

## ATUALIZAÇÃO E APRIMORAMENTO DO MAPA DE VULNERABILIDADE AMBIENTAL DA BACIA DO RIO PIRACICABA/MG PARA O ANO DE 2021 - VULNERABILIDADE POTENCIAL E EMERGENTE

Julia Pereira Bello<sup>1</sup> (IC), Eliane Maria Vieira (PQ)<sup>1</sup>

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

**Palavras-chave:** Vulnerabilidade, fragilidade, uso e ocupação do solo.

### Introdução

As bacias hidrográficas são áreas de grande importância no balanço ecológico e manutenção de ecossistemas nos continentes, além de localmente darem base para atividades econômicas, como agropecuária e produção industrial, e abastecimento de água para a população. A atuação no planejamento e gestão de recursos hídricos de uma bacia é, e sempre deve ser, fundamentada em pesquisas e levantamento de dados em um âmbito multidisciplinar.

A área de foco deste estudo compreende a sub-bacia do rio Piracicaba, uma afluenta situada na margem esquerda da bacia do Rio Doce. De acordo com o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba - MG. A bacia possui 5.465 km<sup>2</sup> de área e está inserida em 90% no bioma Mata Atlântica, apresentando um percentual remanescente deste bioma de apenas 0,2%. A área possui regiões de indústrias mineradoras, de lavras e siderúrgicas, assim como extensas regiões de reflorestamento, citando-se a Reserva Particular de Proteção Natural do Caraça, o Parque Estadual do Rio Doce, a Reserva da Biosfera e a Unidade Ambiental de Peti (CBH-Piracicaba, 2013).

No entanto, todos os anos são veiculadas notícias referentes a degradação ambiental na Bacia do Rio Piracicaba. A exploração do minério, queimadas e má gestão de tratamento de esgoto causam os principais impactos ambientais negativos na região. Os índices de desmatamento e erosões na margem do rio Piracicaba o deixaram com apenas 37% de suas condições naturais (Tribuna do Rio Piracicaba, 2019).

Diante dos grandes desafios dentro da hidrologia nos dias de hoje, como a dificuldade nos estudos do comportamento de processos hidrológicos, as análises de fragilidade ambiental permitem compreender a dinâmica entre os componentes naturais e os fatores antrópicos auxiliando na gestão territorial. Leva-se, então, em consideração diferentes fatores como relevo, solo, geologia, clima, uso da terra, entre outros, os quais

exercem influência direta ou indiretamente no balanço hídrico recorrente na região analisada (SILVEIRA et al. 2014; MACIEL et al. 2019).

Ainda dentro da compreensão de fragilidade ambiental, nota-se a diferença entre Vulnerabilidade Potencial e Vulnerabilidade Emergente. Como será apresentado no presente trabalho, a Vulnerabilidade Potencial representa o potencial de uma região a ser naturalmente mais vulnerável, em função de suas propriedades naturais, como formação do solo e do relevo. A Vulnerabilidade Emergente além de considerar os aspectos naturais, também utilizará características do local que influenciam em sua suscetibilidade a impactos negativos, sendo neste caso a distribuição de uso e ocupação do solo (ROSS, 1994; GRISA, 2014).

Baseando-se nestes fatores, o presente estudo tem como objetivo realizar a atualização do mapa de uso e ocupação do solo da Bacia do Rio Piracicaba, um levantamento dos dados de mapeamentos territoriais e relacionar estes fatores entre si, a fim de se obter um panorama mais claro das áreas mais afetadas negativamente através da reclassificação pelo grau de vulnerabilidade e a integração destes elementos.

Pretende-se efetuar a elaboração do mapeamento de vulnerabilidade ambiental da região e verificar como os fatores considerados se comportam diante da classificação de vulnerabilidade final. Espera-se que os resultados deste projeto permitam compreender a relação dos aspectos naturais e ações antrópicas na Bacia do Rio Piracicaba e que possam servir de base para mais estudos e ações futuras.

### Metodologia

A princípio, foi realizada a atualização dos polígonos do Mapa de Uso de Ocupação do Solo para a bacia do Rio Piracicaba para o ano de 2021, sendo este o mais atual até a presente data. A base utilizada foi proveniente de imagens do satélite Landsat 8 e as referências de cor e legenda foram obtidas conforme

classificação do MapBiomias (2022). Este processo foi realizado manualmente por meio de edição da camada *shapefile* no software QGIS.

A obtenção dos seguintes mapeamentos foram obtidos através da Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE – SISEMA, 2022), sendo estes: Limite vetorial da microbacia hidrográfica, Solos (FEAM & UFV), com as classificações referentes de legenda da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Geologia (CODEMIG/CPRM) e Geomorfologia (IBGE). Para a geração do mapa de declividade da região foi utilizado um Modelo Digital de Elevação (MDE) do satélite ALOS e radar PALSAR, disponível pela NASA através da plataforma ASF – Alaska Satellite Facility (2022).

Para a obtenção do mapa de precipitação acumulada total para o ano de 2021 foram utilizados os dados do Banco de Dados de Meteorológicos do INMET – BDMEP (2022).

Os procedimentos se seguiram com a reclassificação dos mapas em unidades de 1 a 5 a fim de ordenar o grau de vulnerabilidade dos diferentes aspectos de cada mapa. A avaliação foi descrita de acordo com a Tabela 1, com base em parâmetros obtidos na literatura e nos materiais de apoio do presente trabalho.

**Tabela 1** – Avaliação da Fragilidade Ambiental.

Índice	Grau de Vulnerabilidade	Cor
1	Muito baixa	Azul
2	Baixa	Verde
3	Média	Amarelo
4	Alta	Laranja
5	Muito alta	Vermelho

Fonte: Autora, 2022.

Sendo assim, a classificação 1 caracteriza que apresentam um grau de vulnerabilidade mais baixo e a 5 caracteriza áreas com um grau muito alto de vulnerabilidade. Esta classificação foi utilizada em todos os mapas de acordo com as diferentes classes já existentes em cada um.

Para o mapeamento da vulnerabilidade potencial foi realizado um cálculo a partir da Equação 1 na ferramenta Calculadora Raster, onde obteve-se a média entre os valores de cada classificação para ser possível a visualização das áreas mais vulneráveis (CREPANI et al., 2001). O cálculo da média para a vulnerabilidade emergente foi realizado da mesma forma adicionando a variável para o tema Uso e Ocupação do Solo no

cálculo.

$$V = \frac{S + G + R + D + P}{5} \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

V = Vulnerabilidade

S = Vulnerabilidade para o tema Solos

G = Vulnerabilidade para o tema Geologia

R = Vulnerabilidade para o tema Geomorfologia

D = Vulnerabilidade para o tema Declividade

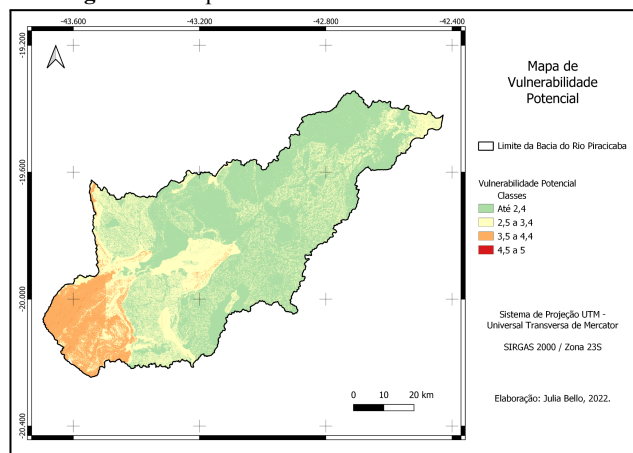
P = Vulnerabilidade para o tema Precipitação

Então, obteve-se a mesclagem e composição das camadas para obtenção dos mapeamentos finais de vulnerabilidade, onde foi realizado um ajuste na aproximação dos valores durante a reclassificação, isso ocorreu devido a necessidade de considerar que o arredondamento deve ocorrer a favor do maior risco.

## Resultados e discussão

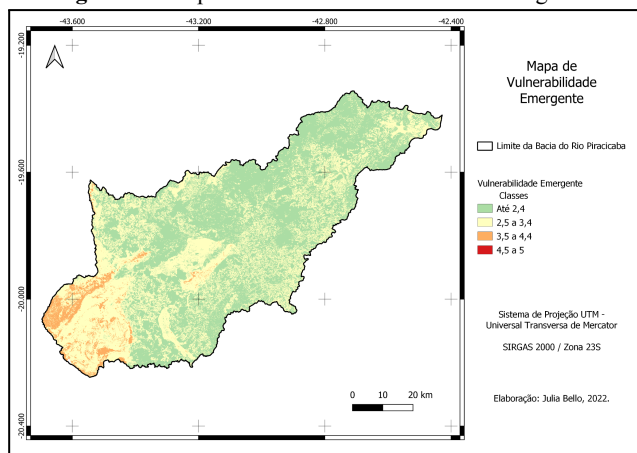
Os mapas de vulnerabilidade potencial e emergente gerados para a bacia do Rio Piracicaba estão apresentados, respectivamente, nas figuras 1 e 2. Ao longo da extensão da bacia é apresentada uma grande área de vegetação, única classe que apresenta grau de vulnerabilidade muito baixo. No entanto, verifica-se extensa fragmentação desta classe e este fator em conjunto com os outros parâmetros desfavoráveis, poderão levar a uma maior vulnerabilidade, uma vez que o local fragmentado se torna mais vulnerável a mudanças no solo, alterações no ciclo hidrológico e queimadas, decorrentes de atividades como uso do fogo para abertura e manutenção de terrenos, desmatamento, movimentos da terra, alterações no escoamento da água, pisoteamento e impermeabilização do solo, entre outros.

**Figura 1** – Mapeamento da Vulnerabilidade Potencial.



Fonte: Autora, 2022.

Figura 2 – Mapeamento de Vulnerabilidade Emergente.



Fonte: Autora, 2022.

Tabela 2 – Área: Mapeamento de Vulnerabilidade Emergente.

Classe de Vulnerabilidade	Área em km <sup>2</sup>	Área em porcentagem
Baixa	3056,9	54,06
Média	2365,7	41,84
Alta	213,7	4,10
Muito alta	0,0032	0,00006

Fonte: Autora, 2022.

Em análise de ambas as vulnerabilidades potencial e emergente, verifica-se que a região Sul da bacia concentra mais notavelmente um grau de médio a muito alto. De acordo com a Tabela 2, as classes de alta e muita alta vulnerabilidade apresentam área relativamente menor que as outras, no entanto, é analisado que estas classes ocorrem em grandes regiões de elevada degradação ambiental, onde ocorre incremento de atividades de mineração.

Também percebe-se que houve uma diferença na área total da bacia obtida por meio do limite vetorial empregado e o citado por CBH-Piracicaba (2013), sendo mantido no trabalho a área do limite vetorial, considerando-se que está correta por se tratar do limite geográfico da bacia e atualizada.

Ao sobrepor a malha municipal da bacia do Rio Piracicaba ao mapa de vulnerabilidade emergente, foi possível observar que os municípios que estão localizados nas áreas mais vulneráveis, ao sul, são: Santa Bárbara, Barão de Cocais, Catas Altas, Ouro Preto e Mariana. Nota-se também a região nordeste da bacia, com vulnerabilidade mais considerável nos municípios de Ipatinga, Santana do Paraíso e Coronel Fabriciano. A região da cidade Rio Piracicaba, onde está a nascente do rio, apresenta classe alta de fragilidade nos dois mapeamentos.

Analisando a vulnerabilidade emergente, considera-se que as regiões mais afetadas devem ser prioridades para estudos mais específicos, a fragilidade do ambiente é mais ocorrente em áreas de mineração, solo exposto e áreas agrossilvopastoris, e juntamente com a declividade mais alta e os fatores naturais podem dificultar a preservação de reservas naturais e tender a níveis mais altos de degradação no futuro.

Por fim, nota-se a importância da realização de estudos de fragilidade também nas cidades ao redor da área mais afetada da bacia, uma vez que há a possibilidade de alta fragilidade nestes locais.

## Conclusões

O presente estudo permitiu a investigação de diferentes fatores relacionados à suscetibilidade da bacia do Rio Piracicaba a ameaças do equilíbrio de seu sistema, assim como avaliar as regiões de maior necessidade de controle da degradação ambiental. A utilização de ferramentas de geoprocessamento para a análise integrada das características da bacia foi adequada para atingir os resultados esperados.

Considerável parte da região sudeste da bacia apresentou graus mais altos de vulnerabilidade do solo, da geologia, da geomorfologia, da declividade, da precipitação e do uso e ocupação do solo, que coincidiram para elevar a fragilidade ambiental em determinados municípios do local. Os valores de vulnerabilidade mais altos foram verificados nos municípios: Santa Bárbara e Barão de Cocais.

Tendo em vista tais resultados, pode-se sugerir um estudo nas regiões mais vulneráveis com maior distribuição de classes para contribuir na tomada de decisão sobre o uso do solo e levantar evidências mais específicas sobre os impactos nocivos que afetam o ecossistema e a população da bacia.

Se mostra importante a fiscalização e a presença de medidas e ações preventivas e mitigadoras de impactos negativos na bacia do Rio Piracicaba. Considera-se que este estudo poderá contribuir para o embasamento de políticas públicas e gestão ambiental a fim de prevenir o aumento de complicações ambientais futuras.

## Agradecimentos

Agradeço ao órgão de fomento responsável pela bolsa CNPq. À minha orientadora Eliane Vieira pela oportunidade desenvolvimento da pesquisa e pelo suporte, direcionamento e contribuições ao longo desta. Aos meus colegas pela disposição e pelo apoio durante o projeto.

### Referências

ASF. **Alaska Satellite Facility**. NASA Earth Observation Data. 2022. Disponível em: <https://search.asf.alaska.edu/#/>.

CBH – RIO PIRACICABA. **A Bacia**. 2013. Disponível em: <https://www.cbhpiracicabamg.org.br/rio-piracicabamg>.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; FILHO, P. H.; FLORENZANO, T. G.; DUARTE, V.; BARBOSA, C. C. F. **Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento Aplicados ao Zoneamento Ecológico-Econômico e ao Ordenamento Territorial**. INPE. 2001. Disponível em: <http://sap.cgst.inpe.br/artigos/CrepaneEtAl.pdf>.

GRISA, K. T. **Mapeamento da Fragilidade Potencial do Alto Curso Da Bacia Hidrográfica do Rio Cotegipe - PR**. Paraná. 2014. Disponível em: [https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/1662/1/Kleitson\\_Grisa\\_2014](https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/1662/1/Kleitson_Grisa_2014).

IDE – SISEMA. Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **WebGIS**. 2022. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/webgis>.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Clima**. Gráficos Climatológicos. 2022. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/DF/83377..>

MACIEL, A. L.; VIEIRA, E. M.; MONTE MOR, R. C.; VASQUES, A. C. **Regionalização e Espacialização de Vazões de Permanência: Estudo Aplicado na Bacia Rio Piracicaba - MG**. Minas Gerais. 2019.

MAPBIOMAS. **Código Classes Legenda Coleção 7**. Códigos das classes de cobertura e uso da terra e paleta de cores utilizadas na Coleção 7 do MapBiomass. Google Earth Engine. 2022. Disponível em: [https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/C%C3%B3digos\\_Classes\\_Legenda\\_Cole%C3%A7%C3%A3o\\_7\\_-\\_PT\\_.docx\\_1\\_.pdf](https://mapbiomas-br-site.s3.amazonaws.com/C%C3%B3digos_Classes_Legenda_Cole%C3%A7%C3%A3o_7_-_PT_.docx_1_.pdf).

ROSS, J. L. S. **Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados**. Laboratório de Geomorfologia – Depto. de Geografia – FFLCH/USP. 1994. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47327/51063>.

SILVEIRA, T.; REGO, N. A. C.; SANTOS, J. W. B., ARAÚJO, M. S. B. **Qualidade da Água e Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos Superficiais na Definição das Fragilidades Potencial e Ambiental de Bacias Hidrográfica**. Revista Brasileira de Geografia Física – RBGF. 2014.

TRIBUNA DO RIO PIRACICABA. **Bacia do Rio Piracicaba Ameaçada**. Minas Gerais. 2019. Disponível em: <http://tribunadopiracicaba.com/index.asp>.