ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA EM POVOADOS DA ZONA RURAL DE MATINHA NA BAIXADA MARANHENSE

Raissa Azevedo Mendonça[1]; Artur Almeida Barbalho[1]; Thiago Oliveira Araújo[1]; Thiago Gomes Lisboa[1]; Dandara Figueredo Lima[2]; Olivar Aguiar Cavalcante Júnior[1]; Thiago de Morais Chaves[1]; Karla Cristina Amorim Pereira[1]; Alamgir Khan[3] & Raquel Maria Trindade Fernandes[4]

RESUMO – A utilização da água é de grande importância para todos, visto que ela é necessária para manutenção e funcionamento do corpo. Mesmo com a grande disponibilidade de águas em rios e mares, sabe-se que a maior parte desse recurso não pode ser utilizada para o consumo. Partindo dessa perspectiva, o objetivo do presente trabalho foi realizar análises físico-químicas e microbiológicas nas águas de poços de quatro povoados localizados em Matinha (MA), buscando através do comparativo entre os resultados obtidos e os limites aceitáveis estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, verificar as condições de potabilidade dessas fontes de água. Para isso, foram realizadas análises laboratoriais (alcalinidade total, dureza total, cloretos e gás carbônico livre) e a utilização da sonda multiparâmetros AK88v2 para verificar: temperatura, pH, O_2 dissolvido, condutividade, salinidade e TDS. Para a análise microbiológica utilizou-se o método Colitag. As análises físico-químicas demonstraram resultados satisfatórios, com valores dentro da faixa estabelecida pela portaria vigente. Entretanto, todas as amostras atestaram positivamente para a análise de coliformes totais, com Santa Rita e Mendonça II apresentando resultado positivo para contaminação fecal por *Escherichia coli.*

ABSTRACT– The use of water is of great importance to everyone, as it is essential for the maintenance and proper functioning of the human body. Despite the vast availability of water in rivers and seas, it is well known that most of this resource cannot be used for human consumption. From this perspective, the objective of the present study was to carry out physicochemical and microbiological analyses of well water from four rural communities located in Matinha (MA). By comparing the results obtained with the acceptable limits established by the GM/MS Ordinance N°. 888/2021, the study aimed to assess the potability of these water sources. To this end, laboratory analyses were performed to determine total alkalinity, total hardness, chlorides, and free carbon dioxide, while an AK88v2 multiparameter probe was used to measure temperature, pH, dissolved oxygen, conductivity, salinity, and total dissolved solids (TDS). For the microbiological analysis, the Colitag method was employed. The physicochemical analyses showed satisfactory results, with values within the limits established by the current regulation. However, all samples tested positive for total coliforms, and the communities of Santa Rita and Mendonça II showed positive results for fecal contamination by *Escherichia coli*.

Palavras-Chave – Poços; Potabilidade; Saúde pública.

[1]) Graduando(a) em Química Licenciatura na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva, n.º 1000, Jardim São Cristóvão, CEP 65.055-310, São Luís/MA, (98) 2016-8100, ouvidoria@uema.br
[2]) Mestrando(a) do Programa Profissionalizante em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos (Profágua) na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva, n.º 1000, Jardim São Cristóvão, CEP 65.055-310, São Luís/MA, (98) 2016-8100, ouvidoria@uema.br
[3]) Professor Dr. No Departamento de Química na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva, n.º 1000, Jardim São Cristóvão, CEP 65.055-310, São Luís/MA, (98) 2016-8100, alamgir@cecen.uema.br
[4]) Professora Dra. No Departamento de Química na Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Cidade Universitária Paulo VI, Avenida Lourenço Vieira da Silva, n.º 1000, Jardim São Cristóvão, CEP 65.055-310, São Luís/MA, (98) 2016-8100, raquelfernandes@professor.uema.br

1 INTRODUÇÃO

A utilização da água é de grande importância para todos, visto que ela é necessária para manutenção e funcionamento do corpo. É um recurso essencial aos seres vivos, servindo como fonte de hidratação, regulação da temperatura corporal e para eliminação de toxinas do organismo. Além disso, a água atua como solvente e dissolve diversas substâncias presentes no corpo, sendo fundamental em diversas reações no metabolismo (Couto *et al*., 2024).

Mesmo com a grande disponibilidade de águas em rios e mares, sabe-se que a maior parte desse recurso não pode ser utilizada para o consumo. Muitos desses recursos não estão disponíveis na forma ideal, sendo apenas 3 % correspondente à água doce disponível para a utilização (Baird, 2010). Dessa totalidade, ainda há pessoas que não possuem o acesso a um sistema de abastecimento, sendo necessário a escavação de poços artesianos para garantir o acesso à essa substância vital. Somado a isso, muitas comunidades compartilham esses poços, de forma que o consumo de água contaminada pode apresentar riscos à saúde de todos os moradores.

Partindo dessa perspectiva, para que seja considerado potável, esse recurso natural deve se enquadrar em padrões específicos estabelecidos pela legislação vigente. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi realizar análises físico-químicas e microbiológicas nas águas de poços de quatro povoados localizados em Matinha (MA), buscando através do comparativo entre os resultados obtidos e os limites aceitáveis estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, verificar as condições de potabilidade dessas fontes de água.

2 METODOLOGIA

2.1 Área de estudo

Matinha é um município do estado do Maranhão, que está inserida na microrregião da Baixada Maranhense, a cerca de 222 quilômetros da capital São Luís (Correia Filho *et al*., 2011). Essa região é constituída por um conjunto de áreas inundáveis como rios, lagos, estuários, terra firme, agroecossistemas e campos naturais. Além disso, é formada pelas bacias hidrográficas de vários rios, sendo os principais: Turiaçu, Pericumã, Pindaré e Mearim, que transbordam anualmente, e inundam as planícies baixas regionais (Sores, 2020).

Assim sendo, o presente trabalho foi desenvolvido em quatro povoados da zona rural de Matinha (MA). Os pontos de coleta foram descritos de acordo com seus respectivos povoados, sendo estes: Meia-Légua, Santa Rita, Graça, Mendonça I e Mendonça II. Na figura 1 tem-se a disposição geográfica do município de Matinha e na imagem 2 os pontos de coleta das amostras.

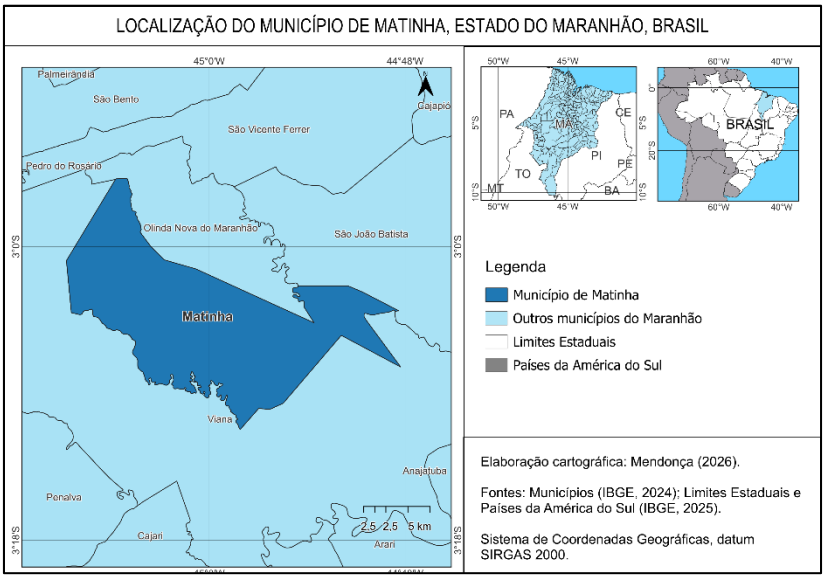


Figura 1- Disposição geográfica do município de Matinha

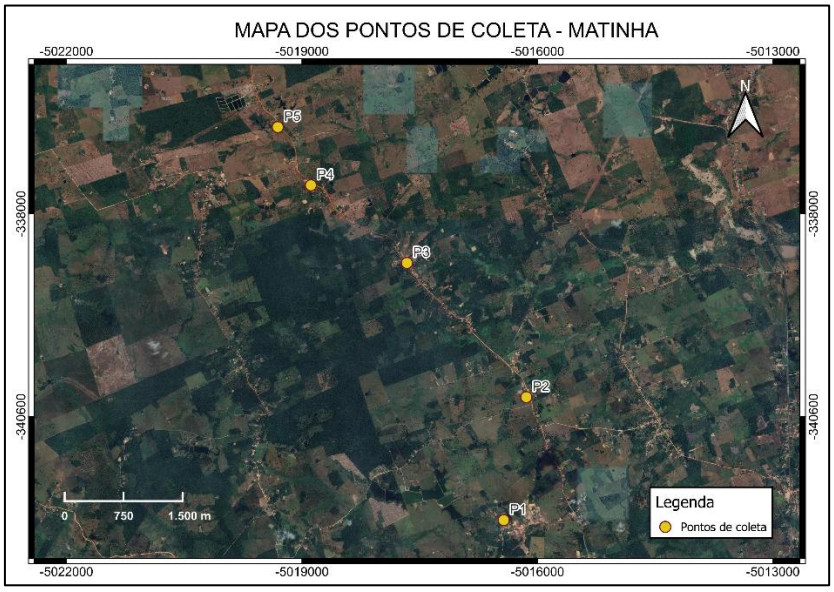


Figura 2 – Pontos de coleta das amostras – autores.

O quadro 1 descreve os pontos de coleta das amostras, os povoados nos quais os poços ficam situados, assim como as respectivas coordenadas geográficas. Importante ressaltar que Mendonça I e Mendonça II fazem referência ao mesmo povoado, entretanto correspondem a poços diferentes situados nessa localidade. Além disso, todas as amostras foram coletadas das caixas d'água presentes nesses cinco povoados, com cada um deles possuindo um reservatório diferente.

Quadro 1: Localizações geográficas dos pontos de coleta, Matinha (MA).

Pontos de coleta	Povoados	Latitude	Longitude
P1	Meia-Légua	3°04'12.43" S	45°03'48.06" W
P2	Santa Rita	3°03'21.52" S	45°03'38.74" W
P3	Graça	3°02'25.95" S	45°04'27.96" W
P4	Mendonça I	3°01'53.78" S	45°05'07.53" W
P5	Mendonça II	3°01'29.69" S	45°05'21.17" W

O banco de dados do Serviço Geológico do Brasil disponibiliza o SIAGAS (Sistema de Informações de Águas Subterrâneas) que permite a consulta sobre os poços tubulares cadastrados por todo território nacional. Entretanto, ao analisar os registros referente à região de Matinha percebe-se uma limitação na disponibilidade de dados relativos à construção desses poços, incluindo informações relacionados a profundidade, revestimento e demais aspectos técnicos desses reservatórios. Essa insuficiência de informações dificulta a avaliação mais aprofundada das condições hidrogeológicas locais e a influência dessas estruturas na qualidade e disponibilidade desses recursos, evidenciando a necessidade de atualização e complementação dos registros existentes.

2.3 Análises em Laboratório

As análises foram realizadas no Laboratório Paracelso de Análises Químicas da Universidade Estadual do Maranhão. Para os parâmetros físico-químicos foi utilizado o Manual prático de análise de água (Brasil, 2013) nos testes de: alcalinidade total, dureza total, cloretos e gás carbônico livre. Além disso, utilizou-se a sonda multiparâmetros AK88v2 (figura 2), para verificação de: temperatura, pH, O_2 dissolvido, condutividade, salinidade e sólidos totais dissolvidos (TDS). Os valores para turbidez foram mensurados com o auxílio do turbidímetro (figura 2).

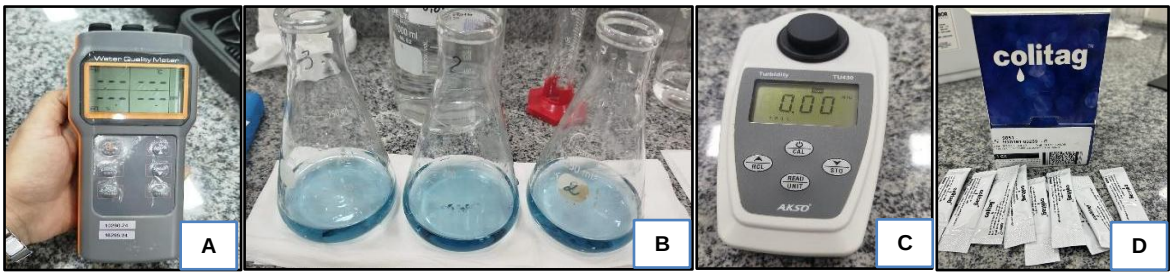


Figura 2: sonda AK88v2 (A); análise da dureza (B); turbidímetro (C); material do colitag (D) - autores.

Para a análise microbiológica utilizou-se o método Colitag, que segundo Zan e colaboradores (2013), é um método seletivo, diferencial e rápido que consegue determinar a presença ou ausência de coliformes e *Escherichia coli* em amostras, entregando resultados de forma eficiente em até 24 horas. Partindo dessa perspectiva, 100 mL de cada amostras foram colocadas em frascos devidamente identificados, juntamente com o material do Colitag (figura 2). Em seguida, os frascos foram direcionados a estufa microbiológica com uma temperatura de 35°C. A leitura do material foi realizada com o auxílio de lâmpada ultravioleta (365 nm), após o período de incubação de 16 a 48 horas. Vale ressaltar novamente, que esse tipo de teste é apenas qualitativo, conseguindo indicar somente a presença ou ausência desses microrganismos nos conteúdos analisados.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Análises Físico-Químicas

A Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (Brasil, 2021). De acordo com a mesma, toda água para ingestão humana deve estar em conformidade com padrões microbiológicos e de substâncias químicas que representam risco à saúde. Nesse sentido, os resultados obtidos com esta pesquisa foram comparados com a portaria, a fim de se identificar as condições de potabilidade da água analisada. Assim, a tabela 1 mostra todos os parâmetros físico-químicos analisados neste estudo, bem como os valores máximos estabelecidos pela legislação e suas respectivas unidades de medida.

Tabela 1: Parâmetros analisados, valores máximos permitidos e unidades de medida.

Parâmetros	Valor Máximo Permitido	Unidade de Medida
Alcalinidade total	NE	mg/L
Gás carbônico livre	NE	mg/L
Cloretos	250	mg/L
Dureza total	300	mg/L
Temperatura	NE	°C
pH	6 a 9	---
O_2 dissolvido	NE	mg/L
Condutividade	NE	µS/cm
Salinidade	NE	mg/L
Sólidos Totais Dissolvidos	500	mg/L
Turbidez	5	UNT

NE – Não estabelece.

Concomitantemente, a tabela 2 demonstra os resultados obtidos durante as análises nos cinco pontos de coleta. Para fins de melhor compreensão, utilizar os valores descritos na tabela abaixo, com suas respectivas unidades orientadas pela tabela 1.

Tabela 2 – Resultados das análises físico-químicas.

Parâmetros	Meia-Légua	Santa Rita	Graça	Mendonça I	Mendonça II
Alcalinidade total	80,67	116,67	201,33	117,33	162,67
Gás carbônico livre	19,0	9,67	10,0	12,67	10,33
Cloretos	0,031	0,044	0,057	0,206	0,083
Dureza total	16,0	44,0	49,33	156,0	85,33
Temperatura	21,4	21,3	21,3	22,1	21,8
pH	6,17	8,01	8,12	7,30	7,66
O_2 dissolvido	5,4	5,5	5,5	5,5	5,1
Condutividade	120,5	251,0	484,0	574,0	482,0
Salinidade	0,06	0,13	0,24	0,30	0,25
Sólidos Totais	60,0	125,0	242,0	286,0	241,0

Turbidez	0,03	4,27	1,16	2,23	1,14

As análises realizadas apresentaram valores para alcalinidade que variaram entre 80,67 e 201,33 mg/L de $CaCO_3$, sendo a maior e menor concentração correspondentes a Meia-Légua e Graça, respectivamente. De acordo com Brasil (2014), concentrações moderadas de alcalinidade não possuem nenhum significado sanitário, entretanto, níveis elevados podem provocar sabor desagradável na água consumida. Apesar da portaria não estabelecer um valor máximo permitido (VMP) para esse parâmetro, seu monitoramento é de essencial importância tendo-se em vista sua influência no processo de tamponamento e corrosividade da água (Bernades Filho *et al.*, 2025).

O gás carbônico livre teve variações entre 9,67 e 12,67 mg/L, com a maior concentração sendo observada em Mendonça I. Assim como a alcalinidade, esse parâmetro não possui valor máximo estabelecido pela portaria, entretanto, este apresenta grande influência na acidez da água e em sua capacidade de dissolução de minerais, o que pode impactar tanto a potabilidade quanto a durabilidade de sistemas de captação e distribuição, tendo-se em vista sua capacidade de intensificar processos corrosivos em sistemas de tratamento de água (Rodrigues *et al.*, 2025).

O valor médio encontrado para cloretos foi de 0,421 mg/L, bem abaixo do VMP de 250 mg/L estabelecido pela legislação. Apesar desse parâmetro se encontrar dentro da faixa aceitável prevista pela portaria GM/MS nº 888, a concentração mais elevada de cloretos em Mendonça I, justifica a rejeição por parte dos moradores desse local ao consumo dessa água, que consideram a mesma como salobra, sendo utilizada somente em afazeres domésticos. Além disso, como a salinidade mede a concentração dos sais presentes na água, quando observada sua concentração nas amostras, esse mesmo ponto demonstrou valor relativamente maior em relação aos outros (0,3 mg/L). Os demais pontos, apresentaram valores entre 0,06 e 0,25 mg/L.

Em adição, temos o parâmetro da condutividade que também se relaciona com a salinidade. Segundo Costa e colaboradores (2006), quanto maior a salinidade presente no corpo hídrico, mais corrente elétrica é conduzida pela água. Isso é confirmado durante as análises, uma vez que o ponto com salinidade mais elevada, Mendonça I, apresentou o maior valor para condutividade, 574,0 µS/cm. Nos demais pontos esses valores tiveram variação entre 120,5 e 484,0 µS/cm.

A dureza total teve variações de 16,0 e 156,0 mg/L. Apesar desses valores estarem dentro do VMP de 300 mg/L determinado pela legislação, o teor mais elevado em alguns dos pontos evidencia uma alta concentração de íons cálcio e magnésio nas amostras analisadas. Além disso, Mendonça I, que apresentou maior valor, pode ser descrito como um poço com características de água dura, uma vez que apresentou concentração entre 150,0 e 300,0 mg/L (Brasil, 2006). Esse fato confirma a pouca formação de espumas observada pelos moradores locais, durante a utilização dessa água na lavagem

de roupas e processos higiênicos afins, uma vez que a dureza elevada colabora na formação de um composto sólido insolúvel quando em contato com o sabão.

A tabela 2 mostra que o pH dos cinco pontos analisados variou de 6,17 e 8,12, todos dentro da faixa de 6 a 9 estabelecida pela legislação vigente. A variação de pH pode ser explicada por diversos fatores, dentre eles a presença de matéria orgânica no meio hídrico, que sofrendo o processo de decomposição pode dar origem a compostos ácidos que reduzem os valores de pH (Ferreira *et al*., 2018). No caso de poços, quando não acontece uma limpeza regular das caixas d'água para a retirada desses materiais, pode acontecer essas alterações e a água se tornar ácida.

Os valores obtidos para Sólido Totais Dissolvidos (TDS), foram de 60,0 a 286,0 mg/L, estando de arco com o VMP de 500 mg/L estabelecido pela portaria. Esse parâmetro é um importante indicador de qualidade da água, tendo-se em vista que sua presença além de afetar as características organolépticas da água pode estar relacionada a contaminação por esgotos (Brasil, 2006; Bernades Filho, *et al.*, 2025). Para a turbidez foram encontrados valores entre 0,03 e 4,27 UNT, sendo o menor valor descrito para Meia-Légua e o maior para Santa Rita. Estes também se encontram dentro do estabelecido pela legislação, com concentrações abaixo de 5 UNT.

As análises identificaram concentrações de 5,1 a 5,5 mg/L para oxigênio dissolvido. Mesmo a legislação não estabelecendo um valor máximo específico, este parâmetro possui grande relevância ao expressar a qualidade de um sistema aquático, uma vez que para a manutenção da vida aeróbica nesses ambientes são necessários teores mínimos de oxigênio dissolvido (entre 2 e 5mg/L), que variam de acordo com a necessidade de cada organismo (Brasil, 2006).

Dessa forma, os parâmetros físico-químicos analisados nesta pesquisa, encontram-se em acordo com os valores estabelecidos pela portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Estes resultados se diferem dos relatados por Bernades Filho e colaboradores (2025), que durante as análises de poços em povoados de município de Codó (MA), perceberam muitas inconformidades com o padrão determinado pela legislação. Isso permite entender que os diferentes locais demonstram qualidades específicas para as águas e que deve haver o monitoramento adequado de áreas mais distantes da zona urbana, uma vez que o consumo de água contaminada pode trazer riscos à saúde da população local.

3.2 Análises microbiológicas

O grupo coliforme apresenta bactérias que normalmente habitam o intestino de homens e de animais, atuando como importante indicador de contaminação microbiológica de amostras (Brasil, 2006). As análises podem ser visualizadas pela figura 5. No item (A), temos apenas as amostras de água com o conteúdo do Colitag antes do período de incubação. Em (B), pode ser observada uma

certa mudança na coloração das amostras, passando de uma tonalidade mais clara para um amarelo bem intenso, característica essa que indica contaminação por coliformes totais. Somado a isso, o item (C) apresenta as amostras sendo expostas a luz ultravioleta, para detecção de coliformes termotolerantes (*Escherichia coli*). O indicativo da presença deste organismo é o aparecimento de fluorescência nas amostras quando em contato com a luz ultravioleta.

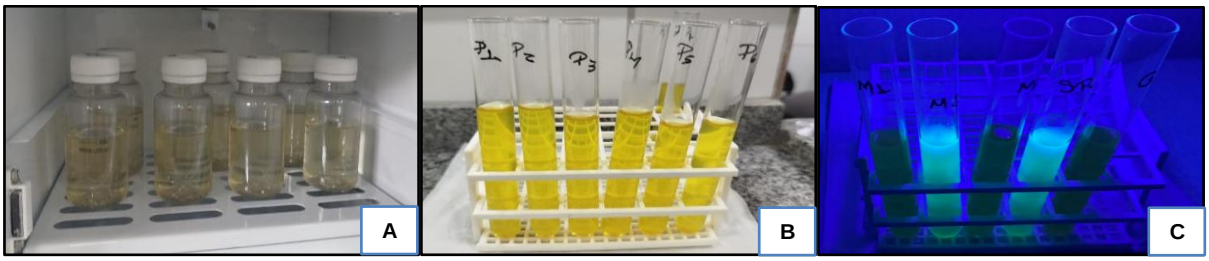


Figura 5: Análise microbiológica - autores.

A tabela 3 mostra os resultados obtidos para os testes microbiológicos, onde observa-se que todas as amostras atestaram positivamente para coliformes totais.

Tabela 3: Resultados das análises microbiológicas.

Testes	Valor permitido	Meia-Légua	Santa Rita	Graça	Mendonça I	Mendonça II
Coliformes Totais	ausência	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo	Positivo
Escherichia coli	*ausência*	Negativo	Positivo	Negativo	Negativo	Positivo

Além disso, foi detectada a existência de *Escherichia coli* em dois pontos amostrais, sendo eles: Santa Rita e Mendonça II. A presença desse microrganismo nas amostras coletadas indica que as águas estão fora do permitido pela legislação sendo necessárias intervenções para eliminar os patógenos presentes nas amostras. De forma análoga, Lopes e colaboradores (2026), constataram positividade em amostras de poços do município de Cururupu (MA), indicando também a contaminação de bactérias de origem fecal em águas para o consumo humano, podendo isso ter impacto direto na saúde dos moradores locais.

4 CONCLUSÃO

A partir deste estudo foi possível obter informações de extrema relevância sobre as condições de potabilidade dos quatro povoados da zona rural de Matinha (MA). As análises físico-químicas demonstraram resultados satisfatórios para os parâmetros alcalinidade total, gás carbônico livre, cloretos, dureza total, temperatura, O_2 dissolvido, condutividade, salinidade, Sólidos totais dissolvidos e turbidez, estando dentro dos limites estabelecidos pela portaria GM/MS nº 888. Todas as amostras apresentaram resultado positivo para a presença de coliformes totais, com Santa Rita e

Mendonça II apresentando resultado positivo para contaminação fecal por *Escherichia coli.* A presença desses contaminantes microbiológicos evidencia uma situação preocupante com relação a saúde dos moradores locais, o que reforça a importância de ações sobre educação sanitária dentro dessas comunidades, assim como o monitoramento contínuo desses recursos hídricos por parte do poder público, uma vez que as alterações microbiológicas identificadas podem trazer riscos à saúde da população.

AGRADECIMENTOS - Ao Laboratório Paracelso de Análises Químicas pela ajuda durante o desenvolvimento desse trabalho e a Prof.ª. Dra. Raquel Maria Trindade Fernandes pela orientação.

REFERÊNCIAS

BAIRD, C.; CANN, M. (2011). *"Química ambiental".* 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 844 p.

BERNADES FILHO, I. H. *et al*. (2025). *"POTABILIDADE DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS EM SISTEMAS ALTERNATIVOS NO INTERIOR DO MARANHÃO: ESTUDO DE CASO EM CODÓ-MA".* ARACÊ, (6-7), pp. 29218–29235.

BRASIL. (2006). "*Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano"*. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde, Brasília, 212 p.

BRASIL. (2013). *"Manual prático de análise de água".* Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde, Brasília, 150 p.

BRASIL. (2014). *"Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS".* Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde, Brasília, 112 p.

BRASIL. (2021). *"Portaria GM/MS n° 888, de 4 de maio de 2021".* Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial, Brasília, DF.

CORREIA FILHO, F. L. *et al*. (2011). *Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Matinha.* Serviço Geológico do Brasil, Teresina, 31 p.

COSTA, A. M. B.; MELO, J. G.; SILVA, F. M (2006). *"Aspectos da salinização das águas do aquífero cristalino no estado do Rio Grande do Norte, nordeste do Brasil".* Águas Subterrâneas, (1–20), pp. 67-82.

COUTO, E. dos S. *et al*. (2024). "*Análise microbiológica e físico-química da água potável dos bebedouros de uma instituição de ensino do Espírito Santo".* Cuadernos de Educación y Desarrollo, (13-16), pp. 1-22.

FERREIRA, R. P. S. *et al*. (2018). *"Caracterização da qualidade da água dos afluentes do Córrego Macuco, distrito de Ipoema Itabira (MG)".* Research, Society and Development, (6-7), pp. 01-25.

LOPES, C. C. *et al*. (2026). "*QUALIDADE DA ÁGUA DE POÇOS NA COMUNIDADE DA ILHA DE LENÇÓIS, CURURUPU – MA: AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-QUÍMICA".* Revista Ibero-Americana De Humanidades, Ciências E Educação, (4-12), pp. 1–16.

RODRIGUES, M. V. F. *et al.* (2025) "*CO_2 COMO AGENTE CORROSIVO EM SISTEMAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA"* in Anais do 64° Congresso Brasileiro de Química, Belo Horizonte, novembro, 2025.

SOARES, J. C. B. *"ANÁLISE SOCIOAMBIENTAL E DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA NOS MUNICÍPIOS DE MATINHA E MONÇÃO- MARANHÃO"*. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Maranhão. Programa de Pós-Graduação em Saúde e Ambiente.

ZAN, R. A. *et al.* (2013).*"Avaliação da qualidade de águas minerais comercializadas nas cidades do Vale do Jamari, Amazônia Ocidental, Rondônia – Brasil".* Revista Saúde Pública Santa Catarina, (4-6), pp. 19-26.