

## Relações entre ações antrópicas e taxas de turbidez na bacia Hidrográfica do Rio Maracujá, Amarantina-MG

## Relationship between anthropic actions and turbidity rates in the Maracujá River watershed, Amarantina-MG

Gabriel Roque da Silva<sup>1</sup>

Alex de Carvalho<sup>2</sup>

### Resumo

As atividades humanas constituem um fator que condiciona a redução da infiltração de água no solo e, conseqüentemente, o aumento do fluxo superficial. Esses fatores desestabilizam as encostas e favorecem os processos de erosão do solo, atribuindo maior carga sedimentar nos fluxos de água dos canais, refletindo no aumento das taxas de turbidez. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é discutir os efeitos das atividades antrópicas na dinâmica hidrossedimentológica dos canais do Córrego do Barreiro e do Rio Maracujá no Distrito de Amarantina, em Ouro Preto, Minas Gerais, através da avaliação da turbidez. Este tema é bastante importante porque a ocupação humana em Cachoeira do Campo, Amarantina e Santo Antônio do Leite tem feito com que o solo seja cada vez mais usado, a cobertura vegetal retirada, possibilitando a intensificação dos processos erosivos e mudanças bruscas na topografia local. A metodologia utilizada consistiu no monitoramento das taxas de turbidez na estação seca e na estação chuvosa e no mapeamento do uso e ocupação do solo na área investigada. Foi observado que a área conta com vasta área de pastagem e manchas de solo exposto, o que contribui para o fornecimento de sedimentos aos cursos d'água. As taxas de turbidez variaram ao longo do período, cujos valores podem ser associados tanto às condições do uso e cobertura do solo, como da relação dessas condições com as precipitações que ocorreram. O lançamento de efluentes domésticos é outro fator que deve ter impactado os valores de turbidez verificados principalmente na estação seca.

**Palavras-Chave:** Geomorfologia fluvial; processos erosivos, dinâmica hidrossedimentar.

### Abstract

Human activities represent a factor that conditions the reduction of water infiltration into the soil and, consequently, the increase in surface flow. These factors destabilize the slopes and favor soil erosion processes, attributing a more significant sedimentary load to the water flows

1 Licenciado em Geografia pelo Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Ouro Preto, [gabrielroquesilva@hotmail.com](mailto:gabrielroquesilva@hotmail.com), ORCID <https://orcid.org/0009-0001-6811-8801>

2 Doutor em Geografia pela Universidade Federal de Minas Gerais, professor do Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Ouro Preto, Coordenadoria de Geografia, [alex.carvalho@ifmg.edu.br](mailto:alex.carvalho@ifmg.edu.br), ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6525-3170>

in the channels, reflecting in an increase in turbidity rates. Therefore, this work aims to investigate the effects of anthropic activities on the hydro-sedimentological dynamics and morphology of the Córrego do Barreiro and Rio Maracujá channels in the District of Amarantina, in Ouro Preto, Minas Gerais. This issue is very important because human occupation in Cachoeira do Campo, Amarantina and Santo Antônio do Leite has meant that the soil is increasingly used, the vegetation cover removed, enabling the intensification of erosion processes and sudden changes in the local topography. The methodology consisted of monitoring turbidity rates in the dry and rainy seasons and mapping of land use and occupation in the investigated area. It was observed that the area has a large pasture area and exposed soil patches. This should contribute to the supply of sediments to the watercourses. The turbidity rates varied over the period and their values can be associated with the conditions of land use and cover and the relationships between soil conditions and the rainfall that occurred. The release of domestic effluents is another factor that must have impacted the turbidity values observed mainly in the dry season.

**Keywords:** Fluvial geomorphology; erosive processes; hydrosedimentary dynamics.

## Introdução

A água é um recurso natural finito, que tem sofrido com a intensidade das atuações humanas. Os cursos d'água têm se tornado poluídos pelos efluentes produzidos pela sociedade, sobretudo em áreas urbanas. A ação antrópica, por meio da utilização de práticas que destroem o equilíbrio das condições naturais, tem acelerado esses processos, provocando prejuízos ao setor agrícola e ao meio ambiente, com reflexos econômicos e sociais (TUCCI, 1998; AMORIM, 2000; MACHADO, TORRES, 2017).

A dinâmica de sedimentos é influenciada pelo escoamento de água em uma bacia hidrográfica, sendo este o principal agente responsável pelos processos de erosão, sobretudo, em ambientes tropicais úmidos (MAGALHÃES JUNIOR et al., 2020). A intervenção humana tende a reduzir a infiltração de água no solo e, conseqüentemente, aumentar o fluxo superficial. Isso desestabiliza as encostas e favorece os processos de erosão, atribuindo maior carga sedimentar nos fluxos de água dos canais (LINO, 2009).

O regime hidrológico de um rio reflete a interação de processos naturais complexos atuantes em superfície e subsuperfície (CUSTODIO, LLAMAS, 1976), estando ainda sujeito a variações em consequência das atividades antrópicas (LIMA, 1986; LUK, DICENZO, LIU, 1997;

COSTA, BACELLAR, 2003; 2007). Entre as ações que contribuem para o impacto ambiental em bacias hidrográficas é possível citar a agricultura, pecuária, mineração, meios de infraestrutura como estradas, entre outros (POPP, 1992).

A turbidez é um dos principais parâmetros de qualidade das águas, capaz de indicar alterações na dinâmica hidrossedimentar de uma bacia como consequência da erosão acelerada. Ela indica o nível de interferência que a luz sofre ao passar pela água e, dessa forma, expressa a quantidade de material em suspensão, podendo ser utilizada como medida direta dessa quantidade (LOCH, BRENTANO, 2020). Os sólidos em suspensão na água podem ser de origem natural (partículas de rochas, argila, silte, algas e outros microrganismos) ou antrópica. Segundo Sperling (1996), na maioria das vezes, a origem antrópica dos sólidos em suspensão está associada a efluentes domésticos e industriais, microrganismos e erosão acelerada.

Na bacia do Rio Maracujá, a ocupação humana tem sido marcada por uma intensa e considerável exploração dos recursos naturais, que deixou marcas importantes para a compreensão dos processos erosivos, além de poluição e degradação ambiental. O uso e a ocupação do solo estão correlacionados com as atividades agrícolas em pequenas propriedades destinadas ao comércio, agropecuária e a mineração. A ocupação na região remonta ao Ciclo do Ouro, sendo que, com a exaustão deste mineral, o ferro passou a ser o recurso mais explorado, causando modificação no panorama das cidades do alto curso Rio das Velhas, bem como impactos ambientais (CAMARGOS, 2005).

O distrito de Amarantina, um dos doze distritos vinculados ao município de Ouro Preto-MG, faz parte da bacia do rio das Velhas e, mais especificamente, da bacia do Rio Maracujá. O distrito apresentou um crescimento populacional significativo nas últimas décadas, resultando na intensificação de atividades antrópicas na região. Historicamente, o distrito tem sido utilizado para práticas agrícolas, agropastoris e de mineração, que contribuem para a alteração da cobertura natural do solo e favorecem a intensificação da erosão. Assim, a análise do uso e ocupação do solo e sua correlação com processos erosivos e a dinâmica hidrossedimentar dos cursos fluviais devem contribuir com a compreensão do papel das atividades antrópicas nas alterações das condições dos canais fluviais e da qualidade dos recursos hídricos.

Assim, o objetivo deste estudo é discutir os efeitos das atividades antrópicas na dinâmica hidrossedimentológica dos canais do Córrego do Barreiro e do Rio Maracujá no Distrito de Amarantina, em Ouro Preto, Minas Gerais, a partir da avaliação de taxas de turbidez.

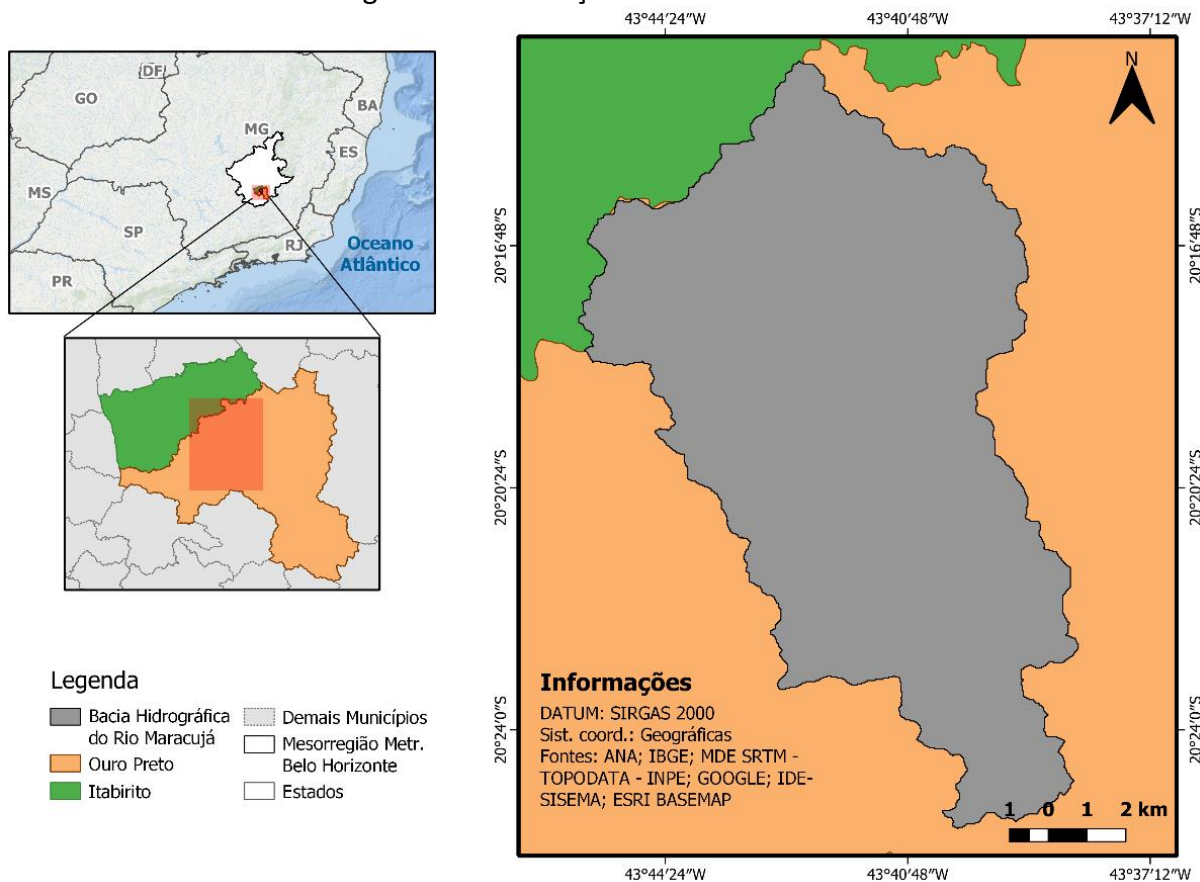
Trata-se de um tema importante, pois, com o aumento significativo da população na bacia do Rio Maracujá, novas áreas estão sendo habitadas, promovendo o aumento das áreas de pastagem, produção agrícola, mineração e indústrias. Porém, o uso do solo que mais se destaca é a ocupação urbana, sendo perceptível o adensamento urbano em alguns distritos como Cachoeira do Campo, Amarantina e Santo Antônio do Leite pelo uso cada vez maior do solo, bem como a retirada da sua cobertura vegetal, possibilitando a intensificação dos processos erosivos e mudanças bruscas na topografia local.

## **Metodologia**

### Caracterização da área de estudo

A bacia do Rio Maracujá compreende uma área aproximada de 145km<sup>2</sup>, cuja maior parte pertence ao município de Ouro Preto, Minas Gerais (Figura 1). As primeiras ocupações na bacia remontam ao século XVIII, quando ela se tornou um centro de abastecimento de alimentos para os garimpos de ouro da região (BACELLAR, 2000).

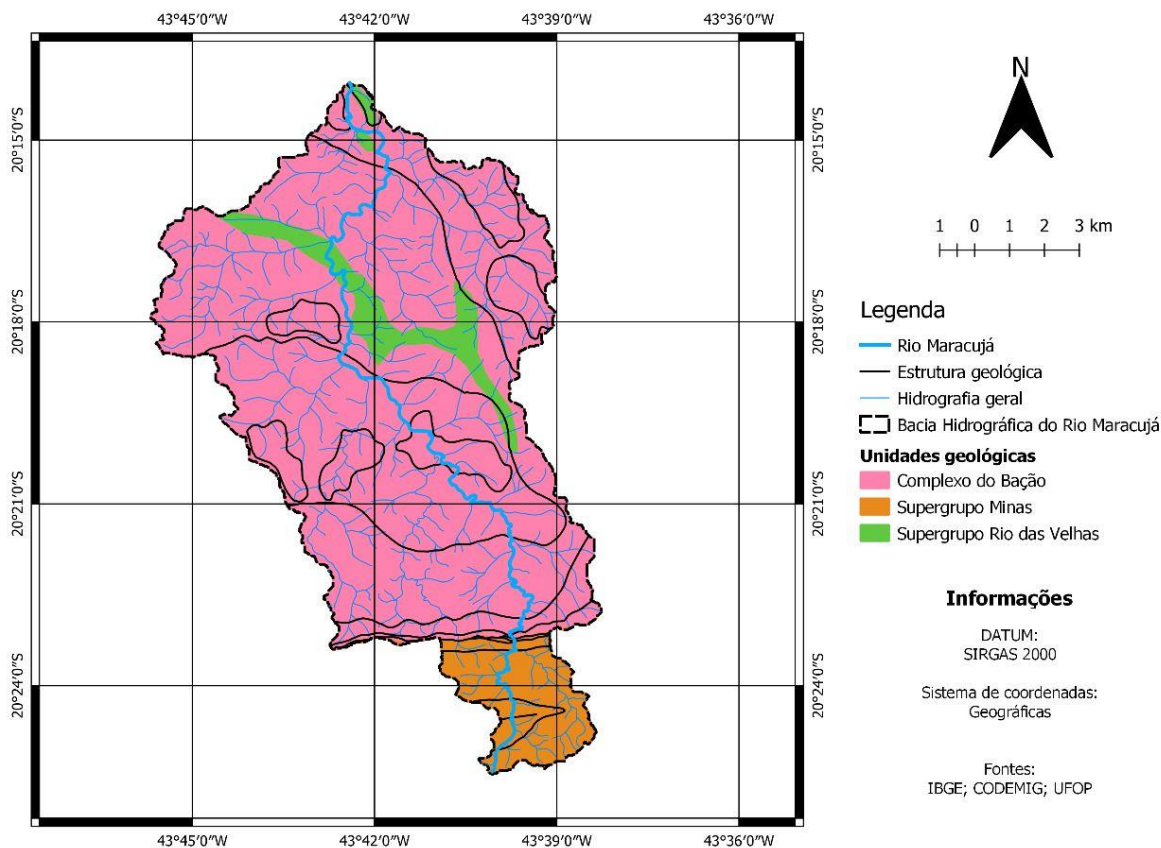
Figura 1 – Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pelos autores.

A área de estudo compreende os distritos de Amarantina, Cachoeira do Campo, Santo Antônio do Leite. Nas partes mais rebaixadas da bacia, afloram as rochas do Complexo do Bação (gnaiesses, migmatitos etc.) e em pequenas porções da bacia hidrográfica também afloram rochas dos supergrupos Rio das Velhas e Minas (Figura 2). O Complexo do Bação é composto por rochas gnáissico-migmatíticas de idade arqueana, com composição tonalítico-trondjemítica a granodiorítica, estruturadas em forma de um domo, circundado por rochas metassedimentares dos Supergrupos Rio das Velhas e Minas (GOMES, 1986). O Complexo Metamórfico do Bação apresenta forma aproximadamente circular e área de cerca de 385 km<sup>2</sup>. Segundo Johnson (1962), esta unidade seria relativamente homogênea, representada por rochas granito-gnáissicas indiferenciadas, apresentando lentes de rochas do Supergrupo Rio das Velhas e alguns diques de anfibolitos, migmatitos e granitoides.

Figura 2 – Quadro litológico e estrutural da Bacia do Rio Maracujá.



Fonte: Elaborado pelos autores.

O Rio Maracujá é tributário do Rio das Velhas. As cabeceiras dos principais córregos que formam sua bacia hidrográfica se localizam na parte sul, na Serra do Catete. O padrão geral da drenagem é dendrítico, desenvolvido, principalmente, no médio e baixo curso sobre as rochas do embasamento cristalino, com formação de planícies de inundação nos principais cursos com canais meandantes (SOBREIRA, 1998).

O Quadrilátero Ferrífero é uma área de transição entre a Mata Atlântica, em que predomina nos solos mais férteis, e Cerrado, onde predomina nos solos mais pobres em termos de fertilidade, com ocorrência de campos rupestres especialmente nas serras com quartzito. Devido à intensa exploração mineral e ocupação humana, a vegetação nativa encontra-se bastante degradada. Especificamente na região do Complexo do Bação, destacam-

se campos e cerrados entremeados por matas ciliares, que atualmente encontram-se parcialmente substituídos por formações secundárias e pastagens (FREITAS, FARIAS, 1982 *apud* BACELLAR 2000).

### Materiais e métodos

Foi realizado o levantamento de bases cartográficas, como hidrografia, declividade, geologia, limites municipais, entre outras informações importantes para a pesquisa. Essas bases cartográficas puderam ser acessadas de forma gratuita em sites como os da Agência Nacional de Águas (ANA), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), Banco de Dados Geomorfológicos do Brasil (TOPODATA) - que oferece o Modelo Digital de Elevação (MDE), e Companhia de Desenvolvimento Econômico de Minas Gerais (CODEMIG). A partir dessa base cartográfica, com a utilização do software Qgis, foram produzidos mapas, como de localização da área de estudo, hidrográfico, geológico, hipsométrico, de declividade, entre outros. Conseqüentemente, foi realizado um reconhecimento em campo com a verificação das classes mapeadas e a identificação das atividades antrópicas, vegetação, feições erosivas como área urbana, vegetação arbórea, pastagens, mineração e focos de erosão acelerada. Foram realizados registros fotográficos para exemplificar os principais processos geodinâmicos que apresentam problemas para fins da ocupação urbana.

O mapeamento do uso e ocupação do solo foi realizado a partir de imagens de alta resolução disponíveis gratuitamente no Google Earth Pro<sup>®</sup>. Os dados foram projetados no sistema de coordenadas UTM SIRGAS 2000 Fuso 23S no software Qgis, com coordenadas X e Y variando de 1.000 em 1.000m.

Para o monitoramento da turbidez foram definidas quatro coletas por estação (seca e chuvosa). As coletas foram realizadas semanalmente, durante quatro semanas, por estação. Ao todo, foram coletadas 28 amostras por estação. As análises das taxas de turbidez foram realizadas nas amostras coletadas utilizando um turbidímetro de bancada, disponibilizado pelo Laboratório de Geografia Física (Instituto Federal de Minas Gerais – Campus Ouro Preto).

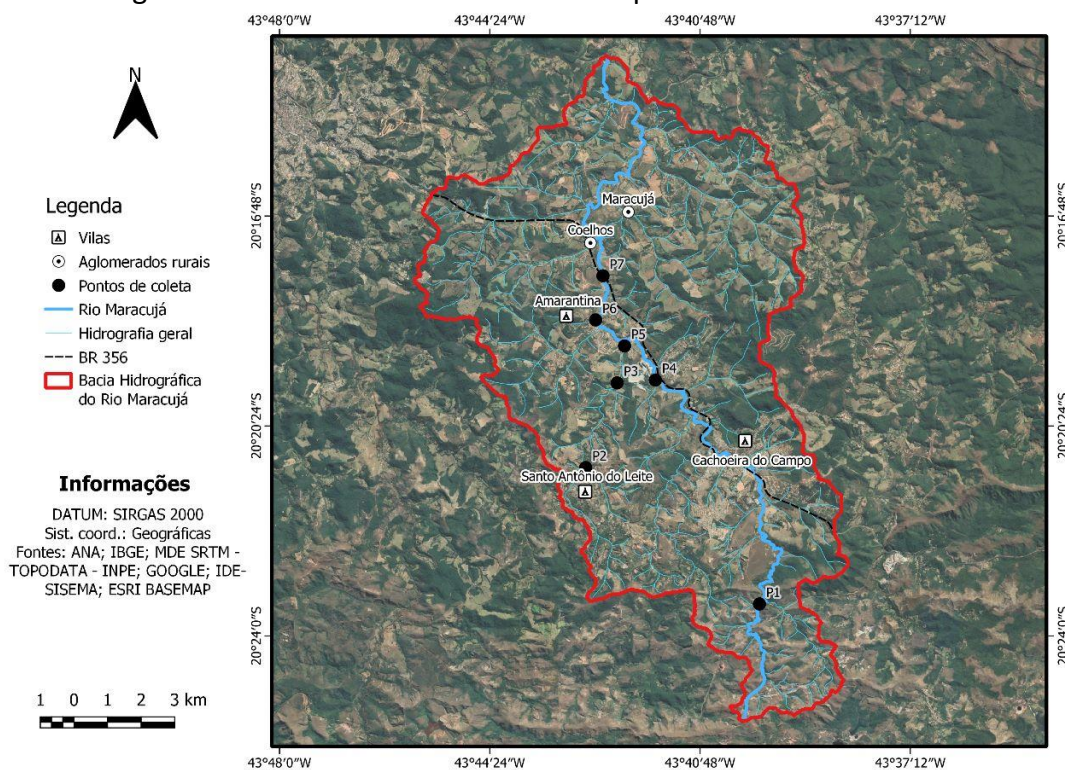
Foram escolhidos sete pontos ao longo do Rio Maracujá e do Córrego do Barreiro (Figura 3), sendo quatro no Rio Maracujá (P1, P4, P6, P7) e três no Córrego do Barreiro (P2, P5 e P3). O P1 está localizado no Rio Maracujá e é o mais à montante da área de estudo (Tabela 1; Figura 3), enquanto o P7 é o ponto mais a jusante.

Tabela 1– Coordenadas geográficas dos Pontos de Coleta.

Coordenadas dos Pontos de Coleta		
Pontos	Latitude	Longitude
<b>P1</b>	20°23'27.05"S	43°39'46.92"O
<b>P2</b>	20°21'6.77"S	43°42'45.47"O
<b>P3</b>	20°19'39.67"S	43°42'13.15"O
<b>P4</b>	20°19'36.83"S	43°41'33.81"O
<b>P5</b>	20°19'1.67"S	43°42'5.53"O
<b>P6</b>	20°18'34.92"S	43°42'35.19"O
<b>P7</b>	20°17'49.49"S	43°42'27.72"O

Fonte: Google Earth, 2022.

Figura 3 – Pontos de coleta de amostras para análise da turbidez.



Fonte: Elaborado pelos autores.

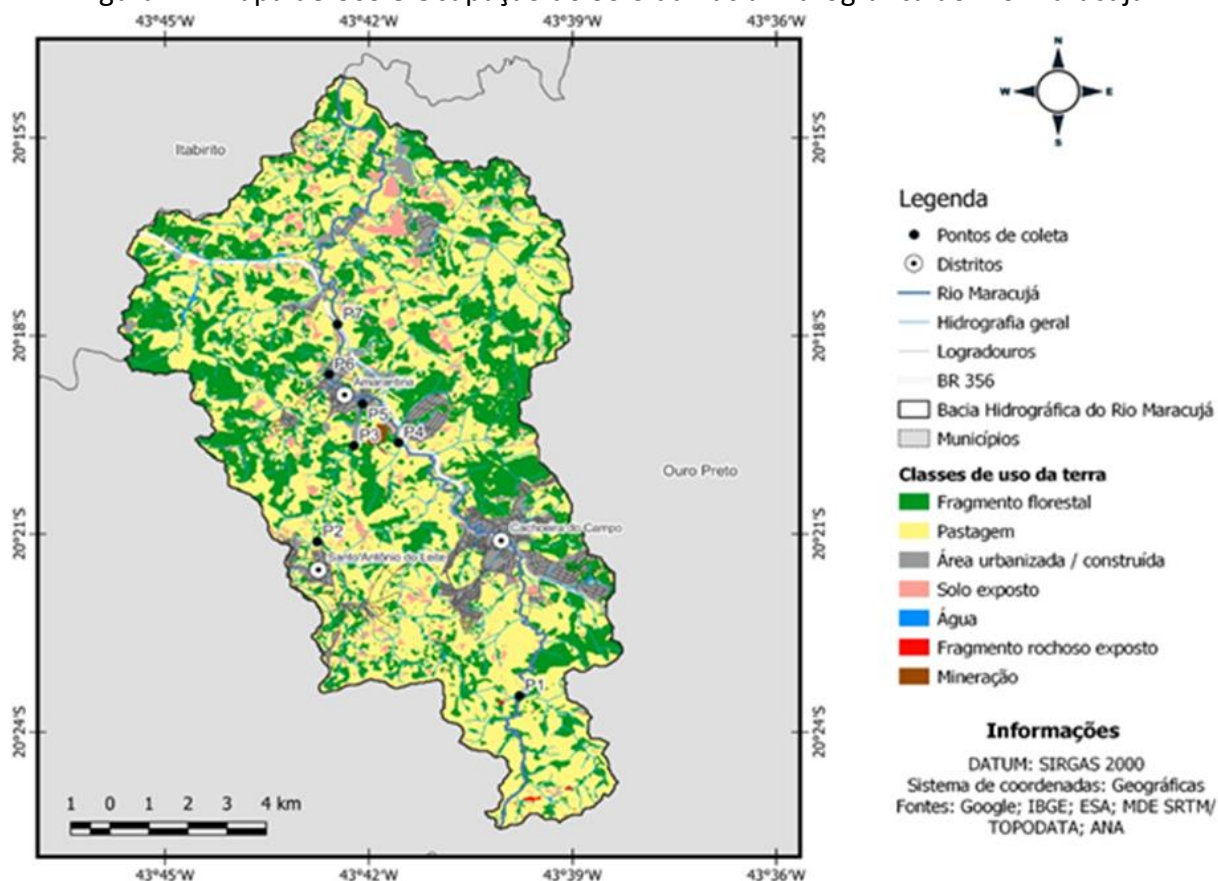


## Resultados e discussões

### Efeitos das atividades antrópicas na dinâmica hidrossedimentológica

Na Figura 4 é possível observar as classes de uso e ocupação do solo mapeadas na bacia do Rio Maracujá. As áreas de pastagem e os fragmentos florestais representam as áreas mais expressivas mapeadas. A cobertura vegetal, denominada fragmento florestal, constitui um dos mais importantes controladores dos processos erosivos, levando em consideração a ação protetora que ela exerce sobre o solo. Por outro lado, as pastagens representam áreas mais susceptíveis aos processos erosivos, sejam eles de forma difusa (em lençol) ou concentrada (em sulcos, ravinas e voçorocas).

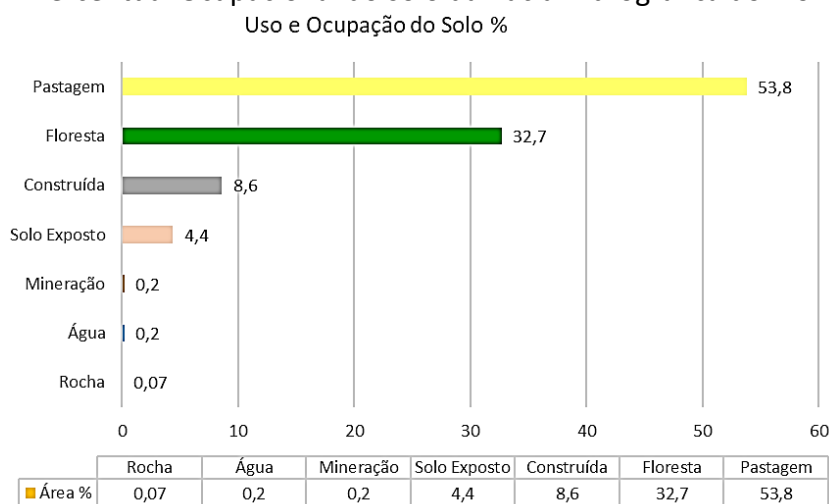
Figura 4 – Mapa de Uso e Ocupação do Solo da Bacia Hidrográfica do Rio Maracujá.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Em termos de percentuais de classes mapeadas, as áreas classificadas como pastagens, que representam os usos agrícolas e agropecuários, possuem os maiores percentuais na área mapeada (53,8%). Já as áreas de vegetação, denominados fragmento florestal, possuem o segundo maior percentual (32,7%). As áreas construídas, associadas às áreas urbanizadas, apresentam terceiro maior percentual (8,6%). O solo exposto ocupa a quarta posição (4,4%). Essas áreas englobam as voçorocas, em sua maioria, não vegetadas e/ou parcialmente vegetadas, além de áreas preparadas para o plantio. A mineração apresenta pequeno percentual se comparada com as classes citadas anteriormente (0,2%). No entanto, essa atividade representa uma pressão importante, dada a sua grande capacidade de alteração da superfície e de revolvimento do solo e das rochas (Figura 5).

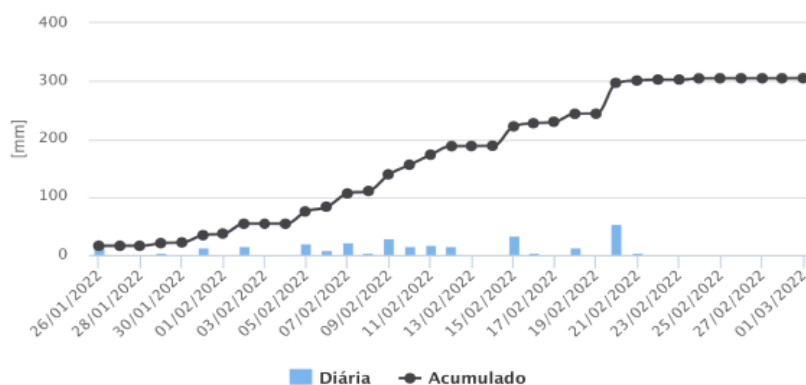
Figura 5 – Percentual Ocupacional do solo da Bacia Hidrográfica do Rio Maracujá.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Os valores das taxas de turbidez foram obtidos em cada ponto de amostragem nas estações chuvosa e seca. Foi também verificada a influência da precipitação nas taxas de turbidez por meio da coleta de dados sobre a pluviosidade na região durante as amostras de água, utilizando-se os dados da estação pluviométrica de Amarantina (Figura 6). Entre 26/01/2022 e 21/02/2022, foram registrados valores de precipitação que totalizaram 300mm no período. A partir de 22/02/2023, não houve registro de chuvas.

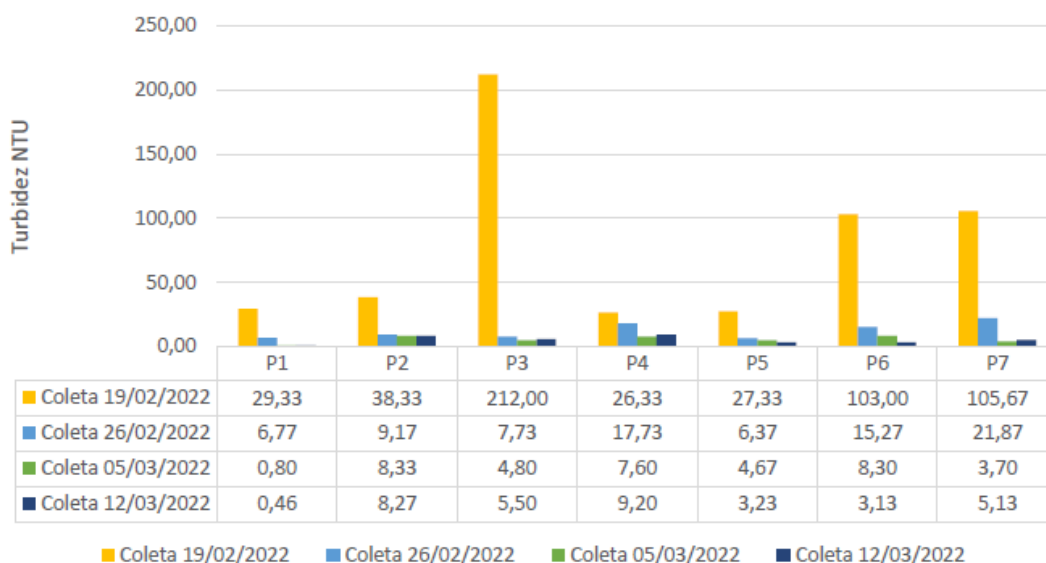
Figura 6 – Precipitação Acumulada Estação Chuvosa CEMADEN.  
 Precipitação Acumulada em 35 dias | Estação: Amarantina  
 (314610709A)



Fonte: Elaborado pelos autores.

Os valores das taxas de turbidez na bacia do Rio Maracujá durante o período chuvoso, cujas amostras foram coletadas entre fevereiro e março, variaram entre 0,46 e 212,00 NTU. Isso revela o condicionamento sazonal esperado, devido à precipitação registrada nas primeiras coletas (Figura 7). Na estação chuvosa, os dois primeiros dias de amostragem apresentaram taxas de turbidez mais altas e isso deve estar associado à ocorrência de precipitação em dias anteriores às amostragens e, até mesmo, no dia da coleta.

Figura 7 – Taxas de turbidez durante a estação chuvosa.  
 Turbidez Por Pontos Estação Chuvosa



Fonte: Elaborado pelos autores.

Na estação chuvosa, os pontos localizados em áreas sem contribuição urbana tenderam a ter maiores valores de turbidez, considerando o alto nível de chuva e, conseqüentemente, o aumento de erosão acelerada. O P3 apresentou valor de 212,00 NTU no primeiro dia de amostragem. O valor da turbidez verificado na primeira coleta deve ter relação com a precipitação ocorrida no mesmo dia. As taxas de turbidez no P3 podem ter sido condicionadas pela proximidade em relação ao empreendimento minerário.

Os pontos mais a jusante da bacia (P6 e P7) são caracterizados pela influência as áreas urbanas a montante, além da presença de pastagem, solo exposto para práticas agrícolas e mineração. As taxas de turbidez nesses pontos também podem ter relação com o empreendimento minerário localizado em Amarantina.

No segundo dia de amostragem 26/02/2022, foram verificados níveis pluviométricos acumulados antecessores a amostragem totalizando 60,84mm, quantitativo superior ao primeiro dia de coleta. No entanto, este acumulado prevaleceu até três dias antes da segunda amostragem, quando os níveis pluviométricos se estabilizaram em 0mm por dia. Conseqüentemente, isso condicionou a queda nas taxas de turbidez. Apesar disso, em alguns pontos mais a jusante da bacia, foram registrados valores mais elevados de turbidez, como no P6, P4 e P7, em relação aos pontos mais a montante, como P1, P3 e P5.

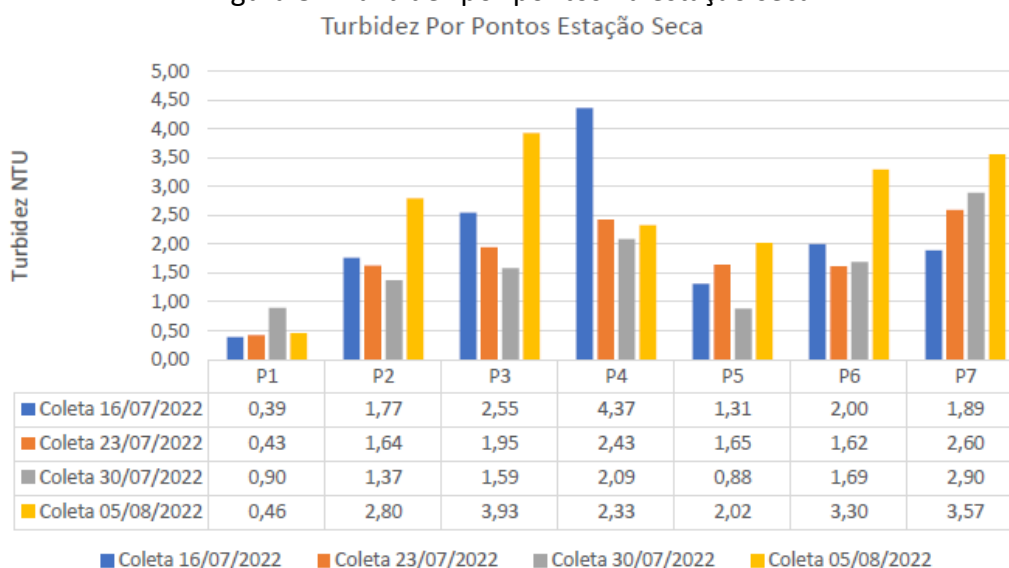
Com a queda expressiva nos níveis pluviométricos na estação chuvosa, a partir do 3º dia de amostragem, no período chuvoso, os valores das taxas de turbidez passaram a se tornar semelhantes àqueles que seriam registrados na estação seca. Os valores no 3º dia de coletas no período chuvoso não ultrapassam a 8,33 NTU.

Os pontos P1, P2, P4 e P5 apresentaram comportamento estável em comparação com os demais pontos na estação chuvosa. O P2, principalmente nas primeiras coletas, apresentou valores consideravelmente elevados devido ao fato de estar em área de menor influência urbana, mas com a presença de voçorocas ao seu redor. O P1 é o ponto de menor influência das ações antrópicas e apresenta elevada presença de vegetação arbórea, que pode dificultar os processos erosivos e, conseqüentemente, contribuir para a redução das taxas de turbidez.

Na estação seca, as taxas de turbidez observadas são mais baixas do que as registradas na estação chuvosa (Figura 8). Destaca-se ainda que o período seco não teve registro de chuvas entre 11/07/2022 e 05/08/2022.

Observa-se que o comportamento dos pontos ao longo das amostragens no período seco apresenta relevância em valores em determinadas coletas. Foram registradas taxas de turbidez entre 0,39 e 4,37 NTU, no período seco (julho e agosto). Neste período, ao contrário do período chuvoso, os pontos de menor contribuição urbana apresentam menores taxas de turbidez. Levando em consideração o baixo nível pluviométrico, em contrapartida, os pontos mais próximos à área urbana e às ações humanas apresentam valores mais elevados no período.

Figura 8 – Turbidez por pontos na estação seca.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse comportamento da turbidez deve ter relação com a redução da vazão devido à estiagem e com o lançamento dos efluentes domésticos nos cursos fluviais analisados. Com a menor vazão neste período, restringindo a capacidade de diluição dos efluentes, as correlações podem ser mais diretas. Além disso, a vegetação mais escassa em períodos secos contribui para um carreamento significativo de sedimentos. Os pontos a jusante dos distritos

da área de estudo possuem valores expressivos em comparação aos demais pontos, como, por exemplo, P3 influenciado pelos efluentes lançados pelo distrito de Santo Antônio do Leite, P4 influenciado pelos efluentes de Cachoeira do Campo e P6 e P7, mais a jusante da bacia, influenciados tanto por Santo Antônio do Leite quanto Cachoeira do Campo e Amarantina.

O ponto P1, em ambas as estações, apresentou menores taxas de turbidez. Trata-se do ponto mais a montante investigado e com menor influência antrópica (Figura 9). No período chuvoso, o ponto apresentou entre 0,46 e 29,33 NTU. O valor expressivo de 29,33 NTU é decorrente da chuva no primeiro dia de amostragem. No período seco apresentou 0,39 a 0,90 NTU. O fator do uso e ocupação do solo neste ponto em específico é primordial para a interpretação dos valores. Mesmo no período chuvoso, os valores do P1 se aproximaram com os valores no período seco, em alguns casos até valores maiores no período seco do que no chuvoso.

Figura 9 – P1, ponto mais a montante do Rio Maracujá, no distrito de Cachoeira do Campo.



Fonte: Arquivo dos autores.

O P2 o ponto (Figura 10) apresentou taxas de turbidez consideravelmente mais elevadas em comparação com o P1. No P2, no período chuvoso, foram registrados valores de turbidez entre 8,27 e 38,33 NTU e, no período seco, entre 1,37 e 2,80 NTU. A relação dos valores de turbidez e o uso e ocupação do solo auxiliaram na interpretação dos dados. Próximo

ao P2 destacam-se focos de erosão acelerada (voçorocas) que interferem diretamente no processo de erosão e transporte de sedimentos em suspensão pelo canal. No período chuvoso, essas feições erosivas são facilitadoras para a alteração das taxas de turbidez e, no período seco, a produção agropecuária influencia no assoreamento dos rios e, conseqüentemente, no acúmulo de sedimentos, ocasionando alteração na morfologia dos canais, condicionado pela redução da vazão e deposição dos sedimentos.

Figura 10 – P2, córrego do Barreiro, localizado no distrito de Santo Antônio do Leite.



Fonte: Arquivo dos autores.

O P3 (Figura 11) é um ponto de influência direta das atividades antrópicas, levando em consideração o empreendimento minerário. Neste ponto, os valores de turbidez variaram entre 4,80 e 212,00 NTU no período chuvoso e, 1,59 e 3,93 NTU no período seco. O expressivo valor no período chuvoso é decorrente da ocorrência de chuva no momento da amostragem, o valor não se manteve nas coletas posteriores. No entanto, deve-se observar que, mesmo no período seco, o P3 apresentou valores consideráveis em relação ao comportamento das taxas ao longo do período. A influência antrópica e minerária, mesmo em baixos percentuais em relação a bacia em geral, interfere diretamente na dinâmica natural do canal.

Figura 11 – P3, córrego do Barreiro, localizado no distrito de Amarantina.



Fonte: Arquivo dos autores.

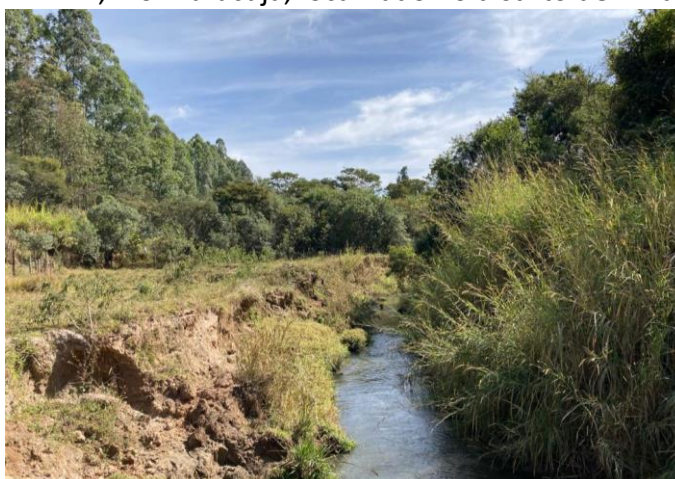
O P4 (Figura 12) também é um ponto de interferência do empreendimento minerário, além de ser influenciado pela contribuição urbana do distrito de Cachoeira do Campo, e apresentou valores entre 7,60 a 26,33 NTU no período chuvoso e 2,09 a 4,37 NTU no período seco. A influência do uso e ocupação do solo como práticas agrícolas e mineração condicionaram os valores neste ponto. Mesmo em situações de baixos níveis pluviométricos, os valores obtidos no período seco estão entre os maiores. A remoção da cobertura vegetal, os depósitos de desagregados, a alteração na topográfica e o lançamento de efluentes interrelacionados com a redução da vazão e diminuição da dissolução dos sedimentos ampliaram os valores da turbidez na estação seca.

O P5 (Figura 13) se encontra na malha urbana de Amarantina e apresentou valores entre 3,23 e 27,33 NTU no período chuvoso e 0,88 e 2,02 NTU no período seco. Era esperado que a turbidez neste ponto fosse maior durante a estação seca devido ao descarte de efluentes e redução da vazão. Observou-se que o maior valor no período seco é próximo do menor valor do período chuvoso, condicionado pela redução do volume de chuva e diminuição da vazão do canal. Os processos erosivos em áreas urbanizadas são reduzidos, principalmente, pela impermeabilidade do solo, conseqüentemente, no período seco, o acúmulo de efluentes



lançados nos rios pode influenciar nas taxas de turbidez e, conseqüentemente, na qualidade da água.

Figura 12 – P4, Rio Maracujá, localizado no distrito de Amarantina.



Fonte: Arquivo dos autores.

Figura 13 – P5, córrego Barreiro, localizado na área urbana do distrito de Amarantina.



Fonte: Arquivo dos autores.

O P6 (Figura 14) está inserido na malha urbana e apresentou valores entre 3,13 e 103,00 NTU no período chuvoso e entre 1,62 e 3,30 NTU no período de seca. Como no P5, o P6 apresentou valores parecidos em períodos de baixa pluviosidade em ambas as estações. Isso pode estar relacionado com a urbanização que promove a impermeabilidade do solo

através da pavimentação asfáltica e as próprias edificações. Porém, a urbanização influencia diretamente no descarte diário de efluentes, interferindo nas taxas de turbidez.

Figura 14 – P6, Rio Maracujá, localizado na área urbana do distrito de Amarantina.



Fonte: Arquivo dos autores.

O P7 (Figura 15) é o ponto mais a jusante e que sofre interferência por diversos fatores e influenciadores do uso e ocupação do solo ao decorrer de toda área de estudo. Neste ponto foram registrados valores de turbidez entre 3,70 e 105,67 NTU na estação chuvosa e entre 1,89 e 3,57 NTU na estação seca. Destacam-se como condicionantes da concentração de sedimentos nos cursos fluviais as práticas agrícolas e agropecuárias. É provável que ela tenha influenciado diretamente durante a estação chuvosa devido à presença de solo exposto e à remoção da vegetação arbórea.

Ainda com relação às taxas de turbidez, é preciso considerar o impacto das áreas urbanas que representam 8,6% da bacia hidrográfica. Nas áreas urbanas, o lançamento de efluentes domésticos nos cursos d'água acarretou o aumento das taxas de turbidez medidas. As superfícies impermeáveis, como telhados, ruas e estradas, presentes nas áreas urbanas, diminuem a capacidade de infiltração do solo resultando no aumento do escoamento superficial no período chuvoso. Em contrapartida, no período seco, as taxas de turbidez são diretamente influenciadas pelo lançamento de efluentes não tratados nos canais. A turbidez,

para os trechos em que os canais atravessam os distritos, apresentou altos valores devido à ausência de uma estação de tratamento de esgotos (ETE).

Apesar de os voçorocamentos contribuírem com sedimentos o ano inteiro, é na estação chuvosa, sobretudo devido à intensificação da erosão e dos movimentos de massa nas voçorocas, que a elevação das taxas de turbidez ocorre.

Figura 15 – P7, ponto mais a jusante no Rio Maracujá, localizado no distrito de Amarantina.



Fonte: Arquivo dos autores.

### Considerações finais

Verificou-se que existe relação entre as taxas de turbidez e as atividades antrópicas durante o período de monitoramento. As atividades antrópicas estão relacionadas aos processos de erosão acelerada e impactam diretamente a dinâmica hidrossedimentar.

Durante os períodos de chuva, devido aos usos e cobertura do solo, as taxas de turbidez tendem a ser mais elevadas. Cada ponto analisado apresentou diferentes respostas quanto à turbidez em relação aos fatores exteriores, expondo interdependência com os elementos externos.

Os usos agropecuários, agrícolas e o lançamento de efluentes em conjunto com o empreendimento minerário se destacam como os principais fornecedores de sedimentos aos cursos d'água, o que se soma à intensa fragilidade natural das rochas no Complexo do Baçõ.

Mesmo em condições de menor índice de erosão na estação seca, a fragilidade natural das rochas, intensificada pela excessiva influência humana, contribui com resultados de

turbidez elevados na estação seca ou mesmo valores muito próximos em períodos com baixos níveis pluviométricos condicionando intensificadores na dinâmica natural dos cursos d'água.

Identificou-se deposição de materiais arenosos na atual planície de sedimentação, o que é incompatível com a evolução do vale. Isso pode ser, em parte, condicionado pelo entulhamento da calha fluvial. A perda de energia com a queda considerável de vazão propicia o acúmulo de sedimentos, erosão lateral e surgimentos de meandros abandonados, impactando na dinâmica natural do canal.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Geografia Física pela realização das análises de turbidez e ao Grupo de Pesquisa Geoquímica e Paisagem.

### Referências

AMORIM, Ricardo Santos Silva. Desprendimento e arraste de partículas de solo decorrentes de chuvas simuladas. 2000. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Viçosa.

BACELLAR, L. A. P. **Condicionantes geológicos, geomorfológicos e geotécnicos dos mecanismos de voçorocamento na bacia do rio Maracujá**, Ouro Preto, MG. COPPE/UFRJ, 2000.

CAMARGOS, L. M. M. **Plano diretor de recursos hídricos da bacia hidrográfica do rio das Velhas: resumo executivo dezembro 2004**. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio das Velhas, 2005.

COSTA, F. M.; BACELLAR, L. A. P. Analysis of the influence of gully erosion in the flow pattern of catchment streams, Southeastern Brazil. *Catena*, v. 69, n. 1, 230-238, 2007.

COSTA, F. M; BACELLAR, L. A. P. Análise da influência de algumas características das Bacias Hidrográficas nos componentes de deflúvio. In: SBG, Simp. Geol. MG, XII, **Anais**, 2003.

CUSTODIO, E.; LLAMAS, M. R. Hidrología subterránea. Vol. 1. Barcelona: Omega, 1976.

FREITAS, M. A. C.; FARIAS, D. Mapeamento Geológico da porção oeste da Quadrícula Extração, Diamantina (MG). In: FOGAÇA, A. C. C. (org). **Estratigrafia da sequência supracrustal arqueana na porção mediana-central da Serra do Espinhaço, Minas Gerais**, 1982.

GOMES, C. J. S. Estudos estruturais e texturais no Complexo de Baçõ e nos metassedimentos adjacentes, Quadrilátero Ferrífero, Minas Gerais. In: Congresso Brasileiro De Geologia, Anais SBG, 1986. **Anais [...]**1232-1245, 1986.

GOOGLE EARTH. **Mapas**. 2022. Disponível em: <<http://earth.google.com/>>. Acesso em: 10 fev 2022.

JOHNSON, R. F. **Geology and ore deposits of the Cachoeira do Campo, Dom Bosco, and Ouro Branco quadrangles, Minas Gerais, Brazil**. Estados Unidos: Bibliogov, 1962.

LIMA, W. P. O papel hidrológico da floresta na proteção dos recursos hídricos. **Silvicultura**, São Paulo, v. 11, n. 41, 59-62, 1986.

LINO, J. F. L. Análise da dinâmica hidrossedimentológica da bacia hidrográfica do Rio Preto (SC) com o modelo SWAT. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). UFSC, Santa Catarina, 2009.

LOCH, J.; BRENTANO, D. M. Influência da precipitação na turbidez das águas dos rios Cubatão do Sul e Vargem do Braço/SC: uma análise para gestão de estação de tratamento de água. **Geosul**, v. 35, n. 76, p. 277-297, set./dez. 2020.

LUK, S.; DICENZO, P. D.; LIU, X. Z. Water and sediment yield from a small catchment in the hilly granitic region, South China. **Catena**, v. 29, n. 2, 177-189, 1997.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à Hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2017, 178p.

MAGALHES JUNIOR, A. P.; BARROS, L. F. P.; COTA, G. E. M. Morfodinâmica fluvial. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A.P.; BARROS, L. F. P. (Org.). **Hidrogeomorfologia – formas, processos e registros sedimentares fluviais**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2020, p. 121-161.

POPP, J. H. Mineração e proteção ambiental: o único caminho possível. In: Seminário nacional de recuperação de áreas degradadas, 1, 1992, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR/FUPEF, 1992, p. 467-470

SOBREIRA, F. G. Estudo das erosões do distrito de Cachoeira do Campo, Ouro Preto. Ouro Preto: Relatório final de Projeto., FAPEMIG/UFOP, 1998.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgoto**. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 1996.

TUCCI, C. E. M. **Modelos hidrológicos**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1998.