrado
7	R = 215.33 + 30.23 (MFI)	Silva (1977)	GO - Cerrado
8	R = -47.35 + 82.72 * MFI	Bazzano et al (2007)	RS - Pampas
9	R = 42.77 + 3.76 (MFI)	Oliveira Jr e Medina (1990)	PA - Amazônia
10	R = (0.66 * MFI) +8.88	Oliveira Jr. (1988)	AM - Amazônia
11	R = 67.355 $(p^2 / P)^{0,85}$	Lombardi Neto e Moldenhauer (1992)	SP - Mata atlântica
12	R = 106.8183 + 46.9562 * MFI	Colodro et al (2002)	SP - Mata atlântica
13	R = 19.55 + (4.20 * MFI)	Rufino et al (1993)	PR - Mata atlântica
14	R = 0.693 * $p^{1,234}$	Cantalice (2009)	PE - Mata atlântica
15	R= 0.299 * $p^{1,451}$	Cantalice (2009)	PE - Mata atlântica

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor de referência (VR) estabelecido para a área de estudo, de 1.663,14 MJ mm ha^{-1} h^{-1} (equação 2), foi significativamente ultrapassado pela maioria dos modelos. Conforme ilustrado na tabela 2, das dezesseis equações testadas, onze (67%) resultaram em valores superiores ao VR. A classificação das equações em classes de erosividade indicou que cinco foram enquadradas como

moderadas, cinco como moderada a forte e apenas uma, desenvolvida para o bioma Pampa (Bazzano et al., 2007), foi classificada como forte, atingindo 8.887,82 MJ mm ha^{-1} h^{-1}.

Tabela 2 – Classificação da erosividade de chuvas (MJ mm ha^{-1} h^{-1}).

Valor erosividade	Classe	Contagem equações
< 2452	Fraca	6
2452 < R < 4905	Moderada	5
4905 < R < 7357	Moderada a forte	5
7357 < R < 9810	Forte	1
R > 9810	Muito forte	0

Fonte: Carvalho (2008)

A média geral de todos os modelos foi 3.720,56 MJ mm ha^{-1} h^{-1}, representando uma superestimação de aproximadamente 124% em relação ao valor de referência (VR), evidenciando um viés considerável na aplicabilidade de equações não adaptadas para a região semiárida analisada (Figura 2).

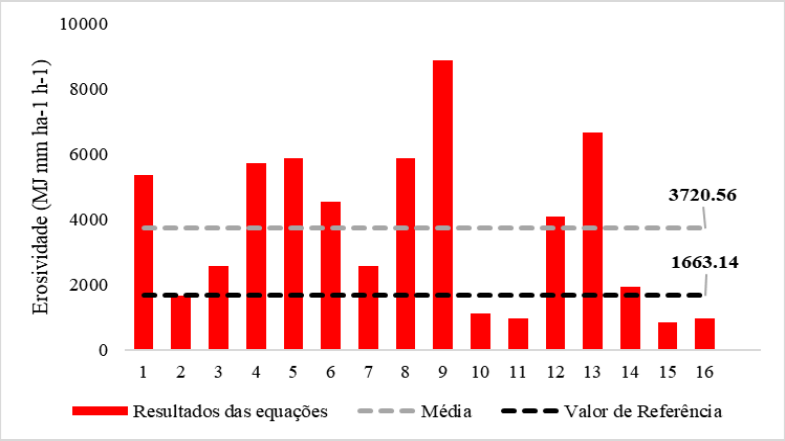


Figura 2 – Resultados da erosividade de chuva por equação.

As maiores discrepâncias ocorreram em equações que superestimaram a erosividade em mais de três vezes o VR, destacando-se a equação 9 para o bioma Pampa (8.887,82 MJ mm ha^{-1} h^{-1}); a equação 5 para o Cerrado (5.867,29 MJ mm ha^{-1} h^{-1}); as equações 4 e 2 para a Caatinga (5.717,38 e 5.361,01 MJ mm ha^{-1} h^{-1}, respectivamente); e a equação 12 para a Mata Atlântica paulista (6.649,80

MJ mm ha^{-1} h^{-1}). Em contrapartida, algumas equações apresentaram subestimação relevantes, sobretudo as desenvolvidas para o bioma Amazônico (equações 9 e 10), que resultaram nos menores valores do conjunto, 1.116,22 e 943,07 MJ mm ha^{-1} h^{-1}, respectivamente.

Entre os resultados, destaca-se a equação 13, proposta para o Paraná, que, apesar de originar-se de contexto geográfico e climático distinto, apresentou valor próximo ao VR (1.918,25 MJ mm ha^{-1} h^{-1}), sugerindo desempenho satisfatório para as condições semiáridas do Sertão pernambucano. Outras equações também mostraram valores relativamente próximos, embora ainda discrepantes, como a equação 3 para a Caatinga (2.551,97 MJ mm ha^{-1} h^{-1}), a equação 15 para a Mata Atlântica de Pernambuco (967,74 MJ mm ha^{-1} h^{-1}) e a equação 10 para a Amazônia (943,07 MJ mm ha^{-1} h^{-1}).

A análise por biomas revelou padrões consistentes. As equações do Cerrado e da Mata Atlântica do Sudeste (5, 6, 7, 11 e 12) apresentaram superestimação sistemática, reflexo da maior intensidade pluviométrica típica dessas regiões em relação à semi aridez local. Já as equações desenvolvidas para a Zona da Mata de Pernambuco (14 e 15) demonstraram subestimação, possivelmente devido às diferenças climáticas entre a Zona da Mata úmida e o Sertão semiárido. As equações da Amazônia subestimaram drasticamente a erosividade, resultado esperado diante da disparidade do regime de chuvas.

Na figura de flutuação mensal da precipitação (Figura 4) observa-se que os meses de junho e outubro registraram as menores precipitações (8,5 e 8,3 mm), acompanhadas dos menores valores de erosividade, confirmando a relação direta entre ambas as variáveis. O mês de março, que apresentou a maior precipitação (81,9 mm), destacou-se também por apresentar a maior amplitude entre o VR (407,55 MJ mm ha^{-1} h^{-1}) e a erosividade média (775,39 MJ mm ha^{-1} h^{-1}), refletindo o aumento da energia cinética associada à maior frequência e intensidade das chuvas.

A figura 3 evidencia a variabilidade mensal da erosividade. Nos meses de estiagem mais severa (julho a setembro), a erosividade medida pelo VR foi nula, mesmo com a ocorrência de pequenas precipitações mensais (entre 0,3 e 6,6 mm). Essa condição evidencia uma limitação do modelo de referência, que não representa adequadamente a erosividade de chuvas extremamente baixas, mas que ainda podem gerar desagregação superficial em solos frágeis ou expostos. Tal comportamento reforça a necessidade de ajustes nas equações de erosividade para precipitações inferiores a 10 mm, de modo a evitar valores nulos que subestimam o potencial erosivo em ambientes semiáridos.

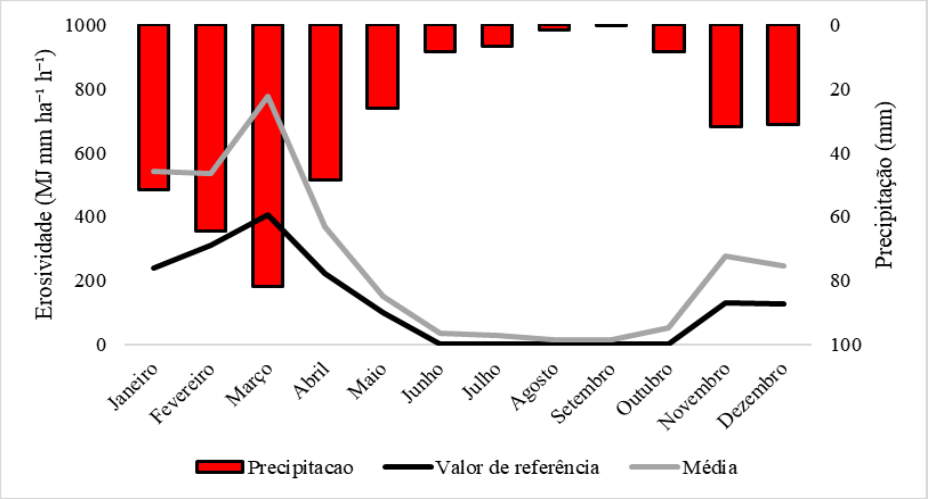


Figura 3 – Flutuação mensal da precipitação, erosividade média e VR.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A comparação entre as equações empíricas de erosividade revelou que a maioria dos modelos testados apresenta limitações significativas quando aplicada ao semiárido pernambucano, evidenciando a necessidade premente de calibração regional. O predomínio de superestimação observado nas equações oriundas de biomas úmidos demonstra que a simples transferência de modelos entre diferentes contextos climáticos pode comprometer a confiabilidade das estimativas, com implicações diretas para o planejamento conservacionista e a gestão de riscos em áreas vulneráveis à desertificação.

A exceção representada pela equação desenvolvida para o Paraná, que apresentou desempenho satisfatório apesar das diferenças geográficas, sugere que características pluviométricas específicas, como regimes de precipitação concentrada, podem tornar certos modelos mais adaptáveis a condições semiáridas do que outros desenvolvidos para regiões geograficamente mais próximas. Este achado ressalta a complexidade dos fatores que influenciam a erosividade e a importância de análises comparativas criteriosas para a seleção de modelos, indo além da simples correspondência biogeográfica.

As limitações identificadas no modelo de referência para eventos de baixa precipitação apontam para a necessidade de desenvolvimento de equações específicas que considerem a dinâmica das chuvas de pequena magnitude, mas potencialmente erosivas em solos degradados. O aprimoramento dessas ferramentas metodológicas é essencial para subsidiar políticas públicas

voltadas à conservação do solo e à mitigação da desertificação no Núcleo de Desertificação de Cabrobó, contribuindo para a segurança hídrica e alimentar das populações locais.

REFERÊNCIAS

BAZZANO, M. G. P. et al. (2007). Erosividade, coeficiente de chuva e padrões em Quaraí, RS. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 1205–1217.

BARRETO, A. V. R. et al. (2024). Análise da erosividade das chuvas no município de Major Isidoro, Brasil. *Diversitas Journal*, v. 9, n. 3.

CANTALICE, J. R. et al. (2009). Linhas isoerosivas do estado de Pernambuco - 1ª aproximação. *Revista Caatinga*, v. 22, n. 2.

CARDOSO, T. A. O. et al. (2002). Determinação do fator R da Equação Universal de Perda de Solo em Pirassununga, SP. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 46, e0220080.

COLODRO, G. et al. (2002). Erosividade da chuva: distribuição e correlação com a precipitação de Teodoro Sampaio (SP). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, p. 809–818.

COSTA, J. C. C.; MELO, R. E.; SANTOS, C. G. (2025). Análise temporal da erosividade das chuvas (1921-2023) em Vitória de Santo Antão, Pernambuco, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 36, p. 153-169.

GUIMARÃES, S. O. OLIVEIRA et al. (2016). Projeções de Mudanças Climáticas sobre o Nordeste Brasileiro dos Modelos do CMIP5 e do CORDEX. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 31, n. 3, p. 337-365.

LIMA, K. C. et al. (2023) Erosão em áreas suscetíveis a desertificação no Semiárido: possibilidades de análise por meio da cartografia geomorfológica baseada em imagens de altíssima resolução: possibilities of analysis through geomorphological mapping based on very high-resolution images. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 24, n. 2.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. (1992). Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). *Bragantia*, v. 51, p. 189–196.

MEDEIROS, R. M. et al. (2025). Variabilidades e análises pluviais entre 1994-2023 em Fernando de Noronha/Pernambuco, Brasil. *Caderno Pedagógico*, v. 22, n. 4, p. e14398-e14398.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Programa de ação nacional de combate à desertificação e mitigação dos efeitos da seca – PAN-Brasil. Brasília, 2005. Disponível em: https://antigo.mma.gov.br/estruturas/sedr_desertif/_arquivos/pan_brasil_portugues.pdf. Acesso em: 16 set. 2025.

MONTENEGRO, S. M. G. L. (2023). Desertificação no Brasil: A exploração não planejada dos recursos naturais e as mudanças climáticas acarretam danos irreversíveis ao meio ambiente. *Ciência e cultura*, v. 75, n. 4, p. 01-07.

MORAIS, L. F. B. et al. (1991). Índice EI30 de chuva e sua relação com o coeficiente de chuva do sudoeste de Mato Grosso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 15, p. 339–344.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. C. de. A erosividade das chuvas na parte leste do Pará. 1988. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, Belém, 1988.

OLIVEIRA JÚNIOR, R. C. de; MEDINA, B. F. (1990). A erosividade das chuvas em Manaus (AM). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 14, p. 235–239.

RUFINO, R. L.; BISCAIA, R. C. M.; HERTEN, G. H. (1993). Determinação do potencial erosivo da chuva do estado do Paraná. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 17, p. 439–444.

SILVA, A. M. Erosividade da chuva no Brasil. 1987. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-20190821-122015/publico/carvalhomorelpassose.pdf. Acesso em: 30 set. 2025.

SILVA, A. B.; CARVALHO, A. T. F. (2023). Chuvas máximas e a erosividade do período chuvoso (2011-2020) no município de Pau dos Ferros, semiárido potiguar, Brasil. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 43, p. e209822-e209822.

SILVA, M. L. N.; FREITAS, P. L.; BLANCANEAUX, P.; CURI, N. (1997). Rainfall erosivity indices in the Goiânia region, Goiás state, Brazil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 32, p. 977–985.

SOUZA, A. C. N.; SOUZA, S. D. G. de; SOUSA, M. L. M. de. (2023). Sistemas de indicadores de desertificação no Semiárido brasileiro: uma revisão sistemática integrativa da literatura. *Geografares*, n. 36.

SOUZA, D. D. R. et al. (2024). Análise espaço-temporal do uso da terra em municípios do núcleo de desertificação d

TRINDADE, A. L. F. et al. (2016). Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, p. 1918-1928.

e Cabrobó, Pernambuco. *Revista Contexto Geográfico*, v. 9, n. 18, p. 133–142-133–142.

VIEIRA, R. M. S. P. et al. (2018). Análise das interações entre dados climáticos e o processo de desertificação no núcleo de desertificação de Cabrobó-PE, Brasil. *Sustainability in Debate*, v. 9, n. 2, p. 72-87.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. (1978). Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington, DC: USDA. *Agriculture Handbook*, n. 537.

XAVIER, J. P. et al. (2019). Estimativa da erosividade da chuva por diferentes métodos e seu impacto na equação universal de perdas de solo, no semiárido pernambucano. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 12, n. 03, p. 859-875.