

EROSÃO HÍDRICA E USO DA TERRA: UMA APLICAÇÃO DA USLE NA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA EPAMINONDAS

VINÍCIUS KLUMB¹; MARCIANO TUCHTENHAGEN DA FONSECA²; WAGNER DE ALMEIDA LUCAS³; TALISON LUIS DE BRITTO MONTE⁴; LUCIANE PEDROZO GOUVÉA⁵; MARIA CÂNDIDA MOITINHO NUNES⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – viniklumb@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – marcianomtf@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – wagneralmeidalucas1994@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – talisonluisbritto@gmail.com

⁵Instituto Federal Sul Rio-Grandense – p.gouvealuciane@gmail.com

⁶Universidade Federal de Pelotas – nunes.candida@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A conservação do solo é fundamental para a manutenção dos serviços ecossistêmicos e a garantia da produtividade agrícola, representando um pilar essencial para a sustentabilidade ambiental (TAHAT et al., 2020). Contudo, a erosão hídrica, intensificada por práticas inadequadas de manejo e uso da terra, tem comprometido severamente a capacidade do solo de sustentar a vegetação, além de gerar impactos ambientais significativos, como o assoreamento de corpos hídricos. Conforme destacado por ZHAO et al. (2018), os efeitos desse processo são abrangentes, incluindo a redução da fertilidade do solo, a perda de biodiversidade e o desequilíbrio de ciclos naturais cruciais, como o hídrico e o do carbono.

Nesse cenário, a Equação Universal de Perda de Solo (USLE) desonta como uma ferramenta robusta e amplamente aplicada para estimar as perdas anuais de solo, servindo como base para o planejamento ambiental e a implementação de estratégias de manejo sustentável (BEKELE et al., 2019). A USLE utiliza variáveis como a erosividade da chuva (R), erodibilidade do solo (K), comprimento e declividade das encostas (LS), uso do solo e manejo de culturas (C) e práticas conservacionistas complementares (P). Entre seus objetivos, destacam-se a identificação de áreas críticas para a erosão hídrica, a avaliação de tendências na degradação do solo e a formulação de recomendações para práticas de manejo sustentáveis.

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo identificar o Potencial Natural à Erosão (PNE) e investigar as influências das mudanças no uso e cobertura do solo sobre a perda anual de solo na sub-bacia hidrográfica Epaminondas, entre os anos de 1985 e 2023, utilizando mapas temáticos, técnicas avançadas de geoprocessamento e análises quantitativas, para avaliar as variações dos fatores da USLE ao longo do período.

2. METODOLOGIA

O estudo foi conduzido na sub-bacia hidrográfica Epaminondas, localizada no município de Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil. A área de estudo possui aproximadamente 3.322ha e integra a bacia do Arroio Santa Bárbara. Para avaliar a perda anual de solo e sua relação com o uso e cobertura da terra, utilizou-se a Equação Universal de Perda de Solo (USLE), que considera os fatores: R (erosividade da chuva), K (erodibilidade do solo), LS (comprimento e declividade da encosta), C (uso do solo e manejo de culturas) e P (práticas conservacionistas

complementares). Os dados foram coletados a partir de bancos de dados existentes, com exceção da delimitação da bacia, realizada a partir de curvas de nível em escala de 1:50.000, os dados espaciais utilizados são:

- i) Modelo Digital de Elevação (MDE) utilizado para gerar os mapas de hipsometria e declividade;
- ii) Mapa pedológico da área, base para cálculo do fator K, com atribuição de valores conforme NACHTIGALL et al. (2020);
- iii) Dados de uso e cobertura da terra para os anos de 1985 e 2023 obtidos por meio da plataforma MapBiomas;
- iv) Dados climáticos obtidos da estação meteorológica da Embrapa Clima Temperado para cálculo do fator R, conforme metodologia de OLIVEIRA; WENDLAND; NEARING (2015);
- v) Fatores C e P estimados com base nas classes de uso e cobertura da terra, com ausência de práticas conservacionistas inicialmente assumida (P=1).

Todos os dados foram integrados e analisados em ambiente SIG, sendo os fatores da USLE espacializados por meio de álgebra de mapas, os fatores R, K e LS foram espacializados a partir de dados climáticos, pedológicos e do modelo digital de elevação, compondo o Potencial Natural à Erosão (PNE), indicador da vulnerabilidade intrínseca da paisagem. Foi realizado também o cálculo para visualizarmos o potencial natural a erosão (PNE) considerado o produto dos fatores R, K e LS, representando a suscetibilidade intrínseca à erosão da área, independente do uso da terra.

Além da situação real dos anos de 1985 e 2023, realizou-se uma simulação de perda de solo para o ano de 2023 com aplicação de práticas conservacionistas (P=0,5) nas classes “Soja”, “Outras Lavouras Temporárias” e “Formação Campestre”, com objetivo de avaliar a efetividade de medidas de manejo no controle da erosão. A fundamentação metodológica do estudo baseia-se em diversas aplicações da USLE na literatura nacional e internacional (BEKELE; MULUNEH; WONDRADE, 2019; NACHTIGALL et al., 2020), sendo amplamente consolidada como ferramenta para planejamento ambiental e diagnóstico da degradação do solo.

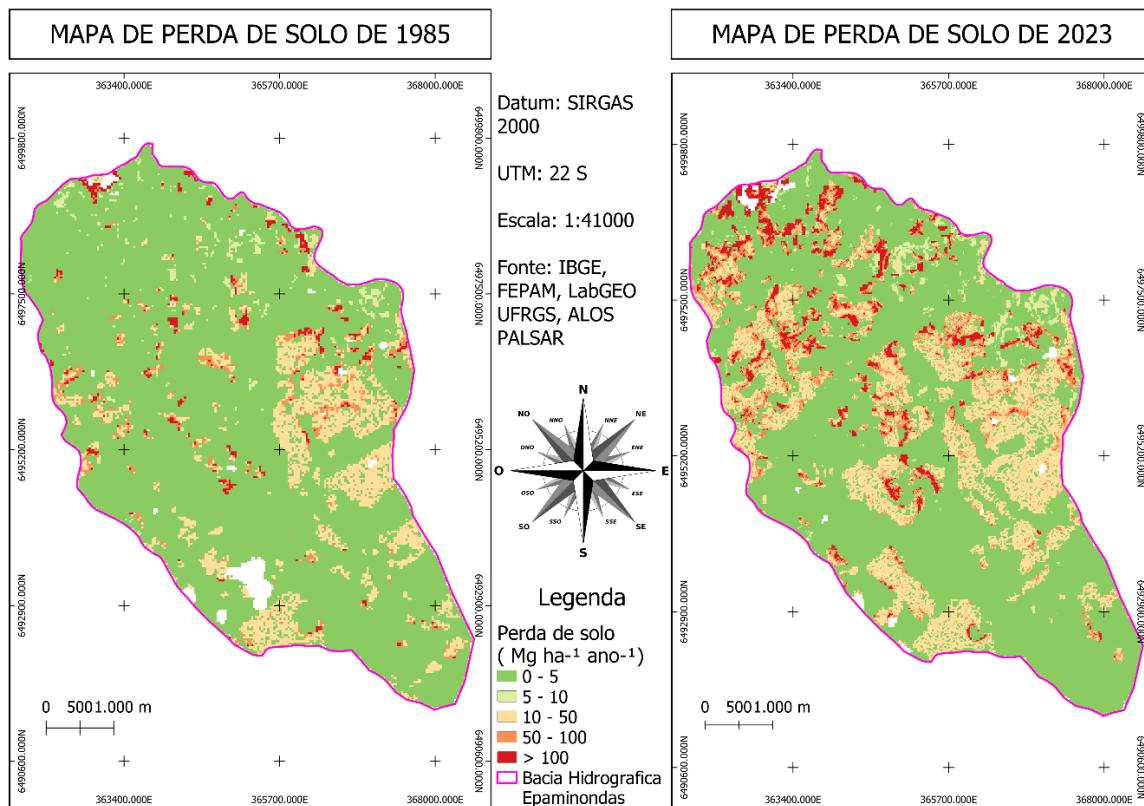
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação da RUSLE permitiu estimar e comparar as perdas de solo nos anos de 1985 e 2023, considerando a dinâmica do uso e cobertura da terra na sub-bacia hidrográfica do Arroio Epaminondas.

Os mapas temáticos mostraram que as áreas com maior declividade e solos mais erodíveis concentram-se nas porções norte e noroeste da sub-bacia (Figura 1). Essas regiões coincidem com os maiores valores de PNE, conforme também observado por CUNHA; SILVA; BACANI (2017), indicando risco elevado à erosão mesmo na ausência de uso antrópico intensivo.

A comparação entre os mapas de uso e cobertura da terra revelou uma redução significativa das formações campestres entre 1985 e 2023, com avanço de lavouras temporárias e mosaicos de usos. Esse processo de intensificação agrícola implicou em aumento do fator C, elevando a suscetibilidade à erosão em áreas onde antes predominava cobertura natural mais protetora (SILVA et al., 2014; BEKELE; MULUNEH; WONDRADE, 2019).

Figura 1. Mapa de perdas de solo dos anos de 1985 e 2023.



A simulação da RUSLE para o ano de 2023, com valor de $P = 1$ (sem práticas conservacionistas), indicou que 4,45% da área total apresentava perdas de solo acima de 100ha. No cenário alternativo, com a aplicação de práticas conservacionistas simuladas aplicando cultivo em nível ($P = 0,5$) nas principais classes agrícolas, evidenciando a eficácia dessas medidas no controle da erosão. Além disso, a classe “Alta” de perda de solo também foi significativamente reduzida, de 6,75% para 1,65%, reforçando que o manejo adequado da terra, aliado ao planejamento conservacionista, pode mitigar os impactos do uso intensivo da paisagem. Tais resultados demonstram que a USLE, aliada ao sensoriamento remoto e aos sistemas de informação geográfica, constitui uma ferramenta eficaz para diagnóstico e planejamento ambiental, conforme também discutido por OLIVEIRA; WENDLAND; NEARING (2015) e NACHTIGALL et al. (2020).

4. CONCLUSÕES

A aplicação da USLE integrada a geotecnologias demonstrou ser uma ferramenta eficaz para avaliar os impactos do uso e cobertura da terra na perda de solo por erosão hídrica. As análises evidenciaram que as alterações no uso da terra ao longo do tempo, especialmente a intensificação agrícola, aumentaram significativamente a vulnerabilidade à degradação do solo da sub-bacia.

A principal inovação deste estudo reside na simulação de cenários com práticas conservacionistas, que mostraram potencial para reduzir expressivamente as áreas com maiores taxas de perda de solo. Essa abordagem reforça a importância da adoção de manejos sustentáveis e do monitoramento contínuo das bacias hidrográficas como estratégias essenciais para a conservação dos recursos naturais. Além disso, o uso de séries históricas e mapeamentos detalhados permitiu compreender a evolução da paisagem e fundamentar ações mais eficazes de planejamento ambiental e uso da terra. Os resultados obtidos contribuem para a construção de políticas públicas e práticas agrícolas mais resilientes e integradas à conservação do solo e da água.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BEKELE, B.; MULUNEH, A.; WONDRADE, N. Estimativa de perda de solo baseada no Sistema de Informação Geográfica (GIS) usando o Modelo Universal de Equação de Perda de Solo (USLE) para planejamento de conservação do solo na Bacia Hidrográfica de Karesa, Zona de Dawuro, Sudoeste da Etiópia. *International Journal of Water Resources and Environmental Engineering*, 2019. p. 143-158 <http://dx.doi.org/10.5897/IJWREE2018.0820>.
- CUNHA, E. R. da; SILVA, L. F. da; BACANI, V. M. Estimativa do potencial natural de erosão de uma bacia hidrográfica ocupada por assentamento rural. *Geografia (Londrina)*, Londrina, v. 26, n. 1, p. 481-495, jan./jul. 2017 <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2017v27nesp1p84>
- NACHTIGALL, S. D. et al. Modelagem espacial da erosão hídrica do solo associada à sazonalidade agroclimática na região sul do Sul, Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 25, p. 933-946, 2020 <https://doi.org/10.1590/S1413-4152202020190136>
- OLIVEIRA, P. T. S.; WENDLAND, E.; NEARING, M. A. Rainfall erosivity in Brazil: A review. *Catena*, v. 100, p. 139-147, 2015 <https://doi.org/10.1016/j.catena.2012.08.006>
- SILVA, A. M.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; AVANZI, J. C.; FERREIRA, M. M. Erosividade da chuva e sua relação com a erosão hídrica em Latossolo Vermelho distroférreo típico. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 38, n. 5, p. 1490-1501, 2014. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000500021>
- TAHAT, M.; ALANANBEH, K.; OTHMAN, Y.; LESKOVAR, D. Saúde do solo e agricultura sustentável. *Sustainability*, v. 12, p. 4859, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su12124859>
- ZHAO, W. et al. Metacoupling supply and demand for soil conservation service. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, v. 33, p. 136-141, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2018.05.011>