

XXVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS

AVALIAÇÃO DE ELEMENTOS TRAÇO POTENCIALMENTE TÓXICOS NAS ÁGUAS DO RIO PIANCÓ NOS MUNICÍPIOS DE POMBAL E PAULISTA (PB)

Bruna Isabelly Gouveia Montenegro¹; Edmilson Dantas da Silva Filho²; Ana Maria Gonçalves Duarte³ & Aldeni Barbosa da Silva⁴.

Abstract: This study aimed to assess the presence of potentially toxic trace elements (PTTEs) and nitrogen compounds in the waters of the Piancó River, specifically in the perennialized section between the municipalities of Pombal and Paulista, located in the state of Paraíba, Brazil. The Piancó River plays an important role in the region's water supply and ecological balance, which makes the evaluation of its water quality essential for both environmental protection and public health. Water samples were collected at three distinct points along the river and analyzed for the presence and concentration of various metals, including manganese (Mn), iron (Fe), aluminum (Al), zinc (Zn), nickel (Ni), copper (Cu), and chromium (Cr), in addition to nitrogenous compounds such as nitrite (NO_2^-) and nitrate (NO_3^-). The laboratory results indicated that the levels of manganese, iron, nitrite, and nitrate exceeded the maximum limits established by Brazilian environmental and health regulations, particularly those outlined in CONAMA Resolution No. 357/2005 and Ministry of Health Ordinance No. 888/2021. These findings reveal a concerning scenario of water contamination, which may result in harmful effects on aquatic ecosystems, agricultural practices, and human health, especially for communities that depend on this river for domestic use, fishing, or irrigation. The probable sources of pollution are linked to the discharge of untreated domestic sewage, the excessive use of agricultural fertilizers, and the general absence of adequate sanitation infrastructure in the region. Given the severity of the results, it is crucial to implement immediate and long-term actions. These include continuous water quality monitoring, the development of wastewater treatment systems, environmental education campaigns, and public policies focused on protecting and preserving local water resources. Such measures are essential to ensure sustainable water use and to safeguard the health and well-being of current and future generations.

Resumo: Este estudo teve como objetivo avaliar a presença de elementos traço potencialmente tóxicos (ETPT) e compostos nitrogenados nas águas do Rio Piancó, especificamente no trecho perenizado entre os municípios de Pombal e Paulista, localizados no estado da Paraíba, Brasil. O Rio Piancó desempenha um papel importante no abastecimento hídrico e no equilíbrio ecológico da região, o que torna essencial a avaliação da qualidade de suas águas para a proteção ambiental e da saúde pública. Foram coletadas amostras em três pontos distintos ao longo do rio, analisando-se a presença e a concentração de diversos metais, incluindo manganês (Mn), ferro (Fe), alumínio (Al), zinco (Zn), níquel (Ni), cobre (Cu) e cromo (Cr), além de compostos nitrogenados como nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). Os resultados laboratoriais indicaram que os níveis de manganês,

¹) Discente do Curso Técnico em Química do Instituto Federal – IFPB, bruna.isabelly@academico.ifpb.edu.br;

²) Professor orientador: Doutor, Instituto Federal da Paraíba – IFPB, edmilson.silva@ifpb.edu.br;

³) Discente do Curso Técnico em Química do Instituto Federal – IFPB, ana.mendonca@ifpb.edu.br;

⁴) Professor co-orientador: Doutor, Instituto Federal da Paraíba – IFPB, aldeni.silva@ifpb.edu.br.

ferro, nitrito e nitrato ultrapassaram os limites máximos estabelecidos pela legislação ambiental e sanitária brasileira, em especial pela Resolução CONAMA nº 357/2005 e pela Portaria GM/MS nº 888/2021. Esses achados revelam um cenário preocupante de contaminação hídrica, que pode gerar efeitos prejudiciais nos ecossistemas aquáticos, nas práticas agrícolas e na saúde humana, especialmente para as comunidades que dependem do rio para uso doméstico, pesca ou irrigação. As prováveis fontes de poluição estão associadas ao lançamento de esgotos domésticos sem tratamento, ao uso excessivo de fertilizantes agrícolas e à ausência de infraestrutura de saneamento básico na região. Diante da gravidade dos resultados, é imprescindível a adoção de ações imediatas e de longo prazo, como o monitoramento contínuo da qualidade da água, o desenvolvimento de sistemas de tratamento de esgoto, campanhas de educação ambiental e políticas públicas voltadas à proteção e preservação dos recursos hídricos locais.

Palavras-Chave – análises; metais pesados; qualidade da água.

INTRODUÇÃO

A crescente degradação dos recursos hídricos, especialmente em regiões semiáridas como o Sertão paraibano, tem sido motivo de preocupação para pesquisadores, gestores e comunidades locais. A contaminação de rios por elementos traço potencialmente tóxicos (ETPT), como metais pesados, além de compostos nitrogenados como nitrito e nitrato, pode comprometer a saúde pública, a biodiversidade aquática e o uso seguro da água para abastecimento, irrigação e lazer (EBRAHIMPOUR; MUSHRIFAH, 2008; GONÇALVES et al., 2019).

O Rio Piancó, localizado no estado da Paraíba, é um importante manancial para diversas cidades do semiárido, incluindo Pombal e Paulista. No entanto, sua bacia hidrográfica vem sendo impactada por atividades humanas, como o lançamento de esgotos domésticos, uso intensivo de fertilizantes e ocupação desordenada do solo, o que contribui para a deterioração da qualidade da água. Estudos apontam que, nessas regiões, as dificuldades climáticas, a baixa cobertura de saneamento e a ausência de políticas de gestão integrada agravam a vulnerabilidade ambiental dos corpos d'água (FUNASA, 2014; GUTIERREZ et al., 2016).

Metais como manganês, ferro, alumínio, níquel, cobre e zinco, mesmo em concentrações relativamente baixas, podem bioacumular-se e provocar efeitos tóxicos, neurológicos e carcinogênicos em organismos vivos. Já os compostos nitrogenados — nitrito e nitrato — estão associados à eutrofização e a doenças graves como a metemoglobinemia e certos tipos de câncer, sendo frequentemente originários de dejetos humanos e atividades agropecuárias (TEIXEIRA et al., 2021; OMS, 2017).

A análise da qualidade da água por meio de parâmetros físico-químicos é essencial para identificar os níveis de contaminação e orientar ações corretivas. Esses dados subsidiam a formulação de políticas públicas e estratégias de gestão ambiental voltadas à proteção dos recursos hídricos e à segurança sanitária das populações que deles dependem (SOUZA et al., 2020; CONAMA, 2005).

Diante desse cenário, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as concentrações de elementos traço potencialmente tóxicos e compostos nitrogenados em amostras de água do Rio

Piancó, no trecho perenizado entre os municípios de Pombal e Paulista, visando à caracterização do estado atual do manancial e à proposição de medidas preventivas e corretivas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a presença de elementos traço potencialmente tóxicos (ETPT) e compostos nitrogenados nas águas do Rio Piancó, no trecho perenizado entre os municípios de Pombal e Paulista, estado da Paraíba. O projeto foi conduzido por meio de um conjunto de etapas complementares, iniciando-se pela identificação dos principais contaminantes a serem monitorados. A seleção dos parâmetros considerou substâncias com elevado potencial de toxicidade e impacto ambiental, como cádmio, chumbo, cobre, cromo, ferro, manganês, mercúrio, níquel, alumínio e zinco, além de nitrito e nitrato, comumente associados à poluição antrópica.

A coleta das amostras foi realizada em três pontos estratégicos ao longo do rio, considerando áreas próximas à captação de água para consumo humano, zonas de lazer e trechos com evidências de vulnerabilidade ambiental. As coletas seguiram rigorosamente os protocolos técnicos de amostragem, utilizando frascos esterilizados e devidamente identificados. Após a coleta, as amostras foram armazenadas em caixas térmicas a 4 °C e encaminhadas ao laboratório de análises ambientais do Instituto Federal da Paraíba (IFPB), campus Campina Grande.

No laboratório, as análises das amostras foram conduzidas com o auxílio de equipamentos calibrados, como medidores multiparâmetros e espectrofotômetros (Figura 1). As determinações foram realizadas por espectrofotometria UV-Vis e espectrometria de absorção atômica com chama, conforme as diretrizes técnicas do Instituto Adolfo Lutz (2017). Para cada parâmetro avaliado, foram realizadas três repetições, com cálculo da média dos valores obtidos, a fim de garantir a confiabilidade dos resultados.

Figura 1 - Fotômetro Multiparâmetro da marca Hanna



Fonte: Autoria Própria (2025).

As concentrações detectadas foram comparadas aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/2005, que define os padrões de qualidade para águas doces superficiais, e às recomendações da Organização Mundial da Saúde (OMS) no que se refere à potabilidade, uso recreativo e conservação ambiental. A avaliação da conformidade permitiu identificar os pontos críticos ao longo do trecho estudado, possibilitando inferir possíveis fontes de contaminação e os

riscos à saúde humana, como intoxicações crônicas e doenças associadas à exposição prolongada aos metais.

Além do impacto direto sobre a saúde pública, foram considerados os efeitos ecológicos associados à presença de ETPT no meio aquático, tais como a bioacumulação em organismos, alterações na biodiversidade, contaminação da vegetação ripária e prejuízos a atividades como a pesca e o abastecimento. Os dados obtidos também oferecem subsídios importantes para a formulação de estratégias de mitigação e políticas públicas voltadas à preservação e recuperação do Rio Piancó e de sua bacia hidrográfica.

RESULTADO E DISCUSSÃO

As análises realizadas nos três pontos do Rio Piancó revelaram a presença de diversos elementos traço potencialmente tóxicos (ETPT) e compostos nitrogenados, em concentrações que, em muitos casos, ultrapassam os limites estabelecidos pela legislação brasileira. Os resultados médios obtidos estão apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3, correspondentes aos pontos amostrados nos municípios de Pombal e Paulista, na Paraíba.

Tabela 1 – Resultados médios no Ponto 1 (Pombal-PB)

PARÂMETRO	UNIDADE	VMO	VPM
Alumínio	mg/L	0,0	10
Ferro	mg/L	0,0	0,3
Níquel	mg/L	0,0	0,025
Manganês	mg/L	0,8	0,1
Bromo	mg/L	0,0	*
Zinco	mg/L	0,30	5,0
Cromo	mg/L	0,0	0,05
Cobre	mg/L	0,0	0,013
Nitrito	mg/L	5,0	1,0
Nitrato	mg/L	28,0	10,0

Legenda: VPM – valor máximo permitido; VMO = valor médio obtido.

Tabela 2 – Resultados médios no Ponto 2 (Pombal-PB)

PARÂMETRO	UNIDADE	VMO	VPM
Alumínio	mg/L	10,0	10
Ferro	mg/L	0,0	0,3
Níquel	mg/L	0,0	0,025

PARÂMETRO	UNIDADE	VMO	VPM
Manganês	mg/L	0,3	0,1
Bromo	mg/L	0,04	*
Zinco	mg/L	0,28	5,0
Cromo	mg/L	0,0	0,05
Cobre	mg/L	0,011	0,013
Nitrito	mg/L	4,0	1,0
Nitrato	mg/L	30,0	10,0

Legenda: VPM – valor máximo permitido, VMO = valor médio obtido

Tabela 3 – Resultados médios no Ponto 3 (Paulista-PB)

PARÂMETRO	UNIDADE	VMO	VPM
Alumínio	mg/L	0,0	10
Ferro	mg/L	3,0	0,3
Níquel	mg/L	0,0	0,025
Manganês	mg/L	0,3	0,1
Bromo	mg/L	0,08	*
Zinco	mg/L	0,88	5,0
Cromo	mg/L	0,0	0,05
Cobre	mg/L	0,010	0,013
Nitrito	mg/L	18,0	1,0
Nitrato	mg/L	35,0	10,0

Legenda: VPM – valor máximo permitido, VMO = valor médio obtido

Os dados indicam que o manganês apresentou concentrações acima do valor máximo permitido (VMP) em todos os pontos analisados, com destaque para o Ponto 1, que atingiu 0,8 mg/L — oito vezes superior ao limite legal. A exposição prolongada ao manganês pode provocar efeitos neurológicos, além de comprometer a qualidade organoléptica da água, causando gosto metálico e favorecendo a proliferação de bactérias redutoras de manganês.

Outro elemento com destaque foi o ferro, que apresentou concentração crítica de 3,0 mg/L no Ponto 3, representando um valor dez vezes maior que o permitido pela Resolução CONAMA nº 357/2005. Embora não seja altamente tóxico em níveis moderados, o excesso de ferro pode causar problemas estéticos, entupimento de tubulações, manchas em roupas e favorecer a presença de microrganismos indesejáveis no sistema de abastecimento.

O alumínio apresentou valor exatamente no limite permitido no Ponto 2 (10 mg/L), o que exige atenção, visto que concentrações elevadas desse metal têm sido associadas a doenças neurodegenerativas. Apesar de alguns metais, como níquel, cromo e cobre, estarem dentro dos padrões legais, sua presença contínua em qualquer concentração requer monitoramento devido ao potencial cumulativo e à toxicidade crônica.

A situação mais alarmante refere-se aos compostos nitrogenados. O nitrito ultrapassou os limites em todos os pontos, chegando a 18 mg/L no Ponto 3, valor dezoito vezes superior ao permitido. Essa substância está relacionada a riscos sérios à saúde, principalmente para lactentes, por provocar metemoglobinemia (“síndrome do bebê azul”), além de estar associada à formação de nitrosaminas, compostos potencialmente cancerígenos. O nitrato também foi detectado em níveis elevados, com até 35 mg/L no mesmo ponto, reforçando o quadro de poluição orgânica e presença de esgotos e fertilizantes na bacia hidrográfica.

A presença de nitrito e nitrato em níveis alarmantes revela contaminação por fontes antrópicas, como lançamento de esgoto doméstico, descarte industrial inadequado e uso excessivo de fertilizantes agrícolas. Essa situação exige medidas imediatas, como o controle do uso do solo, implantação de redes de esgoto e construção de estações de tratamento.

Adicionalmente, os dados foram apresentados apenas como médias, o que representa uma limitação importante. A ausência de medidas de variação (como máximos, mínimos e desvio padrão) impede uma avaliação mais robusta da flutuação das concentrações e de picos pontuais de contaminação.

Esses achados evidenciam a urgência de ações coordenadas para o controle e prevenção da poluição no Rio Piancó. A análise de parâmetros físico-químicos e a detecção de elementos traço e nutrientes em concentrações preocupantes tornam clara a necessidade de um programa contínuo de monitoramento da qualidade da água, aliando ciência, gestão pública e participação comunitária na busca por soluções sustentáveis.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises das águas do Rio Piancó, em Pombal e Paulista, apontam níveis elevados de nitrito, nitrato, ferro, manganês e zinco, indicando poluição por esgoto doméstico, industrial e atividades agrícolas. Esses contaminantes representam riscos à saúde humana, especialmente para crianças, e podem afetar negativamente o ecossistema aquático.

Diante desse cenário, é urgente a adoção de medidas para o tratamento adequado da água, bem como o fortalecimento das políticas públicas de saneamento básico para evitar novos despejos contaminantes. Além disso, a educação ambiental é essencial para sensibilizar a população local sobre o uso sustentável dos recursos hídricos.

Por fim, o monitoramento contínuo da qualidade da água deve ser mantido para garantir a segurança do abastecimento e a preservação do meio ambiente. Somente com ações integradas será possível assegurar a saúde pública e a sustentabilidade dos recursos hídricos do Rio Piancó.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. *Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas superficiais*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. *Estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 5 maio 2021.

EBRAHIMPOUR, M.; MUSHRIFAH, I. *Heavy metal concentrations (Cd, Cu and Pb) in five aquatic plant species in Tasik Chini, Malaysia*. Environmental Geology, v. 54, p. 689-698, 2008.

FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE (FUNASA). *Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAs*. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.

GONÇALVES, P. S.; CASTRO, K. P. T.; SILVA, G. F.; PENEDO, P. L. M. *Simulação da remoção de água das correntes residuais de fenol com o uso do solvente tolueno*. Brazilian Journal of Development, v. 5, p. 32769-32776, 2019.

GUTIERREZ, C. B. B. et al. *Análise da qualidade da água no ponto de captação dos mananciais de uma capital amazônica durante o período ativo de um lixão situado no entorno*. Revista Caribeña de Ciências Sociais, v. 5, n. 3, p. 127-141, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL). *Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4. ed. São Paulo: IAL, 2017.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). *Guidelines for drinking-water quality*. 4. ed. Geneva: World Health Organization, 2017. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>.

SOUZA, L. C.; MEDEIROS, P. R. P.; NASCIMENTO, J. S. *Contaminação por metais pesados em águas superficiais do semiárido nordestino: implicações para a saúde humana*. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 25, n. 2, p. 1-14, 2020.

TEIXEIRA, A. N. C. S.; SILVA, G. F.; GONÇALVES, H. P. C. *Use of the water hyacinth plant to absorb coliforms and heavy metals present in the Paraíba do Sul River water*. Brazilian Journal of Development, v. 7, n. 3, p. 27937-27945, 2021.