

## AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL EM UMA COMUNIDADE RIBEIRINHA DA REGIÃO AMAZÔNICA

Laís. L. da C. Nunes<sup>1</sup>; Isabela. D. Lopes<sup>1</sup>; Jean S. Siqueira<sup>1</sup>; Meuris G. C. da Silva<sup>2</sup>; Melissa G. A. Vieira<sup>2</sup>; Samira M. L. de Carvalho<sup>1</sup>.

*1 Faculdade de Engenharia Química, Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém, Brasil.*

*2 Faculdade de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, Brasil.*

**Palavras-Chave:** Qualidade da água, Comunidade ribeirinha, Água superficial.

### 1 Introdução

A água cobre aproximadamente três quartos da superfície terrestre e ocupa um volume total de 1.386 milhões de km<sup>2</sup>, sendo composta por oceanos, rios, lagos, geleiras, calotas polares, pântanos e áreas alagadas. Em contrapartida, apenas 2,5% desse total corresponde a água doce, enquanto 97,5% são inadequados para consumo humano e somente 0,3% encontram-se acessível e constituem os corpos d'água superficiais e subterrâneos (Alves *et al.* 2019; Tubbs Filho *et al.* 2024). A falta de planejamento na ocupação do solo, combinada com a ausência de práticas conservacionistas e ações humanas inadequadas, resulta em alterações na qualidade da água. Estudos mostram que a urbanização das bacias hidrográficas causa impactos ambientais adversos, como erosão e sedimentação nos corpos d'água, exacerbados pela impermeabilização do solo (Oliveira *et al.*, 2023; Dechen *et al.*, 2015).

Na Amazônia brasileira estima-se que a disponibilidade hídrica superficial seja de aproximadamente 78.600 m<sup>3</sup>/s, representando 30% da vazão média global, sendo que 65.617 m<sup>3</sup>/s correspondem à contribuição da bacia amazônica (IBGE, 2020). No entanto, a crescente urbanização, atividades humanas inadequadas e a ausência de saneamento básico têm impactado negativamente a qualidade das águas superficiais, afetando a saúde pública e o equilíbrio ecológico.

As ilhas localizadas no município de Belém, Pará, integram um ecossistema que depende diretamente da qualidade das águas superficiais, sendo estas utilizadas para atividades humanas e econômicas. Apesar da sua importância ecológica e social, as águas dessas localidades estão sujeitas à contaminação por poluentes orgânicos e inorgânicos, como esgoto doméstico, o que tem gerado problemas de saúde na população local, como doenças gastrointestinais recorrentes.

O presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade da água superficial de uma comunidade ribeirinha, localizada na região metropolitana de Belém (RMB). A localidade sofre influência direta dos rios e durante os meses de dezembro a abril ocorrem constantes inundações, daí então a caracterização do solo de várzea. A água da captação direta é utilizada nas atividades humanas, geralmente depois da adição de uma substância química como hipoclorito de sódio. A localidade não possui água potável, energia sustentável e saneamento básico.

### 2 Material e Métodos

A região ribeirinha, local de estudo, está localizada próxima à desembocadura do Rio Guamá, na Baía do Guajará (coordenadas são 1° 25' S e 48° 25' W), integra um importante conglomerado insular em Belém. A ilha, que é a quarta maior de Belém, fica a 1,5 km ao sul

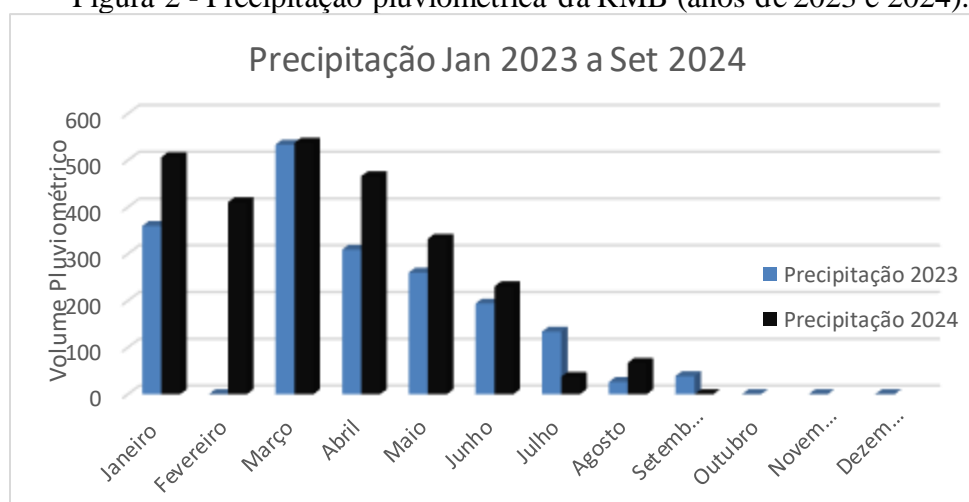
da cidade e é delimitada ao norte pelo Rio Guamá, ao sul pelo Furo São Benedito, a leste pelo Furo da Paciência e a oeste pela Baía do Guajará (Barbosa *et al.* 2020).

As amostras foram coletadas levando em consideração a variação sazonal da precipitação na região, com coletas realizadas em fevereiro/março (período chuvoso), abril/maio, e julho/setembro de 2024 (verão amazônico), Figura 2, bem como as diferenças nas marés (baixa-mar e preamar). As coletas foram realizadas em cinco pontos, conforme as coordenadas georreferenciadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Coordenadas geográfica

Pontos de amostragem	Descrição referencial	Coordenadas Geográficas (GPS)
P1	Foz do rio (Preamar)	-1.489349, -48.461943
P2	Foz do rio (Baixa-mar)	-1.489349, -48.461943
P3	Comunidade ribeirinha (Baixa-mar)	-1.499373, -48.461440
P4	Comunidade ribeirinha (Preamar)	-1.500677, -48.461380
P5	Próximo à foz do rio. (Preamar)	-1.489349, -48.461943

Figura 2 - Precipitação pluviométrica da RMB (anos de 2023 e 2024).



As amostras foram coletadas em frascos apropriados e preservadas seguindo as recomendações estabelecidas na norma NBR 9898 (ABNT 1998). Estas foram transportadas para o laboratório, em caixas térmicas refrigeradas e foram analisadas. Os parâmetros analisados e as metodologias analíticas utilizadas são mostradas na Tabela 3. As metodologias analíticas utilizadas foram de acordo com as recomendações do *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater*. (APHA, 2023).

Tabela 3 - Parâmetros Físico-químicos

Parâmetro	Unidade	Método
Temperatura (T)	(°C)	SMEWW, 24ª Ed. 2550 B
pH	(U)	SMEWW, 24ª Ed. 4500-H+B
Salinidade	(PSU)	SMEWW, 24ª Ed. 2520 B
Oxigênio dissolvido (OD)	(mg/L)	SMEWW, 24ª Ed. 4500-O G
Turbidez	(UNT)	SMEWW, 24ª Ed. 2130 B
Cor aparente	(PCU)	SMEWW, 24ª Ed. 2120
Cor real	(PCU)	SMEWW, 24ª Ed. 2120

Alcalinidade total (AT)	(mg/L de CaCO <sub>3</sub> )	SMEWW, 24ª Ed. 2320 B
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	(mg/L)	SMEWW, 24ª Ed. Ed. 5210 B
Coliformes totais	(NMP.100/mL)	SMEWW, 24ª Ed.9221 D
Coliformes termotolerantes	(NMP.100/mL)	SMEWW, 24ª Ed. 9223 B
Sólidos Totais (ST)	(mg/L)	
Sólidos Dissolvidos Totais(SDT)	SDT (mg.L <sup>-1</sup> )	SMEWW, 24ª Ed. 2510 A

### 3 Resultados e Discussão

**Temperatura:** A temperatura nos pontos P1 e P2, com valores de 27,3 °C e 27,2 °C, respectivamente, apresenta variação mínima de 0,1 °C, indicando homogeneidade na preamar e baixa-mar durante o período chuvoso. O fluxo contínuo de água de diversas fontes, como afluentes e rios pode introduzir água mais fria, distribuindo o calor e uniformizando a temperatura entre os pontos (Peixoto et al., 2020). O ponto P4 registrou a maior temperatura (30,5 °C) e o ponto P3 a menor (29,0 °C), com uma diferença de 1,5 °C. Esses valores mais altos ocorreram no verão amazônico em Igarapés, onde o movimento da água é menor (Marques et al., 2020). A Resolução CONAMA nº 357/2005, não define um valor específico para a temperatura da água, mas estabelece que a variação não deve exceder 3°C em relação à sua condição natural. (Brasil, 2005).

A Tabela 4 são mostrados os resultados dos parâmetros analisados.

Parâmetro	Unidade	Ponto de coleta				
		P1	P2	P3	P4	P5
		Preamar (chuvoso)	Baixa-mar (chuvoso)	Baixa-mar (verão Amaz.)	Preamar (verão Amaz.)	Preamar (verão Amaz.)
Temperatura (T)	(°C)	27,3	27,2	29,0	30,5	30,0
pH	(U)	6,1	6,5	5,8	6,2	6,6
Salinidade	(PSU)	0,1	0,02	0,02	0,4	0,03
Oxigênio dissolvido (OD)	(mg/L)	5,5	5,4	5,6	5,1	6,6
Turbidez	(UNT)	-	37,45	110,4	49,35	41,7
Cor aparente	(PCU)	>100	> 100	> 100	> 100	> 100
Cor real	(PCU)	40	85	60	70	> 100
Alcalinidade total (AT)	(mg/L de CaCO <sub>3</sub> )	22,0	13	7,50	7,50	5,50
Demanda bioquímica de oxigênio (DBO)	(mg/L)	40	118	10	5	-
Coliformes totais	(NMP.100/mL)	Ausência	Ausência	202,5	189,5	140,4
Coliformes termotolerantes	(NMP.100/mL)	Ausência	Ausência	202,5	189,5	140,4
Sólidos Totais (ST)	(mg/L)	125	65	162	211	-
Sólidos Dissolvidos Totais(SDT)	SDT (mg/L)	8	110	72	89	-

**pH:** no período de baixa-mar na estiagem, no ponto P3 o valor de pH foi de (5,8) mais ácido, em comparação ao valor apresentados P1, (6,1), P2, (6,5) P4(6,2), P5 (6,6) que não aprestaram uma grade varrição entre eles memo considerando a sazonalidade e o tipo de maré (premar ou

baixa-mar). A baixa-mar em um período seco pode reduzir a diluição de compostos orgânicos e minerais que podem tornar a água mais ácida com uma alcalinidade mais baixa (Peixoto *et al.* (2016); Santos *et al.* 2021). o pH dos cursos d'água superficiais costuma variar entre 6 e 9. Valores muito ácidos ou alcalinos indicam possíveis lançamentos de efluentes a decomposição de matéria orgânica. (Esteves, 2011). Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005), os valores limites de pH podem variar entre (6,0 a 9,5). Que está presente na (Tabela 3,1) com exceção do ponto P3 ficaram dentro dos valores estimados.

**Salinidade:** durante o período chuvoso no ponto P1(0,1 PSU) (*Practical Scale Salinity*) é relativamente baixa, devido à influência da preamar (alta diluição). A salinidade em P3 é idêntica à de P2 (0,02 PSU), apesar do tipo de maré (baixa-mar) e a diferente a sazonalidade entre esses pontos. O ponto P4 apresentou o maior valor de salinidade (0,4 PSU) entre todos os pontos durante a preamar. Segundo Ferreira *et al.*, (2023), as altas temperaturas e longo período sem chuva e fatores como lixiviação, evaporação e variações ambientais da região afetam a salinidade, Em P5, o valor de salinidade é mais baixo (0,03 PSU), mesmo havendo uma variação entre esses pontos dando destaque ao ponto máximo P4 ainda atende as diretrizes da Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005), cujo valor limite é de 0,5 g/L.

**Oxigênio dissolvido:** Os valores de OD em P1, P2, P3 e P4 (5,5, 5,4, 5,6, 5,1 mg/L) apresentam pouca variação e estão dentro da faixa aceitável, indicando níveis adequados para a vida aquática (Gomes *et al.*, 2014). O período chuvoso e a preamar favorecem maior circulação de água e aumento de OD em P1 e P2. P3 apresenta o menor OD devido à estagnação durante a baixa-mar. O P4, com OD de 6,6 mg/L, é beneficiado pela renovação de água na preamar. Todos os valores atendem ao limite de 5,0 mg/L para corpos de classe 2, conforme a Resolução CONAMA nº 357/2005 (Brasil, 2005).

**Turbidez:** no ponto P2, a turbidez é moderada. No ponto P3 foi medido o maior valor de turbidez (110,4 UNT). Durante o período de verão amazônico e baixa-mar, há pouca renovação de água e acúmulo de sedimentos, o que eleva a turbidez. O valor de turbidez em P4 é moderado (49,35 UNT) durante a preamar no período (verão amazônico). No entanto, devido o baixo índice de precipitação, ainda há partículas em suspensão que aumentam a turbidez em comparação com os valores observados em P2. Em P5, a turbidez é um pouco menor (41,7 UNT), devido a alta diluição da preamar. O valor limite de turbidez é  $\leq 100$  NTU (Brasil, 2005).

**Cor real e Cor aparente:** no ponto P1 o valor foi de 40 PCU (período chuvoso e preamar), que ajudam a reduzir a cor visível; no ponto P2 o valor foi de 85 PCU a cor aumenta devido à concentração de substâncias na baixa-mar, mesmo em período chuvoso. A cor é influenciada pelo período chuvoso ou menos chuvoso (verão amazônico) e pelo regime de marés. A cor real, que mede apenas as substâncias dissolvidas, apresentou um valor máximo de 85 uH durante a preamar e 40 uH durante a baixa-mar. Segundo a Resolução CONAMA 357/2005, para águas doces de classe 2, o valor máximo permitido é de 100 uH. Portanto, o valor de 75 uH durante preamar está acima do permitido.

**Alcalinidade total:** A alcalinidade no ponto P1 (22,0 mg/L) foi a mais alta, sendo mantida pela preamar e período chuvoso, favorecendo a estabilidade do pH. O ponto P2 (13,0 mg/L) mostrou

uma alcalinidade mais baixa, mesmo durante a baixa-mar mesmo no período chuvoso. P3, P4 e P5 apresentaram os menores valores (7,50 e 5,50 mg/L), especialmente no período seco. Embora a CONAMA não defina valores para alcalinidade, esses níveis baixos indicam baixa capacidade de neutralização de ácidos, tornando o corpo d'água suscetível a variações de pH. Isso facilita a proliferação de organismos indesejáveis, como E. coli e coliformes fecais, sinalizando possível contaminação por esgoto (Carvalho et al., 2023; Santos et al., 2023).

**Demanda Bioquímica de Oxigênio:** ponto P2, o valor mais alto de DBO (118 mg/L) indica um elevado nível de matéria orgânica, sugerindo poluição. Em contraste, P1, P3 e P4 apresentaram valores mais baixos (40 mg/L, 10 mg/L e 5 mg/L), refletindo menor quantidade de matéria orgânica em decomposição. A DBO representa a matéria orgânica degradável por micro-organismos. A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece limites para a DBO em corpos d'água, visando proteger a biodiversidade. Para águas de classe 1, a DBO não pode exceder 5 mg/L (Brasil, 2005).

**Coliformes totais e Coliformes termotolerante:** nos pontos P3, P4 e P5 foram determinados valores de coliformes totais e termotolerantes de (202,5, 140,4 e 189,5 NMP/100 mL, respectivamente), próximo a localidade ribeirinha sugerindo uma contaminação significativa por esgoto ou outras fontes de poluição fecal. Nos pontos P1 e P2 os resultados de Coliformes totais e termotolerantes foram “Ausência”. De acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (Brasil, 2005), o limite permitido para coliformes fecais e termotolerantes em águas de classe 2 é de 200 NMP/100 ml. Os resultados obtidos no ponto de monitoramento P3 mostram valores que ultrapassaram esse limite, indicando uma clara contaminação por resíduos fecais.

**Sólidos Totais e Sólidos em Suspensão Totais:** O ponto P4 apresentou o maior valor de ST (211 mg/L), enquanto P2 teve o menor (65 mg/L), indicando menor concentração de ST nesse local. O ambiente lântico e vegetação densa em P4 favoreceram o acúmulo de sólidos. Ele é fundamental para avaliar a qualidade da água, especialmente em sistemas de tratamento e em corpos hídricos (Hasan et al., 2019). Os SST variaram de 8 mg/L (P1), com baixa turbidez e maior clareza da água, a 110 mg/L (P2), indicando alta turbidez, o que pode interferir na desinfecção e qualidade estética da água.

#### 4. Conclusão

A qualidade da água na região ribeirinha com os resultados obtidos no monitoramento revela problemas significativos relacionados à contaminação fecal e à deterioração da qualidade da água devido a fatores antrópicos, como a descarga de esgoto doméstico sem tratamento adequado e a falta de infraestrutura de saneamento básico. A extrapolação de valores limites estabelecidos para coliformes fecais e termotolerantes nos pontos de monitoramento, especialmente no ponto P3, indica uma clara associação entre a poluição difusa e o lançamento irregular de esgoto doméstico, o que compromete a segurança do corpo hídrico para uso recreativo e a saúde dos ribeirinhos. Além disso, a baixa alcalinidade observada, juntamente com a alta turbidez e elevadas concentrações de sólidos suspensos, torna o corpo hídrico mais suscetível a flutuações de pH e à proliferação de microrganismos.

Esses resultados reforçam a necessidade de ações urgentes de controle da poluição das águas superficiais no local de estudos, incluindo a implementação de sistemas de saneamento

adequados e a preservação das áreas de vegetação nativa, de modo a garantir a qualidade dos recursos hídricos e a saúde da população ribeirinha.

## 5. Agradecimentos

À FAPESPA (Fundação Amazônia de Amparo a Estudos e Pesquisas) e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo apoio financeiro a esta pesquisa.

## 6. Referências

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6023: Informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro: ABNT, 1998.

ALVES, F. L.; SANTOS, P. A.; SILVA, J. B. Impacto de efluentes industriais na qualidade da água. *Revista Brasileira de Engenharia Ambiental*, v. 20, n. 4, p. 302-310, 2019.

BARBOSA, A. D. M.; FRANCO, I. M.; MARTORANO, L. G.; TOURNE, D. C. M. Arquitetura vernacular sustentável em área legalmente protegida, 2020.

CARVALHO, Lara de Oliveira; SOARES, Fernando Mauro Pereira; SILVA, D. L.; MENDONÇA, Ian Novaes. Monitoramento da *Escherichia coli* como parâmetro de avaliação da qualidade da areia de três praias urbanas de Itacaré, Bahia, Brasil. *Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde*, 2023.

CONAMA – 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 seu enquadramento. *Diário Oficial da União*, Brasília, 2005.

DECHEN, S. C. F.; TELLES, T. S.; GUIMARÃES, M. F.; MARIA, I. C. Perdas e custos associados à erosão hídrica em função de taxas de cobertura do solo. *Bragantia*, v. 74, n. 2, p. 224-233, 2015. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.0363>.

FERREIRA, Naiane da Silva. Salinidade da Água Superficial no Córrego Grotão, Distrito de Bielândia, Município de Filadélfia (TO). 2023.

GOMES, LUANA MIRTES DE FREITAS. Influência espacial e temporal na qualidade físico-química da água de três açudes da cidade de Caraúbas-RN. 2014.

HASAN, Camila; FEITOSA, Anny Kariny; DE ALMEIDA, MARIA CRISTINA. Produção de biogás a partir de resíduos agroindustriais: Análise dos teores de sólidos totais, voláteis e fixos em amostras pré e pós digestão anaeróbia. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 8, n. 1, p. 257-273, 2019.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Indicadores sociais municipais: uma análise dos resultados do universo do censo demográfico 2010. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

OLIVEIRA, Gilmar Maureline Teles da Silva de et al. Avaliação da concentração de nutrientes, metais pesados e hidrocarbonetos policíclicos aromáticos nos sedimentos de fundo do lago água preta (Belém-Pará). Tese de Doutorado. Ufra-Campus Belém, 2023.

RICE, E. W.; BAIRD, R. B.; EATON, A. D. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation, ed. 24, p. 277, 2020.

SANTOS, J.; COSTA, M.; SILVA, J. A contribuição da formação Barreiras como fonte dos sedimentos dos manguezais e de fundo do Rio Marapanim na região de Marapanim (PA) com base na assinatura de minerais pesados. 2021.

SANTOS, S. S. et al. Análise físico-química e microbiológica das águas estuarinas da APA Planície Costeira do Guaibim, Baixo Sul da Bahia, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 2023.



63º Congresso Brasileiro de Química  
05 a 08 de novembro de 2024  
Salvador - BA

TUBBS FILHO, Decio; SCHUELER, Adriana; PEREIRA, Sueli Yochinaga. Uso social das águas subterrâneas em áreas periurbanas: O estudo de caso da bacia hidrográfica do rio Guandú, Região Oeste Metropolitana do Rio de Janeiro, Brasil. 2024. ALVES, F. L.; SANTOS, P. A.; SILVA, J. B. Impacto de efluentes industriais na qualidade da água. Revista Brasileira de Engenharia Ambiental, v. 20, n. 4, p. 302-310, 2019.