



ERODIBILIDADE DOS SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPAMA-PE*

*Trabalho financiado com recursos da
CAPES (código de financiamento 001)
através do edital UFPE 06/2022

Cristiane Barbosa da Silva ¹
José Coelho de Araújo Filho ²
Deyse Ferreira da Silva ³
Marcelo Ricardo Bezerra de Miranda ⁴
Osvaldo Girão da Silva ⁵
Paulo Lucas Cândido de Farias ⁶

PALAVRAS-CHAVE: suscetibilidade erosiva; erosão de solos; uso da terra;
Bacia Hidrográfica do rio Pirapama-PE.

RESUMO

A Bacia Hidrográfica do Rio Pirapama-PE (BHRP-PE) sofreu o desmatamento de sua cobertura vegetal original de Mata Atlântica para dar lugar ao monocultivo da cana-de-açúcar na segunda metade do século XVI. Posteriormente, já no século XX, o seu uso foi diversificado com a implantação de assentamentos promovidos pelo INCRA na BHRP, com a construção do porto de SUAPE, fora do perímetro da BHRP, mas que refletiu na expansão da urbanização nos municípios que compõem a área de estudo. A construção dos reservatórios Sicupema, Gurjaú e Pirapama, responsáveis pelo abastecimento de mais de 1/3 da população da Região Metropolitana do Recife-RMR, pressupõe manejo que respeite as limitações das áreas contribuintes dos respectivos reservatórios. Além disso, as mudanças de uso da terra não foram embasadas em estudos que explicassem a suscetibilidade natural dos solos aos processos erosivos. Desse modo, a determinação da erodibilidade dos solos levou em consideração os dados analíticos de 31 perfis de solos. Os parâmetros considerados foram: granulometria, estrutura, permeabilidade, teor de matéria orgânica do solo e diâmetro médio ponderado das partículas do solo. Os resultados demonstraram uma variabilidade de erodibilidade em função da diversidade de classes de solos. Nos Latossolos Amarelos, a erodibilidade foi caracterizada como muito baixa com valores $0,01 < t.ha.h/ha.MJ^{-1}.mm^{-1}$ numa área de 16,06 km² (2,66%). Para os Argissolos Amarelos que ocupam 448,06 km² (77,17%), a erodibilidade foi diversificada em função dos solos desta classe serem heterogêneos em relação aos Latossolos. Dentre eles, ocorrem Argissolos Amarelos classificadas como muita alta

-
- ¹ Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, cristianebarbosa2@yahoo.com.br
 - ² Pesquisador doutor da EMBRAPA SOLOS -UEP Recife, coelhoembrapa@gmail.com
 - ³ Mestre em Geografia pela Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, silvadeyseferreira@gmail.com
 - ⁴ Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, marcelomiranda@recife.ifpe.edu.br
 - ⁵ Professor orientador: doutor, Programa de Pós-Graduação em Geografia - UFPE, osgirao@gmail.com
 - ⁶ Doutorando do Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Pernambuco - UFPE, paulo.farias@ifto.edu.br



erodibilidade ($K > 0,04 \text{ t.ha.h/ha.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$) que ocupa $30,12 \text{ km}^2$ (4,98%); outros foram diferenciados com erodibilidade moderada ($0,02 > K > 0,03 \text{ t.ha.h/ha.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$) distribuídos em $57,73 \text{ km}^2$ (9,56%). Por outro lado, ocorrem ambientes com Argissolos Amarelos que foram considerados com muito baixa erodibilidade ($0,01 < \text{t.ha.h/ha.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$). Os Argissolos Vermelhos ocupam $22,07 \text{ km}^2$ (6,65%) e sua erodibilidade foi de $0,022 \text{ t.ha.h/ha.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$, classificada como moderada. Os Argissolos Vermelho-Amarelos ocupam $203,69 \text{ km}^2$ (33,72%) e estão distribuídos em cinco ambientes distintos. Neste sentido, os Argissolos Vermelho-Amarelos em relevo suave ondulado, forte ondulado, forte ondulado com bolders e forte ondulado com caráter coeso possuem erodibilidade muito baixa ($0,01 < \text{t.ha.h/ha.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$). Em contrapartida, os Argissolos Vermelho-Amarelos em relevo ondulado têm erodibilidade moderada ($0,020 \text{ t.ha.h/ha.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$). A erodibilidade dos Cambissolos apresentou valor de $0,028 \text{ t.ha.h/ha.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$, classificada como moderada. Os Espodossolos ocupam $4,09 \text{ km}^2$ (0,67%) da BHRP e apresentaram valores de erodibilidade inferior a $0,01 \text{ t.ha.h/ha.MJ}^{-1}.$ Os Gleissolos ocupam $48,07 \text{ km}^2$ (7,96%) e possuem erodibilidade variando entre $0,008$ e $0,049 \text{ t.ha.h/ha.MJ}^{-1}$. Enquanto os Nitossolos ocupam uma área de $4,45 \text{ km}^2$ (0,74%) da área total e possuem erodibilidade com valores inferiores a $0,01 \text{ t.ha.h/ha.MJ}^{-1}$. Os valores de erodibilidade dos solos classificados como muito baixo pode ser explicado pela adição de vinhaça no monocultivo. Essa prática de correção do solo aumenta os teores de matéria orgânica e melhora a porosidade do solo. Uma outra questão a ser observada na classificação da erodibilidade é o papel da cobertura vegetal na proteção dos solos. Pois, os solos que tiveram baixa erodibilidade apresentam comportamento erosivo diferente quando removido a cobertura vegetal.

INTRODUÇÃO

A Bacia Hidrográfica do rio Pirapama-PE (BHRP-PE) sofreu o desmatamento de sua cobertura vegetal original de Mata Atlântica para dar lugar ao monocultivo da cana-de-açúcar na a partir da segunda metade do século XVI. Posteriormente, já no século XX, o seu uso foi diversificado com a implantação de assentamentos promovidos pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária – INCRA e com a influência da construção do porto de SUAPE, fora do perímetro da BHRP, mas que refletiu na expansão da urbanização nos municípios que compõe a área de estudo. A construção dos reservatórios Sicupema, Gurjaú e Pirapama, responsáveis pelo abastecimento de mais de 1/3 da população da Região Metropolitana do Recife -RMR, pressupõe manejo que respeite as limitações das áreas contribuintes dos respectivos reservatórios. Além disso, as mudanças de uso da terra não foram embasadas em estudos que explicassem a suscetibilidade natural dos solos aos processos erosivos.

A erodibilidade do solo representa a suscetibilidade natural do solo aos processos erosivos. Portanto, é um parâmetro que está diretamente associado à classe de solo (Wischmeier; Smith, 1978; Araújo *et al.*, 2011; Brady; Weil, 2013; Silva, 2016; Shi *et al.*, 2021). Sendo assim, identificar a erodibilidade do solo para ambientes rurais implica



detectar os condicionantes naturais da maior suscetibilidade erosiva e pode subsidiar medidas que reduzam o impacto do uso intensivo da terra (Bertoni; Lombardi Neto, 1990; François, *et al.*, 2024).

A espacialização do fator erodibilidade é feita considerando diferentes recortes. Alguns autores consideram a bacia hidrográfica (Duarte *et al.*, 2020; Lense *et al.*, 2021; Miguel *et al.*, 2021; Wang; Zang, 2021; Zanchin *et al.*, 2021; Zhu *et al.*, 2021; Oliveira *et al.*, 2022; Silva *et al.*, 2022; Sooryamol *et al.*, 2022; Barbosa *et al.*, 2024; Oliveira *et al.*, 2024), outros usam a divisão territorial municipal (Brito *et al.*, 2020; Melo *et al.*, 2021; Hassane *et al.*, 2023; François, *et al.*, 2024; Silva *et al.*, 2024), estadual (Mannigel *et al.*, 2002; Castro *et al.*, 2011; Rosa *et al.*, 2022; Back, 2023; Francisco *et al.*, 2023), país (Godoi *et al.*, 2021) ou comparam solos característicos de países distintos (Denardin, 1990; Panagos *et al.*, 2014; Gupta *et al.*, 2024). Existem pesquisadores que consideram os padrões de relevo para espacializar a erodibilidade de acordo com a posição do solo na paisagem (Thomaz; Fidalski, 2020; Wang *et al.*, 2021; Santos; Silva Filho, 2023), ou até mesmo aqueles que trabalham na perspectiva da parcela (Wischmeier; Smith, 1978; Bertol *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2009; Souza, 2023) para encontrar valor padrão para cada classe de solo.

Independente da escala espacial adotada, o ideal é calcular a erodibilidade para cada classe de solo. No entanto, nem sempre é possível, em função da falta de levantamento pedológico em escala de detalhe. Por ser dependente da classe de solo, a erodibilidade influencia a infiltração, a desagregação das partículas pela ação da chuva e no transporte através do escoamento superficial. Consequentemente, tem atuação direta nos processos erosivos. Dentre os fatores com maiores influências na erodibilidade destacam-se a textura e o clima (Santos; Silva Filho, 2023).

A textura do solo refere-se ao tamanho e a proporção das partículas (silte, areia e argila) que compõem a parte sólida do solo. Essas frações sólidas estão organizadas entre si através de forças coesivas. Desse modo, quanto maior for essa resistência menor tende a ser a erodibilidade (Brady; Weil, 2013). Por outro lado, a ação do clima, notadamente a precipitação, atua para reduzir a força cisalhante das partículas do solo (Wischmeier, 1976, 1978). Nessa perspectiva, solos com arranjos texturais distintos, submetidos as mesmas condições climáticas, respondem diferentemente a erodibilidade. Por isso, é necessário avaliar a erodibilidade dos solos (Wang *et al.*, 2021).

Existem várias metodologias para prever a erodibilidade dos solos ou suscetibilidade erosiva (Wischmeier, 1976, 1978; Williams *et al.*, 1990; Zhu *et al.*, 2021; Wang *et al.*, 2021). Neste sentido, a erodibilidade pode ser determinada em campo, através de métodos diretos, que utilizem chuva natural ou artificial para identificar a



quantidade de material erodido e transportado (por evento chuvoso) para cada classe de solo (Bertoni; Lombardi Neto, 1999; Oliveira *et al.*, 2024).

Uma outra possibilidade de determinar a erodibilidade é através de métodos indiretos com a utilização de equações matemáticas. Nesta perspectiva, Wischmeier e Smith (1978) destacaram que a utilização da análise de regressão linear simples, entre as variáveis chuva natural e chuva simulada, pode contribuir para esse entendimento. Esse procedimento é utilizado com o intuito de mensurar o impacto da gota da chuva no processo erosivo (Xu *et al.*, 2021). Outros pesquisadores, a exemplo de Duarte *et al.* (2020), destacam equações que usam os atributos do solo para prever a erodibilidade. Enquanto Eduardo *et al.* (2013) defendem a utilização do nomograma de Wischmeier e Smith (1978). Neste último caso usa-se a combinação da textura, estrutura e permeabilidade com a porcentagem da matéria orgânica do solo.

Para Mannigel *et al.* (2002), o método indireto que utiliza dados granulométricos para determinar a erodibilidade (k), por meio da equação $K = (\% \text{areia} + \% \text{silte}) / (\% \text{argila}) / 100$, é um método que pode ser aplicado para solos com textura intermediária. No entanto, para solos com textura extremamente argilosa e arenosa, os autores reconhecem que o método não é tão eficiente. Onde os valores reduzidos do fator K , para os solos argilosos, são ocasionados pela estrutura coesa que oferece maior resistência à erosão. Por outro lado, solos arenosos permitem uma melhor infiltração, o que também reduz o potencial erosivo (Almeida *et al.*, 2018).

Um outro modelo para determinação da erodibilidade por meio do método indireto é o nomograma de Wischmeier *et al.* (1971). Esse nomograma considera a determinação da estrutura, permeabilidade, teores de silte, areia muito fina, areia grossa e matéria orgânica como os parâmetros necessários para reconhecimento do fator K . Contudo, Denardin (1990) estudando a erodibilidade dos solos brasileiros e americanos chegou à conclusão de que o referido nomograma de Wischmeier *et al.* (1971) não explicava adequadamente o comportamento dos solos brasileiros frente aos agentes intempéricos. Neste sentido, para contornar esse desafio Denardin (1990) propôs uma adaptação dos parâmetros que permitissem mensurar as respostas dos solos tropicais intensamente intemperizados.

Diante desse cenário, os intervalos de erodibilidade dos solos na literatura demonstram uma alta variabilidade de resultados entre as mesmas classes de solos (Denardin, 1990; Silva *et al.*, 2024) ou entre os mesmos tipos de horizontes diagnósticos (Mannigel *et al.* 2002; Castro *et al.*, 2011; Duarte *et al.*, 2020; Lense *et al.*, 2021; Melo *et al.*, 2021; Silva *et al.*, 2022; Barbosa *et al.*, 2024).



Em função da variabilidade dos resultados de erodibilidade existem, também, diferenças entre a quantidade de classes de propensão a erodibilidade e os pesos estabelecidos por cada pesquisador. Enquanto Bertoni e Lombardi Neto (1999) definiram 5 classes (Tab. 1), Castro *et al.* (2011) escolheram 6 classes de erodibilidade (Tab. 1). Esses autores discordaram ainda nos valores para cada intervalo.

TABELA 1 - Classificação do fator erodibilidade (K).

Classificação proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1999).		Classificação proposta por Castro et al. (2011).	
Propensão à erodibilidade	(t.ha.h/ha.MJ ⁻¹ .mm ⁻¹)	Propensão à erodibilidade	(t.ha.h/ha.MJ ⁻¹ .mm ⁻¹)
Muito baixa	$K < 0,01$	Muito baixa	$<0,0090$
Baixa	$0,01 < K < 0,02$	Baixa	$0,0090-0,0150$
Moderada	$0,02 < K < 0,03$	Média	$0,0150-0,0300$
Alta	$0,03 < K < 0,04$	Alta	$0,0300-0,0450$
Muito alta	$K > 0,04$	Muito alta	$0,0450 - 0,0600$
-	-	Extremamente alta	$>0,600$

FONTE: os autores (2025).

Um outro desafio enfrentado por pesquisadores que trabalham com a erodibilidade dos solos no Brasil é a combinação entre a extensão territorial do país, a diversidade de condicionantes ambientais e a baixa densidade de informações de perfis de solos disponíveis. Consequentemente, os dados pedológicos publicados têm 99,1% das unidades de mapeamento compostas por até 4 classes de solos (Coelho, *et al.*, 2024). Diante desse cenário, Coelho *et al.* (2024) chamaram atenção para a necessidade de classificar a erodibilidade das unidades de mapeamento pedológicos compostas considerando a proporcionalidade de cada componente da legenda ampliada do mapa de solos.

Diante desta conjuntura, o objetivo deste trabalho é determinar a erodibilidade dos solos da Bacia Hidrográfica do rio Pirapama – PE.

METODOLOGIA

A metodologia está dividida na localização da área de estudo e na descrição dos procedimentos adotados.

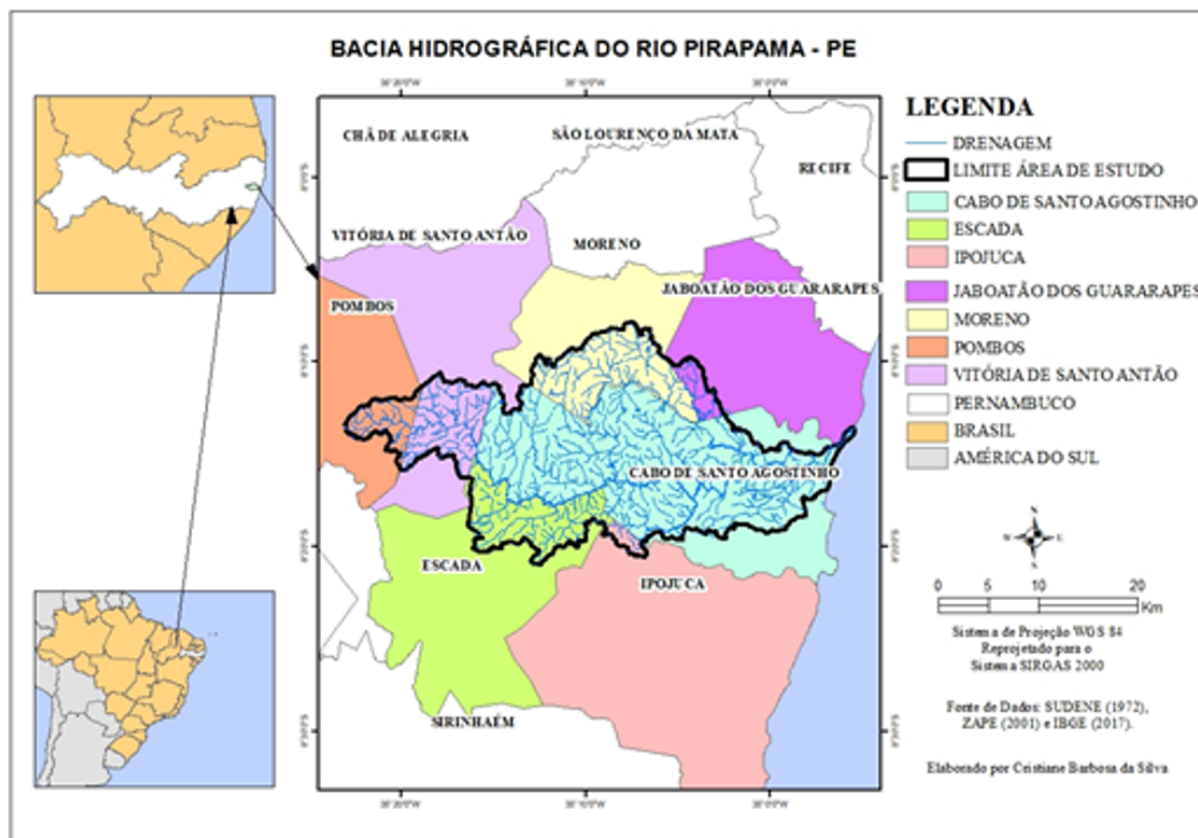
Localização da área de estudo

A Bacia Hidrográfica do rio Pirapama (BHRP) (Fig.1) está localizada dentro da Unidade de Planejamento Hídrico 04, que engloba o Grupo dos Pequenos Rios Litorâneos 2 (GL2) (APAC, 2020). Dentro da GL2 existem duas principais bacias hidrográficas: a do



rio Jaboatão e a do rio Pirapama. Essa última é objeto de estudo deste trabalho. A BHRP possui área de 604,20 km² inserida na Zona da Mata Pernambucana (Fig.1), englobando parte dos municípios de Cabo de Santo Agostinho, Ipojuca, Escada, Vitória de Santo Antão, Pombos, Moreno e Jaboatão dos Guararapes (Silva, 2025).

FIGURA 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do rio Pirapama - PE.



FONTE: Silva (2025).

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O mapa de solos utilizado para este trabalho foi elaborado por Silva *et al.* (2025) abrangendo 23 unidades de mapeamento de solos. Três unidades são formadas por Latossolos Amarelos (LAd1, LAd2 e LAd3), separadas entre si devido a textura, a fase do relevo e presença de caráter coeso ou úmbrico; 12 unidades são constituídas pelos Argissolos diferenciadas entre si devido a cor, a textura, as fases ou algum caráter como elemento diferenciador. Neste sentido, os Argissolos foram agrupados em: Argissolos Amarelos (PAd1, PAd2 e PAd3), Argissolos Amarelos com caráter rúbrico (PAdr1, PAdr2 e PAdr3), Argissolos Vermelho-Amarelos (PVAd1, PVAd2, PVAd3, PVAd4 e PVAd5), Argissolos Vermelhos (PVd); uma unidade de Nitossolos (NVdf); nos ambientes de várzea foram delimitadas 04 unidades de mapeamento: com predomínio dos Cambissolos (CXbd), Gleissolos (GXbd1 e GXbd2) e Solos Indiscriminados de Mangue



(SM); ademais, no ambiente de restinga foram individualizadas duas unidades constituídas por Espodossolos (Ekgu e Eku).

A determinação da erodibilidade dos solos da BHRP levou em consideração os dados pedológicos oriundos dos perfis disponíveis na área de estudos (Brasil, 1973; Silva *et al.*, 2001; Araújo Filho *et al.*, 2000; Araújo Filho *et al.*, 2013) e dos perfis coletados e analisados por Silva (2025). Desse modo, a erodibilidade dos solos da BHRP foi determinada a partir dos dados analíticos de 31 perfis de solos. Os parâmetros considerados foram granulometria, estrutura, permeabilidade, teor de Matéria Orgânica do Solo (MOS), Diâmetro Médio Ponderado (DMP) das partículas do solo.

Os resultados das análises foram adicionados a equação proposta Denardin (1990) abaixo:

$$K = [(7,48 \times 10^{-6} M) + (4,48059 \times 10^{-3} P) - (6,31175 \times 10^{-2} DMP) + (1,039567 \times 10^{-2} R)]$$

Onde: K = fator de erodibilidade em t.ha.h/ha.MJ⁻¹.mm⁻¹; M (%) = [areia fina (%) + silte (%)] x {[areia fina (%) + de silte (%)] + areia grossa (%)}; P representa o valor da permeabilidade, que é estimado pela análise do perfil do solo até o topo do horizonte C. Sendo que para o resultado de P adotam-se os seguintes valores: P: 1 = muito lenta, 2 = lenta, 3 = lenta a moderada, 4 = moderada, 5 = moderada a rápida, 6 = rápida. Enquanto DMP corresponde ao Diâmetro Médio Ponderado das partículas do solo obtido da seguinte maneira:

$$DMP = \frac{(0,65 \times Ag\%) + (0,15 \times Af\%) + (0,0117 \times S\%) + (0,00024 \times Ar\%)}{100}$$

Onde Ag = areia grossa; Af = areia fina; S = silte; e Ar (argila);

$$R = \frac{TMO}{100}, \text{ sendo que TMO = teor de matéria orgânica do solo.}$$

Para calcular o teor de matéria orgânica foi considerado a quantidade de carbono orgânico do solo. Visto que o carbono orgânico corresponde a 58% do total da matéria orgânica. Neste sentido, o valor de carbono em cada horizonte foi multiplicado pelo fator 1,724 (Mielniczuk, 1999).

A extrapolação da informação do perfil de solo para o polígono de cada unidade de mapeamento de solos (Silva *et al.*, 2025) foi feita da seguinte forma: **a) para as unidades constituídas por uma única classe de solo** e com um único perfil representativo o dado do perfil representa o dado do polígono; e **b) para as unidades compostas por 2 ou mais componentes** a erodibilidade foi mensurada para cada classe de solo. Em seguida, a partir de uma média ponderada, conforme as proporções dos solos, foi definida o valor de erodibilidade para a unidade de mapeamento de solos composta.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

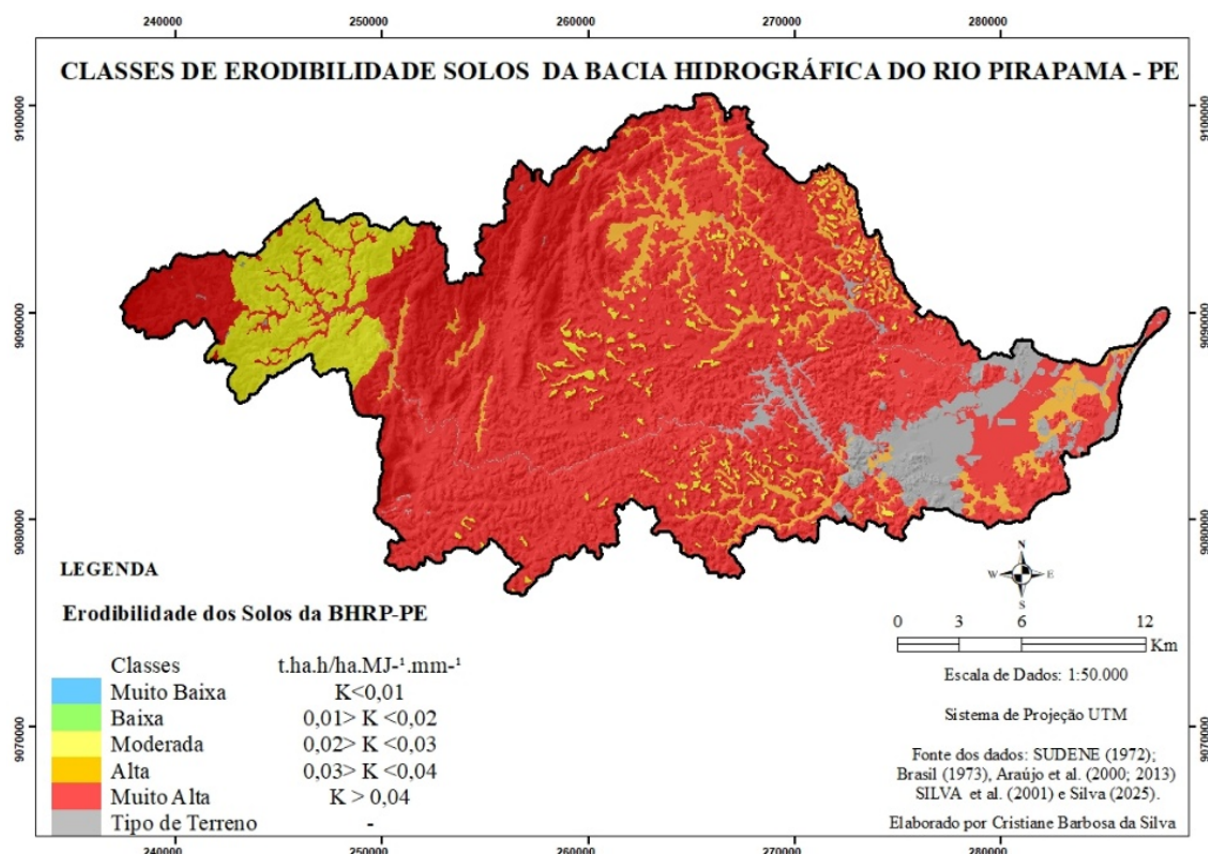
Os resultados demonstraram uma grande variabilidade de erodibilidade entre os horizontes superficiais e subsuperficiais de cada perfil de solo (Tabela 2). Para os horizontes superficiais a erodibilidade foi classificada como moderada ($0,03 < t.ha.h/ha.MJ^{-1}.mm^{-1}$) a muito alta ($0,04 t.ha.h/ha.MJ^{-1}.mm^{-1}$). Por outro lado, nos horizontes subsuperficiais o intervalo ficou entre baixa ($0,01 < t.ha.h/ha.MJ^{-1}.mm^{-1}$) a muito alta ($>0,04 t.ha.h/ha.MJ^{-1}.mm^{-1}$).

Nos solos mais evoluídos, Latossolos Amarelos (LAd1, LAd2 e LAd3), a erodibilidade foi caracterizada como moderada com $0,024 t.ha.h/ha.MJ^{-1}$ (Lad1) numa área de $11,73 km^2$ (1,94%) e concentrada na parte central do médio curso da BHRP. Além disso, no alto curso e nos divisores de água do perímetro da área de estudo (Fig. 2) os dados permitiram classificar a erodibilidade das unidades de mapeamento de solos LAd2 e LAd3 em muito alta erodibilidade com $0,064 t.ha.h/ha.MJ^{-1}$ (Tabela 17). Por outro lado, a literatura consultada demonstrou intervalos entre 0,002 e $0,057 t.ha.h/ha.MJ^{-1}$ para os Latossolos (Denardin, 1990; Mannigel *et al.*, 2002; Silva, 2009; Castro *et al.*, 2011; Duarte *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2022; Barbosa *et al.*, 2024). Por isso, pode-se afirmar que os Latossolos da BHRP têm uma maior suscetibilidade erosiva do que aqueles consultados na literatura acima.

O grupo dos Argissolos (Tabela 2) ocupa $448,06 km^2$ (77,17%) de toda a BHRP. Dentre eles, existe a unidade PAD2 cuja erodibilidade pertence a classe moderada ($0,02 > K < 0,03 t.ha.h/ha.MJ^{-1}.mm^{-1}$) e está distribuída em $47,06 km^2$ (7,79%). A unidade PAD2 predomina no alto curso da BHRP entre os municípios Vitória de Santo Antão e Pombos. Em contrapartida, os demais Argissolos da área de estudo (Tabela 2), foram classificados com erodibilidade muita alta ($K > 0,04 t.ha.h/ha.MJ^{-1}.mm^{-1}$). Nota-se, no entanto, que neste estudo a erodibilidade dos Argissolos apresenta uma menor variabilidade espacial da erodibilidade em comparação com os dados da literatura. Visto que os trabalhos experimentais (Denardin, 1990; Souza *et al.*, 2023; Oliveira *et al.*, 2024) e os trabalhos com dados estimados têm erodibilidade classificada entre os intervalos muito baixa a muito alta (Mannigel *et al.*, 2002; Duarte *et al.*, 2020; Lense *et al.*, 2021; Silva, 2022; Zanchin *et al.*, 2021). Portanto, devido a alta suscetibilidade erosiva dos diferentes Argissolos da BHRP é essencial utilizar práticas conservacionistas para garantir a manutenção da qualidade dos solos e reduzir o assoreamento dos diferentes corpos hídricos.



FIGURA 2 – Espacialização da erodibilidade dos solos da BHRP-PE.



FONTE: os autores (2025).

A erodibilidade dos Cambissolos apresentou valor de $0,049 \text{ t.ha.h/ha.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$ (Tabela 2), classificada como muito alta. Esse valor é superior ao valor observado por Melo *et al.* (2021) que classificou os Cambissolos de Águas Lindas/GO nos intervalos $0,013$ e $0,024 \text{ t.ha.h/ha.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$. Os demais trabalhos consultados apresentaram valores de erodibilidade entre $0,024$ até $0,059 \text{ t.ha.h/ha.MJ}^{-1}.\text{mm}^{-1}$ (Mannigel *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2009; Lense *et al.*, 2021). Neste sentido, no contexto dos Cambissolos a BHRP possui erodibilidade compatível com os intervalos observados na literatura consultadas sobre essa classe de solo.



FIGURA 2 – Unidades de mapeamento dos solos e suas classes de erodibilidade (K) na BHRP/PE

Unidade de mapeamento	Fator K t.ha.h/ha. MJ-1.mm ⁻¹			Área		Classe de erodibilidade*	Classe de Permeabilidade (horizonte superficial/horizonte subsuperficial)
	Horizonte superficial	Horizonte subsuperficial	Média Perfil	(km ²)	(%)		
PAal	0,128	0,041	0,086	5,99	0,99	Muito Alta	Moderada/Lenta a Moderada
PAd1	0,095	0,055	0,075	3,73	0,62	Muito Alta	Moderada/Lenta
PAd2	0,038	0,008	0,023	47,06	7,79	Moderada	Moderada/ Lenta a Moderada
PAd3	0,128	0,041	0,169	24,13	3,99	Muito Alta	Moderada/Muito Lenta
PAdr1	0,069	0,124	0,097	10,67	1,77	Muito Alta	Moderada/Lenta
PAdr2	0,104	0,059	0,082	78,48	12,99	Muito Alta	Moderada/Lenta
PAdr3	0,083	0,039	0,061	52,24	8,65	Muito Alta	Moderada/Lenta
PVd	0,088	0,491	0,290	22,07	6,65	Muito Alta	Moderada/Lenta
PVAd1	0,086	0,03	0,058	3,01	0,50	Muito Alta	Moderada/Lenta
PVAd2	0,123	0,216	0,1695	46,14	7,64	Muito Alta	Moderada/Lenta
PVAd3	0,080	0,020	0,050	54,23	8,98	Muito Alta	Moderada/Lenta
PVAd4	0,111	0,044	0,077	86,75	14,36	Muito Alta	Moderada/Lenta
PVAd5	0,093	0,043	0,116	13,56	2,24	Muito Alta	Moderada/Lenta
CXbd	0,063	0,036	0,049	37,71	6,24	Muito Alta	Moderada/Muito Lenta
Ekgu	0,063	0,500	0,282	1,23	0,20	Muito Alta	Rápida/Lenta
Eku	0,063	0,500	0,282	2,86	0,47	Muito Alta	Rápida/Lenta
GXbd1	0,037	0,490	0,264	36,53	6,05	Muito Alta	Muito baixa/Lenta
GXbd2	0,045	0,054	0,050	11,54	1,91	Muito Alta	Moderada/ Lenta a Moderada
LAd1	0,029	0,018	0,024	11,73	1,94	Muito Alta	Lenta/ Lenta
LAd2	0,088	0,040	0,064	2,47	0,41	Muito Alta	Moderada/ Lenta
LAd3	0,082	0,046	0,064	1,86	0,31	Muito Alta	Moderada/ Lenta a Moderada
NVdf	0,143	0,029	0,086	4,45	0,74	Muito Alta	Lenta/ Lenta
SM**	0,045	0,054	0,050	5,25	0,87	Moderada	Muito Lenta/ Muito Lenta

FONTE: os autores (2025).

* A classificação da erodibilidade dos solos de cada unidade de mapeamento levou em consideração o resultado dos dados do perfil de solo representativo. **SM a erodibilidade dessa unidade foi obtida a partir da média dos valores do resultado da unidade GXbd2. **FONTE:** os autores (2025).



Os Espodossolos da BHRP (EKu e EKgu) estão presentes em 4,09 km² (0,67%) da BHRP nos ambientes das restingas. Essas unidades de mapeamento apresentaram valores de erodibilidade 0,0282 t.ha.h/ha.MJ⁻¹mm⁻¹. Esse valor pode ser explicado pelo fato de que solos arenosos possuem uma menor estabilidade de agregados. Ademais, a erodibilidade das unidades EKu e EKgu está dentro do intervalo observado na literatura entre 0,189 até 0,5750 t.ha.h/ha.MJ⁻¹mm⁻¹ para a mesma classe de solo (Mannigel *et al.*, 2002; Duarte *et al.*, 2020).

Os Gleissolos ocupam 48,07 km² (7,96%) e apresentaram erodibilidade moderada (GXbd1) a muito alta (GXbd2), com valores entre 0,0264 e 0,050 t.ha.h/ha.MJ⁻¹mm⁻¹, respectivamente. Esses dados são inferiores aos observados por Oliveira *et al.* (2022) na bacia hidrográfica do Rio Mogi Guaçu/SP. Por outro lado, a erodibilidade dos Gleissolos da BHRP é semelhante ao intervalo entre 0,0010 e 0,048 t.ha.h/ha.MJ⁻¹mm⁻¹ observados em outras pesquisas para a classe dos Gleissolos (Mannigel *et al.*, 2002; Duarte *et al.*, 2020; Lense *et al.*, 2021; Barbosa *et al.*, 2024).

A unidade de mapeamento que corresponde aos Nitossolos ocupa uma área de 4,45 km² (0,74%) da área total da BHRP. A erodibilidade dessa unidade foi classificada como muito alta com 0,086 t.ha.h/ha.MJ⁻¹mm⁻¹ (Tabela 2). Este valor é bem superior ao intervalo observado na literatura consultada que foi de 0,0027 até 0,0355 t.ha.h/ha.MJ⁻¹mm⁻¹ (Mannigel *et al.*, 2002; Bertol *et al.*, 2007; Castro *et al.*, 2011; Hennig; Mota, 2018; Graça; Silveira, 2020; Melo; Santos, 2020; Nunes, 2020; Decco, 2021; Lense *et al.*, 2021). Destaca-se que o resultado de alta erodibilidade para os Nitossolos foi mensurado sobre os usos: policultura, cana-de-açúcar e pomar abandonado. Onde todos esses usos oferecem uma proteção maior do que no ambiente de solo exposto. Por isso, é salutar enfatizar o aumento da suscetibilidade erosiva dos Nitossolos quando ocorre a conversão da agricultura para a expansão urbana. Pois, essa classe de solo tem sido utilizada, sobretudo, com o monocultivo de cana-de-açúcar desde o início do século XVI com a implantação desse sistema de exploração. Porém, recentemente, por volta de 2014 (Silva, 2025) parte da área do Nitossolo na BHRP foi convertida para loteamentos na área de expansão urbana do município do Cabo de Santo Agostinho e a resposta da paisagem local foi o surgimento de incisões erosivas do tipo voçoroca (Fig. 3A e Fig. 3B). Portanto, é uma classe de solo que requer um maior cuidado durante a conversão de áreas verdes para a expansão urbana.



FIGURA 3A – Voçorocamento na unidade NVdf no Cabo de Santo Agostinho – PE.



FONTE: Cristiane B. da Silva (2023).

FIGURA 3B – Voçorocamento na unidade NVdf no Cabo de Santo Agostinho – PE.



FONTE: Marcelo R. B. Miranda (2023).

Resultado semelhante foi observado por Londero (2019), no Rio Grande do Sul, quando estudou a erosão e o escoamento superficial em encostas com plantio direto sobre o Nitossolo. A autora destacou que a combinação do fator volume de chuva com baixa cobertura vegetal teve como consequência um grande volume de material transportado do horizonte superficial.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os solos com moderada erodibilidade foram observados nos topos dos interflúvios (LAd1), nas vertentes (PAd2), nas planícies fluviais do médio e baixo cursos (GXbd1). Por outro lado, nos demais interflúvios (PAal, PAd1, PAd3, PAdr1, PAdr2, PAdr3, PVd, PVAd1, PVAd2, PVAd3, PVAd4, PVAd5, e NVdf), nos topos (LAd2 e LAd3), nas planícies (CXbd e GXbd2) e no ambiente de restinga (Ekgu e Eku) os resultados permitiram classificar a erodibilidade em muito alta.

A Bacia Hidrográfica do Rio Pirapama-PE possui 82,75% do seu território com alta suscetibilidade natural aos processos erosivos. Esse cenário demanda um maior cuidado nas práticas de manejo para diminuir a produção de sedimentos nos interflúvios. Visto que a referida área, também, possui papel fundamental no fornecimento de água para o abastecimento de 1/3 da Região Metropolitana do Recife.

Dentre as classes de solos estudadas, o Nitossolo é aquela que apresenta maior suscetibilidade aos processos erosivos. Sobretudo, no momento da conversão de áreas agrícolas para áreas urbanizadas. Desse modo, é essencial que durante esse tipo de transformação espacial o solo fique exposto por um curto período de tempo. Pois, o custo para recuperar uma área degradada com voçorocamento é muito alto.

Diante da importância da BHRP para a Região Metropolitana do Recife é interessante o desenvolvimento de pesquisas futuras que mensurem o volume de material erodido para os eventos climáticos de maiores recorrências.

Agradecimentos:

A Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pela bolsa de doutorado da primeira autora, processo IBPG-0854-7.06/20 referente ao edital 20/2019; Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001; Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) pelo apoio financeiro para as análises físicas e químicas de solos através do Edital PROPG nº06/2022.



REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, C. X. P. **Determinação do fator de erodibilidade K de substratos de mineração revegetados no Distrito Federal**. 2018. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós – Graduação em Ciências Ambientais. Universidade de Brasília. Brasília/DF, 2018, 51p.
- APAC. **Atualização do plano estadual de recursos hídricos de Pernambuco – PERH/PE**. Nota técnica: unidades de planejamento. Recife, 2020, 29p. Disponível em: https://www.apac.pe.gov.br/images/media/1677605104_PERH_NT_Ups.pdf. Acessado em: 29/10/2024.
- ARAÚJO FILHO, J. C.; BURGOS, N.; LOPES, O. F.; SILVA, F. H. B. B.; MEDEIROS, L. A. R.; C.; PARAHYBA, R. B. V.; CAVALCANTI, A. C.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SILVA, F. B. R.; LEITE, A. P.; SANTOS, J. C.; SOUZA NETO, N. C.; SILVA, A. B.; LUZ, L. R. Q. P. LIMA, P. C.; REIS, R. M. G.; BARROS, A. H. C. Levantamento de reconhecimento de baixa e média intensidade dos solos do Estado de Pernambuco. **EMBRAPA SOLOS: Boletim Técnico**, nº 11. 2000, 382p.
- ARAÚJO, F. S.; SALVIANO, A. A. C.; NETO, M. R. H. Estimativa da Erodibilidade de Latossolos do Piauí. **Scientia Plena**, vol. 7, nº 10. 2011, p.1-6.
- ARAÚJO FILHO, J.C.; BARBOSA NETO, M.V.; SILVA, C. B.; ARAÚJO, M. S. B.; MENEZES, J.B. Levantamento Semidetalhado dos Solos da Bacia Hidrográfica do Rio Natuba, Pernambuco. In: **Revista Brasileira de Geografia Física** vol. 6, nº 3 (online), Recife: UFPE, 2013, pp. 384-397.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2013, 686p.
- ARAÚJO, F. S.; SALVIANO, A. A. C.; NETO, M. R. H. Estimativa da Erodibilidade de Latossolos do Piauí. **Scientia Plena**, vol. 7, nº 10. 2011, p.1-6.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado de Pernambuco. **Boletim Técnico nº 26** v. 1 (Ministério da Agricultura). Recife: 1973. 418p.
- BACK, A. J.; Estimativa de perdas de solo por erosão hídrica: aplicação da Equação Universal de Perdas de Solos. **Boletim Técnico** nº 210. Florianópolis/SC: EPAGRI, 2023, 80p.
- BARBOSA, W.; GUERRA, A. J. T.; VALLADARES, G. S. Soil Erosion Modeling Using the Revised Universal Soil Loss Equation and a Geographic Information System in a Watershed in the Northeastern Brazilian Cerrado. In: **Geosciences**, 2024, vol. 14 (3), 78. P. 1-28.
- BERTOL, I.; LEITE, D.; ENGEL, F. L.; COGO, N. P.; GONZÁLEZ, A. P. Erodibilidade de um Nitossolo Háplico aluminoso determinada em condições de campo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 31. Viçosa/MG: SBCS, 2007, p. 541-549.
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **conservação do solo**, 4ª ed. Campinas: Ícone, 1999. 355p.
- BLOISE, G. L. F.; CARVALHO JR, O. A.; REATTO, A.; GUIMARÃES, R. F.; MARTINS, E. S.; CARVALHO, A. P. F. Avaliação da Suscetibilidade Natural à Erosão dos Solos da Bacia do Olaria – DF. In: **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, nº 14. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001.
- BRITO, W. B. M.; CAMPOS, M. C. C.; BRITO FILHO, E. G.; LIMA, A. F. L.; CUNHA, J. M.; SILVA, L. I.; SANTOS, L. A. C.; MANTOVANELLI, B. C. Dynamics and spatial aspects of erodibility in Indian Black Earth in the Amazon, Brazil. In: **Catena**, vol. 185, 2020, p. 1 – 10.
- CASTRO, W. J.; CASTRO, M. L. L.; LIMA, J. O.; OLIVEIRA, L. F. C.; FIGUEIREDO, C. C. Erodibilidade de solos do Cerrado Goiano. In: **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, vol. 4, nº2. 2011, p. 305-320.
- COELHO, M. R.; LUMBREZAS, J. F.; AMARAL, A. J. VASQUES, G. M.; BACA, J. F. M.; DART, R. O.; PEDREIRA, J. P. N. C. Erodibilidade dos solos do Brasil. In: **Documentos** 246. Rio de Janeiro/RJ: EMBRAPA SOLOS, 2024, 38p.
- DENARDIN, J. E. **Erodibilidade de solo estimada por meio de parâmetros físicos e químicos**. 1990. Tese (doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz Queiroz. Universidade de São Paulo. Piracicaba/SP, 1990, 81p.
- DUARTE, M. L.; SILVA FILHO, E. P.; BRITO, W. B. M.; SILVA, T. A. Determinação da erodibilidade do solo por meio de dois métodos indiretos em uma bacia hidrográfica na região sul do estado do Amazonas, Brasil. In: **Revista Brasileira de Geomorfologia**, vol. 21, nº 2, 2020, p.329-341.
- EDUARDO, E. N.; CARVALHO, D. F.; MACHADO, R. L.; SOARES, P. F. C.; ALMEIDA, W. S. Erodibilidade, fatores cobertura e manejo e práticas conservacionistas em ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO, sob condições de chuva natural. In: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 37. Viçosa/MG: SBCS, 2013, p.796-803.



- FRANÇOIS, M.; PONTES, M. C. G. VASCONCELOS, R. N.; OLIVEIRA, U. C.; SILVA, H. P.; FARIA, D.; MARIANO-NETO, E. Assessing soil erosion and its drives in agricultural landscapes: a case in southern Bahia, Brazil. In: **Journal of Water & Climate Change**, vol. 15, nº7, 2024, p. 3.313-3.327.
- FRANCISCO, R. M. P.; SANTOS, D.; OLIVEIRA, F. P.; RIBEIRO, G. N.; SILVA, V. F.; AYRES, G. D. J.; RODRIGUES, R. C. M. Estimate of the vulnerability to erosion of the soils in the state of Paraíba. In: **Journal of Hyperspectral Remote Sensing**, vol. 13, nº 2, 2023, p. 281-295.
- GALINDO, I.C.; MARGOLIS, E. Tolerância de perdas por erosão para solos do Estado de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 13, 1989, p.95-100.
- GODOI, R. F.; RODRIGUES, D. B. B.; BORRELLI, P.; OLIVEIRA, P. T. S. High-resolution soil erodibility map of Brazil. In: **Science of the Total Environment**, vol. 781, 2021, p.1-10.
- GRAÇA, C. H.; SILVEIRA, H. Vulnerabilidade à contaminação das águas superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapó, Paraná. In: **Revista do Departamento de Geografia**, vol. 40. São Paulo/SP: USP, 2020, p. 175-190.
- GUPTA, S.; Borrelli, P.; Panagos, P.; Allewell, C. An advanced global soil erodibility (K) assessment including the effects of saturated hydraulic conductivity. In: **Science of the Total Environment**, vol. 908, Elsevier, 2024, p.1-13.
- HASSANE, A. L.; CAMPOS, M. C. C.; SANTOS, L. A. C.; SILVA, D. M. P.; SANTOS, R. V.; CUNHA, J. M.; BRITO, W. M. P.; LIMA, A. F. L.; BRITO FILHO, E. G.; OLIVEIRA, F. P. Estimating soil erodibility in areas under natural and anthropic environments in the southern region of Amazonas State. In: **Bragantia**, vol. 82. Campinas/SP:2023, p. 1-13.
- HENNIG, T. B.; MOTA, A. A. Avaliação do potencial de produção de sedimentos em uma bacia hidrográfica do Oeste Catarinense. In: **Revista de Geografia**, vol. 43, nº 02. Rio Claro/SP:UNESP, 2018, p.255-277.
- LENSE, G. H.; PARREIRAS, T. C.; SPALEVIC, V.; AVANZI, J. C.; MINCATO, R. L. Soil losses in the State of Rondônia, Brazil, In: **Ciência Rural**, vol. 51, nº 5, 2021, p. 1-10.
- MANNIGEL, A. R.; CARVALHO, M. P.; MORETI, D.; MEDEIROS, L. R. Fator erodibilidade e tolerância de perda de solos do Estado de São Paulo. In: **Acta Scientiarum**, vol. 24, nº 5. Maringá/SP, 2002, p. 1335-1340.
- MELO, A. C. A.; ALBUQUERQUE, L. B.; VILELA, M. F. Relação do uso e da ocupação do município de Águas Lindas e seus impactos ambientais. In: **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 14, nº 02. Recife/PE, 2021, p. 634-649.
- MELO, O. A. G.; SANTOS, M. L.; O modelo hidrológico SWAT aplicado à análise da produção de sedimentos da bacia do rio Avaí-PR. In: **Estudos Geográficos**, vol. 18. Rio Claro/SP: UNESP. 2020, 19p.
- MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e sustentabilidade agrícola. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Genesis. Porto Alegre/RS, 1999, 508p.
- MIGUEL, P. DALMOLIN, R. S.; MOURA-BUENO, J. M.; SOARES, M. F.; CUNHA, H. N.; ALBERT, R. P.; STUMPF, L.; LEIDEMER, J. D. Mapeamento da erodibilidade e erosão potencial do solo em uma bacia hidrográfica de encosta. In: **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**. Vol. 26,nº 1. 2021.
- NUNES, N. C. **Análise espaço-temporal da erosão hídrica em bacias hidrográficas no Sudoeste de Goiás**. 2020. Dissertação (mestrado). Programa de Pós – Graduação em Engenharia Aplicada e Sustentabilidade. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. Rio Verde/GO, 2020, 61p.
- OLIVEIRA, A. H.; KLINKE NETO, G.; PEREIRA, S. Y. Estimation of erosion and deposition by Unit Stream Power Erosion and Deposition in a sub-basin on the Mogi Guaçu River's margins, municipality of Mogi Guaçu, SP, Brazil. In: **Geologia USP. Série Científica**, vol 22, nº 01, São Paulo/SP, 2022, p.77-92.
- OLIVEIRA, J. A. X.; ALMEIDA, F. T.; SOUZA, A. P.; PAULISTA, R. S. D.; ZOLIN, C. A.; HOSHIDE, A. K. Determination of soil erodibility by different methodologies in the Renato and Caiabi River Sub-Basins in Brazil. In: **Land**, vol. 13, nº 1442, 2024, p. 1-17.
- PANAGOS, P.; MEUSBURGER, K.; BALLABIO, C.; BARRELLI, P. Soil erodibility in Europe: a high-resolution dataset based on LUCAS. In: **Science of The Total Environment**, vol.479-480, Elsevier: 2014, p. 189-200.
- ROSA, L. S.; CHEREM, L. F. S.; SIAME, L.O papel de fatores naturais e antrópicos na variabilidade da perda de solos no estado de Goiás entre 1985 e 2018. In: **Revista Sociedade & Natureza**, vol. 35. Urbelândia/MG, 2022, 16p.
- SANTOS, S. L. M.; SILVA FILHO, E. P. Direct determination of erodibility in different forms of slopes in the Belmont Stream Basin in Porto Velho-Rondônia-Brazil. In: **Revista Foco**, vol. 16, nº 1. Curitiba/PR: 2023, p. 1-26.



SHI, D.; JIANG, G.; PENG, X.; JIN, H.; JIANG, N. Relationship between the periodicity of soil and water loss and erosion-sensitive periods based on temporal distributions of rainfall erosivity in the Three Gorges Reservoir Region, China. In: **Catena**, vol. 202, 2021, 8p.

SILVA, C. B. **Evolução morfodinâmica e análise de riscos geomorfológicos na Bacia Hidrográfica do Rio Pirapama – PE**. 2025. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Federal de Pernambuco. Recife/PE. 2025, dados não publicados.

SILVA, C. B. *et al.* **Levantamento de Reconhecimento de solos de alta intensidade da Bacia Hidrográfica do Rio Pirapama - PE**. 2025, dados não publicados.

SILVA, D. F.; BARBOSA NETO, M. V.; MIRANDA, M. R. B.; LIRA e SILVA, J. F. Análise do potencial de perda de solo da Bacia Hidrográfica do Rio Jaboatão - PE. In: **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol. 15, nº 04, 2022, p. 2025-2041.

SILVA, F. B. R.; SILVA, M. A. V.; BARROS, A. H. C.; SANTOS, J. C. P.; CAVALCANTI, A. C.; SILVA, F. H. B. B.; BURGOS, N.; PARAHYBA, R. B. V.; OLIVEIRA NETO, M. B.; SOUZA NETO, N. C.; ARAÚJO FILHO, J. C.; LOPES, O. F.; LUZ, L. R. Q. P.; LEITE, A. P.; COSTA, L. G. M.; SILVA, C. P. **Zoneamento Agroecológico de Pernambuco - ZAPE**. Recife: Embrapa Solos - Unidade de Execução de Pernambuco - UEP Recife; Governo do Estado de Pernambuco (Secretaria de Produção Rural e Reforma Agrária). (Embrapa Solos. Documentos nº 35). ZAPE Digital, CD-ROM. 2001.

SILVA, T. I.; RODRIGUES, S. C. **Tutorial de Cartografia Geomorfológica**. Laboratório de Geomorfologia e Erosão dos Solos – Instituto de Geografia – UFU. 2009. 66p.

SILVA, T. S. **Erodibilidade de um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO e fator manejo e cobertura vegetal da Equação Universal de Perdas de Solo**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós - Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre/RS, 2016, 166p.

SOORYAMOL, K.R.RAJ; KUMAR, S.; A.D. Modelling climate change impact on soil loss and erosion vulnerability in a watershed of Shiwalik Himalayas. In: **Catena**, vol. 14, 2022, p.

SOUZA, F. G.; SILVA, J. V.; SAMPAIO, T. I.; MORAIS, J. T.; MOURA, V.; LIMA, A. F. L.; BRITO, W. B. M.; PINHEIRO, E. N.; SANTOS, R. V.; CAMPOS, M. C. C; Soil erodibility in areas under citrus (*Citrus sinensis* L. Osbeck) and forest in Rondônia, Brazil. In: **Revista de Agricultura Neotropical**, vol. 10, nº 4, Cassilândia/MS: 2023, p. 1-13.

THOMAZ, E. L.; FIDALSKI, J. Interrill erodibility of different sandy soils increases along a catena in the Caiuá Sandstone Formation. In: **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 44, 2020, p. 1-13.

XU, Y.; SUN, H.; JI, X. Spatial-temporal evolution and driving forces of rainfall erosivity in a climatic transitional zone: A case in Huaihe River Basin, eastern China. In: **Catena**, vol. 198, 2021, 13p.

ZANCHIN, M.; MOURA, M. M.; NUNES, M. C. M.; TUCHTENHANGEN, I. K.; LIMA, C. L. Assessment of soil loss susceptibility in Santa Rita watershed in Southern Brazil. In: **Revista Engenharia Agrícola**, vol. 41, nº 4. Jaboticabal/SP, 2021, p. 485-495.

ZHU, X.; LIANG, Y.; TIAN, Z.; WANG, X. Analysis of scale-specific factors controlling soil erodibility in southeastern China using multivariate empirical mode decomposition. In: **Catena**, vol. 199, 2021, p.1-10.

WANG, H.; ZANG, G. Temporal variation in soil erodibility indices for five typical land uses types on the Loess Plateau of China. In: **Geoderma**, vol. 381, 2021, 11p.

WANG, H.; WANG, J.; ZHANG, G. Impact of landscape positions on soil erodibility indices in typical vegetation-restored slope-gully systems on the Loess Plateau of China. **Catena**, vol. 201, 2021 p. 1-11.

WILLIAMS, J. R. The Erosion-Productivity Impact Calculator (EPIC) Model: a case history. In: **Quantitative Theory of Soil Productivity and Environmental Pollution**, vol. 329, nº 1.255. UK/ Royal Society-Philosophical Transactions Biological Sciences, 1990, p.421-428.

WISCHMEIER, W.H., JOHNSON, C.B. AND CROSS, B.V. A Soil Erodibility Nomograph for Farmland and Construction Sites. In: **Journal of Soil and Water Conservation**, vol.26, 1971, 189-193.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses: a guide to conservation planning. Washington, DC: USDA, 1978.