



POTENCIAL NATURAL À EROSÃO DOS SOLOS DA SUB-BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO DA VISTA ALEGRE, NO MUNICÍPIO DE MUNIZ FREIRE (ES)

NATURAL POTENTIAL TO SOIL EROSION IN THE HYDROGRAPHIC SUB-BASIN OF THE VISTA ALEGRE STREAM, IN THE MUNICIPALITY OF MUNIZ FREIRE (ES)

Caio Henrique Ungarato Fiorese – UFES – Alegre, Espírito Santo - Brasil
caiofiorese@hotmail.com

RESUMO

A erosão dos solos representa um dos principais problemas ambientais de diversas bacias hidrográficas brasileiras, devido, por exemplo, às características naturais. Assim, o objetivo desta pesquisa foi verificar o potencial natural de erosão (PNE) dos solos na sub-bacia hidrográfica do córrego da Vista Alegre (BHCVA), localizada no município de Muniz Freire, estado do Espírito Santo, a fim de apoiar possíveis melhorias em planejamento ambiental e produtividade econômica local. Os procedimentos ocorreram no programa ArcGIS®. Inicialmente, foi delimitada a BHCVA. Na estimativa da erosão potencial, foi considerada a Equação Universal de Perda dos Solos, através dos dados de erosividade, erodibilidade, comprimento e grau do declive. O PNE foi quantificado, mapeado e classificado. O PNE varia de 0 a 787.346,903 ton/ha.ano, com média aritmética de 939,443 ton/ha.ano e desvio padrão de 20319,519 ton/ha.ano. A classe de PNE de maior presença é a “alta”, seguida da “moderada”. A classe de menor abrangência é a “muito baixa”, com apenas 3,727%. No entanto, quando somadas, as classes de maiores incidências, a “alta” e “muito alta”, perfazem 46,467%. A BHCVA apresenta elevada tendência natural à erosão em quase a metade de sua área, devido, principalmente, às irregularidades topográficas locais. É relevante um correto planejamento ambiental na BHCVA, priorizando a ocupação antrópica em locais com menor PNE.

Palavras-chave: Atividades rurais; Conservação do solo; Geotecnologia; Gestão dos recursos naturais; Impactos ambientais.

ABSTRACT

Soil erosion represents one of the main environmental problems in several Brazilian river basins, due, for example, to natural characteristics. Thus, the objective of this research was to verify the natural erosion potential (NEP) of the soils in the hydrographic sub-basin of the Vista Alegre stream (HBVAS), located in the municipality of Muniz Freire, state of Espírito Santo, in order to support possible improvements in environmental planning and local economic productivity. The procedures took place in the ArcGIS® program. Initially, HBVAS was delimited. In estimating potential erosion, the Universal Soil Loss Equation was considered, using data on erosivity, erodibility, length and grade of the slope. The NEP was quantified, mapped and classified. The NEP ranges the 0 to 787,346,903 ton/ha.year, with an arithmetic mean of 939,443 ton/ha.year and standard deviation of 20319,519 ton/ha.year. The most prevalent PNE class is "high", followed by "moderate". The class with the lowest coverage is "very low", with only 3.727%. However, when added together, the classes with the highest incidence, "high" and "very high", make up 46.467%. HBVAS has a

high natural tendency to erosion in almost half of its area, mainly due to local topographic irregularities. Correct environmental planning at HBVAS is relevant, prioritizing human occupation in places with less NEP.

Keywords: Rural activities; Soil conservation; Geotechnology; Management of natural resources; Environmental impacts.

INTRODUÇÃO

Processos erosivos em bacias hidrográficas são considerados um dos grandes problemas da atualidade. Os mesmos refletem negativamente na produção em solos agrícolas, devido ao seu empobrecimento. Isso promove, por exemplo, a diminuição da disponibilidade hídrica nos reservatórios devido ao assoreamento. Também acarreta o aparecimento de feições erosivas, como sulcos e voçorocas (OLIVEIRA; SERAPHIM; BORJA, 2015).

A quantificação e o mapeamento do potencial natural de erosão permitem traçar uma visão sobre os processos erosivos naturais em uma bacia hidrográfica, pois relacionam às características naturais do meio, como as chuvas, o solo e o relevo. Dessa forma, a aplicação de modelos matemáticos capazes de estudar essa dinâmica erosiva, quando associada aos sistemas de informações geográficas, pode servir como ferramenta para o planejamento ambiental (PRESTES; CORRÊA, 2019). Nesse sentido, o modelo de avaliação ambiental da Equação Universal das Perdas de Solo apresenta-se como importante ferramenta, principalmente por proporcionar fácil implementação e por incluir os fatores naturais que influenciam na erosão hídrica do solo (OLIVEIRA; SERAPHIM; BORJA, 2015).

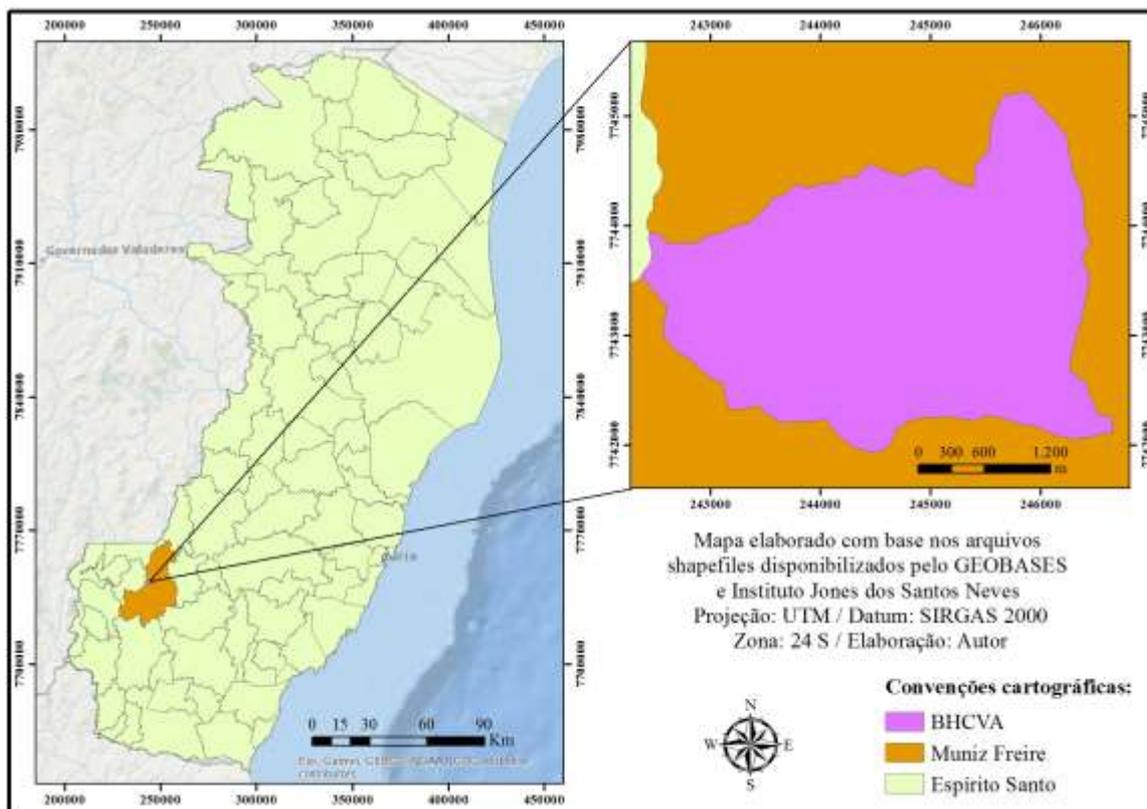
A bacia hidrográfica deve ser considerada uma excelente unidade de gestão e estudo dos aspectos naturais e sociais, pois permite a execução do planejamento e gestão de forma integradora e holística, considerando sempre os vínculos existentes entre a sociedade e o ambiente (LIMA et al., 2016). No caso da sub-bacia hidrográfica do córrego da Vista Alegre (BHCVA), devido à carência de estudos com ênfase na análise da sua dinâmica natural erosiva, essa pesquisa se faz de grande relevância e necessidade.

Nesse sentido, o objetivo deste estudo foi verificar o potencial natural de erosão (PNE) dos solos na BHCVA, a fim de apoiar possíveis melhorias em termos de planejamento ambiental aliado à produtividade econômica e sustentável na região.

METODOLOGIA

A BHCVA fica localizada na área rural do município de Muniz Freire, na mesorregião Sul do estado do Espírito Santo. Com uma área de 8.395 km², possui a cafeicultura e pecuária como as principais atividades econômicas. Possui clima classificado como Cwa, ou seja, clima subtropical de inverno seco, com temperaturas menores que 18 °C, e verão quente e chuvoso, com temperaturas maiores que 22 °C (VENTURA, 1964). A Figura 1 mostra a localização da área.

Figura 1 - Localização da BHCVA



Fonte: O Autor (2020).

Os procedimentos ocorreram no programa ArcGIS®. Os bancos de dados geográficos foram adquiridos nos sítios eletrônicos do Sistema Integrado de Bases Geoespaciais do Estado do Espírito Santo (GEOBASES, 2020), da Agência Nacional de Águas (ANA, 2020) e do Instituto Jones dos Santos Neves (IJSN, 2020). A princípio, a BHCVA foi traçada através dos seguintes procedimentos (Santos, Louzada e Eugênio, 2010): aquisição de feições (arquivos vetoriais) de curvas de nível com equidistância de 5 m; geração do Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução de 15 m a partir do método da rede triangulada irregular (TIN); geração dos fluxos de direção (*flow direction*) e acumulação (*flow accumulation*) da drenagem; extração da malha hidrográfica; identificação do curso hídrico principal (nesse caso, o córrego da Vista Alegre); demarcação do exutório e; delimitação da BHCVA a partir da geração de um arquivo em formato polígono.

No cálculo do PNE, foi considerada a Equação Universal da Perda de Solos equação (1), proposta por Wischmeier e Smith (1962):

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

Onde: A = perda de solo ($t \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); R = erosividade ($\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm h}^{-1} \text{ ano}^{-1}$); K = erodibilidade [$t \text{ ha}^{-1} (\text{MJ ha}^{-1} \text{ mm h}^{-1})^{-1}$]; L = comprimento de rampa; S = declividade; C = uso e manejo do solo; P = práticas conservacionistas. O PNE, porém, considera apenas os fatores naturais intrínsecos ao local em estudo, ou seja, os fatores R, K, L e S.

O fator R foi obtido a partir de Lombardi Neto e Moldenhauer (1992), considerando a precipitação pluvial média mensal e anual. Representa o somatório dos índices mensais de erosividade, através da equação (2):

$$E_i = 67,355 \times ((r_i^2)/P_i)^{0,85} \quad (2)$$

Onde: r_i = precipitação pluviométrica média anual (mm) e; P_i = precipitação pluviométrica média mensal (mm). Os dados pluviométricos foram adquiridos no portal

eletrônico Hidroweb, da Agência Nacional de Águas (ANA), através de uma estação pluviométrica localizada em Muniz Freire (S 20°31'42"/ W 41°30'41"), com série histórica de 43 anos.

O mapa de declividade foi gerado a partir do Modelo Digital de Elevação com resolução de 15 m, extraído pelo método da rede triangulada irregular através de feições de curvas de nível com equidistância de 5 m. Os fatores L e S foram estimados pelo método de Bertoni e Lombardi Neto (1990), através do tamanho do pixel (5 m) e a declividade (em %). Inicialmente, foi obtido o comprimento de rampa (L) a partir da equação (3) (BERTONI; LOMBARDI NETO, 1990):

$$L = (P^2 + ((D/100) \times P)^2)^{0,5} \quad (3)$$

Onde: L = comprimento de rampa (adimensional); P = tamanho do pixel considerado (5 m) e; D = declividade (em porcentagem). Em seguida, foi obtido o fator LS (adimensional), a partir da equação (4), também proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1990):

$$LS = 0,00984 \times L^{0,63} \times D^{1,18} \quad (4)$$

O fator K foi obtido a partir do mapeamento do tipo de solo presente na BHCVA e da posterior consulta do valor segundo Demarchi e Zimback (2014). A inserção das equações ocorreu através da ferramenta "álgebra de mapas". O PNE foi mapeado, quantificado e classificado conforme Moraes e Sales (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A erosão potencial varia de 0 a 787.346,903 ton/ha.ano, com média aritmética de 939,443 ton/ha.ano e desvio padrão igual a 20319,519 ton/ha.ano. No total, a BHCVG contribui para uma perda natural de solo igual a 314.250.218,5 ton/ha.ano. A

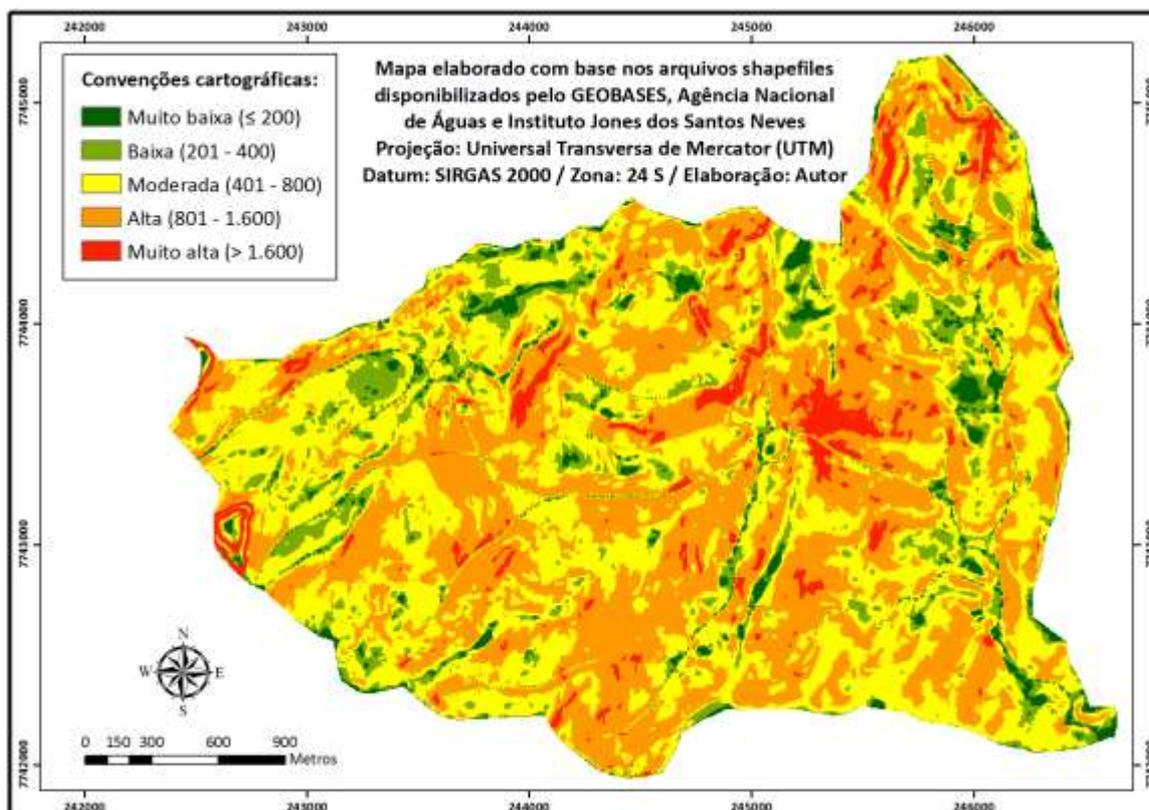
Tabela 01 e a Figura 02 demonstram, respectivamente, os percentuais de área para cada classe de intensidade à erosão e o mapa de erosão potencial da BHCVA.

Tabela 1 - Área descrita em (%) para cada classe de intensidade à erosão

Classes (ton/ha.ano)	Área (%)	Área acumulada (%)
0 – 200 (Muito baixa)	3,727	3,727
201 – 400 (Baixa)	9,744	13,471
401 – 800 (Moderada)	40,062	53,533
801 – 1600 (Alta)	41,534	95,067
> 1600 (Muito alta)	4,933	100,000
0 – 200 (Muito baixa)	3,727	3,727

Fonte: O Autor (2020).

Figura 2 - Mapa de erosão potencial da BHCVA



Fonte: O Autor (2020).

A classe de intensidade de maior predominância é a “alta”, seguida da “moderada”. Todavia, a classe de menor abrangência é a “muito baixa”, com apenas

3,727%. Quando somadas, as classes de maiores intensidades, a “alta” e “muito alta”, perfazem 46,467% da BHCVA. Portanto, a sub-bacia estudada possui elevada tendência natural à erosão em quase a metade de suas terras. Os resultados podem ser atribuídos, principalmente, às irregularidades do relevo local, como a declividade, além dos elevados índices de pluviosidade na região. A declividade, em estudos feitos por Morais e Sales (2017), foi o fator determinante para o aumento do PNE nas bacias hidrográficas estudadas, juntamente com o comprimento de rampa. Os mesmos autores viram uma forte correlação dos fatores L e S com a estimativa do PNE em detrimento aos demais parâmetros (K e R).

No município de Muniz Freire, que inclui a BHCVG, o nível de degradação dos solos vem se agravando em virtude do abandono de cafezais degradados, da falta de práticas conservacionistas no avanço de áreas com pastagens extensivas, da implantação de cafezais em desnível e sem práticas conservacionistas, da instalação de culturas anuais, tomate e outras hortaliças em desnível e com mecanização morro abaixo e da abertura e manutenção de estradas e carreadores com tecnologia inadequada (INCAPER, 2010). Portanto, os resultados obtidos para a BHCVA se tornam ainda mais preocupantes pelo fato das perdas de solo serem agravadas com a má ação antrópica no manejo e ocupação do solo, o que é uma realidade na região. Mesmo nos locais de baixo PNE, essa preocupação é iminente em nível de bacia hidrográfica.

Para o controle dos processos erosivos, é importante uma readequação nas formas de uso, pois o solo, quando desprotegido, facilita a erosão. Para adequar essa situação, duas formas básicas podem ser consideradas para controle. A primeira é uma reavaliação do uso da terra, buscando coberturas capazes de proteger o solo. A segunda é a adoção de práticas conservacionistas, como por exemplo, a fragmentação do comprimento de rampa, diminuindo, assim, o espaço para o escoamento superficial da água (COSTA; SOUZA FILHO; RISSO, 2009). Em meio às condições de elevada tendência natural à erosão, há necessidade de adotar um planejamento ambiental que discipline o uso e ocupação das terras compatibilizando as categorias de uso às condições ambientais da bacia (MORAIS; SALES, 2017). Tais propostas são de grande relevância e necessidade para a BHCVA, mesmo nas áreas de menor tendência natural à erosão.

Na BHCVA, a ocupação antrópica precisa priorizar as regiões de menor tendência à erosão, resguardando os locais de maior PNE para a manutenção da cobertura vegetal nativa. Para isso, o papel de planejadores locais é de extrema relevância, além do repasse de informações aos produtores rurais da região sobre as técnicas mais apropriadas de manejo do solo.

CONCLUSÃO

A BHCVA apresenta elevada tendência natural à erosão em quase a metade de sua área, devido, principalmente, às irregularidades topográficas locais. Considerando o predomínio de atividades rurais, o PNE pode ser agravado com o manejo e a ocupação incorreta do solo, mesmo nas áreas com PNE moderado. É de extrema relevância um correto planejamento ambiental na BHCVA, priorizando a correta ocupação antrópica em locais com intensidades à erosão compreendidas de “muito baixa” a “moderada” à erosão, além de práticas conservacionistas.

REFERÊNCIAS

ANA. **Encontre mapas interativos, conjuntos de dados geográficos, imagens de satélite e outros serviços**. 2020. Disponível em: <<http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home>>. Acesso em: 9 nov. 2020.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. Piracicaba: Livroceres, 1990. 392 p.

COSTA, F. H. S.; SOUZA FILHO, C. R.; RISSO, A. Modelagem espaço-temporal da erosão e potencial contaminação de Arsênio e Chumbo na bacia hidrográfica do rio Ribeira de Iguape (SP). **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 2, p. 338-349, jun. 2009.

DEMARCHI, J. C.; ZIMBACK, C. R. L. Mapeamento, erodibilidade e tolerância de perda de solo na sub-bacia do Ribeirão das Perobas. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 29, n. 2, p. 102-114, 2014.

GEOBASES. **IEMA – mapeamento ES – 2012-2015**. 2020. Disponível em: <<https://geobases.es.gov.br/links-para-mapas1215>>. Acesso em: 10 nov. 2020.

IJSN. **Shapefiles**. 2020. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/mapas/>>. Acesso em: 9 nov. 2020.

INCAPER. **Programa de assistência técnica e extensão rural PROATER 2011 – 2013**: Muniz Freire. 2010. Disponível em: <https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Caparao/Muniz_Freire.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2020.

LIMA, G. A.; GENEROSO, C. M.; SANTOS, C. M.; SILVA, L. A.; SOUSA, R. G. Bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão: estudo de caso ribeirão Isidoro. **Anais do VII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Campina Grande: Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, 2016.

LOMBARDI NETO, F.; MOLDENHAUER, W. C. Erosividade da chuva: sua distribuição e relação com as perdas de solo em Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 51, n. 2, p. 189-196, 1992.

MORAIS, R. C. S.; SALES, M. C. L. Estimativa do Potencial Natural de Erosão dos Solos da bacia hidrográfica do Alto Gurguéia, Piauí-Brasil, com uso de Sistema de Informação Geográfica. **Caderno de Geografia**, Belo Horizonte, v. 27, n. 1, p. 84-105, 2017.

OLIVEIRA, F. G.; SERAPHIM, O. J.; BORJA, M. E. L. Estimativas de perdas de solo e do potencial natural de erosão da bacia de contribuição da microcentral hidrelétrica do Lageado, Botucatu – SP. **Energia na Agricultura**, Botucatu, v. 30, n. 3, p. 302-309, jul./set. 2015.

PRESTES, V.; CORRÊA, E. A. Potencial natural de erosão no alto curso da bacia hidrográfica do Arroio Quilombo, RS. **Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2019.

SANTOS, A. R.; LOUZADA, F. L. R. O.; EUGÊNIO, F. C. **ArcGIS 9.3 total**: aplicações para dados espaciais. 2.ed. Alegre: CAUFES, 2010. 184 p.

VENTURA, A. Problemas técnicos da silvicultura paulista. **Silvicultura em São Paulo**, v. 3, p. 61-80, 1964.

WISCHMEIER, W. H.; SMITH, D. D. Rainfall erosion. **Advances in Agronomy**, New York, n. 14, p. 109-148, 1962.

Caio Henrique Ungarato Fiorese - Graduado em Engenharia Ambiental pelo Centro Universitário São Camilo (ES), pós-graduado (lato sensu) em Saneamento pela Faculdade de Venda Nova do Imigrante (FAVENI) e mestrando em Agroquímica - Química Ambiental pela Universidade Federal do Espírito Santo (UFES). Possui interesse pelos seguintes temas: geoprocessamento, uso e ocupação de terras, recursos hídricos, saneamento ambiental, arborização de vias públicas, crescimento vegetativo, viveiros florestais e tratamento de efluentes/resíduos.

Recebido para publicação em 23 de dezembro de 2020.

Aceito para publicação em 17 de novembro de 2021.

Publicado em 20 de dezembro de 2021.