ESTIMATIVA DE PERDA DE SOLO EM ESTRADAS FLORESTAIS DE FAZENDA DE EUCALIPTO NO SUDOESTE DA BAHIA

Leandro Mendes [1] ; Daniel Vieira Mendes [2]; Lucas Fernandéz [3] & Jean Sampietro [4]

Palavras-Chave – *Unpaved roads*, SIG, *RUSLE*.

INTRODUÇÃO

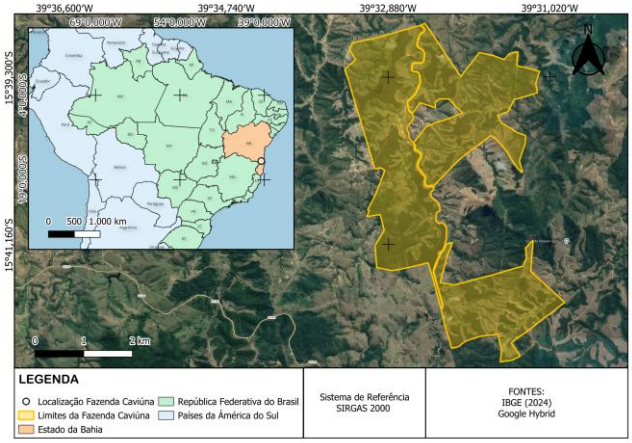
As estradas florestais são fundamentais para o acesso aos talhões e o transporte de madeira, porém, por serem geralmente não pavimentadas, estão sujeitas à erosão do solo causada pelo escoamento superficial. Esse processo pode comprometer a infraestrutura viária e contribuir para o assoreamento de corpos hídricos, estando associado a fatores como drenagem inadequada, compactação do solo e baixa infiltração de água (Corrêa; Cruz, 2010).

Nesse contexto, ferramentas de sensoriamento remoto e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permitem a aplicação da Equação Universal de Perda de Solo Revisada (*RUSLE*) para estimar e mapear a erosão em estradas florestais (Abdelsamie *et al*., 2023). Assim, este trabalho teve como objetivo estimar a erosão em estradas florestais da Fazenda Caviúna, Bahia, por meio de uma abordagem integrada baseada em *RUSLE* e SIG.

METODOLOGIA

O presente estudo foi realizado na fazenda Caviúna, produtora de Eucalipto, localizado no estado da Bahia, conforme mostra a Figura 1.

Figura 1 – Mapa de localização da Fazenda Caviúna



Primeiramente, foram amostradas as redes viárias correspondentes a essas fazendas e efetuado buffer de 10 m. Posteriormente, foram obtidas as variáveis da equação 1 de *RUSLE*.

$$A = R \times K \times LS \times C \times P \quad (1)$$

1) LOPEF - CAV/UDESC - Avenida Luiz de Camões, 2090, CEP: 88520-000, Lages/SC. leandro.mf2000@edu.udesc.br
2) IPH/UFRGS – Avenida Bento Gonçalves, 9500, Agronomia, CEP: 91501-970, Porto Alegre/RS. danielmendesdaniel@hotmail.com
3) LOPEF - CAV/UDESC - Avenida Luiz de Camões, 2090, CEP: 88520-000, Lages/SC. lucas.barroso23@edu.udesc.br
4) LOPEF - CAV/UDESC - Avenida Luiz de Camões, 2090, CEP: 88520-000, Lages/SC. jean.sampietro@udesc.br

Os fatores da *RUSLE* foram obtidos em ambiente SIG por meio da geração e processamento de *rasters*. O fator K foi definido com base em valores da literatura para Cambissolo e Latossolo Amarelo (Ferreira *et al*., 2019) e Nitossolo Vermelho (Back, 2023).

O fator LS foi calculado a partir de um *MDE* derivado de dados *LiDAR* utilizando as ferramentas *Fill sinks* e LS Factor do algoritmo *r.watershed* (Zhang *et al*., 2013). Para o fator C, adotaram-se valores da literatura devido à limitada disponibilidade de metodologias específicas para a Bahia (Thomé *et al*., 2018).

Nas estradas florestais foram utilizados K = 0,03, considerando estradas de terra e cascalhadas e C = 0,02, conforme Corrêa; Dedecek, (2009), enquanto o fator de práticas conservacionistas (P) foi considerado igual a 1 conforme Tomaz (2013). Para os talhões, considerou-se o fator C, sendo 0,3 conforme Martins *et al*., 2010. Os valores adotados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Fatores K para os talhões

Talhões - Solos (t h MJ−1 mm−1)	Fator K (t h MJ−1 mm−1)
Cambissolo	0,06
Latossolo Amarelo	0,02
Nitossolo Vermelho	0,0227
Nitossolo Vermelho + Cambissolo	0,041

Com base nessas variáveis, foi efetuado uma álgebra de mapas visando a obtenção de um *raster* estimativo de perda de solo por pixel, do qual estes foram em t ha^{-1} ano^{-1}, ao longo da rede viária.

Os dados pluviométricos utilizados foram provenientes das estações pluviométricas apresentadas na Tabela 2. Buscou-se as estações mais próximas que apresentassem dados mais consistentes ao longo do tempo.

Tabela 2 – Estações pluviométricas utilizadas no estudo

Nome	Código	Município	Latitude	Longitude	Período dos dados utilizados
Fazenda Nancy	1539014	Camacan	-15,6033	-39,5169	1965 a 2024
Itapebi	1539006	Itapebi	-15,9608	-39,5261	

A partir dos valores de média mensal e anual de cada estação pluviométrica, foram calculados os valores de Média Mensal de Erosão e o Fator de Erosividade, respectivamente conforme as equações 2 e 3. Tal, foi utilizado o método de interpolação *IDW*, conforme Marcuzzo, Andrade e Melo (2012). Para

$$EI = 67{,}355 \times \left(\frac{Pm^2}{P}\right)^{0{,}85} \quad (2)$$

$$R = \sum(EI). \quad (3)$$

RESULTADOS

Em função das duas estações escolhidas, pôde-se obter um grande intervalo de valores de precipitação, possibilitando, assim, médias mensais e anuais mais representativas da região. Os valores de Fator de Erosividade nas estações pluviométricas são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Valores de Fator de Erosividade calculados em cada estação pluviométrica

Nome	Fator de Erosividade (MJ/ha)(mm/h)
Fazenda Nancy	4678,09
Itapebi	4909,25

Os valores de erosividade obtidos mostraram-se compatíveis com aqueles reportados por Alves *et al* (2007)**.** para diferentes localidades do estado da Bahia, indicando coerência com o padrão regional de erosividade da chuva.

A erosão foi estimada por meio de álgebra de mapas, gerando rasters de perda de solo (t ha^{-1} ano^{-1}) para os talhões florestais e para as estradas (Figura 1.4). Os resultados permitiram identificar trechos com maiores taxas de erosão estimada, os quais coincidiram com áreas de maior declividade. Essa relação evidencia a influência do fator topográfico (LS) na intensificação dos processos erosivos, indicando que os resultados obtidos são coerentes com as condições de relevo da área de estudo.

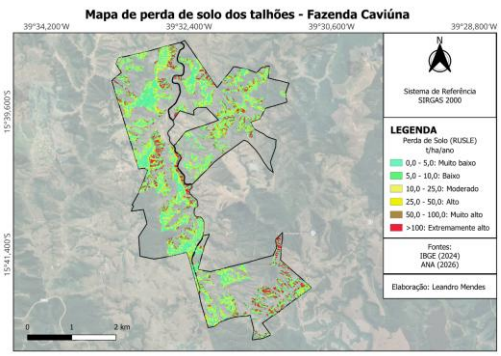


Figura 2 – Mapa de perda de solo nos talhões

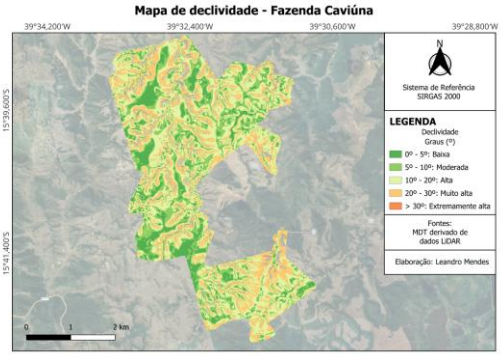


Figura 3 – Mapa de declividade

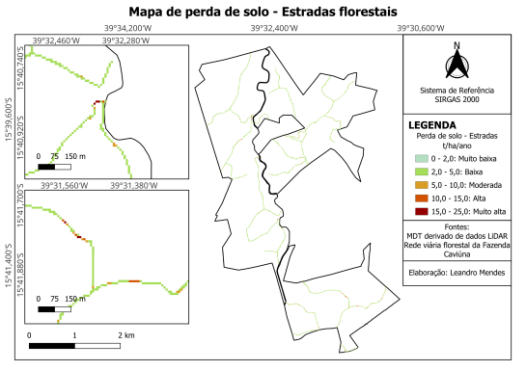


Figura 4 – Mapa de perda de solo na rede viária da fazenda

CONCLUSÕES

A integração de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) com a Equação Universal de Perda de Solo Revisada (*RUSLE*) mostrou-se eficiente para estimar e espacializar a perda de solo na rede viária da Fazenda Caviúna. A metodologia permitiu identificar trechos com maior suscetibilidade aos processos erosivos, fornecendo informações relevantes para o planejamento de ações de manejo e conservação do solo.

Além disso, os resultados demonstraram coerência com as condições de relevo da área de estudo, evidenciando o potencial da abordagem para subsidiar o monitoramento e a gestão de estradas florestais. Dessa forma, o trabalho contribui para o desenvolvimento de metodologias aplicáveis à estimativa da erosão em áreas florestais, servindo como base para futuras pesquisas e aperfeiçoamentos do modelo.

REFERÊNCIAS

ALVES, T. L.; et al. (2007). "Índices de erosividade da chuva no estado da Bahia". In Anais do IX Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, Salvador/BA.

ABDELSAMIE, E. A.; ABDELLATIF, M. A.; HASSAN, F. O.; EL BAROUDY, A. A.; MOHAMED, E. S.; KUCHER, D. E.; SHOKR, M. S. (2023). "Integration of RUSLE Model, Remote Sensing and GIS Techniques for Assessing Soil Erosion Hazards in Arid Zones". Agriculture, v.13, n.1, 35.

BACK, A. J. (2023). Aplicação da Equação Universal de Perdas de Solo (USLE) em bacia hidrográfica. Florianópolis: Epagri.

CAMPOS, R. F. de. (2013). Racionalização do binômio estradas e extração florestal. Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre/ES.

FERREIRA, A. B. R.; PEREIRA, G.; FONSECA, B. M.; COSTA, J. C.; CARDOZO, F. S. (2019). "Estimativa de perda de solo no Oeste da Bahia (Brasil) a partir da alteração do uso e cobertura da terra". Caminhos de Geografia, v.20, n.72, p.560–573.

MARCUZZO, F. F. N.; ANDRADE, L. R.; MELO, D. C. R. (2011). "Métodos de Interpolação Matemática no Mapeamento de Chuvas do Estado do Mato Grosso". Revista Brasileira de Geografia Física, v. 4, n. 4, p. 793–804.

TOMAZ, P. (2013). *RUSLE – Equação Revisada Universal de Perda de Solo*. In: Curso de Manejo de Águas Pluviais. Guarulhos/SP.

THOMÉ, T. C.; COLMAN, C. B.; SOUZA, D. A. F.; OLIVEIRA, P. T. S.; ALVES SOBRINHO, T. (2018). "Fator Uso e Cobertura do Solo na Erosão em Bacia Tropical". XIII Encontro Nacional de Engenharia de Sedimentos, Vitória, ES.

ZHANG, H.; YANG, Q.; LI, R.; LIU, Q.; MOORE, D.; HE, P.; RITSEMA, C. J.; GEISSEN, V. (2013). "Extension of a GIS Procedure for Calculating the RUSLE Equation LS Factor". *Computers & Geosciences*, v. 52, p. 177–188.

MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; AVANZI, J. C.; CURI, N.; FONSECA, S. (2010). *Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros do estado do Espírito Santo*. Scientia Forestalis, v. 38, n. 87, p. 517–526.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Laboratório de Operações e Estradas Florestais (LOPEF) e ao professor Jean Sampietro e Lucas Fernandéz, pela concessão dos dados e à equipe pela execução deste trabalho. O segundo autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pelo apoio na realização do estudo.