

ANÁLISE DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS

Rebeca Juscelino Vaze ¹; Luiza Yashima Alduino ²; Bianca Andrade Destro ³ & César Gustavo da Rocha Lima ⁴

RESUMO – A compreensão da fragilidade ambiental é essencial para o planejamento e gestão territorial. Este estudo objetivou analisar as fragilidades potencial e emergente na Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados (UGRHI 18), na região noroeste do estado de São Paulo. Aplicou-se a metodologia de Ross (1994) integrada a ferramentas de geoprocessamento. A Fragilidade Potencial foi modelada pela integração de dados de pedologia, dissecação do relevo, clima e planícies fluviais. A Fragilidade Emergente agregou o uso e cobertura da terra. Os resultados demonstram que a bacia apresenta fragilidade potencial majoritariamente Média (46,33%) e Forte (45,19%), condicionada pelos Argissolos e pela precipitação concentrada. Contudo, a inserção do fator antrópico agravou o cenário. A Fragilidade Emergente revelou o predomínio da classe Forte, abrangendo 55,97% da área, reflexo direto da intensa ocupação agropecuária e da redução da vegetação nativa. Conclui-se que as intervenções humanas potencializam a vulnerabilidade natural do território. Esse quadro evidencia a necessidade de preservação dos remanescentes florestais, adoção de práticas conservacionistas no manejo agrícola e recuperação de áreas degradadas, garantindo o equilíbrio ecodinâmico e a mitigação de processos erosivos na região.

Palavras-Chave – Geoprocessamento. Uso e Ocupação da Terra. UGRHI 18.

ABSTRACT – Understanding environmental fragility is essential for territorial planning and management. This study aimed to analyze the potential and emerging fragilities of the São José dos Dourados River Basin (UGRHI 18), in the northwestern region of the state of São Paulo. The Ross (1994) methodology was applied integrated with geoprocessing tools. Potential Fragility was modeled by integrating data on pedology, relief dissection, climate, and floodplains. Emerging Fragility aggregated land use and land cover. The results demonstrate that the basin presents a predominantly Medium (46.33%) and Strong (45.19%) potential fragility, conditioned by the Argisols and concentrated precipitation. However, the insertion of the anthropic factor aggravated the scenario. Emerging Fragility revealed the predominance of the Strong class, covering 55.97% of the area, a direct reflection of intense agricultural occupation and the reduction of native vegetation. It is concluded that human interventions potentiate the natural vulnerability of the territory. This scenario highlights the need to preserve forest remnants, adopt conservationist practices in agricultural management, and recover degraded areas, ensuring ecodynamic balance and the mitigation of erosive processes in the region.

Key-words – Geoprocessing; Land use and Land cover; UGRHI 18.

1) Mestranda PPGEC, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Brasil. Email: rebeca.vaze@unesp.br

2) Mestranda PPGEC, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Brasil. Email: luiza.alduino@unesp.br

3) Mestranda PPGEC, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Brasil. Email: bianca.destro@unesp.br

4) Professor Dr, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Brasil. Email: cesar.lima@unesp.br

1. INTRODUÇÃO

A compreensão da fragilidade ambiental tem sido amplamente discutida nos estudos brasileiros voltados ao planejamento territorial, especialmente em áreas sujeitas à expansão agropecuária e à intensificação do uso e ocupação do solo. A fragilidade ambiental é entendida como o grau de instabilidade do ambiente à perda de seu equilíbrio dinâmico, em razão da interação entre suas características naturais e todas as intervenções decorrentes das atividades antrópicas. Sua análise deve considerar de forma integrada elementos como relevo, solos, geologia, hidrografia e cobertura vegetal do ambiente, bem como as alterações decorrentes do uso e ocupação do solo (Ross, 1990; 1994).

Segundo Ross (1994) e Anjinho et al. (2021), há duas perspectivas a serem analisadas acerca da problemática. A primeira consiste na fragilidade potencial, que corresponde à instabilidade natural do meio físico aos processos de degradação considerando características intrínsecas do ambiente, determinada principalmente pela declividade, tipos de solos, características pluviométricas e proximidade a cursos d'água. Já a segunda refere-se à fragilidade emergente, que incorpora as transformações provocadas pelo uso e ocupação da terra, considerando intervenções humanas, como atividades agrícolas, urbanização e práticas inadequadas de manejo.

Dessa forma, tem-se que a materialização destas intervenções é representada pelo uso e cobertura da terra, determinantes para a transformação da fragilidade potencial em fragilidade emergente. Donha *et al.* (2006) demonstraram que usos intensivos da terra elevam a instabilidade ambiental, enquanto regiões com vegetação preservada ou em regeneração tendem a apresentar menor vulnerabilidade. Ainda neste cenário, estudos recentes evidenciam que áreas com elevada intervenção antrópica tendem a apresentar maior vulnerabilidade à erosão hídrica e degradação ambiental, sobretudo em bacias hidrográficas intensamente ocupadas (Rizzo *et al.*, 2023; Nascimento e Morais, 2023). Buscando operacionalizar essa avaliação, Ross (1994) propôs a classificação das unidades de paisagem em cinco níveis de fragilidade, variando de “Muito Fraca” a “Muito Forte”. Essa hierarquização permite integrar fatores associados à fragilidade potencial e emergente, favorecendo a identificação de áreas mais vulneráveis à degradação ambiental e suscetíveis a processos erosivos.

A partir dessa base conceitual, o desenvolvimento de ferramentas de geoprocessamento aprimorou o mapeamento da fragilidade ambiental. Fushimi *et al.* (2022) demonstram que a utilização combinada de geotecnologias, álgebra de mapas e parâmetros morfométricos permite interpretações mais consistentes sobre a dinâmica ambiental das bacias hidrográficas e sua suscetibilidade à degradação. Pereira *et al.* (2023) também apontam que o uso integrado de geotecnologias tem fortalecido os estudos de fragilidade ambiental ao permitir análises mais detalhadas da interação entre os componentes físicos da paisagem e as transformações antrópicas.

A metodologia de análise da fragilidade ambiental tem sido amplamente adotada em estudos de diferentes recortes territoriais. Podem ser citadas as aplicações dessa abordagem para o diagnóstico das fragilidades da bacia hidrográfica do córrego da Onça, conduzida por Degrande e Bortoluzzi (2020), e a avaliação das fragilidades ambientais no município de Monte Alto, realizada por Tercini *et al.* (2021).

Nesse cenário, torna-se essencial analisar a fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do Rio São José dos Dourados, marcada pela expansão agrícola, fragmentação da vegetação remanescente e alterações no relevo.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é analisar a fragilidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados, aplicando técnicas de geoprocessamento fundamentadas na metodologia de Ross (1994) e suas adaptações, visando subsidiar o planejamento ambiental e o uso sustentável do solo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

A área de estudo apresentada na Figura 1 compreende a Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) 18, correspondente à Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados (SJD), que percorre cerca de 334,5 km até desaguar na margem esquerda do Rio Paraná, localizada na região noroeste do Estado de São Paulo (SIGRH, 2026). A bacia possui uma área aproximada de 6.805,20 km², abrange, total ou parcialmente, 25 municípios, com uma população estimada em 223.063 habitantes (SIGRH, 2026) e está localizada entre as coordenadas -5.760.000 m e -5.480.000 m no eixo leste-oeste e -2.240.000 m e -2.370.000 m no eixo norte-sul.

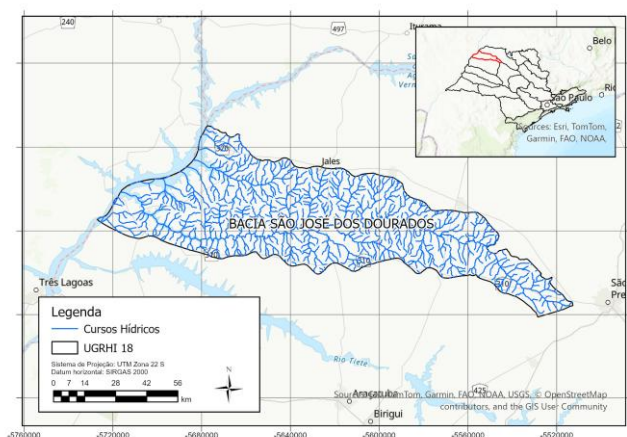


Figura 1 – Localização da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados. Fonte: Editado pelos autores (2026).

3.2 Procedimentos técnicos

Para a análise das fragilidades potencial e emergente, foi necessária a integração espacial de diferentes variáveis do meio físico e antrópico. Para fins de processamento algébrico no ambiente SIG, as variáveis foram classificadas e posteriormente reclassificadas (*Reclassify*) em cinco níveis numéricos crescentes de fragilidade: 1 (muito fraca), 2 (fraca), 3 (média), 4 (forte) e 5 (muito forte). De modo geral, essas classes expressam uma escala crescente de instabilidade do ambiente relacionada à ocorrência de processos de degradação.

Para conferir maior clareza e padronizar os critérios adotados neste estudo, a Figura 2 apresenta o fluxograma metodológico, detalhando a estruturação das Fragilidades Potencial e Emergente, bem como as classes atribuídas a cada variável.

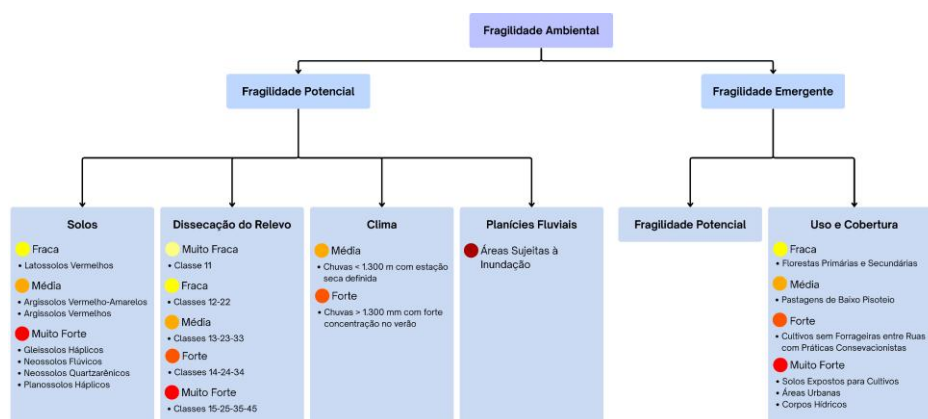


Figura 2 – Fluxograma metodológico da fragilidade ambiental. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A classe muito fraca representa condições de maior estabilidade e menor contribuição para a fragilidade ambiental, a classe fraca indica baixa suscetibilidade, a classe média corresponde a uma condição intermediária, a classe forte representa elevada suscetibilidade e a classe muito forte caracteriza as condições mais desfavoráveis, com maior propensão à instabilidade e à degradação.

Nesse sentido, elaboraram-se os mapas de pedologia, dissecção do relevo, clima, planícies fluviais e uso da terra, cujos processamentos metodológicos são descritos a seguir.

A elaboração do mapa pedológico utilizou como base cartográfica o Mapa Pedológico do Estado de São Paulo, revisado e ampliado por Rossi (2017), em escala 1:250.000. O arquivo vetorial foi recortado para os limites da bacia utilizando o *software* ArcGIS 10.8.2 (2024). Sequencialmente, a carta de dissecção do relevo foi elaborada no mesmo ambiente SIG com dados do MDE SRTM (USGS) e da Base Hidrográfica Ottocodificada (ANA, 2023). A aplicação da Matriz de Dissecção de Ross (1994) integrou a amplitude altimétrica e a densidade de drenagem.

A análise das características pluviométricas baseou-se na adaptação da proposta de Ross (1994), e nos critérios de Ross e Fierz (2017). Os dados de precipitação foram obtidos a partir de 18 postos

pluviométricos, analisando-se o Volume Anual Médio e a Distribuição Pluviométrica, caracterizada pela contagem de meses com baixo índice de precipitação e pela concentração do volume no período chuvoso de novembro a abril, conforme detalhado na Tabela 1.

Tabela 1 – Postos pluviométricos empregados no presente estudo

Código	Extensão da série	Latitude	Longitude	Volume anual médio (mm)	Meses no período seco	Volume precipitado entre novembro e abril (%)
2049011	1963-2020	20°30'00,00"O	49°57'00,00"S	1392,84	7	79%
2049018	1969-2023	20°37'59,88"O	49°57'00,00"S	1350,32	6	77%
2049019	1968-2024	20°46'00,12"O	49°42'00,00"S	1305,80	6	77%
2049035	1943-1970	20°46'00,12"O	49°43'00,12"S	1197,52	6	78%
2050007	1968-2001	20°15'00,00"O	50°48'00,00"S	1330,08	6	76%
2050011	1959-2023	20°25'59,88"O	50°04'00,12"S	1284,78	6	78%
2050012	1970-2023	20°25'00,12"O	50°46'00,12"S	1432,86	7	76%
2050013	1969-2024	20°25'59,88"O	50°31'59,88"S	1275,09	6	76%
2050014	1970-2000	20°30'00,00"O	50°19'00,12"S	1355,44	6	76%
2050022	1969-2008	20°29'02,00"O	50°25'18,98"S	1318,77	7	77%
2050023	1951-2000	20°13'00,12"O	50°55'00,12"S	1254,64	6	77%
2050024	1959-2023	20°18'00,00"O	50°15'00,00"S	1327,96	6	77%
2050025	1959-2023	20°18'00,00"O	50°33'00,00"S	1234,13	6	77%
2050038	1971-2000	20°21'00,00"O	50°22'00,12"S	1393,25	7	77%
2050047	1987-2023	20°34'00,12"O	50°13'00,12"S	1227,16	7	77%
2051002	1970-2000	20°24'00,00"O	51°21'00,00"S	1337,88	6	75%
2051003	1965-2001	20°25'00,12"O	51°06'00,00"S	1310,47	6	75%
2051038	1971-2001	20°31'00,12"O	51°10'59,88"S	1330,06	6	76%

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Devido à alta sazonalidade da região, os fatores climáticos foram enquadrados nas classes de fragilidade Média e Forte. Adotou-se o limiar de 1.300 mm anuais para a espacialização no ArcMap, interpolando os dados pelo método IDW para gerar um raster reclassificado com os valores discretos 3 e 4. As planícies de inundação foram delimitadas pelo modelo HAND a partir do processamento hidrológico do terreno. Essas regiões foram classificadas como "Áreas Sujeitas a Inundações" (Ross, 1994; Gouveia e Ross, 2019), incorporando-se também os polígonos dos reservatórios de Ilha Solteira e Jupia (SNIRH/ANA, 2019).

O mapeamento do uso e cobertura da terra baseou-se nos dados do MapBiomas (Coleção 10, 2024), reagrupando-se as classes originais em categorias específicas: as formações florestais englobaram florestas primárias e secundárias, enquanto as áreas de silvicultura e pastagem foram unificadas como pastagens de baixo pisoteio. As áreas agrícolas, englobando cana, soja, café, citrus, mosaico de usos e outras lavouras, foram agrupadas como cultivos sem forrageiras entre ruas com práticas conservacionistas. Já os campos alagados, áreas pantanosas e não vegetadas compuseram a

classe de solos expostos para cultivos. Adicionalmente, as áreas urbanas e os corpos hídricos foram integrados a esse novo arranjo de classes para a modelagem da Fragilidade Emergente, adotando-se a metodologia de Abrão e Bacani (2018) para suprir a ausência dessas categorias no modelo original de Ross e Fierz (2017).

A integração final dos mapas temáticos reclassificados ocorreu via álgebra de mapas (*Raster Calculator*). Conforme Ross (1994) e Gouveia e Ross (2019), aplicou-se a média aritmética simples sem ponderações sobre as notas de 1 a 5 atribuídas a cada pixel. A Fragilidade Potencial foi gerada pela média dos fatores físicos do ambiente (solos, dissecação do relevo, clima e planícies fluviais), enquanto a Fragilidade Emergente resultou de uma nova média entre a Fragilidade Potencial e o Uso da Terra, refletindo a intervenção antrópica no meio natural.

4. RESULTADOS

Na Figura 3 é apresentado o mapa dos tipos de solo mostrando que a bacia é dominada por Argissolos Vermelho-Amarelos (70,75%) e por Argissolos Vermelhos (10,14%), classificados como média fragilidade de acordo com Ross e Fierz (2017). Há também a presença de Latossolos Vermelhos na classe de fragilidade fraca e englobando o nível de fragilidade muito forte os Gleissolos Háplicos, os Neossolos Flúvicos, os Neossolos Quartzarênicos e os Planossolos Háplicos. As superfícies correspondentes aos corpos hídricos e à área urbana também foram inseridas na classe de fragilidade muito forte.

A análise da Figura 4 evidencia que a maior porção da bacia se enquadra nas classes 12-22 (37,18%) e 13-23-33 (35,29%) do mapa de dissecação. Conforme a proposição de Ross e Fierz (2017), a classe 11 se enquadra no nível de fragilidade como muito fraca, as classes 12-22 como fracas, 13-23-33 como média, 14-24-34 como fortes e 15-25-35-45 como muito fortes.

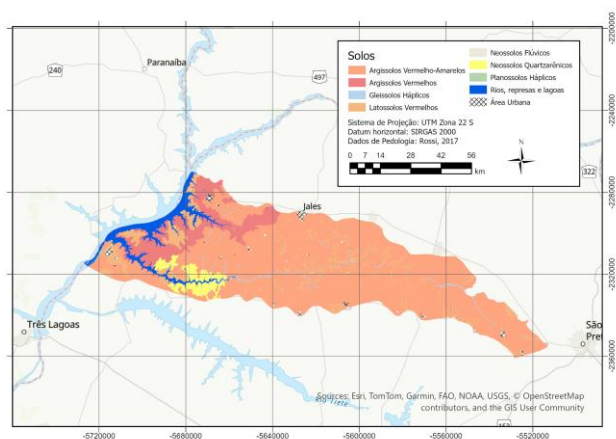


Figura 3 – Tipos de solos da UGRHI 18. Fonte: Editado pelos autores (2026).

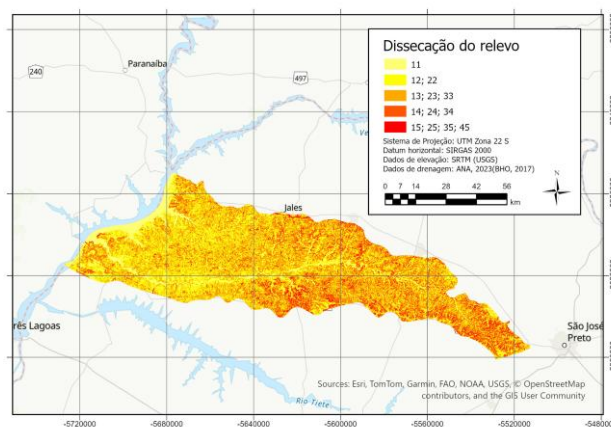


Figura 4 – Matrizes de índices de dissecação do relevo da UGRHI 18. Fonte: Editado pelos autores (2026).

A Figura 5 apresenta o mapa da distribuição pluviométrica com base nos dados dos 18 postos avaliados. A classe Forte, caracterizada por chuvas superiores a 1.300 mm anuais concentradas no verão, é predominante e abrange 75,27% da bacia, estendendo-se por toda a porção central, sul e oeste em direção à foz. A classe Média (24,73% da área) concentra-se no extremo leste, com manchas nos setores norte e noroeste, indicando uma variação espacial interna do regime pluviométrico, mas sem contrastes acentuados na UGRHI 18.

A Figura 6 apresenta o mapa de planície de inundação para a Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados. A planície possui uma área de 164,45 km², cerca de 2,50% da área total da bacia.

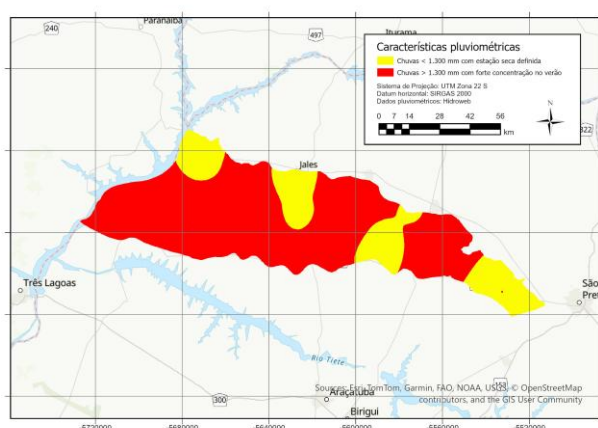


Figura 5 – Distribuição pluviométrica anual da UGRHI 18. Fonte: Editado pelos autores (2026).

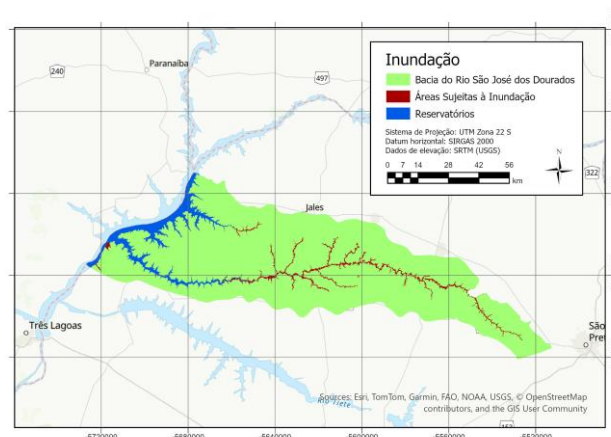


Figura 6 – Planície fluvial da UGRHI 18. Fonte: Editado pelos autores (2026).

Conforme ilustrado na Figura 7, a Bacia do Rio São José dos Dourados é amplamente dominada por cultivos sem forrageiras entre ruas com práticas conservacionistas (50,61%). A baixa porcentagem de área construída confirma o perfil rural da bacia, cuja economia baseia-se fortemente em atividades agropecuárias e agroindustriais (CBH-SJD, 2025)

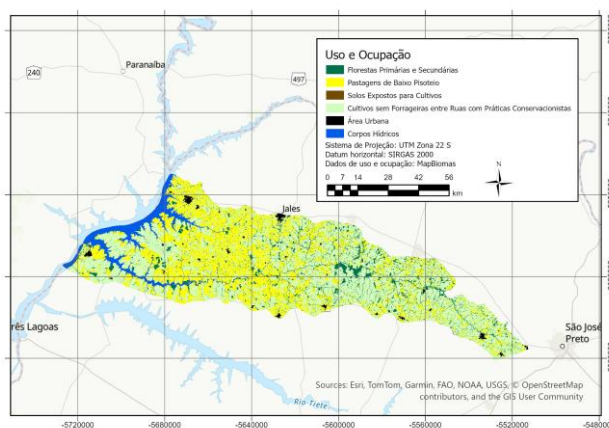


Figura 7 – Classes de uso e ocupação da UGRHI 18. Fonte: Editado pelos autores (2026).

Segundo os parâmetros de Ross e Fierz (2017), a fragilidade do uso e cobertura da terra foi classificada em: fraca para florestas primárias e secundárias; média para pastagens de baixo pisoteio; forte para cultivos sem forrageiras com práticas conservacionistas; e muito forte para solos expostos, áreas urbanas e corpos hídricos.

A Figura 8 apresenta o mapa de Fragilidade Potencial construído a partir da síntese das variáveis naturais, que compreendem os tipos de Solo, a Dissecação do Relevo, o Clima e as Planícies Fluviais.

A Fragilidade Emergente representa o estado atual de suscetibilidade do ambiente, incorporando a intervenção humana sobre a base física natural. O mapa apresentado na Figura 9 é o resultado da integração, por meio de média aritmética, do modelo de Fragilidade Potencial com o mapa de Uso e Cobertura da Terra. A espacialização desse modelo revela a predominância da classe de fragilidade Forte, que abrange 55,97% da área de estudo, evidenciando como a dinâmica antrópica e a exploração produtiva moldam o risco de degradação na bacia.

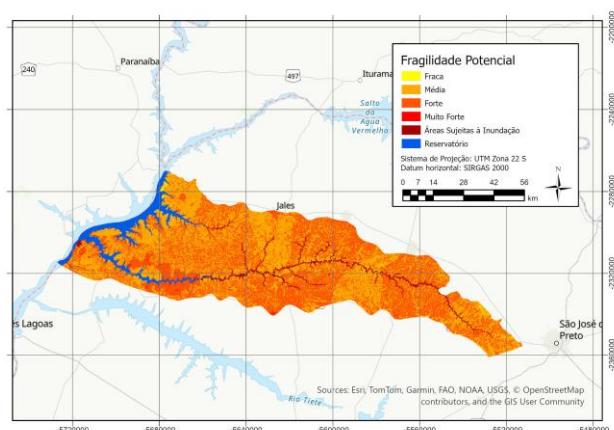


Figura 8 – Fragilidade potencial da UGRHI 18. Fonte: Editado pelos autores (2026).

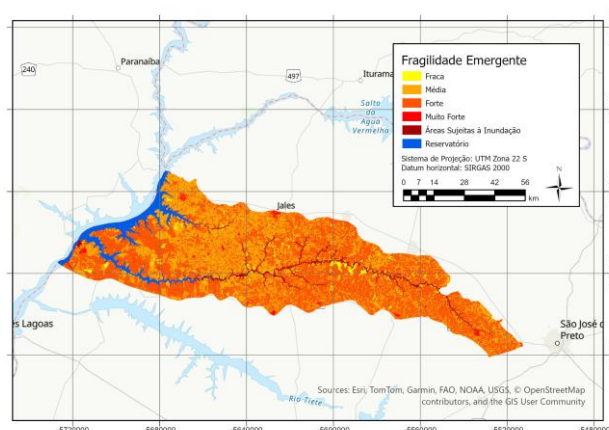


Figura 9 – Fragilidade emergente da UGRHI 18. Fonte: Editado pelos autores (2026).

A Tabela 3 exibe a relação dos níveis de fragilidade, área e porcentagem da fragilidade emergente.

Tabela 2 – UGRHHI 18 - graus de fragilidade emergente, áreas sujeitas à inundações e reservatórios.

Nível de fragilidade	Área (km ²)	Porcentagem (%)
Fraca	302,06	4,60
Média	2019,43	30,73
Forte	3678,54	55,97
Muito forte	44,87	0,68
Áreas sujeitas à inundação	164,46	2,50
Reservatórios	361,56	5,50

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A Figura 8 apresentou a Fragilidade Emergente que reforça o comportamento observado na Fragilidade Potencial, com leve aumento de áreas classificadas como forte devido ao clima, áreas urbanas e Cultivos de Forrageiras entre Ruas com Práticas Conservacionistas.

O comportamento observado na área de estudo alinha-se aos resultados descritos em diferentes localidades do Estado de São Paulo, a exemplo das investigações conduzidas por Amaral e Ross (2009), Degrande e Bortoluzzi (2020) e Tercini *et al.* (2021).

O primeiro trabalho apontou que o Parque Estadual do Morro do Diabo e seu entorno registram fragilidade potencial média e fragilidade emergente alta. Na sequência, a análise da Bacia Hidrográfica do Córrego da Onça revelou níveis médio e forte de fragilidade potencial, acompanhados de uma fragilidade emergente majoritariamente média. Por fim, a pesquisa focada no município de Monte Alto demonstrou uma prevalência da categoria forte nas duas modelagens de fragilidade.

5. CONCLUSÃO

O estudo indica que a bacia do Rio São José dos Dourados apresenta, em geral, fragilidade ambiental de média a forte, o que significa influenciada por fatores naturais como relevo pouco dissecado a moderado, solos com fragilidade intermediária e regime de chuvas concentrado no verão. Esses elementos definem a fragilidade potencial da região, que já demanda atenção do ponto de vista ambiental.

Quando considerado o uso da terra, a fragilidade se intensifica significativamente, com cerca de 56% da área classificada como forte, devido à predominância de atividades agropecuárias e à redução da vegetação nativa. Esse cenário reforça a necessidade de medidas como preservação da cobertura florestal, adoção de práticas conservacionistas e recuperação de áreas degradadas, a fim de reduzir impactos como erosão e assoreamento.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Hidroweb: Sistemas de informações hidrológicas. Disponível em: <https://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: dez. 2025.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). “*Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH): Catálogo de Metadados*”. Brasília: ANA, 2019. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/api/records/b8f0487a-df73-4f8d-8b22-bb49cf9f3683>. Acesso em: abr. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). *Portal de Dados Abertos da ANA – Trecho de drenagem - Base Hidrográfica Ottocodificada (BHO) 2017*. Disponível em: <https://dadosabertos.ana.gov.br/search?tags=trecho%2520de%2520drenagem>. Acesso em: abr. 2026.

AMARAL, R.; ROSS, J. L. S. “*As áreas de fragilidade ambiental potencial e emergente no Parque Estadual do Morro do Diabo e entorno*”. GEOUSP-Espaço e Tempo, n. 26, 2009, pp. 59-78.

ANJINHO, P. S. et al. (2021). “*Environmental fragility analysis in reservoir drainage basin land use planning: A Brazilian basin case study*”. *Land Use Policy*, V. 100, 104946.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS (CBH-SJD). “*Plano de Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados*”. [S. l.]: CBH-SJD, 2015. Disponível em: https://comitesjd.sp.gov.br/site/wp-content/uploads/2020/04/01-rel-803_15-plano-de-bacias-sjd.pdf. Acesso em: 1 maio 2026.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS (CBH-SJD). “*Identificação da Bacia Hidrográfica SJD*”. Disponível em: <https://comitesjd.sp.gov.br/site/wp-content/uploads/2024/05/Identificacao-da-Bacia-Hidrografica-SJD.pdf>. Acesso em: abr. 2026.

DEGRANDE, E. J. S.; BORTOLUZZI, L. N. “*Análise da fragilidade ambiental potencial e emergente da bacia hidrográfica do córrego da Onça em Presidente Prudente / SP*”. *Geografia em Questão*, v. 13, n. 3, 2020, pp.33-50.

DONHA, A.G.; SOUZA, L.C.P.; SUGAMOSTO, M.L. (2006). “*Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG*”. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 10(1), pp. 175-181.

ENVIRONMENTAL SYSTEMS RESEARCH INSTITUTE (ESRI). ArcGIS 10.8.2. 2024. Software.

FUSHIMI, M.; RIBEIRO, D.Q.; NUNES, J.O.R. (2022). “*Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares da bacia hidrográfica do rio dos Cachorros, Amazônia Oriental*”. *Revista do Departamento de Geografia* 42, e193453.

GUIMARÃES, F.S. et al. (2017). “*Uma proposta para automatização do índice de dissecação do relevo*”. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 18(1), pp. 155-167.

MAPBIOMAS. *Coleção da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil*. Coleção 10 da Série Histórica do Uso e Cobertura da Terra no Brasil, 2024. Disponível em: https://storage.googleapis.com/mapbiomas-public/initiatives/brasil/collection_10/lulc/coverage/brazil_coverage_2024.tif.

NASCIMENTO, H.R.; MORAIS, F. (2023). “*Fragilidade ambiental emergente da bacia hidrográfica do rio Sobrado, sudeste do Tocantins*”. *Revista Tocantinense de Geografia* 12(27), pp. 141-160.

PEREIRA, P.B.; ROCHA, G.C.; AQUINO, C.M.S. (2023). “*Análise dos estudos de fragilidade ambiental na identificação e mitigação de impactos ambientais em bacias hidrográficas, a partir de análise bibliométrica*”. *Revista de Geografia* 40(2), pp. 24-34.

RIZZO, F.A.; SILVA, D.C.C.; TONELLO, P.S. (2023). “*Análise da vulnerabilidade dos solos quanto à erosão hídrica na bacia do Córrego Pequiá, Açailândia, Maranhão*”. *Revista do Departamento de Geografia* 43, e192740.

ROSS, J. L. D.; FIERZ, M. de S. M. “*Geomorfologia aplicada ao planejamento ambiental territorial: potencialidades e fragilidades*”. Org. por MAGNONI JÚNIOR, L. *et al.* (orgs) Redução do risco de desastres e a resiliência no meio rural e urbano. 1. Ed - São Paulo: Centro Paula Souza, 2017, pp. 58-77.

ROSS, J.L.S. (1990). *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. Contexto, São Paulo - SP, 88 p.

ROSS, J.L.S. (1994). “*Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados*”. Revista do Departamento de Geografia 8, pp. 63-74.

ROSSI, M. *Mapa Pedológico do Estado de São Paulo: Revisado e Ampliado 1:250.000*. São Paulo: Instituto Florestal, 2017.

SISTEMA INTEGRADO DE GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (SIGRH). “*Apresentação: Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São José dos Dourados*”. Disponível em: <https://sigrh.sp.gov.br/cbhsjd/apresentacao>. Acesso em: abr. 2026.

TERCINI, Olavo Tozete; LIMA, César Gustavo da Rocha; LOLLO, José Augusto de. “*Análise da fragilidade ambiental no município de Monte Alto (SP) e propostas para zoneamento ambiental*”. Fórum Ambiental da Alta Paulista, v. 17, n. 5, 2021, pp. 89-107.

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY (USGS). Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) 1 Arc-Second Global. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: abr. 2026.

VICK, E.P. et al. (2021). “*Avaliação da fragilidade ambiental como subsídio para gestão ambiental na bacia hidrográfica do Ribeirão do Beltrão – MS*”. GeoUERJ 38, pp. 1-20.