

## QUALIDADE AMBIENTAL EM ECOSISTEMA DE VÁRZEA: APLICAÇÃO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA EM UM CÓRREGO URBANO DE BELÉM (PA)

ENVIRONMENTAL QUALITY IN A FLOODPLAIN ECOSYSTEM:  
APPLICATION OF THE RAPID ASSESSMENT PROTOCOL IN AN URBAN  
STREAM IN BELÉM (PA)

CALIDAD AMBIENTAL EN ECOSISTEMA DE VARZEA: APLICACIÓN DEL  
PROTOCOLO DE EVALUACIÓN RÁPIDA EN UN ARROYO URBANO DE  
BELÉM (PA)

Thiago da Silva Pereira

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

e-mail: [thiagonetop60@gmail.com](mailto:thiagonetop60@gmail.com)

Daniella Palha de Carvalho

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

e-mail: [dani123palha@gmail.com](mailto:dani123palha@gmail.com)

Pedro Ernandes Vaz de Oliveira

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

e-mail: [pedro.oliveira@discente.ufra.edu.br](mailto:pedro.oliveira@discente.ufra.edu.br)

Élison Rikelme Lima da Luz

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

e-mail: [elisonrikelme73@gmail.com](mailto:elisonrikelme73@gmail.com)

Paulo Ricardo de Carvalho Esquerdo

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

e-mail: [paulo.esquerdo@discente.ufra.edu.br](mailto:paulo.esquerdo@discente.ufra.edu.br)

Me. Ivan Carlos Da Costa Barbosa

 <https://orcid.org/0000-0002-7358-5789>

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

e-mail: [ivan.barbosa@ufra.edu.br](mailto:ivan.barbosa@ufra.edu.br)

Submissão em: 05/12/2025

Aceito em: 28/01/2026

### RESUMO

O presente estudo aplicou o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) em um córrego situado na várzea do rio Guamá, no município de Belém (PA), com o objetivo de avaliar a qualidade ambiental diante das pressões antrópicas decorrentes do uso cotidiano da área e da implantação de uma nova via urbana. Foram definidos quatro pontos de amostragem ao longo da margem direita do curso d'água, onde se avaliaram 22 variáveis ambientais, adaptadas do método proposto por Callisto *et al.* (2001); Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EUA) (EPA. 1987) e Hannaford *et al.* (1997). Os resultados indicaram pontuações variando entre 53 e 65 pontos, classificando três trechos como “alterados” e apenas um como “natural”. Os principais impactos observados relacionam-se à ausência de vegetação ciliar, instabilidade das margens, deposição de sedimentos e baixa transparência da água, associados a processos de erosão e assoreamento. Em contrapartida, parâmetros como

a presença de cobertura vegetal no leito, a ausência de odor desagradável na água e a não ocorrência de contaminação por óleos e graxas demonstram que o córrego ainda mantém atributos ecológicos relevantes. Tais características reforçam a importância de áreas de várzea como ambientes que, mesmo sob influência antrópica, conservam funções ecossistêmicas essenciais.

**Palavras-chave:** Degradação Ambiental, Conservação da Biodiversidade, Impactos da Urbanização

#### ABSTRACT

This study applied the Rapid Assessment Protocol (RAP) to a stream located in the floodplain of the Guamá River, in Belém (PA), with the aim of assessing environmental quality under anthropogenic pressures resulting from daily land use and the construction of a new urban avenue. Four sampling sites were established along the right bank of the watercourse, where 22 environmental variables were analyzed, adapted from the method proposed by Callisto *et al.* (2001); Environmental Protection Agency (EPA, 1987) and Hannaford *et al.* (1997). Results revealed scores ranging from 53 to 65 points, classifying three sections as “altered” and only one as “natural.” The main impacts identified were associated with the absence of riparian vegetation, bank instability, sediment deposition, and low water transparency, processes linked to erosion and siltation. Conversely, parameters such as the presence of in-channel vegetation cover, the absence of unpleasant odor, and the lack of contamination by oils and greases indicate that the stream still preserves important ecological attributes typical of floodplain environments. These findings highlight the relevance of preserving and restoring such ecosystems, which, even under anthropogenic influence, continue to perform essential environmental functions that contribute to the integrity of natural systems.

**Keywords:** Environmental Degradation, Biodiversity Conservation, Urbanization Impacts

#### RESUMEN

El presente estudio aplicó el Protocolo de Evaluación Rápida (PER) en un arroyo ubicado en la llanura de inundación del río Guamá, en el municipio de Belém (PA), con el objetivo de evaluar la calidad ambiental frente a las presiones antrópicas derivadas del uso cotidiano del área y de la implantación de una nueva vía urbana. Se definieron cuatro puntos de muestreo a lo largo de la margen derecha del curso de agua, donde se evaluaron 22 variables ambientales, adaptadas del método propuesto por Callisto *et al.* (2001); la Agencia de Protección Ambiental de Ohio (EE. UU.) (EPA, 1987); y Hannaford *et al.* (1997). Los resultados indicaron puntuaciones entre 53 y 65 puntos, clasificando tres tramos como “alterados” y solo uno como “natural”. Los principales impactos observados se relacionan con la ausencia de vegetación ribereña, la inestabilidad de las márgenes, la deposición de sedimentos y la baja transparencia del agua, asociados a procesos de erosión y sedimentación. En contraste, parámetros como la presencia de cobertura vegetal en el lecho, la ausencia de olores desagradables en el agua y la no ocurrencia de contaminación por aceites y grasas demuestran que el arroyo aún conserva atributos ecológicos relevantes. Tales características refuerzan la importancia de las áreas de llanura de inundación como ambientes que, incluso bajo influencia antrópica, mantienen funciones ecossistémicas esenciales.

**Palabras clave:** Degradación Ambiental, Conservación de la Biodiversidad, Impactos de la Urbanización

## 1 INTRODUÇÃO

As áreas de várzea constituem ecossistemas de significativa relevância ambiental, especialmente nas regiões tropicais amazônicas, devido à sua elevada produtividade biológica, diversidade de habitats e papel essencial na manutenção dos ciclos hidrológicos e na regulação da qualidade da água. Essas zonas inundáveis funcionam como áreas de transição entre ambientes terrestre e aquático, abrigando grande diversidade de espécies e favorecendo a ciclagem de nutrientes e a conectividade ecológica (Pontes *et al.*, 017). Além disso, exercem funções essenciais, como retenção de sedimentos, regulação de cheias e mitigação de impactos climáticos, reforçando sua importância ambiental (Souza *et al.*, 2024). No entanto, essas regiões são naturalmente frágeis e apresentam alta sensibilidade às alterações ambientais, sobretudo aquelas causadas por intervenções antrópicas (Castro, *et al.*, 2009).

A expansão urbana acelerada e construções de infraestrutura, como estradas e avenidas, provocam pressões significativas sobre as áreas de várzea, alterando profundamente suas dinâmicas naturais. Essas intervenções modificam o uso e a cobertura do solo, promovendo a supressão da vegetação nativa, o aumento da erosão das margens, o assoreamento dos corpos hídricos e a introdução de poluentes no ambiente aquático. Esse processo não é exclusivo da Amazônia, mas se observa também em outras regiões tropicais e em contextos internacionais, como no distrito de Moatize, em Moçambique, onde a urbanização rápida e sem planejamento tem gerado perda de vegetação natural e agravado problemas ambientais, evidenciados por meio de análises de NDVI (Índice de Vegetação por Diferença Normalizada) (Duarte; Duarte, 2024). Assim, torna-se imprescindível compreender como a urbanização pode modificar o funcionamento ecológico das várzeas e comprometer sua integridade ecológica.

Nesse cenário, a experiência amazônica demonstra que os povos tradicionais desenvolveram práticas adaptadas ao regime de cheias, como os sistemas agroflorestais (SAFs), que conciliam a produção agrícola com a conservação dos recursos naturais e se configuram como alternativa sustentável para as comunidades ribeirinhas (Castro, *et al.*, 2009). A valorização dessas práticas, articulada ao monitoramento ambiental e à avaliação de impactos urbanos, é fundamental para a gestão equilibrada das áreas de várzea.

O estudo em pauta destaca a influência da construção da Avenida Liberdade, localizada nas proximidades do córrego avaliado, situado dentro das dependências da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), em Belém, Pará.

A Avenida Liberdade é uma via expressa com cerca de 13 km de extensão, considerada uma grande obra de mobilidade para a região metropolitana de Belém, com potencial para beneficiar mais de 2 milhões de pessoas. De acordo com o PARÁ. Secretaria de Estado de Transportes (2021, Ofício nº 009/2021-GAB/SETRAN), a implantação da avenida integra as ações estratégicas de desenvolvimento do estado, pois oferece uma alternativa para o fluxo de entrada e saída da capital, contribui para a redução do número de acidentes registrados na BR- 316 e diminui o tempo de deslocamento dos usuários, promovendo maior eficiência no transporte urbano.

Embora a Avenida Liberdade seja promovida como uma solução para a

mobilidade urbana em Belém, sua construção tem gerado críticas devido aos possíveis impactos ambientais e sociais. A obra atravessa áreas de floresta protegida e pode afetar ecossistemas de rios e córregos, comprometendo a biodiversidade local. Além disso, comunidades tradicionais relatam riscos de perdas significativas, incluindo a redução do acesso a recursos naturais essenciais para o sustento e o isolamento de ramais e igarapés (Cenarium, 2025). A Defensoria Pública do Pará ingressou com ações civis públicas questionando a ausência de consulta prévia e compensação às famílias potencialmente afetadas, além de apontar falhas no cadastramento socioeconômico e na previsão de indenizações. Tais questionamentos evidenciam lacunas na Avaliação de Impacto Ambiental (AIA) e reforçam a necessidade de maior transparência e participação social no processo de planejamento (Rodrigues; Almeida, 2023).

Nesse cenário, a obra se torna um fator que intensifica a pressão sobre ambientes frágeis, evidenciando a carência de monitoramento contínuo e rigoroso para avaliar seus efeitos e orientar medidas corretivas. A adoção do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), adaptado de Callisto *et al.* (2001); Agência de Proteção Ambiental de Ohio (Environmental Protection Agency 'EPA, 1987) e Hannaford *et al.* (1997), surge, como ferramenta metodológica para diagnosticar as condições ambientais do córrego, considerando tanto o uso cotidiano da área quanto as recentes modificações provocadas pela urbanização. Essa abordagem possibilita análises integradas de variáveis ambientais, permitindo a identificação de fragilidades e potencialidades do sistema, além de contribuir para uma compreensão mais abrangente dos impactos ambientais presentes.

Assim, os resultados obtidos não apenas auxiliam no direcionamento de ações de recuperação e preservação, como também reforçam a relevância do uso de metodologias rápidas e de baixo custo para o monitoramento de ecossistemas sensíveis, como as várzeas amazônicas, especialmente em contextos de crescente pressão urbana (Duarte; Duarte, 2024; Castro, *et al.*, 2009).

## 2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1 Dinâmica de várzeas e a pressão urbana

As áreas de várzea na Amazônia são sistemas complexos, definidos não apenas pela presença de água, mas pela alternância natural entre cheias e vazantes. Junk *et al.* (1989) definem esse "pulso de inundação" como o principal motor que regula a vida e a troca de nutrientes nesses ambientes. Contudo, o avanço das cidades ignora essa dinâmica. A urbanização em áreas baixas, frequentemente materializada por aterros e vias asfaltadas, fragmenta habitats e transforma igarapés vivos em simples canais de escoamento, comprometendo sua função ecológica muito antes da água parecer "suja" visualmente (Duarte; Duarte, 2024).

Em metrópoles amazônicas como Belém, a ocupação dessas áreas pressiona severamente os corpos hídricos. A retirada da cobertura vegetal e a impermeabilização do solo aumentam a velocidade da enxurrada, que carrega sedimentos e poluentes difusos para dentro do canal, degradando a estrutura física do ambiente (Pontes *et al.*, 2017).

## 2.2 O papel da mata ciliar na estabilidade do canal

A vegetação ripária atua como a estrutura de contenção natural do rio. Seu sistema radicular "amarra" o solo das margens, impedindo que a força da chuva e da correnteza derrube os barrancos. Segundo Andrade e Souza (2018), a remoção dessa proteção desencadeia processos erosivos imediatos, alargando a calha do rio e desestabilizando o terreno.

O resultado direto da erosão é o assoreamento. O solo que cai das margens se deposita no fundo, soterrando habitats essenciais. Um fundo que poderia ser de areia ou cascalho acaba coberto por uma camada de lama instável, eliminando tocas e refúgios para peixes e macroinvertebrados (Momoli *et al.*, 2024). Hudson e Park (2023) alertam que essa simplificação do habitat reduz drasticamente a biodiversidade local, tornando o ambiente hostil para a maioria das espécies nativas.

## 2.3 O uso de Protocolos de Avaliação Rápida (PAR)

Para diagnosticar essa degradação física, a química da água isolada muitas vezes não conta a história completa. Karr (1981) foi pioneiro ao estabelecer que a integridade de um rio depende também da estrutura do seu habitat, e não apenas de parâmetros laboratoriais.

Nesse contexto, o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) surge como uma ferramenta diagnóstica eficiente e de baixo custo, adaptada para a realidade tropical. Ao observar visualmente parâmetros como a estabilidade das margens, a diversidade de habitats e a presença de sedimentos, é possível identificar o histórico de impactos que o trecho sofreu (Callisto *et al.*, 2002). Diferente de uma amostra de água pontual, o PAR oferece uma visão integrada da saúde do ecossistema frente às intervenções antrópicas (Hannaford *et al.*, 1997).

## 2.4 Proteção legal e áreas de preservação permanente

A conservação dessas margens não é apenas uma questão ecológica, mas uma exigência legal. O Código Florestal (Lei nº 12.651/2012) define as faixas marginais de qualquer curso d'água como Áreas de Preservação Permanente (APP). A legislação impõe uma metragem mínima de vegetação nativa — como 30 metros para rios com menos de 10 metros de largura — visando justamente evitar o colapso físico das margens e proteger os recursos hídricos (Brasil, 2012).

# 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

## 3.1 Área de estudo

O presente estudo foi conduzido a partir da atividade de campo realizada em 13 de agosto de 2025 em um córrego na área de várzea inundada pelo rio Guamá, localizada nas dependências da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no município de Belém, estado do Pará, em pontos georreferenciados nas coordenadas S 01°27'51.6" W 048°26'03.8", S 01°27'50.2" W 048°26'05.1", S 01°27'48.8" W 048°26'06.1" e S 01°27'46.7" W 048°26'07.7".

A margem direita do córrego é utilizada para deslocamento de veículos e pessoas, e seus arredores atualmente encontram-se em processo de alteração devido às obras de construção de uma nova avenida, o que amplia a pressão antrópica sobre o ambiente. Essa característica torna o córrego um ponto estratégico para a aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), possibilitando avaliar os efeitos ambientais associados tanto ao uso cotidiano da área quanto às modificações resultantes da urbanização.

**Figura 1- Localização dos pontos**



Fonte: Autores, 2025.

A Figura 1 apresenta a localização dos quatro pontos de amostragem ao longo do córrego estudado, evidenciando a proximidade da área de várzea com a avenida em construção que corta a vegetação nativa da região. A abertura dessa via implica na supressão de trechos de mata ciliar e fragmenta o habitat natural, gerando impactos diretos sobre a integridade ecológica do córrego e de seus arredores.

O aumento contínuo das demandas urbanas, agrícolas e industriais tem resultado no uso excessivo dos ambientes aquáticos, o que, por sua vez, contribui para a intensificação dos processos de degradação dos sistemas lóticos e para a perda de sua qualidade ambiental (Lima *et. al* 2017). A interrupção contínua da cobertura vegetal contribui para a instabilidade das margens, aumentando a vulnerabilidade à erosão e à deposição de sedimentos no leito do córrego (ANA, 2012). Além disso, a perda da cobertura vegetal favorece o aumento da turbidez e do transporte sedimentar, reduzindo a retenção de nutrientes e a proteção natural contra poluentes oriundos de atividades urbanas (Castro; Campos; Zancopé, 2019).

A fragmentação promovida pela via também prejudica a conectividade ecológica, dificultando o deslocamento de fauna e a dispersão de espécies vegetais, comprometendo a biodiversidade local. O mapa evidencia como a construção da

avenida atua como um fator de pressão antrópica, impactando diretamente a qualidade ambiental do córrego e seus arredores.

### 3.2 Protocolo de Avaliação Rápida

O Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) utilizado neste estudo foi a proposta de Callisto et al. (2001), elaborada a partir de uma adaptação do protocolo desenvolvido da Agência de Proteção ambiental de Ohio (EUA) (Environmental Protection Agency 'EPA'. 1987) e do protocolo desenvolvido por Hannaford et al. (1997). Ambos os protocolos foram desenvolvidos para aplicação nos Estados Unidos, tendo seus parâmetros de avaliação e critérios de pontuação calibrados de acordo com as características específicas da ecologia e da hidrologia dos rios e riachos daquela região. Aspectos como a presença de determinadas espécies de árvores e a morfologia típica de cursos d'água em regiões temperadas são exemplos de fatores considerados.

O protocolo proposto por Callisto *et al.* (2001) precisou ser desenvolvido no Brasil porque a aplicação direta dos protocolos da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EPA. 1987) e o proposto por Hannaford *et al.* (1997) seria inadequada e poderia gerar resultados imprecisos. As diferenças ambientais entre os países são significativas, visto que o Brasil apresenta biomas como Amazônia, Mata Atlântica e Cerrado, possuindo vegetação ciliar distinta daquela encontrada na América do Norte.

Além disso, os regimes de chuva e de vazão dos rios brasileiros possuem características específicas, e a fauna e a flora aquática diferem das norte-americanas, elementos estruturais, como troncos e raízes, podem ter pesos distintos na avaliação da qualidade do habitat. Dessa forma, a adaptação realizada por Callisto *et al.* foi essencial para tornar o método ecologicamente relevante e confiável no contexto brasileiro de avaliação da qualidade de ambientes lóticos.

De acordo com Callisto *et al.* (2001), a primeira etapa do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR), adaptado da Agência de Proteção Ambiental de Ohio (EPA, 1987), tem como objetivo avaliar as características dos trechos de bacia e identificar o nível de impactos ambientais resultantes de atividades antrópicas. A segunda etapa, por sua vez, baseia-se na adaptação do protocolo proposto por Hannaford *et al.* (1997) e busca analisar as condições de habitat e o grau de conservação das características naturais. Considerando essa adaptação ao contexto brasileiro, o protocolo foi aplicado neste estudo por meio de uma metodologia estruturada, organizada em duas planilhas complementares de avaliação.

No total, foram analisadas 22 variáveis, cujo somatório poderia atingir até 100 pontos. Essa pontuação final possibilitou a classificação da qualidade ambiental do córrego e de seus arredores, distinguindo trechos com diferentes níveis de conservação ou degradação. Assim, a adaptação do protocolo mostrou-se adequada para avaliar de forma rápida e sistemática as condições do ambiente estudado, fornecendo informações importantes para a identificação de fragilidades e potencialidades no ambiente.

**Tabela 1 - Parâmetros do Protocolo de Avaliação Rápida – PAR**

Parâmetros			
Primeira etapa do PAR		Segunda etapa do PAR	
1	Tipo de ocupação das margens	11	Tipo de fundo (Habitats)
2	Erosão nas margens	12	Extensão de rápidos
3	Alteração antrópica	13	Frequência de rápidos
4	Cobertura vegetal no leito	14	Tipo de substrato
5	Odor na água	15	Deposição de lama
6	Oleosidade na água	16	Depósitos sedimentares
7	Transparência da água	17	Alteração no canal do rio
8	Odor do sedimento (fundo)	18	Características do fluxo das águas
9	Oleosidade do fundo	19	Presença de mata ciliar
10	Tipo de fundo	20	Estabilidade das margens
		21	Extensão de mata ciliar
		22	Presença de plantas aquáticas

Fonte: Callisto et al. (2001), adaptado da Agência de Proteção ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987) e Hannaford et al. (1997).

De acordo com Callisto *et al.* (2001), o protocolo avalia diversos parâmetros organizados em categorias, com pontuação variando de 0 a 4 na Tabela 1 e de 0 a 5 na Tabela 2. Cada parâmetro recebe uma nota baseada na observação das condições do habitat, e a pontuação final é obtida somando os valores individuais de forma independente. A interpretação dos resultados segue uma classificação específica: trechos com pontuação entre 0 e 40 são considerados impactados, indicando alterações ambientais significativas; aqueles com pontuação de 41 a 60 são classificados como alterados, mostrando que, embora algumas características naturais permaneçam, já existem evidências de intervenção ou modificação ambiental; e trechos que alcançam mais de 61 pontos são considerados naturais, refletindo condições preservadas e equilíbrio ecológico próximo do estado original, com mínima influência de fatores externos prejudiciais.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) nos quatro pontos amostrados ao longo do córrego permitiu identificar aspectos ambientais importantes, fornecendo uma visão integrada das condições do ecossistema e de seu entorno. Essa abordagem possibilitou reconhecer tanto fragilidades quanto potencialidades do ambiente, considerando a interação entre processos naturais e pressões antrópicas. Entre os aspectos avaliados, destacam-se a presença de elementos naturais ainda preservados, como trechos com vegetação remanescente, bem como áreas impactadas pela ocupação urbana e pela construção de infraestrutura, que influenciam diretamente na estabilidade das margens e na dinâmica do sedimento.

O protocolo demonstrou-se particularmente útil para evidenciar os impactos decorrentes das diferentes formas de uso e ocupação do solo, permitindo a identificação de pontos críticos que demandam medidas de mitigação e recuperação. Além disso, a análise dos parâmetros avaliados forneceu subsídios importantes para o manejo ambiental, sinalizando estratégias voltadas à manutenção da integridade ecológica, à conservação da biodiversidade local e à preservação da funcionalidade do córrego enquanto elemento integrante da várzea.

**Tabela 2 - Pontuação dos trechos analisados**

Parâmetros	Ponto 1	Ponto 2	Ponto 3	Ponto 4
Tipo de ocupação das margens	4	4	4	4
Erosão próxima ou/e nas margens	2	2	2	2
Alteração antrópica	0	2	2	2
Cobertura vegetal no leito	4	4	4	4
Odor na água	4	4	4	4
Oleosidade na água	2	2	2	4
Transparência da água	0	2	2	2
Odor do sedimento (fundo)	4	4	4	4
Oleosidade do fundo	2	4	2	4
Tipo de fundo	2	2	2	2
Tipo de fundo (Habitats)	3	5	3	5
Extensão de rápidos	0	0	0	0
Frequência de rápidos	0	0	0	0
Tipo de substrato	0	0	0	0
Deposição de lama	2	2	2	2
Depósitos sedimentares	0	2	2	2
Alteração no canal do rio	5	5	5	5
Características do fluxo das águas	5	2	5	5
Tipo de ocupação das margens	4	4	4	4
Presença de mata ciliar	3	2	2	3
Estabilidade das margens	3	3	2	5
Extensão de mata ciliar	3	2	2	3
Presença de plantas aquáticas	5	3	5	3
<b>Resultados</b>	<b>53</b>	<b>56</b>	<b>56</b>	<b>65</b>

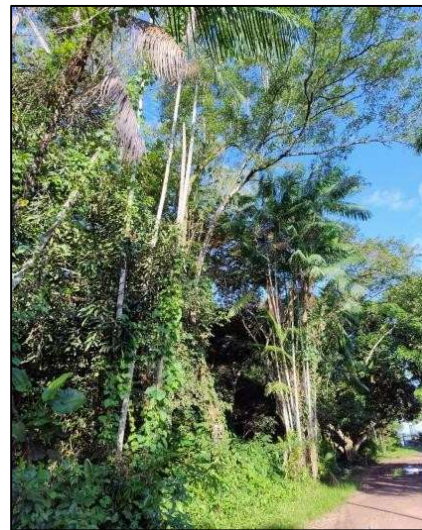
Fonte: Callisto et al. (2001), adaptado da Agência de Proteção ambiental de Ohio (EUA) (EPA, 1987) e Hannaford et al. (1997).

A aplicação do protocolo revelou que três dos quatro trechos avaliados encontram-se em condição alterada, com pontuações variando entre 53 e 65 pontos. Entre os parâmetros mais críticos destacam-se aqueles relacionados à influência antrópica, à erosão e instabilidade das margens, à deposição de sedimentos e à baixa transparência da água. A variável referente à alteração antrópica apresentou pontuação baixa em todos os pontos analisados, evidenciando que o entorno do córrego está fortemente impactado por atividades humanas.

Essa condição relaciona-se ao contexto local, marcado pela ausência de vegetação ciliar na margem direita em razão da estrada da várzea, utilizada para tráfego e responsável pela compactação do solo, conforme ilustram as Figuras 1 e 2. Além disso, a construção recente de uma avenida nas proximidades do curso d'água tende a intensificar esse processo. Momoli *et al.* (2019) afirmam que esses fatores contribuem para a degradação ambiental, comprometendo a estabilidade das margens e os processos naturais de retenção de sedimentos, além de aumentar a vulnerabilidade do ecossistema às pressões urbanas.

**Figura 2 - Estrada da várzea**

Fonte: Autores, 2025.

**Figura 3 - Vegetação na estrada**

Fonte: Autores, 2025.

A mata ciliar corresponde a uma formação vegetal de origem natural localizada nas margens de rios, lagos, nascentes e represas, desempenhando papel essencial na proteção dos recursos hídricos e na conservação dessas áreas (Silva; Vieira, 2023). Além de contribuir para a qualidade da água e do solo, a mata ciliar regula os ciclos hidrológicos e mantém a biodiversidade local. Segundo Andrade (2018) a vegetação presente nos leitos e nas margens dos aquíferos são importantes para estabilizar o substrato, reduzir a erosão e fornecer abrigo e alimentos para a fauna aquática. A supressão dessa vegetação, associada à movimentação do solo e à impermeabilização das margens, favorece o aumento da erosão, a instabilidade das margens e o carreamento de sedimentos para o leito do rio, como ilustrado nas Figuras 3 e 4.

**Figura 4 - Margem no Ponto 1**

Fonte: Autores, 2025.

**Figura 5 - Margem no Ponto 3**

Fonte: Autores, 2025.

As florestas e demais formas de vegetação localizadas ao longo de rios e cursos d'água constituem Áreas de Preservação Permanente (APP), conforme definido no artigo 4º da Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012 (Brasil, 2012). Conforme estabelece o artigo, tais áreas devem apresentar uma faixa marginal de vegetação com largura mínima de 30 metros para cursos d'água com menos de 10 metros de largura. No trecho estudado, verificou-se que a vegetação presente na margem direita do córrego não atendia à faixa mínima exigida, comprometendo a função de proteção ambiental legalmente prevista para essas áreas.

Esses impactos na vegetação ciliar refletem diretamente nos indicadores de qualidade do curso d'água. Foram observadas pontuações baixas nos parâmetros relacionados à deposição de lama, tipo de substrato (Figuras 6 e 7), tipo de fundo e transparência da água (Figura 8) evidenciando a ocorrência de assoreamento e turbidez, além da formação de um fundo lodoso em diversos trechos. Esses sinais indicam que a redução da vegetação marginal compromete não apenas a integridade da margem e do leito, mas também a qualidade ambiental geral do córrego.

**Figura 6 - Substrato P3**

Fonte: Autores, 2025.

**Figura 7 - Substrato P1**

Fonte: Autores, 2025.

**Figura 8 - Água do córrego**

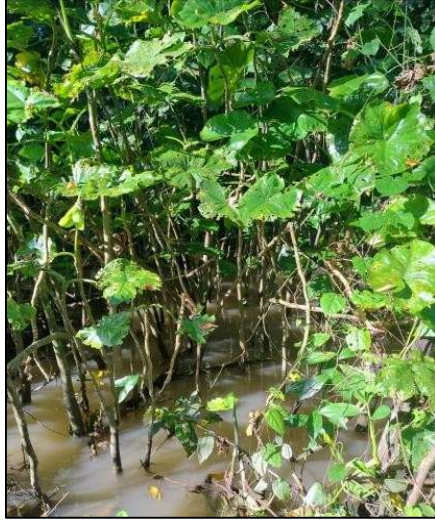
Fonte: Autores, 2025.

A ausência de rápidos e corredeiras ao longo dos quatro pontos, com pontuação nula tanto para extensão quanto para frequência de rápidos. Essa característica é comum em córregos localizados em áreas de várzea, onde predominam canais mais lentos e de baixa declividade (Hudson; Park, 2023). Embora comum, essa condição reduz a oxigenação da água e a disponibilidade de micro-habitat, comprometendo a diversidade de organismos aquáticos (Piedras *et al*, 008). Além disso, os valores intermediários para oleosidade do fundo e do corpo d'água reforçam a presença de matéria orgânica em decomposição indicando alterações na qualidade físico-química do ambiente. Esse fenômeno já foi registrado em corpos d'água do Pará, onde baixos níveis de oxigênio dissolvido associados à matéria orgânica em decomposição causaram mortandade de peixes, evidenciando o impacto da redução de fluxo e da degradação ambiental local (Folha de S. Paulo, 2024).

Através da aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida foi possível identificar também parâmetros que obtiveram pontuações elevadas, sinalizando características

favoráveis à manutenção da qualidade ambiental. Entre eles, destacam-se a cobertura vegetal no leito (Figura 8 e 9), o odor da água, a oleosidade na água e a oleosidade do fundo. Esses indicadores revelam que, apesar da influência antrópica significativa, o sistema ainda conserva atributos importantes para sua integridade ecológica.

**Figura 9 - Vegetação no leito P3**



Fonte: Autores, 2025.

**Figura 10 - Vegetação no leito P1**



Fonte: Autores, 2025.

A cobertura vegetal no leito recebeu nota máxima em todos os pontos, o que evidencia a presença de macrófitas aquáticas e vegetação submersa ou flutuante que contribuem para a ciclagem de nutrientes, oferecem abrigo e alimento para organismos aquáticos e atuam na estabilidade do leito. Esse aspecto é característico de ambientes de várzea, onde a produtividade primária costuma ser elevada devido à deposição periódica de matéria orgânica durante as cheias (Carvalho, 2023).

Outro ponto positivo está relacionado ao odor da água, que não apresentou sinais de comprometimento severo, recebendo notas altas em todos os pontos. Isso indica que, mesmo havendo entrada de matéria orgânica e sedimentos, não há evidência marcante de poluição por esgoto ou descargas industriais, que normalmente alterariam de forma significativa o odor. Da mesma forma, os parâmetros de oleosidade na água e no fundo apresentaram pontuações relativamente altas, sugerindo que não há contaminação significativa por óleos, graxas ou outros poluentes derivados de atividades industriais ou urbanas mais intensas, o que reforça que os principais impactos observados são de origem difusa, ligados a processos erosivos e de assoreamento, e não necessariamente de poluição pontual.

## 5 CONCLUSÕES

A aplicação do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) demonstrou-se uma ferramenta eficaz para identificar tanto as fragilidades quanto as potencialidades ambientais do córrego estudado, permitindo uma análise integrada das condições ecológicas locais. Os resultados obtidos evidenciam que a pressão antrópica, intensificada pela ausência de vegetação ciliar e pelas intervenções urbanas associadas à construção de novas vias, compromete de maneira significativa a estabilidade do

ecossistema aquático. Esse cenário reflete-se em processos de erosão das margens, maior deposição de sedimentos e consequente assoreamento do leito, além da redução da transparência da água, elementos que indicam degradação progressiva da qualidade ambiental.

Entretanto, a presença de cobertura vegetal aquática, aliada à manutenção de parâmetros físico-químicos adequados, demonstra que o sistema ainda preserva funções ecológicas relevantes, sobretudo aquelas relacionadas à resiliência de ecossistemas de várzea. Essa constatação ressalta a importância de tais ambientes como áreas estratégicas para a conservação da biodiversidade e a manutenção dos serviços ecossistêmicos, mesmo diante de pressões antrópicas crescentes.

Diante desse quadro, recomenda-se a implementação de medidas de recuperação e preservação da vegetação ciliar, em conformidade com a legislação ambiental vigente, como instrumento fundamental para a mitigação dos impactos identificados. A restauração das áreas degradadas pode favorecer o equilíbrio hidrológico, reduzir processos erosivos e contribuir para a melhoria da qualidade da água. Além disso, é imprescindível integrar tais ações a políticas públicas de planejamento urbano e de gestão ambiental, assegurando a compatibilização entre desenvolvimento urbano e conservação dos recursos naturais. Dessa forma, torna-se possível garantir a manutenção da qualidade ambiental, a proteção da biodiversidade local e a sustentabilidade do ecossistema a longo prazo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS 'Brasil'. **Panorama da qualidade das águas superficiais no Brasil**. Brasília: ANA, 2012.

ANDRADE, J. H. R.; SOUZA, J. O. P. A importância da vegetação ciliar nos processos de erosão de margens fluviais: estudos na sub-bacia do Baixo Jaguaribe – Ceará – Brasil. **Anais do XII Simpósio Nacional de Geomorfologia**, Crato, SINAGEO, 2018. Disponível em: <https://www.sinageo.org.br/2018/trabalhos/8/8-274-232.html>. Acesso em: 5 de set. de 2025.

BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012**. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm). Acesso em: 4 de set. de 2025.

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 de Brasil**, v. 14, n. 1, Rio Claro, 2002, p. 91-98.

CARVALHO, Aline Souza de. **Gestão territorial na várzea: atividades socioprodutivas e os processos de trabalho na Costa da Conceição (Itacoatiara, Amazonas, Brasil)**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia para Recursos Amazônicos), Itacoatiara (AM), Universidade Federal do Amazonas, 2023, 132 f.

CASTRO, W. de S.; DE-CAMPOS, A. B.; ZANCOPÉ, M. H. C. A influência dos materiais das margens e da vegetação ciliar na erosão de meandros: o caso do Rio Claro, afluente do Rio Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 3, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.20502/rbg.v20i3.1584>. Acesso em: 30 de out. de 2025.

DUARTE, Geraldo Félix Pita; DUARTE, Eduardo Félix Pita. Moatize: urbanização e meio ambiente. **Geociências (São Paulo)**, v. 43, n. 2, p. 211-222, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.5016/geociencias.v43i2.18106>. Acesso em: 1 de set. de 2025.

EPA (ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY). **Biological criteria for the protection of aquatic life**. Division of Water Quality Monitoring and Assessment, Columbus, 1987, 120 p.

GUIMARÃES, João Paulo. Obra do Governo do Pará é alvo de ação civil por afetar comunidade tradicional. **Agência Cenarium**, Belém, 22 jul. 2025. Disponível em: <https://revistacenarium.com.br/obra-do-governo-do-para-e-alvo-de-acao-civil-por-afetar-comunidade-tradicional/>. Acesso em: 15 set. 2025.

HANNAFORD, M. J.; PLAFKIN, J. M.; BARBOUR, M. T.; PORTER, K. D.; GROSS, S. K.; HUGHES, R. M. **Visual-based habitat assessment protocols for use in streams and rivers**. Environmental Protection Agency, Washington, D.C., 1997. HUDSON, P.F. & PARK, E. (2023) Lowland rivers: Geomorphology, human impacts, and management. **Earth Surface Processes and Landforms**, 48(1), 7–13. Available from: <https://doi.org/10.1002/esp.5517>

HUDSON, P. F.; PARK, E. Lowland rivers: Geomorphology, human impacts, and management. **Earth Surface Processes and Landforms**, v. 48, n. 1, p. 7–13, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/esp.5517>. Acesso em: 10 de out. de 2025.

JUNK, W. J.; BAYLEY, P. B.; SPARKS, R. E. The flood pulse concept in river-floodplain systems. In: DODGE, D. P. (Ed.). **Proceedings of the International Large River Symposium**. Ottawa, Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences, 1989, p. 110-127.

KARR, J. R. Assessment of biotic integrity using fish communities. **Fisheries**, v. 6, n. 6, Bethesda, American Fisheries Society, 1981, p. 21–27.

LIMA, Paulo Adriano Catulé; DIAS, Ozanan de Almeida; VELOSO, Vitor Hugo Silva; SILVA, Thainá de Paula Cacique e; AGUIAR, Fernanda Silva. Avaliação Ambiental do Ribeirão do Inferno em Grão Mogol - MG, através de um protocolo de avaliação rápida de rios. **Anais do IX SBEA + XV ENEEAmb + III FLES**, São Paulo, Blucher, 2017, p. 999-1006. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/xveneeamb-100>. Acesso em: 10 de out. de 2025.

MOMOLI, R. S.; LADEIRA, F. S. B.; CORRECHEL, V.; COOPER, M. Dinâmica da sedimentação e erosão em uma zona ripária do Cerrado no estado de Goiás, Brasil. **Geografia**, v. 49, n. 1, Rio Claro, 2024, p. 628-653. Disponível em:

<https://doi.org/10.5016/geografia.v49i1.18435>. Acesso em: 6 de out. de 2025.

PARÁ. Secretaria de Estado de Transportes. **Ofício nº 009/2021-GAB/SETRAN: Juntada Dados de Mobilidade e Socioeconomia/Liberdade**. Belém, Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Sustentabilidade, 20 jan. 2021. Disponível em: <https://www.semas.pa.gov.br/wp-content/uploads/2021/02/OF-009-21-SETRAN-Juntada-Dados-de-Mobilidade-e-Socioeconomia-Liberdade-20-01-2021.pdf>. Acesso em: 18 set. 2025..

PIEDRAS, S. R. N.; BAGER, A.; MORAES, P. R. R.; ISOLDI, L. A.; FERREIRA, O. G. L.; HEEMANN, C. Macroinvertebrados bentônicos como indicadores de qualidade de água na Barragem Santa Bárbara, Pelotas, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 494–500, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000200020>. Acesso em: 10 de set. 2025.

PONTES, M. L. C.; LIMA, A. M. M. de; SILVA JÚNIOR, J. de A.; SADECK, C. C. de A. Dinâmica das áreas de várzea do município de Belém/PA e a influência da precipitação pluviométrica na formação de pontos alagamentos. **Caderno de Geografia**, v. 27, n. 49, p. 285–303, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5752/p.2318-2962.2017v27n>. Acesso em: 1 de out. 2025.

RODRIGUES, N. G.; ALMEIDA, A. N. de. A percepção de analistas ambientais do Ibama acerca das limitações dos estudos de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) no âmbito do licenciamento ambiental brasileiro. **Guaju: Revista Brasileira de Desenvolvimento Territorial Sustentável**, v. 9, p. 149–171, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5380/guaju.v9i0.85557>. Acesso em: 7 de out. 2025.

SASSINE, Vinicius. Laudo conclui que níveis baixos de oxigênio causaram mortandade de peixes no Pará. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, nov. 2024. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/ambiente/2024/11/laudo-conclui-que-niveis-baixos-de-oxigenio-causaram-mortandade-de-peixes-no-para.shtml>. Acesso em: 13 set. 2025.

SILVA, A. C.; VIEIRA, P. H. A influência da mata ripária na qualidade da água superficial do córrego Moeda no município de Três Lagoas/MS. **Geografia em Questão**, [S. l.], v. 15, n. 02, 2022. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/25206>. Acesso em: 12 set. 2025.