

QUANTIFICAÇÃO DE METAIS PESADOS EM ÁGUA DO TRIBUTÁRIO DA UFCG

WELLINGTON CAETANO FERREIRA¹, MARIA SALLYDELÂNDIA DE FARIAS ARAÚJO², MAYRA GISLAYNE MELO DE LIMA³, ANNA REBECA SILVA NÓBREGA MONTENEGRO⁴, JOELSON SOUZA ISIDRO DOS SANTOS⁵

¹Graduando em Engenharia Agrícola, UAEA/UFCG, Campina Grande-PB, wellingtoncaetano2004@gmail.com;

²Dr.^a em Engenharia Agrícola, Prof.^a Titular, UAEA/UFCG, Campina Grande-PB, sallydelandia@gmail.com;

³Dr.^a em Engenharia Agrícola, UAEA/UFCG, Campina Grande-PB, mayramelo.ufcg@live.com;

⁴Doutoranda em Engenharia Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, anna.rebsil@gmail.com;

⁵Mestrando em Engenharia Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, joelsonisidro700@gmail.com.

RESUMO: A poluição por metais pesados em corpos hídricos urbanos representa um risco significativo ao uso da água na agricultura, podendo induzir fitotoxicidade e bioacumulação. Este trabalho avaliou a concentração de metais pesados na água do córrego que drena o interior do campus da UFCG, visando o uso na irrigação. As coletas foram realizadas mensalmente de novembro de 2025 a fevereiro de 2026, com quantificação dos teores de cobre (Cu^{2+}), cádmio (Cd^{2+}), chumbo (Pb^{2+}), níquel (Ni^{2+}) e manganês (Mn^{2+}) por espectrometria de absorção atômica no LABDES/UFCG, comparando-os aos limites da Portaria GM/MS nº 888/2021. As concentrações médias obtidas foram: 0,059 mg L⁻¹ (Cu^{2+}), 0,031 mg L⁻¹ (Cd^{2+}), 0,327 mg L⁻¹ (Pb^{2+}), 0,000 mg L⁻¹ (Ni^{2+}) e 0,164 mg L⁻¹ (Mn^{2+}). Os teores de chumbo, cádmio e manganês superaram os limites normativos em 32,7, 10,3 e 1,6 vezes, respectivamente, enquanto o cobre e o níquel mantiveram-se conformes. A água é inadequada para irrigação devido aos riscos de degradação do solo, toxicidade às plantas e bioacumulação, evidenciando forte pressão antrópica e necessidade de remediação.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade de água; irrigação; poluição ambiental.

QUANTIFICATION OF HEAVY METALS IN WATER FROM THE UFCG TRIBUTARY

ABSTRACT: Heavy metal pollution in urban water bodies poses a significant risk to agricultural water use, potentially inducing phytotoxicity and bioaccumulation. This study evaluated heavy metal concentrations in the water of the stream draining the UFCG campus, assessing its suitability for irrigation. Samples were collected monthly from November 2025 to February 2026, and levels of copper (Cu^{2+}), cadmium (Cd^{2+}), lead (Pb^{2+}), nickel (Ni^{2+}), and manganese (Mn^{2+}) were quantified via atomic absorption spectrometry at LABDES/UFCG and compared against the limits established by Ordinance GM/MS No. 888/2021. The mean concentrations obtained were: 0.059 mg L⁻¹ (Cu^{2+}), 0.031 mg L⁻¹ (Cd^{2+}), 0.327 mg L⁻¹ (Pb^{2+}), 0.000 mg L⁻¹ (Ni^{2+}), and 0.164 mg L⁻¹ (Mn^{2+}). Lead, cadmium, and manganese levels exceeded regulatory limits by factors of 32.7, 10.3, and 1.6, respectively, whereas copper and nickel levels remained within compliant ranges. The water is unsuitable for irrigation due to risks of soil degradation, plant toxicity, and bioaccumulation, highlighting significant anthropogenic pressure and the need for remediation.

KEYWORDS: Water quality; irrigation; environmental pollution.

INTRODUÇÃO

A degradação da qualidade dos recursos hídricos em bacias hidrográficas urbanas representa um crítico desafio socioambiental e de engenharia. O avanço da impermeabilização do solo e a ocupação desordenada intensificam o carreamento de poluentes via escoamento superficial pluvial e lançamentos efluentes, comprometendo a sustentabilidade dos ecossistemas aquáticos e alinhando-se às diretrizes do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 6 (UN-Water, 2023; EPA, 2025).

Dentre os contaminantes de maior severidade, os metais pesados destacam-se pela alta persistência, toxicidade e potencial de bioacumulação, figurando como séria ameaça ambiental em corpos d'água receptores de áreas de expansão urbana e industrial (UNEP, 2023; WHO, 2023).

No município de Campina Grande – PB, os mananciais urbanos sofrem impactos decorrentes do aporte de resíduos e efluentes sem tratamento adequado (Proença et al., 2021). Nesse contexto insere-se o córrego que drena o interior do campus da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), microbacia exposta a potenciais fontes de contaminação pontual e difusa por elementos metálicos. A quantificação de metais pesados em corpos de água superficiais é fundamental para o monitoramento da qualidade ambiental e subsidiar diagnósticos de gestão de recursos hídricos na área acadêmica e comunitária.

Diante do exposto, este trabalho tem como objetivo quantificar a concentração dos metais pesados Cobre (Cu), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Níquel (Ni) e Manganês (Mn) na água do córrego que drena o interior do campus da UFCG, avaliando o grau de contaminação do recurso hídrico.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Campus I da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado no município de Campina Grande, PB (07°15'18" S, 35°52'28" O, altitude de 550 m). O clima da região é classificado como semiárido (tipo *CSa* de Köppen), com precipitação média anual de 850 mm e temperatura média de 27 °C (Andrade et al., 2022; Jales Filho et al., 2022).

O objeto de estudo consistiu no córrego derivado do canal do Açude Bodocongó que drena no interior do campus, sendo o ponto de amostragem estabelecido próximo às casas de vegetação da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA/CTRN/UFCG), nas coordenadas 07°12'56.1" S e 35°54'25.5" O (Figura 1).

Figura 1: Localização do ponto de coleta de água no córrego situado no Campus Sede da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)



Fonte: Google Earth, 2026.

A amostragem foi realizada mensalmente durante quatro meses consecutivos (novembro de 2025 a fevereiro de 2026) para avaliar o efeito da variabilidade temporal sobre a qualidade da água voltada à irrigação. As etapas de amostragem, preservação e transporte da água seguiram os protocolos recomendados pelo Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (Brandão, 2011).

As análises químicas foram executadas no Laboratório de Referência em Dessalinização (LABDES/UFCG). Foram quantificados os teores dos metais pesados cobre (Cu^{2+}), cádmio (Cd^{2+}), chumbo (Pb^{2+}), níquel (Ni^{2+}) e manganês (Mn^{2+}), empregando-se o Método 3113 B (Standard Methods

for the Examination of Water and Wastewater, 24^a ed.), com limite de detecção de 0,001 mg/L para todos os elementos.

Os dados foram sintetizados por meio de estatística descritiva (valores médios), sendo comparados aos limites da Portaria GM/MS nº 888/2021 e confrontados com a literatura para identificação das possíveis causas de contaminação e avaliação da aptidão da água para fins agrícolas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A caracterização química da água do córrego tributário do Açude Bodocongó revelou um cenário crítico de contaminação por metais pesados durante o período monitorado (Tabela 1). A despeito da estabilidade temporal observada entre novembro de 2025 e fevereiro de 2026 — que aponta para aportes contínuos e fontes não pontuais de poluição (Oliveira Júnior et al., 2023) —, elementos essenciais e não essenciais apresentaram discrepâncias expressivas frente aos limites da Portaria GM/MS nº 888/2021.

Tabela 1: Concentrações médias dos metais pesados nas amostras de água do córrego localizado no interior do Campus I da UFCG durante o período de estudo (novembro de 2025 a fevereiro de 2026) com os respectivos valores máximos permitidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021.

Parâmetros	Unidade	Resultados	VMP (*)
Cobre (Cu ²⁺)	mg L ⁻¹	0,059	2,000
Cádmio (Cd ²⁺)	mg L ⁻¹	0,031	0,003
Chumbo (Pb ²⁺)	mg L ⁻¹	0,327	0,010
Níquel (Ni ²⁺)	mg L ⁻¹	0,000	0,070
Manganês (Mn ²⁺)	mg L ⁻¹	0,164	0,100

VMP: valor máximo permitido; (*) Estabelecido pela Legislação Brasileira, através da Portaria 888/2021 do Ministério da saúde.

Entre os elementos analisados, o chumbo (Pb²⁺) e o cádmio (Cd²⁺) apresentaram os quadros mais alarmantes. O Pb²⁺ atingiu 0,327 mg L⁻¹, superando em 32,7 vezes o VMP (0,010 mg L⁻¹). Essa expressiva contaminação relaciona-se ao escoamento superficial urbano, descarte incorreto de resíduos eletrônicos e lixiviação do solo (Pereira et al., 2024). Do ponto de vista ecológico e sanitário, teores de Pb²⁺ acima de 0,1 mg L⁻¹ desencadeiam acentuada bioacumulação na cadeia trófica (Lima et al., 2024) e riscos severos ao desenvolvimento neurológico humano. Quando aplicada à irrigação, a água contaminada por chumbo induz estresse oxidativo severo nos cultivos, inibindo o crescimento radicular e acumulando-se nos tecidos vegetais comestíveis (Alves et al., 2025).

O cádmio (Cd²⁺) registrou 0,031 mg L⁻¹, valor 10,3 vezes superior ao limite legal (0,003 mg L⁻¹). Por se tratar de um metal altamente móvel e fitotóxico, a presença de Cd²⁺ acima de 0,005 mg L⁻¹ provoca danos genotóxicos na biota aquática (Cavalcante et al., 2024), além de afetar a absorção de nutrientes essenciais nas plantas e acarretar disfunções renais e ósseas em longo prazo via consumo agrícola ou direto (Santos et al., 2024).

O manganês (Mn²⁺) também ultrapassou o parâmetro normativo (0,100 mg L⁻¹), registrando 0,164 mg L⁻¹. A presença desse elemento deriva tanto de fontes geogênicas (intemperismo mineral do solo local) quanto da descarga de efluentes domésticos não tratados. No contexto do manejo de irrigação, o excesso de manganês pode precipitar na forma de óxidos, acarretando o entupimento de emissores em sistemas de irrigação localizada (gotejamento) e induzindo fitotoxicidade por estresse oxidativo foliar (Calueio e Leão, 2026).

Em contrapartida, o cobre (Cu²⁺, 0,059 mg L⁻¹) e o níquel (Ni²⁺, 0,000 mg L⁻¹) mantiveram-se estritamente dentro dos padrões de conformidade da Portaria GM/MS nº 888/2021 (VMP de 2,000 mg L⁻¹ e 0,070 mg L⁻¹, respectivamente), não representando riscos imediatos.

Em síntese, a inadequação da água para fins de irrigação e dessedentação decorre principalmente dos aportes de Pb^{2+} , Cd^{2+} e Mn^{2+} resultantes da pressão antrópica e do lançamento de esgoto no corpo hídrico. Os achados reiteram a urgência na adoção de medidas mitigadoras de remediação e no monitoramento ambiental contínuo (FIOCRUZ, 2025), visando salvaguardar a sustentabilidade dos sistemas agrícolas experimentais do campus e a preservação dos recursos hídricos no semiárido (Castro et al., 2025).

CONCLUSÃO

A água do córrego tributário do Açude Bodocongó apresenta um diagnóstico crítico de contaminação por metais pesados, com concentrações de chumbo (Pb^{2+}), cádmio (Cd^{2+}) e manganês (Mn^{2+}) que excedem expressivamente os limites normativos de potabilidade e segurança ambiental. Esse cenário evidencia o impacto contínuo do lançamento de efluentes domésticos não tratados e do escoamento urbano sobre o corpo hídrico. Nessas condições, a água é inadequada para o uso na irrigação agrícola, devido aos elevados riscos de fitotoxicidade, bioacumulação na cadeia alimentar e danos operacionais aos sistemas de aplicação. Tais achados reforçam a urgência de intervenções de remediação ambiental e da implantação de um programa de monitoramento contínuo na área do campus.

REFERÊNCIAS

ALVES, D. H. G. C.; SIMÕES, M. V. C.; OLIVEIRA ALVES, F.; COSTA, T. G.; ALVES, J. D. R. O.; COUTO, D. S.; LIMA, J. L.; OLIVEIRA SANTOS FILHO, A. B. O acúmulo de metais pesados em espécies do gênero *Brassica*: uma revisão de literatura. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v. 23, n. 8, p. 111, 2025.

ANDRADE, E. M. G.; SILVA, S. S.; LIMA, G. S.; SOARES, L. A. dos A.; SILVA, A. A. R.; LACERDA, C. N. de. Cultivo inicial de cajueiro anão precoce com água salina e esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 17, n. 1, p. 10-16, 2022.

BRANDÃO, C. J. Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Brasília: ANA, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria GM/MS nº 888**, de 4 de maio de 2021. Diário Oficial da União, Brasília, 7 maio 2021.

CALUEIO, J. L. T.; LEÃO, V. A. Remoção de manganês dissolvido de águas de mina utilizando microalgas: uma revisão bibliográfica. **RECIMA21-Revista Científica Multidisciplinar-ISSN 2675-6218**, v. 7, n. 4, p. e747693-e747693, 2026.

CASTRO, C. A. S.; RODRIGUES, G. A.; OLIVEIRA, I. N.; REIS, B. O.; REGO, E. L. Qualidade da água para irrigação no semiárido: análise de parâmetros físico-químicos em poço artesiano do município de Pindaí – BA. **Caderno Macambira**, v. 10, n. 4, p. 1-2, 2025.

CAVALCANTE, L. F.; RIBEIRO, M. S.; ALMEIDA, G. H. Estratégias modernas para irrigação com águas salobras. **Irriga**, v.29, n.1, p.1-15, 2024.

EPA – UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. Urbanization – Hydrology. 2025.

FIOCRUZ. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. **Protocolo para áreas contaminadas por metais pesados**. Rio de Janeiro: FIOCRUZ, 2025.

GOOGLE EARTH. **Imagem do local de amostragem no Campus I da UFCG (Campina Grande, PB).** Versão 7.3. 2026.

JALES FILHO, R. C.; MELO, Y. L.; VIÉGAS, P. R. A.; OLIVEIRA, A. P. da S.; ALMEIDA NETO, V. E. de A.; FERRAZ, R. L. de; GHEYI, H. R.; CAROL, P.; LACERDA, C. F. de; MELO, A. S. de. Salicylic acid and proline modulate water stress tolerance in a traditional variety of cowpeas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, n. 1, p. 18-25, 2022.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. Q.; SILVA, M. N.; LIMA, R. T. Obstrução em sistemas de irrigação localizada. **Water**, v.15, n.8, 1502, 2023.

PEREIRA, F. A. L.; SANTOS, A. B.; FERREIRA, C. D. Fontes de contaminação por metais pesados em áreas urbanas. **Science of The Total Environment**, v.912, 169123, 2024.

PROENÇA, L. C.; FERNANDES, A. B.; COSTA, G. H.; MARTINS, D. L. Impactos do lançamento de efluentes urbanos em corpos hídricos: estudo de caso em Campina Grande-PB. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 26, n. 4, p. 789-800, 2021.

SANTOS, P. R.; MARTINS, A. B.; SOUZA, L. F. Efeitos crônicos da exposição ao cádmio em populações urbanas. **Environmental Research**, v.244, 117924, 2024.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. Global Environment Outlook 2023. Nairobi: **UNEP**, 2023.

UN-WATER. Summary Progress Update 2023 – SDG 6: Water and Sanitation for All. Geneva: **UN-Water**, 2023.

WHO – WORLD HEALTH ORGANIZATION. Guidelines for drinking-water quality. 5. ed. Geneva: **WHO**, 2023.