

# ZONEAMENTO AMBIENTAL DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO UBERABINHA A PARTIR DA INTEGRAÇÃO DE COMPONENTES DA PAISAGEM

*Environmental Zoning of the Uberabinha River Basin Based on the Integration of Landscape Components*

## Raphael Tosta Santana

Bacharel em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

[raphael.tosta07@gmail.com](mailto:raphael.tosta07@gmail.com)

## Rafael Mendes Rosa

Doutor em Geografia, Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

[rafaelmendesr@hotmail.com](mailto:rafaelmendesr@hotmail.com)

## Vanderlei de Oliveira Ferreira

Doutor em Geografia, Professor da Universidade Federal de Uberlândia, Brasil

[vanderlei.ferreira@ufu.br](mailto:vanderlei.ferreira@ufu.br)

Recebido: 02/03/2026

Aceito: 05/05/2026

## Resumo

A utilização ambientalmente sustentável do território demanda uma organização racional, que pode ser alcançada por meio da aplicação de instrumentos eficientes de planejamento e de gestão ambiental. Nesse contexto, o zoneamento ambiental constitui um instrumento importante para o manejo adequado de bacias hidrográficas, pois pode indicar áreas com diferentes níveis de aptidão e de perspectivas de uso, bem como prioridades de conservação e de recuperação. A área do presente estudo corresponde à bacia hidrográfica do rio Uberabinha, localizada nos municípios de Uberaba, Uberlândia e Tupaciguara, no estado de Minas Gerais. A proposta metodológica do zoneamento ambiental contempla a avaliação da vulnerabilidade à perda de solos, seguida da avaliação quali-quantitativa da vulnerabilidade das águas superficiais e das condições das áreas legalmente protegidas. Seu desenvolvimento envolve o reconhecimento de conflitos a partir da interseção entre a cobertura e o uso da terra e as vulnerabilidades, bem como entre a cobertura e o uso da terra e as áreas legalmente protegidas. Trata-se, portanto, de um modelo construído para o zoneamento ambiental, capaz de indicar áreas para preservação, recuperação e manejo. Espera-se, por fim, que os dados sejam úteis ao Comitê e à Agência de Bacia do Rio Araguari para a implementação de ações voltadas ao planejamento e à gestão ambiental da bacia do rio Uberabinha.

**Palavras-chave:** Zoneamento ambiental, Paisagem, Bacia hidrográfica, Rio Uberabinha.

## Abstract

The environmentally sustainable use of land demands rational organisation, which can be achieved through the application of efficient environmental planning and management instruments. In this context, environmental zoning is an important tool for the proper

management of river basins, as it can indicate areas with varying levels of suitability, land-use prospects, and conservation and restoration priorities. The area of the present study corresponds to the Uberabinha River basin, located in the municipalities of Uberaba, Uberlândia, and Tupaciguara, in the state of Minas Gerais. The methodological proposal for environmental zoning includes assessing vulnerability to soil loss, followed by qualitative and quantitative assessments of surface water vulnerability and the conditions of legally protected areas. Its development involves recognising conflicts arising at the intersection of land cover and land use, as well as between land cover and land use and legally protected areas. It is therefore a model for environmental zoning that can indicate areas for preservation, restoration, and management. Finally, it is expected that the data will be useful to the Araguari River Basin Committee and the Agency for implementing actions aimed at the planning and environmental management of the Uberabinha River basin.

**Keywords:** Environmental zoning, Landscape, Watershed, Uberabinha River.

---

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente intensificação das atividades econômicas sobre o território tem imposto pressões significativas sobre os sistemas ambientais, resultando em processos de degradação que comprometem a funcionalidade ecológica e a disponibilidade de recursos naturais. Nesse contexto, a necessidade de promover uma utilização ambientalmente sustentável do espaço geográfico demanda a adoção de instrumentos técnico-científicos capazes de subsidiar a organização territorial de forma racional e integrada. Entre esses instrumentos, o zoneamento ambiental se destaca como uma abordagem estratégica, ao possibilitar a compartimentação do território com base em critérios físico-naturais e socioeconômicos, orientando o uso e a ocupação da terra de acordo com suas potencialidades e limitações.

No Brasil, o zoneamento com finalidade ambiental foi definido pela Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981 (BRASIL, 1981), embora a regulamentação tenha ocorrido somente a partir do Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002 (BRASIL, 2002). De acordo com esse Decreto, o instrumento visa ao planejamento territorial, devendo ser obrigatoriamente seguido em planos e projetos de caráter público ou privado. Além disso, por meio de sua utilização, podem-se estabelecer padrões de proteção dos recursos hídricos, dos solos, de conservação da biodiversidade e melhoria das condições de vida da população, entre outros.

No âmbito das bacias hidrográficas, o zoneamento ambiental adquire especial relevância, uma vez que essas unidades territoriais configuram sistemas abertos e dinâmicos, nos quais os componentes geomorfológicos, pedológicos, hidrológicos e de cobertura da terra interagem de maneira sistêmica. A compreensão dessas interações é

fundamental para a identificação de áreas mais suscetíveis à degradação, especialmente no que se refere à perda de solos, à alteração da qualidade e quantidade das águas superficiais e à supressão de áreas legalmente protegidas. Assim, a análise integrada das vulnerabilidades ambientais constitui um elemento central para o planejamento territorial, permitindo não apenas o diagnóstico das fragilidades do sistema, mas também a proposição de diretrizes para sua conservação e recuperação.

Adicionalmente, a intensificação do uso da terra, frequentemente dissociada das características naturais do meio, tem gerado conflitos que se expressam na incompatibilidade entre as formas de ocupação e a capacidade de suporte dos sistemas ambientais. Tais conflitos são particularmente evidentes em áreas onde atividades agropecuárias, expansão urbana e supressão da vegetação nativa ocorrem em desacordo com a legislação ambiental vigente, especialmente no que se refere às Áreas de Preservação Permanente e às Reservas Legais. Nesse sentido, a identificação e análise desses conflitos constituem etapa fundamental no processo de zoneamento ambiental, ao fornecer subsídios para a definição de prioridades de intervenção.

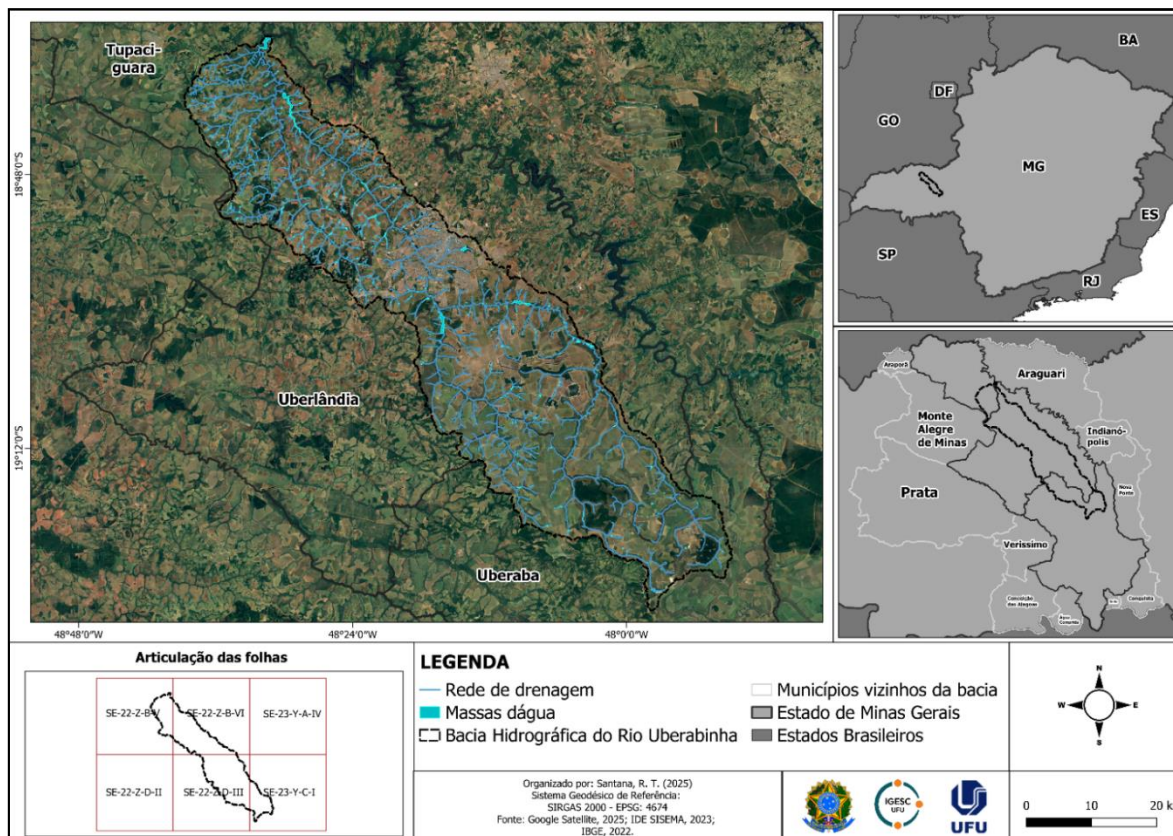
Inserida nesse contexto, a bacia hidrográfica do rio Uberabinha, localizada no Triângulo Mineiro, apresenta um cenário representativo das transformações recentes no uso e cobertura da terra, marcado pela expansão de atividades agropecuárias e urbanas. Essas dinâmicas têm implicado alterações significativas nos processos hidrossedimentológicos e na integridade dos ecossistemas, reforçando a necessidade de instrumentos de planejamento que orientem o uso sustentável do território.

Diante do exposto, o presente estudo tem como objetivo propor um modelo de zoneamento ambiental aplicado à bacia hidrográfica do rio Uberabinha, fundamentado na avaliação integrada das vulnerabilidades à perda de solos e quali-quantitativa das águas superficiais, bem como das condições das áreas legalmente protegidas. A partir da análise dos conflitos entre uso da terra, vulnerabilidades ambientais e áreas protegidas, busca-se delimitar zonas com diferentes diretrizes de uso, voltadas à preservação, recuperação e manejo sustentável, contribuindo, assim, para o aprimoramento das ações de planejamento e gestão ambiental na escala de bacias hidrográficas.

## **2. ÁREA DE ESTUDO**

A área de estudo consiste na bacia hidrográfica do rio Uberabinha, localizada nas regiões geográficas intermediárias de Uberlândia e Uberaba, nos municípios de Uberlândia, Uberaba e Tupaciguara, estado de Minas Gerais (Figura 1). A bacia possui uma área de

2.190,65 km<sup>2</sup>, inserida em três municípios, sendo cerca de 20% em Uberaba, 70% em Uberlândia e 10% em Tupaciguara. Além disso, o rio Uberabinha é afluente da margem esquerda do rio Araguari, inserido na bacia hidrográfica federal do rio Paranaíba (Rosa, 2017).



**Figura 1** – Localização da bacia hidrográfica do rio Uberabinha.  
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

A bacia hidrográfica do rio Uberabinha possui uma população expressiva, visto que o município de Uberlândia – com população estimada em 761.835 habitantes (IBGE, 2025) – se encontra, em grande parte, inserida em seu interior.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O procedimento metodológico do zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberabinha corresponde a uma adaptação de Rosa e Ferreira (2022b), baseada na integração de variáveis físico-geográficas e ambientais em ambiente virtual (cartografia digital). Destaca-se que todos os produtos cartográficos foram confeccionados no *software QGIS 2.18.25 with GRASS 7.4.2*. Inicialmente, foram levantados os seguintes componentes: geologia (unidades geológicas), relevo (hipsometria, declividade e unidades

geomorfológicas), clima (classificação climática, intensidade pluviométrica), pedologia (classificação de solos) e cobertura e uso da terra. Em seguida, foram obtidos dados de qualidade e quantidade das águas superficiais (vazão e áreas de conflito pelo uso da água), bem como a delimitação de áreas legalmente protegidas (APPs, Reservas Legais e Unidades de Conservação). Esses levantamentos foram organizados de forma a estabelecer uma síntese da paisagem para obtenção do zoneamento ambiental.

A etapa de obtenção da vulnerabilidade natural à perda de solos foi realizada por meio da adaptação da proposta metodológica de Crepani *et al.* (2001), atribuindo-se pesos às variáveis de componentes físico-geográficos: 1) litologia; 2) declividade; 3) classes de solos; 4) intensidade pluviométrica; e 5) classes de cobertura e uso da terra. Os temas foram sobrepostos para obtenção da média aritmética, por meio da equação a seguir:

$$(1) \quad V = \frac{(Lit + Dec + Sol + IP + CUT)}{5}$$

Onde:  
 V = vulnerabilidade  
 Lit = valores de vulnerabilidade do tema litologia  
 Dec = valores de vulnerabilidade do tema declividade  
 Sol = valores de vulnerabilidade do tema solos  
 IP = valores de vulnerabilidade do tema intensidade pluviométrica  
 CUT = valores de vulnerabilidade do tema cobertura e uso da terra

Os referidos pesos seguiram as sugestões de Crepani *et al.* (2001), em que valores próximos de 1,0 possuem tendência à estabilidade, valores próximos de 2,0 tem condições intermediárias e próximos de 3,0 apresentam vulnerabilidade. Para simplificar a legenda foram definidas cinco possibilidades (Quadro 1).

**Quadro 1:** Grau de vulnerabilidade à perda de solos com valores agregados.

Unidades de Paisagem	Valores de vulnerabilidade agregados	Graus de vulnerabilidade
U1, U2, U3 e U4	3,0, 2,9, 2,8, 2,7	Vulnerável
U5, U6, U7 e U8	2,6, 2,5, 2,4, 2,3	Moderadamente vulnerável
U9, U10, U11, U12 e U13	2,2, 2,1, 2,0, 1,9, 1,8	Medianamente estável/vulnerável
U14, U15, U16 e U17	1,7, 1,6, 1,5, 1,4	Moderadamente estável
U18, U19, U20 e U21	1,3, 1,2, 1,1, 1,0	Estável

Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001).

A disponibilidade natural das águas superficiais foi definida para o exutório dos rios principais (considerando a Q<sub>7,10</sub> por ser a vazão de referência de Minas Gerais para outorga de direito de uso dos recursos hídricos) por meio do arquivo vetorial da rede de drenagem, escala 1:100.000 (IDE-SISEMA 2019; IGAM, 2012). Já as áreas de conflito pelo uso da água foram obtidas no *shapefile* do IDE-SISEMA (2019). Ressalta-se que o limite máximo de captações na maioria das bacias hidrográficas de Minas Gerais é de 50% da Q<sub>7,10</sub> e

quando há demanda superior gera-se uma Declaração de Área de Conflito (DAC). Tal medida suspende novas outorgas individuais e força uma gestão coletiva para regularizar o uso da água na área afetada.

A qualidade das águas superficiais baseou-se no relatório do ano de 2023 do IGAM (2023). Os indicadores são o Índice de Qualidade das Águas (IQA) (oxigênio dissolvido, coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio, nitratos, fosfato total, variação da temperatura, turbidez e sólidos totais), Contaminação por Tóxicos (CT) (arsênio total, bário total, cádmio total, chumbo total, cianeto livre, cobre dissolvido, cromo total, fenóis totais, mercúrio total, nitrito, nitrato, nitrogênio amoniacal total e zinco total) e Índice de Estado Trófico (IET) (fósforo total e clorofila-a.).

A vulnerabilidade quali-quantitativa das águas superficiais foi obtida a partir da sobreposição dos componentes relacionados aos recursos hídricos: 1) disponibilidade das águas superficiais; 2) áreas de conflito pelo uso da água; 3) qualidade das águas superficiais. Para a disponibilidade de águas superficiais, foram atribuídos valores conforme o Quadro 2.

**Quadro 2:** Graus de vulnerabilidade da disponibilidade das águas superficiais.

Disponibilidade das águas superficiais (Q <sub>7, 10</sub> )	Valores de vulnerabilidade	Graus de disponibilidade
< 1,00 m <sup>3</sup> /s	3,0	Muito baixa
1,00 a 2,50 m <sup>3</sup> /s	2,5	Baixa
2,51 a 4,00 m <sup>3</sup> /s	2,0	Média
4,01 a 5,50 m <sup>3</sup> /s	1,5	Alta
> 5,50 m <sup>3</sup> /s	1,0	Muito alta

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Para as áreas de conflito pelo uso da água foi adotado um critério bastante prático e direto: as bacias hidrográficas com conflito declarado recebem o maior valor, enquanto aquelas sem conflito declarado recebem o menor valor de vulnerabilidade (Quadro 3).

**Quadro 3:** Graus de vulnerabilidade das áreas de conflito pelo uso da água.

Áreas de conflito pelo uso da água	Valores de vulnerabilidade	Graus de vulnerabilidade
Bacias com conflito declarado	3,0	Muito alta
Bacias sem conflito declarado	1,0	Muito baixa

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

No que se refere à qualidade das águas superficiais optou-se por realizar uma síntese dos indicadores (IQA, CT e IET). Para a realização do processo, foram atribuídos valores de vulnerabilidade seguindo a lógica de que quanto mais próximo de 3,0 pior a qualidade das águas superficiais, sendo adotada a seguinte equação:

$$(2) \quad V = \frac{(IQA + CT + IET)}{3}$$

Onde:

V = vulnerabilidade

IQA = valores de vulnerabilidade do tema Índice de Qualidade das Águas

CT = valores de vulnerabilidade do tema Contaminação por Tóxicos

IET = valores de vulnerabilidade do tema Índice de Estado Trófico

O Quadro 4 contempla os valores de vulnerabilidade dos indicadores (IQA, CT e IET) e uma escala de cores representativas para cada uma das classes (graus de vulnerabilidade).

**Quadro 4:** Graus de vulnerabilidade da qualidade das águas superficiais.

Indicadores	Valores de vulnerabilidade	Classes (graus de vulnerabilidade)
IQA	1,0	Excelente (90 < IQA ≤ 100)
	1,5	Bom (70 < IQA ≤ 90)
	2,0	Médio (50 < IQA ≤ 70)
	2,5	Ruim (25 < IQA ≤ 50)
	3,0	Muito ruim (≤ 25)
CT	1,2	Baixa (≤ 20% acima do limite legal)
	2,0	Média (> 20% e ≤ 100% acima do limite legal)
	2,8	Alta (> 100% acima do limite legal)
IET	1,0	Ultraoligotrófico (= 47)
	1,4	Oligotrófico (47 < IET = 52)
	1,8	Mesotrófico (52 < IET = 59)
	2,2	Eutrófico (59 < IET = 63)
	2,6	Supereutrófico (63 < IET = 67)
	3,0	Hipereutrófico (> 67)

Fonte: Adaptado de IGAM (2019).

Os valores resultantes dos três temas (IQA, CT e IET) foram agregados, sendo indicado na legenda do mapa síntese de qualidade das águas superficiais (Quadro 5).

**Quadro 5 –** Graus de vulnerabilidade da qualidade das águas superficiais com valores agregados.

Valores de vulnerabilidade agregados	Graus de qualidade
1,0, 1,1, 1,2, 1,3	Muito alta
1,4, 1,5, 1,6, 1,7	Alta
1,8, 1,9, 2,0, 2,1, 2,2	Média
2,3, 2,4, 2,5, 2,6	Baixa
2,7, 2,8, 2,9, 3,0	Muito baixa

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Diante de todos os temas estabelecidos (disponibilidade das águas superficiais, áreas de conflito pelo uso da água e qualidade das águas), procedeu-se a geração do mapa síntese, que estabelece a vulnerabilidade quali-quantitativa das águas superficiais. Esse mapa foi obtido a partir da sobreposição dos três temas, pela seguinte equação:

$$(3) \quad V = \frac{(DAS + AC + QAS)}{3}$$

Onde:

V = vulnerabilidade

DAS = valores de vulnerabilidade do tema disponibilidade das águas superficiais

AC = valores de vulnerabilidade do tema áreas de conflito pelo uso da água

QAS = valores de vulnerabilidade do tema qualidade das águas superficiais

Diante dos resultados obtidos pela equação acima os valores de vulnerabilidade quali-quantitativa das águas superficiais foram agregados seguindo os critérios do Quadro 6.

**Quadro 6 –** Graus de vulnerabilidade quali-quantitativa das águas superficiais.

Valores de vulnerabilidade agregados	Graus de vulnerabilidade
3,0, 2,9, 2,8, 2,7	Muito alta
2,6, 2,5, 2,4, 2,3	Alta
2,2, 2,1, 2,0, 1,9, 1,8	Média
1,7, 1,6, 1,5, 1,4	Baixa
1,3, 1,2, 1,1, 1,0	Muito baixa

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Na etapa de estabelecimento de conflitos, o mapa base é o de cobertura e uso da terra, que é utilizado para interseção com a vulnerabilidade e as áreas legalmente protegidas. Especificamente para o conflito entre uso da terra e vulnerabilidade quali-quantitativa das águas superficiais indicou-se as sub-bacias conflituosas mediante o cálculo da maior classe de conflito. As interseções seguiram critérios do Quadro 7.

**Quadro 7:** Interseções definidas para o estabelecimento de conflitos.

Interseção definida para o conflito entre uso da terra e vulnerabilidade à perda de solos					
	Vulnerável	Moderadamente vulnerável	Medianamente estável/vulnerável	Moderadamente estável	Estável
Áreas urbanizadas	Muito alto	Muito alto	Muito alto	Alto	Médio
Culturas temporárias	Muito alto	Alto	Médio	Baixo	Baixo
Culturas permanentes	Muito alto	Alto	Médio	Baixo	Muito baixo
Pastagens	Muito alto	Muito alto	Alto	Médio	Baixo
Silvicultura	Muito alto	Alto	Médio	Baixo	Muito baixo
Interseção definida para o conflito entre uso da terra e vulnerabilidade quali-quantitativa das águas superficiais					
	Muito alta	Alta	Média	Baixa	Muito baixa
Áreas urbanizadas	Muito alto	Muito alto	Alto	Médio	Médio
Culturas temporárias	Muito alto	Muito alto	Alto	Médio	Baixo
Culturas permanentes	Alto	Alto	Médio	Médio	Baixo
Pastagens	Muito alto	Alto	Alto	Médio	Médio
Silvicultura	Alto	Alto	Médio	Médio	Baixo
Interseção definida para o conflito entre uso da terra e áreas legalmente protegidas					
	Unidade de Conservação	Reserva Legal	Área de Preservação Permanente		
Áreas urbanizadas	Alto	Alto	Alto		
Culturas temporárias	Alto	Médio	Médio		
Culturas permanentes	Alto	Médio	Médio		
Pastagens	Médio	Médio	Baixo		
Silvicultura	Médio	Médio	Médio		

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Para a definição das zonas de conservação ou de intervenções recuperativas e de ocupações consolidadas e/ou atividades produtivas foram propostas subdivisões considerando os conflitos estabelecidos. O conflito entre uso da terra e vulnerabilidade quali-quantitativa das águas superficiais indica as bacias hidrográficas com prioridade à recuperação e medidas de manejo. O Quadro 8 apresenta os critérios definidos para a subdivisão de áreas (subzonas).

**Quadro 8:** Critérios de definição de áreas (subzonas).

<b>Zona de conservação ou de intervenções recuperativas</b>	
<b>Conflito entre uso da terra e áreas legalmente protegidas</b>	<b>Definição de áreas</b>
Alto	Áreas para recuperação de baixa urgência
Médio	Áreas para recuperação de média urgência
Baixo	Áreas para recuperação de alta urgência
Inexistente (vegetação nativa)	Áreas para preservação
<b>Zona de ocupações consolidadas e/ou atividades produtivas</b>	
<b>Conflito entre uso da terra e vulnerabilidade à perda de solos</b>	<b>Definição de áreas</b>
Qualquer	Áreas urbanizadas
Muito alto	Áreas inaptas
Alto	Áreas aptas com restrições relevantes
Médio	Áreas aptas com restrições moderadas
Baixo	Áreas aptas com restrições elementares
Muito baixo	Áreas aptas
Inexistente (vegetação nativa / inserida na zona de conservação)	Áreas para preservação

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A bacia hidrográfica do rio Uberabinha está inserida no contexto da borda nordeste da Bacia Sedimentar do Paraná. Essa unidade geotectônica apresenta rochas do Período Cretáceo (Mesozoico), sendo este representado na área de estudo pelos basaltos da Formação Serra Geral (Grupo São Bento) e pelos arenitos da Formação Marília (Grupo Bauru). Próximo à foz do rio Uberabinha afloram micaxistos pertencentes ao Grupo Araxá, referentes ao embasamento regional, associados ao Orógeno Brasília (Neoproterozoico) (Seer; Moraes, 2017). As unidades geológicas da bacia do rio Uberabinha se encontram na Figura 2.

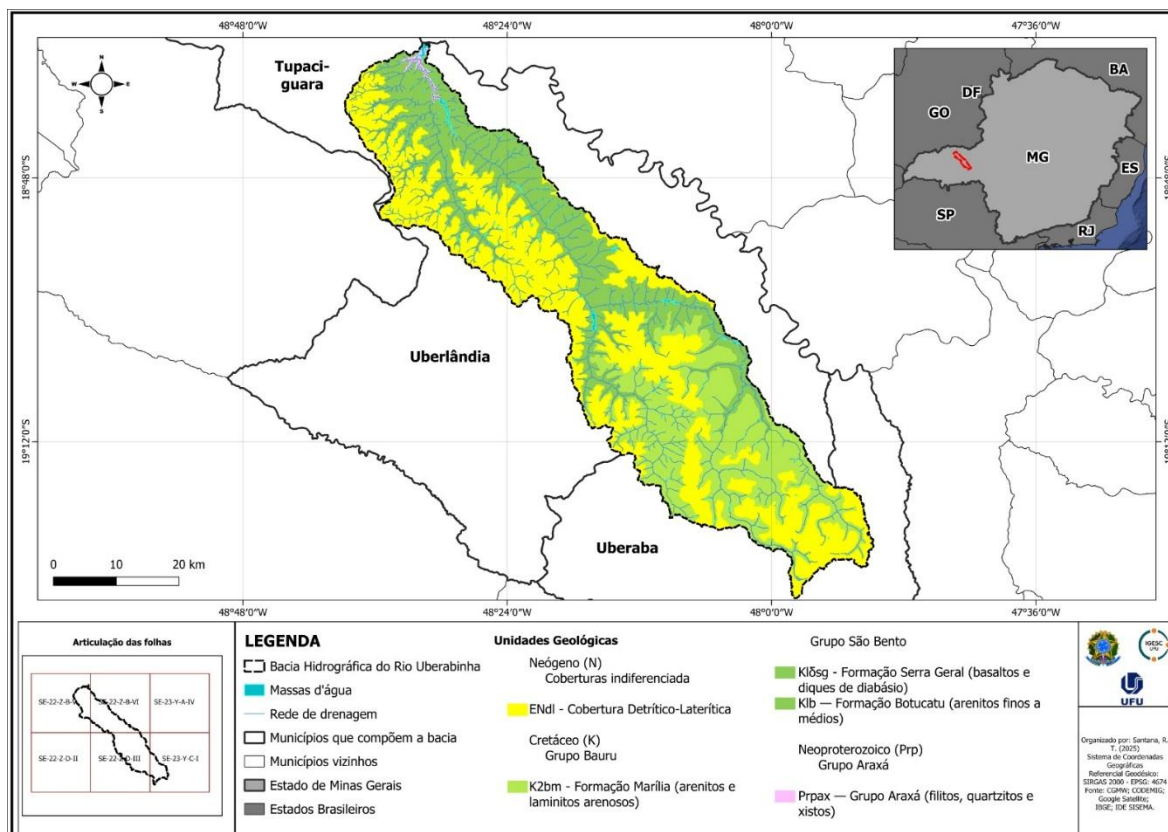
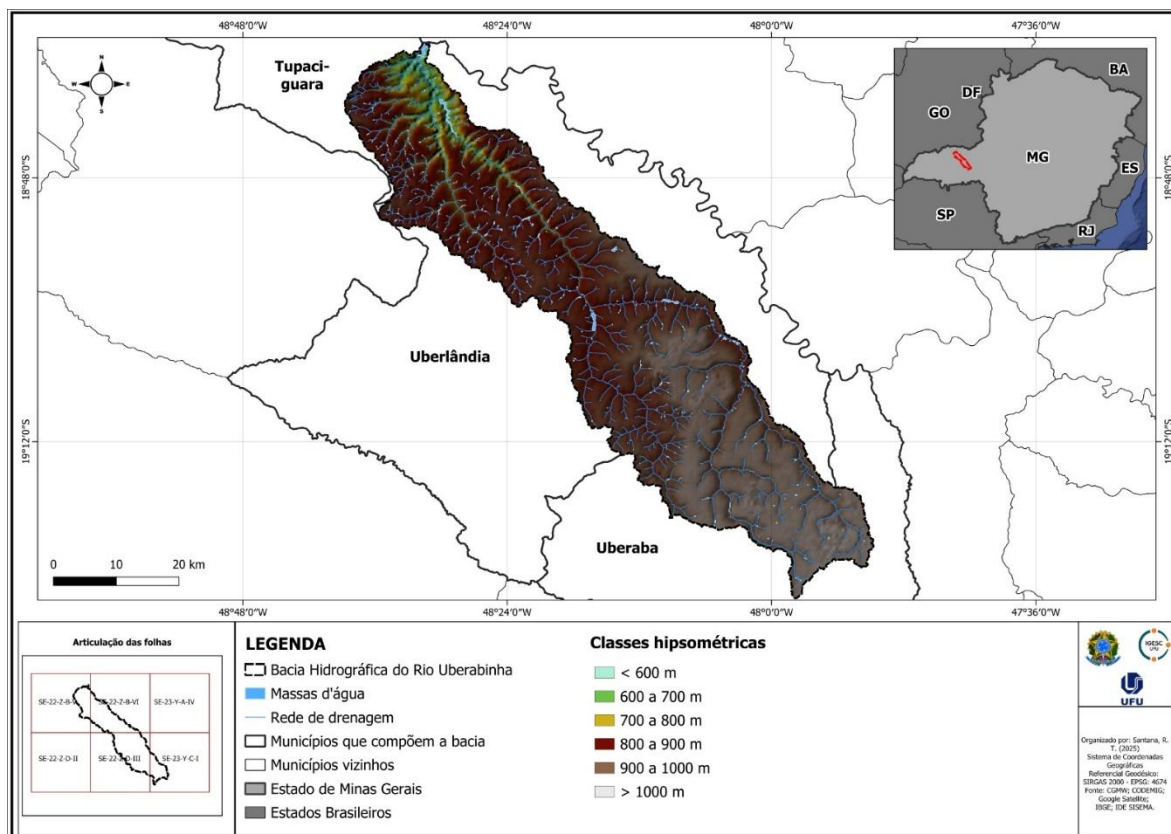


Figura 2 – Unidades geológicas da bacia hidrográfica do rio Uberabinha.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O relevo da bacia do rio Uberabinha apresentou uma organização espacial marcada por diferentes níveis de dissecação e pela presença de superfícies aplainadas e patamares rebaixados. Para Rosa e Ferreira (2022a), sua compartimentação pode ser compreendida a partir de dois grandes geossistemas: a Chapada Uberlândia-Uberaba (superfícies aplainadas muito pouco dissecadas e superfícies aplainadas pouco dissecadas) e o Planalto Dissecado do Triângulo Mineiro (maior dissecação fluvial e declividade). No interior desses geossistemas ocorrem geofácies, tais como o pedi plano degradado etchplanado, o modelado de dissecação homogênea, as planícies e terraços fluviais e os entalhamentos com incisões variadas. A amplitude altimétrica da bacia é de 493 m, pois o ponto mais elevado, situado no divisor a montante, é de 988 m, ao passo que a foz apresenta 495 m de elevação (Figura 3).



**Figura 3 – Hipsometria da bacia hidrográfica do rio Uberabinha.**

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

Quanto à declividade, predomina a classe 0% a 3% (plano) nas superfícies aplainadas muito pouco dissecadas e 3% a 8% (suave ondulado) nas superfícies aplainadas pouco dissecadas. Destaca-se que de 3% a 8% (suave ondulado) e 8% a 20% (ondulado) são classes predominantes nos patamares pouco rebaixados. A classe acima de 20% (forte ondulado) é encontrada nos patamares rebaixados e vale encaixado (Figura 4). Essas condições revelam uma distinção entre os geossistemas da bacia: relevo aplainado na Chapada e relevo suave a ondulado no Planalto Dissecado.

A respeito das classes de solos, os Latossolos são predominantes, encontrados tanto na Chapada quanto no Planalto Dissecado. Algumas classes de solos são encontradas somente em um dos geossistemas. Os Latossolos Vermelho-Amarelos e os Gleissolos estão presentes na Chapada, enquanto Cambissolos e Neossolos restringem-se ao Planalto, sobretudo nas vertentes de maior declividade (Rosa, 2017; Santos *et al.*, 2025). As classes de solos na área de estudo estão apresentadas na Figura 5.

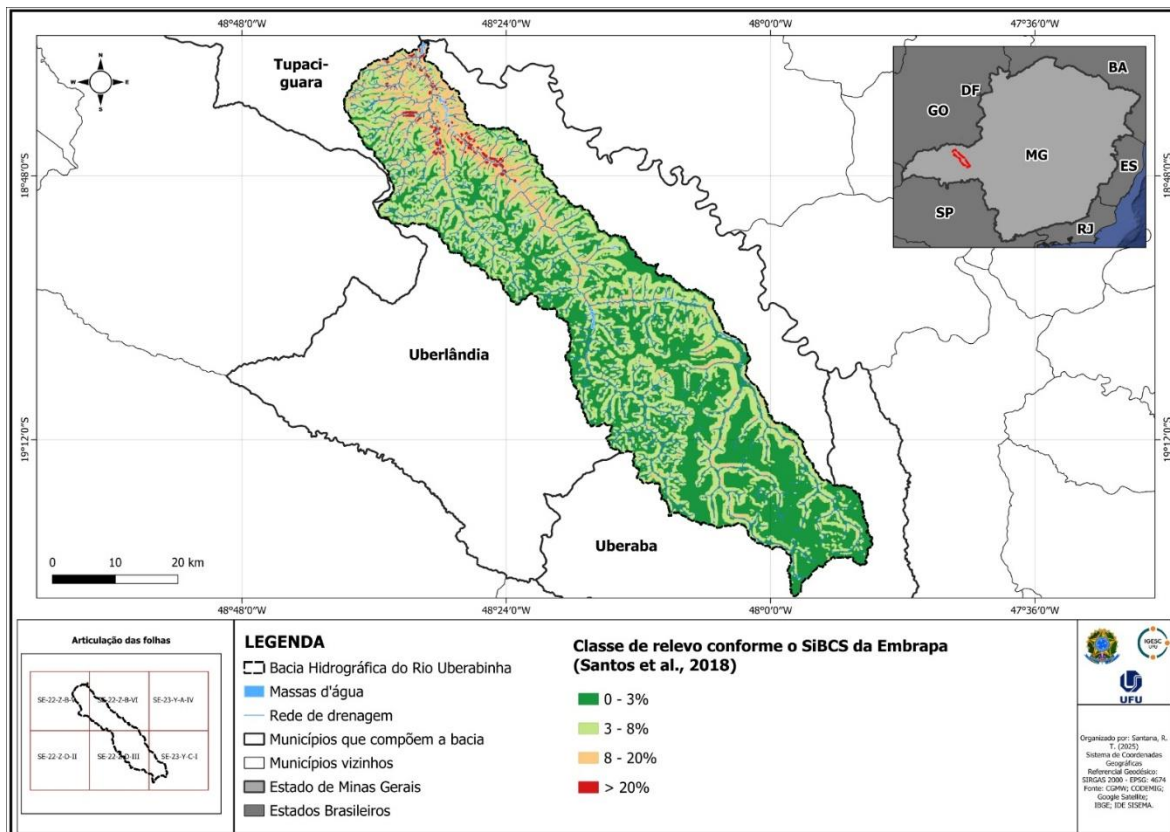


Figura 4 – Declividade da bacia hidrográfica do rio Uberabinha. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

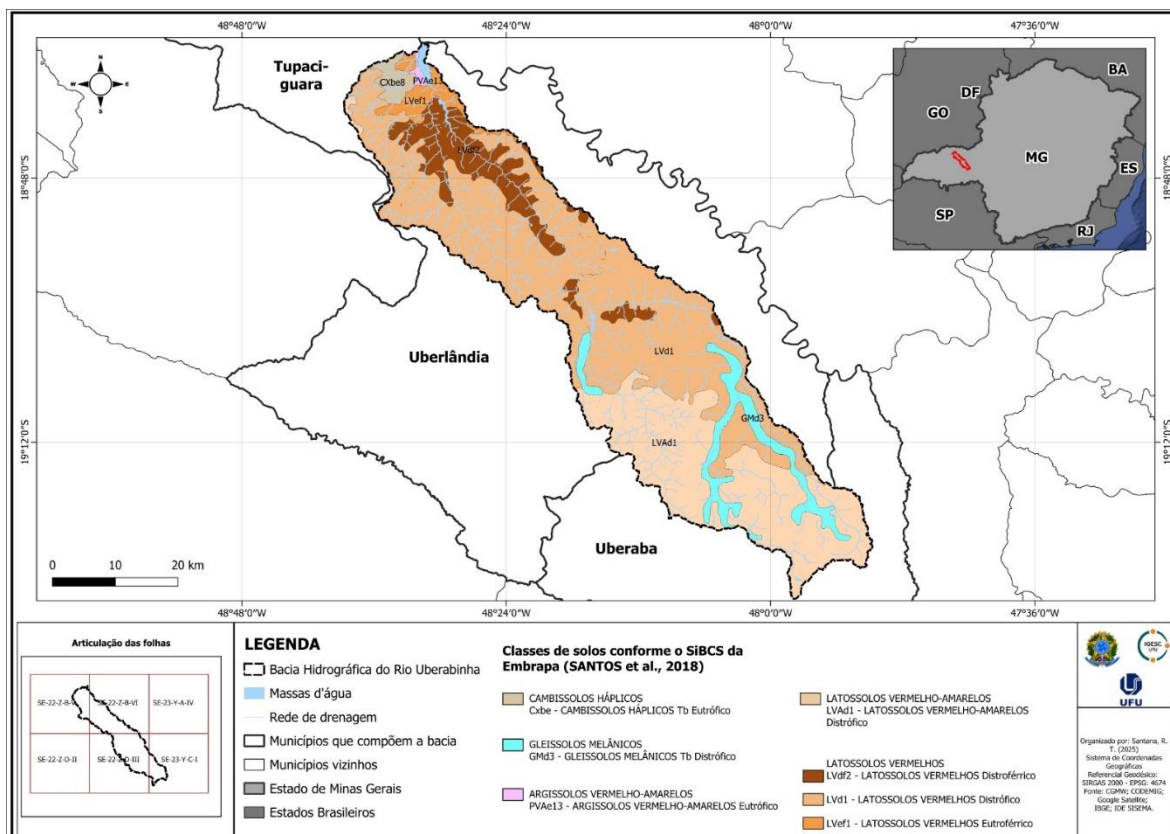
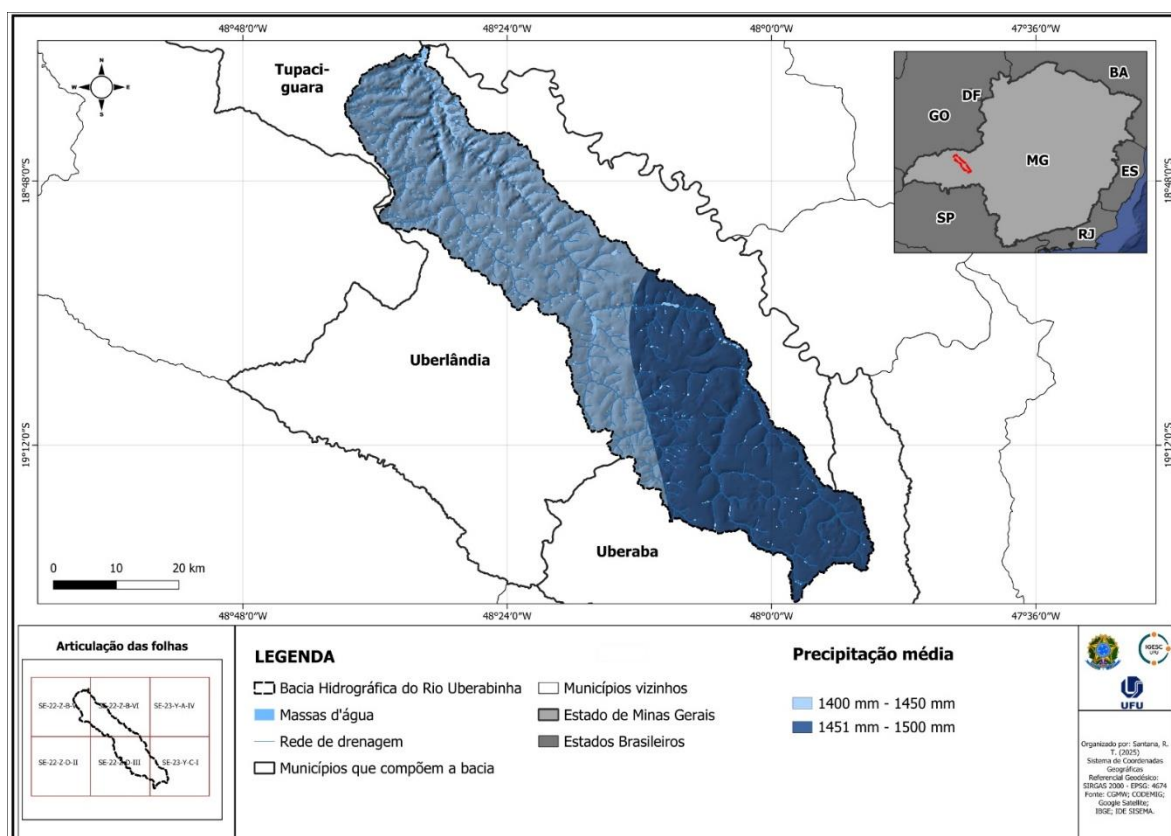


Figura 5 – Solos da bacia hidrográfica do rio Uberabinha. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Em relação ao clima, a bacia do rio Uberabinha está inserida na zona Tropical Brasil Central, com variações nas médias termais de Quente (temperatura média superior a 18°C) a Sub-Quente (temperatura média entre 15 e 18°C em no mínimo 1 mês do ano), apresenta um período de seca de 4 a 5 meses, com média de pluviosidade anual entre 1.400 mm e 1.500 mm (Rosa; Ferreira, 2022a). A Figura 6 contempla a precipitação média da bacia do rio Uberabinha. A região da bacia apresenta duas estações bem definidas: verão chuvoso e quente e inverno seco com temperaturas amenas.



**Figura 6** – Precipitação média na bacia hidrográfica do rio Uberabinha.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

As atividades agropecuárias são predominantes na área, destacando-se principalmente as áreas de pastagem, lavouras temporárias (sobretudo soja e milho) e as culturas perenes, como cana-de-açúcar e o café, que se distribuem principalmente pelas porções centrais e sul da área de estudo (Figura 7). Essa configuração mostra o padrão de ocupação consolidado desde meados do século XX, conforme analisado por Silva (2016), onde é nítido que a expansão agrícola substituiu grande parte da vegetação nativa, especialmente as formações de cerrado.

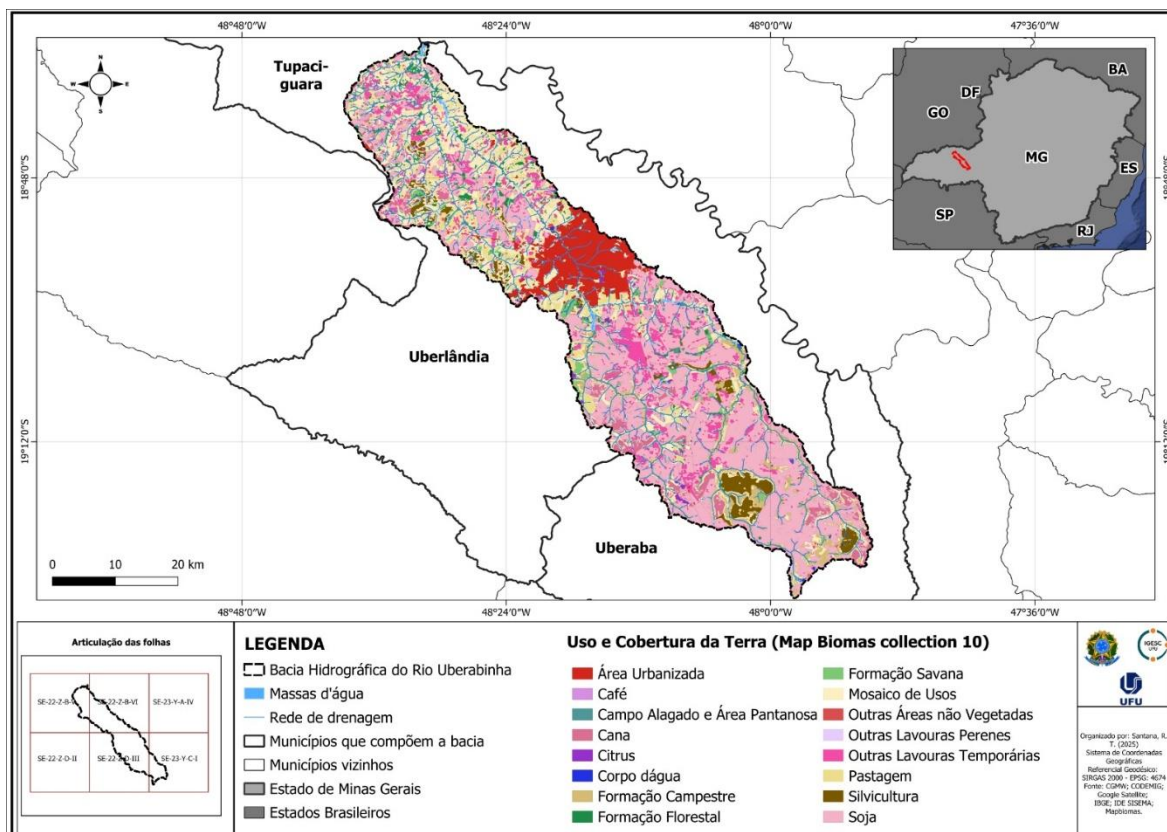


Figura 7 – Uso e cobertura dos solos na bacia hidrográfica do rio Uberabinha.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

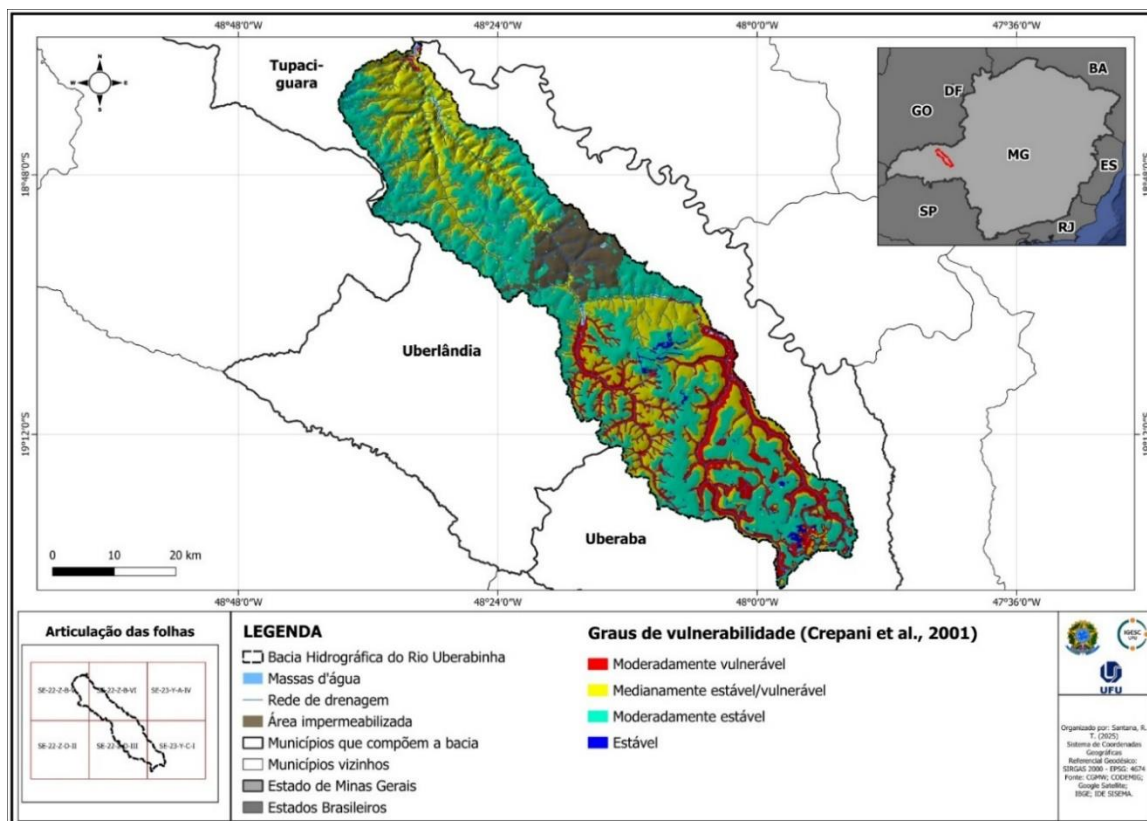
Diante do levantamento dos componentes físico-geográficos (geologia, relevo, solos, clima e cobertura e uso da terra), apresenta-se a vulnerabilidade natural à perda de solos. Em um primeiro momento foram definidos os valores de vulnerabilidade natural à perda de solos estabelecidos por Crepani *et al.* (2001) para cada variável fisiográfica (Quadro 9).

Os resultados indicam que as áreas moderadamente estáveis se destacam em todos os compartimentos de relevo. Com exceção dos Patamares Rebaixados e Vale Encaixado, os terrenos se apresentam moderadamente estáveis. Como exemplo, destaca-se que a presença de lateritas em pediplanos e em parte dos modelados de dissecação homogênea, em geral associados aos Latossolos, contribuíram para que as áreas moderadamente estáveis sejam significativas na área de estudo. Os basaltos em modelados de dissecação homogênea e os Latossolos nos patamares rebaixados também definiram a predominância de áreas definidas como moderadamente estáveis. Além disso, os Gleissolos contribuíram para a ocorrência de porções de alta vulnerabilidade. Assim, a Figura 8 contempla o mapa de vulnerabilidade à perda de solos da bacia do rio Uberabinha.

**Quadro 9:** Valores de vulnerabilidade aplicados aos componentes físico-geográficos.

Componentes fisiográficos	Variáveis fisiográficas	Valores de vulnerabilidade
Geologia	Coberturas detrítico-lateríticas (lateritas)	1,4
	Formação Marília (arenitos)	2,4
	Formação Serra Geral (basaltos)	1,5
	Grupo Araxá (micaxistos)	2,0
Geofácies	Pediaplano degradado etchplanado	1,0
	Modelado de dissecação homogênea	2,0
	Planícies e terraços fluviais	3,0
	Entalhamento com incisão baixa	1,5
	Entalhamento com incisão baixa ou média	2,0
	Entalhamento com incisão média ou alta	2,5
	Entalhamento com incisão alta ou muito alta	3,0
Solos	Dissecação estrutural	3,0
	Cambissolos/Neossolos	2,5
	Gleissolos/Organossolos	3,0
Intensidade pluviométrica	Latossolos/Argissolos	1,0
	175,00 mm – 214,28 mm (1.400 mm – 1.500 mm)	1,7
	187,50 mm – 228,57 mm (1.500 mm – 1.600 mm)	1,8
Cobertura e uso da terra	Formação florestal	1,4
	Formação savânica	1,7
	Campo alagado	3,0
	Formação campestre	1,9
	Pastagem	2,8
	Soja	2,7
	Café	2,5
	Cana-de-açúcar	2,5
	Mosaico de agricultura e pastagem	2,6
	Silvicultura	2,1
	Área urbanizada	-
	Outras áreas não vegetadas e outras lavouras temporárias	2,7
	Corpos d'água	-

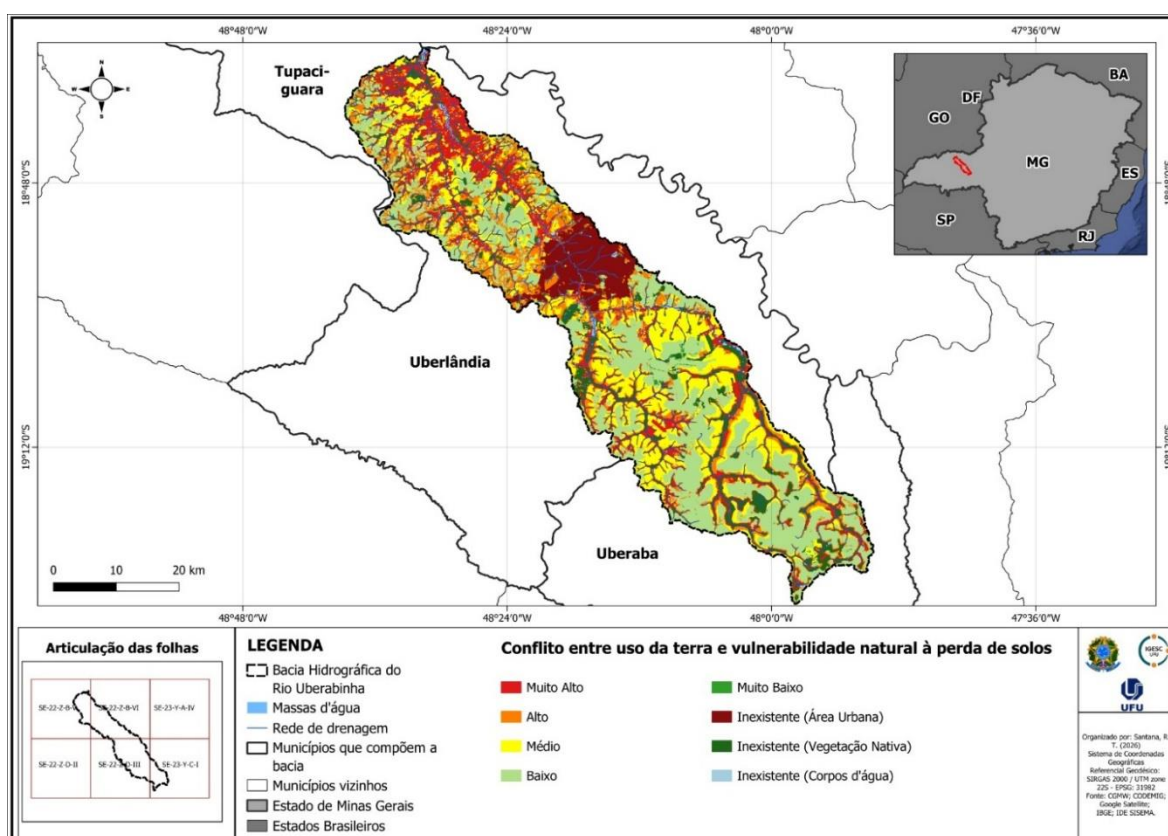
Fonte: Adaptado de Crepani *et al.* (2001) e Rosa e Ferreira (2022a).



**Figura 8 –** Vulnerabilidade à perda de solos na bacia hidrográfica do rio Uberabinha.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Após a obtenção da vulnerabilidade à perda de solos, foi levantado o conflito entre o uso da terra e a vulnerabilidade natural à perda de solos, conforme Figura 9. O resultado obtido apresentou-se predominantemente baixo (29,17%). A segunda classe de maior percentual (21,46%), corresponde à inexistência de conflito em vegetação nativa. O conflito médio (20,85%) se encontra em áreas próximas a cursos d'águas, terrenos medianamente estável/vulnerável. Os conflitos alto e muito alto (13,3% e 8,73%, respectivamente) se encontram em áreas moderadamente vulneráveis e medianamente estáveis/vulneráveis, com predominância de mosaico de usos e pastagens. Por fim, as áreas impermeabilizadas apresentaram inexistência de conflito (5,97%), correspondente ao perímetro urbano de Uberlândia (Figura 9).

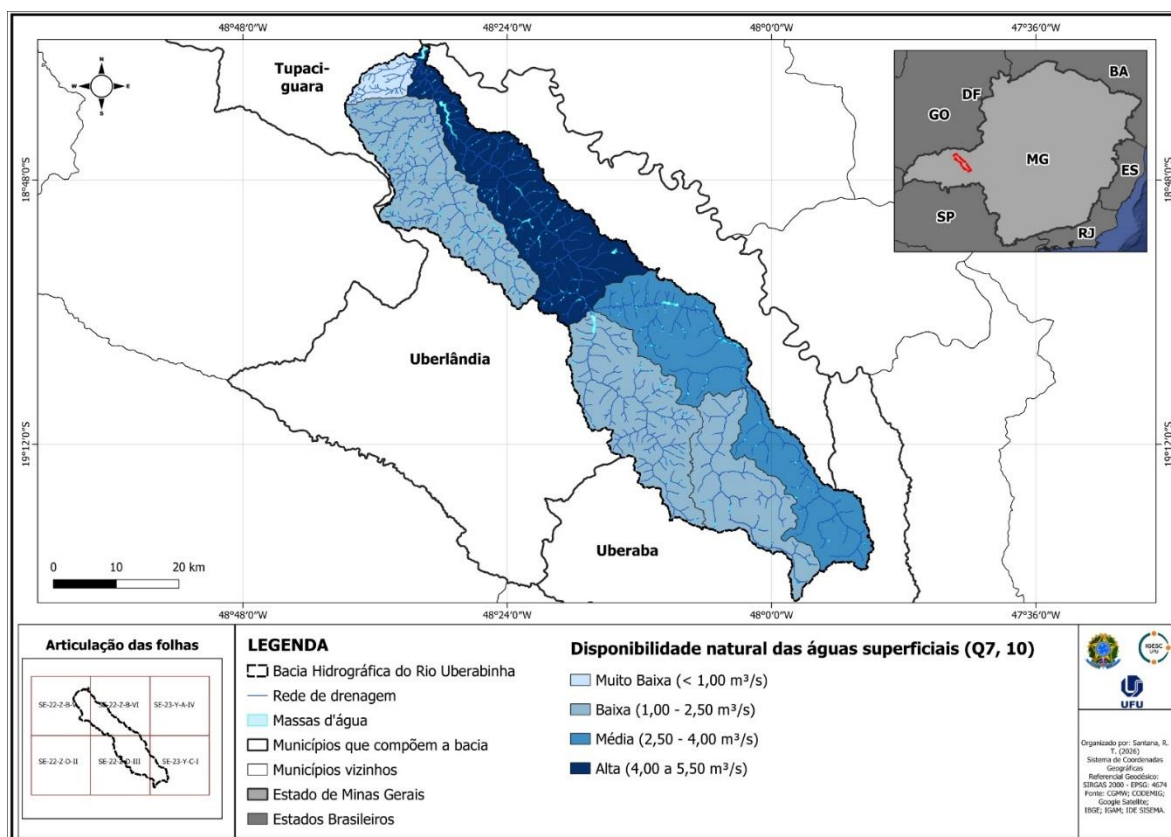


**Figura 9** – Conflito entre uso da terra e vulnerabilidade natural à perda de solos na bacia hidrográfica do rio Uberabinha.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A vulnerabilidade quali-quantitativa das águas superficiais foi estabelecida a partir do levantamento da disponibilidade das águas superficiais ( $Q_{7,10}$  da foz dos rios principais), bem como a qualidade das águas superficiais obtido pelo monitoramento do IGAM (2023). Dessa forma, observa-se que a maior vazão corresponde à foz do rio Uberabinha e a menor do ribeirão Gordura. Em relação às classes de qualidade da água, as sub-bacias do Alto

Uberabinha, ribeirão Beija-Flor e ribeirão Bom Jardim apresentaram as melhores condições (qualidade alta), ao passo que as sub-bacias do rio das Pedras, médio e baixo Uberabinha e ribeirão Gordura obtiveram situação intermediária (qualidade média). A relação entre as condições de disponibilidade e de qualidade das águas superficiais da bacia do rio Uberabinha demonstraram a seguinte síntese quali-quantitativa: vulnerabilidade baixa para as sub-bacias do alto Uberabinha e ribeirões Beija-Flor e Bom Jardim; vulnerabilidade muito baixa para o baixo e médio Uberabinha (situação condicionada pela vazão elevada, que rebaixou a vulnerabilidade, e não pela qualidade da água, visto que à jusante da cidade de Uberlândia os parâmetros não são bons); e vulnerabilidade média para o ribeirão Gordura e rio das Pedras. Diante do exposto, as Figuras 10, 11 e 12 apresentam os mapas de disponibilidade, de qualidade e vulnerabilidade das águas superficiais, respectivamente.



**Figura 10** – Disponibilidade das águas superficiais (Q<sub>7, 10</sub>) na bacia hidrográfica do rio Uberabinha.  
**Fonte:** Elaborado pelos autores (2026).

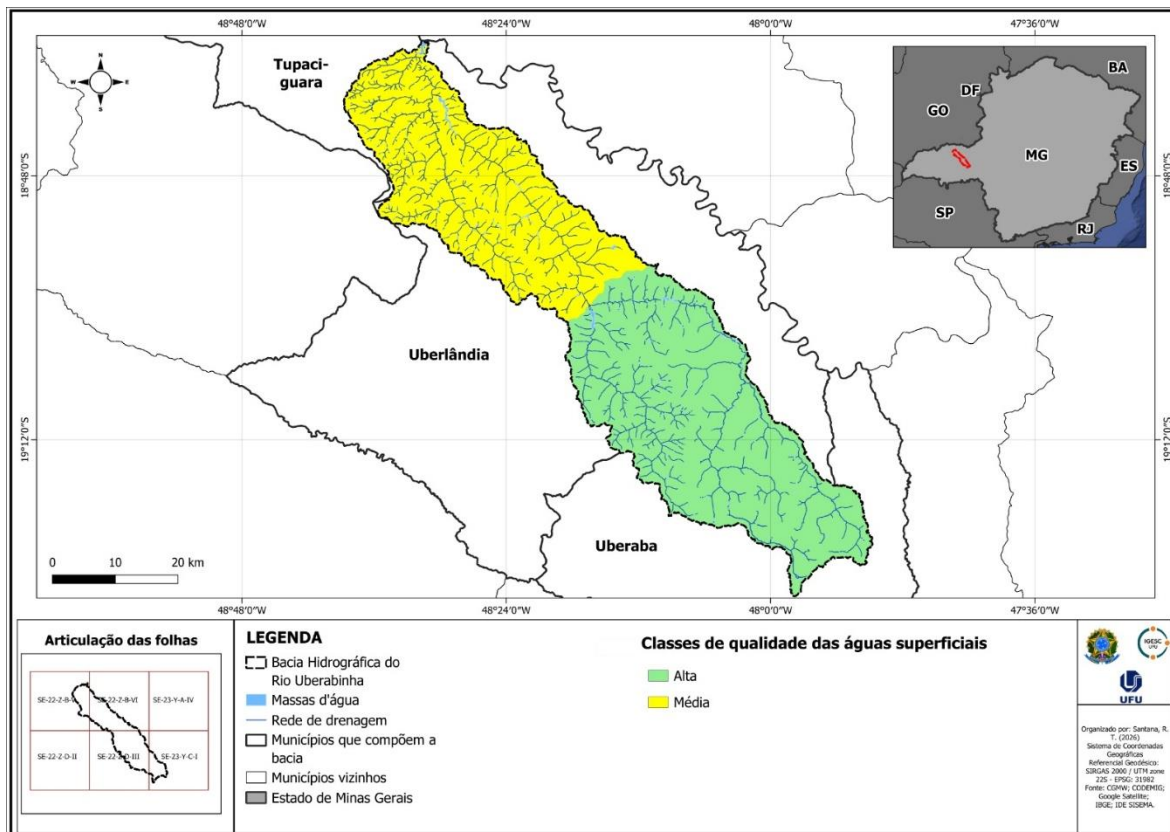


Figura 11 – Classes de qualidade das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Uberabinha. Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

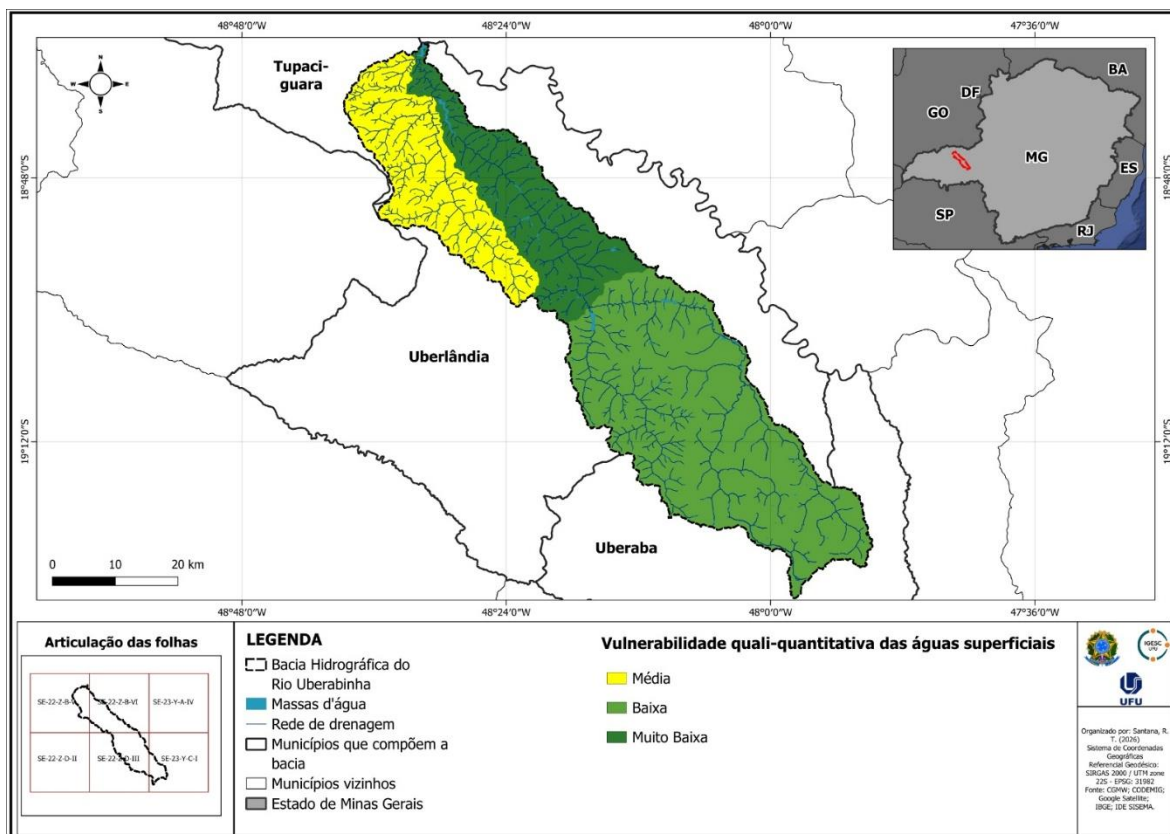
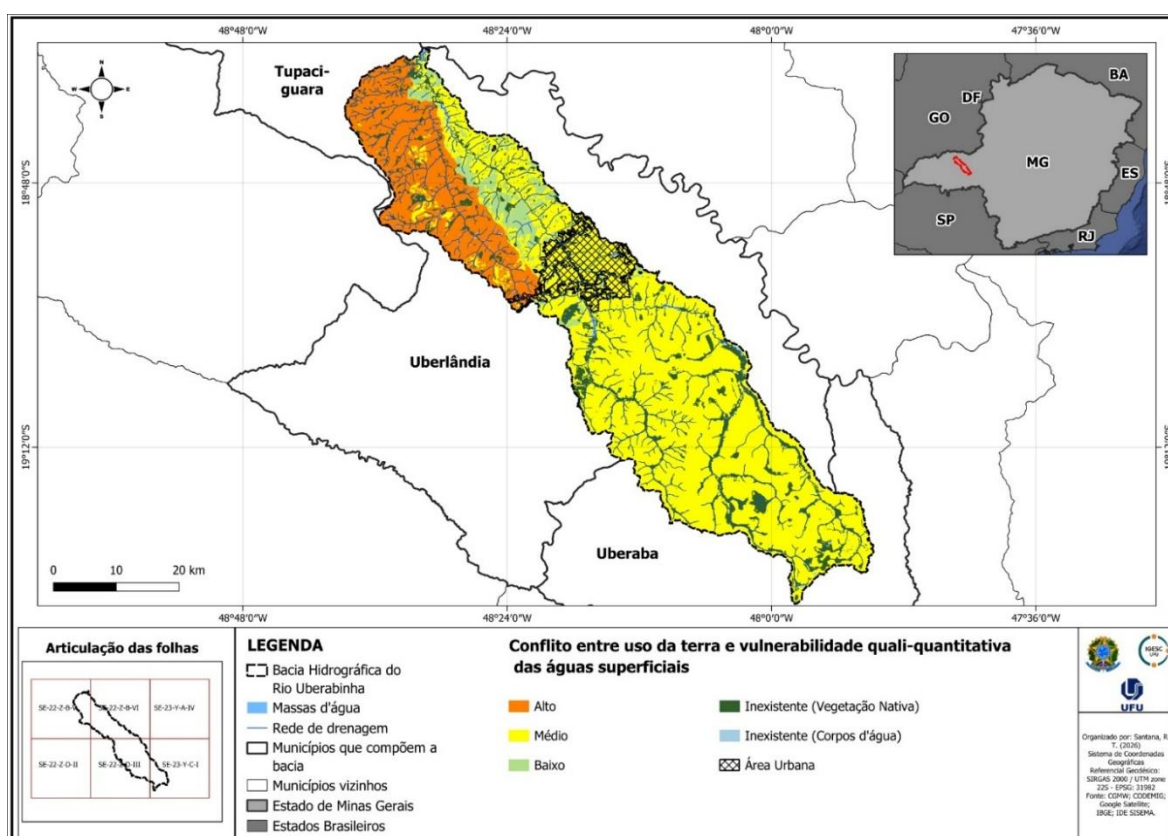


Figura 12 – Vulnerabilidade quali-quantitativa das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Uberabinha.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

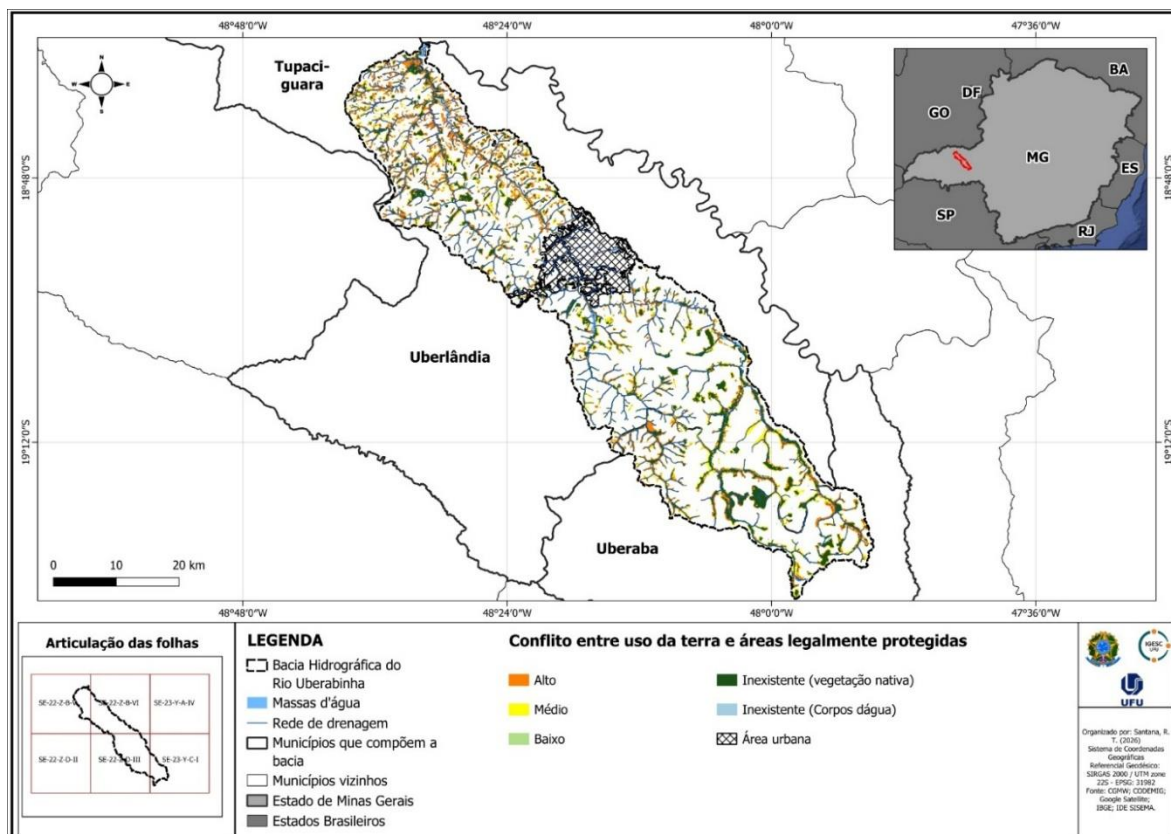
O conflito entre uso da terra e vulnerabilidade quali-quantitativa das águas superficiais demonstra que mais da metade da área de estudo se encontra regular entre os usos da terra e a vulnerabilidade da bacia. O conflito médio (59,55%) ocorre na maioria das sub-bacias, exceto rio das Pedras e ribeirão Gordura. As formações florestais estão fragmentadas (21,57%), presentes em torno dos cursos d'água, cujo conflito é inexistente e a vulnerabilidade é baixa. O conflito classificado como alto está associado às culturas temporárias (soja, cana e mosaicos de usos), correspondentes as sub-bacias rio das Pedras e ribeirão Gordura. As áreas de conflitos baixo (3,36%) se encontram em áreas de silvicultura, soja e outras lavouras temporárias, com vulnerabilidade muito baixa, conforme apresentado na Figura 13.



**Figura 13** – Conflito entre uso da terra e vulnerabilidade quali-quantitativa das águas superficiais na bacia hidrográfica do rio Uberabinha.  
 Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

O conflito entre uso da terra e áreas legalmente protegidas (Figura 14) identificou níveis de conflito alto em 2,70% da bacia, associados à mosaicos de usos situados em APPs e Reservas Legais e fragmentos de lavouras temporárias na única Unidade de Conservação (RPPN Cachoeira do Sucupira). As pastagens e outras culturas (permanentes e temporárias) em Reservas Legais e em APPs correspondem ao conflito médio em 1,12%,

enquanto o conflito baixo, cerca de 0,20%, ocorre em áreas de pastagens em APPs. Vale salientar o conflito inexistente quando as áreas legalmente protegidas possuem vegetação nativa ou corpos d'água, condições essas que ocupam 14,09% e 0,07%, respectivamente.



**Figura 14** – Conflito entre uso da terra e áreas legalmente protegidas na bacia hidrográfica do rio Uberabinha.

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

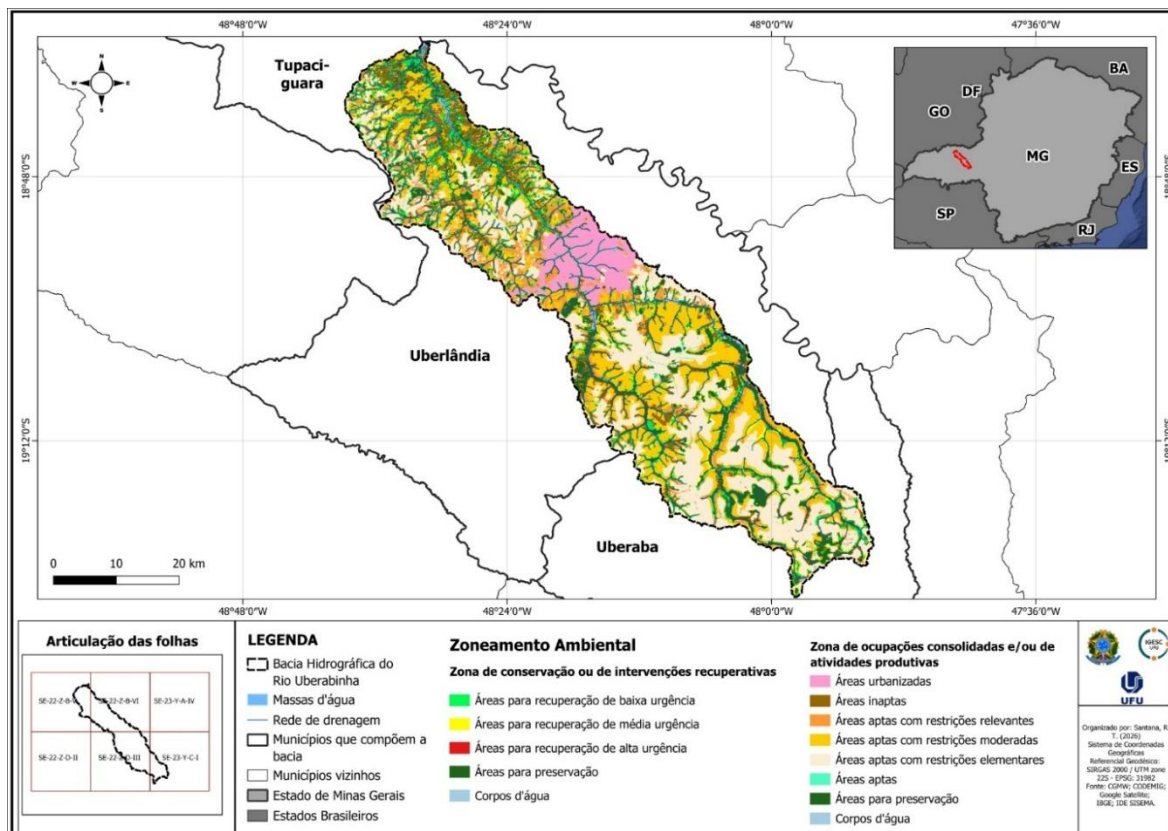
A partir do resultado dos conflitos, foi possível elaborar o zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberabinha. As duas zonas (de conservação ou de intervenções recuperativas e de ocupações consolidadas e/ou atividades produtivas) são a base para se diferenciar as áreas (subzonas) de preservação, recuperação e manejo, considerando-se a legislação ambiental vigente. Dessa maneira, foram definidas subdivisões dentro das zonas, estabelecendo diferentes níveis de urgência para ações de recuperação (na zona de conservação ou de intervenções recuperativas) e de restrição de uso (na zona de ocupações consolidadas e/ou atividades produtivas), conforme a Tabela 1.

**Tabela 1 – Áreas de recuperação e manejo da bacia hidrográfica do rio Uberabinha.**

Zona de conservação ou de intervenções recuperativas		
Subdivisão da zona (subzona)	Áreas	Percentuais
Áreas para preservação	308,58 km <sup>2</sup>	14,09%
Áreas para recuperação de baixa urgência	59,17 km <sup>2</sup>	2,70%
Áreas para recuperação de média urgência	24,61 km <sup>2</sup>	1,12%
Áreas para recuperação de alta urgência	4,4 km <sup>2</sup>	0,20%
Corpos d'água	1,62 km <sup>2</sup>	0,07%
Demais áreas	1.792,32 km <sup>2</sup>	81,81%
<b>Total</b>	<b>2.190,73 km<sup>2</sup></b>	<b>100%</b>
Zona de ocupações consolidadas e/ou atividades produtivas		
Subdivisão da zona (subzona)	Áreas	Percentuais
Áreas aptas	1,04 km <sup>2</sup>	0,05%
Áreas aptas com restrições elementares	639,04 km <sup>2</sup>	29,17
Áreas aptas com restrições moderadas	456,74 km <sup>2</sup>	20,85%
Áreas aptas com restrições relevantes	291,33 km <sup>2</sup>	13,3%
Áreas inaptas	191,26 km <sup>2</sup>	8,73%
Áreas para preservação	470,19 km <sup>2</sup>	21,46%
Áreas urbanas consolidadas	130,83 km <sup>2</sup>	5,97%
Corpos d'água	8,72 km <sup>2</sup>	0,4%
<b>Total</b>	<b>2.190,73 km<sup>2</sup></b>	<b>100%</b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

Considerando os dados apresentados, a Figura 15 contempla o mapa do zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberabinha (produto cartográfico final).



**Figura 15 – Zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberabinha.**

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A cobertura vegetal deve ser preservada, ao passo que incompatibilidades de ocupação em APPs, Reservas Legais e Unidade de Conservação devem ser recuperadas. Nesse sentido, foi estabelecida a indicação de níveis de urgência à recuperação na zona de conservação e de intervenções recuperativas e níveis de restrição de uso na zona de ocupações consolidadas e/ou atividades produtivas. O Quadro 10 contempla uma síntese das diretrizes de preservação, recuperação e manejo proposta para a bacia hidrográfica do rio Uberabinha.

**Quadro 10 – Ações de preservação, recuperação e manejo da bacia hidrográfica do rio Uberabinha.**

Zona	Área (subzona)	Cobertura e uso da terra	Diretrizes de preservação ou recuperação	Ações de preservação ou recuperação
Zona de conservação ou de intervenções recuperativas	Áreas para preservação	Vegetação Nativa (100%)	Manutenção da vegetação nativa	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medidas gerais de proteção da cobertura vegetal nativa</li> </ul>
	Áreas para recuperação de baixa urgência	Mosaico de Usos (97,68%) Áreas Urbanizadas (2,32%)	Recomposição da vegetação nativa das áreas de incompatibilidade legal	<ul style="list-style-type: none"> <li>Medidas para proteção da vegetação</li> <li>Regeneração natural</li> <li>Semeadura direta</li> <li>Enriquecimento</li> <li>Adensamento</li> <li>Nucleação</li> <li>Plantio por mudas</li> <li>Controle das plantas competidoras</li> </ul>
	Áreas para recuperação de média urgência	Culturas Temporárias (39,87%) Culturas Permanentes (1,75%) Pastagens (52,21%) Silvicultura (6,18%)		
	Áreas para recuperação de alta urgência	Pastagens (100%)		
Zona	Área (subzona)	Cobertura e uso da terra	Diretrizes de manejo do uso da terra	Ações de manejo do uso da terra
Zona de ocupações consolidadas e/ou de atividades produtivas	Áreas aptas com restrições elementares	Culturas Temporárias (87,14%) Culturas Permanentes (0,61%) Silvicultura (12,24%)	Manejo de culturas e pastagens para áreas com restrições elementares	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantio direto</li> <li>Aplicação controlada de agrotóxicos e fertilizantes</li> <li>Técnicas de terraceamento</li> <li>Plantio em nível</li> </ul>
	Áreas aptas com restrições moderadas	Culturas Temporárias (66,69%) Culturas Permanentes (0,10%) Mosaico de Usos (0,60%) Pastagens (29,23%) Silvicultura (3,38%)	Manejo de culturas e pastagens para áreas com restrições moderadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantio direto</li> <li>Integração lavoura-pecuária</li> <li>Aplicação controlada de agrotóxicos e fertilizantes</li> <li>Técnicas de terraceamento</li> <li>Técnicas de plantio e formação de pastagens</li> <li>Técnicas de controle de processos erosivos</li> <li>Plantio em nível e corte controlado da silvicultura</li> </ul>
	Áreas aptas com restrições relevantes	Área Urbanizada (5,76%) Culturas Temporárias (9,86%) Culturas Permanentes (0,21%) Pastagens (37,13%) Mosaico de Usos (46,40%) Silvicultura (0,65%)	Manejo de culturas e pastagens para áreas com restrições relevantes	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plantio direto</li> <li>Integração lavoura-pecuária</li> <li>Aplicação controlada de agrotóxicos e fertilizantes</li> <li>Técnicas de terraceamento</li> <li>Técnicas de plantio e formação de pastagens</li> <li>Adoção da capacidade de suporte das pastagens</li> <li>Técnicas de controle de processos erosivos</li> </ul>
	Áreas inaptas	Área Urbanizada (0,69%) Mosaico de Usos (76,53%) Pastagens (7,03%)	Recomposição da vegetação nativa das áreas inaptas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Regeneração natural sem manejo</li> <li>Semeadura direta</li> <li>Enriquecimento</li> <li>Adensamento</li> <li>Nucleação</li> <li>Plantio por mudas</li> <li>Controle das plantas competidoras</li> </ul>
	Áreas urbanas consolidadas	Áreas Urbanizadas (97,00%) Mosaico de Usos (3,00%)	Melhoria ambiental das áreas urbanizadas	<ul style="list-style-type: none"> <li>Redução relativa da impermeabilização do solo urbano</li> <li>Ampliação do sistema de tratamento de esgoto</li> <li>Gestão efetiva dos resíduos sólidos</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelos autores (2026).

A partir do exposto, espera-se contribuir para que os gestores municipais e das bacias hidrográficas do rio Paranaíba e Araguari possam implementar e monitorar ações em conformidade com o estabelecido no zoneamento ambiental aplicado.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O zoneamento ambiental da bacia hidrográfica do rio Uberabinha evidenciou a importância da abordagem integrada na análise das vulnerabilidades à perda de solos, das condições quali-quantitativas das águas superficiais e das áreas legalmente protegidas. Os resultados permitiram identificar conflitos de uso da terra associados à incompatibilidade entre as formas de ocupação e as limitações do meio físico, indicando áreas mais suscetíveis à degradação ambiental.

O modelo proposto mostrou-se eficaz na delimitação de zonas destinadas à preservação, recuperação e manejo sustentável, constituindo-se um instrumento técnico alternativo para o planejamento e gestão territorial de bacias hidrográficas. O resultado apresenta potencial de aplicação no âmbito da gestão de recursos hídricos, podendo subsidiar ações do Comitê e da Agência da Bacia Hidrográfica do Rio Araguari. Por fim, destaca-se a possibilidade de replicação da metodologia em outras bacias hidrográficas, bem como a necessidade de incorporação de variáveis socioeconômicas em estudos futuros, visando ao aprimoramento das análises e à maior efetividade das ações de planejamento e gestão ambiental.

## **AGRADECIMENTOS**

O estudo foi financiado com recursos da Cobrança pelo uso da água da bacia do rio Araguari, por meio do Comitê de Bacia do rio Araguari - CBH Araguari e sua Entidade Equiparada às funções de Agência de Bacia – ABHA Gestão de Águas, por meio do Edital de Chamamento Público ABHA nº 003/2024 - Apoio a Projeto de Pesquisa.

## **REFERÊNCIAS**

BRASIL. **Decreto nº 4.297, de 10 de julho de 2002.** Regulamenta o art. 9º, inciso II, da Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, estabelecendo critérios para o Zoneamento Ecológico-Econômico do Brasil - ZEE, e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2002/D4297.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/D4297.htm). Acesso em: 01 mar. 2026.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l6938.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l6938.htm). Acesso em: 01 mar. 2026.

BRASIL. **Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l9985.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9985.htm). Acesso em: 01 mar. 2026.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nºs 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 01 mar. 2026.

CREPANI, E.; MEDEIROS, J. S.; HERNANDEZ FILHO, P.; 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. 124p.

IBGE. **Cidades e estados do Brasil**. 2025. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 01. mar. 2025.

INFRAESTRUTURA DE DADOS ESPACIAIS; SISTEMA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Infraestrutura de dados espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. Belo Horizonte: IDE-SISEMA, 2019. Disponível em: [idesisema.meioambiente.mg.gov.br](https://idesisema.meioambiente.mg.gov.br). Acesso em: 02 dez. 2025.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS. **Avaliação da qualidade das águas superficiais em Minas Gerais em 2023**: resumo executivo anual. Belo Horizonte: Igam, 2023.

MAPBIOMAS. **Coleção 10 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso da Terra do Brasil**. 2025. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas/>. Acesso em: 22 set. 2025.

ROSA, R. M. **Unidades de paisagem e zoneamento**: subsídios para o planejamento ambiental na bacia do rio Uberabinha-MG. 2017. 118 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

ROSA, R. M.; FERREIRA, V. O. Multiscale landscape compartmentation of the Uberabinha river basin (Minas Gerais, Brazil) through the geosystemic perspective. **Sociedade & Natureza**, v. 34, n. 1, 2022a.

ROSA, R. M.; FERREIRA, V. O. Proposta de zoneamento ambiental para bacias hidrográficas: Aplicação na Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba. **GEOUSP Espaço e Tempo (Online)**, São Paulo, v. 26, n. 2, p. 50-76, 2022b.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; LIMA, H. N.; MARQUES, F. A.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 6. ed. Brasília: EMPRABA, 2015.

SEER, H. J.; MORAES, L. C. **Geologia regional do Triângulo Mineiro**. Belo Horizonte: CODEMIG/UFMG, 2017. 123p.

SILVA, F. R. **Uso e ocupação do solo associado à qualidade da água no Rio Uberabinha**. 2016. 72 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Qualidade Ambiental) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.

Recebido: 02/03/2026

Aceito: 05/05/2026