

ANÁLISE DA EROSIVIDADE DA CHUVA (FATOR R) NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO SÃO LOURENÇO, MUNICÍPIO DE ITUIUTABA/MG

Tatiane Dias Alves

Bacharel e licenciada em Geografia, Mestranda no Programa de Pós-Graduação em Geografia do Pontal (PPGEP-UFU), Ituiutaba, Minas Gerais, Brasil¹

tatianediasa@gmail.com

Leda Correia Pedro Miyazaki

Doutora em Geografia, Professora da Universidade Federal de Uberlândia – Campus Pontal, Ituiutaba, Minas Gerais, Brasil¹

lecpgeo@gmail.com

RESUMO: O objetivo deste estudo foi analisar e estimar a erosividade da chuva na bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço, no município de Ituiutaba/MG, considerando séries históricas superiores a 20 anos utilizando os dados de 7 estações pluviométricas. Para tanto, foi realizado os seguintes procedimentos metodológicos: a) levantamento e revisão bibliográfica sobre a temática e a área de estudo; b) coleta e organização dos dados pluviométricos; c) determinação do índice de erosividade anual das chuvas (Fator R); d) espacialização da erosividade da chuva utilizando o método IDW. Os valores de precipitação indicam dois períodos bem distintos, sendo uma estação úmida (concentração de 85,69% da chuva), que ocorre de outubro a março, e uma estação seca (concentração de 10,91% de chuva), de abril a setembro. O valor médio anual de erosividade da chuva (Fator R) encontrado no interior da área de estudo foi de 7720,49 MJ·mm/ha⁻¹·h⁻¹·ano⁻¹, sendo considerada uma erosividade alta. Neste sentido, o conhecimento da distribuição espacial da erosividade da chuva é essencial para orientar práticas conservacionistas e o manejo sustentável do solo na bacia.

Palavras-chave: Erosão hídrica; Fator R; EUPS; Manejo do solo; Bacia hidrográfica.

ANALYSIS OF RAIN EROSION (R FACTOR) IN THE RIVER BASIN OF SÃO LOURENÇO, MUNICIPALITY OF ITUIUTABA/MG

ABSTRACT: The objective of this study was to analyze and estimate the rainfall erosivity in the watershed of Ribeirão São Lourenço, in the municipality of Ituiutaba/ MG, considering historical series over 20 years using data from 7 rainfall stations. For this, the following methodological procedures were carried out: a) survey and literature review on the theme and the study area; b) collection and organization of rainfall data; c) determination of annual rainfall erosivity index (R factor); d) spatialization of rain erosivity using the IDW method. The precipitation values indicate two very distinct periods, being a wet season (concentration of 85.69% of rain), which occurs from October to March, and a dry season (concentration of 10.91% of rain), from April to September. The mean annual value of rain erosivity (R factor) found inside the study area was 7720.49 MJ·mm/ha⁻¹·h⁻¹·year⁻¹, being considered a high erosivity. In this sense, knowledge of the spatial distribution of rain erosivity is essential to guide conservation practices and sustainable soil management in the basin.

Keywords: Water erosion; R factor; USLE; Soil management; Watershed.

ANÁLISIS DE LA EROSIÓN DE LA LLUVIA (FACTOR R) EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RIBEIRÃO SÃO LOURENÇO, MUNICIPIO DE ITUIUTABA/MG

RESUMEN: El objetivo de este estudio fue analizar y estimar la erosividad de la lluvia en la cuenca hidrográfica del Ribeirão São Lourenço, en el municipio de Ituiutaba/MG, considerando series históricas superiores a 20 años utilizando los datos de 7 estaciones pluviométricas. Para ello, se realizaron los siguientes procedimientos metodológicos: a) levantamiento y revisión bibliográfica sobre la temática y el área de estudio; b) recolección y organización de los datos pluviométricos; c) determinación del índice de erosividad anual de las lluvias (Factor R); d) espacialización de la erosividad de la lluvia utilizando el método IDW. Los valores de precipitación indican dos períodos muy distintos,

¹ Endereço para correspondência: Rua Vinte, 1600, B. Tupã, CEP: 38.304-402, Ituiutaba, Minas Gerais, Brasil.

siendo una estación húmeda (concentración de 85,69% de la lluvia), que ocurre de octubre a marzo, y una estación seca (concentración de 10,91% de lluvia), de abril a septiembre. El valor medio anual de erosividad de la lluvia (Factor R) encontrado en el interior del área de estudio fue de 7720,49 MJ.mm/ha⁻¹.h⁻¹.año⁻¹, siendo considerada una erosividad alta. En este sentido, el conocimiento de la distribución espacial de la erosividad de la lluvia es esencial para orientar las prácticas conservacionistas y el manejo sostenible del suelo en la cuenca.

Palabras clave: Erosión hídrica; Factor R; EUPS; Manejo del Suelo; Cuenca hidrográfica.

Introdução

O solo é um dos principais componentes do meio físico, servindo como base para a realização das atividades humanas e para a manutenção dos seres vivos, além da sua importância para o equilíbrio dinâmico de processos naturais. Entre os fenômenos que atuam sobre o solo, destaca-se a erosão, um processo natural de esculturação do relevo que, embora natural, pode ser intensificado pela ação antrópica, ocasionando a degradação do solo.

A erosão do solo tende a ocorrer com maior intensidade em regiões com maiores índices de chuva, como é o caso do Brasil, configurando-se como uma questão de relevância global, uma vez que acarreta impactos significativos que afetam as atividades humanas. Entre as consequências mais comuns estão o assoreamento de corpos hídricos, a redução da produtividade agrícola, a diminuição das áreas disponíveis para uso agropecuário, entre outros prejuízos ambientais e socioeconômicos.

Nesse contexto, o desenvolvimento e a aplicação de metodologias de investigação, assim como de técnicas de mitigação que considerem a interação entre fatores naturais e ações antrópicas, são essenciais para orientar práticas de manejo que reduzam a degradação do solo e seus impactos. Atualmente, modelos matemáticos têm demonstrado elevada eficiência na previsão e quantificação da erosão laminar, destacando-se a Equação Universal de Perdas de Solo (EUPS/USLE), amplamente utilizada para avaliar a influência de fatores naturais e antrópicos na dinâmica erosiva e consequente perda de solo.

A erosividade das chuvas, representada pelo Fator R na EUPS, constitui um dos parâmetros de grande relevância na estimativa da perda de solo por erosão hídrica. Esse fator está diretamente relacionado à distribuição e à intensidade das precipitações, sendo que eventos pluviométricos intensos, como chuvas torrenciais ou trombas d'água, exercem maior impacto sobre a superfície do solo, favorecendo processos erosivos mais agressivos. O conhecimento da variabilidade da erosividade é fundamental para a identificação dos períodos de maior risco, subsidiando a adoção de medidas preventivas e estratégias de manejo mais eficazes.

Apesar da ampla relevância da erosividade da chuva para a estimativa da perda de solo e para o planejamento de práticas conservacionistas, ainda são escassos os estudos detalhados em escalas locais, capazes de capturar sua variabilidade espacial e temporal. Essa lacuna limita a compreensão precisa da dinâmica erosiva em bacias hidrográficas específicas, dificultando a implementação de medidas adequadas de conservação do solo e manejo dos recursos hídricos.

Neste sentido, este trabalho teve como objetivo analisar e estimar a erosividade da chuva na bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço, no município de Ituiutaba/MG, considerando séries históricas superiores a 20 anos de 7 estações pluviométricas. Sendo bastante importante para o município, a bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço é a principal fonte de captação de água para o abastecimento urbano, além de abastecer e suprir a irrigação de propriedades rurais. Contudo, o Ribeirão São Lourenço enfrenta problemas ambientais significativos, como a degradação contínua da vegetação nativa, a intensificação de processos erosivos e o assoreamento dos cursos d'água.

A erosividade das chuvas (Fator R) para estimar a perda de solos

A degradação dos recursos naturais, em especial do solo, representa um problema crescente e tem gerado demanda por informações relacionadas à quantificação da erosão, à produção de sedimentos e aos impactos desses processos sobre o meio ambiente e as atividades humanas. Nesse contexto, o conhecimento sobre taxas de erosão, fluxos de sedimentos e transporte de poluentes é fundamental para uma gestão eficaz dos recursos naturais (Minella et al., 2010).

A modelagem da erosão do solo busca representar matematicamente as três fases do processo erosivo: desagregação, transporte e deposição das partículas do solo (Nearing; Lane; Lopes, 1994). Esses modelos foram desenvolvidos com o propósito de fornecer estimativas de perda de solo em áreas e condições em que não há dados obtidos diretamente em campo (Weill, 1999). Nas últimas décadas, os estudos voltados à estimativa de erosão têm se intensificado, com o objetivo de aprimorar a precisão dessas estimativas (Bertoni; Lombardi Neto, 2017). Nesse sentido, a análise qualitativa tem se mostrado útil ao favorecer a espacialização e delimitação de áreas com maior ou menor suscetibilidade à erosão.

Com base nessa perspectiva, a EUPS foi desenvolvida com o objetivo de estimar a perda de solo por erosão laminar em determinada área, visando subsidiar a adoção de práticas preventivas e/ou mitigadoras, de modo a manter as perdas dentro de limites considerados toleráveis (Castro; Valério Filho, 1997; Colodro et al., 2002).

Sendo assim, a EUPS estabelece uma relação diretamente proporcional entre seis fatores que influenciam a erosão hídrica do solo: a erosividade da chuva (Fator R), a erodibilidade do solo (Fator K), o comprimento da encosta (Fator L), a declividade da encosta (Fator S), a cobertura vegetal (Fator C) e as práticas conservacionistas adotadas (Fator P).

No Brasil a erosão hídrica ocorre em maior magnitude em razão dos climas tropicais e subtropicais úmidos, que favorecem a alta frequência e intensidade das chuvas. Conforme Lima (2010), a erosão hídrica resulta da desagregação das partículas do solo causada pela ação das gotas de chuva e do escoamento superficial, culminando no transporte desses sedimentos para áreas de jusante, onde são eventualmente depositados. Quando esse processo ultrapassa os limites naturais, gera sérias consequências ambientais, como o assoreamento de cursos d'água e a perda de nutrientes essenciais à fertilidade do solo (Guerra; Jorge, 2013).

Bertoni e Lombardi Neto (2017) definem a erosão hídrica como o processo de desprendimento e transporte acelerado de partículas do solo, impulsionado pela energia cinética das gotas de chuva. Ao colidirem com o solo, as gotas de chuva transferem força proporcional à sua massa, isso determina a força do golpe que deve ser absorvida em cada ponto do impacto, enquanto a área horizontal da gota determina a quantidade de solo que deve suportar o golpe. O fenômeno do salpicamento das partículas — etapa inicial da erosão — é especialmente influenciado pelo tamanho das gotas, pela velocidade da queda e pela intensidade da precipitação.

Bertoni e Lombardi Neto (2017, p. 52) ainda salientam que

As gotas de chuva que golpeiam o solo são um agente que contribuem para o processo erosivo pelo menos de três formas:

- a) desprendem partículas de solo no local que sofre o impacto;
- b) transportam, por salpicamento, as partículas desprendidas;
- c) imprimem energia, em forma de turbulência, à água superficial.

Magalhães (1995) complementa essa perspectiva ao destacar que o poder erosivo da água também está associado a variáveis do escoamento superficial, como densidade e velocidade da lâmina d'água, além das características topográficas, incluindo o comprimento e a declividade das vertentes. A presença de cobertura vegetal, por sua vez, atua como fator moderador da erosão, reduzindo a força de impacto e o escoamento. Assim, a erosão pode

ocorrer tanto em áreas suavemente onduladas quanto em terrenos mais acidentados, sendo a topografia um dos principais condicionantes para o desenvolvimento do processo erosivo.

Com o objetivo de quantificar numericamente a capacidade erosiva das chuvas nos Estados Unidos, Wischmeier e Smith (1978) desenvolveram o índice EI₃₀, sendo uma das estimativas para utilização da EUPS. Esse índice resulta do produto entre a energia cinética da chuva e sua intensidade máxima registrada em qualquer intervalo de 30 minutos consecutivos. A fórmula incorpora, de forma integrada, o impacto das gotas de chuva, a turbulência e o escoamento superficial, o que explica sua forte correlação com as perdas de solo observadas (Wischmeier; Smith, 1978).

Apesar de o índice EI₃₀, proposto inicialmente por Wischmeier e Smith (1978), ser amplamente reconhecido como uma das melhores expressões do potencial erosivo das chuvas, sua aplicação em regiões tropicais tende a subestimar a real erosividade pluviométrica (Amorim, 2004). Essa limitação impulsionou o desenvolvimento de novos índices mais adequados a essas condições climáticas. Nesse contexto, Hudson (1977) sugeriu o uso do índice $KE > 25$ para áreas tropicais, considerando apenas eventos com intensidade superior a 25 mm h⁻¹, sob o argumento de que chuvas abaixo desse limiar não resultariam em perdas significativas de solo. Lal (1988) identificou que, para essas regiões, o índice PIm — que representa o produto entre a quantidade total de chuva e a intensidade máxima observada em um intervalo de “m” minutos — apresenta maior correlação com os volumes efetivamente perdidos por erosão (Marques *et al.*, 1997; Uema, 2018).

Marques *et al.* (1997), ao compararem diferentes índices utilizados na estimativa da erosividade das chuvas, concluíram que não houve diferença significativa entre as equações avaliadas. Os autores destacam que o índice EI₃₀ demonstrou ser um estimador eficaz da erosividade, sendo apropriado para a obtenção do Fator R da EUPS. Assim, o índice mais adequado para estimar a erosividade seria aquele que apresenta maior correlação com as perdas reais de solo. No contexto brasileiro, estudos apontam que o EI₃₀ apresenta correlação superior em relação ao índice $KE > 25$. Ademais, os índices do tipo PIm ainda são pouco explorados no país, o que limita sua aplicabilidade em escala regional.

Nesta perspectiva, considerando que o cálculo do índice EI₃₀ requer dados provenientes de pluviógrafos — instrumentos escassos em diversas regiões do Brasil — e que a análise desses registros demanda elevado esforço técnico e operacional, Lombardi Neto e Moldenhauer (1980, *apud* Bertoni; Lombardi Neto, 2017) propuseram um método alternativo baseado em dados de pluviômetros. Os autores encontraram uma forte correlação entre a média mensal do índice de erosividade e a média mensal do coeficiente de chuva, o que permitiu a simplificação do cálculo de erosividade da chuva. A utilização desses instrumentos, mais comuns e amplamente distribuídos no território nacional, possibilita maior acessibilidade à informação pluviométrica.

Para a obtenção de um Fator R confiável, estima-se que sejam necessários uma coleta de dados com série histórica de no mínimo 20 anos (Wischmeier; Smith, 1978; Bertoni; Lombardi Neto, 2017). Com isso, a equação desenvolvida por Lombardi Neto e Moldenhauer (1980, *apud* Bertoni; Lombardi Neto, 2017) permite a estimativa dos valores médios mensais de EI de forma relativamente precisa, com base apenas em dados de estações pluviométricas, viabilizando sua aplicação em diferentes localidades.

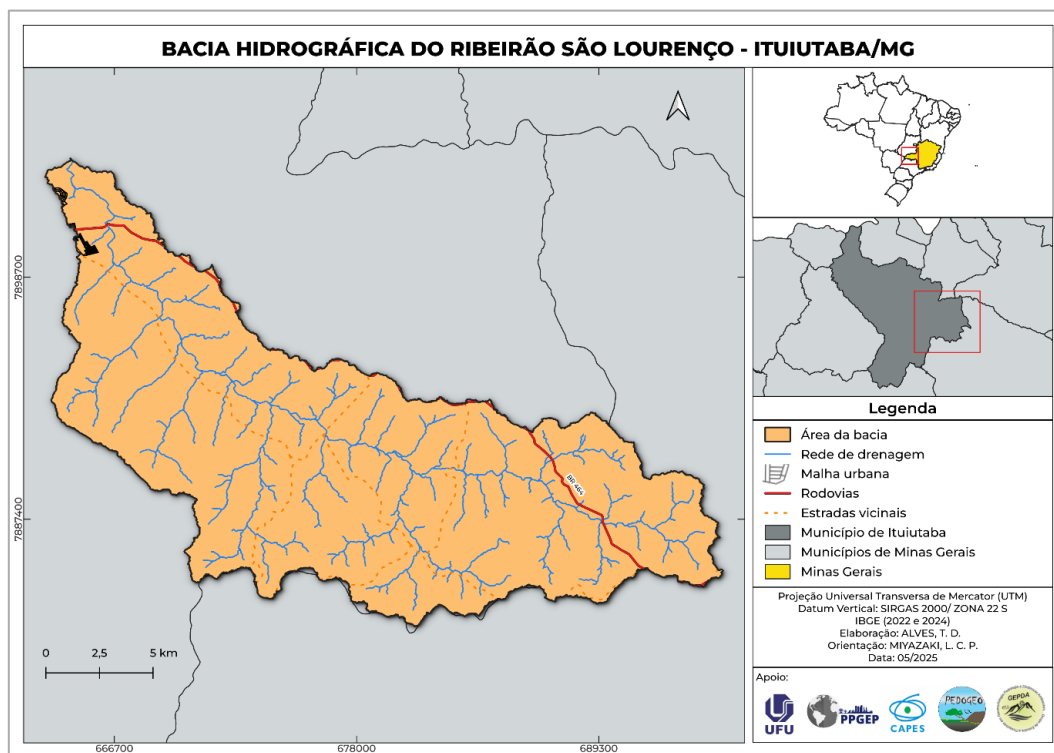
Deste modo, a determinação do Fator R possibilita estimar o potencial erosivo de uma localidade, sendo um índice numérico que serve como base para a identificação dos períodos mais críticos do ano e, conseqüentemente, para a definição do momento mais adequado à adoção de práticas de manejo e conservação do solo (Wischmeier; Smith, 1978; Bertoni; Lombardi Neto, 2017).

Procedimentos metodológicos

Área de estudo

A área de estudo (Figura 1) está localizada no município de Ituiutaba-MG, na porção oeste da Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto – Paranaíba. Segundo Alves (2024) a bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço apresenta uma área de drenagem de 294,11 km² e um perímetro de 119,02 km, no qual grande parte da sua extensão encontra-se ocupada por práticas agropecuárias.

Figura 1: Localização da bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço



Fonte: IBGE (2021 e 2022); Elab.: Autores (2025).

O município encontra-se na morfoescultura da bacia sedimentar do Paraná, com predomínio das Formações Marília, Adamantina (Grupo Bauru) e Serra Geral (Grupo São Bento). A Formação Marília se caracteriza pela presença de arenitos com granulação que varia de fina a grossa, com tênues estratificações cruzadas de médio porte, que incluem lentes e intercalações subordinadas de siltitos, argilitos e arenitos. A Formação Vale do Rio do Peixe ou Adamantina tem em sua composição arenitos eólicos com granulação de fina a muito fina. Por fim, a Formação Serra Geral é composta por basaltos com intercalações de arenito e diques de diabásio, pertencentes ao Grupo Bauru (Bistrichi *et al.*, 1981).

O relevo se enquadra nos “Domínios dos Chapadões Tropicais do Brasil Central, que constitui a subunidade do Planalto Setentrional da Bacia Sedimentar do Paraná (AB’Saber, 1971). No município é predominante um relevo típico de colinas, com topos suavemente ondulados, vertentes com pouca declividade (de 0% a 20%), com a presença de relevos residuais do tipo tabuliforme encontrados mais ao sul (Miyazaki, 2017; Alves, 2023).

No município de Ituiutaba, é possível observar a presença de três classes de solos, pertencentes às ordens dos Cambissolos, Latossolos e Argissolos (IBGE, 2023). Martins e Costa (2014), ao realizarem um estudo mais aprofundado sobre a área, identificaram, além dos tipos de solos já mencionados (com exceção dos Argissolos), a ocorrência de Nitossolos

Vermelhos — presentes em áreas mais rebaixadas da paisagem —, Neossolos, localizados em uma pequena porção ao centro-sul do município, e Gleissolos, encontrados em áreas com rede de drenagem organizada e conectada, situadas mais a leste do território municipal.

Quanto ao clima, Ituiutaba enquadra-se na classificação tropical do tipo Aw (na classificação de Köppen), caracterizado por alternância entre estações secas e úmidas, controladas por sistemas intertropicais e polares. O período seco representa aproximadamente 10% do total de chuvas, enquanto o período úmido concentra os demais 90% (Costa; Martins, 2011). A média pluviométrica anual é de 1401,4 mm, dos quais 1187,3 mm ocorrem no primeiro e no último trimestre do ano, e 213,8 mm concentram-se no período seco (Braghiroli, 2017). A temperatura média anual gira em torno de 24 °C, e a umidade relativa do ar mantém-se em torno de 71% (Guimarães; Fratari; Queiroz, 2012).

O município apresenta, em quase toda sua totalidade, cobertura vegetal do tipo cerrado *stricto sensu* (Costa, 2011), caracterizado por árvores de pequeno porte, tortuosas, com troncos inclinados e ramificações irregulares. Em áreas mais baixas, é comum a presença de veredas, marcadas pelo acúmulo de água em razão dos solos mal drenados. Já nas porções mais elevadas da paisagem, observa-se a ocorrência do cerradão, em função da presença de solos mais desenvolvidos (Costa, 2011).

Estimativa e espacialização do Fator R

O primeiro passo para a estimativa e espacialização do Fator R consistiu na realização de um levantamento bibliográfico abrangente, com o objetivo de compreender os fundamentos teóricos e metodológicos relacionados à erosividade das chuvas e sua aplicação em estudos ambientais. Esse levantamento permitiu identificar métodos já consolidados na literatura científica, bem como estudos regionais com dados compatíveis à área de estudo. Paralelamente, foi realizado um levantamento cartográfico detalhado da área de estudo, visando à obtenção das informações importantes para caracterização da bacia.

Para o cálculo do índice de erosividade da chuva, foram inicialmente coletados dados pluviométricos por meio do Portal HidroWeb, ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), mantido pela Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA). Essa plataforma disponibiliza dados oficiais de precipitação, organizados em um banco de dados com totais diários, mensais e anuais de chuva.

Foram utilizados dados pluviométricos provenientes de sete estações pluviométricas, distribuídas conforme suas séries históricas: uma estação com 24 anos de dados (1995–2019), quatro estações com 30 anos de registros (1993–2023) e duas estações com 27 anos (1996–2023). A Tabela 1 apresenta as informações detalhadas referentes a essas estações pluviométricas.

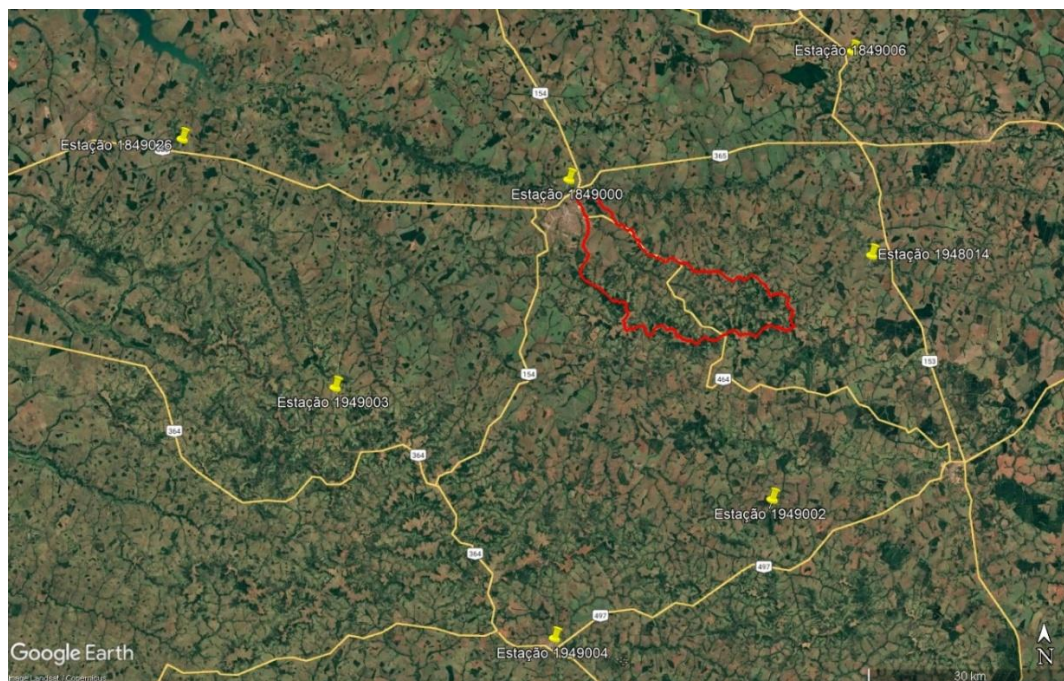
Tabela 1 – Dados de localização e período de coleta das estações pluviométricas

Código	Nome	Município	Latitude	Longitude	Altitude	Período
1849000	Ituiutaba	Ituiutaba	18°56'27.94"S	49°27'47.16"O	563m	1995-2019
1849006	Avantiguara	Canápolis	18°46'18.82"S	49°4'10.93"O	S/I	1993-2023
1849026	Faz. Boa Vista	Gurinhata	18°53'12.81"S	50°0'1.08"O	450m	1996-2023
1948014	Faz. Nossa Senhora Aparecida	Prata	19°2'21.82"S	49°2'33.01"O	S/I	1996-2023
1949002	Faz. Buriti do Prata	Prata	19°21'34.92"S	49°10'49.08"O	517m	1993-2023
1949003	Gurinhata	Gurinhata	19°12'47.86"S	49°47'17.15"O	533m	1993-2023
1949004	Campina Verde	Campina Verde	19°32'31.90"S	49°28'59.15"O	525m	1993-2023

Fonte: ANA (2025). Org.: Autores (2025).

Na área de estudo não foram identificadas estações pluviométricas instaladas. Diante desse fato, optou-se pela utilização de estações localizadas nas proximidades da área de estudo, com distância de no máximo 50 quilômetros (Figura 2).

Figura 2: Localização das estações pluviométricas utilizadas para o cálculo de erosividade das chuvas da bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço



Fonte: ANA (2025); Google Earth Pro (2025). Elab.: Autores (2025).

Os dados das estações pluviométricas foram organizados por meio do *software Excel*. A partir da organização dos dados de precipitação, foi determinado o índice de erosividade anual das chuvas (Fator R). Para tanto, inicialmente foram determinados os índices de erosividade mensal (EI) de cada estação pluviométrica, utilizando a metodologia proposta por Lombardi Neto e Moldenhauer (1980, *apud* Bertoni; Lombardi Neto, 2017). Diante disso, o índice de erosividade mensal da chuva foi obtido por meio da seguinte equação:

$$EI = 67,355 (r^2/P)^{0,85}$$

Onde: EI = índice de erosividade mensal ($\text{MJ.mm/ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{mês}^{-1}$); r = precipitação média mensal (mm); P = precipitação média anual (mm).

A partir dos índices mensais de erosividade (EI), foi calculada a erosividade anual das chuvas (Fator R), por meio da soma das médias mensais obtidas para cada estação pluviométrica, com base na série histórica considerada. A equação utilizada para representar a somatória dos valores médios mensais de erosividade e determinar o Fator R é apresentada a seguir:

$$R = \sum EI$$

Onde: R = erosividade anual ($\text{MJ.mm/ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{ano}^{-1}$); EI = índice de erosividade média mensal ($\text{MJ.mm/ha}^{-1}.\text{h}^{-1}.\text{mês}^{-1}$).

Em seguida, os valores estimados foram inseridos no *QGIS Desktop 3.40.6-Bratislava*, de forma que cada estação pluviométrica foi representada por um ponto com o valor da erosividade média estimada. A interpolação dos dados foi realizada por meio do método de interpolação IDW (*Inverse Distance Weighted*, ou Ponderação pelo Inverso da Distância).

A interpolação pelo método IDW calcula os valores dos pontos utilizando uma combinação linear da média ponderada dos pontos amostrados, sendo que o peso atribuído a

cada ponto é inversamente proporcional à sua distância em relação ao ponto estimado (Marcuzzo; Andrade; Melo, 2011). Embora o método IDW apresente limitações — como a impossibilidade de gerar mapas de erro ou estabelecer correlações com outras variáveis (Montebeller et al., 2007) —, ele ainda é amplamente utilizado, especialmente quando há poucos dados disponíveis. Técnicas como a krigagem, consideradas mais precisas (Gotway et al., 1994), exigem uma quantidade mínima de pontos amostrais para verificar a existência de dependência espacial. Na ausência dessa dependência, sua aplicação não é recomendada.

Dessa forma, optou-se pela interpolação por IDW, que permitiu estimar os índices de erosividade em áreas não amostradas no interior da bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço.

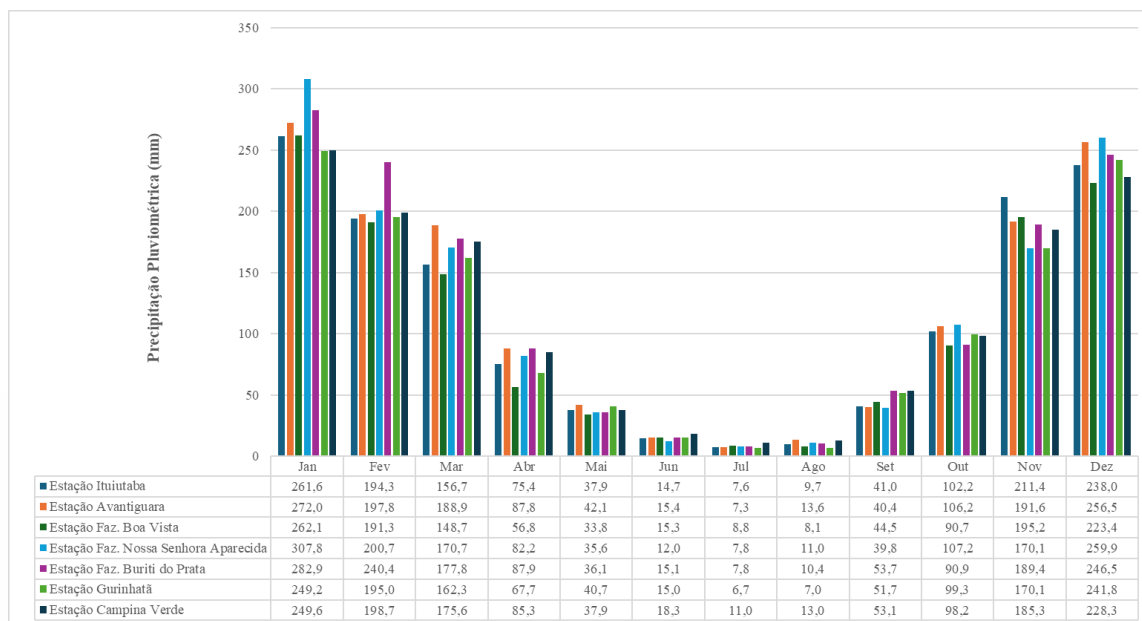
Análise da erosividade das chuvas na bacia do Ribeirão São Lourenço

O conhecimento da distribuição espacial das chuvas é essencial tanto para o planejamento e manejo dos recursos hídricos quanto para a compreensão do padrão de erosividade das precipitações, representado pelo fator R. Neste contexto, o presente estudo realizou uma comparação entre os índices pluviométricos e calculou a erosividade das chuvas na bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço.

A análise das estações pluviométricas indicou que os maiores volumes de precipitação ocorrem entre os meses de outubro e março, o que reflete a sazonalidade típica das regiões tropicais, caracterizadas por duas estações bem definidas, verão chuvoso e inverno seco. Diante disso, a estação úmida (período chuvoso) contribui com 1169,4 mm (85,69%) de chuva, já a estação seca (período de estiagem) tem um índice de precipitação de 195,24 mm (14,31%), valores próximos aos observados por Braghiroli (2017) e Costa e Martins (2011) para o município de Ituiutaba (MG).

Dezembro e janeiro se destacam como os meses mais chuvosos, ultrapassando os 220 mm mensais (Gráfico 1). Evidenciando que durante o verão, a precipitação ocorre de forma mais acentuada pelo predomínio das chuvas convectivas, intensas e de curta duração (Pereira, 2014). Em contrapartida, entre junho e agosto, os índices de precipitação mensal não ultrapassam os 20 mm, demonstrando o período seco.

Gráfico 1: Precipitação pluviométrica média mensal



Fonte: ANA (2025). Org.: Autores (2025).

As precipitações médias anuais registradas nas estações variam entre 1.278,3 mm e 1.437,2 mm (Tabela 2), com uma média total para todas as estações de 1363,6 mm. Esses valores estão em acordo com as médias anuais para o Estado de Minas Gerais observadas por Mello et al. (2007), que tendem a variar entre 1.200 mm e 1.400 mm na região do Triângulo Mineiro.

Os valores extremos de precipitação anual foram observados na estação Fazenda Nossa Senhora Aparecida, com o menor volume registrado em 1997, de apenas 613,2 mm, e o maior em 2008, atingindo 2.077,9 mm. O desvio padrão encontrado nessa estação chega a 290 mm, demonstrando certa dispersão dos dados.

Tabela 2 – Totais pluviométricos (mm) anuais entre 1993 a 2023

Ano	Ituiutaba	Avantiguara	Faz. Boa Vista	Faz. Nossa Senhora Aparecida	Faz. Buriti do Prata	Gurinhata	Campina Verde	Média
1993	-	1588,5	-	-	1327,2	1554,1	1329,1	1449,7
1994	-	1086,2	-	-	1474,4	1213	1365,4	1284,7
1995	1773,4	1644,8	-	-	1172,5	1506,3	1329,4	1485,2
1996	1408,8	1374,9	1432,7	1167	1427,9	1238,6	1431,1	1354,4
1997	1630,3	1540	1648,7	613,2	1440,9	1362,7	1332,7	1366,9
1998	1575,6	1495,3	1229,7	985,1	1679,5	1292,5	1648,3	1415,1
1999	1147,1	1155,2	976,8	1182,3	1334	1077,6	1061,6	1133,5
2000	1505,8	1530,6	1403,1	1497	1618,1	1635,5	1370,3	1508,6
2001	1319,8	1260,8	1206,6	1495,7	983,9	1052,4	1040,2	1194,2
2002	1065,7	1084,8	1511,9	1167,9	1228,8	1228	1331,5	1231,2
2003	1361	1613,8	1464,5	1515,1	1462,9	1320,6	1259	1428,1
2004	1336	1339	1445,8	1840,4	1698,7	1336	1586,2	1511,7
2005	1384,4	1526,9	1336,2	1599,5	1694,5	1363,8	1290,2	1456,5
2006	1623,5	1732,1	1552	1259,5	1902	1322,6	1503,5	1556,4
2007	1827,1	1302,6	1161,3	1231,1	1373,8	1341,1	1175	1344,5
2008	1544,6	1759	1247,3	2077,9	1802,2	1747,1	1344,3	1646,0
2009	1475,2	1587,7	1421,2	1880,2	1747,8	1842,4	1991,4	1706,5
2010	976,4	1136,5	1131,6	1655,6	1401	1483,4	1240,9	1289,3
2011	1220,4	1398,8	1337,6	1615,9	1841,1	1659,2	1631,1	1529,1
2012	1212	1044,9	1217,7	1242,7	1308,8	1218,7	1427,2	1238,8
2013	1417,7	1543,1	1041,7	1572,4	1649,8	1134,8	1276	1376,5
2014	761,5	1298,3	1063,2	1241	1295,5	963,4	1078,7	1100,2
2015	961,1	1327	1101,7	1610,4	1194	1328,2	981,8	1214,8
2016	1328,6	1427,6	1138	1475,3	1449	1319,8	1483,9	1374,6
2017	1361	1356,5	1461,5	1192,8	1250,5	1127,7	1414,7	1309,2
2018	1397,1	1433,1	1477,8	1327,4	1300,2	1258,4	1330,4	1360,6
2019	1152,5	1228,1	1202,3	1257,4	1317	981,1	1391	1218,4
2020	-	1679,8	974,8	1604,1	1412,7	1099,5	1321,9	1348,8
2021	-	1498,3	1284,1	1233,9	1122,7	1187,3	1013,5	1223,3
2022	-	1459,8	1245,6	1270,8	1034,8	1206,3	1232,7	1241,6
2023	-	1490	1076,5	1495,8	1606	1075,7	1710,5	1409,0
Média	1350,7	1417,5	1278,3	1403,8	1437,2	1305,7	1352,4	1363,6
D.P	247,8	190,3	182,6	290,0	233,0	213,1	212,7	224,2
Cv. (%)	18,3	13,4	14,2	20,6	16,2	16,3	15,7	16,4

Fonte: ANA (2025). Org.: Autores (2025).

Os anos de 2008 e 2009 destacaram-se como os mais chuvosos, com totais anuais de 1.646 mm e 1.706,5 mm, respectivamente. Por outro lado, os anos de 1999 e 2014 apresentaram os menores índices pluviométricos, ambos com volumes inferiores a 1.140 mm. Neste sentido, a estação Fazenda Boa Vista apresentou a menor média anual de precipitação (1278,3 mm), enquanto a estação Fazenda Buriti do Prata registrou a maior (1437,2 mm).

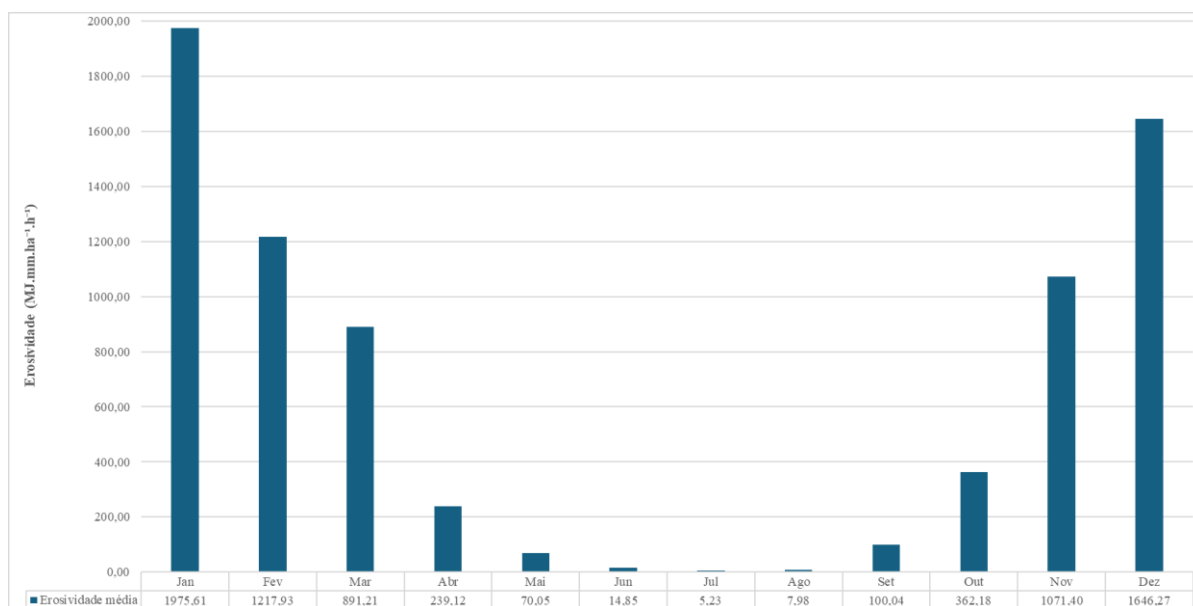
As variações mais significativas observadas nos registros podem ser explicadas por diferentes fatores, tais como a variabilidade espacial da precipitação entre as localidades, a ocorrência de ciclos climáticos mais secos ou mais úmidos em determinados períodos, possíveis falhas nos registros dos dados ou, ainda, pela combinação desses elementos (Oliveira, 2006).

De modo geral, os coeficientes de variação não indicam diferenças tão expressivas entre as médias anuais de precipitação registradas nas estações analisadas. O maior valor corresponde à Estação Fazenda Nossa Senhora Aparecida, com 20,6%, enquanto o menor foi observado na Estação Avantiçara, com 13,4%.

De acordo com Mello et al. (2007), ao analisarem a erosividade no estado de Minas Gerais, constataram que as regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba apresentam elevados índices pluviométricos durante o período chuvoso, com alta frequência de chuvas potencialmente erosivas. Em contrapartida, os meses mais secos apresentam menores índices de erosividade, visto que, nesses meses dificilmente ocorrem precipitações intensas e sequenciais.

O valor médio mensal de erosividade nas estações pluviométricas analisadas foi de 633,49 MJ.mm/ha⁻¹.h⁻¹.mês⁻¹, variando entre 5,23 MJ.mm/ha⁻¹.h⁻¹.mês⁻¹ para o mês de julho, indicando menores índices de precipitação, e 1975,61 MJ.mm/ha⁻¹.h⁻¹.mês⁻¹ para o mês de janeiro, período em que as precipitações são mais intensas (Gráfico 2).

Gráfico 2: Distribuição da erosividade média mensal



Fonte: ANA (2025). Org.: Autores (2025).

Segundo a classificação proposta por Beltrame (1994), os valores mensais de erosividade (MJ.mm/ha⁻¹.h⁻¹.mês⁻¹) podem ser agrupados em cinco classes: erosividade débil (<599,04), média (599,04 a 675,48), forte (675,49 a 751,91), muito forte (751,92 a 828,33) e excessiva (>828,33). Com base nessa categorização, verifica-se que 89,48% dos valores registrados (entre 891,21 e 1.975,61 MJ.mm/ha⁻¹.h⁻¹.mês⁻¹) se enquadram na classe de erosividade excessiva, concentrando-se nos meses do período chuvoso (com exceção do mês

de outubro com erosividade média de 362,18 MJ·mm/ha⁻¹·h⁻¹·mês), sendo bastante preocupante. Os demais 10,52% dos registros (de 5,23 a 362,18 MJ·mm/ha⁻¹·h⁻¹·mês⁻¹) se enquadram na classe de erosividade débil.

Desse modo, as elevadas precipitações registradas na região influenciam diretamente nos altos índices de erosividade, contribuindo para a desagregação das partículas do solo devido ao impacto das gotas de chuva. Esse processo favorece o escoamento superficial, marcando o início do processo erosivo.

Quanto ao valor médio anual de erosividade (Fator R), o estudo identificou um total de 7.601,88 MJ·mm/ha⁻¹·h⁻¹·ano⁻¹, com variações entre 7.283,60 MJ·mm/ha⁻¹·h⁻¹·ano⁻¹ na estação Gurinhatã e 7.979,41 MJ·mm/ha⁻¹·h⁻¹·ano⁻¹ na estação Fazenda Nossa Senhora Aparecida.

Tabela 3 – Erosividade média mensal e anual (MJ·mm/ha⁻¹·h⁻¹) das estações pluviométricas

	Ituiutaba	Avantiguara	Faz. Boa Vista	Faz. Nossa Senhora Aparecida	Faz. Buriti do Prata	Gurinhatã	Campina Verde	Média	D.P	C.V (%)
Jan	1894,31	1939,85	1990,78	2415,32	2050,27	1794,34	1744,43	1975,61	204,71	10,36
Fev	1142,54	1128,67	1165,48	1167,28	1554,81	1182,76	1184,01	1217,93	138,79	11,40
Mar	792,83	1043,88	759,90	886,40	931,22	864,97	959,26	891,21	90,38	10,14
Abr	228,35	283,79	147,81	256,00	280,89	195,96	281,04	239,12	47,96	20,06
Mai	70,84	81,39	61,26	61,79	61,91	82,47	70,68	70,05	8,41	12,01
Jun	14,15	14,68	15,83	9,70	14,06	15,06	20,50	14,85	2,94	19,80
Jul	4,62	4,10	6,22	4,65	4,54	3,85	8,66	5,23	1,56	29,87
Ago	7,00	11,97	5,43	8,34	7,50	4,10	11,51	7,98	2,71	33,93
Set	81,04	75,76	97,67	74,44	121,61	123,97	125,83	100,04	21,76	21,75
Out	383,49	392,04	327,52	402,15	297,50	375,11	357,47	362,18	34,88	9,63
Nov	1318,80	1069,18	1205,85	881,28	1036,37	937,03	1051,29	1071,40	138,94	12,97
Dez	1613,16	1756,04	1517,64	1812,07	1621,91	1704,00	1499,06	1646,27	108,74	6,61
Total	7551,13	7801,35	7301,38	7979,41	7982,59	7283,60	7313,74	7601,88	293,86	3,87

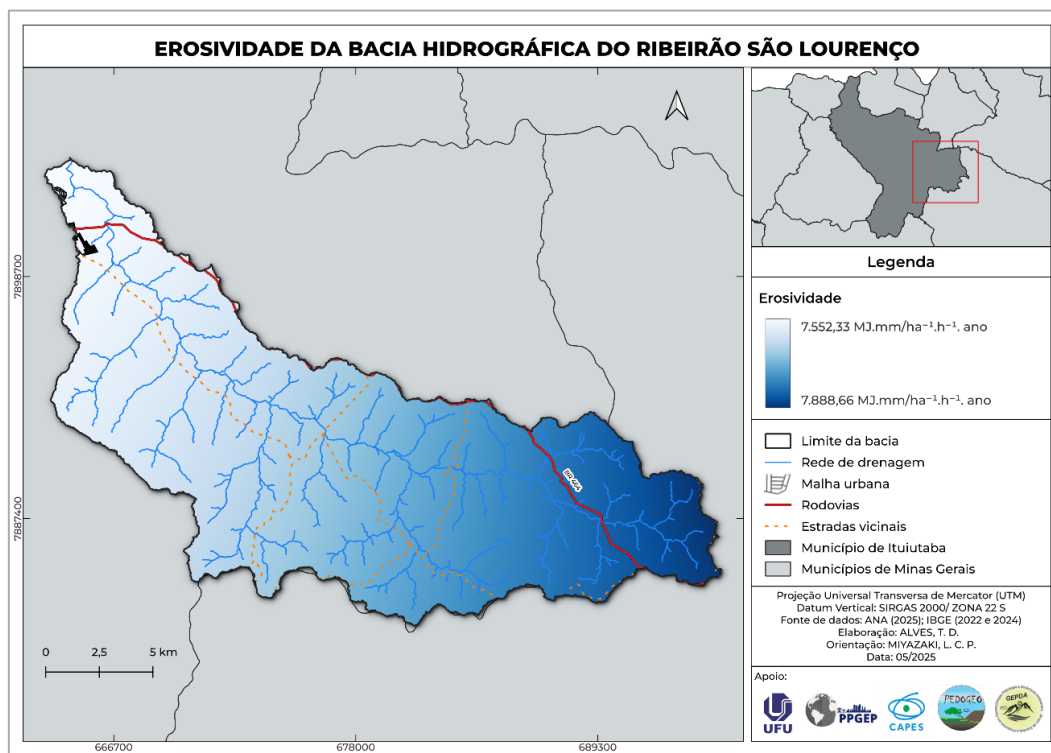
Fonte: ANA (2025). Org.: Autores (2025).

O menor valor de erosividade média mensal encontrado foi de 3,85 MJ·mm/ha⁻¹·h⁻¹·mês⁻¹, registrado no mês de julho na estação Gurinhatã. Em contrapartida, o maior valor foi de 2415,32 MJ·mm/ha⁻¹·h⁻¹·mês⁻¹, observado no mês de janeiro na estação Fazenda Nossa Senhora Aparecida, local que apresentou um dos maiores índices de precipitação média para esse mês.

Verifica-se ainda que os valores do coeficiente de variação aumentam principalmente durante o período seco, apresentando tendência de elevação à medida que a média de erosividade diminui. Segundo Silva et al. (2010), essa ampla variação nos dados pode ser atribuída à irregularidade na distribuição das chuvas durante a estação seca, o que contribui significativamente para os altos coeficientes de variação observados.

O índice de erosividade média anual para as áreas do interior da bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço, obtidos com a interpolação pelo método IDW, resultaram na erosividade média anual entorno de 7720,49 MJ·mm/ha⁻¹·h⁻¹·ano⁻¹, com valores variando de 7552,33 MJ·mm/ha⁻¹·h⁻¹·ano⁻¹ a 7888,66 MJ·mm/ha⁻¹·h⁻¹·ano⁻¹ (Figura 2).

Figura 2: Espacialização da erosividade da chuva na bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço



Fonte: ANA (2025). Elab.: Autores (2025).

A erosividade média anual é maior no alto curso da bacia (áreas mais próximas da nascente), e decresce gradativamente até o baixo curso (onde está localizada a foz), que apresenta a menor erosividade média anual da área de estudo. Isto corrobora com os valores de precipitação, uma vez que a média anual de precipitação mais elevada foi registrada na estação Fazenda Buriti do Prata, localizada ao sul da área de estudo.

Com base nos estudos de Foster et al. (1981), Mello et al. (2007) realizaram um zoneamento do estado de Minas Gerais, distinguindo regiões específicas de acordo com o comportamento anual da erosividade das chuvas. Nesse contexto, o Triângulo Mineiro se destaca por apresentar precipitações intensas, com valores anuais de erosividade variando entre 7.357 e 9.810 MJ.mm/ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹, sendo classificado como uma área de erosividade alta. Esses dados corroboram os resultados obtidos para a bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço, onde 59% dos índices de erosividade das estações pluviométricas superam 7.357 MJ.mm/ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹, confirmando a predominância de condições de erosividade alta.

Os resultados deste estudo estão em concordância com os dados apresentados por Mello et al. (2007), que estimaram a erosividade para o estado de Minas Gerais, e por Trindade et al. (2016), que abordaram a variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Brasil, bem como com outros trabalhos realizados na região do Triângulo Mineiro. Valle Júnior (2008), por exemplo, ao estimar a erosividade na bacia hidrográfica do rio Uberaba (MG), encontrou um valor de 7.846,54 MJ.mm/ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹, com 44,23% da precipitação considerada erosiva. Da mesma forma, Cabral et al. (2009) identificaram uma erosividade de 7.416,9 MJ.mm/ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹ na área do reservatório de Cachoeira Dourada (GO/MG), com 94% da erosividade concentrada no período chuvoso. Já Pereira (2014) estimou a erosividade na área de influência do reservatório da UHE Amador Aguiar I, pertencente à bacia do rio Araguari (MG), em 8.881,9 MJ.mm/ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹.

Valores de erosividade superiores a 7.400 MJ.mm/ha⁻¹.h⁻¹.ano⁻¹ são considerados elevados (Mello et al., 2007) e indicam um potencial significativo para o desencadeamento de

processos erosivos. Contudo, a erosividade deve ser analisada de forma integrada com outros fatores, como tipo de solo, cobertura vegetal, topografia e práticas de manejo, permitindo identificar áreas de maior risco e priorizar intervenções. A análise desses valores evidencia que, em locais com alta erosividade, a adoção de estratégias preventivas não é apenas recomendável, mas essencial para minimizar impactos ambientais e socioeconômicos.

No que se refere aos solos, a região é predominantemente composta por Latossolos Vermelhos. Segundo a EMBRAPA (2019), esse tipo de solo é bem desenvolvido, apresenta grande profundidade e alta porosidade, com valores que variam entre 50% e 60%. Tais características favorecem a infiltração da água, contribuindo para uma boa drenagem natural. No entanto, quando submetidos a formas inadequadas de uso e ocupação, esses solos podem se tornar vulneráveis ao aumento do escoamento superficial, o que favorece o surgimento de ravinas que, ao longo do tempo, podem evoluir para voçorocas de grandes proporções (Arraes; Bueno; Pissara, 2010).

Além disso, observa-se que o período de maior erosividade das chuvas coincide com as etapas iniciais do preparo do solo, da semeadura e do estabelecimento de algumas culturas anuais. Quando o manejo do solo é inadequado, há um risco significativo de perdas por erosão laminar, especialmente porque o solo pode estar exposto justamente durante o período de maior intensidade pluviométrica.

Nesse sentido, a adoção de práticas conservacionistas é de extrema importância para minimizar perdas de solo e proteger os cursos d'água. Técnicas como terraceamento, plantio direto, manutenção de cobertura vegetal e faixas de mata ciliar podem reduzir significativamente o impacto das chuvas intensas, especialmente em áreas mais suscetíveis. Além disso, o conhecimento da variabilidade espacial da erosividade permite o planejamento de intervenções localizadas, priorizando áreas de maior risco e otimizando recursos disponíveis para conservação, além de contribuir para aumentar a produtividade e reduzir prejuízos econômicos.

Considerações finais

A análise da erosividade da chuva (Fator R) na bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço demonstrou que a região apresenta elevados índices de erosividade, com média anual de $7.720,49 \text{ MJ}\cdot\text{mm}/\text{ha}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}\cdot\text{ano}^{-1}$, compatível com outras áreas do Triângulo Mineiro. Essa alta erosividade está diretamente relacionada à concentração das chuvas entre os meses de outubro e março, evidenciando o alto potencial erosivo, especialmente em áreas do alto curso da bacia.

A distribuição espacial da erosividade reforça a necessidade de manejo conservacionista direcionado às áreas mais vulneráveis, uma vez que o período chuvoso coincide com práticas agrícolas intensas elevando o risco de perda de solo por erosão laminar. Além disso, a predominância de Latossolos Vermelhos, embora favoráveis à infiltração, quando expostos à ocupação e manejo inadequados, tornam-se suscetíveis à formação de ravinas e voçorocas.

Deste modo, os resultados confirmam padrões recorrentes de alta erosividade já descritos em estudos regionais e nacionais, o que reforça a necessidade de avançar em pesquisas que relacionem a erosividade da chuva com a perda de solo. Uma vez que a quantificação isolada da erosividade pode não ser suficiente para compreender a magnitude dos processos erosivos, pois a resposta do solo à energia das chuvas depende de fatores complementares, como uso e cobertura da terra, declividade, tipo de solo e práticas de manejo adotadas.

Nesse sentido, integrar a análise da erosividade com estimativas de perda de solo compreensão dos impactos reais sobre a dinâmica erosiva. A compreensão da dinâmica da erosividade possibilita identificar áreas e períodos críticos, fornecendo subsídios para políticas

públicas, planejamento agrícola e ações de conservação do solo que busquem mitigar impactos ambientais e socioeconômicos decorrentes da erosão hídrica.

Agradecimentos

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento desta pesquisa por meio da concessão da bolsa de mestrado acadêmico, ao Programa de Pós-graduação em Geografia do Pontal, ao Instituto de Ciências Humanas do Pontal (ICHPO) e ao Laboratório PEDOGEO da Universidade Federal de Uberlândia pelo apoio e a infraestrutura cedida, bem como ao Grupo de Pesquisas GEPDA por promover momentos de debate científico.

Referências

- AB´SABER, A. N. Contribuição à Geomorfologia da área dos cerrados. IN: FERRI, M. G. (coord). **Simpósio sobre o cerrado: uso e manejo**. São Paulo: EPUSP, 1971. p-97-103.
- ALVES, T. D. **Análise dos aspectos fisiográficos da bacia hidrográfica do córrego São José, município de Ituiutaba/MG**. 2023. 130 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Geografia) – Universidade Federal de Uberlândia, Ituiutaba, 2023.
- ALVES, T. D. Aplicação de parâmetros morfométricos para o estudo do relevo na bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço, município de Ituiutaba/MG. In: Congresso Brasileiro de Geógrafas e Geógrafos, 8, 2024. São Paulo. **Anais...**, São Paulo: Diretoria Executiva Nacional, 2024. p. 1- 13.
- AMORIM, R. S. S. **Avaliação dos modelos de predição da erosão hídrica USLE, RUSLE e WEPP para condições edafoclimáticas brasileiras**. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola), Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004. 120 p.
- ANA. Agência Nacional de Águas. Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). **Portal HidroWeb**. Brasília: ANA, 2025. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>. Acesso em: 10 Mar. 2025.
- ARRAES, L. C.; BUENO, C. R. P.; PISSARRA, T. C. T. Estimativa da erodibilidade do solo para fins conservacionistas na microbacia do Córrego do Tijuco, SP. **Bioscience Journal**. v. 26. n. 6. Uberlândia, 2010. p. 849-857.
- BELTRAME, A. V. **Diagnostico do meio físico de bacias hidrográficas: modelo e aplicações**. Florianópolis: Editora da UFSC, 1994.
- BRAGHIROLI, T. L. P. **Implicações naturais e antrópicas responsáveis pelo desencadeamento de feições erosivas no Parque do Goiabal em Ituiutaba (MG)**. 2017. 171 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Goiás, Catalão, 2017.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. 10. ed. São Paulo: Ícone, 2017. 392 p.

- BISTRICHI, C. A., et al. **Mapa geológico do Estado de São Paulo**. São Paulo: SICCT/PróMinério/DCET- Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), 1981. Escala 1:500.000, v. 1 e 2, 126 p.
- CABRAL, J. B. P., et al. Erosividade na bacia de drenagem do reservatório de Cachoeira Dourada - Go/MG. **Geofocus** (Artículos), nº 9, p. 290-316, 2009.
- CASTRO, A. G.; VALÉRIO FILHO, M. Simulação da expectativa de perdas de solo em microbacia sob diferentes manejos florestais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 419-426, 1997.
- COLODRO, G., et al. Erosividade da chuva: distribuição e correlação com a precipitação pluviométrica de Teodora Sampaio (SP). **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 26, n. 3, p. 809-818, 2002.
- COSTA, R. A. Análise Biogeográfica do Parque Municipal do Goiabal em Ituiutaba-MG. **Caderno Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente, n.33, v.1, p.68-83, jan./jul.2011.
- COSTA, R. A.; MARTINS, F. P. Impactos e riscos ambientais urbanos em Ituiutaba-MG. In: PORTUGUEZ, A. P.; MOURA, G. G.; COSTA, R. A. (Org) **Geografia do Brasil Central: Enfoque Teórico e Particularidades Regionais**. Uberlândia: Assis, 2011. p. 355-378.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Agência de informação Embrapa: Bioma Cerrado. Latossolos, 2019. Disponível http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia16/AG01/arvore/AG01_96_10112005101956.html. Acesso em 12 abr. 2025
- FOSTER, G.R., et al. Conversion of the universal soil loss equation to SI metric units. **Journal Soil Water Conservation**, v.36, p.355-359, 1981.
- GOTWAY, C.A. et al. Comparison of kriging and inverse-distance methods for mapping soil parameters. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 60, n.4, p. 1237-1247, 1996.
- GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. do C. O. **Processos Erosivos e Recuperação de Áreas Degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.
- GUIMARÃES, A. S.; FRATARI, M. F.; QUEIROZ, A. T. de. Análise termo-higrométrica de Ituiutaba – MG. **Revista Geonorte**, Manaus, v. 1, n. 5, p. 395-402, 2012. Edição Especial.
- HUDSON, N. **Soil conservation**. Ithaca, Cornell University Press, 1977. 320p.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Informações ambientais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021 e 2022. Disponível em: https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/. Acesso em: 10 mai. 2025.
- LAL, R. Erodibility and erosivity. In: LAL, R., ed. **Soil erosion research methods**. Ankeny, Soil and Water Conservation Society, 1988. p. 141-160.
- LIMA, H. M. **Introdução à Modelação Ambiental: Erosão Hídrica**. Funchal (Portugal), 2010.

MAGALHÃES, R. A. **Processos erosivos e métodos de contenção**. Ouro Preto: CEEB, 1995.

MARCUZZO, F. F. N.; ANDRADE, L. R.; MELO, D. C. R. Métodos de interpolação matemática no mapeamento de chuvas do estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Geografia Física**, PERNAMBUCO, v. 4, pág. 793-804, 2011. Disponível em: https://rigeo.sgb.gov.br/bitstream/doc/605/1/art_marcuzzo_metodos.pdf. Acesso em: 10 mai. 2025

MARQUES, J. J. G. S. M. et al. Índices de Erosividade da Chuva, Perdas de Solo e Fator Erodibilidade para Dois Solos da Região dos Cerrados: Primeira Aproximação. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.21, 1997. p. 427-434.

MARTINS, F. P.; COSTA, R. A. A Compartimentação do relevo como subsídio aos estudos ambientais no município de Ituiutaba-MG. **Revista Sociedade e Natureza**. v. 26. n. 2. Uberlândia, 2014. p. 317-331.

MELLO, C. R. de. et al. Erosividade mensal e anual da chuva no Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 42, n. 4, p. 537-545, abr. 2007.

MINELLA, J. P. G. et al. Processos e modelagem da erosão: da parcela à bacia hidrográfica. In: PRADO, R. B.; TURETTA, A. P. D.; ANDRADE, A. G. de. (orgs.). **Manejo e Conservação do Solo e da Água no Contexto das Mudanças Ambientais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2010. p. 105-122.

MONTEBELLER, C. A. et al. Variabilidade espacial do potencial erosivo das chuvas no Estado do Rio de Janeiro. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 27, p. 426-435, 2007.

NEARING, M. A.; LANE, L. J.; LOPES, V. L. Modeling Soil Erosion. In: LAL, R. (ed.). **Soil Erosion Research Methods**. 2. ed. Soil and Water Conservation Society, St. Lucie Press, 1994. p. 127-156.

OLIVEIRA, P. M. de. **Modelagem do escoamento superficial e da erosão hídrica na sub-bacia hidrográfica do Ribeirão Marcela, Alto Rio Grande, MG**. 2006, 155 f. (Tese de Doutorado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

PEDRO MIYAZAKI, L. C. Elaboração da carta de compartimentação geomorfológica para estudo do relevo na área urbana de Ituiutaba (MG). **Espaço em Revista**, v. 19, p. 1-20, 2017.

PEREIRA, J. S. **Avaliação das perdas de solos por erosão laminar na área de influência da UHE Amador Aguiar I**. 2014. 167 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2014.

SILVA, D. F., et al. Escalas temporais da variabilidade pluviométrica na bacia hidrográfica do rio Mundaú. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.3, p.324-332, 2010.

TRINDADE, A. L. F. e al. Variabilidade espacial da erosividade das chuvas no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 51, n. 12, p. 1918-1928, dez. 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pab/a/D3SSWCskP6kbWrPMnXxhjtQ/?lang=pt&format=html>. Acesso em: 18 set. 2025.

UEMA, D. Y. **Quantificação de perdas de solos em bacia hidrográfica de primeira ordem**: Córrego Zaúna, Maringá – PR. Dissertação (Mestrado em Geografia), Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2018. 101 p.

VALLE JUNIOR, R. F. do. **Diagnóstico de áreas de risco de erosão e conflito de uso dos solos na bacia do Rio Uberaba**. Tese (Doutorado em Agronomia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. 2008. 222 p.

WEILL, M. de A. M. **Estimativa da erosão do solo e avaliação do seu impacto na microbacia do Ceveiro (Piracicaba, SP), através do índice do tempo de vida**. 1999. 100 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. **Predicting rainfall erosion losses**: a guide do conservation planning. United States Department of Agriculture, Agriculture Handbook No. 282, 1978. 67 p.

Recebido em: 02/06/2025.

Aprovado para publicação em: 18/09/2025.