

## ANÁLISE GEOESPACIAL DAS NASCENTES LOCALIZADAS EM ÁREAS DE USO ANTRÓPICO E FORMAÇÃO FLORESTAL NO MUNICÍPIO DE ITABIRA (MG)

Martins, Joelma E. (EG)<sup>1</sup>; Maia, James L. (PQ)<sup>1</sup>; Miller, Caio H.A. (EG); Otávio, A.P. (EG); Moreira, Fernanda K.A. (EG); Gomes, Samuel F.M. (EG); Carneiro, Ana L.S. (EG); Moreira, Philip de S. (EG); Leal, João V. (EG)

<sup>1</sup>UNIVERSIDADE FEDERAL DE ITAJUBÁ - CAMPUS THEODOMIRO CARNEIRO SANTIAGO.

**Palavras-chave:** Geoprocessamento. Nascentes. Uso do solo. Conservação Ambiental. Itabira

### Introdução

De acordo com Duarte (2018), configura-se o ponto de afloramento do lençol freático, que dá origem a uma fonte de água. Essa fonte pode formar tanto corpos d'água represados quanto cursos d'água, como córregos, rios e ribeirões. As nascentes desempenham um papel essencial na rede de drenagem superficial, uma vez que, segundo Fonseca *et al.* (2021), possibilitam a formação de canais de drenagem e, conseqüentemente, contribuem para a manutenção das bacias hidrográficas.

A urbanização tem provocado impactos negativos sobre os sistemas hídricos, resultando na degradação e, em alguns casos, na destruição dos mananciais (FONSECA *et al.*, 2018). Nas áreas urbanas, os recursos hídricos são destinados ao abastecimento humano e industrial, irrigação e recreação, mas sofrem com a poluição e a impermeabilização do solo, que alteram o sistema de drenagem e o balanço hidrológico local (HALL, 1984; FELIPPE *et al.*, 2011; MARCIANO; SILVA; SILVA, 2016).

A ausência de proteção adequada reduz a vazão e a qualidade das nascentes, afetando organismos dependentes desses recursos (DUARTE, 2018). Apesar disso, Gomes *et al.* (2021) ressaltam que as áreas urbanas também podem abrigar nascentes, relevantes para a dinâmica socioespacial, cuja preservação e recuperação são essenciais frente ao risco de desaparecimento.

O município de Itabira-MG, situado no Quadrilátero Ferrífero e inserido nas bacias dos rios Santo Antônio e Piracicaba, destaca-se pela diversidade hídrica associada à transição entre Mata Atlântica e Cerrado (CBH PIRACICABA, 2015).

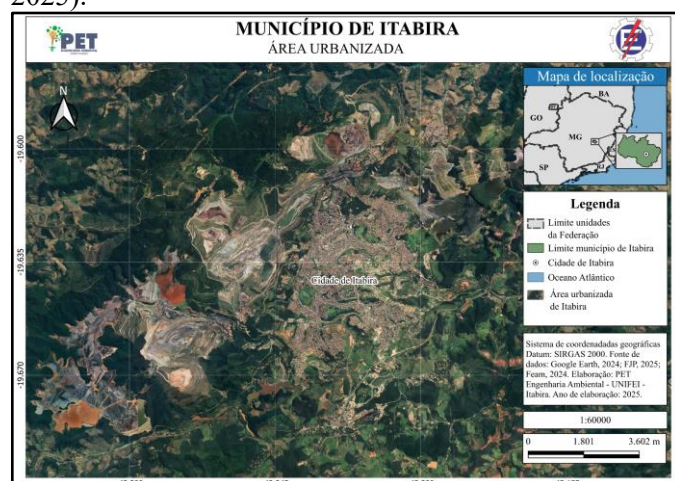
Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo realizar uma análise espacial da condição geral das

nascentes de Itabira-MG, relacionando o estado de conservação desses mananciais com o uso e cobertura do solo, bem como, com as restrições ambientais associadas ao seu entorno imediato, por meio de ferramentas de geoprocessamento.

### Metodologia

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023), o município possui uma área territorial total de 1.253,704 km<sup>2</sup>. De acordo com os dados obtidos através da Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (Embrapa, 2015), dentro desse território, a área urbanizada é de aproximadamente 31,82 km<sup>2</sup>, o que representa cerca de 2,54% da área total do município, sendo o polo urbano do município a própria cidade de Itabira, conforme possível visualizar através da figura 1.

Figura 1 – Mapa de Localização Itabira (Fonte: Autores, 2025).

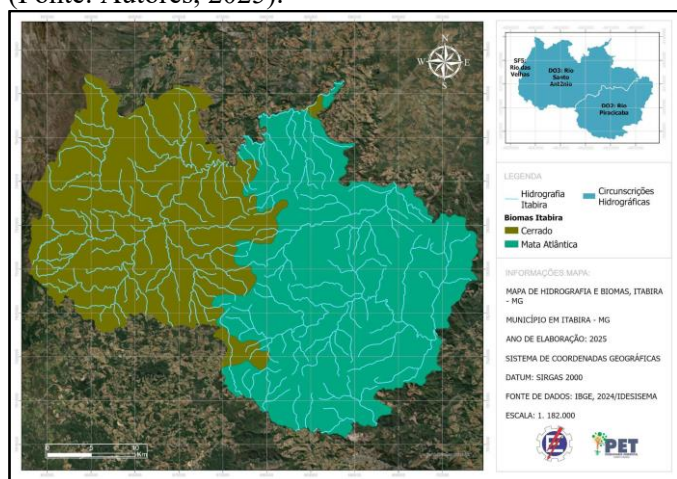


Em relação às áreas de nascentes, Itabira abriga importantes recursos. Segundo a prefeitura do município (2023), a cidade está inserida em uma zona de transição

**“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”**

entre os biomas da Mata Atlântica e do Cerrado, o que contribui para a diversidade de espécies vegetais e a presença de diversas nascentes. A seguir, na figura 2, pode-se visualizar o mapa de hidrografia, bem como os biomas que abrangem a cidade.

Figura 2 – Hidrografia e biomas, município de Itabira. (Fonte: Autores, 2025).



O presente estudo foi realizado em um ambiente de Sistema de Informações Geográficas (SIG), utilizando o software *ArcGIS Pro 3.3*. Todos os mapas e camadas foram desenvolvidos no sistema de coordenadas planas, adotando como projeção UTM, Datum SIRGAS 2000, zona 23S, assegurando maior precisão espacial para a área de estudo.

O mapeamento do uso e cobertura do solo foi obtido a partir do MapBiomas, sendo o território classificado em 15 categorias, tendo como destaque para a pesquisa as classes de mosaico de usos/pastagem e formação florestal. Para a organização e análise espacial das nascentes, foram aplicadas diferentes ferramentas do software *ArcGIS Pro*, como:

**Função Merge:** função utilizada para unir diferentes camadas vetoriais em um único arquivo, possibilitando a integração das classes de mosaico de uso e pastagem.

**Função Dissolve:** ferramenta que consolida polígonos com atributos semelhantes, reduzindo fragmentações e simplificando a base cartográfica.

**Função Clip:** recorte de camadas vetoriais e *raster* de acordo com um polígono delimitador (limite municipal), garantindo consistência espacial e eliminando dados externos à área de estudo.

Além dessas funções, as análises contemplaram restrições ambientais, considerando a sobreposição de nascentes com Áreas de Preservação Permanente (APPs), Unidades de Conservação Federais, Estaduais e Municipais, Reservas de Patrimônio Natural e áreas de proteção cultural registradas pelo IPHAN.

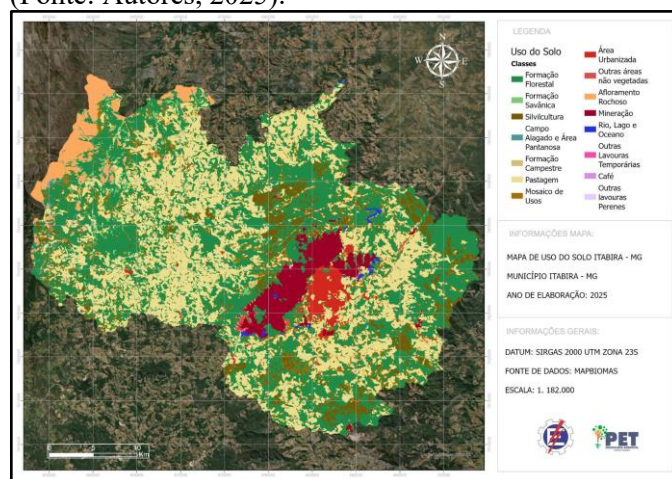
As principais fontes de dados utilizadas foram: IDE-Sisema (shapefiles ambientais), IBGE (limites municipais) e MapBiomas (uso e cobertura da terra). A integração dessas bases permitiu a geração de mapas temáticos de uso do solo, distribuição das nascentes e restrições ambientais, fundamentais para análise comparativa entre áreas antrópicas e florestais na região do estudo.

## Resultados e discussão

O município apresenta um padrão heterogêneo de uso do solo, com predominância de áreas naturais (florestais e savânicas) intercaladas com pastagens, mosaicos de uso e atividades minerárias. A região central-sul concentra a urbanização e as operações de mineração, indicando maior atividade antrópica e vulnerabilidade das nascentes próximas. Por outro lado, as áreas verdes e florestais, especialmente nas regiões norte e oeste, desempenham papel crucial na conservação dos recursos hídricos e na manutenção da biodiversidade.

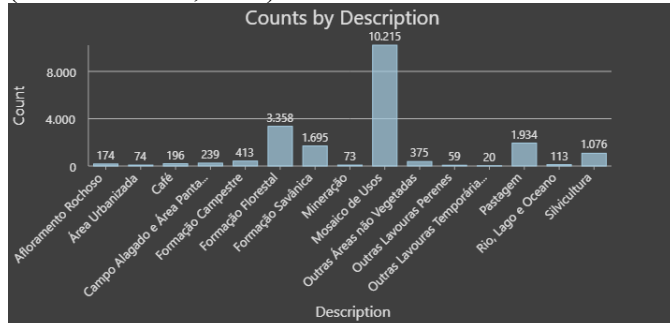
Na figura 3, pode-se visualizar o mapa de uso e cobertura do solo do município de Itabira; em seguida, é apresentado o gráfico com os valores das áreas conforme as classes de uso do solo.

Figura 3 – Mapa de Uso e cobertura do solo em Itabira (Fonte: Autores, 2025).



*“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”*

Figura 4: Gráfico de Valores para Cada Classe de Solo (Fonte: Autores, 2025).



A análise espacial identificou um total de 2.180 nascentes distribuídas no município de Itabira. Essas nascentes apresentaram distribuição diferenciada conforme as classes de uso e cobertura do solo. A categoria mosaico de usos e pastagem correspondeu à maior área territorial (12.149 m<sup>2</sup>), abrigando 743 nascentes. Já a formação florestal, com área relativamente menor (3.358 m<sup>2</sup>), concentrou 1.099 nascentes, evidenciando maior densidade hídrica e relevância ecológica.

A formação florestal destacou-se pela maior conservação das nascentes, com vegetação nativa contínua, baixa fragmentação e significativa sobreposição com APPs e Unidades de Conservação (UCs), sobretudo nas porções norte e noroeste do município (Figuras 5 e 6). Essas regiões funcionam como áreas estratégicas para a proteção hídrica, pois apresentam condições ambientais mais favoráveis à manutenção da infiltração, estabilidade do solo e recarga dos aquíferos.

Em contrapartida, nas áreas de mosaico de usos/pastagem, observou-se maior fragmentação da vegetação, proximidade de áreas urbanas, influência da mineração e baixa sobreposição com APPs, resultando em alta vulnerabilidade ambiental. Essas nascentes estão mais expostas a processos de degradação como erosão, assoreamento, compactação do solo e contaminação por insumos agropecuários.

Figura 5 – Distribuição de nascentes em áreas de mosaico de usos/pastagem (Fonte: Autores, 2025).

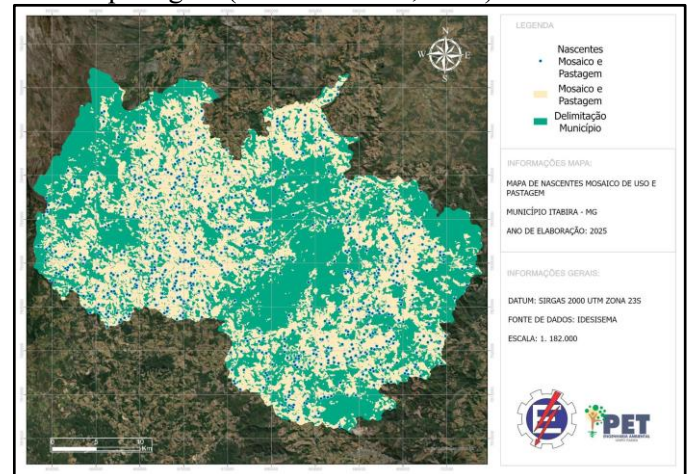
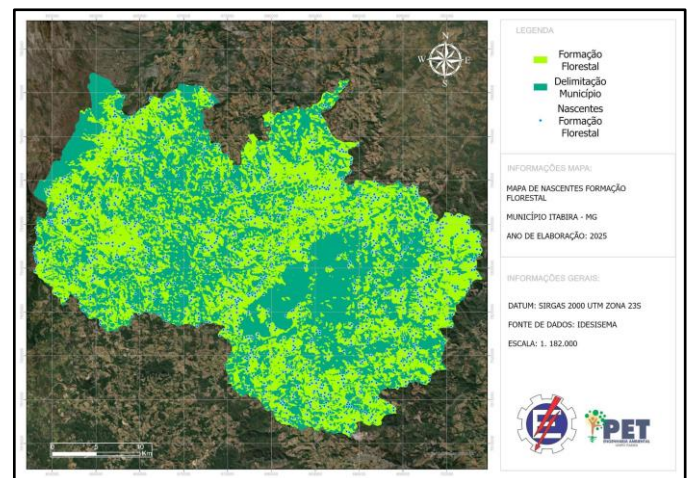


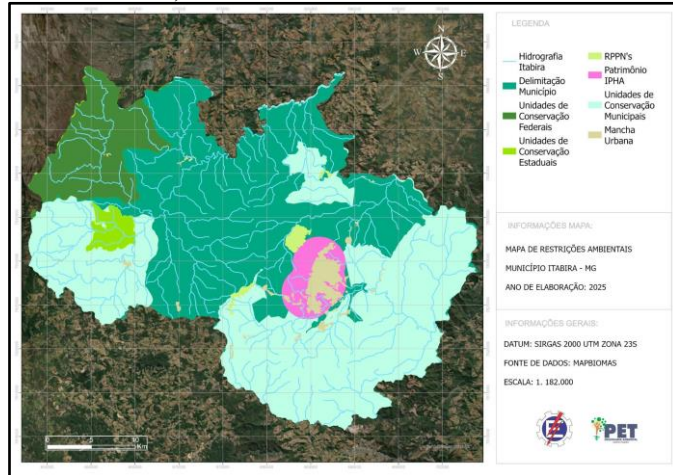
Figura 6 – Distribuição de nascentes em áreas de formação florestal (Fonte: Autores, 2025).



Além disso, o mapa de restrições ambientais (Figura 7) demonstrou a coincidência entre maior densidade de nascentes e áreas de proteção legal. As UCs e APPs funcionam como barreiras regulatórias contra a degradação hídrica, enquanto as áreas urbanizadas e minerárias, localizadas principalmente no setor centro-sul, apresentaram baixa densidade de nascentes e maior risco de perda hídrica.

**“Do conhecimento acadêmico à transformação sustentável: inovação com validação científica”**

Figura 7 – Restrições ambientais em Itabira (Fonte: Autores, 2025).



A comparação entre classes de uso permite inferir que, embora as áreas antrópicas apresentem maior extensão territorial, sua contribuição para a manutenção hídrica é inferior, devido às condições de degradação. Já as áreas florestais, mesmo restritas, concentram a maior parte das nascentes, evidenciando sua função essencial na resiliência hídrica e manutenção da biodiversidade local.

Esses resultados reforçam que a preservação e ampliação da cobertura florestal, especialmente em áreas críticas de pastagem e urbanização, são fundamentais para a proteção dos recursos hídricos. Estratégias como restauração e recuperação florestal, criação de corredores ecológicos e outras ações emergem como medidas prioritárias para reduzir a vulnerabilidade hídrica no município.

### Conclusões

A análise geoespacial realizada evidenciou que as áreas florestais apresentam uma concentração significativamente maior de nascentes em comparação com outras classes de uso do solo, ocupando uma menor extensão territorial. Esse padrão reforça a função estratégica dessas áreas para a proteção e manutenção dos recursos hídricos, destacando a necessidade de sua preservação e ampliação para garantir a sustentabilidade ambiental. Já as áreas de mosaico de uso/pastagem apresentaram elevada vulnerabilidade ambiental, apresentando menor densidade de cobertura florestal e maior exposição a processos erosivos e degradação das nascentes, indicando a urgência na implementação de estratégias de recuperação ecológica e manejo sustentável.

O emprego do *ArcGIS Pro 3.3*, aliado a bases geoespaciais atualizadas, revelou-se uma ferramenta eficaz para a identificação de padrões espaciais complexos, permitindo a análise detalhada da distribuição das nascentes e subsidiando o planejamento de ações de conservação, restauração e gestão hídrica.

Dessa forma, a integração de análises geoespaciais com políticas de uso do solo oferece um suporte robusto para a tomada de decisões voltadas à proteção dos recursos hídricos no município.

### Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal de Itajubá – Campus Itabira (UNIFEI) pelo suporte institucional e pela disponibilização da infraestrutura necessária para o desenvolvimento deste trabalho. Estendemos nossa gratidão ao Instituto de Ciências Puras e Aplicadas (ICPA) pelo apoio técnico e científico durante as etapas de pesquisa e análise.

### Referências

- CBH PIRACICABA.** Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Piracicaba. 2015.
- DUARTE, A. A.** Hidrologia Básica. 2018.
- ESRI. ArcGIS Pro 3.3.** Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute, 2024. Disponível em: <https://www.esri.com/en-us/arcgis/products/arcgis-pro/overview>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- FONSECA, A. L. et al.** Recursos hídricos em áreas urbanas. 2018.
- FONSECA, A. L. et al.** Conservação de nascentes e bacias hidrográficas. 2021.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.** Bases geográficas. 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 21 jun. 2025.
- IDE-SISEMA – INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS DO SISEMA.** Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos de Minas Gerais. 2025. Disponível em: <https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br/>. Acesso em: 21 jul. 2025.
- MAPBIOMAS.** Projeto MapBiomas – Coleção de dados de uso e cobertura da terra do Brasil. 2025. Disponível em: <https://mapbiomas.org/>. Acesso em: 21 ago. 2025.