

AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS ABIÓTICOS DA ÁGUA DO IGARAPÉ LOCALIZADO NA FAZENDA ESCOLA DE CASTANHAL DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA

EVALUATION OF ABIOTIC PARAMETERS OF THE WATER OF THE STREAM LOCATED AT THE CASTANHAL SCHOOL FARM OF THE FEDERAL RURAL UNIVERSITY OF THE AMAZON

EVALUACIÓN DE PARÁMETROS ABIÓTICOS DEL AGUA DEL IGARAPÉ UBICADO EN LA GRANJA ESCUELA DE CASTANHAL DE LA UNIVERSIDAD FEDERAL RURAL DE LA AMAZONIA

Thiago da Silva Pereira

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

e-mail: thiagonetop60@gmail.com

Awane Maria de Oliveira Costa

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

e-mail: awaneoliveira71@gmail.com

Evelyn Suzana Bouth Lopes

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

e-mail: evelynbouth@gmail.com

Maria Luiza Ferreira Leal

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

e-mail: marialuizaferreira8212@gmail.com

Ramon Dias Pacheco

Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA

e-mail: ramon.pacheco@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

Submissão em: 05/12/2025

Aceito em: 28/01/2026

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água de um igarapé localizado na Fazenda Escola da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no município de Castanhal-PA, por meio da medição de parâmetros físico-químicos. As coletas foram realizadas em diferentes trechos representativos do curso d'água, distribuídos em um trecho de mata ciliar preservada longo de sua extensão, com subdivisão dos pontos em réplicas para maior confiabilidade nos dados. Os parâmetros medidos incluíram pH, temperatura, turbidez e condutividade elétrica; para as medições foram utilizados equipamentos portáteis e devidamente calculados: um pHmetro AT-315, um turbidímetro TD-300 e um condutímetro CD-850. De modo geral, os parâmetros avaliados indicam que a qualidade da água do igarapé encontra-se dentro dos requisitos esperados para ambientes naturais da Amazônia,

mostrando variações compatíveis com fatores ambientais locais. Estes resultados ressaltam a importância da observação contínua para garantir a estabilidade ecológica e o uso sustentável da água. A análise contribui para a compreensão da dinâmica limnológica do igarapé e reforça a importância do monitoramento contínuo desses ecossistemas, especialmente em áreas utilizadas para fins didáticos, produtivos e de conservação. O estudo evidenciou ainda o papel essencial da limnologia na identificação de possíveis alterações na qualidade da água, subsidiando estratégias de gestão e proteção dos recursos hídricos em contextos amazônicos. Os dados obtidos podem servir como base para investigações futuras, permitindo a ampliação das análises para outros parâmetros, épocas do ano ou áreas adjacentes, contribuindo para o monitoramento contínuo e para o uso sustentável dos recursos hídricos na região.

Palavras-chave: Limnologia, Qualidade da Água, Igarapé Amazônico, Parâmetros físico-químicos, Monitoramento ambiental

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the water quality of a stream located at the School Farm of the Federal Rural University of the Amazon (UFRA), in the municipality of Castanhal-PA, through the measurement of physical-chemical parameters. Sampling was carried out at different representative sections of the watercourse, distributed along a stretch of preserved riparian forest, with each sampling point subdivided into replicates for greater data reliability. The parameters measured included pH, temperature, turbidity, and electrical conductivity; portable and properly calibrated equipment was used for the measurements: an AT-315 pH meter, a TD-300 turbidimeter, and a CD-850 conductivimeter. Overall, the evaluated parameters indicate that the water quality of the stream is within the expected ranges for natural Amazonian environments, showing variations consistent with local environmental factors. These results highlight the importance of continuous monitoring to ensure ecological stability and the sustainable use of water resources. The analysis contributes to the understanding of the limnological dynamics of the stream and reinforces the importance of ongoing monitoring of these ecosystems, especially in areas used for educational, productive, and conservation purposes. The study also demonstrated the essential role of limnology in identifying potential changes in water quality, supporting management strategies and the protection of water resources in Amazonian contexts. The data obtained may serve as a basis for future investigations, enabling the expansion of analyses to other parameters, seasons of the year, or adjacent areas, contributing to continuous monitoring and to the sustainable use of water resources in the region.

Keywords: Limnology, Water Quality, Amazonian Stream, Physical-Chemical Parameters. Environmental Monitoring.

RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la calidad del agua de un igarapé ubicado en la Granja Escuela de la Universidad Federal Rural de la Amazonia (UFRA), en el municipio de Castanhal-PA, mediante la medición de parámetros físico-químicos. Los muestreos se realizaron en diferentes tramos representativos del curso de agua, distribuidos a lo largo de un sector con mata ribereña preservada, con subdivisión de los puntos en réplicas para garantizar una mayor confiabilidad de los datos. Los parámetros medidos incluyeron pH, temperatura, turbidez y conductividad eléctrica;

para las mediciones se utilizaron equipos portátiles y debidamente calibrados: un pHmetro AT-315, un turbidímetro TD-300 y un conductivímetro CD-850. En general, los parámetros evaluados indican que la calidad del agua del Igarapé se encuentra dentro de los valores esperados para ambientes naturales amazónicos, mostrando variaciones compatibles con los factores ambientales locales. Estos resultados resaltan la importancia del monitoreo continuo para garantizar la estabilidad ecológica y el uso sostenible del recurso hídrico. El análisis contribuye a la comprensión de la dinámica limnológica del Igarapé y refuerza la necesidad de un seguimiento permanente de estos ecosistemas, especialmente en áreas utilizadas con fines didácticos, productivos y de conservación. El estudio también evidenció el papel esencial de la limnología en la identificación de posibles alteraciones en la calidad del agua, proporcionando apoyo a estrategias de gestión y protección de los recursos hídricos en contextos amazónicos. Los datos obtenidos pueden servir como base para investigaciones futuras, permitiendo la ampliación de los análisis hacia otros parámetros, épocas del año o áreas adyacentes, contribuyendo al monitoreo continuo y al uso sostenible de los recursos hídricos de la región.

Palabras clave: Limnología, Calidad del Agua, Igarapé amazónico, Parámetros Físico-Químicos. Monitoreo Ambiental

1 INTRODUÇÃO

Os Igarapés amazônicos, cursos d'água de pequeno porte que permeiam extensas áreas de floresta, comunidades rurais e espaços de uso agrícola, constituem elementos-chave para a manutenção da biodiversidade e do equilíbrio ecológico (Junk; Piedade; Schöngart, 2020). Sua importância vai além da provisão de água, englobando também serviços ecossistêmicos como a regulação climática local, a ciclagem de nutrientes e o suporte a comunidades aquáticas e terrestres (Melack *et al.*, 2021; Castello; Macedo, 2016).

Apesar de sua relevância, esses ecossistemas são altamente sensíveis a variações ambientais, tanto de origem natural quanto decorrentes de atividades antrópicas. Fatores como desmatamento, uso do solo para agricultura e pecuária, lançamento de efluentes e alterações hidrológicas podem comprometer sua qualidade, reduzindo a capacidade de suporte do sistema e alterando significativamente sua composição físico-química (Neves *et al.*, 2018; Fearnside, 2019). Tais alterações representam uma ameaça não apenas à integridade ecológica, mas também à saúde das populações humanas que dependem diretamente desses recursos (Isaac *et al.*, 2020).

Nesse contexto, a análise de parâmetros físico-químicos da água constitui uma ferramenta indispensável para o monitoramento da qualidade hídrica. Indicadores como pH, temperatura, turbidez e condutividade elétrica permitem não apenas avaliar as condições atuais do ambiente, mas também identificar tendências de degradação, subsidiando ações de gestão e conservação (Silva *et al.*, 2019; Tundisi; Tundisi, 2016). Em áreas amazônicas, onde os cursos d'água apresentam forte variabilidade sazonal, esse monitoramento é ainda mais essencial, visto que as oscilações climáticas influenciam diretamente a dinâmica hídrica e a concentração de sedimentos e nutrientes (Lages *et al.*, 2023; Junk *et al.*, 2011).

A variabilidade natural dos Igarapés amazônicos advém, em grande parte, da interação entre regimes hidrológicos (pulsos de cheia e seca), matriz paisagística e

composição do material orgânico transportado. Essa combinação promove condições químicas — como baixa capacidade tampão e elevada presença de ácidos húmicos — típicas de águas de igarapé, que influenciam parâmetros como pH, condutividade e turbidez (Boyer *et al.*, 2015). Estudos regionais destacam que a resposta dos pequenos cursos d'água às alterações de uso do solo e à sazonalidade é rápida e expressiva, tornando fundamental a elaboração de séries temporais e a replicação espacial em programas de monitoramento (Neves *et al.*, 2018; Martins *et al.*, 2022).

Diante desse cenário, o presente estudo teve como objetivo analisar a qualidade da água de um igarapé localizado na Fazenda Escola de Castanhal da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), por meio da medição de parâmetros físico-químicos básicos. A investigação busca contribuir para o entendimento da dinâmica limnológica local, destacando possíveis variações em relação aos valores de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 e pela literatura científica voltada à igarapés amazônicos (CONAMA, 2005; Melack *et al.*, 2021).

2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

2.1 Biogeoquímica dos igarapés amazônicos

A química das águas na bacia Amazônica é o resultado direto de uma interação milenar entre a floresta e a drenagem. Sioli (1984) estabeleceu as bases para essa compreensão ao demonstrar que a pobreza iônica e a acidez natural (pH baixo) de muitos igarapés não são anomalias, mas reflexos da lixiviação de solos antigos e da lenta decomposição da matéria orgânica florestal. Portanto, parâmetros que poderiam indicar contaminação em outras bacias hidrográficas muitas vezes representam, na Amazônia, a condição prístina do ambiente.

Essa integridade depende intrinsecamente da bacia de drenagem. Como explicam Allan e Castillo (2007), um riacho funciona como um espelho da paisagem ao seu redor. Em sistemas de cabeceira, a vegetação ripária atua como um filtro regulador, controlando a entrada de sedimentos, a incidência de luz e a disponibilidade de nutrientes. A remoção dessa cobertura florestal rompe esse equilíbrio, expondo o curso d'água a alterações físicas e químicas imediatas (Jankowski *et al.*, 2021).

2.2 Indicadores de qualidade e alterações ambientais

Para diagnosticar a saúde desses ecossistemas, o monitoramento de variáveis abióticas oferece respostas rápidas e precisas. A temperatura da água, por exemplo, transcende a simples medição física; ela regula taxas metabólicas e a solubilidade de gases vitais. Estudos conduzidos por Macedo *et al.* (2013) no sudeste da Amazônia provaram que o desmatamento das margens eleva significativamente a temperatura dos igarapés, criando barreiras térmicas para a biota nativa. Assim, a estabilidade térmica registrada em campo serve como um forte bioindicador da conservação do sombreamento marginal.

Paralelamente, a turbidez e a condutividade elétrica atuam como sentinelas de perturbação. A turbidez reflete a dinâmica de sedimentos, processo que se intensifica drasticamente com o uso inadequado do solo (Alcântara *et al.*, 2010), enquanto a

condutividade aponta para a concentração de íons dissolvidos. Elevações súbitas na condutividade em águas continentais, conforme alertam Tundisi e Tundisi (2016), raramente são naturais e costumam sinalizar fontes de poluição difusa ou pontual.

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 357/2005 baliza esses parâmetros visando a proteção da vida aquática (Brasil, 2005). No entanto, a aplicação fria da norma pode levar a diagnósticos equivocados na região Norte. A interpretação dos dados exige o olhar contextualizado defendido por pesquisadores locais, distinguindo o que é poluição antrópica daquilo que é a "assinatura química" natural dos igarapés.

2.3 A Dimensão social da conservação

A complexidade da gestão hídrica na Amazônia impõe que a conservação ultrapasse a barreira técnica. Isaac *et al.* (2020) argumentam que o manejo da biodiversidade em paisagens alteradas exige uma abordagem socioecológica, onde as comunidades locais não são apenas usuárias, mas parte da solução. Ferramentas de educação ambiental tornam-se, então, estratégicas para transformar dados técnicos em engajamento social na proteção desses recursos (Costa; Moura; Almeida, 2023).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O estudo de campo foi realizado na Fazenda Escola da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), no município de Castanhal-PA, como parte das atividades práticas da disciplina de Limnologia. As coletas de água foram realizadas em pontos estratégicos em um trecho do igarapé com mata ciliar preservada, abrangendo desde as proximidades da nascente até as seções finais do igarapé. Os pontos de amostragem foram selecionados com base em características hidrodinâmicas, incluindo trechos com maior correnteza e locais de fluxo mais lento. As amostras foram coletadas em frascos do tipo Becker, com capacidade de 1 L, devidamente higienizados.

Para garantir maior confiabilidade nos dados, cada ponto de coleta foi subdividido em três réplicas. Por exemplo, o ponto P1(1°19'19.56" e 47°57'38.67") foi dividido em P1A, P1B e P1C, e o mesmo procedimento foi adotado nos pontos P2(1°19'19.54" e 47°57'39.00") e P3(1°19'19.61" e 47°57'39.51"), conforme a Figura 1 a seguir.

Figura 1 - Mapa de localização dos pontos de coleta

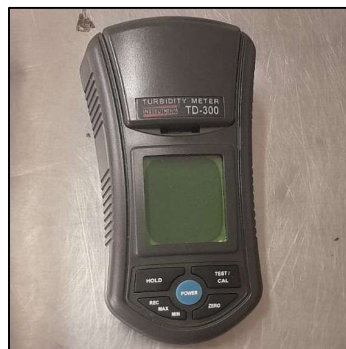


Fonte: Autores, 2025

Foi realizado um intervalo lateral entre as réplicas, suficiente para captar heterogeneidade local ($\approx 5-10$ m, conforme morfologia), a replicação aumenta a precisão e permite análise estatística de variabilidade espacial.

Durante as coletas, foram medidos in loco os seguintes parâmetros físico-químicos da água; pH, condutividade elétrica, temperatura e turbidez. Os equipamentos utilizados indicados nas figuras 2, 3 e 4 estavam devidamente calibrados. Para garantir a precisão dos dados a calibração dos equipamentos foi realizada imediatamente antes das coletas com soluções padrão, o pHmetro foi aferido com soluções padrão de pH 4, 7 e 10, enquanto o condutímetro e o turbidímetro também foram calibrados com as soluções padrão adequadas. Todos os procedimentos de verificação foram devidamente registrados, e cada instrumento foi checado novamente para garantir que não houvesse desvios (drift). Os instrumentos utilizados para as aferições dos parâmetros analisados estão apresentados nas Figuras 2, 3 e 4 a seguir.

Figura 2 - Turbidímetro Lutron TU-2016



Fonte: Autores, 2025.

Figura 3 - pHmetro AT 315 SP Microprocessado (Alfakit)

Fonte: Autores, 2025.

Figura 4 - Condutivímetro MOD. CD-850 digital (Instrutherm)

Fonte: Autores, 2025.

Todos os dados obtidos foram registrados em uma planilha de campo, organizados com base na codificação dos pontos e suas respectivas réplicas. Os valores registrados foram então comparados com os limites de referência estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, a fim de identificar possíveis divergências em relação aos padrões de qualidade da água.

A escolha pela subdivisão dos pontos de coleta em réplicas não apenas aumenta a confiabilidade estatística dos dados, mas também permite captar a heterogeneidade espacial típica de igarapés amazônicos. Em ambientes onde fatores como velocidade da corrente, deposição de sedimentos e sombreamento variam em poucos metros, essa abordagem metodológica torna-se fundamental para assegurar representatividade dos resultados (Melack *et al.*, 2021). Além disso, tal estratégia favorece análises comparativas em futuras campanhas, especialmente se forem incorporadas variáveis adicionais como nutrientes e oxigênio dissolvido, ampliando o escopo das interpretações.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostras de água foram coletadas em pontos do igarapé (P1, P2 e P3), analisando os parâmetros temperatura, pH, turbidez e condutividade, que são fundamentais para a caracterização físico-química do ambiente aquático.

Antes de apresentar os dados coletados, é importante contextualizar a disposição da tabela utilizada para registro dos parâmetros físico-químicos. A

organização da tabela 1 segue a ordem dos pontos de coleta (P1, P2 e P3) e suas respectivas réplicas, permitindo visualizar de forma clara e comparativa a variação espacial de pH, temperatura, turbidez e condutividade elétrica. Essa estrutura facilita a interpretação dos resultados e assegura que as análises subsequentes considerem a heterogeneidade do ambiente aquático, respeitando tanto a lógica metodológica adotada, quanto à representatividade das condições locais (Melack *et al.*, 2021; Neves *et al.*, 2018).

A tabela 1 apresentada organiza os dados de cada parâmetro em função dos pontos de coleta e suas réplicas, permitindo observar tendências e variações espaciais no igarapé. Essa disposição facilita a identificação de padrões, como áreas de maior turbidez ou pequenas flutuações de pH, além de possibilitar comparações entre trechos mais sombreados e aqueles mais expostos à radiação solar, refletindo as condições naturais locais (Silva *et al.*, 2019; Lages *et al.*, 2023).

A análise inicial da tabela 1 permite identificar variações sutis entre os pontos amostrados, que podem estar associadas tanto a fatores naturais — como a dinâmica da correnteza, o aporte de matéria orgânica e a cobertura vegetal marginal — quanto a pequenas pressões antrópicas, incluindo atividades próximas à margem do igarapé (Neves *et al.*, 2018; Riskin *et al.*, 2017). Essa visão preliminar fornece um panorama que auxilia na interpretação mais detalhada de cada parâmetro físico-químico nas seções seguintes.

Tabela 1 – Resultados das análises das amostras do igarapé

PARÂMETROS ABIÓTICOS DA ÁGUA DO IGARAPÉ				
Ponto Amostral	pH	Temperatura (°C)	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Turbidez (NTU)
P1A	6,81	30,24	41,9	19,57
P1B	6,83	29,6	43,7	20,59
P1C	6,54	28,2	43,5	22,02
Média P1	6,73	29,35	43,03	20,73
Desvio Padrão P1	0,13	0,85	0,81	1,01
P2A	6,33	28,1	43,5	23,44
P2B	6,22	28,1	44,2	20,66
P2C	5,88	29,2	43,6	20,60
Média P2	6,14	28,47	43,77	0,99
Desvio Padrão P2	0,19	0,52	0,31	1,35
P3A	6,84	32,5	45,0	21,03
P3B	6,61	28,5	42,8	11,33
P3C	6,01	29,4	43,0	20,93
Média P3	6,49	30,13	43,60	17,76

Desvio Padrão P3	0,36	1,70	0,99	4,60
------------------	------	------	------	------

Fonte: Autores, 2025.

As médias dos valores de pH (6,14 - 6,57) indicam águas levemente ácidas, um padrão frequentemente observado em igarapés que recebem elevado aporte de matéria orgânica e forte influência de ácidos húmicos e fenólicos provenientes de folhas caídas e de decomposição de serapilheira (Silva, R. O. P. *et al*, 2019). Em águas pretas e em muitos tributários de pequeno porte do bioma, pH abaixo de 6 é comum por conta da baixa capacidade tampão (baixa concentração de bicarbonatos) e pela presença de matéria orgânica dissolvida que libera prótons. Essa faixa pode ser natural e não necessariamente indica poluição, mas tem implicações ecológicas relevantes: concentração de metais traço (ex.: Al³⁺) em formas bioativas pode aumentar em pH baixo, e espécies sensíveis (alguns invertebrados bentônicos e ictiofauna) podem ser afetadas. Portanto, a interpretação deve considerar histórico de variação sazonal (seca × cheia) e análise de oxigênio dissolvido e alcalinidade em campanhas futuras para avaliar impactos potenciais (EMBRAPA, 2008).

A temperatura observada (30,2–30,6 °C) indica baixa variabilidade térmica no transecto amostrado, o que sugere mistura da coluna d'água e sombreamento parcial. Temperaturas estáveis e elevadas (acima de 28 °C) são comuns em pequenos cursos tropicais e têm implicações diretas na solubilidade do oxigênio (reduzida com o aumento da temperatura) e nas taxas metabólicas microbianas (aumento de respiração heterotrófica). Em cenários de adição de matéria orgânica, temperaturas desse patamar podem acelerar a demanda bioquímica de oxigênio, realçando a importância de incluir (oxigênio dissolvido) em campanhas subsequentes (Silva *et al.*, 2019; Tundisi; Undisi, 2016)

A condutividade elétrica apresentou valores entre 29,9 e 32,7 µS/cm. Apesar de a CONAMA nº 357/2005 não estabelecer limites para esse parâmetro, os resultados estão dentro da faixa relatada para igarapés amazônicos preservados, caracterizados por baixa mineralização natural (Lages *et al.*, 2023), característica de muitos igarapés em áreas não salobras e com drenagem de solos com pouca lixiviação de sais solúveis. Na literatura amazônica, condutividades abaixo de 50 µS·cm⁻¹ são frequentemente registradas para águas relativamente preservadas; valores maiores costumam indicar aporte de íons por atividades antrópicas (fertilizantes, escoamento de pastagens, efluentes) ou influências geológicas locais (Costa; Moura; Almeida, 2023). Assim, os valores aqui medidos são compatíveis com um cenário de baixo grau de mineralização, mas as pequenas elevações pontuais observadas em trechos com maior sedimento finos sugerem monitoramento contínuo para detectar tendências ascendentes.

A turbidez variou entre 25,14 NTU e 28,48 NTU, mantendo-se abaixo do limite de 100 NTU estabelecido para rios de Classe 2 pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Contudo, valores dessa magnitude são superiores aos relatados por Lages *et al.* (2023) em igarapés de referência, que apresentaram condições de maior transparência da água (e que podem apresentar valores <10 NTU em condições de baixa chuva e cobertura ripária íntegra). Possíveis causas: (i) aporte de sedimentos finos por escoamento superficial em períodos chuvosos; (ii) ação antrópica pontual (manejo do solo, trilhas, retirada de vegetação ribeirinha); (iii) movimento de sedimentos em trechos menos profundos (vento/atividade animal). Efeitos ecológicos: redução da penetração de luz (impacto em periófitas e fitoplâncton), entupimento de

brânquias de peixes jovens, alteração de habitats e menor eficiência de fotossíntese bentônica (EMBRAPA, 2008). Em resumo, a turbidez sugere atenção, mesmo sem extrapolar limites legais. Estudos de sazonalidade e séries temporais ajudariam a discriminar causas naturais de pressões antrópicas.

Outro ponto relevante é que os valores observados refletem um equilíbrio delicado entre fatores naturais e potenciais pressões antrópicas. A literatura indica que os igarapés podem apresentar respostas rápidas a mudanças no uso do solo, especialmente em áreas de agricultura e pecuária (Neves *et al.*, 2018). Nesse sentido, a manutenção da qualidade hídrica observada neste estudo reforça a importância da proteção das áreas ripárias e da gestão adequada das atividades humanas na microbacia, de modo a evitar que pequenas alterações se tornem processos de degradação mais severos (Isaac *et al.*, 2020).

5 CONCLUSÃO

Os resultados alcançados permitem compreender de forma mais ampla a qualidade da água do igarapé da Fazenda Escola, evidenciando que seus parâmetros físico-químicos refletem a influência de fatores naturais e antrópicos. A análise realizada demonstrou que a combinação de pH levemente ácido e baixa condutividade é típica de um sistema com forte aporte de matéria orgânica e baixa mineralização, enquanto a turbidez moderada sugere influência hidrológica e perturbações na bacia.

Dessa forma, o estudo não apenas confirma tendências já discutidas na literatura sobre a dinâmica de igarapés amazônicos, mas também acrescenta novas perspectivas, reforçando a importância de ampliar o debate sobre a conservação desses ecossistemas. Os dados coletados na campanha evidenciam tanto as contribuições práticas, para a gestão local, quanto às implicações acadêmicas do trabalho, para o fortalecimento da pesquisa na UFRA.

A análise integrada dos parâmetros medidos revela que o igarapé da Fazenda Escola se enquadra em uma condição típica de cursos d'água amazônicos relativamente preservados, embora sujeito a pressões potenciais da microbacia. O pH levemente ácido, em conjunto com a baixa condutividade elétrica, indica forte influência da matéria orgânica natural e baixa mineralização, características que reforçam a dependência do sistema em relação à cobertura florestal e aos processos de decomposição da serrapilheira.

A estabilidade térmica observada sugere que o sombreamento e a circulação da água contribuem para manter o equilíbrio térmico local, o que favorece a manutenção da fauna aquática. Já os valores de turbidez, embora moderados, permanecem bem abaixo dos limites estabelecidos pela legislação, reforçando que, apesar de pequenas variações hidrológicas e de usos do entorno, o corpo hídrico ainda mantém boa capacidade de autorregulação. Em conjunto, esses aspectos apontam para um sistema frágil, mas funcional, cuja conservação depende diretamente da manutenção das condições ambientais atuais e do controle das pressões antrópicas na área.

Apesar dos avanços obtidos, é importante destacar que a pesquisa apresenta algumas limitações, é importante destacar que a pesquisa apresenta algumas limitações, inerentes ao seu recorte metodológico e ao acesso a determinadas variáveis que poderiam enriquecer ainda mais a discussão. Por esse motivo, sugere-se que pesquisas futuras aprofundem a análise em contextos mais diversificados,

incorporando metodologias comparativas e indicadores adicionais que permitam avaliar de maneira mais integrada as dinâmicas envolvidas.

Ressalta-se ainda que o presente estudo possui forte potencial didático e científico, uma vez que integra atividades de ensino, pesquisa e extensão. Trabalhos dessa natureza, conduzidos em ambientes de uso acadêmico como a Fazenda Escola da UFRA, contribuem para a formação prática de estudantes e para o fortalecimento do vínculo entre universidade e sociedade. Essa integração favorece não apenas a consolidação de competências técnicas, mas também a sensibilização sobre a relevância da conservação dos recursos hídricos em escala local e regional.

Como desdobramentos práticos, recomenda-se que gestores, pesquisadores e demais atores interessados no tema utilizem os achados aqui apresentados como subsídio para a formulação de novas estratégias e para a proposição de iniciativas capazes de ampliar o alcance dos benefícios identificados. Além disso, a continuidade de estudos nessa linha poderá contribuir significativamente para a consolidação de práticas mais eficientes, inclusivas e sustentáveis, fortalecendo a integração entre ciência e sociedade. Em síntese, a presente pesquisa reafirma a relevância do tema, abre caminhos para reflexões mais aprofundadas e reforça a necessidade de investimentos contínuos em inovação e monitoramento. Dessa forma, o trabalho cumpre seu papel de contribuir para o campo acadêmico e para a prática profissional, ao mesmo tempo em que sinaliza direções promissoras para estudos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALCÂNTARA, E. H. et al. A contribution to understanding the turbidity behaviour in an Amazon floodplain: a spatiotemporal approach. **Hydrology and Earth System Sciences**, Göttingen, Copernicus Publications, v. 14, p. 351–362, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/hess-14-351-2010>. Acesso em: 5 set. 2025.

ALLAN, J. D.; CASTILLO, M. M. **Stream ecology: structure and function of running waters**. 2. ed. Dordrecht, Springer, 2007.

BARBOSA, G. O.; SILVA, M. L.; PEREIRA, R. A. Sustentabilidade e inovação: desafios e perspectivas no contexto contemporâneo. **Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade**, João Pessoa, Ecogestão Brasil, v. 12, n. 3, p. 45–62, 2023. Disponível em: <http://rbgas.ecogestao.org>. Acesso em: 5 set. 2025.

BOYERO, L. et al. Global patterns of stream detritivore distribution: implications for biodiversity loss in changing climates. **Global Ecology and Biogeography**, Oxford, Wiley-Blackwell, v. 24, n. 12, p. 1432–1444, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/geb.12372>. Acesso em: 5 set. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005. Seção 1, p. 58. Disponível em: https://conama.mma.gov.br/?id=450&option=com_sisconama&task=arquivo.download. Acesso em: 2 out. 2025.

CASTELLO, L.; MACEDO, M. N. Large-scale degradation of Amazonian freshwater ecosystems. **Global Change Biology**, Oxford, Wiley-Blackwell, v. 22, n. 3, p. 990–1007, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcb.13173>. Acesso em: 20 out. 2025.

CAVALCANTI, C. Sustentabilidade e desenvolvimento: um enfoque interdisciplinar. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, Salvador, UNIFACS, v. 25, n. 2, p. 89–105, 2022. Disponível em: <https://revistas.unifacs.br/index.php/rde>. Acesso em: 5 set. 2025.

COSTA, J. P.; MOURA, F. S.; ALMEIDA, T. N. Educação ambiental e participação social: práticas e desafios. **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, Rede Brasileira de Educação Ambiental, v. 18, n. 1, p. 56–74, 2023. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea>. Acesso em: 5 set. 2025.

DIAS, G. F. **Educação ambiental: princípios e práticas**. 10. ed. São Paulo, Gaia, 2021.

EMBRAPA (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA). **Organismos Bentônicos**: biomonitoramento de qualidade de águas. Por J. F. de Queiroz, M. S. G. M. e Silva e S. Trivinho-Strixino. Jaguariúna, Embrapa Meio Ambiente, 2008. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/15644?locale=pt_BR. Acesso em: 19 set. 2025.

FEARNSIDE, P. M. Amazon forest maintenance as a source of environmental services. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, v. 91, n. 3, p. 1–14, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aabc/a/kwcg5pMksNQZ3J8yDXXKypXm/?lang=en>. Acesso em: 10 set. 2025.

FERREIRA, L. C.; FREITAS, M. A.; SOUZA, H. P. Inovação sustentável e economia circular: uma revisão sistemática. **Revista de Gestão Social e Ambiental**, São Paulo, RGSA, v. 15, n. 4, p. 102–119, 2021. Disponível em: <https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa>. Acesso em: 5 set. 2025.

ISAAC, V. J. et al. Social-ecological systems in the Brazilian Amazon: managing biodiversity in complex landscapes. **Sustainability Science**, Tokyo, Springer, v. 15, p. 1–15, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11625-019-00737-2>. Acesso em: 1 out. 2025.

JANKOWSKI, K. et al. Land use change influences ecosystem function in Amazonian streams. **Water**, Basel, MDPI, v. 13, p. 1667, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/w13121667>. Acesso em: 6 out. 2025.

JUNK, W. J. et al. A classification of major naturally-occurring Amazonian lowland wetlands. **Wetlands Ecology and Management**, Dordrecht, Springer, v. 19, p. 81–98, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13157-011-0190-7>. Acesso em: 5 out. 2025.

JUNK, W. J.; PIEDADE, M. T. F.; SCHÖNGART, J. A. A classificação ecológica dos ecossistemas aquáticos da Amazônia: uma proposta. **Acta Amazonica**, Manaus, INPA, v. 50, n. 3, p. 273–283, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4392202000221>. Acesso em: 23 set. 2025.

LAGES, A. da S. et al. Índice de Qualidade de Água (IQA) para ambientes amazônicos usando estatística multivariada. **Peer Review**, Curitiba, Peer Review, v. 5, n. 11, p. 306–321, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.53660/593.prw1607>. Acesso em: 2 set. 2025.

LEITÃO, R. P.; ZAMUDIO, K. R. et al. Disentangling the pathways of land use impacts on the functional structure of fish assemblages in Amazon streams. **Ecography**, Oxford, Wiley, v. 41, n. 2, p. 219–232, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/ecog.02845>. Acesso em: 1 out. 2025.

MACEDO, M. N. et al. Land-use-driven stream warming in southeastern Amazonia. **Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences**, London, The Royal Society, v. 368, n. 1619, p. 20120153, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0153>. Acesso em: 13 Set. 2025.

MARTINS, R. A.; OLIVEIRA, P. R. Metodologias participativas e engajamento social em projetos sustentáveis. **Revista de Políticas Públicas**, São Luís, UFMA, v. 30, n. 2, p. 211–229, 2022. Disponível em: <https://periodicoeletronicos.ufma.br/index.php/rppublica>. Acesso em: 5 set. 2025.

MARTINS, R. T. et al. Influence of land use and riparian condition on macroinvertebrate assemblages in Amazon streams. **Hydrobiologia**, Dordrecht, Springer, v. 823, p. 1–18, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10750-022-04947-4>. Acesso em: 10 set. 2025.

MELACK, J. M. et al. Limnological perspectives on conservation of floodplain lakes in the Amazon basin. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems**, Chichester, Wiley-Blackwell, v. 31, n. 6, p. 1334–1349, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/aqc.3556>. Acesso em: 4 set. 2025.

MELO, V. C.; ARAÚJO, D. F. Desafios da integração ciência-sociedade em projetos ambientais. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, Rio de Janeiro, ABES, v. 17, n. 2, p. 133–148, 2023. Disponível em: <https://www.rbciamb.com.br>. Acesso em: 5 set. 2025.

MONTE, M. et al. The physical-chemical characteristics of surface waters in clearwater rivers in the Brazilian Amazon. **Water Practice and Technology**, London, IWA Publishing, v. 16, n. 2, p. 413–423, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/wpt.2021.021>. Acesso em: 6 out. 2025.

OTCA (ORGANIZAÇÃO DO TRATADO DE COOPERAÇÃO AMAZÔNICA). **Status of Water Quality in the Amazon Basin — Executive summary**. Brasília, OTCA, 2021.

RIBEIRO, A. C.; ALVES, P. R. Gestão participativa e conservação de recursos hídricos: avanços e desafios. **Revista Gestão & Sociedade**, Belo Horizonte, UFMG, v. 16, n. 1, p. 77–95, 2022. Disponível em: <https://revistas.face.ufmg.br/index.php/gestaoesociedade>. Acesso em: 5 set. 2025.

RÍOS-VILLAMIZAR, E. A. et al. Physicochemical features of Amazonian water typologies for water resources management. **Environmental Monitoring and Assessment**, Dordrecht, Springer, v. 185, p. 3725–3737, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10661-012-2825-6>. Acesso em: 25 set. 2025.

RISKIN, S. H. et al. Solute and sediment export from Amazon forest and agricultural systems. **Ecological Applications**, Washington, Ecological Society of America, v. 27, n. 3, p. 793–804, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/eap.1483>. Acesso em: 14 set. 2025.

SILVA, R. O. P. et al. Monitoramento da qualidade da água em ecossistemas tropicais: desafios e perspectivas. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, IPABHi, v. 14, n. 2, p. 1–14, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.2342>. Acesso em: 10 set. 2025.

SILVA, T. A.; BARROS, J. R. Políticas públicas e gestão ambiental no Brasil: avanços e desafios. **Revista Brasileira de Políticas Públicas**, Brasília, UniCEUB, v. 11, n. 2, p. 233–249, 2021. Disponível em: <https://www.publicacoes.uniceub.br/RBPP>. Acesso em: 5 set. 2025.

SIOLI, H. **The Amazon: Limnology and landscape ecology of a mighty tropical river and its basin**. Dordrecht, Springer, 1984.

SOUZA, F. R.; PACHECO, A. L. Participação social e sustentabilidade: desafios contemporâneos. **Revista Brasileira de Ciências Sociais**, São Paulo, ANPOCS, v. 37, n. 108, p. 115–129, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcsoc>. Acesso em: 5 set. 2025.

TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. **Limnologia**. 3. ed. São Paulo, Oficina de Textos, 2016.

VALENTE, J. P. S. et al. Oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO) como parâmetros de poluição no ribeirão Lavapés/Botucatu - SP. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, ABES, v. 19, n. 4, p. 343-352, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522014019000000447>. Acesso em: 5 set. 2025.