



DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS NO BAIXO CURSO DO RIO AMAZONAS, VALE VERDE, MACAPÁ-AP

Thaís Bentes de Oliveira¹, Yung Xin da Silva Lin², Flávio Raíque Nunes da Silva³, Aldo Aparecido Proietti Junior⁴, Tiago Gabriel Correia⁵

RESUMO

O Plano Estadual de Recursos Hídricos do Amapá (PERH-AP/2025) evidencia a necessidade de estudos para a aplicação do enquadramento dos corpos hídricos. Este estudo avaliou a qualidade das águas do Rio Amazonas na área do Vale Verde, em Macapá-AP, caracterizada por densa urbanização. As coletas ocorreram na estiagem de 2025, visando verificar a conformidade com a Classe 2 (Resolução CONAMA n.º 357/2005). As análises físico-químicas e bacteriológicas seguiram o *Standard Methods* (2022) e o método Colisure® (IDEXX). Os resultados indicaram conformidade para a maioria dos parâmetros, exceto pela turbidez elevada (característica natural do sistema) e por ocorrência pontual de *Escherichia coli* acima do limite legal (1.000 NMP/100 mL), sugerindo contaminação fecal recente. O diagnóstico subsidia a gestão local e reforça a necessidade de expansão do saneamento básico.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade da água. Enquadramento. Rio Amazonas.

INTRODUÇÃO

O monitoramento de corpos hídricos superficiais constitui uma ferramenta essencial para a gestão dos recursos hídricos. No Brasil, destaca-se a atuação do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), responsável por estabelecer normas e diretrizes que orientam o monitoramento ambiental (Martins, 2012). A avaliação da qualidade da água é fundamental para identificar contaminantes que possam provocar impactos ou riscos de degradação ao corpo hídrico, bem como para verificar se os padrões estabelecidos estão sendo atendidos conforme os usos preponderantes a que se destinam (ANA, 2022).

A crescente demanda sobre os recursos hídricos está diretamente relacionada à qualidade das águas. O aumento do consumo de água resulta na geração de resíduos e efluentes que, quando não tratados adequadamente, acabam sendo lançados nos corpos hídricos, contribuindo para sua contaminação (Medeiros; Lucena, 2023). Segundo dados do Painel de Indicadores 2024 do Sistema Nacional de Informações em Saneamento Básico (BRASIL, 2026), o estado do Amapá apresenta baixo percentual de atendimento por esgotamento sanitário, de aproximadamente 9,29%, evidenciando a deficiência desse serviço. Desse cenário, infere-se que parte significativa dos efluentes pode estar sendo lançada nos corpos hídricos sem o devido tratamento. Esse índice estadual é inferior à média da Região Norte, que registra 24,65% de cobertura, configurando-se como o menor percentual de atendimento por esgotamento sanitário da região.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 3 e 6), estabelecidos pela Organização das Nações Unidas (ONU), contemplam metas relacionadas à redução da contaminação e da poluição da água, além da proteção e recuperação dos ecossistemas aquáticos. Nesse sentido, o monitoramento da qualidade hídrica torna-se indispensável para a preservação ambiental e para o fortalecimento da educação voltada ao uso sustentável dos recursos hídricos (Santos; Sousa; Peixoto, 2025).

No âmbito estadual, o Amapá instituiu a sua Política Estadual de Recursos Hídricos por meio da Lei n.º 686/2002, que estabelece os usos múltiplos da água e a aplicação de instrumentos de gestão para assegurar sua utilização de forma sustentável. Embora a lei tenha sido criada em 2002, o principal instrumento de gestão, o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH-AP), foi consolidado apenas em 2025, apresentando diagnóstico atualizado sobre os corpos hídricos do estado. De acordo com Amapá (2025), os rios de domínio estadual ainda não possuem enquadramento, instrumento previsto na legislação que define as classes de uso da água. Em contrapartida, o diagnóstico prevê que os rios de domínio federal, como o Rio Amazonas, possuem enquadramento federal nas águas doces de Classe 2.

A Resolução CONAMA n.º 357/2005 prevê, em seu art. 42, que, enquanto não forem aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2. Embora o Rio Amazonas esteja enquadrado como Classe 2 no PERH-AP, é possível que determinados trechos apresentem qualidade inferior à prevista para essa classe, devido a fatores antrópicos que podem comprometer o atendimento a esses padrões de qualidade.

Nesse contexto, destaca-se o Vale Verde, em Macapá, cuja ocupação teve início entre 2004 e 2005, por meio de

¹Aluna de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Macapá, Amapá, Brasil. E-mail: thaisbentes2005@gmail.com.

²Aluna do Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Macapá, Amapá, Brasil. E-mail: xinlinyung@gmail.com.

³Aluno de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Macapá, Amapá, Brasil. E-mail: flavio.raiqueacd@gmail.com.

⁴Docente no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua. Universidade Federal do Amapá – UNIFAP Macapá, Amapá, Brasil. E-mail: aldoproietti@uol.com.br

⁵Docente no Programa de Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua. Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Macapá, Amapá, Brasil. E-mail: tiago.correia@unifap.br



ocupações irregulares que impulsionaram o processo de urbanização da área. A expansão ocorreu em áreas sujeitas a inundações e próximas à mata ciliar do Rio Amazonas, aumentando a pressão sobre o ecossistema aquático. Além disso, a região encontra-se nas proximidades de áreas legalmente protegidas, como a Área de Proteção Ambiental (APA) da Fazendinha e áreas sob jurisdição da Marinha, o que reforça sua relevância ambiental (Santos; Parente, 2022). Diante desse cenário, o presente trabalho tem como objetivo realizar um diagnóstico da qualidade das águas às margens do Rio Amazonas, no Vale Verde, em Macapá.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o Rio Amazonas, com ponto de coleta localizado no Vale Verde, em Macapá-AP, nas coordenadas geográficas 0°03'14,69"S e 51°06'13,23"W. O material foi coletado no período de estiagem, em novembro de 2025, totalizando três campanhas de amostragem realizadas nos dias 07, 15 e 30, todas durante a maré baixa. Para a definição dos horários, consultou-se a tábua de marés da Marinha do Brasil, referente ao Porto de Santana. As etapas de campo e a preservação do material seguiram as diretrizes do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (2023). Após as coletas, o conteúdo foi devidamente acondicionado e transportado sob refrigeração para processamento nos laboratórios de: Análise Química Mineral, Ambiental e Industrial (ANQUIM); Biofísica, Fisiologia Animal e Ecotoxicologia (BioFisio); e Microbiologia Aplicada (LEMA).

Foram realizadas medições *in situ* de temperatura e pH. Em laboratório, analisaram-se os parâmetros: DBO₅ cloretos, cor verdadeira, nitrito, fósforo, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, alcalinidade total e dureza. Também foram determinados metais como Mn total e dissolvido, Fe e AL. Adicionalmente, realizaram-se análises bacteriológicas para detecção de *Escherichia coli* (*E. coli*). As metodologias para as análises físico-químicas seguiram os procedimentos do *Standard Methods* (2022). Para a detecção de *E. coli*, utilizou-se a técnica do substrato cromogênico pelo método Colisure®, associado ao sistema Quanti-Tray®/2000 (IDEXX).

RESULTADOS

Os resultados obtidos em campo para temperatura ($31,77 \pm 3,86$ °C) e pH ($7,37 \pm 0,40$) encontram-se em conformidade com os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para águas doces Classe 2. A cor verdadeira ($9,33 \pm 4,16$) também atendeu aos limites legais, estando associada à presença de substâncias dissolvidas (Roccaro *et al.*, 2007; Khatri; Tyagi; Rawtani, 2017), como Fe ($0,25 \pm 0,10$ mg/L), Mn ($0,02 \pm 0$) e matéria orgânica, representada pela DBO₅ ($3,1 \pm 2,06$), cujas concentrações permaneceram abaixo dos valores máximos permitidos. Os cloretos apresentaram concentrações abaixo do limite de detecção (LD); segundo Li *et al.* (2022), esse é um indicador associado à contaminação por esgoto sanitário. Os nutrientes analisados, como nitrito e fósforo, apresentaram valores inferiores ao LD, o que indica a ausência de processos de eutrofização.

Os parâmetros condutividade elétrica ($59,9 \pm 5,07$ µS/cm) e sólidos totais dissolvidos ($30,03 \pm 2,5$ mg/L) apresentaram valores baixos, indicando concentração reduzida de sais dissolvidos. A dureza ($22,67 \pm 16,65$ mg/L) também está abaixo do limite estabelecido pela legislação, caracterizando água de baixa dureza. Por sua vez, a alcalinidade total, que mede a capacidade de neutralização de ácidos (Al-Rubaye *et al.*, 2024; CETESB, 2014), obteve o resultado de $32,23 \pm 13,89$ mg/L de CaCO₃, sugerindo que o Rio Amazonas apresenta resistência limitada a variações bruscas de pH.

A turbidez ($182 \pm 26,23$ NTU), contudo, apresentou valor elevado, ultrapassando o limite de 100 NTU estabelecido pela legislação para águas doces Classe 2. Ressalta-se que a elevada carga de sedimentos no Rio Amazonas constitui uma característica natural desse sistema fluvial, que transporta grande quantidade de material em suspensão. Esse quadro pode ser intensificado pelas descargas pluviais oriundas de canais urbanos, pelo pulso de maré e pela movimentação de embarcações, que contribuem para o aumento da ressuspensão de sedimentos.

Os valores microbiológicos de *E. coli* variaram de 520 a 1.200 NMP/100 mL nas três coletas realizadas. Embora dois resultados estejam abaixo do limite estabelecido, a última amostra excedeu o valor de 1.000 NMP/100 mL previsto pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para usos não recreacionais. Tal ocorrência demanda atenção, por se tratar de parâmetro diretamente relacionado à saúde pública e à possível contaminação fecal do corpo hídrico. A utilização da *E. coli* é permitida pela legislação supracitada como parâmetro substituto dos coliformes termotolerantes. Segundo a CETESB (2014), a *E. coli* é reconhecida como indicador específico de contaminação fecal de origem humana e animal, sendo utilizada como evidência de possível lançamento de esgoto.

CONCLUSÃO

A maioria dos parâmetros físico-químicos avaliados encontra-se em conformidade com a Resolução CONAMA n.º 357/2005 para águas doces Classe 2, com exceção da turbidez, que apresentou valores elevados, possivelmente associados à dinâmica de sedimentos do Rio Amazonas e à influência antrópica local. Quanto aos parâmetros bacteriológicos, a não conformidade pontual da *E. coli* reforça a importância do monitoramento contínuo na área para evitar riscos à saúde pública. Os dados obtidos no período de estiagem de 2025 podem subsidiar instrumentos de gestão, como o enquadramento de corpos hídricos, além de verificar se os padrões de qualidade atendem aos usos

preponderantes previstos para o Vale Verde.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi apoiado pelo INCT ADAPTA III com recursos do CNPq – Conselho Nacional de Pesquisas (409202/2024-0) e CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior, com apoio dos Laboratórios BioFísio, LEMA e ANQUIM.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (ANA). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil: relatório pleno 2021**. Brasília: ANA, 2022.

ALRUBAYE, S. F. et al. Monitoring Alkalinity and Hardness During Treatment of Different Water Types. **AI-Khwarizmi Engineering Journal**, v. 20, n. 4, p.38-45, 2024.

AMAPÁ (Estado). Secretaria de Estado do Meio Ambiente. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Amapá: relatório consolidado – Tomo I: diagnóstico dos recursos hídricos**. Macapá: SEMA, 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema Nacional de Informações em Saneamento – SINISA**. Painel de Indicadores 2024 – Módulo Esgoto. Brasília, 2024. Disponível em: <https://indicadores-sinisa-2025.cidades.gov.br/dashboard?modulo=esgoto>. Acesso em: 1 mar. 2026.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2014. **Apêndice D: Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade**. São Paulo: CETESB, 2015. Disponível em: <https://repositorio.cetesb.sp.gov.br/server/api/core/bitstreams/f4c6f28e-b3c6-4c26-912a-3ff4248044d7/content>. Acesso em: 06 mar. 2025.

KHATRI, N.; TYAGI, S.; RAWTANI, D. Recent strategies for the removal of iron from water: A review. **Journal of Water Process Engineering**, v. 19, p. 291-304, 2017.

LI, Y. et al. Removal of chloride from water and wastewater: Removal mechanisms and recent trends. **Science of the Total Environment**, v. 821, p. 1-17, 2022.

MARTINS, L. K. L. A. **Contribuições para monitoramento de balneabilidade em águas doces no Brasil**. 2012. Dissertação (Mestrado em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2012.

MEDEIROS, K. T. B.; LUCENA, M. M. A. Gestão dos recursos hídricos: uma revisão sob a perspectiva dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, Palhoça, v. 12, p. 1-14, 2023

ROCCARO, P; BARONE, C; MANCINI, G; VAGLIASINDI, F.G.A. Removal of manganese from water supplies intended for human consumption: a case study. **Desalination**, v. 210, n. 1-3, p. 205-214, 2007.

SANTOS, Adelson José Faria dos. O distrito na estrutura político-administrativa brasileira: gestão municipal no distrito de Fazendinha. **Inovação & Tecnologia Social**, v. 9, n. 4, p. 23-42, 2022.

SANTOS, D. A; SOUSA, M. E. S. P; PEIXOTO, R. H. P. B. Relato de experiência do projeto de extensão Balneabilidade das praias de Palmas-TO, durante os períodos seco e chuvoso. **Revista Extensão**, Palmas, v. 19, n. 6, p.94-101, 2025.