



<http://pev-proex.uergs.edu.br/index.php/xsiepex/index>

ISSN do Livro de Resumos: 2448-0010

## ANÁLISE MULTICRITÉRIO COM O USO DE TÉCNICAS DE GEOPROCESSAMENTO PARA AVALIAÇÃO DA SUSCETIBILIDADE EROSIVA DE SOLOS

*William Wichrowski SIPERT<sup>1,2</sup>, Ramiro Pereira BISOGNIN<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de pós-graduação em Gestão e Sustentabilidade Ambiental, Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Unidade Três Passos (UERGS);

<sup>2</sup> Acadêmico do Curso de Licenciatura em Geografia, Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA); <sup>3</sup> Professor Orientador, Unidade Três Passos (UERGS).

william-sipert@uergs.edu.br; ramiro-bisognin@uergs.edu.br

### Resumo

É crescente a preocupação com o meio ambiente e com os fatores degradantes dos recursos naturais. Cada vez mais surgem técnicas, métodos e procedimentos de análise de dados que nos permitem obter prognósticos ambientais capazes de nortear políticas de preservação ambiental. Desta forma o presente trabalho objetivou verificar a aplicação da análise multicritério a partir de técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG avaliando a suscetibilidade erosiva por meio da associação de variáveis como declividade, litologia, vegetação, pedologia, clima, uso e ocupação da terra e proximidade de vias. Como resultado observou-se que o método da análise multicritério aplicado às técnicas de geoprocessamento em ambiente SIG se mostrou eficiente para mensuração da suscetibilidade erosiva para área de estudos, podendo ser utilizado como ferramenta para estudos ambientais e geração de dados para tomada de decisões por agentes públicos e privados.

### INTRODUÇÃO

Vários recursos são explorados pelo homem e o solo merece destaque, pois possui papel fundamental de suporte à vida e ao desenvolvimento. É sobre ele que são realizadas as edificações, plantações, extrações e a maioria dos transportes dos recursos necessários à sobrevivência (OLIVEIRA et al., 2003; FREITAS et al. 2017). No entanto, a falta de conhecimento sobre as propriedades do solo, a ausência de planejamento quanto ao seu uso e ocupação e o emprego de técnicas de manejo inadequadas têm provocado muitos danos, que por vezes são de difícil e/ou oneroso reparo (PEDRON et al., 2004).

Diversos são os agentes e as atividades degradantes do solo, entre estes os processos erosivos apresentam importância considerável, visto que geram danos ambientais e sociais de grande monta (FRANCISCO, 2017). Informações trazidas pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação - FAO (2016) retratam que 30% dos solos do mundo estão degradados, sendo que os processos erosivos eliminam de 25 a 40 bilhões de toneladas de solo anualmente. No cenário brasileiro, estimativas apontam que 848 milhões de toneladas de solo são perdidas devido à erosão, todos os anos (MERTEN; MINELLA, 2013). A erosão ocorre naturalmente no ambiente, sendo uma ação conjugada de diferentes fatores que moldam o relevo e transformam a paisagem (CARVALHO et al., 2005; SIMONETTI et al., 2018). Consiste em processos, através dos quais, os materiais rochosos e terrosos são desagregados, desgastados, dissolvidos e transportados pela ação da água, do vento ou do gelo (GUERRA; JORGE, 2014). Contudo, a ação

antrópica, através do manejo inadequado do solo, tem acelerado os processos erosivos (MENDES, 2014). A compreensão dos fenômenos erosivos, seus impactos ambientais e a previsão de sua evolução são imprescindíveis à definição de planos de ações, por meio dos quais se estabeleçam prioridades para áreas de remediação, uso e ocupação (FERREIRA, 2004; GUERRA; JORGE 2014). Assim, a análise ambiental, que possui princípios investigativos, precisa se valer de ferramentas que auxiliem no levantamento de informações e na organização de dados, de modo permitir a realização de prognósticos críticos acerca do objeto de estudo. Dentre as ferramentas disponíveis, os Sistemas de Informação Geográfica (SIG) permitem, através de técnicas de Geoprocessamento, mesclar e analisar dados espaciais (RIBEIRO; CAMPOS, 2007).

Posto isto, o presente trabalho teve por objetivo verificar a possibilidade da aplicação da análise multicritério em ambiente SIG para avaliação da suscetibilidade erosiva em município do estado do Rio Grande do Sul.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

Os procedimentos adotados para o desenvolvimento desta pesquisa consistiram, inicialmente, em uma revisão de literatura acerca dos processos erosivos, metodologias e possibilidades de técnicas para mapeamento de suscetibilidade erosiva com auxílio de SIG. Após análise bibliográfica verificou-se que seria pertinente utilizar os fatores enumerados por Crepani et al. (2001), que levam em consideração as variáveis Declividade, Litologia, Vegetação, Pedologia e Clima. Visando otimizar o estudo em relação ao ambiente antropizado, foram inseridas as variáveis de uso e ocupação da terra e proximidade de vias, seguindo as orientações do estudo desenvolvido por Silva e Machado (2014). Para mensuração das variáveis e classificação enquanto escala de vulnerabilidade se adotou a sugerida e esquematizada por Ross (1994). Como recorte geográfico de estudo se adotou um município no Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

Após a coleta e sistematização das bases, foram elaborados mapas individuais de cada uma das seguintes variáveis utilizadas, intensidade pluviométrica, pedologia, litologia, declividade, vigor de vegetação (NDVI), uso e ocupação da terra e principais vias, utilizando o Software QGis v. 3.10.9..

Para cada variável, foram atribuídos pesos de 0 a 1, através do método da Análise Hierárquica Ponderada (AHP), permitindo assim a investigação combinada entre os distintos fatores, a diferenciação do grau de importância e a correlação com o produto final. Os pesos atribuídos foram respectivamente de 0,05 para intensidade pluviométrica, 0,20 para pedologia, 0,05 para litologia, 0,025 para declividade, 0,15 para vigor de vegetação (NDVI), 0,25 para uso e ocupação da terra e 0,05 para principais vias. O método da AHP possui fundamentação através no método Newtoniano e cartesiano de pensamento, que trata a complexidade do sistema através da decomposição e divisão do problema em fatores claros, cabíveis de dimensionamento, que estabeleçam relações entre si, sendo sintetizados ao final do processo. O método baseia-se em três etapas, sendo elas, construção de hierarquia, definição das prioridades e o teste de consistência lógica (MARINS et al., 2009). Para as classes pré-estabelecidas na legenda foram atribuídos valores de 1 a 5, sendo que quanto maior a nota maior o risco de fragilidade ambiental (1 – muito baixo, 2 – baixo, 3 – médio, 4 – alto e 5 muito alto) conforme literatura (CREPANI et al., 2001; ROSS, 1994; LIMA; SOUZA, 2008; SILVA; MACHADO, 2014). Atribuídos os pesos para as variáveis e as notas para os componentes das legendas, os mapas foram reclassificados com uma resolução espacial de 10 metros. A partir do método da álgebra de mapas foi gerado o mapa de suscetibilidade erosiva para a área em estudo.

## **RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Com este estudo verificou-se que a análise multicritério com o uso de técnicas de geoprocessamento se caracteriza como uma metodologia eficiente para mensuração da vulnerabilidade erosiva, tendo em vista que possibilitou observar como diversas variáveis se comportaram isoladamente e de forma combinada a partir da álgebra de mapas. Alguns destaques são apresentados a seguir.

As informações de intensidade de precipitação possuem grande relevância para compreensão da morfodinâmica das paisagens, podendo-se observar que quanto maior a intensidade do evento de precipitação, maior seu potencial erosivo, devido a maior disponibilidade de água que eleva o escoamento superficial, e está diretamente relacionado com a declividade do terreno.

Em relação a declividade do terreno, constatou-se que em relevos planos e pouco acidentados, caracterizados a partir de uma topografia plana variando de suave ondulada a ondulada, a suscetibilidade erosiva foi menor do que quando comparada a gerada em áreas com declividades mais acentuadas, em que o relevo se apresenta com formas mais acidentadas, variando de fortemente ondulado a escarpado. Isso ocorre devido à influência da declividade no escoamento superficial da água, sendo que quanto mais plana for a área, maior será a capacidade da água infiltrar no solo, diminuindo assim o escoamento superficial e a taxa erosiva. Já em áreas com elevadas declividades o escoamento superficial é favorecido e a taxa de infiltração é menor, beneficiando a ocorrência de processos erosivos.

Por sua vez, através da análise dos índices de vigor da vegetação e dos tipos de uso e ocupação da terra, constatou-se que locais com ausência de vegetação ou vegetação com baixo vigor, como áreas urbanas, lavouras em preparação e solo exposto, estão mais suscetíveis à erosão quando comparadas a porções territoriais cobertas por vegetação vigorosa e densa, como áreas de mata nativa. Esse fato pode ser explicado a partir da influência que a cobertura foliar tem em aumentar a rugosidade superficial e diminuir o impacto das gotas de chuva sobre a superfície do terreno, reduzindo a velocidade de escoamento, enquanto que o sistema radicular aumenta a estabilidade dos agregados do solo e auxilia na percolação da água.

No que diz respeito ao tipo de solo e suas características, evidenciou-se que o maior risco de erosão esteve associado a solos pouco desenvolvidos, rasos, com pedogênese pouco avançada e com condições de drenagem variando de não drenados a imperfeitamente drenados, fatores que dificultam a infiltração da água e favorecem o escoamento superficial. Já nas regiões com solos profundos, com elevada pedogênese e bem drenados a suscetibilidade erosiva foi menor, por apresentarem propriedades que reduzem o escoamento superficial e favorecem a infiltração.

A litologia e a proximidade das vias foram os fatores que menos influenciaram nos resultados do presente estudo. Sendo as feições litológicas da área de estudos formadas por rochas ígneas com elevada coesão, que possuem característica de maior estabilidade e menor risco à perda de solos. Já no que tange a proximidade das vias, por ocuparem uma parcela ínfima do território exerceram apenas influência pontual, estando associadas a fatores como a declividade e orientação da pista, tipo de pavimentação, largura, faixa de domínio, presença ou não de drenagem, podendo desencadear a ocorrência de sulcos e processos erosivos na área em seu entorno devido à relação que tais fatores possuem com o fluxo da água em suas proximidades. Os resultados do presente estudo podem ser comparados a outras pesquisas realizadas por diferentes autores, como Silva e Machado (2014) e Rovani e Vieira (2016). Silva e Machado (2014) desenvolveram estudos de análise da suscetibilidade erosiva da bacia hidrográfica do córrego Mutuca, em Nova Lima/MG. Os autores constataram que o geoprocessamento é uma técnica promissora na avaliação de riscos ambientais, pois permite analisar e mensurar, quantitativa e qualitativamente, diferentes fatores que influenciam na qualidade ambiental. O estudo dirigido em Nova Lima concluiu que os fatores solos, vegetação, uso e ocupação e declividade influenciaram mais na vulnerabilidade da área, quando comparados com os fatores clima, litologia e vias, corroborando com os resultados aqui apresentados. A proposta metodológica adotada também foi auxiliada por SIG e assemelha-se a da presente pesquisa. Rovani e Vieira (2016) avaliaram a vulnerabilidade natural a perda do solo para o município de Silveira Martins/RS, para isso os autores elaboraram um banco geográfico de dados em ambiente SIG, analisando os fatores geomorfologia, declividade, geologia e solos através da álgebra de mapas. Os autores concluíram que áreas com declividade superior a 45% e com formação geológica e geomorfológica menos estáveis, estavam mais propensas a processos erosivos, tal informação vai de encontro aos resultados deste trabalho onde se percebeu que valores mais altos de vulnerabilidade estão associados a áreas com declividade superior a 20%, associadas a um relevo fortemente ondulado com predomínio de Cambissolo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante do exposto, ferramentas e metodologias que permitam o diagnóstico possuem grande importância para provisão de fragilidades, tendo em vista que a análise multicritério com o uso de técnicas de geoprocessamento se mostrou eficiente, pois permitiu mensurar quantitativa e qualitativamente diversas variáveis que interagiram entre si. Por fim, a metodologia se mostrou hábil para geração de dados que poderão servir de aporte à elaboração de políticas públicas e ambientais, colaborando para processos de tomada de decisões que visem o planejamento territorial e o uso sustentável dos recursos naturais, além de nortear possíveis ações e programas de remediação de áreas degradadas.

## REFERENCIAS

- CARVALHO, J. C.; SALES, M. M.; SOUZA, N. M.; MELO, M. T. S. (orgs) **Processos erosivos no Centro-Oeste brasileiro**. Brasília: FINATEC, 2005
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ, P.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. São José dos Campos: INPE, 2001.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO), WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Status of the World's Soil Resources**. Rome: FAO; 2016. Disponível em <http://www.fao.org/documents/card/en/c/c6814873-efc3-41db-b7d3-2081a10ede50/>. Acesso em 11 mar. 2021.
- FERREIRA, M. D. **Análise da evolução dos processos erosivos acelerados em áreas urbanas e das técnicas de controle e recuperação** - Córrego Tucum, São Pedro/SP. 2004. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.
- FRANCISCO, A. B. **A erosão periurbana em Rancharia-SP: a análise espaço-temporal e as propostas de recuperação da boçoroca do córrego do Grito**. 2017, 202 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista Júlio Mesquita Filho. Programa de Pós-graduação em Geografia. Presidente Prudente, 2017.
- FREITAS, L.; OLIVEIRA, I. A.; SILVA, L. S.; FRARE, J. C. V.; FILLA, V. A.; GOMES, R. P. Indicadores de Qualidade Física e Química do Solo sob Diferentes Sistemas de Manejo. **Unimar Ciências**, Marília, v. 26, n. 1-2, p. 08-25, 2017.
- GUERRA, A. J. T.; JORGE, M. C. O. **Processos Erosivos e Recuperação de Áreas Degradadas**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- LIMA, S.T.; SOUZA, J. B. O Geoprocessamento aplicado na identificação de áreas com suscetibilidade a movimento de massas no Parque das Mangabeiras em Belo Horizonte – MG. **Revista e-Scientia UniBH**, v.1, n.1, 2008. Disponível em: <https://revistas.unibh.br/dcbas/article/view/118>. Acesso em: 21 dez. 2020.
- MARINS, C.; SOUZA, D.O.; BARROS, M. S. O Uso do Método de Análise Hierárquica (AHP) na Tomada de Decisões Gerenciais – Um Estudo de Caso. In: XLI SBPO 2009 - Pesquisa Operacional na Gestão do Conhecimento. Porto Seguro, 2009. **Anais [...]** Porto Seguro, UNIFACS, 2009. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/redu/article/view/652/0> Acesso em: 21 maio 2021.
- MENDES, P.P.M. Processos erosivos em área urbana: Condomínio Privê, satélite Ceilândia-DF. In: VII Congresso Brasileiro de Geógrafos (CBG). Vitória, 2014. **Anais [...]**. Vitória: AGB, 2014. Disponível em: [http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404586983\\_ARQUIVO\\_Pedro\\_Paulo\\_Mesquita\\_Mendes\\_CBG.pdf](http://www.cbg2014.agb.org.br/resources/anais/1/1404586983_ARQUIVO_Pedro_Paulo_Mesquita_Mendes_CBG.pdf). Acesso em: 20 dez. 2020.
- MERTEN, G. H.; MINELLA, J. P. G. The expansion of Brazilian agriculture: soil erosion scenarios. **International Soil and Water Conservation Research**, v. 01, n. 03, p. 37-48, dec. 2013.
- OLIVEIRA, F.F.; SANTOS, R.E.S.; ARAUJO, R.C. Processos erosivos: dinâmica, agentes causadores e fatores condicionantes. **Revista Brasileira de Iniciação Científica. Itapetinga**, v.5, n. 3, p. 60-83, abr./jun., 2003.
- PEDRON, F. A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C.; KAMINSKI, J. Solos Urbanos. **Ciência Rural**. Santa Maria, v.34, n.5, p. 1647-1653, set./out., 2004.
- RIBEIRO, F. L.; CAMPOS, S. Vulnerabilidade à erosão do solo da Região do Alto Rio Pardo, Pardinho, SP. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 6, p. 628-636, 2007.
- ROSS, J. L. S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. **Revista do Departamento de Geografia**, v.8, p. 63-74, 1994.
- ROVANI, F. F. M.; VIEIRA, M. Vulnerabilidade de solos de Silveira Martins-RS. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.23, n.2, p. 151-160, abr./jun. 2016.
- SILVA, V. C. B.; MACHADO, P. S. SIG na análise ambiental: suscetibilidade erosiva da bacia hidrográfica do córrego Mutuca, Nova Lima – Minas Gerais. **Revista de Geografia**, Recife, v. 31, n. 2, p. 66-87, 2014.
- SIMONETTI, V. C.; SILVA, D. C. C.; OLIVEIRA, R. A.; SABONARO, D. Z.; ROSA, A. H. Análise da Suscetibilidade do Solo a Processos Erosivos do Parque Natural Municipal Corredores de Biodiversidade (PNMCBIO) de Sorocaba (SP). **Ra' e Ga: o espaço geográfico em análise**. Curitiba, v.44, p. 169 -180 , maio/2018.