

## ATUALIZAÇÃO E APRIMORAMENTO DO MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO RIO PIRACICABA/MG PARA O ANO DE 2021 E 2022 - EMPREGANDO O USO E OCUPAÇÃO DO SOLO E DO MODELO HAND A PARTIR DO ALOS-PALSAR

Gustavo O. Dias<sup>1</sup> (IC), Eliane M. Vieira(PQ)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Itajubá, <sup>2</sup>Universidade Federal de Itajubá

**Palavras-chave:** Bacias hidrográficas. Geoprocessamento. Vulnerabilidade.

### Introdução

O termo bacia hidrográfica é definido como a área de captação natural da água de precipitação da chuva, que converge para os escoamentos do curso d'água para rios e afluentes (FINKLER, 2018). Tais áreas são modeladas devido a geomorfologia do relevo, clima, redes de drenagem local.

Segundo Aquino (2017), o termo vulnerabilidade tem despertado o interesse em diversas áreas do conhecimento. Para a área ambiental, tem relação com “o grau em que um sistema natural é suscetível ou incapaz de lidar com os efeitos das interações externas”. Podendo estes terem origem de características ambientais naturais (solo, clima, altitude) ou de pressão causada por atividade antrópica (usos indevidos do solo por exemplo).

Ademais, a vulnerabilidade tem conexão direta com o aumento do risco frente a fenômenos naturais ou provocados ou agravados pelo ser humano, por ações que aumentam a instabilidade de ambientes que já apresentam certa fragilidade.

Neste contexto, a aplicação de técnicas de geoprocessamento apresenta importância no acompanhamento das bacias hidrográficas, uma vez que permitem a obtenção informações de grandes áreas através de registros feitos por sensores que captam e armazenam imagens orbitais (IBGE, 2020). Tais imagens, após tratamentos e manipulações, ajudam a desenvolver análises, monitorar e identificar impactos sobre as bacias hidrográficas, como as inundações.

Segundo Filgueira (2021), a ocorrência dos desastres relacionados à inundação já são um processo histórico social, deixando assim o ser humano mais vulnerável às ameaças, podendo ser ou não naturais, na medida. Assim, a implementação de modelos se faz necessário, pois cada vez mais são registrados a frequência de eventos de inundação.

Outrossim, o modelo Height Above Nearest Drainage (HAND) é uma ferramenta utilizada para

prever e analisar riscos ambientais, tais como a localização e a extensão espacial de uma potencial inundação. Para gerar os índices de inundação o HAND analisa a altura acima do modelo de terreno de drenagem mais próximo para desenvolver uma abordagem estática simples para mapear a extensão potencial da inundação e perigos hidrológicos (Nobre et al. 2015).

Também é destacado no Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos - UPRH-D02 para a bacia do Rio Piracicaba (CBH, 2010) que as áreas antropizadas estão concentradas nas classes de maior suscetibilidade à erosão, destacando assim a importância em estudos visando à vulnerabilidade e fragilidade ambiental da bacia.

Segundo Sutil, Gonçalves e Vieira (2020), a bacia do rio Piracicaba apresenta um “longo histórico de degradação e, o cenário de fragmentação florestal e de perda da biodiversidade”. Fator que se agrava próximo às cidades devido ao desmatamento. Grande parte do desmatamento acontece em matas ciliares e na remoção da mata nativa na bacia, trazendo diversas consequências.

O presente projeto tem por objetivo obter o mapa de fragilidade ambiental da bacia do rio Piracicaba, utilizando técnicas de geoprocessamento elaboradas a partir das atualizações do Uso e Ocupação do ano 2021 e confecção do modelo HAND, ambos elaborados no desenvolvimento desta pesquisa.

### Metodologia

O presente trabalho desenvolveu operações entre camadas vetoriais e rasters utilizando o software QGIS em sua versão 3.20 Odense, para o processamento de imagens e de dados, utilizando como coordenadas o Sistema de projeção UTM, SIRGAS 2000, Zona 23S.

As bases de dados utilizadas para desenvolver o

trabalho tanto às camadas vetoriais quanto os rasters foram obtidos de acordo com os sistemas de informações dos órgãos e satélites descritos na tabela 1 abaixo

Tabela 2; Bases de dados trabalhadas

Dados	Fontes
Solo	Fundação Estadual de Meio Ambiente (FEAM)
Geologia	Companhia de Desenvolvimento Econômico do Estado de Minas Gerais (CODEMIG)
Declividade	Satélite Alos Palsar 2011
Uso	Satélite LandSat 8, órbitas pontos 151/122 de 06/09/2021, 152/122 de 31/03/2021 152/123 de 22/05/2021, 152/122 de 05/03/202

Fonte: autor

As variáveis analisadas para desenvolvimento do trabalho foram, uso e cobertura do solo, modelo HAND, declividade, geologia e pedologia. Cada camada recebe a partir de pesquisas bibliográficas um índice de vulnerabilidade que melhor se adequou às características da bacia do Rio Piracicaba.

Para cada camada devem ser atribuídas notas para as variáveis de cada tema, fazendo deste modo a ponderação dos temas considerando sua importância relativa na área de estudo de acordo com as características específicas da área, conforme tabela 2 abaixo.

Tabela 2; Avaliação da vulnerabilidade ambiental.

ÍNDICE	GRAU DE VULNERABILIDADE
1	Baixa
2	Baixa a média
3	Média
4	Média a alta
5	Alta

Fonte: autor.

Com a atribuição das notas para cada variável dos temas analisados foi aplicada a equação final é gerado o mapa de vulnerabilidade, com auxílio da ferramenta do Qgis de “calculador de raster”, onde às camadas foram mescladas com uso da calculadora aplicando à seguinte equação matemática, para aplicar os pesos para cada uso.

$$Vulnerabilidade = geologia * 0,20 + solo * 0,15 + uso e cobertura * 0,30 + declividade * 0,20 + HAND * 0,15$$

A fórmula para cálculo dos parâmetros pela calculadora de raster foi definida conforme as características principais da área, adotando assim um peso maior para as camadas de uso e cobertura do solo, geologia e declividade, sendo às camadas que mais influenciam na vulnerabilidade da bacia do Rio Piracicaba.

## Resultados e discussão

Após as reclassificações dos arquivos raster e conversão dos vetorial para raster a partir dos índices empregados na tabela de atributos, foi possível observar que grande parte do mapa possui vulnerabilidade alta, devido o mapa apresenta grandes índices de inundação, aspectos que influenciam em altos índices de vulnerabilidade.

Deste modo, à junção dos mapas foi possível gerar o mapa final de vulnerabilidade ambiental para a bacia do Rio Piracicaba, representada pela figura 1.

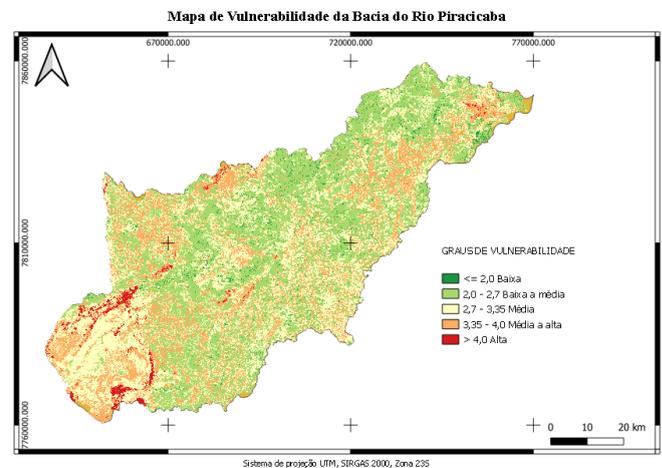


Figura 1 – Mapa de Vulnerabilidade Ambiental bacia do Rio Piracicaba

Observando o mapa apresentado na figura 8 é possível analisar as áreas de maior vulnerabilidade de acordo com as características multicritérios implementadas, sendo que grande parte da vulnerabilidade está no oeste da bacia. Assim os graus de vulnerabilidades foram quantificados e são apresentados na tabela 3 abaixo.

Tabela 3: Quantificação das áreas vulneráveis.

Vulnerabilidade	Área ( km²)	Percentual
Baixa	0,107	0,001 %
Baixa a média	1751,29	31,52 %
Média	2726,35	49,07 %
Média a alta	1069,97	19,23 %
Alta	7,89	0,14 %

Fonte: autor.

Observamos por fim após a geração do mapa de vulnerabilidade para a área em estudo que o maior índice encontrado, estava entre 2,7 a 3,35, logo poucas regiões apresentaram altos e médio a alto índices de vulnerabilidade considerando os parâmetros que foram empregados para a confecção do mesmo.

Ademais, cerca de 49,07% da bacia é caracterizada por vulnerabilidades de média, podendo ser um aspecto que pode se agravar com o tempo, por ser principalmente pelo modelo HAND, devido à declividade acidentada da bacia e ao uso e ocupação.

## Conclusões

Observa-se que a classificação de vulnerabilidade aplicada levando em consideração os multicritérios escolhidos pelo presente trabalho se mostrou eficiente, tendo em vista que às áreas de maior vulnerabilidade conferem com os estudos de Sutil (2020), ao qual também concluíram que as áreas mais vulneráveis encontram-se próximos à cabeceira da bacia. Levando em consideração também que em comparação a este trabalho o índice de evolução da vulnerabilidade aumentou entre os anos de 2020 e 2021.

O modelo HAND se tornou eficaz como parâmetro hidrológico visando analisar a vulnerabilidade da área, mas vale ressaltar que as cotas de inundação podem variar de acordo com os intervalos escolhidos para determinação dos índices para a inundação. Também o modelo gerado pelo HANDMODEL pode variar de acordo com o MDE adotado.

Por fim, estudos que visam acompanhar a evolução da vulnerabilidade ambiental são importantes, tendo em vista que principalmente o mapa de uso e ocupação é dinâmico, visto que todos os anos podem ocorrer alternância entre os usos, como por exemplo o desmatamento que pode classificar alguma nova área como mais vulnerável, alterando assim todo resultado final de vulnerabilidade.

## Agradecimento

Agradeço à oportunidade por poder desenvolver esta iniciação científica, à orientadora Eliane Vieira e aos colegas que também trabalharam outras metodologias de pesquisa.

## Referências

AQUINO, Afonso Rodrigues et al. **Vulnerabilidade ambiental**. São Paulo: Editora Edgard Blücher Ltda. 2017.

ALMEIDA, Filgueira.; QUEIROZ, Rosendo; PALITOT, Remígio; LUCENA, Justino. Novas abordagens para a redução de risco de desastres (RRD) por seca e por inundação. **Revista de Geociências do Nordeste**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 70–81, 2021. DOI: 10.21680/2447-3359.2021v7n1ID21254. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/21254>. Acesso em: 18 jun. 2022.

CBH DOCE. Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Doce. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba**. Belo Horizonte: Consórcio Ecoplan Lume, Minas Gerais 2010.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2020. Disponível em: <https://atlascolar.ibge.gov.br/conceitos-gerais/o-que-e-cartografia/sensoriamento-remoto.html>. Acesso em 25 de maio de 2022.

FINKLER, R. A Bacia Hidrográfica. 2018. Disponível em: [www.planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias\\_hidrograficas/planejamento\\_manejo\\_e\\_gestao\\_unidade\\_1.pdf](http://www.planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias_hidrograficas/planejamento_manejo_e_gestao_unidade_1.pdf). Acesso em 26 de julho de 2022.

NOBRE, António; CUARTAS, Luz; MOMO, Marcos; SEVERO, Dirceu; PINHEIRO, Adilson; NOBRE, Carlos. HAND contour: a new proxy predictor of inundation extent. **Hydrological Processes**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 320-333, 6 ago. 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/hyp.10581>.

SUTIL, Suelen; GONÇALVES, José ; VIEIRA, Eliane. Análise comparativa da fragilidade ambiental da bacia do rio Piracicaba a partir da aplicação de dois modelos metodológicos: suporte para o estabelecimento e proposição de corredores ecológicos.. **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S.L.], v. 13, n. 6, p. 3060, 15 dez. 2020. Revista Brasileira de Geografia Física. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v13.n6.p3060-3077>.