

A INFLUÊNCIA ANTRÓPICA NA QUALIDADE DA ÁGUA DO IGARAPÉ PARAGOMINAS, NO MUNICÍPIO DE PARAGOMINAS, PARÁ¹

ANTHROPOGENIC INFLUENCE ON THE WATER QUALITY OF THE PARAGOMINAS STREAM, IN THE MUNICIPALITY OF PARAGOMINAS, PARÁ

LA INFLUENCIA ANTRÓPICA EN LA CALIDAD DEL AGUA DEL ARROYO PARAGOMINAS, EM EL MUNICIPIO DE PARAGOMINAS, PARÁ

Marcos Vinicius Oliveira Sardinha²

Letícia Silva Sousa³

Gustavo Francesco Morais Dias⁴

RESUMO: Esse artigo buscou avaliar a influência das atividades antrópicas na qualidade da água do Igarapé Paragominas, localizado na zona urbana do município de Paragominas, Pará, considerando o processo de urbanização e a ausência de infraestrutura adequada de saneamento básico. O estudo teve como objetivo analisar parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água, a fim de identificar alterações associadas à ação humana. A metodologia consistiu na coleta de amostras em três pontos distintos ao longo do igarapé, nos períodos seco e chuvoso, com georreferenciamento e aplicação dos protocolos do Guia Nacional de Coleta da ANA/CETESB. Foram avaliados os parâmetros de temperatura, potencial hidrogeniônico (pH), coliformes totais e coliformes termotolerantes, utilizando sonda multiparâmetro e o método do Número Mais Provável. Os resultados evidenciaram alterações significativas na qualidade da água, com tendência à acidificação, elevação da temperatura e presença constante de coliformes em todos os pontos amostrados, independentemente da sazonalidade. Conclui-se que o Igarapé Paragominas apresenta forte impacto antrópico, indicando a necessidade de medidas urgentes de saneamento, gestão ambiental e monitoramento contínuo, em consonância com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6.

1

Palavras-chave: Qualidade da água. Impacto antrópico. Saneamento básico. Urbanização. Recursos hídricos.

ABSTRACT: This article aimed to evaluate the influence of anthropogenic activities on the water quality of the Paragominas Stream, located in the urban area of the municipality of Paragominas, Pará, considering the urbanization process and the lack of adequate sanitation infrastructure. The study aimed to analyze physical, chemical, and microbiological water parameters in order to identify changes associated with human activities. The methodology consisted of water sampling at three distinct points along the stream during the dry and rainy seasons, using georeferencing and following the protocols of the National Sampling Guide (ANA/CETESB). The parameters analyzed included temperature, hydrogen potential (pH), total coliforms, and thermotolerant coliforms, using a multiparameter probe and the Most Probable Number method. The results showed significant changes in water quality, with a tendency toward acidification, increased temperature, and constant presence of coliforms at all sampling points, regardless of seasonality. It is concluded that the Paragominas Stream is under strong anthropogenic impact, indicating the need for urgent sanitation measures, environmental management, and continuous monitoring, in line with Sustainable Development Goal 6.

Keywords: Water quality. Anthropogenic impact. Basic sanitation. Urbanization. Water resources.

¹O presente trabalho foi realizado com apoio do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq, PIBIC-Af (Processo n°: 172395/2024-0)

²Discente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade do Estado do Pará (UEPA).

³Discente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade do Estado do Pará (UEPA).

⁴Orientador: Docente do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária na Universidade do Estado do Pará (UEPA).

RESUMEN: Este artículo tuvo como objetivo evaluar la influencia de las actividades antrópicas em la calidad del agua del arroyo Paragominas, localizado em la zona urbana del municipio de Paragominas, estado de Pará, considerando el proceso de urbanización y la insuficiencia de infraestructura de saneamiento básico. El estudio se orientó al análisis de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua, com el propósito de identificar alteraciones asociadas a la acción humana. La metodología comprendió la recolección de muestras em tres puntos a lo largo del arroyo, durante los períodos seco y lluvioso, mediante georreferenciación y conforme a los protocolos del Manual Nacional de Muestreo (ANA/CETESB). Se evaluaron los parámetros de temperatura, potencial de hidrógeno (pH), coliformes totales y coliformes termotolerantes, utilizando uma sonda multiparamétrica y el método del Número Más Probable. Los resultados evidenciaron alteraciones significativas em la calidad del agua, caracterizadas por tendencia a la acidificación, incremento de la temperatura y presencia constante de coliformes em todos los puntos muestreados, independientemente de la estacionalidad. Se concluye que el arroyo Paragominas presenta um marcado impacto antrópico, lo que evidencia la necesidad de implementar acciones urgentes de saneamiento, gestión ambiental y monitoreo continuo, em consonancia com el Objetivo de Desarrollo Sostenible 6.

Palabras clave: Calidad del agua. Impacto antrópico. Saneamiento básico. Urbanización. Recursos hídricos.

1. INTRODUÇÃO

A qualidade da água é um pilar fundamental para o alcance do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 6 da Agenda 2030 da ONU, que visa assegurar a disponibilidade e a gestão sustentável da água e do saneamento para todos (ONU, 2015). Com o crescimento das cidades, os riachos são frequentemente incorporados à paisagem urbana, o que resulta em diversos impactos negativos sobre esses ecossistemas (GANASSIN et al., 2020).

A qualidade da água é um aspecto essencial para a saúde humana e para o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos, estando diretamente relacionada à prevenção de doenças, especialmente aquelas transmitidas pela água contaminada. Além disso, é determinante para a manutenção da biodiversidade e para garantir a disponibilidade de água potável para o consumo humano (GEMEDA et al., 2021).

Ao longo do curso dos rios, diversos fatores naturais e antrópicos podem influenciar a qualidade da água (VALENTINI et al., 2021). A poluição hídrica é influenciada principalmente pelas atividades humanas, que liberam poluentes de forma direta ou difusa, atingindo rios, lagos e águas subterrâneas (MONTE et al., 2021). Nos centros urbanos, onde se concentra a maior parte da população, o uso intensivo dos recursos naturais, aliado à exploração inadequada, tem provocado a degradação do meio ambiente (PINHEIRO et al., 2019).

Segundo Souza DF e Nora GF (2022), a urbanização tem causado impactos negativos nos recursos hídricos, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos. A expansão urbana desordenada gera diversos problemas ambientais, incluindo a eutrofização dos sistemas aquáticos, fenômeno que ocorre principalmente em função do lançamento de esgoto sem tratamento e da liberação de resíduos agrícolas nesses ambientes (SASABUCHI et al., 2023).

Na região Amazônica, especialmente em áreas urbanas, a qualidade da água apresenta características semelhantes às observadas em outras regiões do país, uma vez que muitas cidades cresceram de forma desordenada ao longo dos rios, sem a implantação adequada de infraestrutura de saneamento básico. A ausência de coleta e tratamento de esgoto, abastecimento de água potável, manejo das águas pluviais, gestão de resíduos sólidos e serviços de limpeza urbana compromete diretamente a qualidade da água disponível (MONTE et al., 2021).

Segundo Falcão BR, Arcos LF e Costa RS (2021), o monitoramento ambiental constitui uma ferramenta essencial, pois fornece informações fundamentais sobre as condições ecológicas e sanitárias dos corpos hídricos, subsidiando ações de gestão e planejamento. O monitoramento regular de parâmetros como pH, demanda bioquímica de oxigênio e níveis de nutrientes é indispensável, considerando que riachos urbanos frequentemente apresentam elevados níveis de poluição associados às atividades antrópicas (SANI et al., 2024).

No Brasil a Resolução CONAMA nº 357/2005 estabelece diretrizes para a classificação dos corpos hídricos, os critérios para seu enquadramento e as condições e padrões para o lançamento de efluentes, classificando as águas de acordo com a qualidade necessária para seus principais usos (BRASIL, 2005).

O Igarapé Paragominas, também conhecido como igarapé Prainha, localizado no município de Paragominas, Pará, é um recurso essencial para as comunidades locais (RODRIGUES et al., 2020). Avaliar a qualidade da água do Igarapé Paragominas, por meio da análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos, é fundamental, a fim de identificar os impactos das atividades antrópicas associadas ao processo de urbanização.

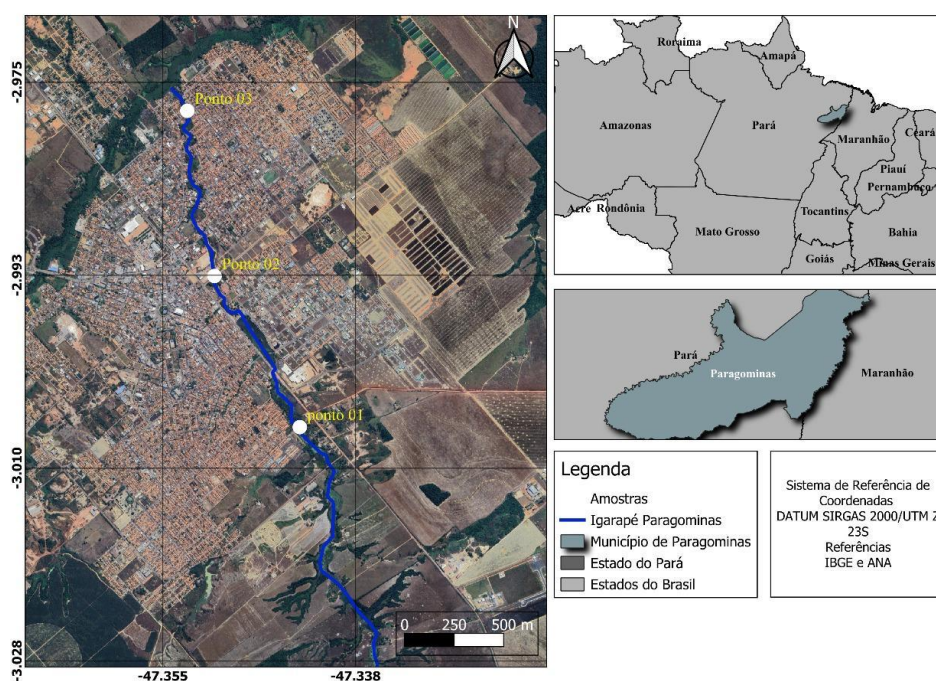
2. MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

Os dados utilizados neste estudo são de natureza primária, obtidos por meio de coletas de amostras de água superficial realizadas no Igarapé Paragominas, localizado na zona urbana

do município de Paragominas, sudeste do estado do Pará. A população do estudo corresponde à água superficial do referido curso d'água ao longo de seu trecho urbano. O estudo foi realizado no município de Paragominas (Figura 1), localizado no sudeste paraense, latitude, 2º 59'51" S, longitude, 47º 21' 13" W, município com 19.342,565 km² e 105.550 habitantes, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2022). A área em análise situa-se na zona urbana do município de Paragominas. No que se refere ao igarapé Paragominas, trata-se de um curso d'água que atravessa a região urbana do referido município.

Figura 1 – Mapa do Município de Paragominas com seus pontos de coleta ao longo do Igarapé.



Fonte: SARDINHA, MVO., SOUZA, LS., DIAS, GFM. (2026).

Foi utilizado o aplicativo GPS Waypoints para a definição e georreferenciamento dos pontos de Localização (Tabela 1). Essa ferramenta permitiu a coleta precisa de coordenadas geográficas, as quais foram utilizadas para o mapeamento e análise espacial dos dados coletados. A utilização desse recurso tecnológico garantiu a acurácia e a confiabilidade das informações georreferenciadas. Assim, os pontos de coletas foram selecionados com base na acessibilidade, na representatividade espacial do trecho urbano do igarapé e na influência de atividades antrópicas ao longo do curso d'água, buscando contemplar diferentes condições ambientais e potenciais fontes de impacto sobre a qualidade da água.

Tabela 1 – Localização geográfica (coordenadas) dos pontos de coleta no Igarapé Paragominas



Fonte: SARDINHA, MVO., SOUZA, LS., DIAS, GFM. (2026).

Para a coleta das amostras de água, foram selecionados três pontos ao longo do igarapé Paragominas, com uma distância média de 1,71 km entre cada ponto, garantindo uma distribuição espacial representativa da área de estudo (Figura 2). Para a coleta das amostras de água, foram selecionados três pontos ao longo do igarapé Paragominas, com uma distância média de 1,71 km entre cada ponto, garantindo uma distribuição espacial representativa da área de estudo (Figura 2).

5

Figura 2 – Pontos de coleta das amostras do Igarapé Paragominas

Pontos de coletas	Latitude	Longitude
Ponto 1	3°00'22" S	47°20'33" W
Ponto 2	2°59'33" S	47°21'01" W
Ponto 3	2°58'39" S	47°21'09" W

Fonte: SARDINHA, MVO., SOUZA, LS., DIAS, GFM. (2026).

As coletas foram realizadas durante o período menos chuvoso e chuvoso especificamente no mês de janeiro e abril de 2025. As condições climáticas durante a execução das coletas caracterizaram-se pela ausência de precipitação pluviométrica por um período mínimo de 24 horas antecedentes à coleta, com temperatura média de 27,5 °C e umidade relativa do ar em torno de 70%. As amostragens foram conduzidas no período matutino, com distância média de 0,5 metros da margem do rio, visando evitar a contaminação superficial das amostras.

As amostras de água foram coletadas manualmente e acondicionadas em frascos de

polietileno com capacidade de 500 mL. Os frascos foram imersos a uma profundidade de 20 cm da superfície da água, posicionados no sentido contrário à vazão do rio, e preenchidos até aproximadamente $\frac{3}{4}$ (três quartos) de sua capacidade volumétrica. Imediatamente após a coleta, os frascos foram hermeticamente fechados, devidamente identificados e armazenados em ambiente térmico controlado para preservação das amostras. A metodologia empregada na coleta seguiu rigorosamente o protocolo estabelecido pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA; CETESB, 2023).

Para cada amostra, foram determinados cinco parâmetros: Coliformes Totais (NMP/100mL), Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL), Potencial hidrogeniônico - pH, e Temperatura (C°). Para a determinação dos parâmetros, Potencial Hidrogeniônico, e Temperatura, foi utilizado uma sonda multiparâmetro portátil HANNA HI 9828.

Com o objetivo de determinar e quantificar coliformes totais e termotolerantes, foi empregada a técnica do Número Mais Provável (NMP), também denominada Método dos Tubos Múltiplos. Para a determinação do NMP, foram utilizados cinco tubos na diluição 1:1 (10 mL do meio de cultura + 10 mL da amostra). Na fase para os testes, o teste presuntivo, utilizou-se Caldo Lauril Triptose com incubação a 35°C por um período de 24 horas. Para a confirmação da presença de coliformes totais, foi utilizado o Caldo Lactosado Bile Verde Brilhante (CLBVB), também incubado a 35°C por 24/48 horas. Já para a detecção de coliformes termotolerantes, empregou-se o caldo Escherichia coli (EC), com incubação a 44,5°C por 24 horas. A identificação da presença de coliformes foi realizada por meio da observação de turvação do meio de cultura e da formação de gás nos tubos de Durham, indicativos de atividade metabólica característica desse grupo bacteriano (FUNASA, 2013).

O presente estudo não envolveu seres humanos nem animais, tratando-se exclusivamente de análises ambientais de água superficial. Dessa forma, não foi necessária a submissão a um Comitê de Ética em Pesquisa, sendo as atividades realizadas mediante autorização institucional e em conformidade com a legislação ambiental vigente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

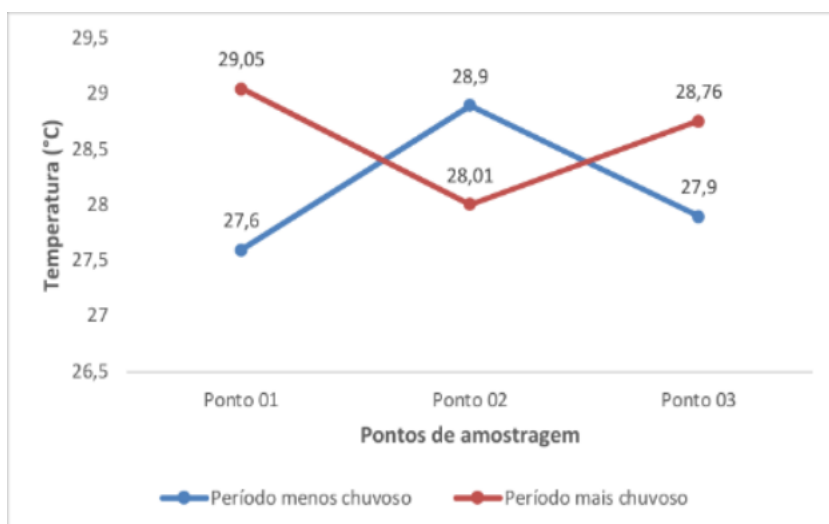
3.1 Temperatura

Embora a legislação brasileira não inclua a temperatura como um dos parâmetros básicos de qualidade da água, a temperatura da água influencia diretamente suas características

físicas, químicas e microbiológicas, como a solubilidade de oxigênio, a atividade biológica e as reações químicas (Monteiro *et al.*, 2017).

O aquecimento global e as mudanças climáticas têm um impacto significativo na temperatura dos corpos d'água (Dia & Matos, 2023). A temperatura da água é um fator determinante para a saúde do ambiente aquático, pois influencia diretamente a vida de diversas espécies e equilíbrio ecológico. No período menos chuvoso, as temperaturas apresentaram maior variabilidade entre os pontos amostrados. No ponto 01, a média registrada foi de 27,6 °C, aumentando para 28,9 °C no ponto 02, seguida de uma redução para 27,9 °C no ponto 03 (Figura 04).

Figura 4 – Gráfico da temperatura da água (°C), coletada no período menos chuvoso e mais chuvoso dos pontos de amostragem no Igarapé Paragominas.



Fonte: SARDINHA, MVO., SOUZA, LS., DIAS, GFM. (2026).

Com base nos resultados obtidos, sugere-se que o aumento da temperatura na região está diretamente associado a impactos antrópicos decorrentes das atividades desenvolvidas no município. Dentre esses impactos, destacam-se o lançamento de efluentes domésticos e sanitários, o desmatamento progressivo e a expansão de habitações às margens do rio.

Essa hipótese encontra respaldo no estudo de (Muluneh *et al.*, 2017), os quais, ao investigarem os efeitos do desmatamento de longo prazo e das florestas remanescentes sobre o regime de precipitação, constataram que tais intervenções humanas exercem influência significativa não apenas na temperatura local, mas também no ciclo hidrológico e climáticas na região.

3.2 Potencial Hidrogeniônico

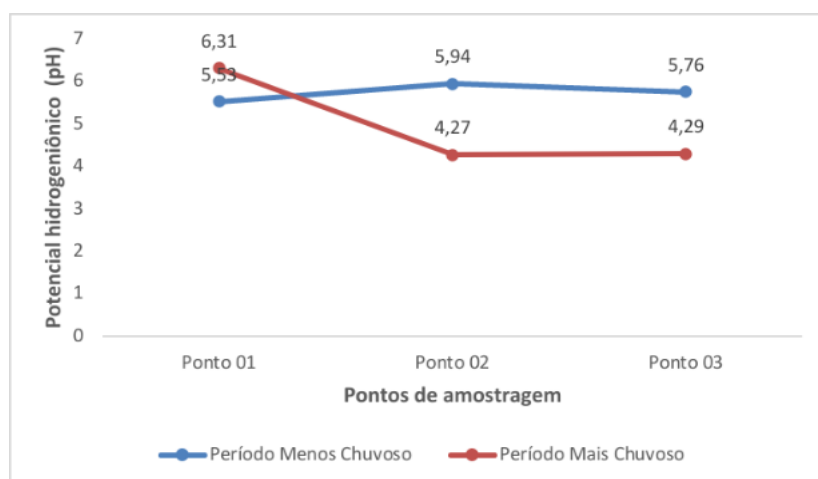
O pH é um indicador fundamental da qualidade da água, refletindo seu grau de acidez ou alcalinidade (Leite et al., 2022). Processos naturais, como a dissolução de minerais presentes nas rochas e a atividade fotossintética de organismos aquáticos, bem como intervenções antrópicas, a exemplo do despejo de efluentes domésticos e industriais, podem alterar significativamente os valores de pH dos corpos hídricos (Piratoba et al., 2017).

A avaliação dos dados de pH da água do Igarapé Paragominas revelou padrões distintos entre os períodos menos e mais chuvosos, refletindo a influência da sazonalidade sobre a qualidade dos recursos hídricos. No período menos chuvoso, observou-se uma relativa estabilidade nos valores de pH entre os pontos amostrados, variando entre 5,53 e 5,94, caracterizando uma condição de leve acidez.

A Resolução CONAMA 357/05 estabelece que, para corpos de água doce, o pH deve variar entre 6,0 e 9,0. O padrão de pH ácido observado é uma característica marcante dos rios amazônicos, sendo atribuído a fatores naturais intrínsecos ao ecossistema. Entre esses fatores, destaca-se a presença de ácidos orgânicos, como ácidos húmicos e fúlvicos, provenientes da decomposição da matéria vegetal em solos hidro mórficos e da liteira florestal (Monte et al., 2021).

Durante o período mais chuvoso, o comportamento do pH sofreu alterações expressivas. O Ponto 01 apresentou um pH de 6,31, próximo à neutralidade, seguido de uma queda abrupta nos Pontos 02 e 03, com valores de 4,27 e 4,29, respectivamente (Figura 5).

Figura 5 – Gráfico do potencial hidrogeniônico – pH da água, coletada no período menos chuvoso e mais chuvoso dos pontos de amostragem distribuídos no Igarapé Paragominas.



Fonte: SARDINHA, MVO., SOUZA, LS., DIAS, GFM. (2026).

Quando o pH da água começa a apresentar alterações em relação às suas características naturais, os ciclos biogeoquímicos são impactados, afetando também a comunidade aquática (Falcão; Arcos; Costa, 2021). Segundo Wasserman (2019), o pH é um dos parâmetros fundamentais para o planejamento de projetos de tratamento de água na Amazônia e o controle de eletrólitos e ácidos orgânicos presentes na solução.

Pesquisas realizadas em um manancial localizado em Belém-PA evidenciaram que valores de pH ácido podem interferir negativamente nas taxas de crescimento de microorganismos aquáticos, enquanto pH mais elevado está frequentemente associado à intensificação da proliferação de algas nos corpos d'água (Vasconcelos *et al.*, 2011). A redução evidencia um aumento da acidez da água a jusante, possivelmente associado ao aporte de matéria orgânica, sedimentos e compostos ácidos provenientes da drenagem superficial intensificada pelas chuvas (Jewiss *et al.*, 2020).

3.3 Coliformes Totais

Os coliformes totais englobam uma ampla variedade de microrganismos, o que significa que sua presença na água pode ter origens diversas, incluindo fontes não relacionadas à contaminação fecal (MONTE *et al.*, 2021).

Os resultados obtidos na análise das amostras coletadas no Igarapé Paragominas detectaram a presença de bactérias nas 24 horas do ensaio presuntivo, conduzindo o ensaio até o confirmativo que apresentou resultados positivos para bactérias do grupo coliformes totais em 100% das amostras analisadas dos três pontos de coleta, tanto no período menos chuvoso e mais chuvoso.

Apesar das variações nas condições climáticas entre os períodos menos e mais chuvosos, os resultados obtidos indicaram que os valores de coliformes totais permaneceram constantes em todos os pontos de amostragem, com concentração de 16 NMP/100 mL. Esse dado sugere uma estabilidade na carga microbiana presente na água, independentemente do regime pluviométrico, o que pode estar relacionado a fontes contínuas de contaminação ou à baixa capacidade de diluição do corpo hídrico analisado.

3.4 Coliformes Termotolerantes

Os coliformes termotolerantes pertencem ao mesmo grupo conceitual dos coliformes totais, porém distinguem-se por sua capacidade de fermentar a lactose com produção de gás em

24 horas, sob temperaturas elevadas, entre 44,5 °C e 45,5 °C, tendo como principal representante a *Escherichia coli*, de origem fecal de animais de sangue quente (FUNASA, 2013), e a água atua como meio de transporte e dispersão de agentes patogênicos e substâncias contaminantes (ALVES et al., 2021).

Durante o período de menor índice pluviométrico, os pontos de amostragem 01 e 02 apresentaram concentrações estáveis de coliformes termotolerantes, com valores de >16 NMP/100 mL. Em contrapartida, o ponto 03 registrou uma diminuição nos níveis desses microrganismos, atingindo 9,2 NMP/100 mL. O aumento da urbanização e a infraestrutura insuficiente de esgoto são os principais contribuintes para maiores cargas de coliformes termotolerantes (GARBOSSA et al., 2016).

Já no período caracterizado por maior ocorrência de chuvas, foi observada a manutenção dos valores máximos de coliformes termotolerantes (>16 NMP/100 mL) em todos os pontos analisados. Esses resultados sugerem uma possível influência do aumento do escoamento superficial ou do carreamento de matéria orgânica durante as chuvas, contribuindo para a uniformização e elevação das concentrações microbianas ao longo do corpo hídrico.

Estudos indicam que as estruturas da comunidade bacteriana podem variar sazonalmente, com mudanças distintas observadas entre o verão e o inverno, afetando a abundância geral de coliformes termotolerantes (SALAMI et al., 2025; PARUCH et al., 2020).

O aumento das chuvas geralmente leva à diluição de contaminantes, resultando em menores concentrações de coliformes termotolerantes em algumas áreas. No entanto, chuvas fortes também podem levar poluentes para os corpos d'água, levando a picos nos níveis de coliformes como se observa na figura 7 (FANG et al., 2018). Temperaturas mais altas da água durante a estação chuvosa podem promover o crescimento de bactérias coliformes, potencialmente levando a contagens mais altas em certas condições (REITTER et al., 2021).

Além disso, dificuldades operacionais no sistema de abastecimento público contribuem para o acúmulo de matéria orgânica nas tubulações de distribuição. Esse acúmulo oferece um meio propício à proliferação bacteriana, uma vez que fornece nutrientes essenciais para o desenvolvimento desses microrganismos (CACHAPA et al., 2021).

Assim, a combinação entre o lançamento inadequado de efluentes, a insuficiência da infraestrutura de esgotamento sanitário e falhas na rede de abastecimento compromete de maneira significativa a qualidade microbiológica da água disponibilizada à população. Tal cenário reforça a necessidade urgente de investimentos em saneamento básico, bem como no

monitoramento contínuo da qualidade do leite do rio, visando a proteção da saúde pública e a preservação ambiental (MELO et al. 2020).

4. CONCLUSÃO

O presente estudo permitiu avaliar a qualidade da água do Igarapé Paragominas por meio da análise de parâmetros físicos (temperatura), químicos (pH) e microbiológicos (coliformes totais e termotolerantes), com base nos critérios estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Os resultados indicaram que a água apresenta sinais evidentes de degradação ambiental, especialmente pela presença persistente de coliformes, tanto em períodos menos chuvosos quanto mais chuvosos, além de alterações nos valores de pH, com tendência à acidificação em determinados pontos.

A presença contínua de coliformes indica possível contaminação fecal e revela a ausência de Tratamento adequado de efluentes domésticos, agravada pela expansão urbana desordenada, pela falta de Infraestrutura de saneamento básico e pela ocupação irregular das margens do igarapé. A elevação da temperatura da água também sugere a influência de impactos antrópicos, como o desmatamento e a Impermeabilização do solo, afetando o equilíbrio térmico e a dinâmica ecológica do corpo hídrico.

Embora os dados obtidos neste estudo sejam fundamentais para um diagnóstico preliminar da situação ambiental da microbacia, destaca-se a necessidade de aprofundamento em futuros trabalhos, investigações adicionais poderão incluir a análise de outros parâmetros físico-químicos, como oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), nutrientes (como nitrogênio e fósforo), metais pesados e pesticidas, além do uso de bioindicadores que permitam avaliar o impacto sobre a biota aquática. Estudos sobre a percepção da população local quanto ao uso da água e suas práticas de descarte de resíduos também são relevantes, assim como modelagens hidrológicas para compreender melhor os fluxos de contaminação.

Portanto, os dados aqui apresentados representam uma importante base inicial para a elaboração de políticas públicas voltadas à gestão sustentável dos recursos hídricos da região, melhoria da qualidade de vida da população, planejamento urbano e preservação ambiental, além de alertar para a urgente necessidade de ações voltadas à recuperação e proteção dos recursos hídricos no município de Paragominas. Reforça-se a importância do monitoramento contínuo da qualidade da água como ferramenta essencial para a gestão ambiental eficaz.

5. AGRADECIMENTOS E FINANCIAMENTO

Agradecimentos Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, (Processo: 172395/2024-0), pela concessão das bolsas do primeiro e segundo autor, durante o período de desenvolvimento deste projeto de pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVES MHD, et al. Saneamento e qualidade da água de consumo: Comunidade do Segredinho, Amazônia, Pará. *Nature and Conservation*, 2021; 14(2): 100-110.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS; COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. 2. Ed. Brasília: ANA; São Paulo: CETESB, 2023.

BORDALLO SU, et al. Water quality of the small river Smell Wood and the process of urbanization of the municipality of Igarapé-Açu/PA. *ITEGAM-JETIA*, 2017; 3(9): 56-62.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução nº 357, de 15 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional. Brasília: CONAMA, 2005.

CACHAPA AF, JACINTO ICA, CAMUNDA BM. Coliformes totais e fecais em águas da rede pública da comuna do Forte Santa Rita. *Revista Angolana de Ciências*, 2021; 3(1): 170-188.

CARNAÚBA RF, et al. Análise dos parâmetros de coliformes totais e fecais em areia de praias urbanas de Maceió, Alagoas, Brasil. *Brazilian Journal of Development*, 2021; 7(12): 115825-115848.

DAW R, GIRARDI G, RIVA S. From greening to meaning: Understanding the content of Catholic attitudes towards the ecological crisis. *Sustainability*, 2023; 15(4).

DIA R, MATOS F. Impactos das mudanças climáticas nos cursos hídricos: desafios e lições para a humanidade. *Revista Sociedade Científica*, 2023; 6(1): 1571-1603.

FALCÃO MMS, ARCOS NA, COSTA FS. Avaliação da qualidade ambiental dos recursos hídricos ao longo do rio Preto da Eva, Amazonas, Brasil. *Research, Society and Development*, 2021; 10(15): e107101522560.

FANG H, et al. Effect of rainfall on the microbial water quality of a tropical urban catchment. *Journal of Environmental Quality*, 2018; 47(5): 1242-1248.

FERNÁNDEZ CMF, et al. Multitemporal total coliforms and *Escherichia coli* analysis in the middle Bogotá River basin, 2007–2019. *Sustainability*, 2022; 14(3).

FRAGA MS, et al. Avaliação da qualidade das águas superficiais na circunscrição hidrográfica do rio Piranga utilizando análise estatística multivariada e não paramétrica. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2021; 14(2): 694-710.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Manual prático de análise de água. 4. Ed. Brasília: FUNASA, 2013.

GANASSIN MJM, et al. Urbanization affects the diet and feeding selectivity of the invasive guppy *Poecilia reticulata*. *Ecology of Freshwater Fish*, 2020; 29(2): 252-265.

GARBOSSA LHP, et al. Thermotolerant coliform loadings to coastal areas of Santa Catarina evidence the effect of growing urbanisation and insufficient sewerage infrastructure. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2016; 189: 27.

GEMEDA ST, et al. The importance of water quality in classifying basic water services: the case of Ethiopia, SDG 6.1, and safe drinking water. *PLoS One*, 2021; 16(8): e0248944.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo demográfico 2022. Rio de Janeiro: IBGE, 2022.

JEWISS C, et al. Dilution processes of rainfall-enhanced acid mine drainage discharges from historic underground coal mines. *Environmental Earth Sciences*, 2020; 39: 27-41.

LEITE AC, et al. Evolução temporal e variação sazonal das condições de balneabilidade no Lago de Furnas, Minas Gerais, Brasil. *GEOgrafias*, 2022; 18(1).

MELO SG, et al. Qualidade da água de córregos sob influência da ocupação antrópica: o caso das águas urbanas e periurbanas de Santarém, Pará. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 2020; 11(7): 569-576.

MONTE CN, et al. A influência antrópica na qualidade da água do rio Tapajós, na cidade de Santarém, Pará. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2021; 14(6): 3695-3710.

MONTEIRO L, et al. Integrating water temperature in chlorine decay modelling: a case study. *Urban Water Journal*, 2017; 14(10): 1097-1101.

MULUNEH A, et al. Effects of long-term deforestation and remnant forests on rainfall and temperature in the Central Rift Valley of Ethiopia. *Forest Ecosystems*, 2017; 4: 23.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável. Nova York: ONU, 2015.

PARUCH L, et al. Seasonal dynamics of lotic bacterial communities assessed by 16S rRNA gene amplicon sequencing. *Scientific Reports*, 2020; 10.

PIRATOBÁ AR, et al. Caracterização de parâmetros de qualidade da água na área portuária de Barcarena, Pará, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, 2017; 12(3).

PEREIRA SN, NORA GDO. O processo de urbanização do córrego da Prainha, Cuiabá, MT. *Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia*, 2022; 13: 57-77.

PINHEIRO DC, et al. Índice de estado trófico e a proveniência do fósforo e clorofila-a em uma microbacia amazônica. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 2019; 10(5): 89-100.

REITTER C, et al. Seasonal dynamics in the number and composition of coliform bacteria in drinking water reservoirs. *Science of the Total Environment*, 2021; 787: 147539.

RODRIGUES RSS, et al. Efeitos de um evento extremo de chuva no escoamento superficial em uma pequena bacia hidrográfica rural da Amazônia. *Revista Brasileira de Climatologia*, 2020; 26(16): 368-392.

SALAMI R, et al. Seasonal dynamics of the bacterial community in Lake Urmia, a hypersaline ecosystem. *Biology*, 2025; 14: 75.

SANI Z, et al. Desenvolvendo uma abordagem para equilibrar o uso da água e proteger a qualidade da água em um ecossistema fluvial urbano. *Physics and Chemistry of the Earth*, s.d.; 136: 103687.

SASABUCHI ITM, et al. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma revisão bibliográfica com foco na situação atual do estado de São Paulo, Brasil. *Química Nova*, 2023; 46(2): 185-198.

VASCONCELOS VMM, SOUZA CF. Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, Pará, Brasil. *Ambiente & Água*, 2011; 6(2): 305-324.

VALENTINI MHK, et al. Análise da qualidade da água da Lagoa Mirim através do IQA e de métodos estatísticos. *Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais*, 2021; 12(1): 375-384.

WASSERMAN JC, et al. Spatial distribution of water quality in the Amazonian region: implications for drinking water treatment. *Journal of Water and Health*, 2019; 17(4): 749-761.