

EROSIVIDADE ANUAL DA CHUVA NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MONTIVIDIU: ESTIMATIVA E IMPLICAÇÕES

Nicolly Giroto Morais ¹
Hevrlí da Silva Carneiro Pilatti ²
Wellmo dos Santos Alves ³

INTRODUÇÃO

A erosão do solo é um processo natural que pode ser agravado por atividades humanas, como a agricultura intensiva e o desmatamento, resultando em sérios impactos ambientais e socioeconômicos (Tarek *et al.*, 2023). Em regiões como o Cerrado brasileiro, caracterizado por uma estação chuvosa bem definida e solos susceptíveis à erosão, a compreensão dos padrões de erosividade anual da chuva é essencial para a gestão sustentável dos recursos naturais (Brandão *et al.*, 2023).

A bacia hidrográfica do Rio Montividiu (BHRM), localizada no sudoeste do estado de Goiás, é um exemplo representativo desse contexto. Essa região desempenha um papel crucial na provisão de água para o abastecimento público e a produção agropecuária, tornando-se alvo de preocupações crescentes relacionadas à erosão do solo e seus impactos sobre a qualidade da água e a sustentabilidade dos ecossistemas locais.

Diante disso, o presente estudo visa analisar a erosividade anual da chuva na BHRM, utilizando dados de precipitação de longo prazo, técnicas de geoprocessamento e a equação proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992). O objetivo principal é quantificar a erosividade anual e entender suas implicações para a conservação do solo e a gestão dos recursos hídricos na região. Considerando a importância crescente da

¹ Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Jataí - UFJ, girottonicolly@gmail.com;

² Cientista da Computação, Engenheira Civil e Mestre em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade pelo Instituto Federal Goiano - IF Goiano, profhevrli@gmail.com;

³ Professor orientador: Doutor em Geografia, Universidade Federal de Goiás - UFG, wellmoagro2@gmail.com;

O presente trabalho é resultado do projeto de pesquisa intitulado “Geotecnologias Aplicadas na Análise de Recursos Hídricos: subsídio ao planejamento, gestão e manejo da bacia do Rio Montividiu, Sudoeste de Goiás”, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade do Instituto Federal Goiano de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Rio Verde.

conservação do solo e da água em face das mudanças climáticas e do aumento da pressão antropogênica sobre os recursos naturais, este estudo contribuirá para o desenvolvimento de estratégias eficazes de manejo e conservação do solo, podendo mitigar os efeitos da erosão e promover a sustentabilidade ambiental na BHRM.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

A BHRM está localizada na microrregião Sudoeste de Goiás, no Cerrado brasileiro (Figura 1). Com uma área de contribuição de 695,021 km², insere-se na bacia hidrográfica do Rio Paranaíba. Os principais afluentes do Rio Montividiu incluem o Córrego Jataí, Córrego da Raiz, Córrego Bandeira, Ribeirão das Pombas, Córrego Sucuri, Córrego da Lagoa e Ribeirão Felicidade.

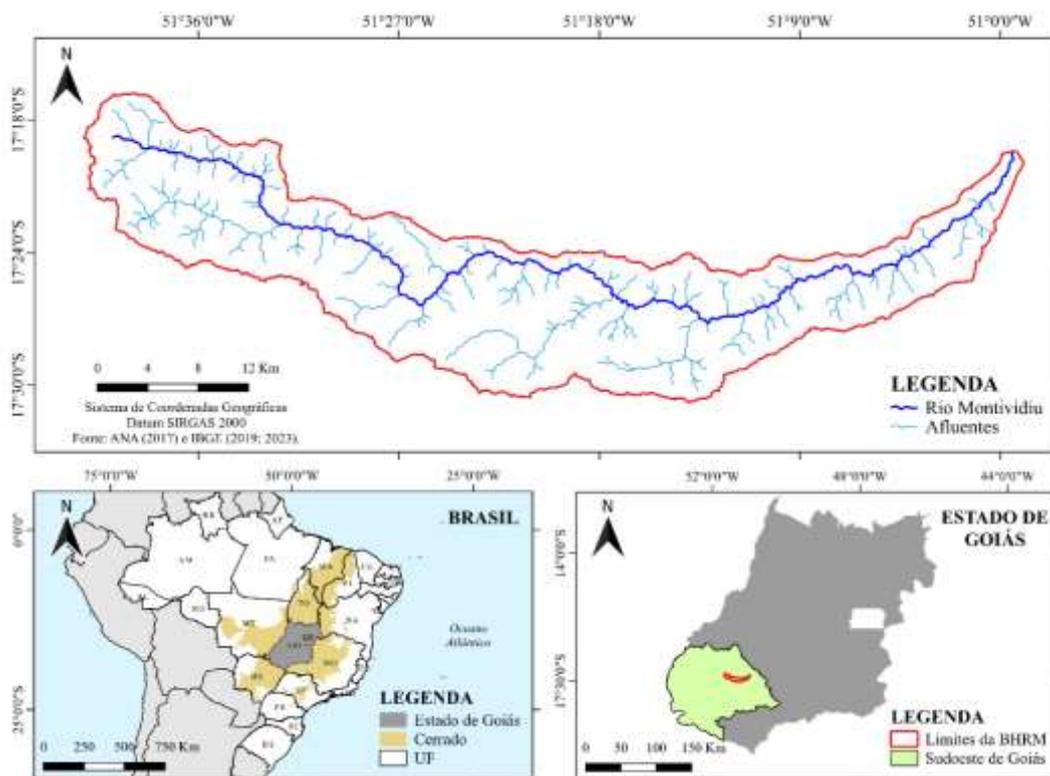


Figura 1. Localização da bacia hidrográfica do Rio Montividiu, Sudoeste de Goiás, Cerrado, Brasil.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de bases de dados da ANA (2017) e do IBGE (2019; 2023).

O rio principal nasce nas coordenadas 51°39'50.82"W/17°17'34.37"S, a uma altitude de 1.030 m, e deságua no Rio Verde, na cota de 670 m, nas coordenadas 50°59'38.56"W/17°19'25.88"S. A região é caracterizada por um clima tropical seco-úmido (Aw na classificação Köppen-Geiger) (Cardoso; Marcuzzo; Barros, 2014), com uma estação chuvosa de outubro a abril e um período de estiagem de maio a setembro. A vegetação predominante é o Cerrado, composta por fragmentos de cerradão, Cerrado *sensu stricto*, matas de galeria e ciliar, e outros.

Procedimentos Metodológicos

a) Coleta de dados climáticos

Foram coletados dados de precipitação de estações climatológicas próximas à BHRM, cobrindo uma série temporal de 34 anos (de janeiro de 1986 a dezembro de 2019), que são apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1. Localização das estações pluviométricas

Nome da Estação	Código da Estação	Latitude	Longitude
Caiapônia	1651000	16°56'58.92"	51°47'57.84"
Fazenda Paraíso	1750008	17°27'56.88"	50°46'27.12"
Ponte Rio Doce	1751001	17°51'23.04"	51°23'48.12"
Benjamin Barros	1751002	17°41'42"	51°53'31.92"
Montividiu	1751004	17°21'52.92"	51°04'36.12"

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados de precipitação pluviométrica da ANA (2020).

a) Cálculo da erosividade anual e classificação

A erosividade da chuva foi calculada utilizando a Equação 1 (E1), proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1992). Em seguida, os resultados foram interpolados por meio do interpolador *SPLINE* e técnicas de geoprocessamento. Os valores obtidos foram comparados com a classificação proposta por Carvalho (2008), que categoriza a erosividade em classes que variam de muito baixa a muito forte (Quadro 2).

$$R = \sum_{i=1}^{12} 67,355 \left(\frac{r^2}{p} \right)^{0,85} \quad (E1)$$

Onde R é o fator de erosividade da chuva (MJ.mm.ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹); r, é a precipitação média mensal (mm); P, é a precipitação média anual (mm).

Quadro 2. Classes de erosividade anual utilizadas como parâmetro

Classes	Valores de erosividade ($\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$)
Muito baixa	$R < 2452$
Baixa	$2452 < R < 4905$
Média	$4905 < R < 7357$
Forte	$7357 < R < 9810$
Muito forte	$R > 9810$

Fonte: Carvalho (2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma análise da erosividade anual na BHRM revelou resultados significativos para a compreensão dos padrões de erosão na região. A erosividade anual variou entre 7.792,30 e 7.879,82 $\text{MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (Figura 2), classificando a bacia como de forte erosividade, segundo os critérios propostos por Carvalho (2008). Esse alto índice de erosividade está associado à elevação da precipitação pluviométrica durante os meses chuvosos, que representam um fator crítico para a intensificação dos processos erosivos na área de estudo.

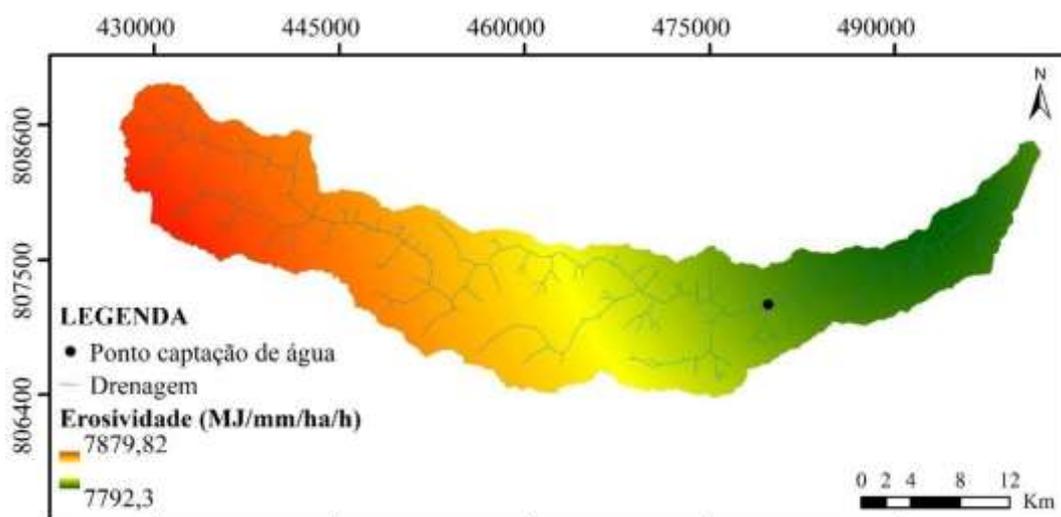


Figura 2. Mapa de erosividade (R) anual da bacia hidrográfica do Rio Montividiu, Sudoeste de Goiás, Cerrado, Brasil⁴.

Fonte: Elaborado pelos autores na projeção UTM Zona 22S, SIRGAS 2000.

⁴ Não foi possível padronizar o mapa da Figura 2 para o sistema de coordenadas geográficas devido a ausência do material editável nos acervos consultados. Dessa forma, foi mantida a projeção utilizada no trabalho de origem, com data em 2020, sendo UTM Zona 22S, Datum SIRGAS 2000.

A alta erosividade anual implica em um potencial elevado para a perda de solo, o que pode acarretar sérios impactos ambientais e socioeconômicos. Entre os principais efeitos negativos, destacam-se a perda na qualidade do solo, a redução da produtividade agrícola e o aumento da sedimentação nos corpos d'água. A sedimentação, por sua vez, pode comprometer a qualidade da água utilizada para abastecimento público, elevando os níveis de turbidez e transporte de contaminantes. Em síntese, todo esse processo torna-se uma ameaça à produtividade agropecuária, à segurança hídrica e à biodiversidade (Oliveira *et al.*, 2023).

Por este estudo, observa-se que os processos erosivos mais intensos ocorrem principalmente a montante do ponto de coleta de água na bacia. Essa constatação é crucial, pois indica que a erosão nessas áreas pode aumentar significativamente a quantidade de sedimentos, nutrientes e contaminantes (pesticidas, etc.) transportados para os rios e córregos, prejudicando a qualidade da água destinada ao consumo humano. Isso resulta em maiores desafios e custos para o tratamento da água, além de afetar a saúde pública.

O estado de Goiás apresenta forte potencial erosivo, com erosividade média anual variando de moderado a muito forte, enfatizando a necessidade de práticas conservacionistas do solo para mitigar os efeitos da energia cinética das chuvas (Rezende *et al.*, 2022). Uma pesquisa realizada no município de Pirenópolis, Goiás (a aproximadamente 400 km da área deste estudo), revelou que o potencial erosivo se concentra entre outubro e abril, sendo a erosividade de $7.799,5 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e os padrões hidrológicos mais altos sendo os mais frequentes (Anjos *et al.*, 2020).

Loureiro *et al.* (2022) revisaram diversos trabalhos nacionais e internacionais que utilizaram diferentes métodos de monitoramento de processos erosivos, desde os manuais até os digitais, e afirmam que o tema está longe de esgotar-se. Portanto, identificar, quantificar e espacializar fatores que condicionam os processos erosivos hídricos, como a erosividade, podem auxiliar no entendimento do processo de aporte de sedimentos para cursos d'água (Fernandes Medeiros *et al.*, 2024).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise espacial dos dados de erosividade anual, realizada por meio de técnicas de geoprocessamento, permitiu identificar as áreas mais vulneráveis à erosão

dentro da área de estudo. O produto cartográfico obtido é uma ferramenta essencial para gestores ambientais, pois possibilita a identificação das áreas onde as medidas de conservação devem ser prioritárias. A elevada erosividade anual observada na BHRM (bacia hidrográfica do Rio Montividiu) evidencia a necessidade urgente da implementação de estratégias de manejo e conservação do solo.

Medidas como a adoção de práticas agrícolas conservacionistas, a recuperação de áreas degradadas e a proteção das margens dos rios são fundamentais para mitigar os efeitos da erosão e promover a sustentabilidade ambiental na região. Compreender detalhadamente os padrões de erosividade anual fornece uma base sólida para o desenvolvimento de políticas públicas e ações concretas específicas para a conservação dos recursos naturais na bacia hidrográfica em questão.

Palavras-chave: Precipitação pluviométrica, Impacto ambiental, Conservação hídrica, Geoprocessamento, Manejo do solo.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora agradece o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

ANA – Agência Nacional de Águas. **HidroWeb v3.1.1**: Séries históricas de precipitação. Brasília: ANA, 2020. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 14 out. 2020.

ANA – Agência Nacional de Águas. **Catálogo de Metadados da ANA**. Base Hidrográfica Ottocodificada Multiescalas 2017 (BHO 2017), Escala 1:100.000, revisado em 14/05/2019. Brasília: ANA, 2017. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/metadata/0c698205-6b59-48dc-8b5e-a58a5dfcc989>. Acesso em: 14 ago. 2024.

ANJOS, J. C. R. *et al.* Intensity and distribution in the space-time of the rain erosivity in Goiás and Federal District states. **Scientific Electronic Archives**, [S. l.], v. 13, n. 10, p. 1–8, September, 2020. DOI: 10.36560/131020201115. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/index.php/SEA/article/view/1115>. Acesso em: 05 jun. 2024.

BRANDÃO, L. J. A. *et al.* Estimation of the erosive potential of rainfall in the municipality of União dos Palmares-AL. **Observatório de la Economía Latinoamericana**, [S. l.], v. 21, n. 7, p. 6793–6814, July, 2023. DOI: 10.55905/oelv21n7-052. Disponível em: <https://ojs.observatoriolatinoamericano.com/ojs/index.php/olel/article/view/665>. Acesso em: 31 maio. 2024.

CARDOSO, M. R. D.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, J. R. Classificação climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, v. 8, n. 16, p. 40- 55, 2014. DOI: 10.18227/2177-4307.acta.v8i16.1384. Disponível em: <https://revista.ufr.br/index.php/actageo/article/view/1384>. Acesso em: 29 maio. 2024.

CARVALHO, N. O. **Hidrossedimentologia prática**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2008. ISBN-13 : 978-8571931817.

FERNANDES MEDEIROS, G. *et al.* Estimativa e espacialização da erosividade no entorno do reservatório da UHE Batalha (GO/MG) com base em dados pluviométricos. **Geo UERJ**, [S. l.], n. 44, 2024. DOI: 10.12957/geouerj.2024.74561. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/view/74561>. Acesso em: 31 maio. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Bases cartográficas contínuas - Brasil**. Escala 1:250.000, versão 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/todos-os-produtos-geociencias.html>. Acesso em: 14 ago. 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Biomassas**. Escala 1:250.000. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/todos-os-produtos-geociencias.html>. Acesso em: 14 ago. 2024.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). **Bragantia**, [S.l.] v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992. DOI: 10.1590/S0006-87051992000200009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/JVzbSngjnsnGX3mFhQyXQNG/?lang=pt>. Acesso em: 29 maio. 2024.

LOUREIRO, H. A. S. *et al.* Monitoramento da Erosão Hídrica no Brasil: dos métodos manuais aos digitais. Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira. In: CARVALHO JÚNIOR *et al.* (orgs.). **Revisões de Literatura da Geomorfologia Brasileira**. Vol. 1. Brasília, DF: Selo Caliandra, 2022. cap. 19, p. 526-547. DOI: 10.26512/9786586503852.c19. Disponível em: <https://livros.unb.br/index.php/portal/catalog/view/376/593/6650>. Acesso em: 03 jun. 2024.

OLIVEIRA, L. D. *et al.* Estimativa da erosão hídrica em uma bacia hidrográfica no estado de Goiás (Brasil) por meio de modelagem e inteligência geoespacial. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.l.], v. 16, n. 1, p. 081–100, 2023. DOI: 10.26848/rbgf.v16.1.p081-100. Disponível em:

<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/254805>. Acesso em: 02 jun. 2024.

REZENDE, C. C. *et al.* Erosivity and rainfall patterns for Pirenópolis, Goiás, Brazil. **Journal of Agricultural Studies**, [S.l.], v. 10, n. 4, p. 165-178, December, 2022. Macrothink Institute, Inc. DOI: 10.5296/jas.v10i4.20491. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/mth/jas888/v10y2022i4p165-178.html>. Acesso em: 04 jun. 2024.

TAREK, Z. *et al.* Soil Erosion Status Prediction Using a Novel Random Forest Model Optimized by Random Search Method. **Sustainability**, [S.l.], v. 15, n. 9, p. 7114, April, 2023. MDPI AG. DOI: 10.3390/su15097114. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/9/7114>. Acesso em: 30 maio. 2024