ANÁLISE DA VULNERABILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE AMETISTA DO SUL, RS - BRASIL, POR MEIO DA GERAÇÃO DE MAPAS COM SOFTWARE DE SIG.

RECKZIEGEL. Bernardo[1]; FENSTERSEIFER, Sandro Luciano Barreto[2]; DAMIANI. Dieiviton Bueno[3].

[1] Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Departamento de Engenharia e Tecnologia Ambiental, R. Sete de Setembro, s/n - Frederico Westphalen, RS, Brasil - bernardo.reckziegel@acad.ufsm.br; [2] Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Departamento de Engenharia Florestal, R. Sete de Setembro, s/n - Frederico Westphalen, RS, Brasil – sandro.fensterseifer@ufsm.com.br; [3] Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Departamento de Engenharia e Tecnologia Ambiental, R. Sete de Setembro, s/n - Frederico Westphalen, RS, Brasil - dieiviton.damiani@acad.ufsm.br.

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar a vulnerabilidade ambiental do município de Ametista do Sul, localizado no noroeste do Rio Grande do Sul, por meio da integração de variáveis ambientais em ambiente SIG utilizando o software ArcGIS 10.8. Foram elaborados mapas temáticos de altimetria, declividade, uso e ocupação do solo, solos e geologia, aplicando-se o método de ponderação de variáveis para gerar o mapa final de vulnerabilidade. As classes de vulnerabilidade foram definidas em baixa, média e alta, com pesos atribuídos de acordo com a influência de cada variável sobre o processo de degradação ambiental. A metodologia mostrou-se eficaz para representar espacialmente a susceptibilidade ambiental e auxiliar na tomada de decisão para manejo, conservação e planejamento territorial. Os resultados indicaram que as áreas de maior vulnerabilidade estão associadas às maiores declividades e aos usos intensivos do solo, principalmente relacionados à mineração, urbanização e agropecuária.

Palavras-Chave: Ponderação de variáveis; Geoprocessamento; ArcGIS.

INTRODUÇÃO

A análise da vulnerabilidade ambiental possibilita identificar áreas suscetíveis à degradação e orientar ações de conservação e gestão territorial. Segundo Ross (1994), a vulnerabilidade expressa a fragilidade dos ambientes frente à ação antrópica, considerando aspectos como relevo, solo, geologia, cobertura vegetal e uso do solo. Dessa forma, a análise da vulnerabilidade busca identificar as áreas que possuem maior propensão à degradação, auxiliando na elaboração de estratégias de manejo sustentável e ordenamento do território.

Em municípios cuja economia é fortemente influenciada por atividades minerárias e agropecuárias, a pressão sobre o meio físico tende a intensificar processos erosivos, alterações no uso do solo e perda de qualidade ambiental. Ametista do Sul tem destaque regional pela extração mineral de ametistas e pela agropecuária, atividades que modificam a paisagem e a dinâmica ambiental local.

A integração de variáveis ambientais com técnicas de geoprocessamento é um método eficiente para diagnosticar a vulnerabilidade de territórios, permitindo avaliar espacialmente relevo, solo, cobertura da terra e intervenções antrópicas.

Dessa forma, este estudo teve como objetivo analisar a vulnerabilidade ambiental do município de Ametista do Sul por meio da elaboração de mapas temáticos e aplicação do método de ponderação de variáveis no software ArcGIS.

MATERIAL E MÉTODOS

O processamento e manipulação dos dados do estudo foram desenvolvidos em um notebook Lenovo Ideapad com processador Intel Core e memória RAM de 4GB com mouse;

O estudo foi desenvolvido com base em técnicas de geoprocessamento e análise espacial utilizando o software ArcGIS 10.8, com sistema de coordenadas GCS SIRGAS 2000 em unidades de grau, com as imagens Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) e arquivos georreferenciados de solos e hidrogeologia da Embrapa 2014, previamente inseridos no software.

O presente estudo foi desenvolvido para o município de Ametista do Sul, localizado na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil, entre as coordenadas aproximadas 27° 21’ 0” S e 53° 11’ 0” W. O município escolhido apresenta área de 93,605 km², população de 7.650 pessoas (IBGE, 2022), relevo ondulado, inserido no Planalto das Missões, com altitude média em torno de 480 metros, clima subtropical úmido e predominância de solos derivados de rochas basálticas. A economia local é fortemente influenciada pela mineração de ametista e pela agropecuária, fatores que influenciam diretamente o uso e ocupação do solo e a vulnerabilidade ambiental do território.

O objetivo consistiu em elaborar o mapa de vulnerabilidade ambiental do município a partir da integração de diferentes variáveis ambientais em ambiente SIG, com aplicação do método de ponderação de variáveis. Foram utilizadas as seguintes camadas como peso: altimetria, declividade, uso e ocupação do solo, solos e geologia.

No Software ArcGis, inicialmente o trabalho iria contar com toda a área do município, porém, na captação e no download das imagens (SRTM) para o “BaseMap” na escala 1:15000 foram surgindo marcas d’água que não foi possível fazer a correção. Sendo assim, foi recortado um polígono que não englobasse as marcas e ficasse dentro dos limites do município de Ametista do Sul (Fig. 1).

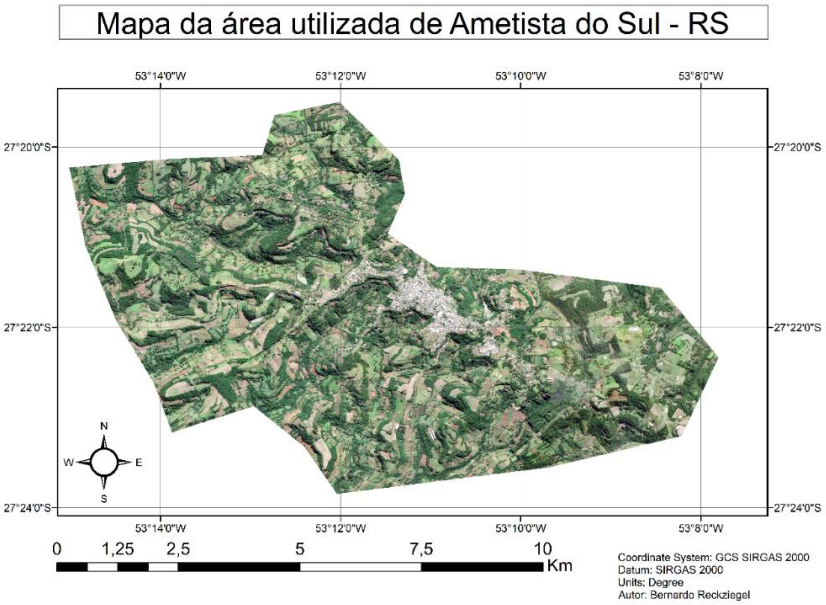


Figura 1: Mapa do limite da área que foi realizado o trabalho de Ametista do Sul – RS. **Fonte:** Do autor.

O mapa de altimetria foi derivado da base de mapas do levantamento da Agência Espacial Norte Americana (NASA) com dados coletados dentro do limite recortado, utilizando a rotina de analise espacial e a classificação das variáveis de acordo com critérios de vulnerabilidade como, áreas com menores altitudes receberam valores maiores, após realizou-se a rotina de cálculo da declividade.

O mapa de solo e geologia foram extraídos dos seus arquivos shape pela ferramenta de recorte vetorial e seu peso atribuído respectivamente com o valor pré-estabelecido, após isso realizou-se conversão de polígonos para raster.

A classificação não supervisionada dos mapas foi feita com o algoritmo IsoCluster, através da classificação não supervisionada e supervisionada coletando as distintas amostras. A reclassificação foi feita estabelecendo-se classes de vulnerabilidade ambiental para cada plano de informação, com o uso da rotina de Análise Espacial e a sub-rotina de Reclassificação.

A etapa seguinte realizou-se a Álgebra de mapas através da análise de ponderação, com a aplicação das ponderações de variáveis, os pesos atribuídos foram uso e ocupação (35%), altimetria (25%), declividade (25%), solos (10%) e geologia (5%), resultando no Mapa de Vulnerabilidade Ambiental do município de Ametista do Sul.

Fórmula usada na operação “Raster Calculator”, totalizando os pesos (100%), onde temos:

Uso e Ocupação * 0.35 + Altimetria * 0.25 + Declividade * 0.25 + Solos * 0.10 + Geologia * 0.05

As classes de vulnerabilidade foram divididas com base nos valores de pixel resultantes da

álgebra de mapas. A interpretação e validação dos resultados consideraram a correspondência com o uso do solo atual e características físicas do relevo e da geologia local.

O produto final foi exportado em formato de compressão Tiff, com 700 dpi e escala de 1:63000, representado em layout cartográfico, contendo legenda, escala, coordenadas e fonte de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o desenvolvimento da metodologia temos como resultado 5 mapas, que juntos tiveram peso para compor o de vulnerabilidade ambiental. O primeiro é o mapa de solos de Ametista do Sul – RS (Fig. 2) que ficou classificado com apenas uma classe de solos sendo eles os, Cambissolos Haplicos Ta Eutroficos + Neossolos Litolicos Eutroficos + Nitossolos Vermelhos Eutroficos. As características desses solos, como a erodibilidade e a permeabilidade, são fatores fundamentais na determinação dos diferentes usos do solo e a resposta do ambiente.

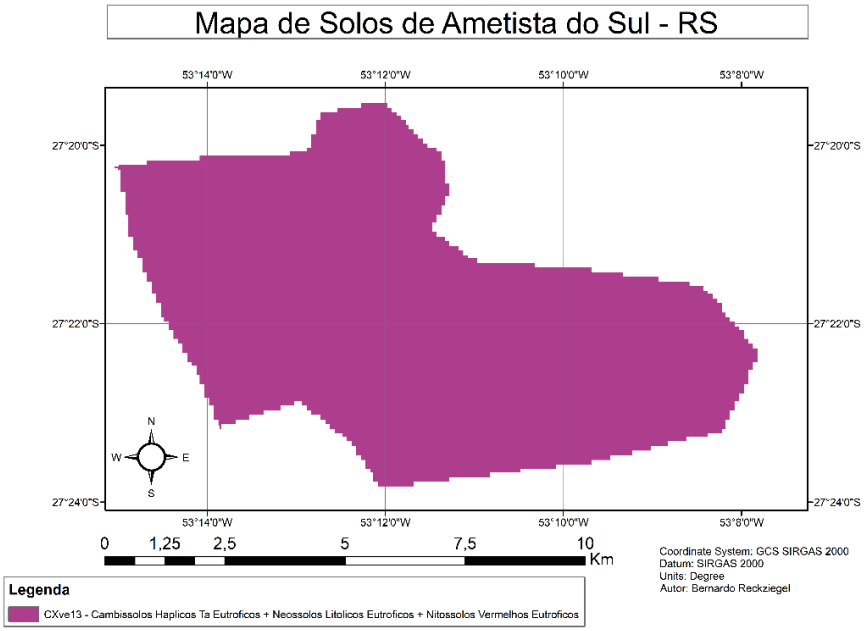


Figura 2: Mapa dos tipos de solos no município de Ametista do Sul – RS. **Fonte:** Do autor.

O mapa de geologia também ficou classificado com apenas uma classe de formação geológica, sendo ela, Formação Serra Geral (Fig. 3).

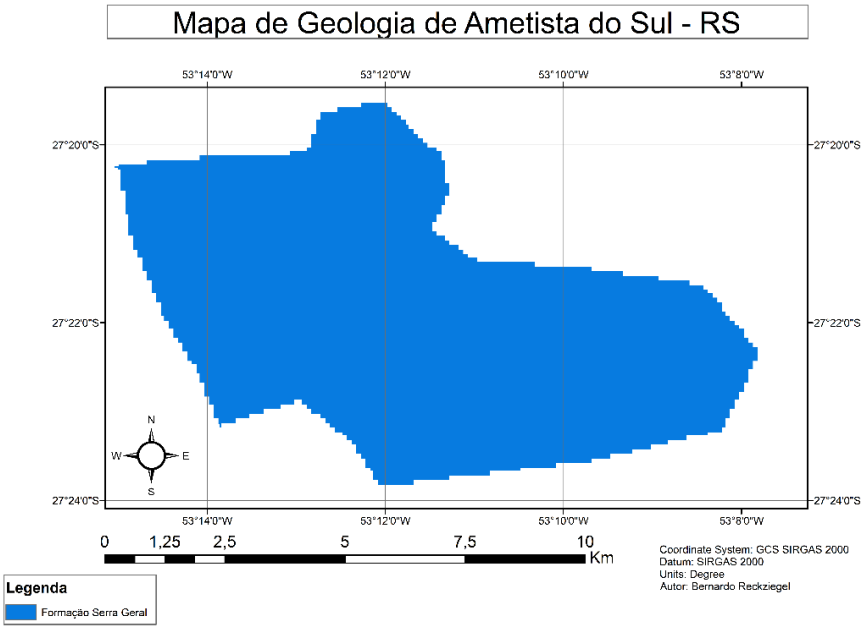


Figura 3: Mapa da geologia no município de Ametista do Sul – RS. **Fonte:** Do autor.

O mapa da altimetria foi classificado em 5 classes (Fig. 4), apresentando bem a diferença dos aspectos do local, dividindo o mapa em valores mais baixos a mais altos de altitude (226 a 588 metros), podendo levar em consideração que as áreas de maior probabilidade de erosão e degradação são as com maior desigualdade de altitude.

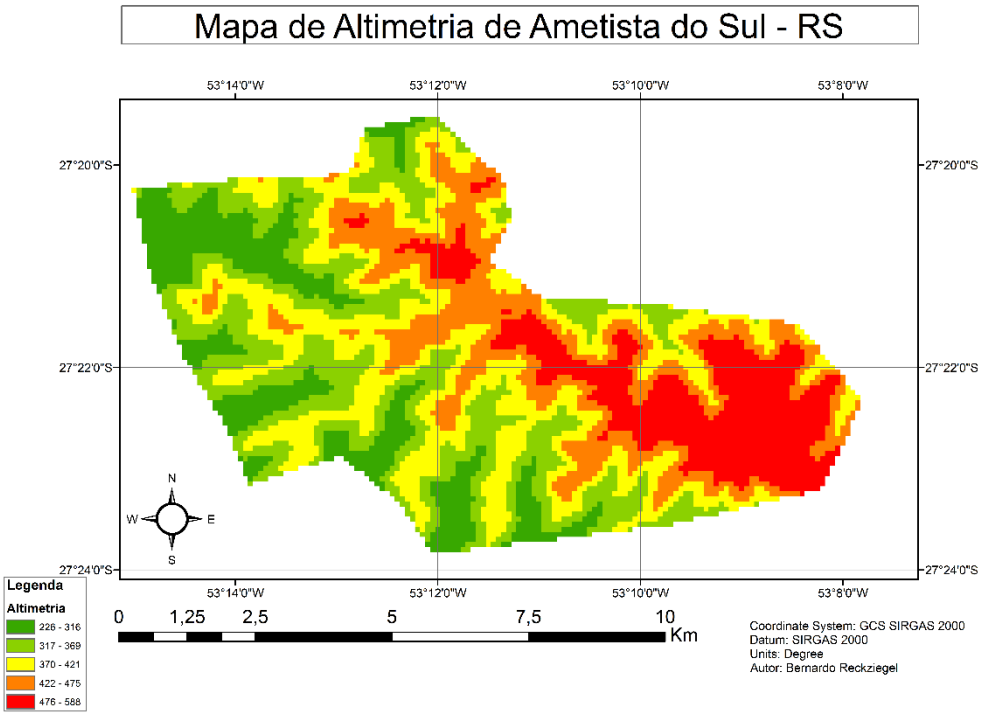


Figura 4: Mapa de altimetria no município de Ametista do Sul – RS. **Fonte:** Do autor.

O mapa de declividade (Fig. 5) passou por uma classificação maior, tendo 9 classes para melhor diferenciar as áreas de declividade, observa-se que as áreas de maior declividade (faixas entre 4,1 e 9), geralmente são as que representam maior suscetibilidade a processos erosivos.

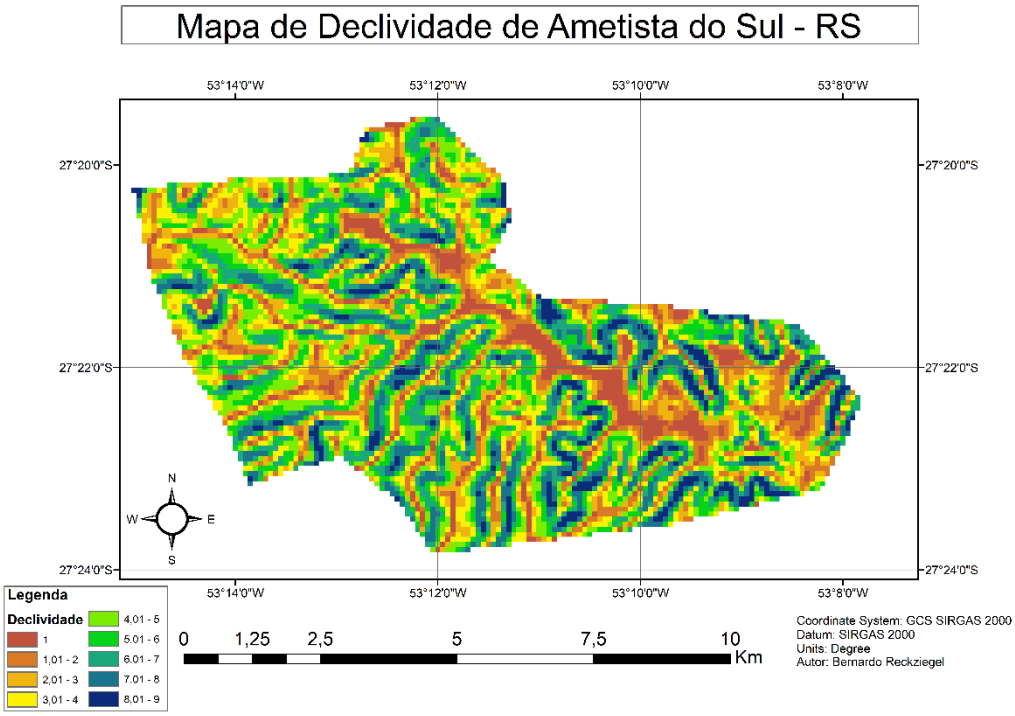


Figura 5: Mapa de declividade no município de Ametista do Sul – RS. **Fonte:** Do autor.

O mapa de uso e ocupação do solo (Fig. 6) foi classificado em 7 classes que dividem o mapa conforme o uso do seu solo, ele é uma das variáveis que mais influenciam o grau de vulnerabilidade ambiental, por representar diretamente o nível de intervenção humana sobre o meio.

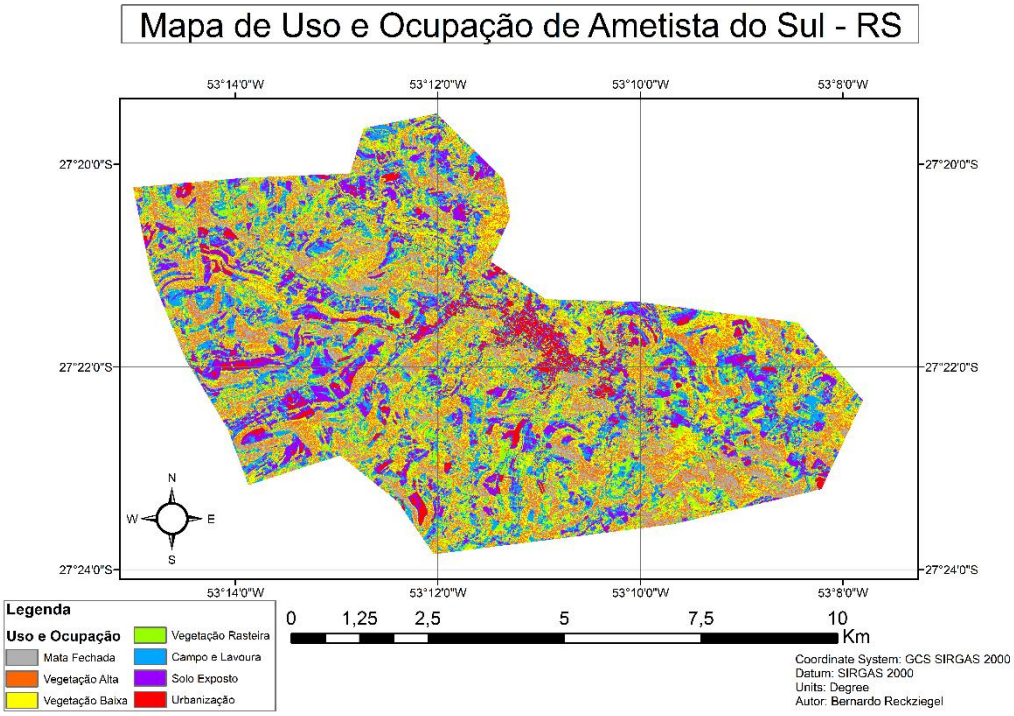


Figura 6: Mapa de uso e ocupação no município de Ametista do Sul – RS. **Fonte:** Do autor.

O mapa de vulnerabilidade ambiental de Ametista do Sul é o produto final da integração dos mapas temáticos anteriores, classificado em 5 classes de vulnerabilidade, tem valores de 0,95 a 5,79 e pode variar através dos pesos e critérios adotados (Fig. 7).

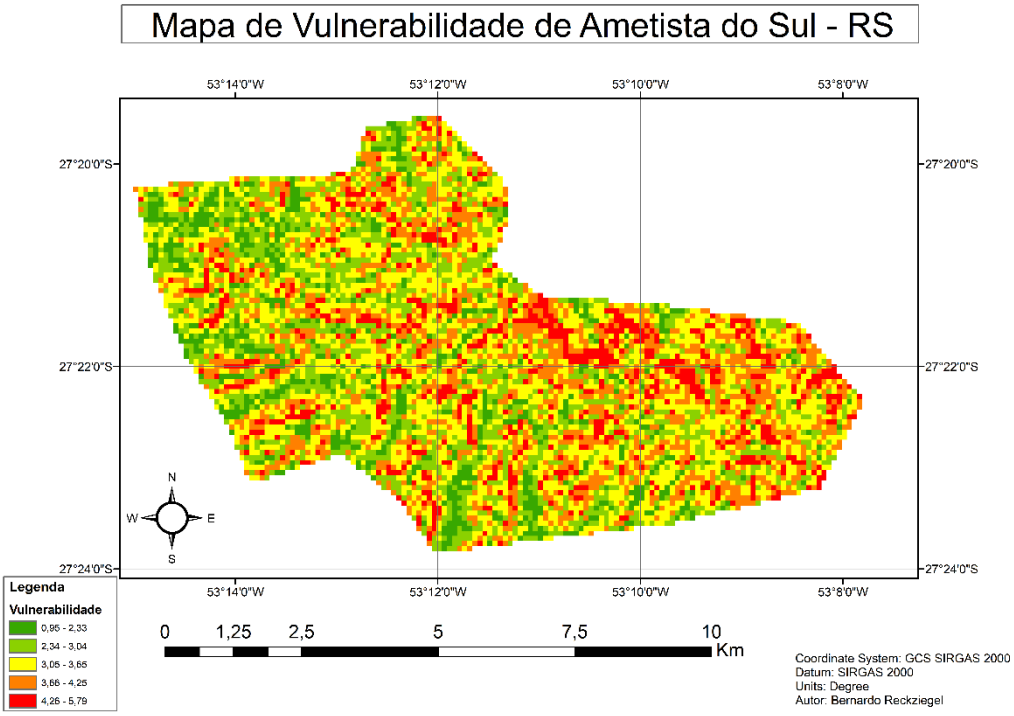


Figura 7: Mapa de vulnerabilidade ambiental no município de Ametista do Sul – RS. **Fonte:** Do autor.

Ao discutir sobre o assunto, estudos realizados por Crepani et al. (2001) propuseram um modelo de vulnerabilidade ambiental baseado na integração de variáveis geomorfológicas, pedológicas,

geológicas e de cobertura vegetal, utilizando técnicas de geoprocessamento para avaliar a suscetibilidade à degradação.

A topografia e a declividade exercem influência significativa na vulnerabilidade ambiental, pois determinam o escoamento superficial e a erosão do solo. Terrenos mais íngremes tendem a apresentar maior suscetibilidade à perda de solo e à instabilidade geotécnica (ROSS, 1994 e FLORENZANO, 2011). Por outro lado, variáveis como geologia e tipo de solo condicionam a capacidade de infiltração e estabilidade do terreno. O uso e ocupação do solo, por sua vez, refletem a intensidade da intervenção humana, sendo frequentemente o fator de maior peso nas análises de vulnerabilidade (CREPANI et al., 2001).

CONCLUSÕES

O estudo alcançou o objetivo proposto de analisar a vulnerabilidade ambiental do município de Ametista do Sul, integrando variáveis físicas e de uso do solo em ambiente de geoprocessamento. Os resultados demonstraram que as áreas mais vulneráveis estão associadas à maior declividade e à intensificação das atividades antrópicas, principalmente mineração e agropecuária. A aplicação do método de ponderação de variáveis mostrou-se adequada para representar espacialmente a suscetibilidade ambiental e auxiliar na identificação das zonas críticas.

Conclui-se que o geoprocessamento constitui uma ferramenta eficiente para o diagnóstico ambiental e o apoio ao planejamento territorial, permitindo integrar informações de diferentes naturezas e escalas. O mapa de vulnerabilidade gerado pode subsidiar políticas públicas voltadas à conservação do solo, ao controle da erosão e ao uso sustentável dos recursos naturais. Recomenda-se a continuidade de estudos mais detalhados, incorporando variáveis climáticas e hidrológicas, bem como o monitoramento temporal da vulnerabilidade, de modo a avaliar as tendências de degradação e os efeitos das políticas ambientais implementadas.

REFERÊNCIAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos e Hidrogeologia, 2014. Disponível em: https://www.embrapa.br/

CREPANI, E. et al. Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial. São José dos Campos: INPE, 2001. Disponível em: http://www.dsr.inpe.br/laf/sap/artigos/CrepaneEtAl.pdf

FLORENZANO, T. G. Iniciação em sensoriamento remoto. 3. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Ametista do Sul, RS, Cidades e Estados. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/rs/ametista-do-sul.html. Acesso em: 4 nov. 2025.

ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais antropizados. Revista Do Departamento De Geografia, v. 8, 63-74, 1994.