

Integridade ambiental ao longo do rio Ariaú, Estado do Amazonas, Brasil: Um estudo baseado no Protocolo de Avaliação Rápida e análise de qualidade de água

Environmental integrity along the Ariaú river, Amazonas state, Brazil: A study based on the rapid assessment protocol and water quality analysis

Integridad ambiental en el río Ariaú, Estado de Amazonas, Brasil: Estudio basado en el protocolo de evaluación rápida y análisis de la calidad del agua

Recebido: 06/10/2023 | Revisado: 25/10/2023 | Aceitado: 26/10/2023 | Publicado: 29/10/2023

Laiza Sarmento de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5850-8716>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: laizasarmento@gmail.com

Lígia dos Santos Mourão

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-1819-1481>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: ligiasantosmourao98@gmail.com

Gleideron Magalhães da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8613-4024>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: magalgaes.gleideron@gmail.com

Ian Santos Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4312-0565>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: ianrocha884@gmail.com

Antônio Aldisio do Nascimento Junior

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2401-772X>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: aldiojr13@gmail.com

Katrine Batista Ribeiro

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-1341-4944>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: katrineribeiroo@gmail.com

Gabriel dos Santos Torres

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5970-1965>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: gabrieltorres1944@gmail.com

Maria Anete Leite Rubim

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-3451-704X>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: aneterubim@gmail.com

Resumo

Este estudo tem como objetivo apresentar uma avaliação da integridade ambiental ao longo do rio Ariaú, Amazonas, baseado em seis pontos amostrais, utilizando o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR), que combinam procedimentos qualitativos e semi-quantitativos na avaliação de sistemas fluviais. Também foi realizada análise de variáveis físicas e químicas da água nos pontos situados no rio e em braços do rio. A avaliação ambiental foi realizada por alunos graduandos e abrangeu 15 parâmetros do PAR e 9 de qualidade de água. Os dados indicam que os trechos estão com boa e ótima integridade ambiental e os valores de qualidade de água estão de acordo com os estabelecidos pelas normas vigentes. Assim, torna-se extremamente importante do ponto de vista da utilização e conservação ambiental, o monitoramento e manutenção das características naturais do rio Ariaú, uma vez que é reconhecido pelo seu potencial para a implementação de diversas atividades socioeconômicas, como por exemplo, o turismo ecológico.

Palavras-chave: Avaliação ambiental; Qualidade de água; Sistemas fluviais.

Abstract

This study aims to present an assessment of the environmental integrity along the Ariaú River, Amazonas State, based on six sampling points, using the Rapid River Assessment Protocol (PAR,) that combine qualitative and semi-quantitative procedures to assessment of river systems. An analysis of physical and chemical variables of the water

was also carried out at points located in the river and in branches of the river. The environmental assessment was carried out by undergraduate students and covered 15 PAR parameters and 9 water quality parameters. The data indicates that the river evaluated stretches have good and excellent environmental integrity and the water quality values are in accordance with those established by current standards. Therefore, it is extremely important from environmental use and conservation point of view to monitor and maintain the natural characteristics of the Ariáú River, as it is recognized for its potential for implementing several socioeconomic activities, such as the ecological tourism.

Keywords: Environmental assessment; Water quality; River systems.

Resumen

Este estudio tiene como objetivo presentar una evaluación de la integridad ambiental del río Ariáú, Amazonas, basada en seis puntos de muestreo, utilizando el Protocolo de Evaluación Rápida de Ríos (PAR), que combina procedimientos cualitativos y semicuantitativos en la evaluación de sistemas fluviales. También se analizaron variables físicas y químicas del agua en los puntos situados en el río y en los brazos fluviales. La evaluación ambiental fue realizada por estudiantes de posgrado y abarcó 15 parámetros PAR y 9 parámetros de calidad del agua. Los datos indican que los tramos presentan una integridad ambiental buena y excelente y los valores de calidad del agua se ajustan a los establecidos por la normativa vigente. Por lo tanto, desde el punto de vista del uso y conservación del medio ambiente, es extremadamente importante vigilar y mantener las características naturales del río Ariáú, ya que es reconocido por su potencial para la implementación de diversas actividades socioeconómicas, como el turismo ecológico.

Palabras clave: Evaluación ambiental; Calidad del agua; Sistemas fluviales.

1. Introdução

A região amazônica abriga características próprias e únicas, cortada por rios e igarapés ao longo dos quais são constituídos os povoados, vilas e as cidades. Em algumas comunidades do território, os rios servem de acesso único a estes locais, que, por essa razão, são isolados das cidades-metrópoles, que são mais desenvolvidas e com mais recursos para atender seus habitantes (Duarte, 2019).

Essas características contribuem para a intensificação da exploração dos ambientes naturais fluviais pelo turismo ecológico. No entanto, ao inserir ou fomentar-se o turismo como atividade econômica para determinada região, deve-se considerar que a dinâmica local será alterada. A introdução de novos atores, de pessoas com experiências e culturas diferentes deve ser ponderada, bem como a capacidade de suporte de cada lugar a ser visitado pelos turistas (Cavalcante & Lopes, 2017). Um dos locais mais visitados para essa atividade, seja pela conservação da biodiversidade e principalmente pela oferta de infraestruturas de hotel de selva, é a região do rio Ariáú, localizado no baixo rio Negro e acessado por rodovia urbana até o povoado da vila do Ariáú.

Diante do crescente cenário de fluxo de pessoas com o intuito de exploração do turismo, torna-se urgente avaliar se ocorre algum tipo de impacto decorrente de atividades antrópicas realizadas ao longo do curso do rio. Métodos de avaliação que englobam aspectos da integridade ambiental dos recursos hídricos e o conhecimento das variáveis físicas dos sistemas aquáticos são fundamentais para a definição das características gerais dos ecossistemas fluviais (Callisto et al., 2002; Corgosinho et al., 2004, Rodrigues & Castro, 2008; Krupek, 2010).

Um dos métodos acessível, é o Protocolo de Avaliação Rápida – PAR, que reúne procedimentos metodológicos aplicáveis à avaliação rápida, qualitativa e semi-quantitativa, de um conjunto de variáveis representativas dos principais componentes e fatores que condicionam e controlam os processos e funções ecológicas dos sistemas fluviais (Callisto et al., 2002; Rodrigues & Castro, 2008). Segundo Radtke (2015) a aplicação do PAR mostrou-se como uma ferramenta de participação social no monitoramento da qualidade da água, gerando informações importantes sobre as características físicas, podendo ser importantes no processo de gestão dos cursos d'água.

Os protocolos de avaliação rápida (PAR) estão sujeitos a complementações e adequações de acordo com as especificidades regionais e locais (Rodrigues & Castro, 2008; Guimarães et al., 2017; Segantin, 2022). Nesse aspecto, as características dos rios da Amazônia podem seguir este tipo de avaliação com algumas adequações, especialmente devido ao

ciclo hidrológico anual com períodos previsíveis de seca e cheia. Alguns estudos enfatizam a avaliação por meio dos métodos de monitoramento da qualidade de água tradicionais, nos quais os valores dos parâmetros físico-químicos são obtidos com uso de equipamentos e análises laboratoriais e, outras pesquisas realizam os dois métodos simultâneos, para uma maior credibilidade dos dados (Rocha et al., 2023).

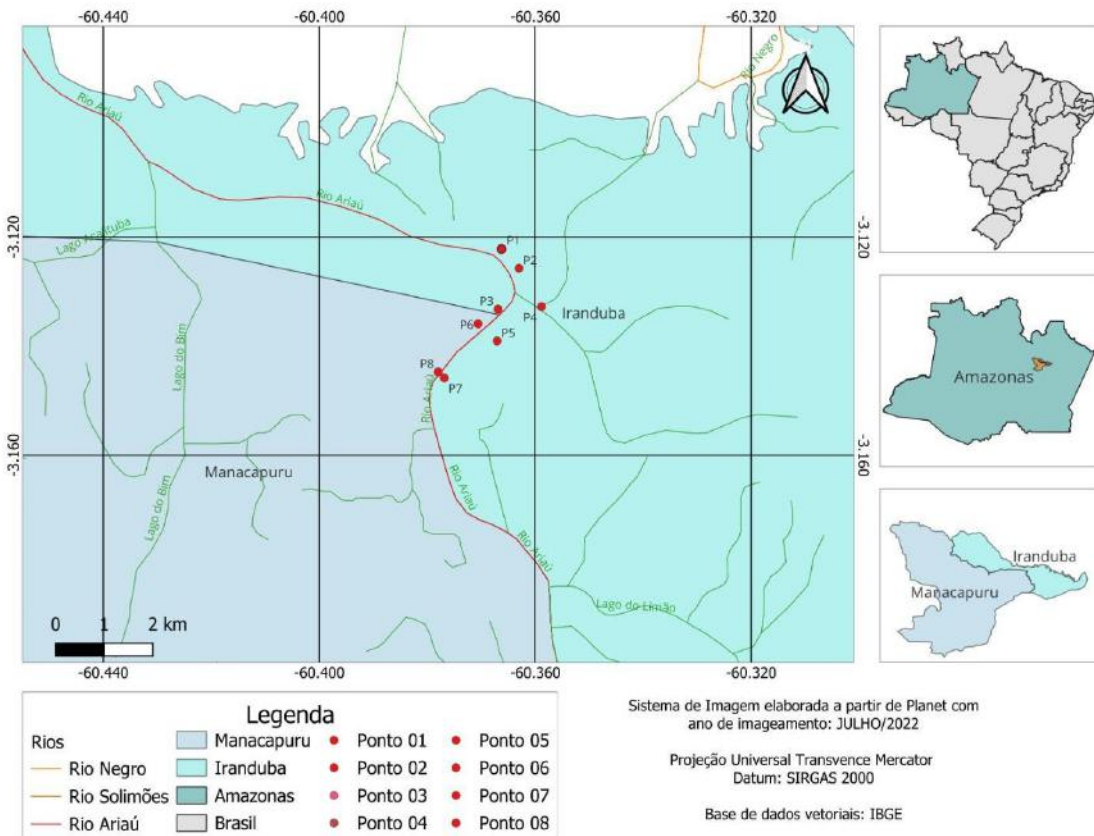
O objetivo deste estudo foi avaliar a integridade ambiental de um trecho do rio Ariaú por meio do protocolo de avaliação rápida (PAR) e análise da qualidade da água.

2. Metodologia

2.1 Área de Estudo

A área de estudo abrange um trecho do Rio Ariaú, estado do Amazonas, Brasil. O curso do rio Ariaú está localizado no limite dos municípios de Iranduba e Manacapuru e o acesso por via terrestre até a margem do rio é realizado por meio da rodovia AM-070, distante 52 km da cidade de Manaus. Uma ponte sobre o rio foi tomada como referência para seleção dos 4 pontos a jusante e 4 pontos a montante, sendo 5 pontos na margem esquerda e 3 pontos na margem direita. Nesse ponto, o rio atinge 100 metros de largura e 20 metros de profundidade na fase de águas altas (Figura 1).

Figura 1 - Localização dos pontos amostrais no rio Ariaú.



Fonte: IBGE, modificados pelos autores.

O rio Ariaú conecta dois dos maiores sistemas fluviais do mundo, o rio Solimões e o rio Negro. Essa área apresenta dois ambientes bem distintos: a várzea e a terra firme, o que propicia a existência de uma rica diversidade animal e vegetal. A reversão do fluxo do rio Ariaú em certas épocas do ano é um fenômeno que afeta a hidrologia local, no qual o fluxo segue do

rio Negro para o rio Solimões. Essa reversão ocorre quando o nível do rio Negro está mais elevado que o do rio Solimões, conforme mencionado por Teixeira (2009).

O sistema de drenagem na área do Rio Ariáú é pouco desenvolvido devido à sua localização em uma superfície rebaixada, o que resulta em uma vazão relativamente baixa (Silva, 2005). A área de formação do Rio Ariáú apresenta uma diversidade de tipos de solo, abrangendo tanto solos aluviais quanto solos de terra firme. De acordo com Teixeira (2009) os solos apresentam pH acima de 6,0 e teores elevados de fósforo, cálcio e magnésio.

2.2 Levantamento de Campo

Um levantamento detalhado foi realizado em cada ponto amostral do Rio Ariáú, realizado no mês de maio de 2023, quando o nível do rio se encontrava na fase de cheias do ciclo hidrológico. O estudo contou com a participação de alunos de graduação, cuja avaliação visual dos pontos foi realizada com base em uma tabela de parâmetros adaptada de estudos anteriores utilizados como referência para avaliação de trechos do rio e identificação de possíveis impactos ambientais ao longo do seu curso (Callisto et al., 2002; Fasola, 2011; Guimarães et al., 2017; Dias & Rubim, 2021). Segundo Callisto et al., (2002), o PAR avalia por meio de pontuação de parâmetros o nível de degradação ou conservação do corpo hídrico. Foram estabelecidos 15 parâmetros referentes aos aspectos visuais da paisagem, numa avaliação que engloba 4 atributos distribuídos entre ótima, boa, regular e ruim (Quadro 1).

Quadro 1 - Parâmetros de avaliação rápida para o rio Ariáú nos diferentes pontos amostrais.

Critério	Condição do rio										
	Ótima		Boa			Regular			Ruim		
	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
Estabilidade da margem	Margem estável, sem evidência de erosão.		Margem moderadamente estável, com pequena evidência de erosão somente nas curvas ou com erosão em menos de ¼ do trecho observado.			Margem moderada estável, com deslizamentos nas curvas ou erosão em menos da metade do trecho de observação.			Margem estável com evidência de erosão em mais da metade de sua extensão. Margem canalizada ou retificada.		
Presença e estado de conservação da mata ciliar	A vegetação ocupa quase toda a margem e é composta predominantemente por espécies arbustivas e arbóreas, sem sinais de degradação causados por atividades.		A vegetação ocupa mais de ¾ da margem e as espécies arbóreas e arbustivas são predominantes em relação às herbáceas.			A vegetação ocupa mais da metade da margem e a vegetação herbácea é abundante			A vegetação é praticamente inexistente. O solo está exposto à intempéries naturais ou está impermeabilizado ou ocupado por edificações		
Ocupação das margens	A mata ciliar compreende toda (ou quase toda) a margem do rio e é composta principalmente por espécies arbóreas e arbustivas		Mais da metade da margem é composta por mata ciliar, independentemente do tipo de vegetação			Mais da metade tem solo exposto ou é ocupada por estruturas urbanas, com residências, comércios, indústrias, sistema viário, etc.			A margem é ocupada prioritariamente por estruturas urbanas, como residências, comércios, indústrias, sistema viário, etc		
Resíduos sólidos	Não se observam resíduos sólidos nas margens do rio		Existem resíduos em pouca quantidade nas margens, que aparentemente ainda não alcançaram o canal fluvial.			Existem resíduos em pequena quantidade nas margens. Podem estar concentrados em pequenas porções ou dispersos			Existe uma grande quantidade de resíduos sólidos nas margens do rio		

Esgoto doméstico e efluente industrial	Não se observam canalizações, nem odor ou presença de espuma, mancha escura ou óleo na água ou sedimento.	Existem uma das seguintes evidências: 1) canalização nas margens; 2) espuma na água ou sedimento; 3) odor característico de esgoto doméstico ou outro odor forte na água.	Existem duas das seguintes evidências: 1) canalizações nas margens; 2) espuma na água ou sedimento; 3) odor característico de esgoto doméstico ou odor forte não identificado; 4) mancha escura ou óleo na água ou sedimento	Existem três ou mais das seguintes evidências; 1) canalizações nas margens; 2) espuma na água ou sedimento; 3) odor característico de esgoto doméstico ou odor forte não identificado; 4) mancha escura ou óleo na água ou sedimento
Alterações antrópicas no canal fluvial	Ausência de alterações antrópicas no canal fluvial, como drenagens, pontes, diques e estabilização artificial das margens	Pouca modificação presente em geral na área de apoio de pequenas pontes ou evidência de canalizações antigas, mas com ausência de canalizações recentes	Presença de pontes com grande estrutura de sustentação, estruturas que dificultem o fluxo de água no rio (dique, tubos, etc) ou de escapamento nas margens e evidências de drenagem	O rio encontra-se retificado e canalizado, com as margens totalmente (ou quase totalmente) cimentadas
Substrato e/ou habitat disponível	Existem vários tipos e tamanhos de substratos e habitats estáveis para a biota aquática, tais como galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas	Existem muitos galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, mas estão totalmente disponíveis	Existem poucos galhos e troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, e não estão totalmente disponíveis	Ausência de substrato e habitats estáveis disponíveis. Não existem galhos ou troncos, cascalhos, folhas e plantas aquáticas, ou estão soterrados
Presença de animais	Observa-se com facilidade peixes, insetos aquáticos, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas)	Observa-se poucos peixes, insetos aquáticos, anfíbios (sapos, rãs ou pererecas) ou mamíferos silvestres (como a capivara) no rio ou nas margens	Observa-se apenas aves no rio e nas margens	Não é visível nenhum animal aquático ou silvestre no rio ou margens
Odor da água	Nenhum odor diferente de água	Odor de lixo	Odor de esgoto	Odor de óleo/industrial
Oleosidade da água	Ausente	Aparentemente com 25% da área do ponto	Aparentemente 50% da área do ponto	Aparentemente 100% da área do ponto
Transparência da água	Transparência da água encontra-se adequada ao parâmetro do ambiente	Transparência da água com dificuldade de visualização por presença de algas	Transparência da água parcialmente reduzida pela carga de sedimentos e/ou presença de algas	Transparência da água reduzida influenciada pela alta carga de sedimentos/ presença de algas, sem visibilidade
Material flutuante (descartáveis)	Ausência de material flutuante	Pouca Presença de material flutuante	Presença regular de material flutuante	Muito material flutuante
Macrófitas aquáticas	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou pequenas manchas de macrófitas	Presença de macrófitas com diversidade de espécies	Predomínio de espécies resistentes	Vegetação aquática dominante ocupando grandes extensões da superfície da água
Uso por humanos (lazer, domésticos, alimentação)	Não detectado	Vestígios de uso	Apenas uso doméstico	Diversos usos
Material doméstico (eletrodomésticos, móveis, etc)	Ausente	De 1 a 3 materiais aparentes	De 4 a 6 materiais aparentes	Mais de 7 materiais aparentes no ponto

Fonte: Adaptado Callisto et al., (2001); Callisto et al., (2002); Dias & Rubim (2021).

A pontuação dos valores obtidos dos 15 parâmetros é classificadas em quatro faixas, que expressam em cores, as condições ambientais dos trechos avaliados (Quadro 2).

Quadro 2 - Relação entre a faixa de pontuação dos parâmetros e a representação das cores correspondentes.

PONTUAÇÃO	CONDIÇÃO GERAL DO RIO
134-150	Ótima (em estado natural/preservado)
76-133	Boa (alterado)
38-75	Regular (impactado)
0-37	Ruim (muito impactado)

Fonte: Autores (2023).

2.3 Variáveis Físicas e Químicas de Água

Neste trabalho, para corroborar o resultado do PAR, foi avaliada a qualidade da água de cada ponto amostral, por meio de medidas e análises de variáveis físicas e químicas: Temperatura (°C), Oxigênio dissolvido (mg/L) foram obtidos com equipamento portátil (YSI modelo Pro ODO), Condutividade elétrica (Instru therm), pH (YSI pH100) Transparência (disco de Secchi), Ortofosfato, Fósforo total, Nitrito e Amônia (APHA, 2005). Os valores foram comparados com os parâmetros da resolução CONAMA 357/2009.

3. Resultados e Discussão

3.1 Características dos Pontos Amostrais

Os trechos avaliados nos pontos 1, 2, 4 e 7 estão situados nas margens do canal principal do rio, no limite da floresta alagada, enquanto que os pontos 3, 5, 6 e 8 estão situados em braços do rio principal, em áreas mais protegidas, com águas paradas e presença de plantas aquáticas de diferentes tipos ecológicos, com predominância de *Salvinia auriculata* e do capim aquático *Paspalum repens* (Figura 2).

O ponto 1 encontra-se próximo a uma propriedade com produção agrícola, com a retirada de parte da mata ciliar o que deixa a área vulnerável a desabamento e erosão, além de carreamento de material alóctone para o ambiente aquático. Os pontos 2 e 7 se localizam em trechos com aspectos bem naturais, com intensa diversidade de vegetação arbórea. São os locais mais preservados na avaliação do PAR, localizados nas margens do rio, sem influência de moradias e atividades agrícolas que poderiam ocasionar alterações na qualidade da água. Os valores mais altos de oxigênio dissolvido foram obtidos nesses locais é importante destacar que esse parâmetro é vital para os seres aquáticos aeróbicos e um indicador da qualidade do ambiente.

Figura 2 - Pontos amostrais para avaliação do PAR no rio Ariáú.



Fonte: Autores (2023).

O ponto 3 é o local mais afastado, com bastante capim aquático e conseqüentemente produção de matéria orgânica. A mata ciliar está preservada, não há indícios de efluentes e possivelmente é um local de pesca pela observação de material

flutuante (pedaços pequenos de isopor) utilizado em apetrechos de pesca como rede de espera. Os valores das variáveis limnológicas neste ponto, estão dentro do esperado para ambientes com influência dos dois tipos de rios.

3.2 Avaliação dos Parâmetros nos Pontos Amostrais

Ambientes lênticos associados à interferência antrópica estão relacionados aos pontos 4, 5 e 8, com área de embarque e desembarque de transportes fluviais e terrestres no ponto 4, cuja soma da pontuação alcançou um valor de 114 (Quadro 3). No ponto 5 foi observado a presença de efluentes domésticos totalizando 140 pontos (Quadro 3).

Quadro 3 - Pontuação dos parâmetros obtidos nos pontos amostrais.

Parâmetros	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
1 Estabilidade da margem	7	10	10	5	8	7	10	9
2 Presença e estado de conservação da mata ciliar	8	10	9	2	10	5	10	8
3 Ocupação das margens	5	10	10	7	10	4	10	7
4 Resíduos sólidos	9	10	10	5	8	3	10	8
5 Esgoto doméstico e efluente industrial	9	10	10	10	7	7	10	4
6 Alterações antrópicas no canal fluvial	9	10	10	10	10	6	10	5
7 Substrato e/ou habitat disponível	8	10	10	10	10	10	10	4
8 Presença de animais	10	10	10	10	10	10	10	6
9 Odor da água	10	10	10	10	10	10	10	6
10 Oleosidade da água	8	10	8	7	10	10	10	6
11 Transparência da água	10	10	10	10	10	10	10	6
12 Material flutuante (descartáveis)	10	10	8	8	9	8	10	10
13 Macrófitas aquáticas	8	10	4	8	8	6	10	2
14 Uso por humanos (lazer, domésticos, alimentação)	10	10	5	2	10	10	10	2
15 Material doméstico (eletrodomésticos, móveis, etc.)	10	10	10	10	10	10	10	10
Total	131	150	134	114	140	116	150	93

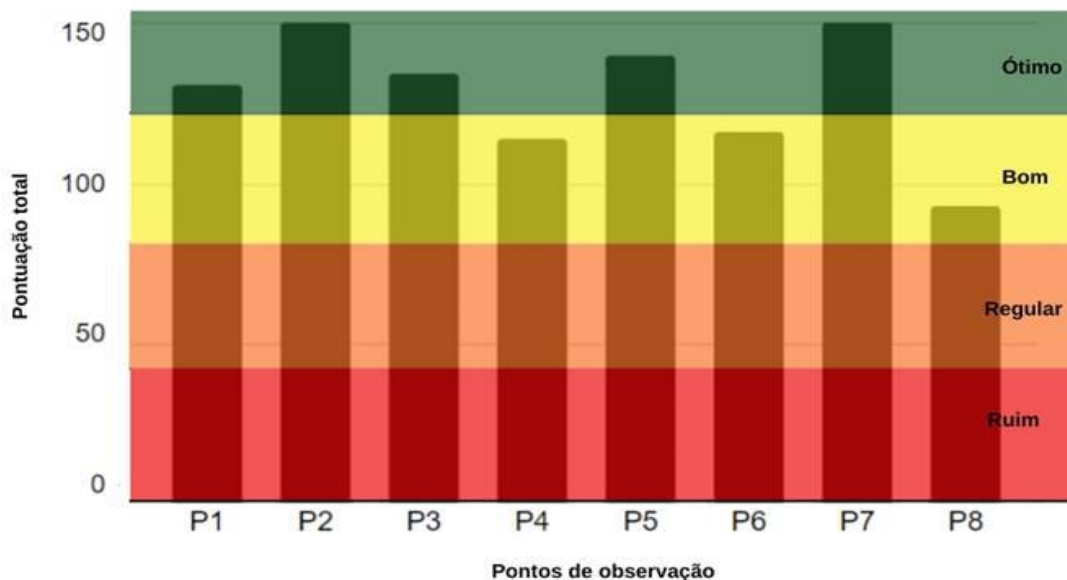
Fonte: Autores (2023).

A menor pontuação foi obtida no ponto 8 onde foi observado a intensa presença de macrófitas aquáticas cobrindo a superfície da água o que inviabiliza seu uso para os diferentes fins como lazer e consumo e cuja pontuação foi de 93 pontos. Esses aspectos antropogênicos são corroborados pelos resultados das formas fosfatadas e nitrogenadas com valores mais elevados do que nos demais pontos amostrais. Estes parâmetros constituem fortes indicadores de alterações, provavelmente decorrentes de efluentes oriundos de atividades de piscicultura situadas a montante do ponto amostral. Embora esses aspectos possam contribuir para uma avaliação com resultados negativos, os valores estão de acordo com o que preconiza a resolução CONAMA 357/2005 para rios de classe 2.

A avaliação da integridade ambiental de qualquer ecossistema é o passo inicial para o planejamento e implantação de programas de manutenção, preservação e recuperação de ambientes e, portanto, uma ferramenta complementar que pode ser utilizada por órgãos gestores de recursos naturais (Rodrigues & Castro, 2008; Guimarães et al., 2017; Santos da Silva et al., 2023). O resultado do somatório dos 15 parâmetros, revela uma pontuação variando entre mínima de 93 e máxima de 150, o

que corresponde a condição boa e ótima. Nenhum dos trechos avaliado apresenta condição ruim e/ou regular, indicando que o rio Ariáú apresenta boa e ótima integridade ambiental (Figura 3).

Figura 3 - Gráfico com os pontos de observação e a respectiva pontuação total.



Fonte: Autores (2023).

Os dados de temperatura (T °C), pH, Condutividade elétrica (Cond $\mu\text{S}/\text{cm}$), transparência da água (Secchi m) apresentam valores intermediários entre aqueles obtidos nas águas pretas do rio Negro e águas brancas do rio Solimões (Tabela 1) pois o rio Ariáú conecta os dois grandes rios. A alta produção de matéria orgânica associada a baixa vazão do rio refletem os baixos valores de oxigênio dissolvido (O_2 mg/L) obtidos na maioria dos pontos.

Dentre as variáveis físicas e químicas da água (Tabela 1), os dados de Fósforo Total (PT) revelam que, apenas em dois pontos (P6 e P8) os valores estão acima do que é estabelecido, devido os locais serem o porto de embarque e desembarque de pequenos barcos e outro com influência de piscicultura.

Tabela 1 - Valores das variáveis físicas e químicas da água obtidos nos pontos amostrais.

Pontos	T °C	O_2	pH	Cond	Secchi	PO_4	PT	Nitrito	Amônia
Ponto 1	28,8	2,8	6,1	57	1,3	0,030	0,039	0,015	0,036
Ponto 2	27,3	3,8	5,4	55	1,5	0,017	0,026	0,010	0,013
Ponto 3	27,6	2,6	5,4	61	1,0	0,018	0,045	0,010	0,019
Ponto 4	29,1	1,2	6,6	69	1,1	0,022	0,054	0,003	0,018
Ponto 5	28,9	1,5	5,8	68	1,0	0,030	0,041	0,018	0,016
Ponto 6	29,1	1,3	6,5	65	1,0	0,024	0,071	0,010	0,010
Ponto 7	27,6	4,1	5,4	54	1,5	0,015	0,024	0,013	0,011
Ponto 8	29,1	3,1	5,5	67	1,2	0,032	0,076	0,020	0,145

Fonte: Autores (2023).

Além de seu valor ambiental, o Rio Ariáú também possui uma significativa relevância para o turismo na região. Sua situação preservada atrai turistas em busca de experiências autênticas na Amazônia. O rio oferece oportunidades únicas para

explorar a rica biodiversidade, realizar passeios de barco para observar a fauna e flora local, interagir com as comunidades ribeirinhas e contemplar as belezas naturais do rio e de seus afluentes.

A atividade turística no Rio Ariáú deve ser conduzida de maneira responsável e sustentável, levando em consideração a conservação do ambiente natural e o respeito às comunidades locais. É essencial adotar práticas de turismo consciente, que minimizem os impactos negativos sobre o ecossistema fluvial e promovam o envolvimento e o bem-estar das comunidades ribeirinhas.

Ao mesmo tempo em que o turismo no Rio Ariáú oferece oportunidades econômicas para a região, é importante garantir que esses benefícios sejam equitativamente distribuídos e contribuam para o desenvolvimento local sustentável. A atividade turística pode promover a geração de empregos, a melhoria das condições de vida das comunidades e a conscientização sobre a importância da preservação ambiental (Sousa et al., 2020).

Minatti-Ferreira e Beaumord (2006), Rodrigues e Castro (2008), Krupek (2010) e Neto et. al., (2023) apontam que, dentre os aspectos positivos apresentados pelos protocolos de avaliação rápida, está o fato de que o método pode ser estendido a pessoas de qualquer segmento social, bastando para isso um treinamento prévio ou instruções mínimas que permitam que seja aplicado sem grandes divergências.

O PAR avaliado no rio Ariáú por um grupo de estudantes universitários, oportunizou por meio de uma metodologia prática avaliar as características naturais e detectar possíveis alterações no ecossistema aquático. O protocolo utilizado neste estudo foi adaptado às especificidades regionais cujos resultados foram corroborados pelas medidas e análises das variáveis físicas e químicas da água, o que garante confiabilidade de sua aplicação como instrumento complementar no planejamento do uso e conservação dos recursos hídricos.

4. Considerações Finais

Os parâmetros analisados na aplicação do PAR no rio Ariáú, tem necessidade de adequações para sua utilização enquanto ferramenta de avaliação dos ecossistemas fluviais da região amazônica. Isto deve-se às mudanças na paisagem devido ao ciclo hidrológico anual, com profundas modificações nas fases de seca e cheia. Os resultados demonstram que os parâmetros utilizados neste estudo, comprovados pelas análises das variáveis físicas e químicas da água, apresentam potencialidade do uso do PAR como ferramenta para análise da integridade ambiental de rios, o que possibilita gerar informações voltadas para a gestão de seus usos múltiplos.

Essa pesquisa pode ser um marco inicial para estudos futuros que visem otimizar o PAR e outras metodologias relacionadas à avaliação de rios na região amazônica. Também servirá de base para a realização de estudos de monitoramento de longo prazo para avaliar as variações sazonais e as tendências de mudança nos parâmetros do PAR ao longo de vários anos, permitindo uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas fluviais na região. O desenvolvimento de programas de educação ambiental e conscientização pública para divulgar os resultados dos estudos do PAR e promover a importância da conservação dos ecossistemas fluviais na região, são de suma importância, especialmente para a população local e para a exploração do turismo ecológico. Essas sugestões representam uma ampla gama de oportunidades para futuras pesquisas e projetos que podem contribuir significativamente para a gestão e conservação dos rios na região amazônica, considerando as complexidades do ambiente fluvial e seu papel crucial na conservação e no desenvolvimento regional.

Agradecimentos

À Universidade Federal do Amazonas pela oportunidade do trabalho de campo no rio Ariáú.

Referências

- APHA (2005) Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 21st Edition, American Public Health Association/American Water Works Association/Water Environment Federation, Washington DC
- BRASIL, Resolução CONAMA nº357, de 17 de março de 2005. Classificação de águas, doces, salobras e salinas do Território Nacional. Publicado no D.O.U
- Callisto, M., Ferreira, W. R., Moreno, P., Goulart, M., & Petrucio, M. (2002). Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnológica Brasiliensis*, 14(1),91-98
- Callisto, M., Moretti, M., & Goulart, M. (2001). Macroinvertebrados bentônicos como ferramenta para avaliar a saúde de riachos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 6(1), 71-82. <http://dx.doi.org/10.21168/rbrh.v6n1.p71-82>
- Cavalcante, K. V., & Lopes, R. H. (2017). Implicações socioeconômicas e ambientais do turismo na área urbana de Presidente Figueiredo – Amazonas. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, 6(3), 313-330. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v6e32017313-330>
- Corgosinho, P. H. C., Calixto, L. S. F., Fernandes, P. L., Gagliardi, L. M. & Balsamão, V. L. P. (2004). Diversidade de habitats e padrões de diversidade e abundância dos bentos ao longo de um afluente do reservatório de Três Marias, MG. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, 71(2), 227-232. https://www.researchgate.net/publication/215804360_Padros_de_diversidade_e_abundancia_do_bentos_ao_longo_de_um_afluente_do_reservatorio_de_Tres_Marias_MG
- Dias, G. K. S. & Rubim, M. A. L. (2021). Qualidade de nascentes de igarapés da cidade de Manaus, Amazonas. *Engenharia, Agronomia e Geociência*. 2014 - 2021. (Org) Francisco *et al.* 2021 – Campina Grande EPTEC. (pp.93-107). https://www.researchgate.net/profile/Paulo-Roberto-Francisco/publication/355197098_Engenharia_Agronomia_e_Geociencia_2014-2021/links/6166fe6025be2600ace1b18c/Engenharia-Agronomia-e-Geociencia-2014-2021.pdf
- Duarte, M. T. M. (2019). A representação da água no imaginário do homem amazônico no romance chuva branca, de Paulo Jacob.TCC - Graduação em Letras. Universidade do Estado do Amazonas. <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/4205>
- Fasola, G. B. (2011). Protocolo de avaliação rápida da integridade de cursos d'água em áreas urbanas a partir da análise de variáveis físico-químicas e biológicas da água. TCC - Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/124563>
- Guimarães, A., Lima, A. S. & Malafaia, G. (2017). Rapid assessment protocols of rivers as instruments of environmental education in elementary schools. *Revista Ambiente e Água*. 12(5). doi:10.4136/ambi-agua.1996
- IBGE (2022). *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html>
- Krupek, R. A. (2010). Análise comparativa entre duas bacias hidrográficas utilizando um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*. Guarapuava -PR, 6(1), 147-158
- Minatti-Ferreira, D. D. & Beaumord, A. C. (2006). Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos. *Revista Saúde e Ambiente*, 7(1), 39-47. https://www.academia.edu/3652003/Minatti_Ferreira_and_Beaumord_2006
- Neto, J. C. Q., Albuquerque, C. C. & Batista, I. H. (2023). Qualidade da água e definição de parâmetros preponderantes para monitoramento no Rio Puraquequara, Manaus, Amazonas, Brasil. *Boletim de Geografia*, 41, 316-336, e66628. <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v41.a2023.e66628>
- Radtke, L. (2015). Protocolos de avaliação rápida: uma ferramenta de avaliação participativa de cursos de água urbanos. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós - Graduação em Engenharia Civil, Área de Concentração em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental - Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS). <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7883/RADTKE%2C%20LIDIANE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rocha, T. S., Nascimento, J. N. S., Sadeck, C. C. de A., de Sousa, L. H. S., Wirtz, A. L. R., Wirtz, O. H. D., de Almeida, T. C., & Ribeiro, H. M. C. (2023). Análise de Qualidade das Águas do Igarapé Tucunduba dentro da Área Urbana da Ufpa, Campus Guamá - Belém (PA). *Revista Foco*, 16(9), e2984. <https://doi.org/10.54751/revistafoco.v16n9-167>
- Rodrigues, A. S. D. L., & Castro, P. D. T. A. (2008). Protocolos de avaliação rápida: instrumentos complementares no monitoramento dos recursos hídricos. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 13(1), 161-170. doi:10.21168/rbrh.v13n1.p161-170
- Santos da Silva, J. G., Scussel, C., Varela, E. P., Nicoladelli, T. B., Luz, C. da, Pires, D. A., Milanez, P. R., Olivo, E. F., & Zocche, J. J. (2023). Aplicação de Protocolo de Avaliação Rápida da Integridade Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá, SC. *Boletim Paulista De Geografia*, 1(109), 147-171. <https://doi.org/10.54446/bpg.v109i1.2974>
- Segantin, V. (2022). Adaptação de um protocolo de avaliação rápida para análise das condições ambientais de um córrego por alunos do ensino médio. Dissertação (Mestrado) Programa de Pós-Graduação em Geografia, da Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP/ Presidente Prudente, SP. <https://repositorio.unesp.br/items/b8e85e69-843f-4984-8231-1430d13aca87>
- Silva, C. L. (2005). Análise da tectônica cenozóica da região de Manaus e adjacências. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, SP
- Sousa, R. M. M., Figueiredo, S.J.L. & Tavares, M.G.C. (2020) Turismo na Amazônia: A Experiência das Comunidades Ribeirinhas da Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS) Rio Negro a partir das políticas de desenvolvimento local. *Revista Turismo e Sociedade*. Curitiba, 13(2) 126-144. <https://revistas.ufpr.br/turismo/article/view/72928/42858>
- Teixeira, W. G., Pinto, W. H., Silva, C. B. S. da, Lima, H. N. & Macedo, R. S. (2009). O solo de várzea nas margens do rio Negro, Amazonas, Brasil. *Embrapa Amazônia Ocidental*. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/684866/1/2669.pdf>