



AVALIAÇÃO DA BALNEABILIDADE NO BAIXO CURSO DO RIO AMAZONAS E NOS AFLUENTES IGARAPÉ PAXICU E IGARAPÉ DA FORTALEZA, MACAPÁ-AP

Yung Xin da Silva Lin¹, Flávio Raíque Nunes da Silva², Aldo Aparecido Proietti Junior³, Tiago Gabriel Correia⁴

RESUMO

A qualidade da água é determinante para a proteção da saúde pública, visto que patógenos em corpos hídricos recreativos representam riscos aos usuários. Este estudo avaliou a qualidade da água em dois balneários de Macapá/AP durante a estiagem de 2025, abrangendo três estações de amostragem: duas na Praia da Fazendinha (Rio Amazonas e foz do Igarapé Paxicu) e uma no Balneário Aconchego na Floresta (Igarapé da Fortaleza). Realizou-se a análise bacteriológica, utilizando *Escherichia coli* como indicador, além de parâmetros físico-químicos, conforme as Resoluções CONAMA n.º 274/2000 e n.º 357/2005. Os resultados evidenciaram que a Praia da Fazendinha é imprópria para recreação de contato primário em ambos os locais, devido às concentrações elevadas de *E. coli* e à não conformidade dos metais Fe e Mn. Em contraste, o no Balneário Aconchego na Floresta apresentou condições bacteriológicas excelentes, embora em desacordo com a legislação para os parâmetros Fe dissolvido, oxigênio dissolvido e DBO-5. Os dados indicam que a balneabilidade regional é influenciada tanto por aportes antrópicos quanto por características geogênicas locais.

PALAVRAS-CHAVE: Balneabilidade. *Escherichia coli*. Igarapé da Fortaleza. Igarapé Paxicu. Rio Amazonas.

INTRODUÇÃO

A qualidade das águas é determinante para a balneabilidade, visto que o contato com corpos hídricos contaminados acarreta sérios prejuízos à saúde pública (Martins, 2012). Entre as patologias potencialmente transmitidas, destacam-se cólera, diarreia infecciosa, hepatites, esquistossomose e leptospirose (Nova; Tenório, 2019). Os riscos aos usuários derivam tanto de fatores naturais do ambiente, tais como correntes e organismos aquáticos, quanto de perigos decorrentes de atividades antrópicas (WHO, 2003).

A avaliação da qualidade das águas baseia-se na análise de parâmetros microbiológicos e físico-químicos, com o objetivo de verificar o atendimento à legislação vigente. Os riscos associados aos locais destinados à recreação e ao lazer estão relacionados à infraestrutura disponível, ao tipo de atividade praticada e à probabilidade de ingestão da água pelos usuários. Nesses ambientes aquáticos, pode ocorrer a presença de microrganismos patogênicos e não patogênicos, provenientes de descargas de esgoto doméstico, dejetos de animais e lançamento de efluentes industriais (Oliveira, 2025; Pond, 2005).

Os critérios de balneabilidade preconizados pela Resolução CONAMA n.º 274/2000 estabelecem limites para coliformes termotolerantes, *Escherichia coli* e enterococos, com o objetivo de assegurar a proteção dos usuários e evitar a exposição dos banhistas a ambientes contaminados (Leite; Magalhães-Júnior; Azevedo, 2015). Dentre esses indicadores, a bactéria *E. coli* destaca-se como a mais frequentemente identificada, sendo sua detecção considerada um parâmetro confiável para indicar contaminação fecal no local (CETESB, 2014). A legislação supracitada classifica as águas como próprias ou impróprias para o contato primário. Essa classificação é fundamental para a proteção da saúde pública, especialmente de grupos vulneráveis, como crianças e idosos, que apresentam maior suscetibilidade a agravos em razão da faixa etária e de condições imunológicas (Berg; Guercio; Ulbricht, 2013; Martins et al., 2017).

A utilização das águas para fins de balneabilidade é prática comum e de grande relevância social; entretanto, observa-se carência de estudos e programas sistemáticos que avaliem as condições de balneários de água doce (Lopes; Magalhães-Junior; Sperling, 2014). No estado do Amapá, atualmente, não há programa de monitoramento de balneários e sinalização indicativa de áreas próprias para recreação.

Diante da carência de monitoramento no estado, este trabalho objetiva avaliar a balneabilidade de trechos do Rio Amazonas e dos igarapés Paxicu e Fortaleza, em Macapá-AP, verificando sua conformidade com a Resolução CONAMA n.º 274/2000. Adicionalmente, buscou-se analisar parâmetros físico-químicos que influenciam na segurança e no conforto dos banhistas, comparando os resultados aos padrões da Resolução CONAMA n.º 357/2005 para diagnosticar as condições ambientais durante o período de estiagem.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo compreende o bairro da Fazendinha, em Macapá/AP. A Praia (balneário) da Fazendinha localiza-se às margens do Rio Amazonas e é influenciada pelo deságue do Igarapé Paxicu, curso d'água estreito que atua como área limítrofe entre a Área de Proteção Ambiental (APA) da Fazendinha e o setor de uso público do

¹Aluna do Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos. Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Macapá, Amapá, Brasil. E-mail: xinlinyung@gmail.com.

²Aluno de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP. Macapá, Amapá, Brasil. E-mail: flavio.raiqueacd@gmail.com.

³Docente 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.

⁴Docente 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



balneário. O estudo abrange também o balneário Aconchego na Floresta, empreendimento privado onde funciona um restaurante, situado às margens do Igarapé da Fortaleza. Ambos os locais possuem fluxo de frequentadores e são utilizados para lazer e recreação.

As coordenadas dos pontos de coleta são P1 (51°07'07.2666"W 0°03'18.2626"S) e P2 (51°07'01.0988"W 0°03'18.7746"S), na Praia da Fazendinha, e P3 (51°06'42.3226"W 0°00'57.9144"S), no balneário Aconchego na Floresta. As amostras foram coletadas semanalmente entre out./2025 e nov./2025, totalizando cinco campanhas consecutivas. Após a coleta, o material foi acondicionado sob refrigeração e encaminhado para os seguintes laboratórios, de acordo com a análise a ser realizada: Laboratório de Análise Química Mineral, Ambiental e Industrial (ANQUIM), em Santana/AP; Laboratório de Fisiologia Animal e Ecotoxicologia (BioFísio); e Laboratório de Microbiologia Aplicada (LEMA), estes dois últimos vinculados à Universidade Federal do Amapá.

As medições de temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido (OD) foram realizadas *in situ*. Em laboratório, foi analisada a demanda bioquímica de oxigênio (DBO-5), cloreto, cor verdadeira, turbidez, condutividade elétrica, sólidos totais dissolvidos, fósforo, nitrito, alcalinidade total, dureza total, hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPAs), metais totais e dissolvidos. Os procedimentos físico-químicos seguiram as recomendações do *Standard Methods* (2022). Para a quantificação de *Escherichia coli* (*E. coli*), utilizou-se a técnica do substrato cromogênico (Colisure® e Quanti-Tray®/2000 – IDEXX).

As águas destinadas à recreação de contato primário enquadram-se nas classes 1 e 2. Para fins de comparação, foi utilizado o artigo 15 da Resolução CONAMA n.º 357/2005, referente aos padrões de qualidade para águas doces classe 2, bem como os critérios de balneabilidade estabelecidos pela Resolução CONAMA n.º 274/2000.

RESULTADOS

Os resultados indicam que os locais amostrados são de água doce, com salinidade inferior a 0,50‰. Em relação aos aspectos físico-químicos, os valores de pH mantiveram-se neutros e dentro dos limites legais em todas as estações, com médias entre $6,9 \pm 0,24$ (P3) e $7,22 \pm 0,26$ (P1). O oxigênio dissolvido (OD) e a DBO-5 estiveram em conformidade no P1 e P2; contudo, P3 apresentou condições críticas, com OD reduzido ($2,47 \pm 0,35$ mg/L) e DBO-5 elevada ($5,31 \pm 2,14$ mg/L), o que corrobora o diagnóstico do Plano Estadual de Recursos Hídricos (2025).

A turbidez e a cor verdadeira foram superiores nos pontos P1 e P2 em comparação ao P3 ($8,82 \pm 4,11$ NTU), evidenciando maior aporte de sólidos em suspensão nas áreas sob influência direta do Rio Amazonas. Essa dinâmica justifica a não conformidade dos metais Fe e Mn no balneário da Fazendinha, uma vez que o Rio Amazonas transporta sedimentos naturalmente ricos nesses elementos. Embora o P3 tenha apresentado conformidade para o Mn, o Fe dissolvido ($0,33 \pm 0,23$ mg/L) permaneceu acima do permitido. Os demais resultados dos parâmetros físicos e químicos estão em conformidade com a legislação vigente, o que sugere que os balneários estudados não possuem contaminação por metais e HPAs.

Quanto à análise bacteriológica, observou-se um contraste acentuado: os pontos P1 e P2 excederam os limites de balneabilidade, sendo classificados como impróprios para recreação de contato primário, com a maior concentração de *Escherichia coli* registrada no P1. Em contrapartida, o P3 apresentou as menores densidades de *E. coli*, permitindo classificá-lo como excelente para balneabilidade. Tais resultados sugerem que a degradação da qualidade da água nos balneários possui origens distintas, variando entre causas geogênicas (metais) e pressões antrópicas (contaminação fecal).

CONCLUSÃO

A análise bacteriológica demonstrou a Praia da Fazendinha (P1 e P2) como imprópria para recreação de contato primário, devido às concentrações de *Escherichia coli* superiores aos limites da Resolução CONAMA n.º 274/2000. Nestes locais, observou-se também a não conformidade dos metais Fe e Mn em relação à Resolução CONAMA n.º 357/2005.

Em contraste, o Balneário Aconchego na Floresta (P3) foi enquadrado na categoria excelente para balneabilidade, embora apresente sinais de degradação ambiental evidenciados pelo desequilíbrio nos parâmetros de OD, DBO-5 e Fe dissolvido. Conclui-se que a qualidade hídrica da região é afetada por uma combinação de fatores antrópicos e características geogênicas locais.

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

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.

BERG, C. H.; GUERCIO, M. J.; ULBRICHT, V. R. Indicadores de balneabilidade: a situação brasileira e as recomendações da World Health Organization. International. **Journal of Knowledge Engineering and Management**, Florianópolis, v. 2, n. 3, p. 83-101, 2013.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n.º 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, 30 nov. 2000.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução n.º 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.

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.

LEITE, A. C. C.; MAGALHÃES-JÚNIOR, H.; AZEVEDO, F. W. Avaliação da qualidade das águas para o uso recreacional na bacia do Ribeirão da Prata por meio do Índice de Condições de Balneabilidade – ICB. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 21, 2015, Brasília, DF. **Anais [...]**. Brasília, DF: Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRHidro), 2015.

LOPES, F. W. A.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. P.; SPERLING, E. V. Metodologia para avaliação de condições de balneabilidade em águas doces no Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 4, p. 124-136, 2014.

MARTINS, L. M. M. et al. Análise dos parâmetros de balneabilidade: um estudo de caso sobre as praias dos municípios de João Pessoa e Cabedelo/PB. **Interscientia**, v. 5, n. 1, p.116-128, 2017.

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.

NOVA, F. V. P. V.; TENÓRIO, N. B. Doenças de veiculação hídrica associadas à degradação dos recursos hídricos, município de Caruaru – PE. **Caminhos de Geografia, Uberlândia**, v. 20, n. 71, p. 250–264, 2019.

OLIVEIRA, L. M. **Análise de indicadores microbiológicos de contaminação fecal nas praias da Ilha do Fundão, Rio de Janeiro – RJ**. 2025. Monografia (Graduação) – Instituto de Microbiologia Paulo de Góes, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2025.

POND, K. **Water recreation and disease: plausibility of associated infections – acute effects, sequelae and mortality**. Geneva: World Health Organization, 2005.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Guidelines for safe recreational water environments**. Volume 1: Coastal and fresh waters. Geneva: World Health Organization, 2003.