

CENÁRIOS DE ESTIMATIVA DE PERDA DE SOLOS NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DO RIACHO DOCE DE LEITE, SEMIÁRIDO DO ESTADO DE PERNAMBUCO

Gabriel Figueiredo ¹
Antonio Marcos dos Santos ²
Samuel Alves dos Santos ³
Elisa Santos da Gama ⁴
Francelita Coelho Castro ⁵

INTRODUÇÃO

A erosão dos solos é um processo natural ou antrópico que envolve a remoção do solo da superfície da Terra por meio da ação do vento, água, gelo ou outras forças físicas (Poesen, 2017; Pereira; Rodrigues, 2022). Esse processo pode ser exacerbado por atividades humanas, como o desmatamento, a agricultura intensiva, a mineração e a construção civil, que aumentam a exposição do solo e reduzem sua capacidade de retenção de água e nutrientes (Santos; Santos, 2021).

Outro fator condicionante é a cobertura vegetal que naturalmente passa boa parte do ano sem as folhas, características de adaptação ao período seco, e com cactos e arbustos resistentes à falta de água. Além disso, também é bastante comum no semiárido brasileiro a sobrecarga de pastoreio e a agricultura não sustentável, com prática excessiva de desmatamento, reduzindo a cobertura vegetal protetora, aumentando a exposição do solo aos elementos erosivos, água e vento (Santos; Santos, 2021). Como resultado, o solo pode perder sua fertilidade e capacidade de sustentar a vida vegetal e animal, bem como contribuir para a poluição de rios e córregos. A erosão do solo pode ter graves consequências ambientais, sociais e econômicas, e é uma preocupação crescente em muitas partes do mundo (Wang *et al.*, 2016; Guerra *et al.*, 2020).

No semiárido pernambucano, onde foi desenvolvido o presente trabalho, Santos e Santos (2021) analisou a susceptibilidade a erosão nos municípios de Afrânio, Dormentes, Petrolina, Lagoa Grande, e Santa Maria da Boa Vista, no qual apontou como causas das altas e muito altas susceptibilidade ao processo erosivo, o crescimento das áreas irrigadas, redução da caatinga para implementação de pastos, comercialização da lenha e do carvão vegetal, no qual

¹ Mestrando do Curso de Ciências Ambientais da Universidade de Pernambuco - UPE, gabriel.figueiredo2@upe.br;

² Professor: Doutor, Universidade de Pernambuco - UPE, antonio.santos@upe.br;

³ Doutorando do Curso de Geografia da Universidade Federal de Goiás - UFG, geografosamuelsantos@gmail.com;

⁴ Mestranda do Curso de Ciências Ambientais da Universidade de Pernambuco - UPE, elisa.santos@upe.br;

⁵ Professora orientadora: Doutora, Instituto Federal da Bahia - IFBA, francelittacastro@gmail.com.

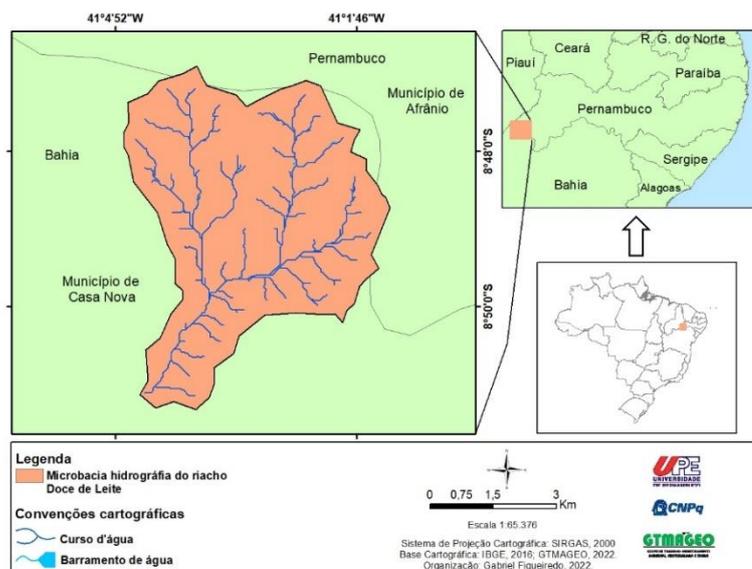
vem ocorrendo desde a década de 70, período de implementação e crescimento agropecuário nos municípios.

Diante do anteriormente exposto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a potencialidade de diferentes modelos sistêmicos no mapeamento da dinâmica de erosão dos solos na microbacia hidrográfica do Riacho Doce de Leite, localizada na divisa entre Pernambuco e Bahia.

MATERIAIS E MÉTODOS

A microbacia do Riacho Doce de Leite está localizada entre os municípios de Casa Nova, Bahia e Afrânio, Pernambuco (Figura 1) (Gama *et al.*, 2024). Tem uma área de drenagem de 32,3 km² e apresenta como principal atividade econômica a agricultura de vazante e sequeiro, e também a criação de caprinos, ovinos e bovinos.

Figura 1: Localização da Microbacia do Riacho Doce de Leite – Pernambuco – Brasil



Fonte: autoria própria, 2023.

Para o desenvolvimento deste estudo, foram necessárias três etapas de trabalho. Para o mapeamento da susceptibilidade à erosão dos solos (SR) foi empregado o modelo descrito na Equação 1, bastante difundido em estudos sobre risco e/ou susceptibilidade à perda de solos.

$$SR = E \times S \times UT \times R / 4 \quad (1).$$

Em que: *E* representa a erosividade; *S* representa a fragilidade dos solos para erosão com; *UT* representa o uso e ocupação das terras e *R* representa a estrutura do relevo com base na declividade do terreno.

A erosividade foi obtida com base na Equação 2. Em que: E representa a erosividade com base na proposta metodológica de Bertoni e Lombardi (1999); S representa a fragilidade dos solos para erosão; UT representa o uso e ocupação das terras e R representa a estrutura do relevo com base na declividade do terreno, variáveis baseadas nos estudos de Crepani *et al.*, (2008).

$$E=67,355(r^2/P) \quad (2).$$

Em que: E é a média mensal do índice de erosão, em MJ/ha.mm; r representa a precipitação média mensal, em milímetros (mm) e P é a precipitação média anual também em mm.

A fragilidade dos solos a erosão foi representada pelas classes de solos da área de estudo. Para isto, foi utilizada a base de dados pedológica do Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco com auxílio dos estudos dos solos do Estado de Pernambuco e da carta de solos da microbacia do Riacho Romão produzida na escala de 1:10.000 pelo GTMAGEO UPE (2019).

Quanto ao uso e ocupação das terras este foi obtido através do mapeamento confeccionado com base em imagens geradas pelo satélite. Em relação a variável relevo, a mesma, foi representada pelas classes de declividade conforme a classificação do relevo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. O produto que originará a declividade será as imagens de Radar SRTM com resolução espacial de 30m disponível pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS).

Para identificação das feições erosivas foram utilizadas as imagens do satélite RapidEye com 5m de resolução espacial, isto para feições em processos avançados de erosão, a exemplo das macroravinas e voçorocas. Para as feições não visíveis nas imagens de satélite (microravinas) serão selecionadas em incursões de campo. Como não terá condições de estudar todas as feições erosivas serão selecionadas de 10 a 20 feições para análise, desde que contemple: áreas com princípios de erosões laminares; ravinas e voçorocas e presença em diferentes usos das terras.

Para análise dos principais processos responsáveis pela produção das feições erosivas foram mapeados os usos das terras em um raio de no máximo 200m de cada feição, além do levantamento do histórico de uso das terras nestes locais. Para isto, foram empregadas as imagens aéreas geradas pelo VANT, supracitada anteriormente, e consultas aos bancos de dados da CODEVASF e da Secretaria de Agricultura do Município de Afrânio. O objetivo da consulta das bases de dados é resgatar o histórico de uso e ocupação e, conseqüentemente, atrelá-lo ao processo de formação e futuros avanços das feições erosivas.

Após os resultados das etapas anteriores foram cruzadas informações entre as classes de susceptibilidade a erosão com as características das feições erosivas a partir da estatística multivariada. O intuito foi analisar a relação entre as feições erosivas e as áreas susceptíveis à perda de solos na área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos quatro modelos empregados no estudo (gráfico 1 – figura 2) o Suscept. 1 apresentou a melhor correlação quanto a identificação de locais com maiores susceptibilidades a apresentarem feições erosivas. Para este modelo, a correlação atingiu o valor de 0,63. Os demais modelos apresentaram correlações abaixo de 0,50, descredenciando estes algoritmos para identificação e mapeamento da susceptibilidade à perda de solos a partir da identificação de feições erosivas. Diante do apresentado, observou-se que nos ambientes visitados em campo, os quais apresentaram maiores quantidades de feições erosivas, os modelos da USLE, Suscept. 2 e Suscept. 3 não conseguiram classificar estas áreas como alta e muito alta susceptibilidade à perda de solos.

Em relação à estimativa do quantitativo de solos perdidos em toneladas, a realidade estimada pelos modelos são diferentes da análise anterior. Entre os modelos a USLE apresentou correlação de 0,64, ou seja, em 64% das áreas visitadas, o volume de solos estimado em campo correspondeu à estimativa do modelo. Em relação aos modelos de susceptibilidade, o Suscept. 2 e Suscept. 3 apresentaram correlação de 0,68, mesmo com pesos diferentes dos atributos. Estes dois modelos foram os mais bem avaliados no quesito relacionado à estimativa do volume de solo erodido (gráfico 1 – figura 2).

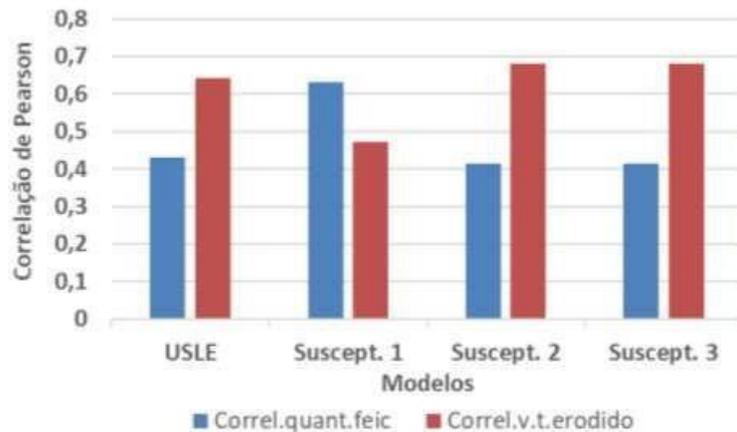
Em relação ao modelo Suscept. 1 (gráfico 1 - figura 2), a correlação entre os dados de campo e o mapeamento gerado pelo modelo foi de 0,47, valor abaixo dos demais modelos. A este fator pesa sobre o Suscept. 1 o fato de nenhum de seus atributos de entrada receber pesos de destaque, ao contrário do que ocorreu no Suscept. 2 e Suscept. 3.

Diante do apresentado, para a microbacia do Riacho Doce de Leite foram aprovados os modelos da USLE, o Suscept. 2, Suscept. 3, visto que, de acordo com a literatura as estimativas do volume de perda de solo têm importância maiores em detrimento do quantitativo de feições, isto porque pode-se ter em uma área dezenas de feições, porém na categoria de sulcos, o que não apresenta maiores perdas de solos para este ambiente.

Os resultados para Equação Universal de Perdas de Solo foram significativos. As áreas de erosão moderada ocorrem apenas em menos de 5% da área de estudo. As áreas com erosão alta variaram entre 6% a 10,6%. São regiões, que apresentam em sua maioria erosividade de

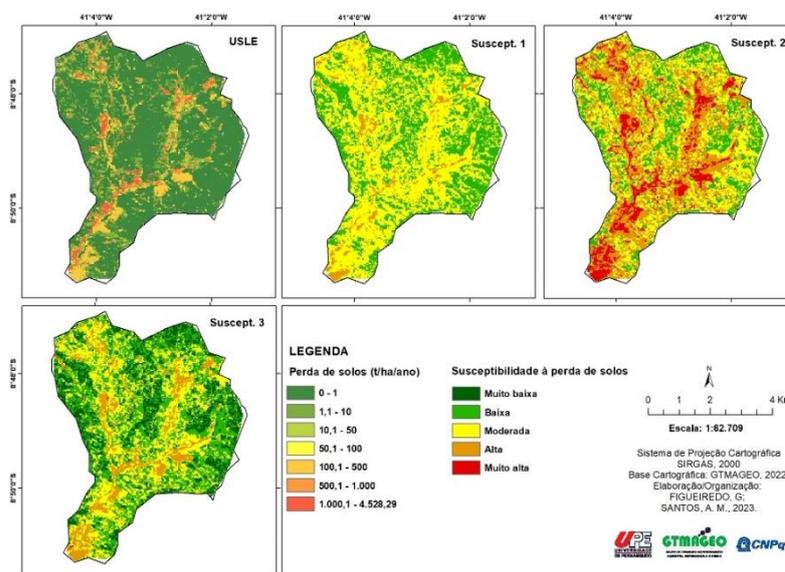
chuva próximas alta, topografia plana, com Cambissolos e Neossolos Litólicos e com cobertura de caatinga mais ao norte da área de estudo (figura 3).

Gráfico 1: Correlação de Pearson entre os dados de campo e as estimativas/susceptibilidade à perda de solos na área de estudo



Fonte: autoria própria, 2023.

Figura 2: resultado das estimativas e susceptibilidade à perda de solos nos modelos empregado no estudo



Fonte: autoria própria, 2023.

As áreas com erosão muito alta são as mais presentes na área de estudo, principalmente próximas aos canais. São áreas onde predominam os Neossolos Flúvicos com solo descoberto em boa parte do ano. Próximos a estas áreas encontram-se em pequenos vales que devido a declividade do terreno proporcionam Alta erosão devido à baixa cobertura vegetal associada a

presença de Cambissolos. O fator de erosividade para a bacia de estudo (figura 3) foi de $8616 \text{ MJ mm ha}^{-1} \text{ h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. Este valor não é muito diferente da estimativa da erosividade das chuvas do Nordeste do Brasil. Os solos da área em estudo, de acordo com o fator K, apresentam uma baixa resistência à erosão. Os Neossolos e os Cambissolos são predominantes (Figura 3) e apresentam limitações muito fortes relacionadas com a permeabilidade lenta ou muito lenta, e normalmente são adensados devido ao acúmulo de argila principalmente na subsuperfície.

O fator topográfico LS apresenta baixa influência na gênese de um evento erosivo (Santos; Santos, 2021), a área de estudo está localizada dentro da depressão sertaneja, formada por um relevo plano e suave ondulado (figura 3), onde se tem maior declividade e maior influência do fator LS na erosão. Essas áreas de relevo residual com maior declividade ocorrem mais a norte da área de estudo e, comparando com o fator K, são áreas com presença de Neossolos, tornando essas áreas com os maiores índices e riscos de perda dos solos.

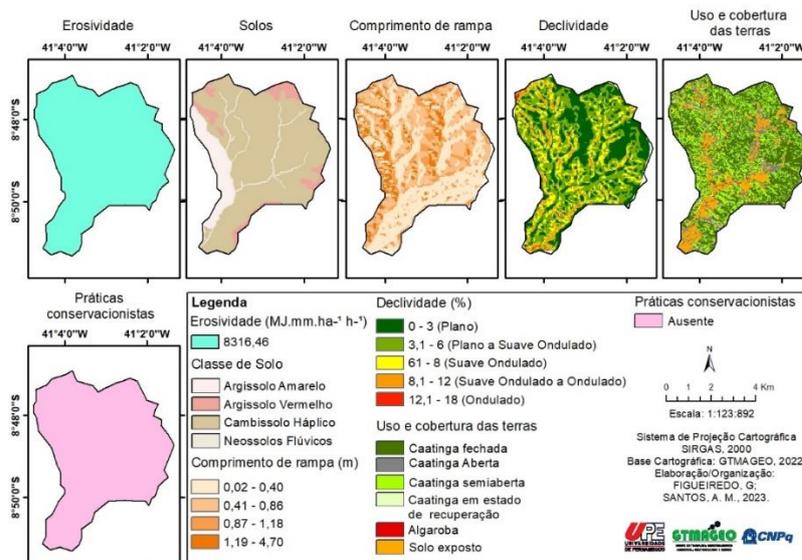
Já o fator CP, que representa as práticas de manejo e conservacionista, apresentou variada influência no processo erosivo, isso ocorreu devido a maior parte da área da microbacia apresenta caatinga aberta ou fechada em sua composição. Observam-se, também, práticas de agricultura de vazante na leitos de vazantes dos canais, práticas de agricultura mais a oeste e pastagens a oeste e no norte da região (figura 3).

Na simulação da USLE, a bacia doce de Leite apresenta em 66,9% de sua área perda Muito baixa de solos, ou seja, perda estimada com valores inferiores a 1 de tonelada ao ano. Em seguida, a segunda classe que mais se destaca é a Baixa Moderada, ocupando 1,02% da área de estudo (gráfico 2).

Quanto às áreas críticas à perda de solos, 10,58% apresentou estimativa classificada como moderada forte e forte e 3,1% Muito Alta. Ou seja, pela estimativa de perda de solos da USLE mais da metade da bacia de estudo não apresenta gravidades quanto a perda de solos.

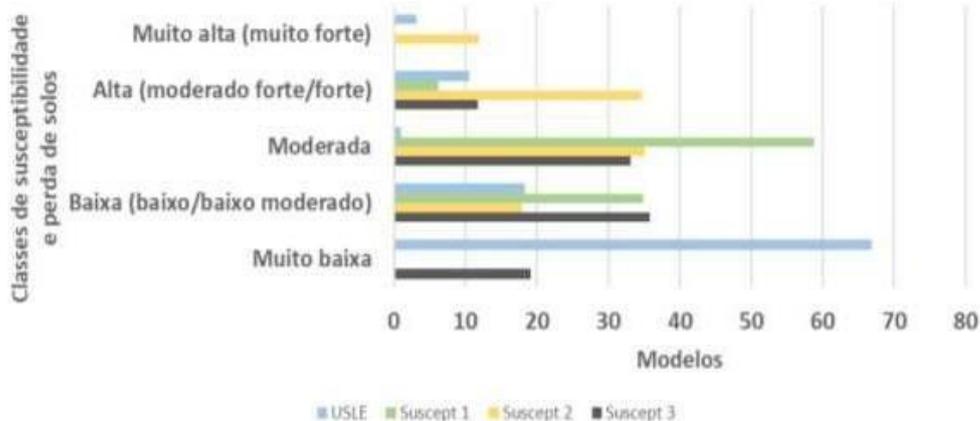
As áreas com maiores índices de perda estão concentradas sobre uso e cobertura das terras onde predominam áreas de solo exposto ou caatinga aberta. As áreas de solos sem a cobertura vegetal vêm sendo desmatado na área de estudo para agricultura de sequeiro, e consequente, foram abandonadas devido ao mal manejo dos solos, atualmente parte destas áreas apresentam degradação dos solos o que inviabilizam o uso agrícola ou para pastagem. Em relação às áreas com menores estimativas de perda de solos são os terrenos com menores declividades e sobre as caatingas fechadas, caatingas semiabertas e as caatingas em regeneração.

Figura 3: mapas com os atributos empregado no funcionamento dos modelos



Fonte: autor, 2022 – 2023.

Gráfico 2: classes de perda e/ou susceptibilidade de perda de solos



Fonte: autor, 2023.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os maiores valores de perdas de solo estão associados aos Neossolos Flúvicos, no entanto, os Cambissolos Háplicos, com maior presença na área de estudo, apresentam erodibilidade entre moderada e forte, proporcionado devido a deficiência da permeabilidade das águas. Os demais Neossolos também apresentaram alta erodibilidade devido a sua granulometria arenosa e pouco desenvolvimento pedológico.

O modelo da USLE mostrou viável na avaliação do risco à erosão dos solos, principalmente considerando uma abordagem qualitativa e avaliativa com base matemática. Em relação aos mapeamentos, os mesmos, apontam áreas com diferentes potenciais erosivos, e

podem ser empregados para fins de planejamento de ações voltadas para o uso adequado dos solos na área de estudo. Os modelos funcionaram bem principalmente, quanto a estimativa de perdas do solo.

Palavras-chave: Degradação dos solos; Erosão; Modelagem ambiental.

AGRADECIMENTOS

As (os) autoras agradecem a Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) pela Bolsa de Incentivo Acadêmico ao primeiro autor e a Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado do primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, R.; ALMEIDA, J. P. P.; FIGUEIREDO, E. E.; SRINIVASAN, V. S. Mapeamento do potencial de erosão laminar na Bacia do Rio Japarutuba, SE, via SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.15, n.7, p.731-740. Campina Grande, 2011.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J.S., PALMEIRA, A.F., SILVA, E.F. (2008). “Zoneamento Ecológico Econômico”, in Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. Org. por Florenzano, T.G., ed. **Oficina de Textos**, São Paulo – SP, pp. 285 – 318.
- GAMA, E. S.; RAMOS, NATALIA, S. P.; CASTRO, F. C.; SANTOS, A. M. Dinâmica de antropização nas Unidade de Paisagem em uma microbacia hidrográfica do semiárido brasileiro. **Revista Pantaneira**, v. 24, EDIÇÃO ESPECIAL CIGEPPAM(UFC), UFMS, 2024.
- GUERRA, A.J.T. Processos Erosivos nas Encostas. In: **Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos**. Editores: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. 2ed, Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, RJ, 1995.
- PEREIRA, J. S. E.; RODRIGUES, S. C. Erosão por Voçorocas: estado de arte. In. Carvalho Jr. Et al. **Revisões da Literatura Brasileira**. UGB. p. 503-529, 2022.
- POESEN, J. *et al.* 2003. Gully Erosion and Environmental Change: Importance and Research Needs. **Catena**. Amsterdam. v. 50 (2-4): p.91-133. Jan. 2003.
- SANTOS, S. A.; SANTOS, A. M. Panorama da susceptibilidade à erosão dos solos em municípios do semiárido de Pernambuco. **Revista Equador**, v. 10, n. 3, p. 01-25, 2021.
- WANG, X. ZHAO, X. ZHANG, Z. *et al.* Assessment of soil erosion change and its relationships with land use/cover change in China from the end of the 1980s to 2010. **Catena**, v. 137, p. 256-268, 2016.