

USO DO PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DE RIOS (PAR) COMO FERRAMENTA DE DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EM LAGOS URBANOS AMAZÔNICOS

Fabiana Rocha Campelo¹, Maria da Glória Gonçalves de Melo², José Camilo Ramos de Souza³

RESUMO

O Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (PAR) constitui uma ferramenta eficiente para o diagnóstico ambiental de corpos hídricos, associando análise qualitativa das condições do habitat a parâmetros físico-químicos da água. Este estudo aplicou o PAR integrado a análises limnológicas no Lago Macurany, em Parintins (AM), para avaliar o estado de conservação ambiental diante de pressões antrópicas nas Áreas de Preservação Permanente. Foram analisados três pontos no lago, considerando a vegetação ripária, alterações no habitat e parâmetros como pH, condutividade elétrica, sólidos dissolvidos e oxigênio dissolvido, conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005. Dois pontos apresentaram condição ambiental alterada e baixos níveis de oxigênio dissolvido (2,2 a 3,2 mg/L), indicando comprometimento da qualidade da água. O ponto com vegetação preservada apresentou melhores condições ecológicas. Conclui-se que o PAR associado às análises físico-químicas, é instrumento eficaz e de baixo custo para a gestão ambiental de lagos urbanos amazônicos.

PALAVRAS-CHAVE: Amazônia. APP. Lago urbano. PAR. Qualidade da água

INTRODUÇÃO

Corpos hídricos em áreas urbanas exercem funções ecossistêmicas fundamentais, como manutenção da biodiversidade, regulação microclimática, equilíbrio hidrológico e provisão de serviços ambientais à população. No contexto amazônico, esses ambientes são ainda mais sensíveis devido a elevada interação entre a dinâmica fluvial, a vegetação ripária e a ocupação humana. Contudo, a expansão urbana sem o devido planejamento, a ocupação irregular das Áreas de Preservação Permanente (APPs) e a deficiência de saneamento básico tem comprometido significativamente a integridades desses ecossistemas (FERREIRA *et al.*, 2021; MAUÉS-SILVA *et al.*, 2024; UNEP, 2022).

A proteção desses ambientes é assegurada pelo Código Florestal (Lei nº 12.651/2012), pela Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997), pelo Marco Legal do Saneamento (Lei nº 14.026/2020) e pela Resolução CONAMA nº 357/2005, em consonância com Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, ODS 6, 11 e 15 (ONU, 2023).

Nesse cenário, os Protocolos de Avaliação Rápida (PAR) destacam-se como ferramentas eficientes para o diagnóstico ambiental, integrando avaliação qualitativa das condições do habitat e parâmetros físico-químicos da água. (CALLISTO *et al.*, 2002; MAUÉS-SILVA *et al.*, 2024).

Assim, este estudo aplicou o PAR no Lago Macurany, no município de Parintins (AM), com o objetivo de diagnosticar seu estado ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em três pontos estratégicos do Lago Macurany, definidos conforme representatividade ambiental e grau de influência antrópica.

Aplicou-se o Protocolo de Avaliação Rápida de Rios (CALLISTO *et al.*, 2002), adaptado à realidade local, classificando os trechos em impactado, alterado ou natural. Paralelamente, realizaram-se medições físico-químicas da água com sonda multiparâmetro, comparando-se os resultados aos padrões da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Quadro 1. Protocolo da Avaliação Rápida de Diversidade de Habitats em trechos de bacias hidrográficas adaptado de Callisto *et al.* (2002).

PARÂMETROS	PONTUAÇÃO		
	4 Pontos	2 pontos	0 ponto
1. Tipo de ocupação das margens do corpo d'água	Vegetação natural	Campo de pastagem/Agricultura Monocultura/Reflorestamento	Residencial/Comercial/Industrial
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito	Ausente	Moderada	Acentuada
3. Alterações antrópicas	Ausente	Alterações de origem doméstica (esgoto, lixo)	Alterações de origem industrial/urbana

¹Discente do Curso de Engenharia Civil do Instituto Metropolitano de Ensino. Parintins, Amazonas, Brasil. E-mail: fabianacampelo@gmail.com
²Docente do Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Universidade do Estado do Amazonas.Parintins, Amazonas, Brasil. E-mail: gloriamelo@yahoo.com
³Docente do Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Universidade do Estado do Amazonas.Parintins, Amazonas, Brasil. E-mail: jcamilodesouza@gmail.com

4. Cobertura vegetal no leito	Parcial	Total		Ausente
5. Odor da água	Nenhum	Esgoto (ovo podre)		Óleo/industrial
6. Oleosidade da água	Ausente	Moderada		Abundante
7. Transparência da água	Transparente	Turva		Opaca ou colorida
8. Odor do sedimento (fundo)	Nenhum	Esgoto (ovo podre)		Óleo/industrial
9. Oleosidade do fundo	Ausente	Moderado		Abundante
10. Tipo de fundo	Pedras/cascalho	Lama/areia		Cimento/canalizado
PARÂMETROS	PONTUAÇÃO			
	5 pontos	3 pontos	2 pontos	0 ponto
11. Tipologia Florestal	Floresta Primária	Floresta Primária e Secundária	Floresta Secundária	Ausência de Floresta
12. Tipos de fundo	>50% com habitats diversificados; pedaços de troncos submersos; cascalho ou outros habitats estáveis.	30% - 50% de habitats diversificados; habitats adequados para a manutenção das populações de organismos aquáticos.	10 a 30% de habitats diversificados; disponibilidade de habitats insuficiente; substratos frequentemente modificados.	<10% de habitats diversificados; ausência de habitats óbvia; substrato rochoso instável para fixação dos organismos.
13. Extensão de Rápidos	Rápidos e corredeiras bem desenvolvidas; rápidos tão largos quanto o rio e com o comprimento igual ao dobro da largura do rio.	Rápidos com a largura igual à do rio, mas com comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Trechos rápidos podem estar ausentes; rápidos não tão largos quanto o rio e seu comprimento menor que o dobro da largura do rio.	Rápidos ou corredeiras inexistentes.
14. Tipos de Substrato natural	Areno-argiloso	Areia	Argiloso	Lama
15. Deposição de Lama natural	0 - 25% do fundo coberto por lama	25 - 50% do fundo coberto por lama.	50 - 75% do fundo coberto por lama.	>75% do fundo coberto por lama.
16. Depósitos Sedimentares natural	< 5% do fundo com deposição de lama; ausência de deposição nos remansos.	Alguma evidência de modificação no fundo, principalmente como assoreamento	Deposição moderada de cascalho novo, areia ou lama nas margens	Grandes depósitos de lama, maior desenvolvimento das margens;
17. Alterações no canal do lago	Canalização (retificação) ou dragagem ausente; lago com padrão normal.	Alguma canalização presente, normalmente próximo à construção de pontes; evidência de modificações >20 anos.	Alguma modificação presente nas duas margens; 40 - 80% do rio modificado.	Margens modificadas; >80% do rio modificado.
18. Características do fluxo das águas	Fluxo relativamente igual em toda a largura do lago	Lâmina d'água >75% do canal do lago	Lâmina d'água entre 25% - 75% do canal do lago	Lâmina d'água escassa
19. Presença de mata ciliar	>90% com vegetação ripária nativa, incluindo árvores, arbustos ou macrófitas; mínima evidência de desflorestamento; todas as plantas atingindo a altura "normal".	70 - 90% com vegetação ripária nativa; desflorestamento evidente mas não afetando o desenvolvimento da vegetação; maioria das plantas atingindo a altura "normal".	50 - 70% com vegetação ripária nativa; desflorestamento óbvio; trechos com solo exposto ou vegetação eliminada; menos da metade das plantas atingindo a altura "normal".	<50% da mata ciliar nativa; desflorestamento muito acentuado.
20. Estabilidade das Margens	Margens estáveis; evidência de erosão mínima ou ausente; pequeno potencial para problemas futuros. <5% da margem afetada.	Moderadamente estáveis; pequenas áreas de erosão frequentes. 5 - 30% da margem com erosão.	Moderadamente instável; 30 - 60% da margem com erosão. Risco elevado de erosão durante enchentes.	Instável; muitas áreas com erosão; frequentes áreas descobertas nas curvas do rio; erosão óbvia entre 60 e 100% da margem.
21. Extensão de mata ciliar	Largura da vegetação ripária > 18 m; sem influência de atividades antrópicas.	Largura da vegetação ripária entre 12 - 18 m; mínima influência antrópica.	Largura da vegetação ripária entre 6 e 12 m; influência antrópica intensa.	Largura da vegetação ripária menor que 6 m; vegetação restrita ou ausente devido à atividade antrópica.
22. Presença de plantas Aquáticas	Pequenas macrófitas aquáticas e/ou musgos distribuídos pelo leito.	Macrófitas aquáticas ou algas filamentosas ou musgos distribuídas no rio, substrato com perifiton.	Algas filamentosas ou macrófitas em poucas pedras ou alguns remansos, perifiton abundante e biofilme.	Ausência de vegetação aquática no leito do rio ou grandes bancos macrófitas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade da água em lagos urbanos está diretamente relacionada à integridade da vegetação ripária e ao controle das pressões antrópicas. A vegetação ciliar exerce funções essenciais como filtro biológico, estabilizador de margens, regulador térmico e mantenedor da biodiversidade aquática, contribuindo significativamente para a manutenção dos serviços ecossistêmicos (VALERA *et al.*, 2019).

Do ponto de vista limnológico, parâmetros como oxigênio dissolvido, pH, condutividade e sólidos dissolvidos são indicadores sensíveis de impactos decorrentes de lançamentos de efluentes domésticos, resíduos oleosos, assoreamento e alterações no uso do solo (ESTEVES, 2019; ANA, 2023).

Estudos realizados em ambientes aquáticos amazônicos demonstram que a urbanização promove alterações estruturais no habitat e redução significativa do oxigênio dissolvido, comprometendo a biota aquática e a função ecológica desses ambientes (FERREIRA *et al.*, 2021; SILVA; GUTJAHR; BRAGA, 2021).

A aplicação do PAR indicou que os pontos localizados na área urbana apresentaram pontuações compatíveis com ambientes alterados, evidenciado pela existência de ocupações residenciais em APP, atividades comerciais em flutuantes, oficinas mecânicas navais, descarte de resíduos oleosos e a redução significativa da vegetação ciliar, principalmente por aterros (solo construído) para ampliar a área de ocupação (ruas e residências), reduzindo a área do lago.

Essa realidade corrobora com os resultados de Ferreira *et al.* (2021), que identificaram impactos da urbanização sobre a qualidade da água em ambientes aquáticos amazônicos, associados principalmente à ocupação irregular e à deficiência dos serviços de saneamento.

Os baixos níveis de oxigênio dissolvido registrada nos pontos localizados na área urbana (2,2 a 3,2 mg/L) configuram um indicativo clássico de ambientes impactados por matéria orgânica e poluentes, conforme descrito por Esteves (2019), estando abaixo dos limites recomendados para as Classes 1, 2 e 3 da Resolução CONAMA 357/2005.

Em contraste, o ponto correspondente à foz do Parananema apresentou condições próximas de ambiente “natural”, com presença de vegetação ripária preservada e menor interferência antrópica demonstram a relação direta entre APP conservada e manutenção da qualidade ambiental do lago, conforme discutido por Valera *et al.* (2019).

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram que o Lago do Macurany sofre influência direta do crescimento urbano sem o devido planejamento e respeito ao código de postura, plano diretor e código ambiental refletido na degradação das APPs, na alteração do habitat aquático e na redução da qualidade da água, especialmente nos trechos inseridos em áreas densamente ocupadas.

A aplicação integrada do PAR com parâmetros físico-químicos mostrou-se uma ferramenta eficiente, de baixo custo e elevada aplicabilidade para o diagnóstico ambiental de lagos urbanos amazônicos.

Os resultados evidenciam a necessidade urgente de ações de fiscalização, recuperação de APPs, controle de atividades potencialmente poluidoras e implementação de políticas públicas voltadas à gestão integrada dos recursos hídricos urbanos.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). *Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2023*. Brasília: ANA, 2023.
- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 março de 2005. Dispõe sobre a classificação corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 18 mar. 2005..
- BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 9 jan. 1997.
- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 28 maio 2012.
- BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera as Leis nº 9.984, de 17 de julho de 2000, nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, nº 11.107, de 6 de abril de 2005, nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015, e nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 16 jul. 2020.
- CALLISTO, Marcos; FERREIRA, Wander Ribeiro; MORENO, Patrícia; GOULART, Michael; PETRUCIO, Maurício. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividade de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica Brasiliense*, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.
- ESTEVES, Francisco de Assis. *Fundamentos de Limnologia*. 4. ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2019.
- FERREIRA, Sávio José Filgueiras; PINEL, Sébastien; RÍOS-VILLAMIZAR, Eduardo Antonio; MIRANDA, Sebastião Átila Fonseca; PASCOALOTO, Domitila; VITAL, Ana Rosa Tundis; MONTEIRO, Maria Terezinha Ferreira; SILVA, Maria do Socorro Rocha da; CUNHA, Thaís Rivera Brandão da; SANTOS, Almir Salgado dos; BENDER, Steffen; CUNHA, Hillândia Brandão da. Impact of rapid urbanization on stream water quality in the Brazilian Amazon. *Environmental Earth Sciences*, v. 80, art. 316, 2021.
- MAUÉS-SILVA, Roberta; OLIVEIRA-JÚNIOR, José Max Barbosa; CRUZ, Gabriel Martins da; BRASIL, Leandro Schlemmer. Evaluation of the environmental quality monitoring protocol for Amazonian streams: a systematic review. *Revista Ambiente & Água*, v. 19, e2967, 2024.
- ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: Relatório 2023*. New York: United Nations, 2023.

SILVA, Eduardo Camurça da; GUTJAHR, Ana Lúcia Nunes; BRAGA, Carlos Elias de Souza. Physical-chemical characterization of water from an Amazon urban river, Capanema, Pará, Brazil. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 16, e22866, 2021.
UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). *Freshwater Ecosystems and Urban Pressure Report*. Nairobi: UNEP, 2022.

