

DESENVOLVIMENTO DE APLICATIVO PARA MONITORAMENTO DA BALNEABILIDADE EM PRAIAS DA REGIÃO METROPOLITANA DE MANAUS, AMAZONAS

Ana Beatriz Oliveira Barreto de Souza¹, Francisca da Silva Ferreira², Ieda Hortêncio Batista³

RESUMO

O presente trabalho insere-se na linha de pesquisa “**Ferramentas Aplicadas aos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos**” e tem como objetivo desenvolver um aplicativo para monitoramento da balneabilidade das principais praias da Região Metropolitana de Manaus. A iniciativa busca disponibilizar informações acessíveis e atualizadas à população, promovendo transparência, prevenção de riscos à saúde e incentivo à educação ambiental. A pesquisa adota como método a análise da qualidade da água por meio da técnica de tubos múltiplos, seguindo a metodologia da CETESB e os parâmetros estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274/2000, que define os limites de coliformes termotolerantes para águas próprias ou impróprias ao uso recreativo. As coletas serão realizadas semanalmente, durante seis meses, nas praias da Ponta Negra, Lua e Açutuba, com posterior sistematização dos dados em planilhas automatizadas e integração no protótipo do aplicativo, desenvolvido a partir de ferramentas como Figma, Flutter e Firebase. Como resultados parciais, destaca-se o protótipo funcional do aplicativo, estruturado em três abas: índice de balneabilidade, eventos e conteúdos socioeducativos. Conclui-se preliminarmente que a pesquisa poderá fortalecer a gestão participativa dos recursos hídricos e contribuir para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 3 – Saúde e bem-estar, e 6 – Água limpa e saneamento.

PALAVRAS-CHAVE: aplicativo de gestão, monitoramento de recursos hídricos, balneabilidade.

ABSTRACT

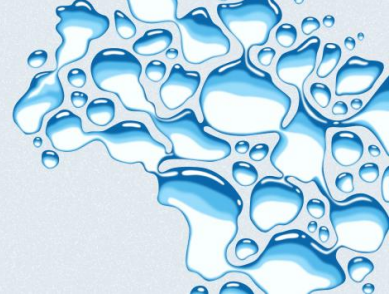
This study is part of the research line “**Tools Applied to Water Resources Management Instruments**” and aims to develop an application for monitoring bathing water quality at beaches in the Metropolitan Region of Manaus. The proposal seeks to provide clear and updated information to the population regarding water quality, promoting the prevention of waterborne diseases, environmental preservation, and the strengthening of participatory management. The research methodology involves bathing water analysis using the multiple-tube fermentation technique, following CETESB's Technical Standard and the criteria established by CONAMA Resolution nº 274/2000, in order to determine the Most Probable Number (MPN) of thermotolerant coliforms. Water sampling will be carried out weekly for six months at Ponta Negra, Praia da Lua, and Açutuba beaches. In parallel, the application prototype is being developed using Figma and implemented in Flutter, with Firebase integration for automatic data updates. As partial results, the prototype features three main sections: bathing water quality index, socio-environmental events, and educational content. It is preliminarily concluded that the research may strengthen the participatory management of water resources and contribute to the Sustainable Development Goals (SDGs) 3 – Good Health and Well-being, and 6 – Clean Water and Sanitation.

KEYWORDS: management application, water resources monitoring, bathing water quality.

¹ Aluna da Universidade do Estado do Amazonas -UEA. Ferramentas Aplicadas aos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos. Manaus, Amazonas. Brasil E-mail: anabeatrizolibas@gmail.com; abobds.mgr24@uea.edu.br

² Docente no Curso de Ciências Biológicas da Escola Normal Superior da Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: fsferreira@uea.edu.br

³ Docente no Curso de Ciências Biológicas e do Mestrado Profissional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos da Escola Normal Superior da Universidade do Estado do Amazonas. Manaus, Amazonas, Brasil. E-mail: ibatista@uea.edu.br



INTRODUÇÃO

O crescimento populacional, bem como a busca por algo inerente à qualidade de vida, o lazer, faz com que os recursos naturais sirvam de refúgio à população. Em Manaus, isso é feito através do uso recreativo em rios populares da região. No entanto, percebe-se uma limitada preocupação quanto à expansão dos impactos antrópicos sobre os recursos hídricos, associada principalmente à ausência de um sistema de saneamento básico eficaz na cidade.

Quando se trata dos recursos hídricos como objeto de recreação, torna-se imprescindível o monitoramento da balneabilidade, conforme estabelecido pela Resolução CONAMA nº 274/2000, a fim de identificar a presença de bactérias em níveis toleráveis ou não. Em pesquisas realizadas por Arcos & Cunha (2022) sobre as praias do Tupé, Praia da Lua e Ponta Negra, verificou-se que as duas primeiras apresentaram balneabilidade dentro dos parâmetros estabelecidos, enquanto a Ponta Negra não obteve o mesmo resultado durante o período de estiagem, registrando valores de coliformes acima de 1000 NMP/mL. Esses dados evidenciam a necessidade contínua de monitoramento em um local de lazer amplamente utilizado pela população manauara. Ressalta-se que o monitoramento da água deve ser realizado não apenas com o objetivo de preservar a qualidade dos recursos hídricos da região, mas também de assegurar a saúde humana, reduzindo a incidência de doenças de veiculação hídrica.

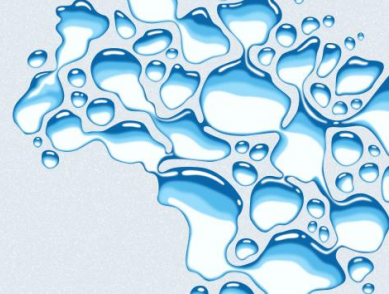
Assim, a presente pesquisa tem como objetivo o desenvolvimento de um aplicativo para monitoramento da balneabilidade das principais praias da Região Metropolitana de Manaus, tornando acessível o acesso da população às informações atualizadas sobre a qualidade da água das praias, com transparência e incentivando a educação ambiental. Dessa forma, a população poderá evitar o contato em locais inviáveis ao lazer e à saúde. Ademais, a população também é incentivada a contribuir com a preservação das águas e pressionar autoridades locais e órgãos responsáveis. A justificativa ampara-se na quebra de uma barreira que ainda persiste, a comunicação entre pesquisadores, a população e entes governamentais. Além disso, nota-se ausência de monitoramento sistemático da balneabilidade local.

Por fim, a pesquisa apoia-se na Lei nº 9.433/1997, conhecida como Lei das Águas, a qual estabelece que os recursos hídricos são bens de domínio público, limitados e dotados de valor econômico, devendo sua gestão ocorrer de forma descentralizada e participativa. Complementarmente, destacam-se resoluções como a CONAMA nº 357/2005 e a nº 274/2000, que tratam, respectivamente, da classificação dos corpos hídricos e dos critérios de balneabilidade em águas doces, salobras e salinas. O desenvolvimento do aplicativo contribui para a eficácia na aplicação dessas normas e será realizado em etapas descritas posteriormente. Além disso, este estudo dialoga diretamente com as metas 3 – Saúde e bem-estar, e 6 – Água limpa e saneamento, dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), propostos pela Organização das Nações Unidas (ONU).

MATERIAIS E MÉTODOS

Para esta pesquisa, foram selecionadas as praias da Ponta Negra, Praia da Lua e Praia de Açutuba, em razão do fácil acesso da população por meio de transportes públicos ou privados. Todas se localizam na Bacia Hidrográfica do Rio Negro, situadas em margens distintas do rio, com o objetivo de observar possíveis fatores de influência e contaminação em cada local. Serão coletadas duas amostras por praia, com periodicidade semanal, ao longo de um período de seis meses.

Para a determinação do Índice de Balneabilidade, adota-se a técnica de tubos múltiplos, conforme estabelecido na Norma Técnica nº L5.202, 5ª edição, da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). Essa metodologia consiste na inoculação das amostras em diferentes diluições (1:1, 1:10 e 1:100) em meios de cultura que favorecem a propagação de coliformes



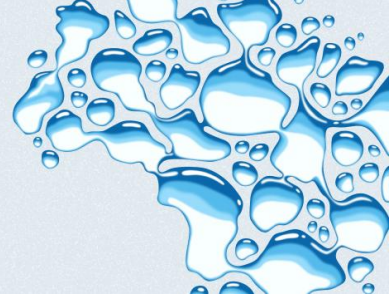
termotolerantes ou *Escherichia coli*. O método é composto por duas etapas: o teste presuntivo e o teste confirmativo. O primeiro auxilia na identificação preliminar das bactérias, enquanto o segundo tem por objetivo confirmar a presença do grupo de coliformes totais. Para o teste presuntivo, utiliza-se o meio de cultura Caldo Lactosado (CL) em duas formas: duplo para a diluição 1:1 e simples para as diluições de 1:10 e 1:100. A inoculação das amostras é considerada positiva quando ocorre produção de gás no tubo de Durham, em decorrência da fermentação ou acidificação do meio, dentro de até 48 horas. Após a ocorrência de fermentação nas amostras, procede-se à repicagem, com auxílio de alça de inoculação, para tubos contendo Caldo Lactosado com Verde Brilhante e bile a 2%. Assim como no CL, os tubos devem ser incubados a uma temperatura de 35–37 °C por até 48 horas, sendo o resultado considerado positivo na presença de gás. Para a determinação e quantificação de coliformes termotolerantes, emprega-se o meio EC, que deve ser repicado a partir das amostras incubadas em CL e mantido em estufa ou banho-maria a 44 °C por até 24 horas. Nessa etapa, o resultado também será positivo mediante a formação de gás decorrente da fermentação. Em todas as fases descritas, é imprescindível a identificação adequada dos tubos de cada amostra, com indicação das respectivas diluições, garantindo rigor e clareza na interpretação dos resultados. A partir da contagem de tubos positivos em cada meio, é possível determinar o Número Mais Provável (NMP) de bactérias presentes em 100 mL de amostra, conforme a metodologia da CETESB e os critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274/2000, que classifica como imprópria para uso recreativo a água com valores superiores a 1.000 NMP/100 mL de coliformes, e como própria quando os valores são inferiores a esse limite.

O desenvolvimento do aplicativo iniciou-se com a etapa de idealização, seguida da elaboração de esboços simples à mão e, posteriormente, da prototipagem inicial, realizada por meio da ferramenta online Canva, a fim de visualizar como as informações estariam dispostas. A etapa seguinte, atualmente em andamento, consiste na criação de um protótipo interativo para testar a interface e a experiência do usuário, utilizando a ferramenta Figma, voltada especificamente para o design de interfaces. O Figma também dispõe do recurso Dev Mode, que auxilia na tradução dos elementos gráficos em linguagem de programação. Com a finalização do protótipo, a fase subsequente contemplará a programação do aplicativo, que será desenvolvida no framework Flutter, cuja linguagem é o Dart. Para acelerar a implementação da interface do usuário, será utilizado o plugin Figma to Flutter, que converte diretamente as camadas do design em código Flutter. O gerenciamento e a atualização automática das informações no aplicativo serão viabilizados pelo serviço de back-end Firebase. Por fim, o aplicativo passará por testes finais de eficiência e, em seguida, será disponibilizado gratuitamente nas plataformas de download.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como a pesquisa ainda se encontra em desenvolvimento, apresentam-se, até o momento, como resultados parciais o protótipo do design do aplicativo, estruturado em três abas principais: (i) uma aba inicial, com o índice de balneabilidade das três praias anteriormente citadas; (ii) uma segunda aba destinada à divulgação de eventos na região relacionados à temática dos recursos hídricos; e (iii) uma terceira aba voltada a conteúdos socioeducativos, com o intuito de sensibilizar os usuários acerca da importância dos corpos hídricos. Outro recurso já elaborado, que contribui para a consolidação dos resultados de balneabilidade a partir dos dados de NMP/100 mL, foi uma planilha automatizada, responsável por calcular diretamente a concentração de bactérias presente em cada amostra.

Espera-se, como resultados finais, a conclusão do aplicativo, sua validação quanto à eficiência e a disponibilização à população usuária dos recursos hídricos contemplados, além do estabelecimento de parceria com algum órgão público responsável por alimentar e atualizar continuamente o aplicativo. Complementarmente, são esperados os resultados referentes ao



monitoramento contínuo, durante seis meses, das coletas e análises realizadas nas praias da região metropolitana de Manaus.

CONCLUSÃO

Com base nos pontos apresentados, pode-se concluir que a pesquisa em desenvolvimento representa um passo importante para a integração entre ciência, tecnologia e sociedade, ao propor um aplicativo que torna acessíveis e transparentes as informações sobre a balneabilidade das praias da Região Metropolitana de Manaus. A iniciativa não apenas poderá contribuir para a preservação da qualidade dos recursos hídricos e para a prevenção de doenças de veiculação hídrica, mas também fortalecer a educação ambiental e o engajamento da população. Ao reunir monitoramento sistemático, metodologia científica consolidada e ferramentas digitais, o estudo reforça a importância da gestão participativa da água, em consonância com a legislação nacional e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, evidenciando seu potencial de impacto social e ambiental positivo.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) através do Convênio CAPES/UNESP Nº. 951420/2023. Agradeço ao Programa de Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos - ProfÁgua pelo apoio técnico científico aportado até o momento. Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM pelo apoio financeiro em forma de bolsa, disponibilizada a autora Ana Beatriz Oliveira Barreto de Souza.

REFERÊNCIAS

ARCOS, A. C.; CUNHA, H. B.; **Índice de qualidade de água (IQA) e balneabilidade em praias de água doce no rio Negro, Manaus (Amazonas)**. *Revista Espinhaço*, Diamantina, v. 3, n. 2, p. 48–59, 2014. Disponível em: [art arcos&cunha](#). Acesso em: 14 set. 2025.

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, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 9 jan. 1997. Disponível em: [lei n 9433/97](#). Acesso em: 14 de set. 2025

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, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasil, 18 mar. 2005. Disponível em: [conama n 357](#). Acesso em: 14 de set. 2025

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Estabelece critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Brasil, 25 jan. 2001. Disponível em: [RESOLUÇÃO CONAMA N 274](#). Acesso em: 14 de set. 2025

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB. **Norma Técnica L5.202: Coliformes totais, coliformes termotolerantes e Escherichia coli – Determinação pela técnica de tubos múltiplos**. 5. ed. São Paulo: CETESB, 2018. Disponível em: [Norma Técnica L5.202](#). Acesso em: 14 de set. 2025

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável / Água potável e saneamento / Bem-estar e saúde**. 2022. Disponível em: [Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | As Nações Unidas no Brasil](#). Acesso em: 14 de set. 2025.