

Análise da qualidade da água do Rio Grajaú: Parâmetros microbiológicos

Analysis of the water quality of the Grajaú River: Microbiological parameters

Análisis de la calidad del agua del Rio Grajaú: Parámetros microbiológicos

Recebido: 03/07/2023 | Revisado: 17/07/2023 | Aceitado: 18/07/2023 | Publicado: 22/07/2023

Moisés Moura Lima

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-0590-0245>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: moises.ml@discente.ufma.br

Cleane Silva Rêgo

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-0137-5508>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: cleane.sr@discente.ufma.br

Rebeca Barros Guajajara Lima

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-6025-9228>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: lima.rebeca@discente.ufma.br

Ângela Rodrigues Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3478-1020>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: as871458@gmail.com

Elane Cruz de Sousa

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-4668-8174>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: cleane.sr@discente.ufma.br

Naiara Lucena Machado

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2312-5065>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: naiara.lucena@discente.ufma.br

Sireika Araújo Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5288-8198>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: sireika.araujo@discente.ufma.br

Érica dos Santos Clemente

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-7642-6806>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: erica.s@discente.ufma.br

Claudiana Santos Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-2408-355X>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: oliveira.claudiana@discente.ufma.br

Ionara Nayana Gomes Passos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4729-4977>
Universidade Federal do Maranhão, Brasil
E-mail: ionara.passos@ufma.br

Resumo

Os rios são fontes de recursos naturais e indispensáveis à vida, além de possuírem grande importância cultural, econômica e histórica para as cidades onde se encontram, mas devido algumas ações humanas eles acabam sendo prejudicados. Visto isso este artigo tem como objetivo verificar a balneabilidade de quatro pontos de amostragem no Rio Grajaú, na cidade de Grajaú-Ma, onde, realizou-se a medição do pH e testes microbiológicos para detecção de *Escherichia coli* (*E. coli*), *Enterobacter cloacae* (*E. cloacae*) e coliformes totais, nos seguintes pontos: Prainha (I), Canecão (II), Sirigueijo (III) e Limoeiro (IV), classificando as águas em relação à balneabilidade como: excelente, muito boa, satisfatória e imprópria. A metodologia utilizada oferece uma maneira precisa e abrangente de avaliar a qualidade da água com análises microbiológicas, através do kit de potabilidade com miniestufa e colipaper, envolvendo métodos qualitativos e quantitativos. Os resultados mostram que os pontos mais próximos da nascente, onde recebem poucos resíduos, são de melhor qualidade, já os pontos abaixo de onde os banhistas frequentam, são pontos com maiores riscos de contaminação microbiológica, com a qualidade da água sendo menos elevada. Concluiu-se que com base nos resultados, certas áreas não são adequadas para banho pois, indicam a presença de coliformes fecais e totais. Desse modo, é importante ressaltar que a presença destes coliformes sugere a possível

existência de outros microrganismos patogênicos na água, capazes de causar distúrbios gastrointestinais e infecções em seres humanos. Portanto, é crucial tomar medidas para garantir a segurança da água e proteger a saúde pública.

Palavras-chave: Balneabilidade; Rio Grajaú; Análise da água.

Abstract

Rivers are sources of natural resources and indispensable to life, in addition to having great cultural, economic and historical importance for the cities where they are located, but due to some human actions they end up being harmed. Given this, this article aims to verify the bathing conditions of four sampling points on the Grajaú River, in the city of Grajaú-Ma, where the pH measurement and microbiological tests for the detection of *Escherichia coli* (*E. coli*), *Enterobacter cloacae* (*E. cloacae*) and total coliforms, in the following points: Prainha (I), Canecão (II), Sirigueijo (III) and Limoeiro (IV), classifying the waters in relation to bathing as: excellent, very good, satisfactory and inappropriate. The methodology used offers a precise and comprehensive way to assess water quality with microbiological analysis, through the potability kit with mini greenhouse and colipaper, involving qualitative and quantitative methods. The results show that the points closest to the spring, where they receive little waste, are of better quality, while the points below where bathers frequent, are points with greater risks of microbiological contamination, with lower water quality. It was concluded that based on the results, certain areas are not suitable for bathing because they indicate the presence of fecal and total coliforms. Thus, it is important to emphasize that the presence of these coliforms suggests the possible existence of other pathogenic microorganisms in the water, capable of causing gastrointestinal disorders and infections in humans. It is therefore crucial to take steps to ensure water safety and protect public health.

Keywords: Bathing; Rio Grajaú; Water analysis.

Resumen

Los ríos son fuentes de recursos naturales e indispensables para la vida, además de tener una gran importancia cultural, económica e histórica para las ciudades donde se ubican, pero debido a algunas acciones humanas terminan siendo perjudicados. Ante esto, este artículo tiene como objetivo verificar las condiciones de baño de cuatro puntos de muestreo en el río Grajaú, en la ciudad de Grajaú-Ma, donde se realizó la medición de pH y pruebas microbiológicas para la detección de *Escherichia coli* (*E. coli*), *Enterobacter cloacae* (*E. cloacae*) y coliformes totales, en los siguientes puntos: Prainha (I), Canecão (II), Sirigueijo (III) y Limoeiro (IV), clasificando las aguas en relación al baño como: excelente, muy buena, satisfactoria e inadecuada. La metodología utilizada ofrece una forma precisa e integral de evaluar la calidad del agua con análisis microbiológicos, a través del kit de potabilidad con mini invernadero y colipaper, involucrando métodos cualitativos y cuantitativos. Los resultados muestran que los puntos más cercanos al manantial, donde reciben poca basura, son de mejor calidad, mientras que los puntos por debajo donde frecuentan los bañistas, son puntos con mayores riesgos de contaminación microbiológica, con agua de menor calidad. Se concluyó que con base en los resultados, ciertas áreas no son aptas para el baño porque indican la presencia de coliformes fecales y totales. Por lo tanto, es importante resaltar que la presencia de estos coliformes sugiere la posible existencia de otros microorganismos patógenos en el agua, capaces de causar trastornos gastrointestinales e infecciones en humanos. Por lo tanto, es crucial tomar medidas para garantizar la seguridad del agua y proteger la salud pública.

Palabras clave: Baño; Río Grajaú; Análisis de agua.

1. Introdução

Os rios desempenham um papel fundamental como fontes de um dos recursos naturais indispensáveis à vida. Além disso, possuem grande importância cultural, social, econômica e histórica para as cidades onde se encontram. A água é essencial para a origem e manutenção da vida, uma vez que é o componente mais abundante das células (Pongeluppe et al., 2009; Reis et al., 2012). Trata-se de um recurso insubstituível, compondo aproximadamente 75% do nosso corpo humano, enquanto o cérebro consiste em cerca de 85% (Yamaguchi et al., 2013). O município de Grajaú encontra-se na mesorregião central do estado do Maranhão e pertence à microrregião do Alto Mearim e Grajaú, situada na região pré-amazônica. Ela se desenvolveu às margens do rio de mesmo nome, que atravessa a cidade (Rodrigues, 2015). O Rio Grajaú possui fundamental importância para a região, sendo um recurso utilizado para consumo, atividades pesqueiras e agropecuárias. É um ecossistema que abriga uma diversidade de plantas e seres vivos aquáticos, como peixes e algas. Nesse sentido, a água é indispensável para a sobrevivência, como afirmado por Andrade (2021), que a compreende como um recurso social, vital para a saúde, economia e fundamental para o bem-estar e a condição de vida de todas as formas de vida.

Além de ser uma das principais fontes hídricas do município, se configura ao mesmo tempo como uma importante área para lazer da população, especialmente aos finais de semana. Contudo, a qualidade da água desse rio têm sido motivo de preocupação, pois assim como ocorre em muitos rios do país, o rio Grajaú enfrenta desafios relacionados à qualidade da água, incluindo poluição, contaminação por resíduos comerciais, esgotos domésticos e agrotóxicos provenientes de atividades agrícolas. Esses fatores comprometem a balneabilidade da água, tornando-a inadequada para banhos e atividades aquáticas, conseqüentemente prejudica o lazer da população. Isto significa que, o uso das águas para atividades recreativas requer padrões de qualidade, levando em consideração os riscos à saúde humana decorrentes da exposição prolongada a organismos causadores de doenças, metais pesados e outras substâncias tóxicas que estão presentes em corpos hídricos poluídos (Lopes et al., 2013).

A balneabilidade é a capacidade de um local oferecer condições apropriadas para o banho e a prática de atividades esportivas. Em essência, refere-se à qualidade da água destinada à recreação e ao contato direto com o corpo. A avaliação da balneabilidade envolve a análise da quantidade de bactérias do grupo coliforme presente na água. Testes são conduzidos para quantificar os coliformes totais e fecais, incluindo organismos como *E. coli* e/ou Enterococos. Isso permite determinar se a água é segura e saudável para uso recreativo (Berg et al., 2013). Campos e Cunha (2015) ressaltam a balneabilidade como um instrumento que permite a fiscalização e melhor visualização das águas destinadas à recreação.

Perante o exposto, é preciso realizar análises sistemáticas da qualidade da água do rio Grajaú, a fim de compreender a extensão da contaminação, para avaliar a balneabilidade e a segurança do recurso hídrico para atividades recreativas e fornecer informações para o desenvolvimento de futuras estratégias com o objetivo de assegurar o acesso contínuo e sustentável a água potável limpa e saudável para a população.

Atualmente, no Brasil, a avaliação da qualidade das águas de rios, lagoas e mares para atividades recreativas que envolvem o contato direto, conhecido como balneabilidade, deve seguir os padrões estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 274 (Conselho Nacional do Meio Ambiente), datada de 29 de novembro de 2000. De acordo com essa resolução, a balneabilidade das águas doces é avaliada em categorias determinadas pelos níveis de coliformes fecais (termotolerantes) (Oliveira & Balduino, 2020).

A análise de balneabilidade tem como objetivo avaliar a condição das águas para a prática de atividades recreativas e o contato direto com elas. Esse tipo de análise é realizado tanto em praias localizadas na costa quanto em corpos d'água interiores, como rios e lagos. No caso das águas próprias para banho, a principal preocupação em relação à saúde pública está relacionada à contaminação fecal de origem humana e animal, além de produtos de limpeza, resíduos hospitalares e outros poluentes que são diretamente despejados nos rios. Além disso, a presença de esgotos não tratados, sacolas plásticas e embalagens descartadas de forma inadequada nas margens dos rios agravam ainda mais a poluição e dificultam a recuperação das águas contaminadas (Oliveira & Balduino, 2020).

Nesta cidade, enfrenta-se não apenas problemas de saneamento básico inadequado, mas também a construção de moradias muito próximas ao Rio Grajaú e balneários públicos. Isso torna alarmante o destino final dos esgotos e outros poluentes, que acabam fluindo por bueiros ou até mesmo a céu aberto e chegando ao rio. Conseqüentemente, isso contribui para a poluição da água, que é consumida em parte pela população (Santana et al., 2022).

A contaminação do Rio Grajaú por efluentes domésticos e lixo gerado durante atividades recreativas, como banhos, churrascos e estabelecimentos comerciais às margens do rio, é muito significativa. Neste rio, o descarte inadequado de resíduos é uma ocorrência frequente, uma vez que a cidade não possui tratamento de esgoto abrangente nem infraestrutura adequada de saneamento básico. Rodrigues (2015) atribui a poluição do rio Grajaú a falta de saneamento básico e a construção de moradias

próximas ao curso d'água, ressaltando que esses fatores combinados têm causado uma contaminação preocupante, no qual esgotos e outros poluentes tem seu destino final incerto, muitas vezes fluindo por bueiros ou até mesmo a céu aberto.

Diante deste cenário, o presente artigo objetiva-se compreender a situação atual da qualidade da água do rio através da análise da balneabilidade de 4 áreas do rio Grajaú dentro do perímetro urbano: Prainha, Canecão, Sirigueijo e Limoeiro. Para essa investigação, foram feitas análises, de acordo com padrões determinados pela Resolução CONAMA nº 274 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), para análise dos parâmetros de balneabilidade, se caracterizando por Coliformes Totais, coliformes fecais ou *E. coli* e pH.

2. Metodologia

Trata-se de uma pesquisa de campo e experimental, com abordagem qualitativa e quantitativa. A pesquisa foi realizada com a coleta da água do Rio Grajaú, curso que passa pela cidade de Grajaú, Maranhão (Figura 1).

Figura 1 - Google Earth, indicando a localização dos quatro pontos de coleta da água do rio para análise de parâmetros microbiológicos.



Fonte: Autores.

Seleção dos Pontos de Coleta

A seleção dos pontos de coleta foi realizada de forma criteriosa, levando em consideração a representatividade das áreas frequentadas por banhistas ao longo do rio em Grajaú. Foram escolhidos quatro pontos estratégicos, indicados na Figura 1, considerando sua importância para a comunidade local e a possível influência de fontes de contaminação nessas regiões.

Coleta das Amostras

A coleta das amostras de água foi executada seguindo procedimentos padronizados, de acordo com o CETESB (2012). Foram utilizados recipientes estéreis adequados para preservar a integridade das amostras e evitar a contaminação

durante o processo de coleta. Ressalta-se que medidas de biossegurança foram aplicadas para minimizar qualquer interferência externa ou contaminação cruzada.

Preparação das Amostras

Após a coleta, as amostras de água foram transportadas para um local apropriado, onde foram preparadas para análise. O uso de um kit de potabilidade com miniestufa e colipaper permitiu a realização de análises microbiológicas precisas e confiáveis. As etapas recomendadas pelo fabricante do kit foram rigorosamente seguidas, garantindo a padronização e a acurácia dos resultados. O kit de potabilidade de água da Alfakit é baseado em métodos microbiológicos para análise de qualidade da água. A seguir, são apresentados os principais métodos utilizados no kit:

Análise de Coliformes Totais: O kit utiliza o método de cultivo em meio de cultivo seletivo para detecção de coliformes totais na água. Os coliformes totais são um grupo de bactérias que incluem várias espécies, sendo utilizados como indicadores de contaminação fecal e da qualidade microbiológica da água.

Análise de Coliformes Fecais: A detecção de coliformes fecais é realizada por meio do método de cultivo em meio de cultivo seletivo que permite distinguir coliformes fecais de outras bactérias presentes na água. A presença de coliformes fecais é um indicador mais específico de contaminação fecal e risco potencial à saúde humana.

Utilização de Colipaper: O kit também emprega o colipaper, que consiste em tiras impregnadas com substâncias químicas específicas. Ao entrar em contato com a água, essas substâncias reagem com os coliformes presentes, gerando uma mudança de cor que indica a presença dessas bactérias. O colipaper é uma alternativa rápida e prática para a detecção qualitativa de coliformes na água.

Utilização de Miniestufa: A mini estufa é utilizada para incubar as amostras de água a uma temperatura controlada entre 35 e 40 graus Celsius durante um período de incubação específico. Essa faixa de temperatura favorece o crescimento de bactérias, incluindo coliformes, permitindo sua detecção por meio de análise visual.

O kit de potabilidade de água da Alfakit combina esses métodos microbiológicos para fornecer uma avaliação rápida e qualitativa da qualidade microbiológica da água. Essas técnicas são amplamente utilizadas na análise de potabilidade de água, fornecendo informações importantes sobre a presença de coliformes totais e fecais, que são indicadores de contaminação microbiológica e risco potencial à saúde.

Análise Microbiológica

A análise microbiológica das amostras foi conduzida utilizando a miniestufa e o colipaper fornecidos pelo kit de potabilidade. As amostras foram incubadas na miniestufa a uma temperatura controlada entre 35 e 40 graus Celsius, durante um período de 15 horas. Durante esse tempo, as amostras foram monitoradas quanto a possíveis mudanças de coloração e crescimento microbiano, indicativos de contaminação microbiológica. Além disso, o colipaper foi utilizado para identificar a presença de coliformes totais e fecais na água.

Análise de Dados

Após o período de incubação, os resultados obtidos foram registrados e submetidos a uma análise estatística apropriada, seguindo a Resolução CONAMA Nº 357, DE 17-03-2005. Observando os dois lados da cartela a procura de pontos Violeta a Azul e de Róseo a Vermelho, na qual os de violeta a azul compreendem aos *Escherichia coli* ou coliformes fecais e os Róseo a Vermelho compreendem a *Enterobacter cloacae* ou Coliformes Totais. Compararam-se os resultados dos diferentes pontos de coleta, avaliando-se a presença e a concentração de contaminantes microbiológicos em cada região. Utilizaram-se métodos estatísticos adequados para determinar a significância dos resultados e fornecer uma avaliação precisa da qualidade da

água em cada ponto analisado, seguindo um limite máximo de coliformes totais de 1000 mL por cada amostra analisado.

3. Resultados e Discussão

A metodologia apresentada possibilitou a obtenção de resultados confiáveis e representativos da qualidade da água do rio em Grajaú. O uso de abordagens qualitativas e quantitativas experimentais permitiu uma compreensão abrangente da presença de contaminantes microbiológicos, fornecendo subsídios científicos para a tomada de decisões e a implementação de medidas mitigadoras, visando a proteção da saúde pública e a preservação dos recursos hídricos da região. A Resolução nº 274/2000 do CONAMA regulamenta que a saúde e o bem-estar humano podem ser afetados pelas condições de balneabilidade e que a classificação das águas doces, salobras e salinas é essencial à defesa dos níveis de qualidade, avaliados por parâmetros e indicadores específicos, de modo a assegurar as condições de balneabilidade.

De acordo com Berg et al. (2013) a qualidade da água é determinada através de análises de parâmetros microbiológicos das amostras com o propósito de determinar a quantidade de coliformes fecais, *E. coli* e enterococos.

Para a certificação da qualidade da balneabilidade de alguns pontos do Rio Grajaú realizou-se a medição do pH e testes microbiológicos para detecção de *E. coli*, *E. cloacae* e coliformes totais, sendo estes os seguintes pontos: Prainha (I), Canecão (II), Sirigueijo (III) e Limoeiro (IV), os resultados obtidos estão dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultados das análises microbiológicas.

Pontos	pH	<i>E. coli</i>	<i>E. cloacae</i>	Coliformes totais
Prainha (I)	8,0	400 NMP/100 mL	700 NMP/100 mL	1100 NMP/100 mL
Canecão (II)	8,0	700 NMP/100 mL	800 NMP/100 mL	1500 NMP/100 mL
Sirigueijo (III)	8,0	700 NMP/100 mL	800 NMP/100 mL	1500 NMP/100 mL
Limoeiro (IV)	8,0	900 NMP/100 mL	1200 NMP/100 mL	2100 NMP/100 mL

Fonte: Autores.

A classificação das águas em relação à balneabilidade de acordo com a Resolução do CONAMA N° 274/2000 é baseada em quatro categorias: excelente, muito boa, satisfatória e imprópria. Essa classificação é realizada a partir da quantidade de coliformes fecais, *E. coli* e enterococos obtidos em 80% das amostras. Dentro dessa divisão, é considerado pelo órgão consultivo, que a categoria excelente, muito boa e satisfatória se enquadra na categoria própria (Brasil, 2000).

O aumento da população mundial e a constante intervenção do homem no meio ambiente estão alterando a cada dia a qualidade das águas superficiais e subterrâneas que recebem elevadas descargas poluidoras degradando cada vez mais os escassos recursos hídricos. As descargas de águas residuárias municipais contaminam os corpos aquáticos com organismos patogênicos e os transformam em veículos de transmissão de enfermidades infecciosas (Rodrigues et al, 2009).

Os indicadores de balneabilidade devem ser avaliados em áreas com fins recreacionais, com objetivo de prever e evitar efeitos adversos à saúde humana e à vida aquática (Silva et al., 2019). O pH medido nos quatro pontos supracitados foi igual a 8, desta forma se classifica como alcalino, devido a isso é compatível com a vida aquática, pois esse valor está dentro do recomendado pela Resolução nº 274/2000 do CONAMA, que deve variar de 6 a 9. O pH da água está muito relacionado com a sua origem e com características do local ao qual pertence. Um pH muito baixo pode tornar a água corrosiva, enquanto um muito alto pode fazer com que essa água forme crostas nas tubulações (Assaf, 2015). Com base nisso, é possível considerar a água do Rio Grajaú própria para a vida aquática quando se trata do pH, pois está na média (nem alto nem baixo).

Uma abordagem mais minuciosa é adotada para avaliar a aptidão das áreas balneáveis, incorporando critérios como pH e a presença de *Escherichia coli* na criação do Índice de Condições de Balneabilidade (ICB). A utilização desses parâmetros proporciona uma análise mais precisa da qualidade da água, resultando em uma experiência mais segura para os banhistas (Leite et al., 2015)

O pH exerce influência direta e indireta sobre os ecossistemas aquáticos naturais; no primeiro, em função dos efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies, no segundo, por contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, em condições específicas de pH, ou até mesmo sobre a solubilidade de nutrientes (Camargo et al., 2009).

Conforme a Resolução n° 274/2000 do CONAMA, os resultados obtidos mostraram que o ponto I é próprio para banho, com qualidade muito boa, pois apresenta valor de 400 NMP/100 mL para coliformes fecais (termotolerantes), visto que essa área é mais próxima da nascente, sendo considerado um ponto a montante do Rio Grajaú, justificando assim uma boa qualidade pois não recebe tantos resíduos que contribuam para a sua contaminação.

Já os pontos II e III são considerados próprios para banho e qualidade satisfatória, tendo em vista que apresentam valores de 700 NMP/100 mL para coliformes fecais (Brasil, 2000). O Canecão e o Sirigueijo são áreas bastante frequentadas por banhistas e são pontos mais abaixo da nascente do rio, o que provoca maiores riscos de contaminação microbiológica, o que explica a qualidade das águas desses pontos para balneabilidade não ser tão elevada como a do ponto I.

O Limoeiro, de acordo com os testes, é considerado impróprio para banho, pois apresenta valores para *E. coli* e *E. cloacae* bastante elevados, 900 NMP/100 mL e 1200 NMP/100 mL, respectivamente (Brasil, 2000). Por ser o último ponto de coleta, já se encontra bem distante da nascente, ou seja, recebe muita disposição de resíduos sólidos e líquidos, inclusive esgoto sanitário. A recreação também provoca impactos negativos, pois os banhistas descartam muitos materiais poluentes.

Segundo Macedo (2003) a presença de coliformes na água indica poluição, com o risco potencial da presença de micro-organismos patogênicos e sua ausência é evidência de uma água bacteriologicamente potável, uma vez que são mais resistentes na água que as bactérias patogênicas de origem.

Nesse contexto, fica evidente a necessidade de a prefeitura do município realizar uma fiscalização para identificar o tipo de esgoto predominante que está sendo despejado no rio, bem como para detectar possíveis conexões clandestinas (Martins, 2017). Além disso, a realização de inspeções regulares pelas autoridades responsáveis pela fiscalização desempenha um papel fundamental na conscientização da população no que se refere aos perigos associados ao consumo de água inadequada para a saúde. A implementação de programas educacionais abrangentes sobre higiene sanitária também desempenha um papel crucial nesse processo. Com essas medidas, podemos efetivamente prevenir a contaminação de reservatórios de água, rios, córregos e outras fontes hídricas utilizadas pela população (Sousa et al., 2016). Dessa forma, a população poderia desfrutar de uma água com qualidade para consumo e atividades de lazer.

4. Conclusão

Levando em consideração os objetivos impostos pela presente pesquisa de avaliar as condições de balneabilidade do rio Grajaú, curso que passa pela cidade de Grajaú/MA, nos pontos mais frequentados pelos banhistas da cidade, assim como afirma no Art. 5° da Resolução CONAMA n° 274/ 2000 onde diz que a amostragem será feita, preferencialmente, nos dias de maior afluência do público às praias ou balneários, a critério do órgão de controle ambiental competente. Parágrafo único. A amostragem deverá ser efetuada em local que apresentar a isómeta de um metro e onde houver maior concentração de banhistas. Os resultados obtidos mostraram a presença de coliformes fecais e totais nos pontos de amostragem avaliados. Esses indicadores baseados em bactérias são usados como referências para avaliar o grau de contaminação da água por dejetos

humanos e animais, convertendo-se inadequada para a prática segura de atividades recreativas, potencialmente colocando em risco a saúde dos banhistas.

É possível que a presença desses microrganismos esteja relacionada ao saneamento básico inadequado, lançamento de esgoto sem tratamento e outras fontes de poluição na bacia hidrográfica do rio. Com base nos resultados alcançados, pode-se constatar que determinados pontos estão impróprios para banho, sendo o Limoeiro um dos locais mais inadequados. É crucial notar que a presença de coliformes totais e fecais sugere a presença potencial de outros microrganismos patogênicos na água que podem causar distúrbios gastrointestinais e infecções em humanos. Portanto, é fundamental que ações sejam tomadas para garantir a segurança da água e a proteção da saúde pública. Além da contaminação bacteriana, a avaliação dos parâmetros físico-químicos revelou que o pH da água nos locais de teste estava dentro dos limites aceitáveis para balneabilidade. Porém, é preciso ressaltar que o pH sozinho não é um indicador confiável da qualidade da água e deve ser levado em consideração em conjunto com outros parâmetros.

Diante disso, é essencial que as pessoas evitem as áreas identificadas como impróprias para banho, uma vez que a água contaminada pode resultar em diversas doenças ocasionadas por bactérias e parasitas presentes, devido a isso, torna-se crucial que seja mantida a prática de realizar análises periódicas, levando informações para a população, afim que possam se prevenir contra doenças transmitidas pela água, ressalva ainda no Art. 9º da resolução CONAMA 274/2000, onde compete aos órgãos de controle ambiental a aplicação desta Resolução, cabendo-lhes a divulgação das condições de balneabilidade das praias e balneários e a fiscalização para o cumprimento da legislação pertinente. Com base nas constatações, é fundamental que ações efetivas sejam tomadas para melhorar a qualidade da água do rio Grajaú. Isso inclui investimentos em saúde básica, educação ambiental e monitoramento permanente da qualidade da água, pois além do rio proporcionar lazer para os grajauenses, as águas também fornecem abastecimento para uma significativa parcela dos bairros da cidade. A conscientização da comunidade local e dos turistas sobre o valor de proteger o rio e fazer uso sustentável de seus recursos também desempenha um papel significativo no incentivo ao uso responsável da água e na preservação do ambiente aquático.

Com base nos resultados obtidos neste estudo sobre a balneabilidade da água do Rio Grajaú, surgiram inúmeras sugestões para futuros projetos de pesquisa que visam melhorar continuamente a qualidade da água e proteger este importante recurso natural. Alguns focos potenciais incluem: expandir a área de amostragem para cobrir mais do rio, levando em consideração a influência de várias fontes de poluição; realização de análises sazonais para identificar possíveis mudanças na qualidade da água ao longo do ano; realizar uma investigação mais aprofundada dos fatores que influenciam a presença de bactérias coliformes, como identificar as fontes de contaminação e avaliar a eficácia das medidas de controle; e a avaliação de outros parâmetros microbiológicos e físico-químicos relevantes, como a presença de microrganismos patogênicos e a concentração de poluentes químicos; um exame da influência das atividades humanas na qualidade da água, incluindo o mapeamento de áreas irregularmente ocupadas e a quantificação dos poluentes lançados; e a aplicação de estudos de modelagem para prever a dispersão de poluentes ao longo dos rios. Esses métodos permitirão uma compreensão mais abrangente da qualidade da água do Rio Grajaú e subsidiarão a adoção de medidas adequadas para proteger a saúde dos banhistas e conservar esse importante ecossistema aquático.

Referências

- Assaf, A. (2015). Qualidade da Água. *Tratamento de Água*. <https://tratamentodeagua.com.br/artigo/qualidade-da-agua/>
- Andrade, D. F. (2021). *A efetivação do acesso à água potável enquanto direito fundamental pelo estado brasileiro*. Monografia (Bacharelado em Direito) - Faculdade de Inhumas, Inhumas – GO.
- Brasil. (2000). Resolução Conama. N° 274 de 29 de novembro de 2000. <https://pubs.usgs.gov/twri/05a03/report.pdf>. Publicado no dou, n°18, de 25 de Janeiro de 2001, seção 1, páginas 70-1.

- Berg, C. H., Guercio, M. J. & Ulbricht, V. R. (2013). Indicadores de balneabilidade: a situação brasileira e as recomendações da World Health Organization. *Int. J. Knowl. Eng. Manag*, 2 (3), 83-101. <https://periodicos.ufsc.br/index.php/ijkem/article/download/81467/46158/297673>
- Campos, J. S. & Cunha, H. F. A. (2015). Análise comparativa de parâmetros de balneabilidade em Fazendinha, Macapá-AP. *Biota Amazônia*, 5(4), 110-118. <https://doi.org/10.18561/2179-5746/biotaamazonia.v5n4p110-118>
- Camargo, F. P., Leite, M. A., Suzuki, E. T., Franco, A. M. & Hernandez, F. B. T. (2009). *Parâmetros Químico e Microbiológico de dois córregos do Cinturão Verde De Ilha Solteira – Sp.* Faculdade de Engenharia- Campus de Ilha Solteira, 06100–06103. http://www2.feis.unesp.br/irrigacao/pdf/biologica_quimica_cinturao_cic2009.pdf
- Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília, DF: ANA, São Paulo: CETESB, 2011. 327 p. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/userfiles/file/laboratorios/publicacoes/guia-nacional-coleta-2012>.
- Leite, A. C. C., Magalhães, J. H. D. & Lopes, F. (2015). Avaliação da qualidade das águas para uso recreacional na bacia do ribeirão da prata por meio do Índice de Condições de Balneabilidade-ICB. *XXI Simpósio de Brasileiro de Recursos Hídricos*.
- Lopes, F. W. A., Magalhães, A. P. M. & Sperling, E. V. (2013). Balneabilidade Em Águas Doces No Brasil: Riscos À Saúde, Limitações Metodológicas E Operacionais. *Hygeia*, 9 (16), 28 – 47. <https://doi.org/10.14393/Hygeia922268>
- Loiola, N. S. & Costa Sobrinho, M. L. (2020). Análise microbiológica da água bebida pela comunidade duas cachoeiras, Povoado Vila Real, Barra do Corda- Maranhão. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*. 11(4), 441 - 449.
- Macêdo, J. A. B. (2003). *Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas*. (2a ed.), Ed. Conselho Regional de Química. 450p.
- Martins, L. M. & Reis, R. (2017). Análise dos parâmetros de balneabilidade. Um estudo de caso sobre as praias dos municípios de João Pessoa e Cabedelo/Pb. *Interscientia*, 5(1), 116-128.
- Oliveira, L. G. S. & Balduino, A. R.. (2020). Water quality assessment for balneability at Porto Real beach, Porto Nacional/TO. *Engineering Sciences*, 8(2), 58-67.
- Pongeluppe, A. T., Oliveira, D. B., Silva, E.A., Aguilera, K. K., Zitei, V., Bastos, M. F. (2009). Avaliação de coliformes totais, fecais em bebedouros localizados em uma instituição de ensino de Guarulhos. *Revista Saúde*. 3 (2), 5-9. <http://www.revistas.ung.br/index.php/saude/article/download/257/500>.
- Reis, F., Dias, C. R., Abrahão, W.M. & Murakami, F. S. (2012). Avaliação da qualidade microbiológica de águas e superfícies de bebedouros de parques de Curitiba – PR. *Revista Visão Acadêmica*. 13 (1), 55-70. <http://revistas.ufpr.br/academica/article/viewFile/27400/19404>
- Rodrigues, I. J. (2015). *A dialética rio-cidade: uma análise das potencialidades dos impactos ambientais sobre o Rio Grajaú no perímetro urbano do município de Grajaú-MA*. Monografia (Licenciatura em Geografia) - Universidade Federal do Maranhão, Grajaú-MA. <https://monografias.ufma.br/jspui/handle/123456789/1720>
- Rodrigues, J. R. D., Jorge, A. O. C., Ueno, M. (2009). Avaliação da qualidade das águas de duas áreas utilizadas para recreação do Rio Piraciama-SP. *Revista Biociências*, 15(2), 88-94.
- Silva, A. P., Lima, D. P., Balduino, A. R. (2019). Diagnóstico das condições de balneabilidade da Praia Beira Rio do município de Porto Nacional. *Engineering Sciences*, 7(2). 53-59.
- Sousa, S. D. S. Silva, W. S., De Miranda, J. A. L. Rocha, J. A. (2016). Análise físico-química e microbiológica da água do rio Grajaú, na cidade de Grajaú - MA. *Ciência e Natura*, 38(3), 1615. <https://doi.org/10.5902/2179460x23341>
- Santana, M. C. S., Araújo, J. L., Azevedo, V S., Lima, F. B., de Sousa, C. L. L., Ferreira, F. M., Martins, G. V., Leite, J. N., de Sousa, D. G., & Passos, I. N. G. (2022). Análise da Zona Ba
- Inear dos principais pontos de recreação do Rio Grajaú-MA. *Research, Society and Development*, 11(3), 1-8. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26912>
- Yamaguchi, U. M., Lúcia, E. R. C., Lilian, C. C. O. & Jully O. (2013). Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. *O Mundo da Saúde*. 37 (3), 312-320. http://www.saocamillo-sp.br/pdf/mundo_saude/106/1827.pdf