



## Caracterização da integridade de riachos utilizando indicadores ambientais na bacia hidrográfica do rio Cupim, Mato Grosso

Henrique SANTIAGO <sup>1</sup>, Luana Macedo ARAÚJO <sup>1</sup>, Edney Vieira MARINHO <sup>1</sup>,  
Mariana Budnik CHINIKOSKI <sup>1</sup>, Carla Cristina CASSIANO <sup>\*1</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.  
\*E-mail: [carla.cassiano@ufmt.br](mailto:carla.cassiano@ufmt.br)

Submetido: 12/08/2025; Aceito: 09/12/2025; Publicado: 29/12/2025.

**RESUMO:** Este estudo caracterizou o estado de conservação de três riachos pertencentes à bacia hidrográfica do rio Cupim, localizada nos municípios de Cuiabá e Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso, por meio da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PAR) e do Índice de Qualidade da Água (IQA). Os riachos analisados possuem microbacias com diferentes usos e coberturas do solo: NAT, caracterizado por predomínio de vegetação nativa; PAS, com presença de pastagem; e DIV, com usos antrópicos diversos. A aplicação do PAR em trechos de 30 metros a montante dos exutórios resultou em pontuações de 92 (NAT), 70 (PAS) e 54 (DIV). O IQA foi de 92 (NAT), 90 (PAS) e 86 (DIV). Os resultados indicam que, embora a qualidade da água seja considerada ótima nos três riachos, o riacho inserido na pastagem (PAS) apresenta sinais iniciais de degradação física e estrutural, enquanto o riacho sob usos diversificados (DIV) já se encontra alterado. O estudo reforça a importância do monitoramento ambiental e da conservação da vegetação ripária como estratégias para preservar os recursos hídricos diante das pressões antrópicas.

**Palavras-chave:** protocolo de avaliação rápida (PAR); índice de qualidade da água (IQA); uso do solo.

### Riparian vegetation in catchments: a key factor for aquatic ecosystem integrity

**ABSTRACT:** This study characterized the conservation status of three streams in the Cupim River basin, located in the municipalities of Cuiabá and Santo Antônio do Leverger, Mato Grosso, through the application of the Rapid Assessment Protocol for Habitat Diversity (PAR) and the Water Quality Index (IQA). The streams are associated with catchments exhibiting different land uses and cover types: NAT, characterized by predominant native vegetation; PAS, with pasture areas; and DIV, with diverse anthropogenic uses. The application of the PAR to 30-m upstream reaches of the outlets resulted in scores of 92 (NAT), 70 (PAS), and 54 (DIV). IQA values were 92 (NAT), 90 (PAS), and 86 (DIV). The results indicate that although water quality was classified as excellent in all streams, the stream draining the pasture catchment (PAS) shows initial signs of physical and structural degradation, while the stream influenced by diversified land uses (DIV) is already altered. The study highlights the importance of environmental monitoring and riparian vegetation conservation as key strategies for protecting water resources under increasing anthropogenic pressures.

**Keywords:** habitat assessment protocol (PAR); water quality index (WQI); land use.

#### 1. INTRODUÇÃO

Modificações no uso e na ocupação do solo provocam mudanças, tanto quantitativas quanto qualitativas, nos processos hidrológicos (BUTT et al., 2015). Os diferentes usos e ocupações do solo impactam diretamente os parâmetros físicos, químicos e biológicos da água, e áreas de uso mais intensivo, como as urbanas, geralmente apresentam maior degradação da qualidade da água (MENEZES et al., 2016). Esses impactos estão historicamente relacionados à expansão urbana e ao uso desordenado do solo, que resultaram na supressão da vegetação nativa e na degradação de nascentes e matas ciliares, comprometendo a qualidade da água e o funcionamento dos ecossistemas aquáticos (MARMONTEL; RODRIGUES, 2015; FIGUEIREDO et al., 2019). Estudos recentes reforçam que o uso e cobertura da terra, especialmente na zona ripária, exercem forte

influência sobre a qualidade da água e a integridade ecológica dos cursos d'água (RAMIÃO et al., 2020; PARK et al., 2021; OLIVEIRA et al., 2025).

A vegetação ripária, por sua vez, desempenha papel fundamental na proteção dos habitats aquáticos, influenciando diretamente a fauna associada, ao fornecer matéria orgânica e estrutura física necessárias ao desenvolvimento das comunidades (CALLISTO et al., 2002; OLIVEIRA et al., 2025).

Diante disso, diversos pesquisadores passaram a empregar Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) como ferramentas acessíveis para diagnosticar a integridade dos habitats aquáticos. Hannaford et al. (1997) propuseram um modelo que considera aspectos físicos do fluxo e do substrato, bem como a vegetação das margens e a presença de plantas aquáticas. No Brasil, Callisto et al. (2002)

adaptaram esse modelo, resultando em um PAR que avalia 22 parâmetros relacionados tanto à influência antrópica quanto às condições ecológicas dos habitats. Os primeiros dez parâmetros foram baseados no protocolo da EPA (1987), com foco em impactos visíveis, como erosão, oleosidade, odor e transparência da água, enquanto os doze restantes, inspirados no método de Hannaford, Barbour e Resh (1997), avaliam características do leito, da mata ciliar, do fluxo e do canal (CARVALHO et al., 2014). Estudos mostram que protocolos rápidos continuam eficazes para detectar alterações estruturais associadas aos usos do solo (OLIVEIRA et al., 2021; CIONEK et al., 2024; SOUSA et al., 2024).

Além dos critérios visuais do PAR, parâmetros físico-químicos e biológicos são amplamente utilizados para avaliar a qualidade da água em riachos, podendo agregar valor ao diagnóstico ambiental. Índices de Qualidade da Água (IQA) auxiliam na compreensão da população sobre as condições dos recursos hídricos. Estudos anteriores evidenciam a eficácia do IQA em diferentes contextos ambientais, por exemplo, associando a qualidade da água às características do uso do solo (LEITÃO et al., 2015; MENEZES et al., 2016; DIAS; GONÇALVES, 2024) e confirmando a adequação do índice para detectar alterações ambientais decorrentes de atividades antrópicas (ANDRIETTI et al., 2016). A combinação desses instrumentos permite uma análise mais robusta do estado de conservação dos riachos, que fortalece a gestão dos recursos hídricos.

A aplicação de métodos de diagnóstico ambiental contribui para fins educativos, de monitoramento e de planejamento, ao identificar as causas da degradação e ao prever cenários futuros. Esses estudos fornecem subsídios importantes para a conservação dos recursos hídricos, além de reforçar a necessidade de políticas públicas mais eficazes, com foco na preservação ambiental e no bem-estar das futuras gerações (SANTOS et al., 2015). Assim, este trabalho tem como objetivo caracterizar o estado de conservação dos riachos na bacia hidrográfica do rio Cupim, com base em indicadores de qualidade ambiental.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado em três riachos de até segunda ordem de drenagem, localizados na cabeceira da bacia hidrográfica do rio Cupim, no limite entre os municípios de Cuiabá e Santo Antônio do Leverger, no estado de Mato Grosso (Figura 1). A bacia hidrográfica do rio Cupim, com área de 175,02 km<sup>2</sup>, localiza-se na região de cabeceira do Pantanal e integra a bacia hidrográfica do Alto-Paraguai.

A região pertence à Baixada Cuiabana, em que o substrato geológico é composto predominantemente por metassedimentos do Grupo Cuiabá, além das formações Furnas e Ponta Grossa, que indicam influência de deposição marinha (NASCIMENTO et al., 2013). Os solos variam entre Latossolos profundos e bem drenados e Plintossolos com drenagem imperfeita e baixa fertilidade, o que influencia a aptidão agrícola da área (NASCIMENTO et al., 2013). O clima é tropical, com inverno seco (Aw) (Alvares et al., 2013), sendo que a estação chuvosa ocorre entre outubro e março e a estação seca, entre abril e setembro. A vegetação, situada na transição entre os biomas Cerrado e Pantanal, apresenta grande diversidade florística, com predominância de

Fabaceae e de outras famílias características dos ambientes savânicos (BORGES; SHEPHERD, 2005).

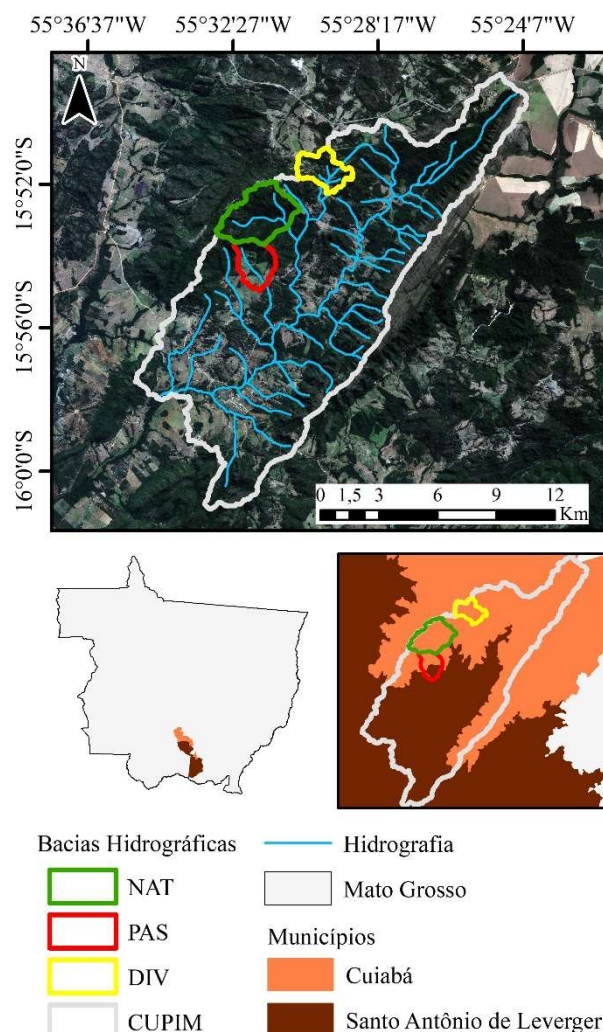


Figura 1. Localização das microbacias hidrográficas dos três riachos de estudo, no Mato Grosso (NAT: riacho em vegetação nativa; PAS: riacho em pastagem; DIV: riacho em usos antrópicos diversos).  
Fonte: Imagem de satélite CBERS-4A de 21/06/2024; Limites político-administrativos em escala 1:250.000 (IBGE, 2024).

Figure 1. Catchment location of the three study streams, Mato Grosso (NAT: stream within native vegetation; PAS: stream within pasture; DIV: stream within diverse anthropogenic land uses).  
Source: CBERS-4A satellite image from 21/06/2024; political-administrative limits at a 1:250000 scale (IBGE, 2024).

Três riachos foram selecionados para representar microbacias com diferentes condições de uso e cobertura do solo: NAT, caracterizado por predomínio de vegetação nativa; PAS, com presença de pastagem; e DIV, com usos antrópicos diversos. A delimitação das microbacias e da hidrografia foi realizada a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) do satélite ALOS, sensor PALSAR, disponibilizado pelo portal da Alaska Satellite Facility, com resolução de 12,5 metros, desenvolvido pela National Aeronautics and Space Administration (NASA).

A caracterização do uso e da ocupação do solo foi realizada por meio de fotointerpretação da imagem do satélite CBERS-4A, datada de 21 de junho de 2024, com rota 216 e cena 133. Foram utilizadas as bandas vermelha, azul e verde do sensor WPM, com resolução de 8 metros, reamostradas com a banda pancromática de 2 metros.

As classes de uso do solo foram definidas com base em critérios visuais e, posteriormente, validadas com apoio de informações de campo e de imagens do Google Earth. As categorias de uso e ocupação do solo incluíram: vegetação nativa, pastagem, mosaico de usos, área construída, agricultura, reservatório artificial, solo exposto e silvicultura. Todas as análises geoespaciais, incluindo a delimitação das microbacias, a interpretação das imagens e o cálculo das porcentagens de uso e de cobertura do solo, foram realizadas no software QGIS.

## 2.2. Protocolo de Avaliação Rápida de Habitats (PAR)

Para a avaliação dos três riachos, foi aplicado o Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PAR), desenvolvido por Callisto et al. (2002). A aplicação foi realizada em um trecho de 30 metros do riacho a montante do exutório de cada microbacia, em julho de 2025, durante o período seco, visando reduzir a interferência de eventos de precipitação.

O protocolo contempla 22 critérios que avaliam aspectos físicos e ecológicos do habitat. Destes, dez são relacionados à influência antrópica: 1) tipo de ocupação das margens do corpo d'água (principal atividade); 2) erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento do seu leito; 3) alterações antrópicas (captação de água, lançamento de efluente, canalização); 4) cobertura vegetal no leito; 5) odor da água; 6) oleosidade da água; 7) transparência da água; 8) odor do sedimento (fundo); 9) oleosidade de fundo; e 10) tipo de fundo (pedras, areia, lama, cimento). Os outros doze referem-se às condições ecológicas e conservacionistas: 11) tipos de fundo (porcentagem de habitats diversificados); 12) extensão de rápidos; 13) frequência de rápidos; 14) tipos de substrato (seixos, cascalhos, lama); 15) deposição de lama (porcentagem de fundo coberto por lama); 16) depósitos sedimentares; 17) alterações no canal do rio (canalizações, pontes, porcentagem do rio modificado); 18) características do fluxo das águas; 19) presença de mata ciliar; 20) estabilidade das margens; 21) extensão de mata ciliar; e 22) presença de plantas aquáticas. A pontuação total obtida permite classificar os riachos em três categorias: "impactado" (0 - 40 pontos), "alterado" (41 - 60 pontos) ou "conservado" (61 - 100 pontos), conforme Bersot et al. (2015).

Após a aplicação do PAR e a obtenção das pontuações, as características físicas e de uso do solo de cada riacho foram analisadas, com o objetivo de identificar possíveis relações entre os padrões de ocupação e o estado de conservação dos cursos d'água. A análise foi conduzida com base em evidências visuais e qualitativas da paisagem, relacionando os resultados do protocolo às influências antrópicas e naturais presentes nas áreas estudadas.

## 2.3. Qualidade e quantidade de água

Para avaliar a qualidade da água superficial dos três riachos, utilizou-se o Índice de Qualidade da Água (IQA), calculado com base na equação desenvolvida pela National Sanitation Foundation (NSF). Este índice considera nove parâmetros: oxigênio dissolvido (OD), coliformes termotolerantes, pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nitrato, fósforo total, temperatura, turbidez e sólidos totais. O Índice de Qualidade da Água (IQA) é uma ferramenta amplamente utilizada para avaliar a qualidade dos corpos hídricos com base em parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Sua classificação é dividida em cinco faixas, que refletem diferentes níveis de qualidade da água: "Ótima"

quando o IQA está entre 79 e 100; "Boa" entre 51 e 79; "Regular" entre 36 e 51; "Ruim" entre 19 e 36; e "Péssima" quando o IQA é igual ou inferior a 19 (CETESB, 2022).

A coleta das amostras de água superficial foi realizada em julho de 2025, no mesmo dia em que foi aplicado o Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (PAR). As medições *in situ* dos parâmetros pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica e temperatura da água e do ar foram realizadas com o auxílio de uma sonda multiparâmetros YSI. Para os demais parâmetros, foram coletadas amostras de água, acondicionadas em isopor com gelo e conduzidas ao laboratório para análise seguindo os métodos padronizados descritos no Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (APHA, 2012).

A vazão líquida dos três riachos foi determinada durante a coleta de dados por meio da mensuração da área da seção transversal no exutório das microbacias e da velocidade da água (UFRRJ, s.d.). A área da seção transversal foi calculada medindo-se a largura molhada do riacho (com fita métrica) e a profundidade do riacho em múltiplos pontos deste transecto (com régua metálica), a fim de obter um perfil representativo do canal. A velocidade da água foi avaliada utilizando um objeto flutuador, um cronômetro e uma fita métrica, registrando-se, repetidas vezes, o tempo de deslocamento do objeto ao longo de um trecho previamente demarcado. A vazão foi então calculada como a área da seção transversal multiplicada pela velocidade. Além disso, foi calculada a vazão específica, que relaciona a vazão à área da microbacia, permitindo a comparação do desempenho hidrológico entre os diferentes riachos.

Os valores da qualidade e quantidade de água obtidos foram então descritos e comparados entre os riachos.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Caracterização do uso e da cobertura do solo

O riacho NAT possui uma microbacia de 806,23 ha (8,06 km<sup>2</sup>), enquanto os riachos PAS e DIV possuem microbacias de 379,98 ha (3,80 km<sup>2</sup>) e 369,92 ha (3,70 km<sup>2</sup>), respectivamente. O uso e cobertura das microbacias podem ser observados na Figura 2.

As três microbacias apresentam mais de 60% de vegetação nativa (Tabela 1), sendo que a microbacia do riacho NAT é predominantemente ocupada por vegetação nativa, enquanto a PAS tem 40% de pastagens e a DIV tem 27% de diferentes ocupações. Na microbacia do riacho DIV, há pequenas propriedades rurais no entorno do riacho, com casas e usos diversificados, como pomares, hortas, agricultura e silvicultura de pequena escala, além de solos expostos e reservatórios artificiais de água (Figura 2). Nesta microbacia, há uma estrada vicinal (MT-455) que interliga a BR-070 ao distrito da Agrovila das Palmeiras.

### 3.2. Protocolo de Avaliação Rápida de Habitats (PAR)

A aplicação do PAR resultou no somatório de 92, 70 e 54 pontos para os riachos NAT, PAS e DIV, respectivamente (Tabela 2). As maiores pontuações em todos os parâmetros foram obtidas pelo riacho NAT. Os trechos dos riachos NAT e PAS foram classificados como conservados e o DIV como alterado.

### 3.3. Qualidade da água

A água do riacho NAT apresentou maiores concentrações de OD e menores de nitrato e fósforo, além

de valores menores de temperatura e de turbidez, o que contribui para sua maior pontuação de IQA (Tabela 3). O riacho PAS apresentou valores intermediários, porém inferiores de DBO e de sólidos totais em relação aos demais riachos (Tabela 3). Enquanto o riacho DIV apresentou menores concentrações de OD e maiores de nitrato e de fósforo, resultando em menor IQA (Tabela 3).

Os valores do Índice de Qualidade da Água (IQA) obtidos para os riachos NAT, PAS e DIV foram, respectivamente, 92, 90 e 86. De acordo com os critérios de classificação, todos os trechos foram enquadrados na categoria "Ótima" (Tabela 3). As vazões específicas dos riachos NAT e PAS foram próximas entre si e pelo menos duas vezes maiores do que as do riacho DIV (Tabela 3).

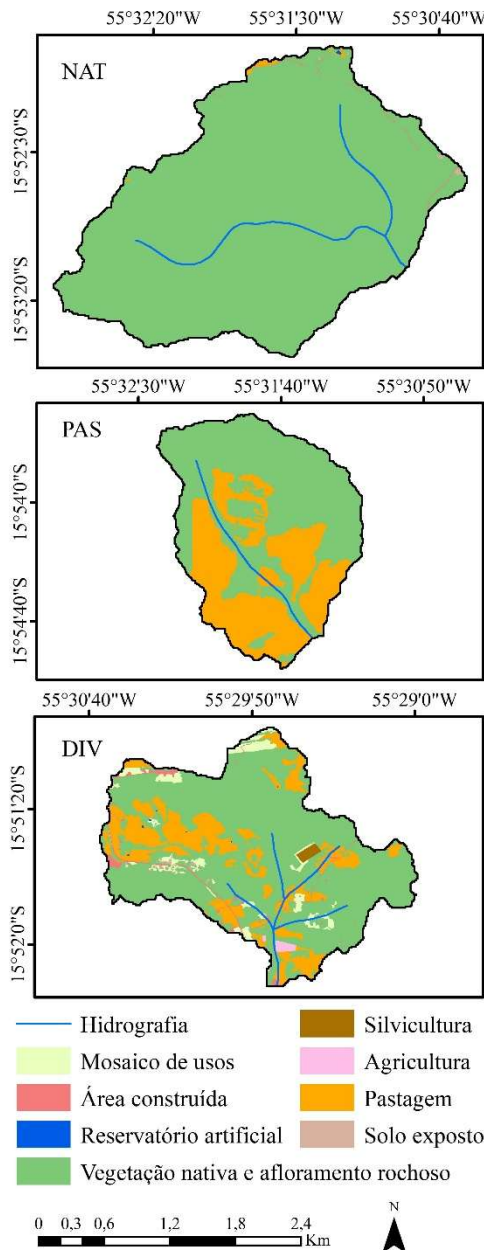


Figura 2. Mapa de uso e ocupação do solo de 2024 das microbacias hidrográficas dos três riachos de estudo (NAT: riacho em vegetação nativa; PAS: riacho em pastagem; DIV: riacho com usos antrópicos diversos).

Figure 2. Land use and land cover map for the year 2024 of the catchments of the three study streams (NAT: stream within native vegetation; PAS: stream within pasture; DIV: stream within diverse anthropogenic land uses).

Tabela 2. Resultados da aplicação do PAR nos três riachos do estudo (NAT: riacho em vegetação nativa; PAS: riacho em pastagem; DIV: riacho com usos antrópicos diversos).

Table 2. Results of the PAR application in the three study streams (NAT: stream within native vegetation; PAS: stream within pasture; DIV: stream within diverse anthropogenic land uses).

Parâmetros	Pontuação		
	NAT	PAS	DIV
1 – Tipo de ocupação	4	2	2
2 – Erosão	4	2	2
3 – Alterações antrópicas	4	4	2
4 – Cobertura Vegetal	4	2	4
5 – Odor da água	4	4	4
6 – Oleosidade da água	4	4	4
7 – Transparência da água	4	4	4
8 – Odor do Sedimento	4	4	4
9 – Oleosidade do Fundo	4	4	4
10 – Tipo de fundo	4	2	2
11 – Tipos de Fundos	5	2	2
12 – Extensão dos Rápidos	3	2	0
13 – Frequência de Rápidos	5	2	0
14 – Tipos de Substrato	3	2	0
15 – Deposição de lama	5	5	5
16 – Depósito de Sedimentares	3	3	0
17 – Alterações dos canais do rio	5	5	3
18 – Características de fluxo de água	5	3	5
19 – Presença de Mata Ciliar	5	3	0
20 – Estabilidade das margens	5	3	2
21 – Extensão da mata ciliar	5	5	3
22 – Presença de Plantas Aquáticas	3	3	2
<b>Total</b>	<b>92</b>	<b>70</b>	<b>54</b>

Tabela 3. Resultados da qualidade e da quantidade de água nos três riachos do estudo (NAT: riacho em vegetação nativa; PAS: riacho em pastagem; DIV: riacho com usos antrópicos diversos).

Table 3. Results of water quality and quantity in the three study streams (NAT: stream within native vegetation; PAS: stream within pasture; DIV: stream within diverse anthropogenic land uses).

	NAT	PAS	DIV
OD (mg/L)	9,15	8,45	7,98
<i>E. coli</i> (NMP/100 mL)	1,80	2,00	2,00
pH	7,14	7,15	6,32
DBO (mg/L)	1,05	0,75	1,11
Nitrato (mg/L)	0,10	0,30	0,70
Fósforo total (mg/L)	0,04	0,04	0,05
Temperatura (°C)	19,70	22,30	20,30
Turbidez (UNT)	2,64	3,49	6,41
Sólidos totais (mg/L)	47,90	8,00	16,00
IQA	91,81	90,18	85,61
Vazão (L/s)	19,48	9,69	4,16
Vazão específica (L/s/km²)	2,42	2,55	1,12

#### 4. DISCUSSÃO

A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) revelou que, embora as microbacias apresentem maior ocupação por vegetação nativa, os demais usos do solo influenciam a conservação dos riachos. O riacho NAT, localizado na microbacia com predomínio de vegetação nativa, apresentou o melhor índice de conservação, evidenciando a importância da cobertura vegetal nativa para a manutenção da integridade dos habitats aquáticos. O trecho se destacou pela alta cobertura vegetal, boa estrutura do leito e das margens, presença de mata ciliar bem desenvolvida,

fundo predominantemente composto por seixos maiores e areia fina, pedregosidade, diversidade de substrato e de rápidos, além de excelente qualidade da água em todos os parâmetros visuais e olfativos, refletindo um ecossistema com baixa degradação e elevada integridade ecológica. A presença da vegetação nativa promove condições favoráveis ao equilíbrio ecológico, protegendo os cursos d'água contra a erosão e favorecendo a diversidade biológica. Isso está alinhado com diversos estudos que apontam a mata ciliar como elemento-chave para a estabilidade ambiental e o funcionamento dos ecossistemas fluviais (HEPP; GONÇALVES JÚNIOR, 2015; MARMONTEL; RODRIGUES, 2015).

Apesar de classificado como "conservado", o riacho PAS apresentou pontuação próxima ao limite inferior da categoria, indicando sinais iniciais de degradação ambiental. O trecho analisado apresentou margens instáveis, mata ciliar alterada, baixa diversidade do substrato, predominância de pedregosidade e frequência reduzida de rápidos. Ainda assim, a qualidade sensorial da água manteve-se boa, sugerindo que, naquele momento, as alterações observadas são majoritariamente estruturais. Enquanto no riacho DIV, classificado como alterado, foram observadas erosão e instabilidade nas margens, substratos pouco diversificados com predominância de areia e pequenas pedras, baixa ocorrência de rápidos e habitats limitados, além de alterações antrópicas moderadas, como a presença de chácaras habitadas e a captação de água para uso doméstico. Assim, mesmo com a presença de vegetação nativa em mais de 60% da área das microbacias PAS e DIV, é possível identificar os efeitos das atividades antrópicas no ambiente aquático. Entretanto, os riachos não foram classificados como impactados; assim, mesmo em paisagens parcialmente modificadas, a vegetação nativa desempenha papel fundamental para mitigar os impactos da ocupação e preservar a integridade dos riachos (CALLISTO et al., 2002; BERSOT et al., 2015).

A qualidade da água nos três riachos foi considerada ótima; entretanto, observa-se um valor de IQA menor no riacho DIV e maior no riacho NAT, mantendo a tendência dos resultados do PAR. A presença de vegetação nativa preservada no entorno de riachos está associada à alta qualidade da água (MARMONTEL; RODRIGUES, 2015). Destaca-se que a análise da qualidade da água foi realizada na estação seca, em um período com mais de trinta dias sem chuva, o que reflete predominantemente o escoamento subterrâneo e minimiza o efeito diluidor observado no período chuvoso (LEITÃO et al., 2015). Estudos indicam que, na estiagem, a redução da qualidade da água relaciona-se a processos de erosão e ao manejo inadequado de atividades agropecuárias (Neves et al., 2021), enquanto, no período chuvoso, a lixiviação em áreas agrícolas eleva a concentração de nutrientes (MELLO et al., 2020; NEVES et al., 2021). Embora o escoamento superficial tenda a reduzir a qualidade da água (Menezes et al., 2016), as variações sazonais reforçam a necessidade de monitoramento contínuo para avaliar os efeitos do uso e da ocupação do solo. Ainda assim, os valores obtidos neste estudo, mesmo em um período de estiagem, demonstram a resiliência dos riachos, atingindo IQA ótimo e sugerindo que as condições atuais de cobertura vegetal e de manejo do entorno contribuem, de certa forma, para a manutenção da qualidade da água.

Os valores de vazão líquida evidenciam a influência das ocupações antrópicas na microbacia do riacho DIV, cuja

vazão líquida específica foi pelo menos 54% inferior à dos demais riachos. Durante a aplicação do PAR, foi observada, em campo, a captação de água no trecho avaliado, o que provavelmente contribui para a redução da disponibilidade de água. Esse resultado evidencia como o uso e ocupação do solo, associados à captação direta de água, impactam negativamente a disponibilidade hídrica de pequenos cursos d'água. Conforme demonstrado por Vanzela et al. (2010), áreas ocupadas por matas e pastagens favorecem o aumento da vazão específica e melhoram os atributos de qualidade da água, enquanto áreas habitadas, agricultadas ou com matas degradadas tendem a reduzir tanto a vazão quanto a qualidade dos corpos hídricos. A superexploração de recursos hídricos superficiais e subterrâneos ameaça a disponibilidade hídrica dos rios, reforçando a relação direta entre o aumento da captação e a redução da vazão (Álamos et al., 2024; Uchôa et al., 2024), especialmente em situações de uso intensivo de água, de urbanização e de alterações na cobertura vegetal.

Além das pressões antrópicas observadas no estudo, é importante destacar que a disponibilidade e a qualidade da água em riachos resultam da interação de múltiplos fatores. Características como a declividade, a forma da bacia hidrográfica e a densidade de drenagem exercem influência direta sobre os processos de geração, armazenamento e transferência de água no sistema (SHEKAR; MATHEW, 2024). De igual modo, os padrões e intensidades de precipitação condicionam a resposta hidrológica dos riachos, modulando tanto a vazão quanto a carga de sedimentos e nutrientes (ALAVINIA et al., 2019). O tipo de solo e as práticas de manejo agrícola adotadas na microbacia também afetam a infiltração e o escoamento superficial, com reflexos diretos no transporte de sedimentos e de nutrientes para os corpos hídricos (BASSET et al., 2023). Assim, mesmo entre microbacias próximas e com características aparentemente semelhantes, é a atuação conjunta e dinâmica desses fatores que determina as respostas hidrológicas observadas.

Os resultados apresentados refletem a fase inicial do monitoramento de riachos de cabeceira da bacia hidrográfica do rio Cupim, conduzido em resposta a preocupações locais quanto à disponibilidade hídrica. Este estudo possui caráter exploratório, baseado em uma única campanha de amostragem, o que limita a representatividade temporal dos dados. O tamanho amostral limitado inviabilizou a realização de análises estatísticas e a avaliação de padrões, reduzindo a capacidade de generalização dos resultados. Adicionalmente, embora o PAR e o IQA sejam ferramentas úteis para diagnósticos rápidos, quando realizados pontualmente, não refletem a variabilidade hidrológica e ecológica inerente aos sistemas lóticos tropicais. Essas limitações indicam que as conclusões devem ser interpretadas com cautela e ressaltam a necessidade de ampliar o monitoramento, incorporando séries temporais e uma maior densidade amostral. Apesar dessas restrições, o estudo oferece uma linha de base valiosa para avaliações futuras e pode orientar estratégias iniciais de manejo e conservação dos recursos hídricos na bacia hidrográfica do rio Cupim.

## 5. CONCLUSÕES

Os resultados demonstram que os indicadores de qualidade ambiental aplicados são eficazes para caracterizar o estado de conservação dos riachos da bacia hidrográfica do rio Cupim. A aplicação conjunta do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) e do Índice de Qualidade da Água (IQA)

permite identificar variações nas condições físicas, químicas, biológicas e estruturais dos riachos, em função do uso e da cobertura do solo.

A presença de vegetação ripária, sem perturbações, é essencial para a manutenção da dinâmica hídrica do riacho. Esses achados reforçam a importância do monitoramento contínuo, da pesquisa, da conservação da vegetação ripária e do manejo adequado do uso do solo como estratégias fundamentais para a proteção dos recursos hídricos e a manutenção da integridade dos ecossistemas fluviais.

## 6. REFERÊNCIAS

- ÁLAMOS, N.; ALVAREZ-GARRETON, C.; MUÑOZ, A.; GONZÁLEZ-REYES, Á. The influence of human activities on streamflow reductions during the megadrought in central Chile. **Hydrology and Earth System Sciences**, v. 28, p. 2483-2503, 2024. <http://dx.doi.org/10.5194/hess-28-2483-2024>
- ALASKA SATELLITE FACILITY - Distributed Active Archive Center. ALOS PALSAR. National Aeronautics and Space Administration (NASA). Disponível em: <https://asf.alaska.edu>. Acesso em: jul. 2024.
- ALAVINIA, M.; SALEH, F. N.; ASADI, H. Effects of rainfall patterns on runoff and rainfall-induced erosion. **International Journal of Sediment Research**, v. 34, n. 3, p. 270-278, 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijsrc.2018.11.001>
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- ANDRIETTI, G.; FREIRE, R.; AMARAL, A. G. do; ALMEIDA, F. T. de; BONGIOVANI, M. C.; SCHNEIDER, R. M. Índices de qualidade da água e de estado trófico do rio Caiabi, MT. **Revista Ambiente & Água**, v. 11, n. 1, p. 162-175, 2016. <http://dx.doi.org/10.4136/ambi-agua.1769>
- APHA\_American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 22. ed. Washington, D.C.: APHA, 2012. 541p.
- BASSET, C.; NAJM, M. A.; GHEZZEHEI, T.; HAO, X.; DACCACHE, A. How does soil structure affect water infiltration? A meta-data systematic review. **Soil and Tillage Research**, v. 226, e105577, 2023. <http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2022.105577>
- BERSOT, M. R. O. B.; MENEZES, J. M.; ANDRADE, S. F. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) na bacia hidrográfica do rio Imbé - RJ. **Ambiência**, v. 11, n. 2, p. 277-294, 2015. <http://dx.doi.org/10.5935/ambiencia.2015.02.01>
- BORGES, H. B. N.; SHEPHERD, G. J. Flora e estrutura do estrato lenhoso numa comunidade de Cerrado em Santo Antônio do Leverger, MT, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 1, p. 61-74, 2005.
- BUTT, A.; SHABBIR, R.; AHMAD, S. S.; AZIZ, N. Land use change mapping and analysis using Remote Sensing and GIS: A case study of Simly watershed, Islamabad, Pakistan. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science**, v. 18, n. 2, p. 251-259, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ejrs.2015.07.003>
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnológica Brasiliensis**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.
- CARVALHO, E. M.; RUSSO, M. R.; NAKAGAKI, J. M. Utilização de um Protocolo de Avaliação Rápida da diversidade de habitats em ambientes lóticos. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 5, n. 1, p. 129-139, 2014. <http://dx.doi.org/10.6008/SPC2179-6858.2014.001.0009>
- CETESB\_Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Qualidade das águas interiores no Estado de São Paulo: Apêndice D - Índices de qualidade das águas**. São Paulo: CETESB, 2022. 32 p.
- CIONEK, V. de M.; ALVES, G. H. Z.; SACRAMENTO, P. A.; BEAUMORD, A. C.; BENEDITO, E. Rapid Assessment Protocol for sandstone headwater streams: a versatile and effective environmental assessment tool. **Acta Limnológica Brasiliensis**, v. 36, e20, 2024. <http://dx.doi.org/10.1590/S2179-975X8422>
- DIAS, D. A. F.; GONÇALVES, J. A. C. Índice de Qualidade da Água-IQA no médio curso do rio Piracicaba (MG) para os anos de 2011 e 2020. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 17, n. 6, p. 4575-4595, 2024. <http://dx.doi.org/10.26848/rbgf.v17.6.p4575-4595>
- EPA\_Environmental Protection Agency. **Biological criteria for the protection of aquatic life**. Columbus: Division of Water Quality Monitoring and Assessment, 1987. 120p. .v.-iII (Surface Water Section).
- FIGUEIREDO, R.; SUBTIL, L. P.; TASCIA, B. F.; NEVES, R. A.; CAMPOS, P. A. S.; XAVIER, F. V.; SIQUEIRA, A. J. S. Expansão urbana e degradação de nascentes: identificando padrões espaço-temporais de um processo crônico em Cuiabá - MT. **Nativa**, v. 7, n. 4, p. 396-406, 2019. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i4.7051>
- HANNAFORD, M. J.; BARBOUR, M. T.; RESH, V. H. Training reduces observer variability in visual-based assessments of stream habitat. **Journal of the North American Benthological Society**, v. 16, n. 4, p. 853-860, 1997. <http://dx.doi.org/10.2307/1468176>
- LEITÃO, V. S.; CUBA, R. M. F.; SANTOS, L. P. S.; SANTOS NETO, A. S. Utilização do índice de qualidade da água (IQA) para monitoramento da qualidade da água em uma área de preservação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 3, p. 794-803, 2015. <http://dx.doi.org/105902/2236117018330>
- MARMONTEL, C. V. F.; RODRIGUES, V. A. Parâmetros indicativos para qualidade da água em nascentes com diferentes coberturas de terra e conservação da vegetação ciliar. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 171-181, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.082014>
- MELLO, K.; TANIWAKI, R. H.; DE PAULA, F. R.; VALENTE, R. A.; RANDHIR, T. O.; MACEDO, D. R.; LEAL, C. G.; RODRIGUES, C. B.; HUGHES, R. M. Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 270, e110879, 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110879>
- MENEZES, J. P. C.; BITTENCOURT, R. P.; FARIAS, M. de S.; BELLO, I. P.; FIA, R.; OLIVEIRA, L. F. C. de. Relação entre padrões de uso e ocupação do solo e qualidade da água em uma bacia hidrográfica urbana.

**Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 21, n. 3, p. 519-534, 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-41522016145405>

- NASCIMENTO, L. A.; ROCHA, L. C.; ROSA, D. B. Aspectos geográficos e geológicos da área do Morro Branco e circunvizinhanças nos municípios de Santo Antônio do Leverger e Chapada dos Guimarães – Estado de Mato Grosso – Brasil. **Geoaraguaia**, Edição Especial, p. 209-231, 2013.
- NEVES, G. L.; GUIMARÃES, T. T.; ANJINHO, P. S.; BARBOSA, A. R. dos; VIRGENS FILHO, J. S.; MAUAD, F. F. Spatial and seasonal assessment of water quality in the Lobo Stream River Basin, Brazil using multivariate statistical techniques. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 93, supl. 4, e20210072, 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765202102010072>
- OLIVEIRA, E. dos S.; VELOSO, J. H. P.; ROSSONI, H. A. V. Aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) na caracterização da qualidade ambiental de trechos do rio Piumhi, Minas Gerais – Brasil. **ForScience**, v. 9, n. 2, e00968, 2021. <http://dx.doi.org/10.29069/forscience.2021v9n2.e968>
- OLIVEIRA, P. C. dos R.; GUALD, G. A. F.; ROSSI, G. F.; CAMARGO, A. F. M.; FILOSO, S.; BRANCALION, P. H.; FERRAZ, S. F. de B. Forest restoration improves habitat and water quality in tropical streams: A multiscale landscape assessment. **Science of the Total Environment**, v. 963, e178256, 2025. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.178256>
- PARK, S.-R.; KIM, S.; LEE, S.-W. Evaluating the relationships between riparian land cover characteristics and biological integrity of streams using random forest algorithms. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 18, n. 6, e3182, 2021. <http://dx.doi.org/10.3390/ijerph18063182>
- RAMIÃO, J. P.; CÁSSIO, F.; PASCOAL, C. Riparian land use and stream habitat regulate water quality. **Limnologia**, v. 82, e125762, 2020. <http://dx.doi.org/10.1016/j.limno.2020.125762>
- SANTOS, K. P.; KOPP, K.; OLIVEIRA, W. N. Métodos de avaliação rápida da integridade ambiental aplicados à Bacia do Ribeirão Sozinha, Goiás. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 2, p. 462-471, 2015. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v20n2.p462-471>
- SHEKAR, P. R.; MATHEW, A. Morphometric analysis of watersheds: a comprehensive review of data sources, quality, and geospatial techniques. **Watershed Ecology and the Environment**, v. 6, p. 13-25, 2024. <http://dx.doi.org/10.1016/j.wsee.2023.12.001>
- SOUSA, M. V. L. de; SOUZA, J. C. B. de; MELO, S. N. de; ALVARADO, S. T. Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) para o uso e cobertura da terra no entorno de rios da zona de transição Amazônia-Cerrado. **Geoconexões**, v. 1, n. 18, p. 64-81, 2024. <http://dx.doi.org/10.15628/geoconexes.2024.14995>

- UCHÔA, J. G. S. M.; OLIVEIRA, P. T. S.; BALLARIN, A. S.; MEIRA NETO, A. A.; GASTMANS, D.; JASECHKO, S.; FAN, Y.; WENDLAND, E. C. Widespread potential for streamflow leakage across Brazil. **Nature Communications**, v. 15, e10211, 2024. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-024-54370-3>
- UFRRJ. Mapa mental da medição de vazão em rio com flutuador. Mapas Mentais Ambientais. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/de/acidentes/mma31.htm>
- VANZELA, L. S.; HERNANDEZ, F. B. T.; FRANCO, R. A. M. Influência do uso e ocupação do solo nos recursos hídricos do Córrego Três Barras, Marinópolis. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 1, p. 55-64, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000100008>

**Agradecimentos:** À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) e à CAPES pelo apoio financeiro aos discentes. Aos laboratórios do Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFMT: Laboratório de Físico-Química de Água e Resíduos (LAFQAR), Laboratório de Microbiologia Sanitária e Ambiental (LAMSA) e Laboratório de Hidrossedimentologia (LABHIDROS), pelo suporte técnico, pela disponibilização de equipamentos e pela realização das análises laboratoriais que viabilizaram este estudo.

**Contribuições dos autores:** H.S. e L.M.A.: metodologia, investigação e coleta de dados e redação (rascunho original); E.V.M.: metodologia e investigação e coleta de dados; M.B.C.: investigação e redação (revisão e edição); C.C.C.: conceitualização, redação (rascunho original), redação (revisão e edição), metodologia, coleta de dados e supervisão. Todos os autores leram e aprovaram a versão publicada do manuscrito.

**Disponibilidade de dados:** Os dados desta pesquisa poderão ser obtidos por e-mail, mediante solicitação ao autor correspondente ou ao segundo autor.

**Conflito de interesses:** Os autores declaram não haver conflitos de interesses.



**Copyright:** © 2025 by the authors. This article is an Open-Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons **Attribution-NonCommercial (CC BY-NC)** license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).