

## SUSCETIBILIDADE NATURAL À EROÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO MOGI GUAÇU (SP)

ANA PAULA PEREIRA CARVALHO<sup>1</sup>, TAMARA MARIA GOMES<sup>2</sup>, MIRIAN YASMINE KRAUSPENHAR NIZ<sup>3</sup>, ANA CLAUDIA PEREIRA CARVALHO<sup>4</sup>, GIOVANA TOMMASO<sup>5</sup>, FABRÍCIO ROSSI<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Eng. Ambiental, Pós-doutoranda no Programa USP Sustentabilidade, Universidade de São Paulo, ana.carvalho02@alumni.usp.br.

<sup>2</sup> Eng. Agrônoma, Professora associada do Departamento de Engenharia de Biosistemas, Universidade de São Paulo.

<sup>3</sup> Eng. Ambiental, Pós-doutoranda no Programa USP Sustentabilidade, Universidade de São Paulo.

<sup>4</sup> Eng. Ambiental, Pós-doutoranda no Programa USP Sustentabilidade, Universidade de São Paulo.

<sup>5</sup> Eng. de Alimentos, Professora associada do Departamento de Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo.

<sup>6</sup> Eng. Agrônomo, Professor associado do Departamento de Engenharia de Biosistemas, Universidade de São Paulo.

Apresentado no  
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023  
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho consistiu em analisar a Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu quanto a suscetibilidade natural à erosão, por ser uma área que apresenta diferentes características pedológicas, geológicas e geomorfológicas, além de ser uma importante região agrícola no Estado de São Paulo. Os métodos adotados envolveram: a aquisição dos atributos do meio físico (Pedologia, Geologia, Declividade e Formas do Terreno); a reprojeção e atribuição de pesos para cada classe dos atributos analisados, bem como para cada plano de informação, utilizando o método *Analytic Hierarchy Process* (AHP). Após a sobreposição ponderada dos planos de informação, a Carta de suscetibilidade natural à erosão foi classificada em cinco classes, a classe Baixa apresentou maior representatividade, compreendendo 54,37% da área total mapeada, onde os solos são profundos e argilosos. As áreas que apresentaram alta suscetibilidade não se destacaram em valores absolutos, representando apenas 9,72km<sup>2</sup> da área total da bacia. O documento cartográfico elaborado poderá ser utilizado para auxiliar os gestores quanto ao planejamento ambiental e agrícola da bacia hidrográfica.

**PALAVRAS-CHAVE:** geotecnologias, agricultura, AHP.

### NATURAL SUSCEPTIBILITY TO EROSION OF THE MOGI GUAÇU RIVER HYDROGRAPHIC BASIN (SP)

**ABSTRACT:** The objective of this work was to analyze the Mogi Guaçu River Basin as the natural susceptibility to erosion, as it is an area that has different pedological, geological and geomorphological characteristics, important agricultural region in the State of São Paulo.. The methods adopted involved: the acquisition of the attributes of the physical environment (Pedology, Geology, Slope and Landforms); reprojection and assignment of weights for each class of the analyzed attributes, as well as for each information plan, using the Analytic Hierarchy Process (AHP) method. After the weighted overlap of the information plans, the Letter of natural susceptibility to erosion was classified into five classes, the Low class showed greater representativeness, comprising 54.37% of the total mapped area, where the soils are deep and clayey. The areas that showed high susceptibility did not stand out in absolute values, representing only 9.74km<sup>2</sup> of the total area of the basin. The prepared cartographic document can be used to assist managers in the environmental and agricultural planning of the basin.

**KEYWORDS:** geotechnologies, agriculture, AHP.

**INTRODUÇÃO:** A erosão causada pela água associada ao transporte e deposição de sedimentos nas bacias hidrográficas pode acarretar problemas de contaminação, provocando danos significativos (BIDDOCCU et al., 2016). Em nível global, a ocorrência e o desenvolvimento de processos erosivos, além de provocar graves danos ambientais, causam também perdas econômicas, incluindo a redução da fertilidade do solo, do rendimento das culturas e da qualidade da água superficial (WEN et al., 2021). Os principais fatores que influenciam os processos erosivos são conhecidos e incluem formas do terreno, tipo de solo e a cobertura vegetal (SANTOS et al., 2023). Segundo Du et al. (2022), a erosão do solo pode ser acelerada pelas atividades antrópicas, comprometendo a sustentabilidade das atividades agrícolas, visto que as áreas altamente erodidas podem tornar-se improdutivas. De acordo com Di Raimo et al. (2022) entender a suscetibilidade dos solos à erosão é fundamental para o planejamento do uso da terra, tendo em vista uma agricultura sustentável. Para isto, existem muitos métodos que são utilizados, um deles consiste no processo hierárquico analítico (LIU et al., 2023). Diante desse contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar a Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu (BHRMG) quanto a suscetibilidade natural à erosão, por meio do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP).

**MATERIAL E MÉTODOS:** A área de estudo deste trabalho consiste na BHRMG, localizada no nordeste do Estado de São Paulo. A bacia abrange uma extensão territorial de 15.068,54km<sup>2</sup>, onde estão situadas 38 sedes municipais. As principais culturas existentes na área estudada são cana-de-açúcar, laranja, pastagem (braquiária) e milho. Além da agricultura, as agroindústrias, como as usinas de açúcar e álcool, óleos vegetais e bebidas, os frigoríficos e as indústrias de papel e celulose, contribuem com a economia da área (CBH-MOGI, 2013). Quanto aos procedimentos metodológicos, a primeira etapa para a elaboração da Carta de suscetibilidade natural à erosão da BHRMG consistiu na aquisição dos planos de informações do meio físico (Pedologia, Geologia, Declividade e Formas do Terreno), em diferentes plataformas de dados, conforme indicado na Tabela 1.

TABELA 1. Informações dos planos de informação utilizados para a elaboração da Carta de suscetibilidade natural à erosão da BHRMG.

Atributos ambientais	Descrição	Fonte/Ano
Pedologia	Unidades pedológicas, considerando a textura e a espessura dos solos	Rossi/2017
Geologia	Unidades geológicas	IBGE/2021
Declividade	Classes de inclinação do terreno, por meio do Modelo Digital de Elevação do sensor Alos Palsar, com resolução espacial de 12,5 metros	Plataforma Alaska NASA-ASF Data Search Vertex/2022
Formas do Terreno	Classificação do terreno em 9 classes: Convergente Côncavo; Convergente Retilíneo; Convergente Convexo; Planar Côncavo; Planar Retilíneo; Planar Convexo; Divergente Côncavo; Divergente Retilíneo; Divergente Convexo	Topodata - (INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)/2023

Em segundo momento, os planos de informação foram reprojatados, posteriormente foram reclassificados e atribuídos pesos (autovetores) para cada classe dos atributos ambientais analisados, por meio da aplicação do método AHP, desenvolvido por Saaty (1980). Vale

ressaltar, que esses autovetores foram validados por meio do cálculo da razão de consistência de cada matriz elaborada. Em seguida foram atribuídos autovetores a cada um dos planos de informação (Pedologia, Geologia, Declividade e Formas do Terreno), também por meio do método AHP. Após a atribuição final dos pesos (Tabela 2), foi realizada a sobreposição ponderada dos planos de informação, por meio da ferramenta *Weighted Sum* do *software* ArcGIS®. Logo, a Carta de suscetibilidade natural à erosão foi classificada em cinco classes (Muito Baixa, Baixa, Média, Alta e Muita Alta), as quais foram contabilizadas.

TABELA 2. Valores dos autovetores aplicados na elaboração da Carta de suscetibilidade natural à erosão da BHRMG.

Atributos ambientais	Pedologia (Textura)	Pedologia (Espessura)	Declividade	Formas do Terreno	Geologia
Pesos	0,42	0,30	0,14	0,09	0,05

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** A partir da análise da Carta de suscetibilidade natural à erosão da BHRMG, nota-se que a classe de maior predominância é a “Baixa” correspondendo pouco mais da metade da área total da bacia hidrográfica (Figura 1).

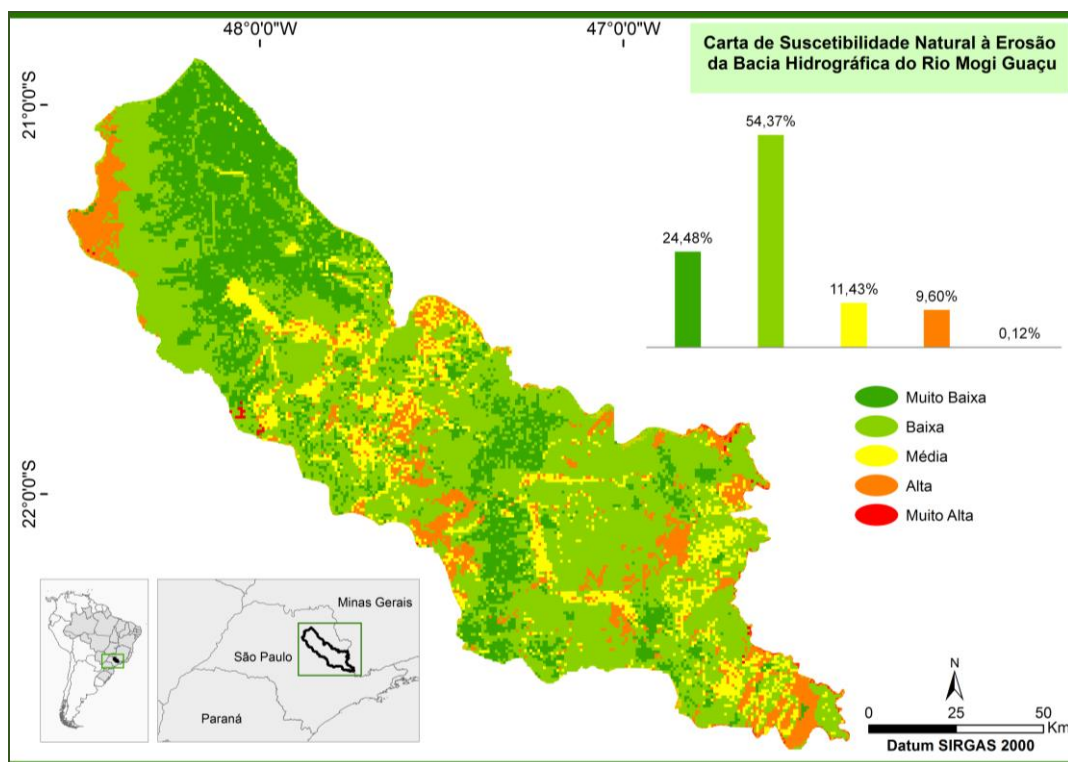


FIGURA 1. Carta de suscetibilidade natural à erosão da BHRMG.

As áreas com baixa suscetibilidade à erosão se encontram em regiões com declividades mais suaves, em que os solos são profundos, com maior presença da fração argila. As áreas que são compostas por serras, localizadas na porção leste da BHRMG apresentam maior predisposição para a ocorrência de processos erosivos, devido à maior inclinação da superfície. A classe “Alta” representa 9,60% da área total mapeada, é encontrada também na parte central e oeste da bacia, no entanto, o que contribui com esse nível de suscetibilidade é a textura do solo. Nessas regiões, os solos apresentam granulometria mais grossa, o que permite mais facilmente a desagregação das partículas em decorrência do maior índice de vazios. Além do aspecto textural dos solos, as declividades mais elevadas compreendem como outro fator que influencia essa suscetibilidade. As áreas classificadas com média suscetibilidade

estão presentes predominantemente na porção central da área de estudo, onde são encontrados solos com texturas indiscriminada e arenosa, com espessura variando de 0,5 a 1,0 metro, em declividades moderadas.

**CONCLUSÕES:** A utilização do método AHP permitiu a elaboração da Carta de suscetibilidade natural à erosão da BHRMG. O documento cartográfico pode subsidiar os gestores quanto ao planejamento agrícola e ambiental, por ser uma área de forte intervenção agrícola. Além disso, a metodologia adotada pode ser reaplicada para outras regiões hidrográficas.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem as bolsas de pós-doutorado providas da Superintendência de Gestão Ambiental da Universidade de São Paulo. Agradecem também pelos bancos de dados públicos que permitiram a elaboração do resultado.

### **REFERÊNCIAS:**

- BIDDOCCU, M. et al. Long-term monitoring of soil management effects on runoff and soil erosion in sloping vineyards in Alto Monferrato (North-West Italy). **Soil and Tillage Research**, v. 155, p. 176–189, 2016.
- CBH-MOGI - Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Mogi Guaçu. Relatório de Situação dos Recursos Hídricos 2013 (Ano Base 2012). 2013. 127p.
- DI RAIMO, L. A. D. L. et al. Natural erosion potential in the Mato Grosso state, Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 9, p. 655–661, 2022.
- DU, X. et al. Conservation management decreases surface runoff and soil erosion. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 10, n. 2, p. 188–196, 2022.
- INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais). 2017. TOPODATA, banco de dados geomorfométricos do Brasil. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br/topodata/acesso.php>. Acesso em: 16 de maio de 2023.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 2021. Geologia. Disponível em: [https://geofpt.ibge.gov.br/informacoes\\_ambientais/geologia/levantamento\\_geologico/vetores/escala\\_250\\_mil/versao\\_2021/](https://geofpt.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geologia/levantamento_geologico/vetores/escala_250_mil/versao_2021/) Acesso em: 23 de março de 2023.
- LIU, C. et al. Gully erosion susceptibility assessment based on machine learning-A case study of watersheds in Tuquan County in the black soil region of Northeast China. **Catena**, v. 222, n. November 2022, p. 106798, 2023.
- NASA, ASF Data Search Vertex. DEM. 2019. Disponível em: <https://search.asf.alaska.edu/#/>. Acesso em: 27 de setembro de 2022.
- ROSSI, M. **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado**. 118p. 2017.
- SAATY, T. L. *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-hil, New York. 1980.
- SANTOS, F. M. et al. Using the SWAT model to identify erosion prone areas and to estimate soil loss and sediment transport in Mogi Guaçu River basin in Sao Paulo State, Brazil. **Catena**, v. 222, n. December 2022, 2023.
- WEN, Y. et al. A case-study on history and rates of gully erosion in Northeast China. **Land Degradation and Development**, v. 32, n. 15, p. 4254–4266, 2021.