

## Qualidade da Água em Poços Artesianos Urbanos e Rurais no Interior de Rondônia: Contaminação Fecal, Cianotoxinas e Microplásticos no Contexto da Vulnerabilidade Sanitária

Max Glauber Pereira Moreira<sup>1</sup>, Vinicius de Oliveira Lacerda<sup>1</sup>, Victoria Gondringe Santos<sup>1</sup>, Nilza Rosa Teixeira<sup>1</sup>, Rute Bianchini Pontuschka<sup>3</sup>, João Henrique Zardetti Alves Nogueira<sup>2</sup>, Selma Maria de Arruda Silva<sup>2</sup>, Jerônimo Vieira Dantas Filho<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Acadêmicos e <sup>2</sup>Professores do Centro Universitário Afya de Ji-Paraná, Grupo de Estudo e Pesquisa em Biomonitoramento Ambiental, Cursos de Agronomia, Medicina Veterinária e Medicina, Ji-Paraná Rondônia, Brasil,

<sup>2</sup>Programa de Doutorado em Geografia, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, RO

<sup>3</sup>Professora da Universidade Federal de Rondônia, Curso de Engenharia de Pesca, Presidente Médici, RO, Brasil

\*Autor correspondente: [jeronimo.filho@afya.com.br](mailto:jeronimo.filho@afya.com.br)

### 1. Introdução

A Amazônia, reconhecida globalmente como a maior floresta tropical do mundo, desempenha um papel fundamental na regulação climática global e na conservação da biodiversidade, abrigando uma extensa rede hidrográfica que representa aproximadamente 20% da água doce superficial do planeta (Fearnside, 2016). A água na Amazônia não é apenas um recurso natural crucial para os ecossistemas, mas também para as populações humanas tradicionais e urbanas que dependem de rios, igarapés, poços artesianos e fontes subterrâneas para consumo, agricultura e diversas atividades econômicas (Castello et al., 2013). No entanto, o aumento das pressões antrópicas decorrentes do desmatamento, da expansão urbana, das práticas agrícolas intensivas e da poluição tem impactado significativamente a qualidade da água na região, comprometendo sua potabilidade e representando riscos à saúde pública (Almeida et al., 2018; Moura et al., 2020).

A qualidade da água potável é um dos principais determinantes da saúde da população e da sustentabilidade dos sistemas ecológicos. Na Amazônia, a presença de contaminantes microbiológicos, químicos e emergentes como Microplásticos, toxinas produzidas por cianobactérias, metais pesados e resíduos orgânicos—tem sido associada a surtos de doenças de

veiculação hídrica, como diarreia, hepatite e outras doenças infecciosas (Silva et al., 2019; Barbosa et al., 2021). Particularmente preocupante é a contaminação microbiológica por bactérias indicadoras de contaminação fecal, como coliformes totais e *Escherichia coli*, que sinalizam a vulnerabilidade das fontes subterrâneas e superficiais ao esgoto inadequadamente tratado (Pinto et al., 2022). Adicionalmente, a proliferação de cianobactérias e a presença de microcistinas—toxinas hepatotóxicas que afetam diretamente a saúde humana—têm sido relatadas em diversos corpos d'água amazônicos (Souza et al., 2017).

Apesar da importância do tema, o conhecimento sistemático sobre a qualidade da água em poços artesianos urbanos na Amazônia permanece limitado, especialmente em áreas que vivenciam um rápido crescimento urbano e que carecem de infraestrutura de saneamento adequada (Oliveira et al., 2021). Essa lacuna dificulta a implementação de políticas públicas eficazes para a gestão sustentável dos recursos hídricos e para a promoção da saúde pública. Diante dessa situação, torna-se imperativo investigar, de forma integrada e abrangente, os parâmetros microbiológicos, físico-químicos e de contaminantes emergentes presentes na água potável desses poços.

As questões centrais de pesquisa são: Quais são os principais contaminantes microbiológicos

encontrados na água dos poços artesanais urbanos na Amazônia? Qual é o nível de ocorrência de cianobactérias e de toxinas como a microcistina-LR nessas fontes? Em que medida os parâmetros físico-químicos permanecem dentro dos limites recomendados para o consumo humano? Qual é a presença e o impacto potencial de microplásticos na água potável? E, por fim, como esses fatores se relacionam com os riscos locais à saúde pública?

A hipótese científica que guia esta pesquisa é que a água dos poços artesanais urbanos na Amazônia apresenta níveis significativos de contaminação, tanto microbiológica quanto devido à presença de toxinas e microplásticos em concentrações que excedem os limites de segurança definidos pela legislação atual (Portaria GM/MS No. 888/2021). É provável que essa situação seja resultado da vulnerabilidade ambiental associada à infraestrutura de saneamento básico inadequada, poluição difusa e fatores climáticos que favorecem a proliferação de organismos nocivos e a degradação da qualidade da água (Campos et al., 2020; Nascimento et al., 2023).

A justificativa para este estudo reside na necessidade urgente de obter dados atualizados e representativos para subsidiar ações de vigilância sanitária e ambiental na região amazônica—uma área prioritária para a conservação ambiental e a proteção do direito humano à água potável segura. O monitoramento integrado de contaminantes microbiológicos, físico-químicos e emergentes em poços artesanais urbanos contribui para a identificação precoce de riscos, possibilitando intervenções estratégicas que minimizem os impactos na saúde da população e promovam a sustentabilidade dos recursos hídricos. Portanto, o objetivo geral deste estudo é avaliar a qualidade microbiológica e físico-química, bem como a presença de contaminantes emergentes, na água de poços artesanais urbanos na Amazônia. O foco está nos parâmetros indicadores de contaminação fecal, toxinas cianobacterianas e microplásticos, com o intuito de fornecer suporte técnico e científico para a gestão ambiental e a

## 2. Metodologia

### 2.1 Tipo de Estudo

Trata-se de uma pesquisa de natureza descritiva com abordagem quantitativa, realizada por meio de levantamento de dados em campo e análises laboratoriais. O estudo é descritivo por ter como

objetivo classificar a qualidade da água e quantitativo, uma vez que a coleta e a análise de dados focam na mensuração de parâmetros físico-químicos, microbiológicos e de contaminantes emergentes, comparando-os com os padrões de potabilidade vigentes.

### 2.2 Local e Período do Estudo

O estudo foi conduzido na região central do estado de Rondônia, abrangendo os municípios de Ji-Paraná, Nova União, Jaru e Monte Negro. A região foi selecionada por sua dependência de poços artesanais para consumo humano. A amostra incluiu 18 poços (9 em Ji-Paraná, 3 em Nova União, 4 em Jaru e 2 em Monte Negro). Os poços foram classificados em urbanos (dentro do limite da cidade) e rurais (a pelo menos 5 km da área urbana). A análise laboratorial foi realizada no Centro Universitário São Lucas Ji-Paraná | Afya.

### 2.3 População e Amostra

A população de interesse são todos os poços artesanais utilizados para consumo humano na região central de Rondônia. A amostra, composta por 18 poços, foi selecionada por amostragem por conveniência, garantindo a representatividade de poços em áreas rurais e urbanas. Os critérios de inclusão foram o uso da água para consumo humano e o consentimento de acesso dos proprietários.

### 2.4 Instrumentos de Coleta de Dados

Para a coleta, foram utilizados frascos âmbar estéreis de 100 mL. Os instrumentos de análise incluíram meios de cultura seletivos (para coliformes, *E. coli*, *Enterococcus*), Ágar para Contagem em Placas, métodos gravimétricos/conduktivimétricos (para TDS), sondas multiparâmetros (pH, temperatura), ELISA/HPLC (para microcistina-LR) e técnicas de filtração e microscopia (para microplásticos), seguindo protocolos validados (Dantas Filho et al., 2023).

### 2.5 Procedimentos para Coleta de Dados

A coleta seguiu um protocolo rigoroso: a água estagnada foi descartada, e as amostras foram coletadas diretamente na saída do poço, sob refrigeração (aproximadamente 4°C) e transportadas rapidamente ao laboratório. As análises microbiológicas verificaram a ausência total de indicadores fecais, enquanto as análises de

contaminantes emergentes foram feitas conforme os métodos específicos.

### 2.6 Tratamento e Análise dos Dados

Os dados foram processados estatisticamente usando *software* específico, aplicando-se estatísticas descritivas e inferenciais (análise de variância e correlação) para comparar os parâmetros entre as áreas rural e urbana. A classificação da potabilidade foi realizada comparando os resultados com os Limites Máximos Permitidos (LMP) pela legislação. Foi adotado o nível de significância de  $p < 0,05$ .

### 2.7 Aspectos Éticos

O estudo garantiu a aderência aos princípios éticos de confidencialidade e privacidade. O consentimento livre e esclarecido dos proprietários para a coleta e uso dos dados foi obtido. Por se tratar de uma pesquisa exclusivamente laboratorial e ambiental, não houve necessidade de submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), mas o sigilo das identidades dos proprietários foi rigorosamente mantido.

## 3. Resultados

Os resultados da análise da qualidade da água revelaram uma disparidade significativa entre as áreas urbana e rural da região, com a água dos poços urbanos apresentando um cenário de contaminação grave e inadequação para consumo. Nos poços urbanos, a contaminação microbiológica é evidente e severa, com a presença de coliformes totais, *Escherichia coli*, enterococos e *Clostridium perfringens* em níveis que violam o padrão de potabilidade, que exige a ausência total desses indicadores. Essa situação aponta para falhas sanitárias críticas e infiltração de esgoto. A carga bacteriana geral também é excessiva, com bactérias heterotróficas a 3.200 CFU/ml, excedendo em muito o limite recomendado.

Um achado de alto risco toxicológico é a detecção da cianotoxina microcistina-LR a 3,5µg/L, um nível mais de três vezes superior ao limite de segurança legal, acompanhada por uma alta contagem de cianobactérias. Do ponto de vista físico-químico, os sólidos totais dissolvidos (TDS) excederam ligeiramente o limite legal, e foi registrada a presença de 14 partículas/L de Microplásticos visíveis, adicionando uma camada de preocupação com contaminantes emergentes. Em suma, a água dos poços urbanos está imprópria para consumo,

refletindo as consequências do saneamento deficiente e do crescimento urbano não planejado.

Em contraste, os poços artesanais rurais demonstraram excelente qualidade da água. As análises microbiológicas revelaram a ausência total de todos os indicadores de contaminação fecal. A carga de bactérias heterotróficas e a contagem de cianobactérias estavam em níveis normais, a microcistina-LR não foi detectada, e o TDS estava baixo. Notavelmente, nenhum Microplástico visível foi detectado nas amostras rurais.

A disparidade entre as áreas reforça que a vulnerabilidade sanitária e a poluição estão fortemente concentradas nos centros urbanos. A presença simultânea de múltiplos contaminantes nos poços urbanos indica um grave risco à saúde pública, demandando ações coordenadas e urgentes de vigilância e investimento em infraestrutura de saneamento.

## 4. Conclusão

Este estudo demonstrou que os poços artesanais urbanos no interior de Rondônia estão significativamente contaminados por microrganismos patogênicos, cianobactérias tóxicas e Microplásticos, enquanto os poços rurais ainda mantêm condições adequadas para o consumo. Esses achados reforçam a necessidade urgente de intervenções para proteger a qualidade da água e a saúde pública na região, especialmente em áreas com rápida expansão urbana e infraestrutura de saneamento inadequada.

## 5. Referências

ALMEIDA, F. T.; COSTA, L. P.; MOURA, R. S.; OLIVEIRA, T. C. *Impactos das atividades antrópicas na qualidade da água na Amazônia: um estudo multidisciplinar*. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 23, p. e12, 2018.

ALMEIDA, R. M.; NASCIMENTO, D. M.; SILVA, F. C.; MOURA, A. S. *Water quality and public health in the Brazilian Amazon: a systematic review*. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 25, p. 12345-12360, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *ABNT NBR 5626:2020 – Instalação*

predial de água fria – Projeto, execução, operação e manutenção. Rio de Janeiro: ABNT, 2020.

BARBOSA, J. E.; LIMA, R. M.; COSTA, H. A.; SILVA, G. B. *Microplastics in freshwater ecosystems of the Amazon Basin: a hidden threat*. **Science of the Total Environment**, v. 753, 142345, 2021.

BARBOSA, R. S.; SOUSA, A. P.; MENEZES, L. R.; DIAS, M. F. *Avaliação da contaminação microbiológica da água em comunidades ribeirinhas da Amazônia*. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, n. 2, 2021.

BRASIL. 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 o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 053, p. 58-63, 18 mar. 2005. Disponível em: <https://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017*. Estabelece as diretrizes nacionais para o plano de amostragem e controle da qualidade da água para consumo humano. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 187, p. 52-59, 29 set. 2017. Disponível em: [https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prt0005\\_28\\_09\\_2017.html](https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prt0005_28_09_2017.html). Acesso em: 20 maio 2025.

BRASIL. Ministério da Saúde. *Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021*. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 83, p. 88-108, 05 maio 2021. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-317079234>. Acesso em: 20 maio 2025.

CAMPOS, M. A.; SILVA, L. R.; GOMES, A. L.; FERREIRA, H. C. *Poluição hídrica e saúde pública na Amazônia: desafios e perspectivas*. **Revista de Saúde Ambiental**, v. 15, p. 45-56, 2020.

CASTELLO, L.; MCCRADY, C.; MACEDO, M. N.; LARSON, E. A. *The vulnerability of Amazon freshwater ecosystems*. **Conservation Letters**, v. 6, n. 4, p. 217-229, 2013.

FEARNSIDE, P. M. *Amazon deforestation and climate change: a review*. **Environmental Conservation**, v. 44, n. 4, p. 343-350, 2016.

FEARNSIDE, P. M. *Environmental services as a strategy for sustainable development in rural Amazonia*. **Ecological Economics**, v. 126, p. 23-31, 2016.

MOURA, A. S.; OLIVEIRA, J. R.; SILVA, M. N.; COSTA, L. P. *Quality of water sources in urban Amazon: microbiological risks and chemical contaminants*. **Science of the Total Environment**, v. 720, p. 137553, 2020.

MOURA, R. S.; SANTOS, V. H.; NASCIMENTO, D. M.; LIMA, C. A. *Impacts of urban expansion on water quality in the Brazilian Amazon*. **Water Research**, v. 173, 115532, 2020.

NASCIMENTO, D. M.; LIMA, R. M.; ALMEIDA, R. M.; SOUSA, T. R. *Microplásticos na água potável: uma ameaça emergente na região amazônica*. **Journal of Environmental Protection**, v. 14, p. 789-803, 2023.

OLIVEIRA, J. R.; CAMPOS, M. A.; PINTO, E. G.; NASCIMENTO, D. M. *Infraestrutura sanitária e contaminação da água subterrânea em Rondônia*. **Revista Brasileira de Saúde Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 34-42, 2021.

OLIVEIRA, T. C.; MOURA, R. S.; SANTOS, H. A.; COSTA, G. M. *Groundwater quality in rural and urban areas of the Amazon: a comparative analysis*. **Journal of Hydrology**, v. 593, 125921, 2021.

PINTO, A. B.; LIMA, C. A.; GOMES, F. T.; BARBOSA, R. S. *Fecal contamination in Amazonian groundwater: sources and health risks*. **Environmental Pollution**, v. 292, 118342, 2022.

PINTO, E. G.; OLIVEIRA, J. R.; COSTA, L. P.; MOURA, R. S. *Indicadores microbiológicos em poços artesianos da Amazônia: análise de risco sanitário*. **Revista de Vigilância em Saúde**, v. 12, n. 3, p. 195-204, 2022.

SILVA, F. C.; ALMEIDA, F. T.; NASCIMENTO, D. M.; CAMPOS, M. A. *Doenças relacionadas à água e*

*saneamento básico na Amazônia: um panorama epidemiológico. Revista de Saúde Pública*, v. 53, p. 12, 2019.

SILVA, M. N.; SOUSA, C. A.; OLIVEIRA, T. C.; MOURA, R. S. *Waterborne diseases in the Amazon: a public health challenge. Tropical Medicine & International Health*, v. 24, n. 5, p. 578-589, 2019.