

Análise da potabilidade da água de chafarizes no Núcleo Velha Marabá, no Município de Marabá, Estado do Pará, Brasil

Analysis of the potability of water from fountains in the Núcleo Velha Marabá, in the Municipality of Marabá, State of Pará, Brazil

Análisis de la potabilidad del agua de fuentes del Núcleo Velha Marabá, en el Municipio de Marabá, Estado de Pará, Brasil

Recebido: 12/02/2025 | Revisado: 24/02/2025 | Aceitado: 25/02/2025 | Publicado: 27/02/2025

Adriana Rodrigues da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1182-7097>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: conceicaorabelo@yahoo.com.br

Adriane Alves Lira Sirqueira

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-7813-4589>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: conceicaorabelo@yahoo.com.br

Lubyanka Kluck da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-1466-8476>

Universidade Federal do Pará, Brasil

E-mail: lubyakluck.arq@gmail.com

Maria da Conceição Rabelo Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7841-4201>

Universidade do Estado do Pará, Brasil

E-mail: conceicaorabelo@yahoo.com.br

Resumo

A crescente demanda por água, impulsionada por mudanças nos padrões de consumo, explosão demográfica e crescimento econômico, torna essencial a análise da qualidade desse recurso vital. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada em três chafarizes públicos localizados no Núcleo Velha Marabá, nos bairros Centro e Francisco Coelho (Cabelo Seco), em Marabá – PA, a fim de analisar se estas encontram-se dentro dos padrões de potabilidade exigidos pelas legislações vigentes. As análises físico-químicas revelaram variações nos parâmetros em todos os pontos, destacando-se a elevada presença de amônia no ponto 2 (Chafariz da Escola NEI Deodoro Mendonça), indicando poluição por esgotos próximos. Concentrações de nitratos acima dos limites estabelecidos também foram observadas, principalmente no mesmo ponto, sugerindo contaminação por esgoto. Na análise microbiológica, foram detectados coliformes totais nos pontos 1 (Chafariz da Praça Francisco Coelho) e 2 (Chafariz do Hospital Materno Infantil), não atendendo aos padrões estabelecidos. A concentração de nitratos acima do limite estabelecido pela Portaria vigente foi constatada nas 3 amostras analisadas, indicando uma possível contaminação por lançamento de esgoto, além de apontar uma poluição remota, já que os nitratos são produtos finais de oxidação do nitrogênio. A qualidade da água dos chafarizes analisados em Velha Marabá está comprometida por contaminação por esgoto, evidenciada pela presença de amônia, nitratos e coliformes. Isso reforça a necessidade de monitoramento, tratamento adequado e políticas públicas para garantir a segurança hídrica da população.

Palavras-chave: Qualidade da Água; Água Subterrânea; Abastecimento de Água para Consumo Humano.

Abstract

The growing demand for water, driven by changes in consumption patterns, population explosion and economic growth, makes it essential to analyze the quality of this vital resource. This study aims to evaluate the physical-chemical and microbiological quality of the water used in three public fountains located in the Núcleo Velha Marabá, in the neighborhoods of Centro and Francisco Coelho (Cabelo Seco), in Marabá - PA, in order to analyze whether they meet the potability standards required by current legislation. The physical-chemical analyses revealed variations in the parameters at all points, with emphasis on the high presence of ammonia at point 2 (Fountain at NEI Deodoro Mendonça School), indicating pollution by nearby sewage. Nitrate concentrations above the established limits were also observed, mainly at the same point, suggesting sewage contamination. In the microbiological analysis, total coliforms were detected at points 1 (Fountain at Praça Francisco Coelho) and 2 (Fountain at Hospital Materno Infantil), not meeting the established standards. The concentration of nitrates above the limit established by the

current Ordinance was found in the three samples analyzed, indicating possible contamination by sewage discharge, in addition to indicating remote pollution, since nitrates are end products of nitrogen oxidation. The quality of the water in the fountains analyzed in Velha Marabá is compromised by sewage contamination, evidenced by the presence of ammonia, nitrates and coliforms. This reinforces the need for monitoring, adequate treatment and public policies to ensure the population's water security.

Keywords: Water Quality; Groundwater; Water Supply for Human Consumption.

Resumen

La creciente demanda de agua, impulsada por los cambios en los patrones de consumo, la explosión demográfica y el crecimiento económico, hace esencial analizar la calidad de este recurso vital. El presente estudio tiene como objetivo evaluar la calidad físico-química y microbiológica del agua utilizada en tres fuentes públicas ubicadas en el Núcleo Velha Marabá, en los barrios Centro y Francisco Coelho (Cabelo Seco), en Marabá - PA, con el fin de analizar si están dentro de los estándares de potabilidad exigidos por la legislación vigente. Los análisis físico-químicos revelaron variaciones en los parámetros en todos los puntos, destacándose la alta presencia de amoníaco en el punto 2 (Fuente de la Escuela NEI Deodoro Mendonça), indicando contaminación por aguas residuales cercanas. También se observaron concentraciones de nitratos por encima de los límites establecidos, principalmente en el mismo punto, lo que sugiere contaminación por aguas residuales. En el análisis microbiológico se detectaron coliformes totales en los puntos 1 (Fuente de la Plaza Francisco Coelho) y 2 (Fuente del Hospital Materno Infantil), no cumpliendo los estándares establecidos. En las 3 muestras analizadas se encontró concentración de nitratos por encima del límite establecido por la Ordenanza vigente, indicando una posible contaminación por vertido de aguas residuales, además de apuntar a una contaminación remota, ya que los nitratos son productos finales de la oxidación del nitrógeno. La calidad del agua de las fuentes analizadas en Velha Marabá está comprometida por la contaminación por aguas residuales, evidenciada por la presencia de amoníaco, nitratos y coliformes. Esto refuerza la necesidad de monitoreo, tratamiento adecuado y políticas públicas para garantizar la seguridad hídrica de la población.

Palabras clave: Calidad del Agua; Agua Subterránea; Abastecimiento de Agua para Consumo Humano.

1. Introdução

A água desempenha um papel fundamental na sustentação da vida no planeta, na preservação e no equilíbrio da biodiversidade, assim como nas relações de dependência entre os seres vivos e os ambientes naturais (Reis & Teixeira, 2020). Dada sua importância vital, torna-se indispensável garantir o controle e a qualidade desse recurso por meio de regulamentos técnicos específicos e legislações que assegurem a saúde e o bem-estar da população.

Atualmente no Brasil, os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano, bem como os critérios para seu padrão de potabilidade, estão regulamentados pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Essa portaria atualiza as diretrizes contidas no Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, que consolida as normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde (SUS) (Brasil, 2017; Brasil, 2021).

Essas portarias são essenciais para garantir que toda a água distribuída coletivamente no Brasil, seja por sistemas de abastecimento de água (SAA) por meio de rede de distribuição ou por soluções alternativas coletivas (SAC) sem rede de distribuição, esteja sujeita a rigorosos processos de controle e vigilância da qualidade, assegurando sua segurança para consumo humano (Brasil, 2021).

A coleta e distribuição de água para a população economicamente vulnerável são frequentemente realizadas por meio de fontes públicas, popularmente conhecidas como chafarizes ou torneiras públicas. Essas estruturas, formadas por poços tubulares profundos, são amplamente utilizadas em cidades antigas e representam a principal fonte de água potável para pessoas de baixa renda (Barros et al., 2021).

Em Marabá, no Pará, chafarizes públicos continuam sendo amplamente utilizados para suprir as necessidades básicas da população. Um estudo recente (Araújo et al., 2020), realizado no bairro Marabá Pioneira, área que marca os primeiros processos de estruturação territorial da cidade, evidenciou determinantes socioambientais que perpetuam o baixo progresso social, a degradação ambiental e o subdesenvolvimento econômico. Os dados coletados revelaram que 45,70% dos moradores dependem de chafarizes para obter água potável, 18,60% utilizam poços artesianos, 12,90% compram água mineral e apenas

22,90% contam com água encanada. Assim, conclui-se que 64,30% da população local não possui acesso a um sistema adequado de abastecimento de água, refletindo as dificuldades enfrentadas pela comunidade.

Os bebedouros, sem monitoramento e higienização adequados, podem se tornar fontes de contaminação (Oliveira, 2022). Assim, conhecer os indicadores microbiológicos e físico-químicos globais é essencial para garantir a qualidade da água, assegurando que atenda aos padrões de potabilidade e esteja livre de agentes nocivos à saúde.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a qualidade físico-química e microbiológica da água utilizada em três chafarizes públicos localizados no Núcleo Velha Marabá, nos bairros Centro e Francisco Coelho (Cabelo Seco), em Marabá – PA, a fim de analisar se estas encontram-se dentro dos padrões de potabilidade exigidos pelas legislações vigentes.

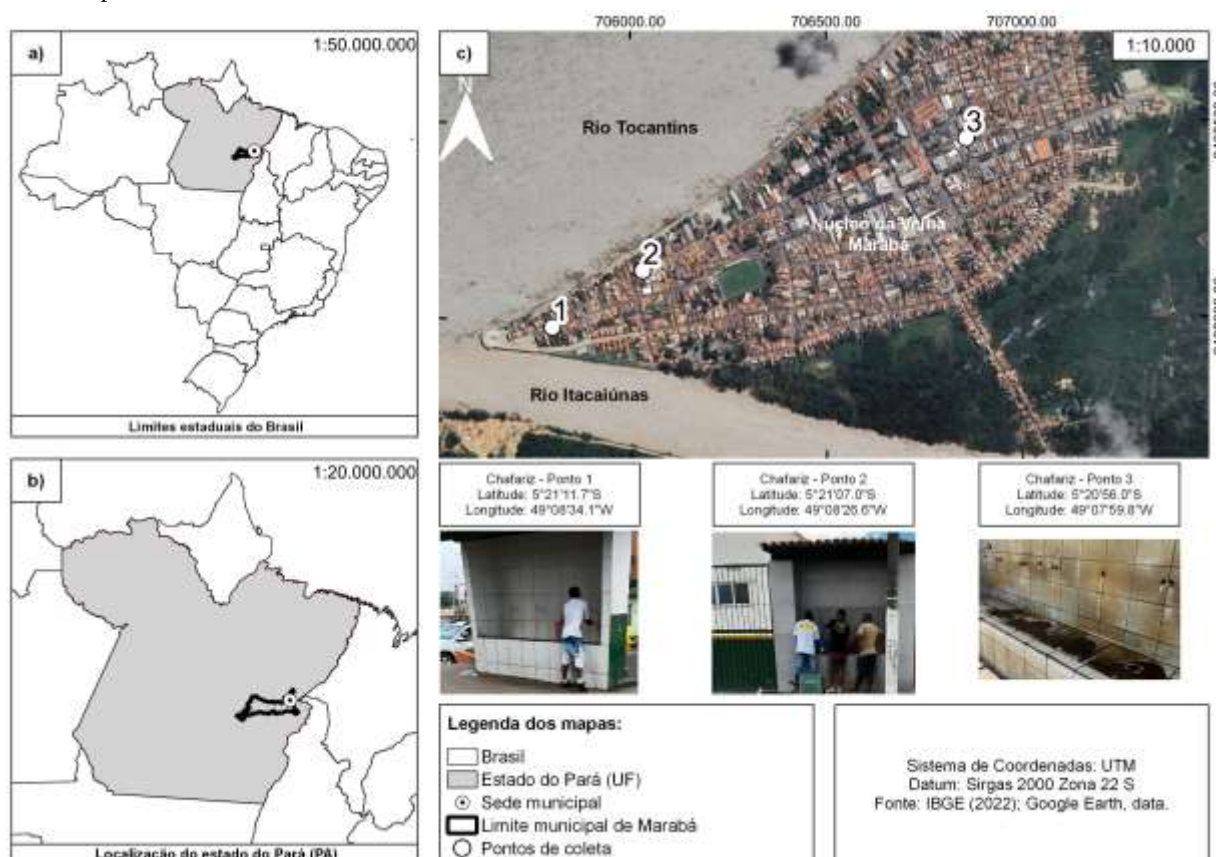
2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa mista, parte em campo e parte laboratorial e, num estudo de natureza em parte qualitativa e, parte quantitativa (Pereira et al., 2018) com uso de estatística descritiva simples por meio de amostragem com critérios definidos, uso de valores médios, amplitudes entre valores mínimos e valores máximos (Shitsuka et al., 2014).

2.1 Área de Estudo

O município de Marabá situa-se na região Amazônica, no sudeste do Pará (Figura 1 – A, B), com uma área territorial 15.128,058 km², População residente 266.533 pessoas (IBGE, 2022). O estudo foi realizado em um dos bairros mais antigos da cidade, conhecido como Núcleo Velha Marabá (Figura 1 – C).

Figura 1 – Mapa de localização da área de estudo, situada no Núcleo Velha Marabá, com seus respectivos pontos de coleta de água, no município de Marabá, Pará.



Fonte: Adaptado de IBGE, malha territorial (2022), elaborado pelos Autores (2024).

O local de estudo é um importante ponto de coleta de água para a população do Núcleo Velha Marabá, contando com chafarizes que, há gerações, abastecem a comunidade. Os pontos analisados na pesquisa (ver Figura 1) incluem os Chafarizes da Praça Francisco Coelho (Ponto 1), a Escola NEI Deodoro de Mendonça (Ponto 2) e o Hospital Materno Infantil (Ponto 3).

Localizados em pontos estratégicos, esses chafarizes representam uma conexão essencial entre a população e o abastecimento de suas necessidades básicas. Como testemunhas silenciosas do passado e do presente, desempenham um papel crucial na vida cotidiana da comunidade local, destacando a importância de uma análise dessas fontes vitais.

2.2 Pontos de coleta e amostragem

As coletas das amostras de água foram realizadas no município de Marabá, estado do Pará, nas torneiras dos chafarizes que são oriundos de poços localizados no Núcleo Velha Marabá, nos bairros Francisco Coelho (Cabelo Seco) e Centro (Figura 1).

Para que a água seja considerada potável, ela deve atender a determinados parâmetros, que incluem aspectos organolépticos, físicos, químicos, microbiológicos e de radioatividade, garantindo a ausência de riscos à saúde, conforme estabelece a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 (Brasil, 2021). Neste trabalho, foram analisados os seguintes parâmetros de potabilidade nos pontos estudados: físicos, químicos e microbiológicos.

Para a seleção dos chafarizes a serem amostrados na etapa de campo, foram considerados três critérios principais: localização estratégica, acesso público e histórico de problemas. As amostras foram coletadas nos seguintes locais (Figura 1): Chafariz da Praça Francisco Coelho (Ponto 1), Escola NEI Deodoro de Mendonça (Ponto 2) e Hospital Materno Infantil (Ponto 3). Os dados referentes aos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, coletados pelos autores, correspondem ao mês de dezembro de 2023. Cabe destacar que as análises microbiológicas foram realizadas com dados cedidos pela Prefeitura Municipal de Marabá (PMM). Esses dados foram analisados em dois períodos distintos: os parâmetros físico-químicos e microbiológicos coletados em dezembro, e os dados microbiológicos adicionais fornecidos pela PMM, referentes a setembro de 2023.

As amostras para análises microbiológicas foram coletadas em frascos de polietileno de 100 mL e para amostragem físico-químicas foram utilizados frascos de vidro com capacidade de 1 litro (L). Antes de cada coleta, as torneiras passaram por assepsia com álcool 70% e em seguida foi deixado a água escoar por cerca de 3 minutos, a fim de desprezar a água acumulada na tubulação. Por fim, as amostras foram devidamente vedadas, identificadas e acondicionadas em caixa térmica com gelo para, em seguida, serem encaminhadas ao laboratório *Vet Plus* em Marabá, estado do Pará.

2.3 Parâmetros analisados em laboratório e campo

O laboratório *Vet Plus* realizou as análises das amostras coletadas seguindo a metodologia do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (Apha, 1998, 2017). Os parâmetros analisados em laboratório e campo foram: ciclo de nitrogênio (nitrato, nitrito e amônia), pH, condutividade elétrica, cor, temperatura, turbidez, coliformes totais e termotolerantes (*Escherichia coli*).

Os parâmetros analisados em campo foram Condutividade elétrica (CE), utilizando condutímetro digital (pHtek CD 203); pH com pHmetro de modelo *Digimed* DM 23, Turbidez utilizando o turbidímetro (Hanna HI 98703) e a intensidade da luz com o Espectrofotômetro (*MACHAREY – NAGEL* Nanocolor VIS) ambos já corrigidos com temperatura a 25 °C.

2.4 Tratamento dos Dados

Com a finalidade de apresentar a distribuição espacial dos pontos amostrados (chafarizes), foram obtidas as coordenadas geográficas com o auxílio de GPS (Garmin e Trex), e em seguida foram plotados em um mapa da área elaborado

no software QGIS (versão 3.28.7).

As análises laboratoriais foram registradas em uma planilha do *excel* neste estudo, com o objetivo de avaliar se os dados de cada parâmetro em cada ponto de coleta mostraram variações significativas que sustentassem sua discussão. Os resultados obtidos das análises foram comparados com os padrões de potabilidade estabelecidos pela Portaria Nº 888/2021 do Ministério da Saúde (MS), que dispõe sobre os padrões de potabilidade da água para consumo humano.

Para efeito de comparação das análises microbiológicas das águas, os dados foram coletados em dois períodos diferentes: em setembro, foram utilizadas as análises das águas fornecidas pela Prefeitura Municipal de Marabá (PMM) em 19/09/2023, e em 05 de dezembro de 2023, pelos autores. As coletas ocorreram nos seguintes locais: Chafarizes da Praça Francisco Coelho (Ponto 1), Escola NEI Deodoro de Mendonça (Ponto 2) e Hospital Materno Infantil (Ponto 3).

3. Resultados e Discussão

Os resultados das análises físico-químicas e microbiológicas das amostras coletadas dos três chafarizes utilizados para abastecimento humano na Velha Marabá são discutidos ao longo do texto abaixo.

3.1 Análise Físico-química das Amostras

Aqui são abordadas as análises físico-químicas de águas oriundas de três chafarizes utilizados para abastecimento humano na Velha Marabá: amônia, condutividade elétrica, cor, pH, temperatura, nitratos, nitritos e turbidez (Tabela 1).

Tabela 1 – Resultados das amostras de água de chafarizes analisadas em campo e laboratório (dezembro/2023).

Ponto de Coleta	Parâmetros	Resultados	Unidade	Portaria Nº 888/2021 do MS.
1	Amônia (como N)	0,4	mg/L	1,20
	Condutividade elétrica	171,7	µS/cm	N.A
	Cor Aparente	<5	uC	15
	pH	5,21	N.A	6.0 a 9,0
	Temperatura	33	°C	N.A
	Nitratos	24	mg/L	10
	Nitritos	<0,05	mg/L	1,00
	Turbidez	0,28	NTU	5,00
2	Amônia (como N)	1,3	mg/L	1,20
	Condutividade elétrica	310,8	µS/cm	N.A
	Cor Aparente	<5	uC	15
	pH	6,04	N.A	6.0 a 9,0
	Temperatura	33	°C	N.A
	Nitratos	26,1	mg/L	10
	Nitritos	0,12	mg/L	1,00
	Turbidez	0,51	NTU	5,00
3	Amônia (como N)	1,2	mg/L	1,20
	Condutividade elétrica	168,9	µS/cm	N.A
	Cor Aparente	<5	uC	15
	pH	6,71	N.A	6.0 a 9,0
	Temperatura	33	°C	N.A
	Nitratos	13,1	mg/L	10
	Nitritos	<0,05	mg/L	1,00
	Turbidez	0,5	NTU	5,00

Legenda: mg/L – Miligrama por Litro; µS/cm – Microsiemens por Centímetro; uC – Unidades de Cor; °C- Graus Celsius; NTU – Unidades Nefelométricas de Turbidez; L.Q. – Limite e Quantificação; VMP – Valor Máximo Permitido; NA – Não Aplicável.

Fonte: Elaborado pelos Autores (2023).

Em relação a concentração de amônia nas águas analisadas (Tabela 1), os pontos 1 (chafariz da Praça Francisco Coelho) e 3 (Hospital Materno Infantil), apresentaram em conformidade com valor máximo permitido (VMP) estabelecido pela Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde (1,2 mg/L). No entanto, no ponto 2 (chafariz da Escola Nei Deodoro de Mendonça), a amônia encontra-se em desacordo com a legislação supracitada, apresentando concentração de 1,30 mg/L. De acordo com Vianna (2015), isso ocorre devido ao uso inadequado de fertilizantes, despejo de resíduos industriais ou esgoto, entre outros fatores. Logo, altas concentrações de amônia podem ser prejudiciais aos organismos aquáticos e ao equilíbrio dos ecossistemas aquáticos.

Os valores de nitratos (Tabela 1), variaram de 13 mg/L (chafariz do Hospital Materno Infantil) a 26 mg/L (chafariz da Escola Nei Deodoro de Mendonça), estão todas as amostras analisadas em desacordo com a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde que determina o valor máximo permitido de até 10 mg/L.

Segundo Chapman (2021), a presença de nitratos acima do limite estabelecido pela Portaria vigente pode ser preocupante, pois altos níveis podem estar associados à contaminação por fontes agrícolas ou lançamento de esgoto, resultando assim, em riscos à saúde. Além disso, os efluentes industriais contendo nitratos, podem contaminar as águas superficiais e subterrâneas; o lançamento de águas residuais urbanas não tratadas nos corpos d'água; a falta de tratamento adequado de águas residuais em estações de tratamento de esgoto e fossas sépticas inadequadamente mantidas podem vazar nitratos para o solo e, eventualmente, para os recursos hídricos.

Pesquisas realizadas na cidade de Marabá apontam que, no bairro Marabá Pioneira, há registro de 33.349 residências sem acesso ao sistema de esgotamento sanitário, representando 93,80% das unidades familiares. Esse dado reforça a percepção dos moradores, dos quais 65,70% acreditam que os esgotos domésticos são despejados diretamente no rio Rio Tocantins (Araújo et al., 2020).

A concentração de nitritos nas águas (Tabela 1), apresentaram baixos valores, mantiveram-se praticamente nos mesmos níveis nos 3 pontos analisados, com um leve aumento no ponto 2 (chafariz da Escola Nei Deodoro de Mendonça). Esses valores justificam-se pela instabilidade desta forma de nitrogênio em meio aquoso. Esse leve aumento de nitrito pode ter ocorrido por conta de contaminação do poço por alguma fossa que possa ter transbordado, ou ainda pela chuva que possa ter ocorrido nas 48 horas antes da realização das coletas. A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde determina o valor máximo permitido (VMP) de até 1 mg/L, logo, todas as amostras analisadas estão dentro do limite permitido (Brasil, 2021).

Em relação a concentração da condutividade elétrica nos pontos analisados (Tabela 1), os valores variaram de 168,9 (chafariz do Hospital Materno Infantil) a 310,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (chafariz da Escola Nei Deodoro de Mendonça). Santos (2022), esclarece que a condutividade elétrica (CE) aumenta conforme a quantidade de íons dissolvidos cresce; esse aumento é influenciado pela concentração total das substâncias dissolvidas e ionizadas, bem como pela temperatura na qual a medida é feita. A CE é um indicador útil para avaliar o grau de mineralização da água, fornecendo insights sobre o impacto de vários íons no equilíbrio químico, no sistema fisiológico de plantas e animais, na taxa de corrosão, e também para verificar a pureza de águas destiladas e deionizadas. A Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde não estabelece um valor máximo permitido para esse parâmetro (Brasil, 2021).

O parâmetro "cor aparente" é uma medida que avalia visualmente a intensidade da coloração da água. Ele não está relacionado à cor real da água, mas à presença de substâncias que conferem cor, como os sólidos em suspensão. A determinação da cor aparente é frequentemente realizada por observação visual comparativa, na qual uma amostra de água é comparada com padrões de cor conhecidos (Campos, 2015). Esta análise subjetiva permite avaliar a intensidade da coloração da água. Não houveram maiores concentrações de cor aparente (Tabela 1), os 3 pontos analisados obtiveram resultados $<5 \text{ uC}$, diante disso, estão todas as amostras de água em acordo com a Portaria nº 888/2021 do Ministério de Saúde, com os valores abaixo de 15 uH (Brasil, 2021).

Os resultados das concentrações de pH nas amostras analisadas oscilaram entre 5,21 (Chafariz Praça Francisco Coelho) e 6,71 (Charafiz Hospital Materno Infantil) (Tabela 2), estando apenas a água do chafariz da Praça Francisco Coelho acima do VMP pela Portaria nº 888/2021 do Ministério de Saúde (6,0 e 9,0). Segundo Castro et al. (2014), as alterações no pH da água dependem de sua origem e características naturais de onde os recursos hídricos estão localizados, como dissolução de rochas e fotossíntese de organismos aquáticos. Porém, ele pode ser alterado pela introdução de resíduos e outros tipos de contaminantes na água, oriundo da chuva ácida, esgoto domésticos ou industriais, entre outros, deixando-a imprópria ao consumo humano.

A turbidez pode ser definida como a dificuldade da água para transmitir a luz, provocada pelos sólidos em suspensão, como silte, argila, matéria orgânica, microorganismos e partículas inorgânicas (Castro et al., 2014). Inicialmente, a turbidez era reconhecida apenas como uma característica física da água. No entanto, mais recentemente, despertou interesse no controle de qualidade da água devido à associação observada entre a presença de patógenos e a turbidez da água. Observa-se que a turbidez em todos os pontos amostrais (Tabela 1), se mantiveram dentro dos padrões de até 5 NTU, com pequenas variações de 0,5 a 0,51 NTU.

3.2 Análise Microbiológica das Amostras

Os resultados das análises microbiológicas estão apresentados na Tabela 2, destacando a presença ou ausência de Coliformes totais e *Escherichia coli*. Esses resultados são cruciais para avaliar a qualidade microbiológica da água utilizada pela população de Velha Marabá. Analisados, nos períodos de setembro e dezembro de 2023, nos seguintes locais: Chafarizes da Praça Francisco Coelho (Ponto 1), Escola NEI Deodoro de Mendonça (Ponto 2) e Hospital Materno Infantil (Ponto 3).

Tabela 2 – Resultados das análises microbiológicas das águas subterrâneas.

Período: setembro/2023				
Ponto de Coleta	Parâmetros	Resultados	Unidade	Port. MS Nº 888/2021
Ponto 1	Coliformes Totais	Ausente	Aus./Pres. em 100 mL	Ausente
	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Aus./Pres. em 100 mL	Ausente
Ponto 2	Coliformes Totais	Ausente	Aus./Pres. em 100 mL	Ausente
	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Aus./Pres. em 100 mL	Ausente
Ponto 3	Coliformes Totais	Presente	Aus./Pres. em 100 mL	Ausente
	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Aus./Pres. em 100 mL	Ausente
Período: dezembro/2023				
Ponto de Coleta	Parâmetros	Resultados	Unidade	Port. MS Nº 888/2021
Ponto 1	Coliformes Totais	Presente	Aus./Pres. em 100 mL	Ausente
	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Aus./Pres. em 100 mL	Ausente
Ponto 2	Coliformes Totais	Presente	Aus./Pres. em 100 mL	Ausente
	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Aus./Pres. em 100 mL	Ausente
Ponto 3	Coliformes Totais	Ausente	Aus./Pres. em 100 mL	Ausente
	<i>Escherichia coli</i>	Ausente	Aus./Pres. em 100 mL	Ausente

Legenda: Período: setembro/2023, dados cedidos de coleta pela PMM; Período: dezembro/2023, dados da pesquisa pelos autores; Ausente/Presente em 100 mL: Aus./Pres. em 100 mL; Port. MS Nº 888/2021: Legislação da Portaria Nº888/2021 do MS; Fonte: PMM, e Autores (2023).

De acordo com as amostras analisadas na Tabela 2, em relação ao parâmetro coliformes totais e/ou fecais, nota-se que, no período de setembro, houve presença apenas no Ponto 3 (Chafariz do Hospital Materno Infantil). Enquanto no período de dezembro, as amostras analisadas, nos pontos 1 (Chafarizes da Praça Francisco Coelho) e 2 (Escola Nei Deodoro de Mendonça) apresentaram presença de coliformes totais e/ou fecais. Caracterizando nesses pontos uma não conformidade aos padrões bacteriológicos estabelecidos pela legislação vigente, como a Portaria Nº888/2021 do MS, havendo então nessas amostras, uma possibilidade da veiculação de microrganismos patogênicos e consequente contaminação da água, o que

constitui um sério risco à saúde da população consumidora, principalmente por se tratar de um Chafariz para o abastecimento de água potável, sendo de fácil acesso ao público na região estudada.

Entretanto com relação ao parâmetro *Escherichia coli* (Tabela 2), o resultado obtido no presente estudo nos pontos 1 (Chafarizes da Praça Francisco Coelho), 2 (Escola Nei Deodoro de Mendonça) e Ponto 3 (Chafariz do Hospital Materno Infantil) apresentaram ausência nas 3 amostras analisadas, para os diferentes períodos.

Gurgel et al. (2020) corrobora que, a presença de coliformes totais e, especificamente, da bactéria *Escherichia coli*, é um indicativo importante da qualidade microbiológica da água. Os coliformes totais são um grupo de bactérias encontradas no intestino de humanos e animais de sangue quente. Sua presença na água pode ser um sinal de contaminação fecal, indicando possíveis patógenos presentes.

Diante dos resultados (Tabela 2), vale ressaltar que a presença de coliformes totais na água indica uma possível contaminação por dejetos humanos ou animais. No entanto, a ausência de *Escherichia coli* é um ponto positivo, pois sugere que não foram detectadas bactérias específicas que representam um risco maior à saúde humana. A detecção de *Escherichia coli*, especificamente, é um marcador altamente sensível para avaliar a contaminação fecal e o potencial risco à saúde (Bertrand et al., 2015).

Nota-se uma maior ocorrência do parâmetro de Coliformes Totais nas amostras analisadas (ponto 1, 2 e 3) principalmente no período de dezembro. De acordo com a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde, as amostras dos pontos 1 e 2 não estão aptas para consumo humano, pois essa portaria estabelece a ausência de coliformes totais e *E. coli* em 100 ml de água.

Pesquisas realizadas na cidade de Marabá destacam o processo de urbanização do bairro Marabá Pioneira e seus impactos na qualidade da água consumida pela população, bem como na conservação do rio. De acordo com o estudo, a alta incidência de coliformes totais está diretamente relacionada à insuficiência de saneamento básico. Embora, em 2018, o município tenha registrado uma cobertura de 99,87% na coleta de resíduos domésticos, 93,80% das residências permanecem sem acesso ao sistema de esgotamento sanitário, evidenciando uma grave lacuna na infraestrutura urbana (Araújo et al., 2020).

Na mesma portaria, Capítulo V, Art. 27 § 1º e § 7º informa que no controle da qualidade da água, quando forem detectadas amostras com resultado positivo para coliformes totais, mesmo em ensaios presuntivos, ações corretivas devem ser adotadas pelo responsável pelo SAA ou SAC e novas amostras devem ser coletadas em dias imediatamente sucessivos até que revelem resultados satisfatórios; e quando houver interpretação duvidosa nas reações típicas dos ensaios analíticos na determinação de coliformes totais e *Escherichia coli*, deve-se fazer a recoleta (Brasil, 2021).

Ressalta-se que no bairro Velha Marabá há incidência de enchentes durante os períodos chuvosos, especialmente em dezembro, o que contribui para a infiltração e percolação de contaminantes no lençol freático. Além disso, as moradias ao redor dos chafarizes utilizam fossas inadequadas. Este cenário pode ter contribuído para a maior ocorrência de Coliformes Totais nas amostras analisadas em dezembro, nos pontos 1 e 2. Segundo Schimitz et al. (2017), o uso de fossas inadequadas facilita a contaminação do subsolo, o que pode ter ocasionado a presença desse parâmetro nas análises.

Já o ponto 3 (Período dezembro) apresentou ausência para *E. coli* e coliformes totais; trata-se do chafariz do Hospital Materno Infantil, que é oriundo de um poço tubular profundo com profundidade de 185 m. Neste caso, a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* é uma boa notícia, isso sugere que a água testada pode estar livre de contaminação fecal e de possíveis patógenos associados. De acordo com Costa (2018), a ausência de *E. coli* é um bom indicador da qualidade microbiológica da água, enquanto a presença de coliformes totais requer uma investigação mais aprofundada para determinar a fonte e a extensão da contaminação.

Queiroz (2017) afirma que, a presença de coliformes totais, por si só, não indica necessariamente que a água esteja comprometida, mas pode apontar a presença de bactérias potencialmente patogênicas, logo a importância de analisar também

os coliformes termotolerantes ou *Escherichia coli*. Conforme os resultados laboratoriais (Tabela 2), ocorreu a ausência de *Escherichia coli* nas 3 amostras de águas analisadas, nos dois períodos (setembro e dezembro de 2023), estando as amostras de acordo com a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde.

4. Conclusão

A pesquisa abordou a análise da qualidade da água em três chafarizes destinados ao abastecimento humano na Velha Marabá, considerando parâmetros físico-químicos e microbiológicos.

Os resultados das análises físico-químicas revelaram que a água em todos os pontos analisados apresentou variações nos parâmetros, com destaque para a presença elevada de amônia no ponto 2 (Chafariz da Escola NEI Deodoro de Mendonça) indicando águas poluídas por descargas de esgotos próximos. A concentração de nitratos acima do limite estabelecido pela Portaria vigente foi constatado nas 3 amostras analisadas, indicando uma possível contaminação por lançamento de esgoto, além de apontar uma poluição remota, já que os nitratos são produtos finais de oxidação do nitrogênio.

Em relação as análises microbiológicas realizadas em dois períodos (setembro e dezembro de 2023), mostra que em setembro, apresentava ausência de coliformes fecais nos pontos 1 e 2 (chafarizes da Praça Francisco Coelho e da Escola Nei Deodoro Mendonça), enquanto na análise de dezembro, ocorreu a presença desses coliformes em suas águas, indicando provável contaminação por dejetos humanos ou animais.

Em todos os resultados obtidos nos diferentes períodos analisados, o parâmetro de *Escherichia coli* foi ausente nos três pontos analisados. Tanto em setembro quanto em dezembro de 2023, as três amostras de água analisadas não apresentaram *Escherichia coli*, estando em conformidade com a Portaria nº 888/2021 do Ministério da Saúde. Logo, sugere que não foram detectadas bactérias específicas que representam um risco maior à saúde humana.

Os desafios identificados, como a contaminação durante períodos de enchentes em Marabá e a necessidade de melhorias na infraestrutura de saneamento, ressaltam a importância de ações corretivas. Logo, este estudo contribui para o conhecimento da qualidade da água, destacando áreas críticas que necessitam de intervenções para garantir o acesso seguro e sustentável à água potável.

A qualidade da água dos chafarizes analisados em Velha Marabá está comprometida por contaminação por esgoto, evidenciada pela presença de amônia, nitratos e coliformes. Isso reforça a necessidade de monitoramento, tratamento adequado e políticas públicas para garantir a segurança hídrica da população.

Recomenda-se a implementação de monitoramento qualitativo contínuo das águas subterrâneas, principalmente aquelas destinadas a abastecimento público (chafarizes) e a implementação de medidas corretivas para proteger a saúde pública e preservar os recursos hídricos do município de Marabá.

Referências

- American Public Health Association (APHA). (1998). *Standard methods for examination of water and wastewater* (19ª ed.). Washington, DC.
- American Public Health Association (APHA). (2017). *Standard methods for the examination of water and wastewater* (23ª ed., ilustrada). Washington, DC: American Public Health Association. ISBN 087553287X, 9780875532875.
- Araújo, É. V. N., Mello, A. H. de, Santos, J. S., & Santos, N. K. F. dos. (2020). O processo de urbanização da orla do Rio Tocantins em Marabá – PA e os reflexos socioambientais na qualidade de vida da população. *Brazilian Journal of Development*, 6(8), 56792–56808. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-187>
- Barros, H. J. L., Campos, A. C. V., Oliveira, W. Z., Santos, T. L., & Santos, S. C. (2021). Avaliação microbiológica da água de soluções alternativas coletiva do município de Marabá-PA. *Revista Saúde e Meio Ambiente*, 12(1), 1–16. <https://periodicos.ufms.br/index.php/sameamb/article/view/10919>
- Bertrand, J. C., Caumette, P., Lebaron, P., Matheron, R., Normand, P., & Sime-Ngando, T. (Eds.). (2015). *Environmental microbiology: Fundamentals and applications*. Dordrecht, The Netherlands: Springer.
- Brasil. Ministério da Saúde. (2021). *Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021*. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017. Brasília. http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html

- Brasil. Ministério da Saúde. (2017). *Portaria de Consolidação Nº 5, de 28 de setembro de 2017*. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Brasília.
http://www.portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_CA.pdf
- Campos, N. M. M. (2015). *Padrão alternativo de dicromato de potássio para determinação de cor da água* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Amazonas, Manaus.
- Castro, J. S. O., Resque Júnior, B. T. B., Pontes, A. N., & Morales, G. P. (2014). Potabilidade da água. *Revista Enciclopédia Biosfera*, 10 (19), 1-15.
<https://www.conhecer.org.br/enciclop/2014b/MULTIDISCIPLINAR/Potabilidade.pdf>
- Chapman, D. V. (2021). *Water quality assessments: A guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring*. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Costa, F. da. (2018). *Qualidade físico-química e microbiológica da água consumida em Guaíba (RS) e sua implicação na saúde* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- Gurgel, R. S., Silva, L. S. da, & Silva, L. A. (2020). Investigação de coliformes totais e *Escherichia coli* em água de consumo da comunidade Lago do limão, Município de Iranduba – AM. *Brazilian Applied Science Review*, 4(4), 2512–2529. <https://doi.org/10.34115/basrv4n4-028>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2022). *Censo Demográfico 2022 [Internet]*. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/maraba.html>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2022). *Malha municipal digital e áreas territoriais 2022 [Internet]*. <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/15774-malhas.html>
- Oliveira, C. S. (2022). *Análise físico-química e microbiológica de bebedouros do CCET/UFMA* (Trabalho de conclusão de curso). Universidade Federal do Maranhão, São Luís.
- Pereira, A. S., et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica [free e-book]*. Editora UAB/NTE/UFSM.
- Queiroz, I. K. A. (2017). *Carne moída bovina em Araguaína: Qualidade higiênico-sanitária e perfil de resistência antimicrobiana de E. coli e Salmonella sp* (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Tocantins, Araguaína. <https://repositorio.uft.edu.br/handle/11612/6105>
- Reis, M. de C. S. dos, & Teixeira, A. M. A. (2020). Educação ambiental, turismo pedagógico e iniciação científica. *Revista Educação Pública*, 20(22). <https://educacaopublica.cecierj.edu.br/artigos/20/22/educacao-ambiental-turismo-pedagogico-e-iniciacao-cientifica>
- Santos, R. J. da S. (2022). *Análise multivariada e modelagem espacial de parâmetros hidrogeoquímicos dos sistemas aquíferos médio e inferior da bacia sedimentar do Cariri Cearense* (Tese de doutorado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- Schimitz, L. A. (2017). *Proteção de fontes de água em Unidades de Produção e Vida Familiares (UPVFs) no Sudoeste do Paraná* (Dissertação de mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Francisco Beltrão.
- Shitsuka, R., et al. (2014). *Matemática fundamental para tecnologia* (2ª ed.). Editora Erica. ISBN: 9788536502359.
- Vianna, A. M. (2015). Poluição ambiental, um problema de urbanização e crescimento desordenado das cidades. *Revista Sustinere*, 3(1), 22–42. <https://doi.org/10.12957/sustinere.2015.17325>