

AVALIAÇÃO DA FRAGILIDADE AMBIENTAL DO MUNICÍPIO DE SÃO PATRÍCIO - GO

Carlos Eduardo Filinto da Silva¹
Renato Welmer Veloso²
Renato Souza Rodovalho³
Nikolly Stephanny Prates Vieira⁴
Wellyne Lana Batista Brasil⁵

Resumo

O município de São Patrício, localizado no norte de Goiás, enfrenta uma transformação significativa no uso do solo devido à expansão agrícola desordenada, especialmente relacionada à produção de cana-de-açúcar. Embora essa expansão impulse a economia local, ela resulta em uma gestão inadequada dos recursos naturais, comprometendo a capacidade de suporte dos serviços ambientais que sustentam a biodiversidade e a qualidade de vida da população. Este estudo teve como objetivo identificar a fragilidade ambiental do município entre 1985 e 2022, utilizando a Análise Hierárquica de Processos (AHP) e técnicas de geoprocessamento. Os resultados mostraram que, durante esse período, a área urbanizada aumentou 8,5 vezes, enquanto as áreas de pastagem diminuíram consideravelmente. A análise revelou duas classes de fragilidade ambiental: baixa e alta, com predominância da última, especialmente em regiões dedicadas à agricultura intensiva. A degradação dos solos, intensificada pela monocultura e práticas agrícolas inadequadas, foi acentuada pela compactação do solo, que diminui a porosidade e a infiltração de água. Além disso, a análise identificou que a declividade e o uso do solo representam 46,2% dos fatores de fragilidade. As conversões de pastagens para monoculturas exacerbam a fragilidade ambiental e comprometem a qualidade dos recursos hídricos. Portanto, a gestão sustentável do território é fundamental para mitigar esses impactos e preservar os serviços ambientais, destacando a necessidade de um planejamento que considere as interações entre o uso do solo e a conservação ambiental.

Palavras-chave: Uso do Solo, Análise Multicritério, Geoprocessamento

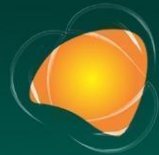
¹ *Discente do bacharelado em agronomia, IF Goiano, Campus Ceres – Departamento de ciências agrárias, carlosfsedu@gmail.com*

² *Prof. Dr. do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do IFG, Campus Águas Lindas – Departamento Áreas Acadêmicas, renato.veloso@ifg.edu.br*

³ *Prof. Dr. do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do IF Goiano, Campus Ceres – Departamento de ciências agrárias, renato.rodvalho@ifgoiano.edu.br*

⁴ *Discente do Técnico Integrado em Meio Ambiente, IFG, Campus Águas Lindas Departamento de Áreas Acadêmicas,*

⁵ *Discente do Técnico Integrado em Meio Ambiente, IFG, Campus Águas Lindas Departamento de Áreas Acadêmicas, wblaninha@gmail.com*



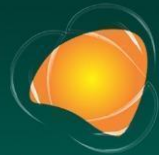
INTRODUÇÃO

O município de São Patrício, localizado no norte de Goiás, enfrenta uma crescente transformação no uso do solo, principalmente devido à expansão agrícola desordenada. Os impactos nessa região podem estar associados ao uso inadequado dos recursos naturais, comprometendo a capacidade de suporte dos serviços ambientais (FENGLER et al., 2015). Situado no Vale do São Patrício, o município tem uma população estimada de 2.143 habitantes (IBGE, 2024). Com uma área de 134.518 km², a maior parte do território é destinada a atividades agropecuárias. Esse uso do solo está diretamente relacionado à vocação agrícola da região, com ênfase na produção de cana-de-açúcar. O município, anteriormente denominado “Vila São Patrício” e administrado por Carmo do Rio Verde, passou por um processo de emancipação, recebendo o nome de São Patrício, em homenagem ao santo padroeiro da microrregião.

Com a criação da "Nova Fronteira Agrícola" na década de 1970, o Cerrado foi submetido a um processo acelerado e intenso de ocupação (VALLE, 2016). Nesse contexto, nas últimas décadas, observa-se um crescente histórico de degradação ambiental devido ao uso intensivo dos recursos naturais. A conversão do Cerrado para diferentes finalidades, como a remoção de áreas de vegetação nativa para a produção de alimentos e biocombustíveis no Brasil (ROCHA, 2012), tem contribuído significativamente para a degradação da qualidade do solo. Além disso, a expansão demográfica sobre áreas do Cerrado está diretamente associada à ampliação das fronteiras agrícolas, provocando uma série de impactos e mudanças na paisagem. As atividades do agronegócio desenvolvidas nesse bioma afetam diretamente a qualidade e a quantidade dos recursos hídricos, além de interferirem no uso e ocupação do solo (FURTADO, 2023). Assim, esse processo de ocupação resultou no surgimento de centros populacionais e no crescimento econômico (ROCHA, 2012). Diante disso, a gestão do território é essencial para garantir o uso sustentável dos recursos naturais, com base em discussões e proposições de caráter interdisciplinar.

Os estudos do ambiente físico, integrados às características de uso e ocupação, permitem o diagnóstico das diferentes categorias hierárquicas para qualificação da fragilidade ambiental (NASCIMENTO et al., 2016). A avaliação da fragilidade de ambientes naturais e antropizados é uma

REALIZAÇÃO



ferramenta importante na gestão e ordenamento territorial (ROSS, 2012). Ratcliffe (1971) ressalta que a fragilidade ambiental pode ser caracterizada pela sensibilidade inerente de um ecossistema, estando relacionada a diversas pressões ambientais que podem comprometer o equilíbrio dinâmico de um sistema. A aplicação de análise multicritério e técnicas de geoprocessamento é uma ferramenta utilizada para identificar áreas suscetíveis a impactos ambientais e, conseqüentemente, determinar os níveis de fragilidade dessas áreas (MATOS, 2020).

Uma ferramenta aplicada na gestão ambiental é o Método de Análise Hierárquica (AHP), que permite a identificação da fragilidade ambiental, sendo utilizado na tomada de decisões. O método baseia-se na divisão do problema em níveis hierárquicos, sendo aplicado pelo estabelecimento de prioridades ponderadas, podendo ser integrado a outras técnicas (MARINS et al., 2009). A análise multicritério, com dados ambientais obtidos por meio de técnicas de geoprocessamento, possibilita identificar áreas mais suscetíveis a impactos ambientais (MATOS, 2020).

Neste contexto, o presente trabalho objetivou implementar a análise multicritério, utilizando a metodologia AHP, para identificar a fragilidade ambiental do município de São Patrício (GO), com foco nos anos de 1985 e 2022.

METODOLOGIA

A delimitação territorial do município de São Patrício foi estabelecida com base nas informações fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Os dados cartográficos foram processados em um ambiente integrado por meio do Banco de Dados Georreferenciado, utilizando o software QGIS, versão 3.34.6 (QGIS, 2024).

O Modelo Digital de Elevação (MDE) foi obtido a partir do Copernicus DEM (COP-30), com resolução espacial de 30 metros, e utilizado para a geração das classes de declividade do município de São Patrício. Esse modelo, referenciado ao geóide EGM 2008, proporciona dados altimétricos precisos e detalhados, permitindo uma análise aprofundada das características topográficas e da rede hidrográfica da bacia (CREMON et al., 2022). Os mapas de mudança no uso e ocupação do solo foram extraídos do projeto de mapeamento anual da cobertura do solo no Brasil (MapBiomias), com referência nos anos de 1985 a 2022 (MAPBIOMAS, 2024). Esses mapas foram reclassificados conforme os



principais usos de interesse, sendo estes: agropecuária, áreas não vegetadas, corpos d'água, formações florestais e formações naturais não florestais. Cada uso recebeu um índice de risco específico, sendo 3,0; 1,0; 2,0; 2,5; e 1,0, respectivamente.

A classificação da declividade seguiu a proposta da Embrapa (1979), que categoriza o relevo em classes variando de plano a escarpado. Para a análise de fragilidade ambiental, a declividade foi reclassificada conforme os critérios de Crepani (2001). Os mapas de dissecação horizontal e vertical foram elaborados segundo a metodologia de Guimarães et al. (2017) e, posteriormente, reclassificados conforme o modelo de Crepani (2001).

O mapa de erosividade da chuva foi obtido a partir do mapa de médias mensais de precipitações de 98 estações distribuídas ao redor da área de estudo. Os dados foram extraídos da Agência Nacional de Águas (ANA) e integrados pelo método de inverso do quadrado da distância (IDW). Os mapas das classes solos (1: 5.000.00) e geologia (1:250.000) foram obtidos a partir de base de dados do IBGE (IBGE, 2024).

Os mapas gerados foram rasterizados e padronizados para a mesma projeção cartográfica e sistema de referência de coordenadas: UTM, SIRGAS 2000, fuso 22S. A partir disso, foram elaborados dois mapas de fragilidade ambiental, um para o ano de 1985 e outro para 2022, com o objetivo de avaliar o impacto do uso e ocupação do solo, utilizando a metodologia de Análise Hierárquica de Processos (AHP, Analytical Hierarchy Process). Os indicadores ambientais utilizados na elaboração desses mapas incluíram declividade, dissecação horizontal e vertical, pedologia (solos), geologia, vulnerabilidade à perda de solo pela precipitação, e uso e ocupação do solo para os anos de 1985 e 2022. Uma matriz de comparação foi criada para determinar os níveis de importância de cada indicador e, em seguida, prosseguiu-se no pareamento das variáveis avaliadas para definir a escala de pesos atribuída a cada um desses fatores (Tabela 1). Por fim, foi gerada uma carta síntese com classes hierárquicas para os anos de 1985 e 2022, variando de 1 a 3, correspondendo a níveis de fragilidade ambiental classificados de muito baixa a muito alta, respectivamente, representando o índice de fragilidade da área.

Tabela 1: Matriz de comparação dos critérios com valores uso e ocupação (Uso), declividade (Dec), pedologia (PD), Dissecação Vertical (DV) e Horizontal (DH), vulnerabilidade a perda de solo (Vps) e



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

geologia (Geo) entre os parâmetros avaliados, sendo P = pesos dos critérios. Razão de Consistência (RC) = 5,3%.

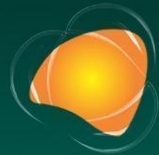
Critérios	Uso	Dec	PD	DV	DH	Vps	Geo	P
Uso	1,00	3,30	1,20	2,40	2,00	2,40	2,10	0,231
Dec	0,30	1,00	2,00	2,00	2,00	1,30	2,20	0,231
PD	0,83	0,50	1,00	1,60	1,30	2,00	1,11	0,154
DV	0,42	0,50	0,63	1,00	0,50	2,10	0,40	0,129
DH	0,50	0,50	0,77	2,00	1,00	1,00	0,70	0,082
Vps	0,42	0,77	0,50	0,48	1,00	1,00	0,80	0,096
Geo	0,48	0,45	0,90	2,50	1,43	1,25	1,00	0,077

O cálculo dos pesos de cada critério foi realizado para determinar as médias ponderadas de importância entre os indicadores selecionados, utilizando a escala fundamental de julgamento proposta por Saaty (1977) para a comparação par a par dos critérios. O índice randômico, que varia conforme o número de critérios analisados, foi de 1,35 para o conjunto de sete fatores considerados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O município de São Patrício está localizado no norte de Goiás, com uma variação de altitude de aproximadamente 600 metros. A declividade do município é predominantemente suave ondulada e ondulada, correspondendo a 40,0% e 41,2%, respectivamente (Tabela 02). Apenas 0,63% do território municipal apresenta relevo classificado como montanhoso e escarpado, ou seja, com inclinação superior a 45%. Essas áreas são designadas como Áreas de Proteção Permanente (APPs), onde a remoção da vegetação natural é restringida, visando controlar a erosão e promover o processo de infiltração de água (BRASIL, 2012). Além disso, a declividade e o uso do solo foram os principais indicadores para 2022, somando 46,2% dos pesos na avaliação da fragilidade ambiental em São Patrício.

Tabela 2: Classes de Declividade, área e percentual no município de São Patrício.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

Classe de Declividade	Intervalo	Área	
	(%)	(km ²)	(%)
Plano	0 - 3	14,90	8,7%
Suave Ondulado	3 - 8	68,73	40,0%
Ondulado	8 - 20	70,85	41,2%
Forte Ondulado	20 - 45	16,31	9,5%
Montanhoso	45 - 75	1,05	0,62%
Escarpado	> 75	0,02	0,01%
TOTAL		171.887	100,0%

A precipitação anual média do município foi de 2448,9 mm (Figura 1). O período chuvoso ocorreu de outubro a março, com uma média de 227,1 mm, enquanto o período seco de abril a setembro teve uma média de 31,7 mm (Figura 1). O mapa de vulnerabilidade à perda de solo, gerado a partir dos dados de precipitação de 98 estações ao redor da área de estudo. O índice de vulnerabilidade à erosão foi uniforme para o município, de 3,25.

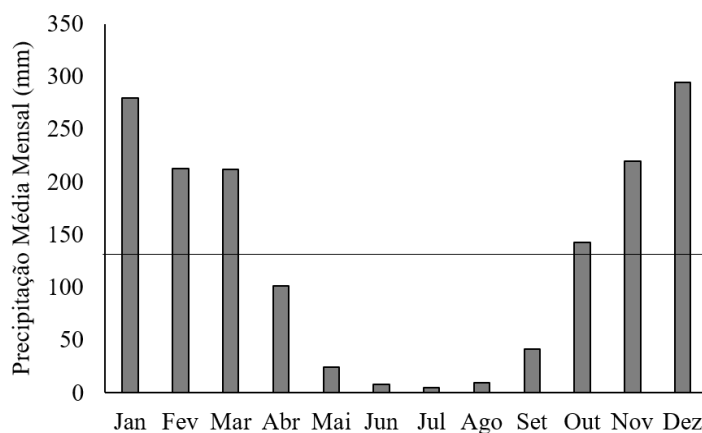
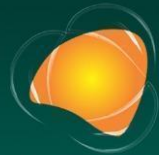


Figura 1: Distribuição mensal da precipitação (mm) e linha horizontal indicativa da precipitação média anual.

O mapa de dissecação variou de valores entre 1,5 e 2,6 indicando um risco moderado de erosão relacionada a este fator. A análise da dissecação da paisagem de São Patrício indicou o predomínio de áreas com grau de dissecação fraca (65,7 %) e muito forte (25,5 %) (Tabela 3). Os resultados destacam a necessidade de estratégias de preservação destas áreas com maior potencial de fragilidade associado



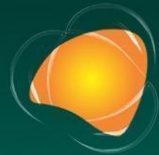
a esse fator. A amplitude altimétrica corresponde ao aprofundamento da dissecação da paisagem, que potencializa a erosão relacionado a energia potencial da água da chuva ao percorrer as bacias hidrográficas (CREPANI, 2001).

Tabela 3: Distribuição da Área por Grau de Dissecação.

Grau de Dissecação	Área (km²)
Fraca	112,9
Moderada	12,2
Forte	3,0
Muito Forte	43,8
Total	171,9

O mapeamento pedológico identificou duas principais classes de solo na área de estudo: Argissolos Vermelhos, representando 30,5%, e Chernossolos, que são majoritários com 69,5% (Figura 2A). Ambos os tipos de solo apresentam um horizonte subsuperficial rico em argilas, característica que os torna suscetíveis à erosão, especialmente em sulcos. Em áreas onde o horizonte C está presente, essa susceptibilidade é ainda mais pronunciada, aumentando a propensão a processos erosivos intensos. A vulnerabilidade dos solos com alto teor de argila e horizonte subsuperficial à erosão demanda estratégias específicas de manejo e conservação para minimizar a degradação do solo e promover a sustentabilidade agrícola e ambiental (BRASIL,2018).

As unidades geológicas de diorito, granito e xisto carbonático predominam nas áreas de Chernossolos Argilúvicos e parte dos Argissolos ao sul do município (Figuras 2A e 2B). Enquanto isso, as áreas ocupadas por xisto carbonático são mais extensas ao sul do município, cobrindo 53,2% da região. Em conjunto com as unidades de diorito, essas formações se mesclam com as áreas de



Argissolos e uma parte do Chernossolos (Figura 2A e 2B).

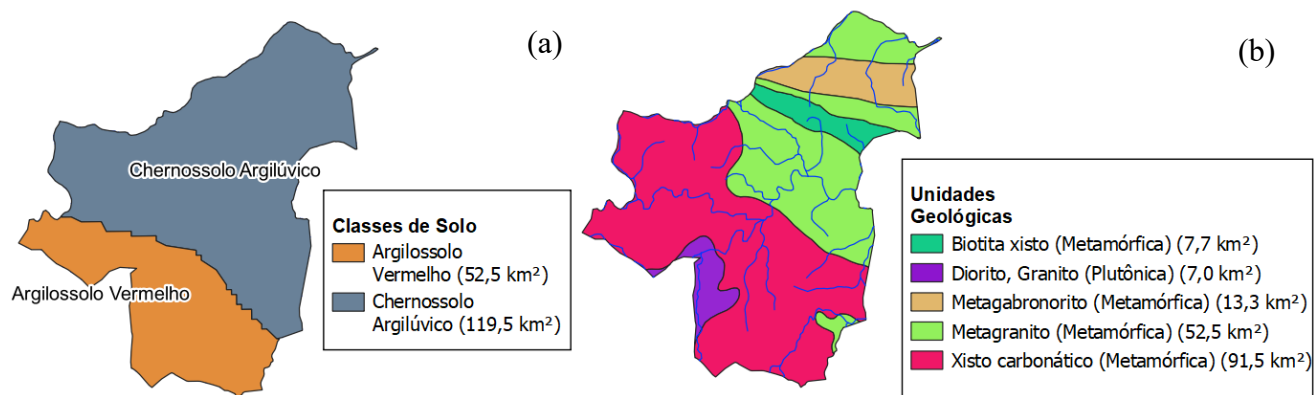
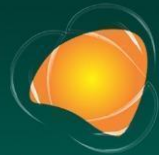


Figura 2: Mapa de Solos (2A) e de Geologia (2B) do município de São Patrício.

Durante o período de 1985 a 2022, a área estudada passou por mudanças significativas em seus usos do solo. A área urbanizada aumentou 8,5 vezes, refletindo o crescimento urbano (Figura 3). As formações vegetais também apresentaram crescimento pouco expressivo, com a formação florestal aumentando de 752,3 hectares (4,38%) para 990,7 hectares (5,76%) e a formação campestre de 15,1 hectares (0,09%) para 24,8 hectares (0,14%). A formação savânica cresceu de 69,6 hectares (0,40%) para 92,5 hectares (0,54%). A introdução de culturas como a cana e a soja também foi notável, com a cana cobrindo 1483,3 hectares (8,63%) em 2022, e a soja aumentando de 3,5 hectares (0,02%) para 31,7 hectares (0,18%). As outras lavouras temporárias aumentaram de 5,4 hectares (0,03%) para 244,2 hectares (1,42%). Em contraste, a área de pastagem diminuiu de, 12052,8 hectares (70,12%) para 11028,7 hectares (64,17%), enquanto o mosaico de usos reduziu-se de 4066,6 hectares (23,66%) para 3095,9 hectares (18,01%).

Os dados acima indicam uma diversificação crescente nos usos do solo e uma maior ocupação urbana e agrícola na região. A região do vale do São Patrício passou por uma grande conversão de suas áreas de pastagem para principalmente a monocultura da cana-de-açúcar na década de 80. A implementação de usinas sucroalcooleiras na região, após incentivo fiscal do governo, fez com que muitos produtores abandonassem suas principais atividades, para o arrendamento de suas terras para o



EXTREMOS CLIMÁTICOS: **IMPACTOS ATUAIS** E RISCOS FUTUROS

plântio da cana (VALLE, 2016). Com o surgimento destas novas áreas agroindustriais objetivou-se atender à crescente demanda global por energia. A busca por suprir essa demanda, por meio de fontes alternativas de agroenergia, como biodiesel e etanol, tem impulsionado pela expansão das lavouras de cana-de-açúcar no Centro-Oeste brasileiro, resultando na ampliação de cultivos e na construção de novas usinas sucroalcooleiras, alterando o cenário produtivo da região (SILVA, 2013).

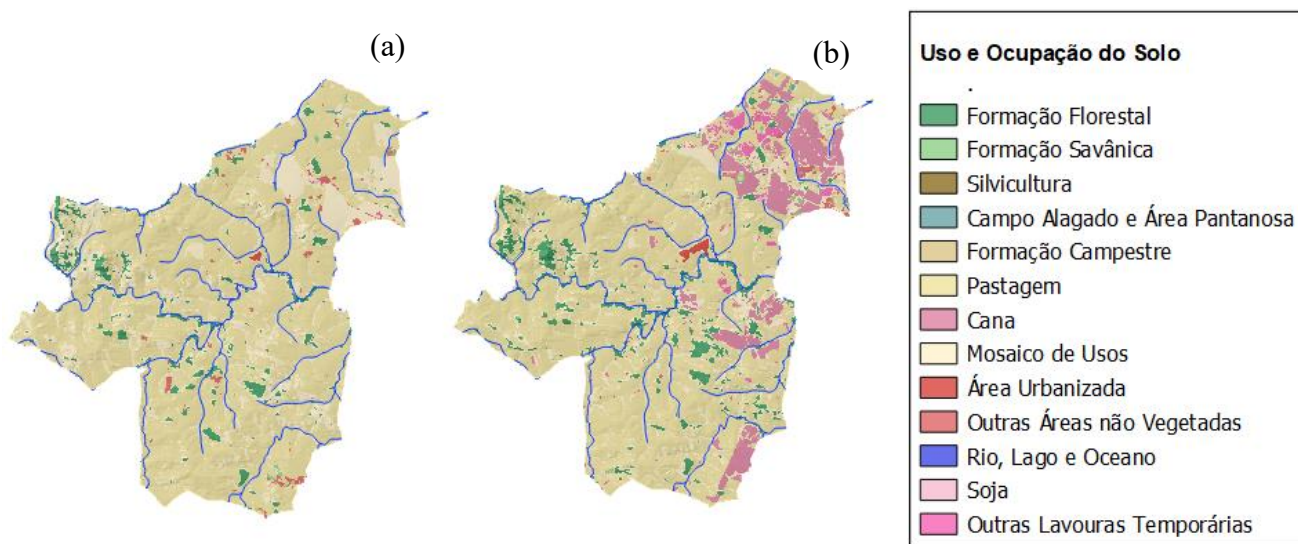


Figura 3: Mapa de uso e ocupação do solo de São Patrício para os anos de 1985 (A) e 2022 (B).

Tabela 4: Área e percentual do uso e cobertura da terra do município de São Patrício (GO), para os anos de 1985 e 2022.

Classe de Fragilidade	1985		2022	
	(ha)	%	(ha)	%
Baixa	498,7	2,90%	656,6	3,82%
Alta	16690,7	97,10%	16532,8	96,18%
Total	17189,4	100,00%	17189,4	100,00%

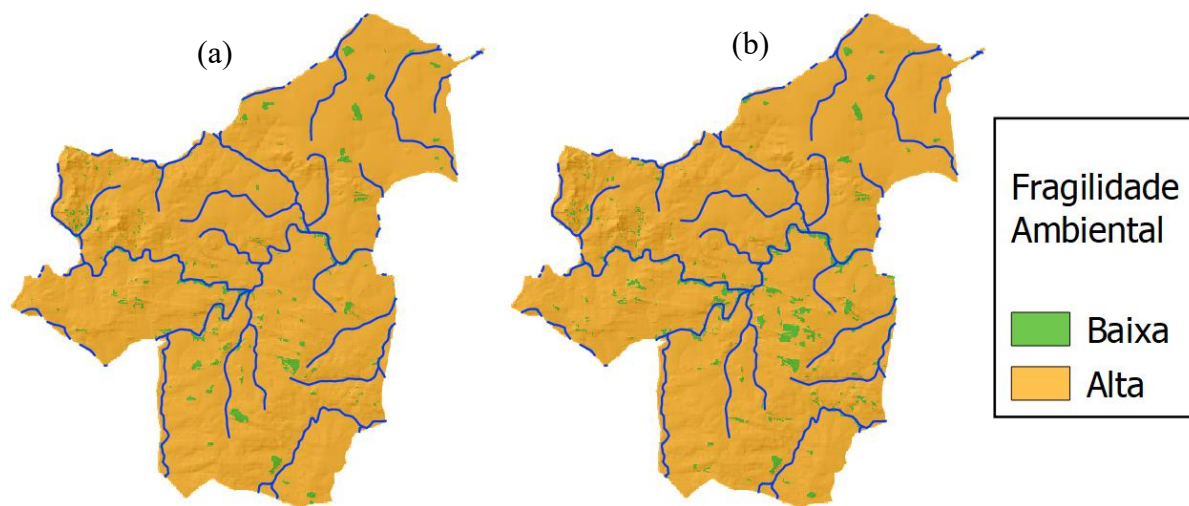
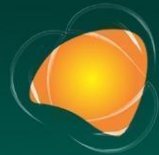
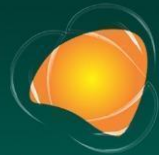


Figura 4: Mapa de fragilidade ambiental de São Patrício para os anos de 1985 (A) e 2022 (B).

O mapa de fragilidade ambiental do município de São Patrício identificou duas classes de fragilidade ambiental: baixa e alta (Figura 4A e 4B). As áreas com maior fragilidade ambiental distribuem-se por toda a extensão do município, especialmente em regiões de prática agrícola. Observou-se uma diminuição de 0,95% nas áreas classificadas como de alta fragilidade, embora essa continue sendo a classe dominante. Em contrapartida, as áreas de baixa fragilidade aumentaram em 31,66% durante o período avaliado.

Áreas anteriormente ocupadas por pastagens (Figura 4A) foram convertidas para a monocultura de cana-de-açúcar, o que potencializa a fragilidade ambiental da região. Essa prática intensifica o processo erosivo e prejudica a infiltração de água no solo, principalmente devido à compactação causada pelo alto tráfego de maquinário agrícola pesado, que reduz a porosidade do solo e dificulta a absorção de água (GARBIATE, 2011). Além disso, o desmatamento para o cultivo expõe o solo, tornando-o mais vulnerável à erosão. A monocultura, ao diminuir a quantidade de matéria orgânica no solo, agrava a perda de solo e afeta sua estrutura. O aumento do escoamento superficial reduz a recarga dos aquíferos, contribuindo para a degradação do solo e diminuindo a infiltração de água, prejudicando assim o equilíbrio hídrico da região.



CONCLUSÕES

Na avaliação da fragilidade ambiental, os principais fatores identificados foram a declividade e o uso do solo, que juntos representam 46,2% da análise realizada. Outra preocupação crescente foi a degradação dos solos, acentuada pelas mudanças nos usos da terra. A conversão de pastagens para monoculturas de cana-de-açúcar alterou significativamente o uso do solo, resultando em maior urbanização e práticas agrícolas intensivas. Isso não só exacerbou a fragilidade ambiental, mas também comprometeu a qualidade do solo e a infiltração de água, devido à compactação pelo tráfego de maquinário pesado. O mapeamento revelou um elevado nível de dissecação da paisagem, com 65,7% das áreas apresentando grau de dissecação fraca e 25,5% muito forte, indicando uma forte vulnerabilidade a processos erosivos. Além disso, o predomínio de Argissolos Vermelhos e Chernossolos, suscetíveis à erosão, ressalta a urgência de estratégias de manejo e conservação. Finalmente, a classe de fragilidade ambiental alta predominou no município de São Patrício durante os períodos avaliados. Além disso, a expansão agrícola alterou significativamente a distribuição das classes de fragilidade ambiental na área de estudo.

REFERÊNCIAS

- BETTIOL, G. M.; FERREIRA, M. E.; MOTTA, L. P.; CREMON, E. H.; SANO, E. E. **Conformity of the NASADEM_HGT and ALOS AW3D30 DEM with the Altitude from the Brazilian Geodetic Reference Stations: A Case Study from Brazilian Cerrado.** *Sensors* 2021, 21, 2935.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 5. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018. 356 p.
- BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 1, 28 maio 2012. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm.
- CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S. de; 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.** São José dos Campos: INPE, 2001. 124 p. (INPE-8454-RPQ/722).
- FENGLER, F. H.; MORAES, J. F. L.; et al. **Qualidade ambiental dos fragmentos florestais na bacia hidrográfica do Rio Jundiá-Mirim entre 1972 e 2013.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.19, n.4, p. 402–408, 2015.



EXTREMOS CLIMÁTICOS: IMPACTOS ATUAIS E RISCOS FUTUROS

- FURTADO, Adriano. **Fragilidade ambiental da alta bacia hidrográfica do Rio Meia Ponte (Goiás) e conflitos pelo uso da água.** 2023. 115 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Câmpus Cora Coralina, Universidade Estadual de Goiás, Goiás, GO, 2023.
- GARBIATE, M. V.; VITORINO, A. C. T.; TOMASINI, B. A.; BERGAMIN, A. C.; PANACHUKI, E. **Erosão em entre sulcos em área cultivada com cana crua e queimada sob colheita manual e mecanizada.** **Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em Agronomia)***, Dourados, p.2145-2155, 2011.
- GUIMARÃES, F. S.; CORDEIRO, C. M.; BUENO, G. T.; CARVALHO, V. L. M.; NERO, M. A. **Uma proposta para automatização do Índice de dissecação do relevo.** Revista Brasileira de Geomorfologia, São Paulo, v. 18, n. 1, p. 155-167, 2017. DOI: 10.20502/rbg.v18i1.1163.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo 2022.** [s.l.]. 2021. Disponível em <https://censo2022.ibge.gov.br/sobre/conhecendo-o-brasil.html>. Acesso: 25 abr. 2024.
- MARINS, C. S.; SOUZA, D. de 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. p.1778-1788, 2009.
- MATOS, A. C. M. **Identificação da fragilidade ambiental potencial através de análise multicritérios e técnicas de geoprocessamento: município de Patos de Minas/MG.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, p.106, 2020.
- NASCIMENTO, N. S.; VIEIRA, E. M.; et al. **Estudo da vulnerabilidade ambiental em uma micro bacia hidrográfica empregando hierarquia nominal e operador local.** Revista Brasileira de Geografia Física, v. 09 n.03, p.897-916, 2016.
- PROJETO MAPBIOMAS. **Coleção versão 8.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil.** 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>. Acesso em: 20 abr. 2024.
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. **Geographic Information System QGIS.** Open Source Geospatial Foundation Project, 2024. Disponível em: <https://qgis.org/en/site/forusers/download.html>. Acesso em: 04 set. 2024.
- RATCLIFFE, D. A. **Criteria for the selection of nature reserves.** Advancement of Sciences. 27:294-296, 1971.
- ROCHA, J. C. S. **Dinâmica de ocupação no cerrado: Caracterização dos desmatamentos e análise das frentes de expansão.** Dissertação de mestrado (Programa de Pós Graduação em Agronegócio), Goiânia, p.83, 2012.
- ROSS, J. L. S. **Landforms and environmental planning: Potentialities and Fragilities.** Revista do Departamento de Geografia. 38-51, 2012.
- SILVA, S. D.; BARBALHO, M. G. S.; ANDRADE, J. L. **A expansão sucroalcooleira e a devastação ambiental nas matas de São Patrício, microrregião de Ceres, Goiás.** Dissertação de mestrado (Programa de Pós-Graduação em História), Brasília, p.230-247, 2013.
- VALLE, L. **História, conservação e legislação ambiental no Vale do São Patrício: Abordagem exploratória e descritiva.** Dissertação de mestrado (Centro Universitário de Anápolis), Anápolis, p.66, 2016. Disponível em: <http://45.4.96.19/bitstream/aee/212/1/Luciano%20do%20Valle.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2024.