

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM POÇOS SEMI ARTESIANOS NO DISTRITO DE SANTO ANTÔNIO DO MATUPI EM MANICORÉ-AM

DOI: <http://dx.doi.org/10.55449/congea.15.24.VIII-011>

Kelem de Vasconcelos Alves (*), Marcelo Dayron Rodrigues Soares, Elisson de Souza Carneiro, Luan Vinicius Mar Cavalcante, Gabriel Wagner da Silva Gomes

* Universidade Federal do Amazonas – UFAM, Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente – IEAA, kelem.alves@ufam.edu.br

RESUMO

A qualidade da água é um dos assuntos mais discutidos no mundo todo, ela é um recurso indispensável. Os processos antrópicos excessivos modificam a qualidade e o padrão da água, seja ela superficial ou subterrânea, destinada ao abastecimento humano. Diante do exposto o presente trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade da água em poços artesianos no distrito de Santo Antônio do Matupi, em Manicoré-AM. Foram selecionados 06 pontos em diferentes regiões do distrito no período da estação chuvosa. Mediante essas amostras, foram avaliados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos. Os dados foram comparados com a Portaria GM/MS n.º 888, de 4 de maio de 2021. As variáveis analisadas foram Coliformes Termotolerantes, Coliformes Totais, Sólidos totais dissolvidos, Turbidez, Cor Aparente, Ferro Total, Manganês total, pH, Condutividade e Temperatura. As variáveis fósforo total e sólidos totais dissolvidos apresentaram valores dentro do permitido pela legislação. Por outro lado, os valores de pH indicaram que quase todos os pontos coletados, exceto o P6, não atendem à legislação vigente. Para o manganês total, apenas o ponto de amostragem P6 está acima do limite preconizado pela portaria. Por conseguinte, é válido destacar que, dos seis pontos amostrados, cinco indicaram a presença de Coliformes Totais. A presença desses patógenos na maioria dos locais estudados indica que a água está imprópria para consumo humano e não atende aos padrões de potabilidade. A avaliação enfatiza a importância do monitoramento contínuo da qualidade da água no distrito, implementando ações corretivas e preventivas para assegurar a conformidade com as normativas brasileiras para abastecimento de água.

PALAVRAS-CHAVE: Abastecimento de água; padrões de potabilidade; contaminação da água; saúde pública.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso fundamental para a sustentação da vida no planeta, sendo essencial para diversas atividades humanas e processos ambientais. Desde o início da civilização, as sociedades humanas têm dependido da água não apenas para suas necessidades básicas de consumo, mas também para o desenvolvimento econômico, agrícola e industrial (Bacci e Pataca, 2008). Além disso, a água desempenha um papel crucial na manutenção dos ecossistemas aquáticos, influenciando diretamente a biodiversidade e a estabilidade dos habitats naturais.

De acordo com Cervi (2022), a água é um solvente universal, capaz de se associar a uma ampla gama de substâncias químicas, tanto benéficas quanto potencialmente prejudiciais. Essa capacidade torna a água suscetível à contaminação por poluentes industriais, agrícolas e domésticos, impactando negativamente sua qualidade e potabilidade em diversas partes do mundo.

A distribuição desigual dos recursos hídricos no planeta apresenta desafios significativos para sua gestão sustentável. Apenas 2,5% da água existente é doce, e a maioria dessa porção está concentrada em regiões de difícil acesso ou é subterrânea (ANA, 2022). Isso significa que a água potável disponível para uso direto é limitada, exigindo estratégias eficazes de conservação e uso racional para garantir o acesso equitativo a esse recurso essencial.

A gestão integrada dos recursos hídricos é essencial para mitigar conflitos de uso e garantir a sustentabilidade ambiental e socioeconômica. Os recursos hídricos são cruciais para a agricultura, geração de energia, indústria e abastecimento público, refletindo-se diretamente no desenvolvimento econômico e na qualidade de vida das populações (Langemeyer et al., 2018).

Portanto, a água não é apenas um bem econômico, mas também um direito humano fundamental, reconhecido internacionalmente como essencial para a dignidade e bem-estar das pessoas. A qualidade da água destinada ao consumo humano é uma preocupação crescente em todo o mundo. A contaminação por poluentes químicos e microbiológicos representa sérios riscos à saúde pública, levando a doenças de veiculação hídrica e impactando negativamente o desenvolvimento socioeconômico das comunidades (Carvalho et al., 2020). A implementação de normas e padrões de

qualidade da água, como estabelecido pela Portaria GM/MS n.º 888/2021 no Brasil, é essencial para assegurar que a água potável atenda aos requisitos mínimos de segurança sanitária.

No contexto brasileiro, as águas subterrâneas desempenham um papel estratégico no suprimento de água potável para diversas regiões do país. Com mais de 2,5 milhões de poços artesanais em operação, esses recursos são vitais não apenas para o abastecimento urbano, mas também para a irrigação agrícola e a manutenção dos ecossistemas (Hirata et al., 2019). No entanto, a exploração descontrolada e a contaminação desses aquíferos representam sérios desafios ambientais e de saúde pública, exigindo políticas eficazes de monitoramento e gestão sustentável.

Na região Norte do Brasil, a qualidade das águas provenientes de poços utilizados para abastecimento humano nas zonas rurais enfrenta desafios significativos devido à escassez de estudos e investigações aprofundadas sobre suas características físico-químicas e microbiológicas. Considerando a importância crítica da água potável para a promoção da saúde pública e o bem-estar das comunidades locais, essa questão adquire uma dimensão alarmante. Assim, é essencial implementar um rigoroso monitoramento e controle da qualidade da água distribuída à população.

Nesse contexto, este estudo como objetivo principal investigar a qualidade da água em poços artesanais do distrito de Santo Antônio do Matupi, no município de Manicoré-AM, no período da estação chuvosa na região, por meio da caracterização dos parâmetros físico-químicos e microbiológicos conforme os padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS n.º 888/2021.

OBJETIVOS

Analisar a qualidade da água dos poços semi artesanais na cidade de Manicoré-AM, realizar a análise dos parâmetros físico químicos e microbiológicos, comparar os resultados obtidos com a legislação na Portaria GM/MS n.º 888/2021.

METODOLOGIA

O estudo foi realizado no distrito de Santo Antônio do Matupi, também conhecido como “km 180”, às margens da BR 319 — Transamazônica, sentido a Apuí, localizado no município de Manicoré-AM, com temperatura média de 26 °C e precipitação pluvial média anual de 2.500 mm. O período chuvoso inicia-se em outubro e prolonga-se até junho.

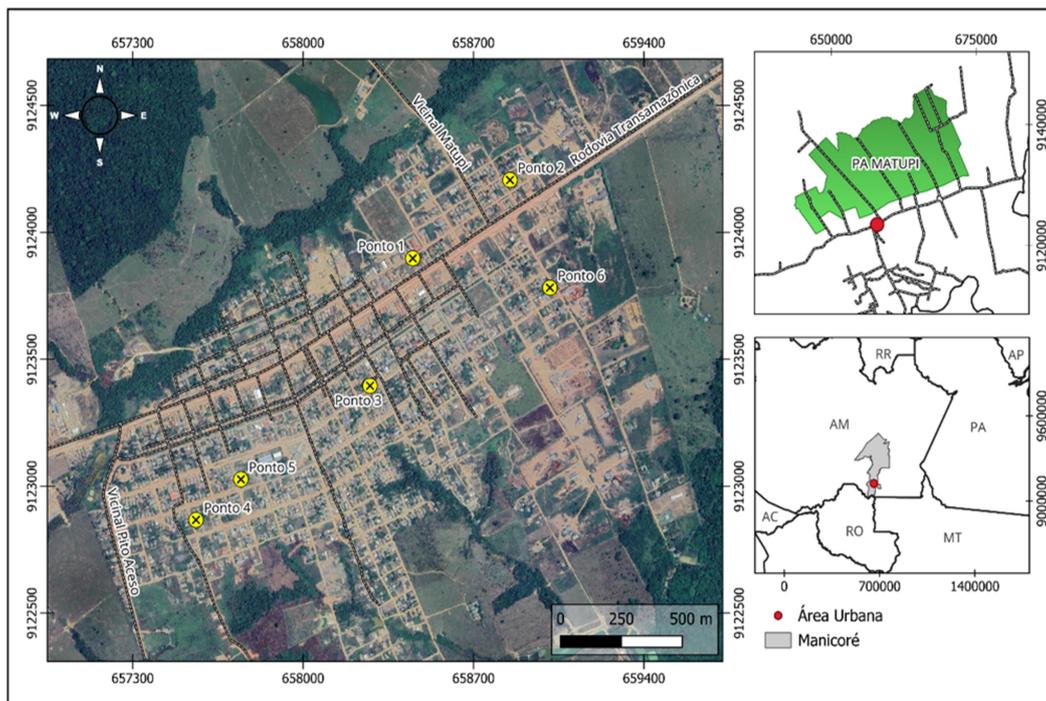


Figura 1: Mapa do estado do Amazonas e da área rural, com a localização dos poços no distrito de Santo Antônio do Matupi em Manicoré-am. Fonte: Os autores.

Para a coleta das amostras foram selecionados seis pontos (quadro 1).

Quadro 1. Descrição dos poços distribuídos pelo distrito de Santo Antônio do Matupi. Fonte: Os autores.

Poços	Profundidade	Pessoas abastecidas	Duração
P1	12 m	3	10 anos.
P2	30 m	5	20 anos.
P3	25 m	5	10 anos.
P4	42 m	5	2 anos.
P5	28 m	100	9 anos.
P6	9 m	4	10 anos.

O procedimento de amostragem foi realizado em abril de 2024, durante o período da estação chuvosa. As coletas foram realizadas conforme o Manual Prático de Análise de Água (2014).

Os parâmetros de pH, condutividade (Cond) em $\mu\text{S}/\text{cm}$ (EC), temperatura (T) em $^{\circ}\text{C}$ e sólidos totais (Std) em mg/L , foram aferidos no local de coleta utilizando um medidor multiparâmetro da marca AKSO. As amostras para os demais parâmetros amostras foram coletadas em recipientes apropriados e rotuladas com informações como nome, data e horário. Em seguida, foram armazenadas em um recipiente refrigerado com gelo e enviadas ao Laboratório de Análise de Água, Efluentes, Solo e Derivados de Petróleo (LAPEF) na cidade de Porto Velho-RO, para aferimento dos demais parâmetros, Coliformes termotolerantes (CTT), Coliformes Totais (CT), Turbidez (Tu) em uT, Cor aparente (Cor) em uH, Ferro total (Fe) e Manganês (Mg) em mg/L .

Os resultados das análises foram comparados com o valor máximo permitido-VMP, estabelecidos pela Portaria n.888 de 04 de maio de 2021 do Ministério da Saúde.

RESULTADOS

A tabela 1 apresenta os resultados analíticos das amostras para cada parâmetro, bem como os limites estabelecidos pela Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021.

Tabela 1: Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água para os poços P1, P2, P3, P4, P5 E P6, e os limites estabelecidos pela Portaria n.º 888/2021. Fonte: Os autores.

Parâmetro	P1	P2	P3	P4	P5	P6	Média	VMP
CTT	Presente	Ausente	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	—	—
CT	Presente	Presente	Presente	Ausente	Presente	Ausente	—	100 ml
STD	35	72	50	22	19	51	41,05	Até 500
Tu	4,70	31,10	2,29	1,69	<0,1	<1,0	6,81	Até 5
Cor	7,6	22,1	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	8,28	Até 15
Fe	<0,1	0,12	<0,1	<0,1	<0,1	<0,05	0,09	Até 0,3
Mg	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	6,21	1,08	Até 0,1
pH	5,12	4,26	4,64	5,67	5,82	6,20	5,28	6,0 - 9,0
Cond	71	144	99	44	40	101	83,2	—
T	29,9°	31,3°	29,6°	29,1°	29,7°	30,4°	30,0°	—

A água destinada ao consumo humano deve apresentar ausência de Coliformes Totais em uma amostra de 100 ml em 95% das amostras examinadas (Brasil, 2021). Com base nesses critérios, as águas dos poços artesanais analisadas nos pontos P1, P2, P3 e P5 são consideradas impróprias para o consumo humano.

A contaminação ocorre devido a infiltração no solo ocasionado pelas fossas, ou por fontes de escoamento superficial devido ao fato das amostras terem sido coletadas durante o período de alta incidência pluviométrica. Por outro lado, a ausência de coliformes totais nos pontos P4 e P6 indica uma condição relativamente melhor de qualidade da água nesses locais, sugerindo que esses pontos estão menos sujeitos à contaminação fecal. Essa diferença está relacionada a fatores geográficos, como a profundidade do poço e a distância de fontes de poluição. O ponto P4 é o poço mais profundo e o ponto P6 está próximo de uma área vegetada, tendo influência direta na melhor qualidade da água nesses locais.

Foi observada a presença de Coliformes Termotolerantes nos pontos P1 e P3, enquanto os pontos P2, P4, P5 e P6 apresentaram ausência desses microrganismos. Esses resultados indicam uma contaminação parcial das amostras. Nos resultados do estudo efetuado por Ferreira et al., (2019), 70% das amostras apresentaram contaminação por coliformes

termotolerantes. Embora neste estudo não tenha sido determinada a contaminação das águas por *Escherichia coli*, o alto percentual de amostras contaminadas por coliformes termotolerantes indica o risco associado ao consumo dessas águas. De acordo com Simões et al., (2020), a presença de coliformes nas amostras corresponde as bactérias que servem como indicador de contaminação fecal, normalmente encontrada em abundância nos esgotos domésticos, o que se pode verificar neste estudo, que é possível diagnosticar estruturas dos poços em más condições de uso, falta de cuidados no manuseio e captação da água e até mesmo carência de manutenção desses poços, comprometendo diretamente o uso.

A temperatura da água é um parâmetro importante a ser analisado, quando se deseja avaliar sua qualidade, ao influenciar na fluoretação, solubilidade e ionização das substâncias coagulantes, alterações de pH, condutividade elétrica e alcalinidade, entre outros parâmetros. O parâmetro temperatura não está incluído dentro dos parâmetros organolépticos de potabilidade definidos pela portaria. No entanto, segundo Barbosa et al., (2022) a temperatura é muito importante para estudos em água, pois influencia em processos biológicos, reações químicas e bioquímicas, solubilidade dos gases dissolvidos e sais minerais.

Os níveis de pH em cada um dos seis pontos de amostragem foram avaliados e mostraram que os valores dos primeiros 5 pontos apresentam caráter ácido e não se enquadram nos limites estabelecidos pela Portaria nº 888/2021 para consumo humano, exceto pelo P6 que mostrou estar dentro dos limites estabelecidos pela mesma. Ferreira et al., (2021) ressaltam a influência da baixa concentração do pH, no sabor da água e corrosão dos sistemas de distribuição de água.

Deve-se considerar que o mês de coleta coincide com o período em que as chuvas ocorrem, portanto, pode ser um dos fatores que influenciaram na acidez de água, que pode estar relacionada ao fluxo de água das enxurradas porque os poços não possuem revestimento que impermeabilize a água das chuvas. A maioria dos casos, os valores de pH na faixa ácida são atribuídos às características geoquímicas dos solos da Amazônia, que têm predominância de elementos ácidos, como alumínio e ferro, que são característicos de ambientes lixiviados por altas temperaturas e precipitações (Simões et al., 2020).

As análises da turbidez nos pontos de amostragem revelaram que somente o ponto P2 apresentou um valor de turbidez acima (31,10 UT) do VMP, o que sugere a presença de altos níveis de sedimentos, microrganismos ou outros contaminantes. De acordo com Silva (2020), diversos fatores podem influenciar no aumento da turbidez das águas subterrâneas, como processos erosivos, presença de detritos orgânicos ou de forma antrópica pelo contato com os esgotos domésticos, reduzindo a eficiência da cloração devido ao “efeito escudo” atribuída aos microrganismos patogênicos, impedindo a ação da desinfecção. A turbidez pode comprometer a utilidade da água em várias aplicações, incluindo o consumo residencial e a utilização industrial, entre outros (CETESB, 2019).

Foi observado que os valores de Sólidos totais dissolvidos variam de 35,00 mg/L a 51,00 mg/L, destacando que nenhum dos pontos ultrapassa o limite permitido pela portaria, que estabelecem o valor de 500 mg/L de sólidos dissolvidos em cada amostra, sendo assim, todos os valores permanecem dentro dos limites legais. Os sólidos totais dissolvidos na água consistem de sais inorgânicos e materiais dissolvidos que geralmente compõem 95% ou mais do peso de sólidos totais na água (Braga et al., 2021). Caso haja uma grande concentração de sólidos totais pode causar alterações em relação ao sabor da água (Junior et al., 2021).

O ferro total e o manganês são parâmetros que indicam contaminação por alguma fonte de origem metálica. Os valores aferidos não ultrapassaram o valor máximo permissível (0,3 mg/L). A concentração de ferro depende das características geoquímicas da região onde foi coletada, assim a região demonstrou não ter tendências geológicas de solos ricos em ferro (Silva et al., 2023).

Para o parâmetro manganês os primeiros 5 poços demonstram valores dentro do valor máximo permitido (0,10 mg/L), somente no poço 6 que foi ultrapassado de forma agressiva o limite permitido, obtendo valor de 6,21 mg/L. Para Formiga et al., (2020) a contaminação da água por manganês pode advir de indústrias de galvanoplastia próximas a região em decorrência da lavagem de metais sem tratamento ou destinação correta e adverte que esses elementos podem provocar manchas em roupas e vasos sanitários, e concentrações de manganês em excesso podem trazer como consequências manchas negras ou depósitos de seu óxido nos sistemas de abastecimento.

De acordo com De Matos (2020), as fontes de manganês podem ser de fertilizantes e fungicidas, e em águas profundas pode ter relação com a composição das rochas da região com manganês em sua composição como granada, biotita e hornblenda, ou ainda por alguma fonte antrópica devido a má isolamento e/ou revestimento do poço. Ainda segundo Hernández et al., (2020), o excesso de manganês pode possibilitar a ocorrência de distúrbios neurotóxicos associados a doenças como, Alzheimer, Esclerose Lateral Amiotrófica, doença de Huntington e Parkinson.

Observou-se uma variação considerável nos valores de condutividade elétrica entre os pontos de amostragem. O ponto P2 apresentou a maior condutividade (144 µS/cm), enquanto o ponto P5 registrou a menor condutividade (40 µS/cm).

Essa variação pode ser atribuída a diversos fatores, como a proximidade de fontes de poluição advindo de fossas, a presença de atividades humanas nas proximidades e as características geológicas. Valores superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ são indicativos de contaminação hídrica (Simões et al., 2020).

A análise dos dados indica que a cor aparente variou de valores menores que 5,0 uH em quatro dos seis pontos (P3, P4, P5 e P6), até um valor máximo de 22,1 uH no ponto P2. O ponto P1 apresentou um valor intermediário de 7,6 uH. A média geral dos valores de cor aparente foi de 8,28 uH. observa-se que o ponto P2 excedeu o limite permitido, indicando a necessidade de investigação e possível intervenção para identificar e mitigar a fonte da coloração elevada. Os demais pontos estão dentro dos parâmetros estabelecidos pela portaria.

CONCLUSÕES

Os resultados da análise revelaram que a maioria dos pontos de amostragem apresentaram pH abaixo do limite estabelecido pela Portaria GM/MS no 888/2021, indicando caráter ácido, exceto no ponto P6. O ponto P2 demonstrou as maiores variações nos parâmetros, não atendendo aos padrões da portaria para turbidez e cor aparente. Quanto ao Ferro, todos os pontos monitorados estão dentro dos Valores Permitidos para Monitoramento (VMP), enquanto que apenas o ponto P6 excedeu o limite permitido para parâmetro Manganês Total.

A falta de infraestrutura de saneamento básico e a proximidade de fossas sépticas contribuem significativamente para a contaminação por dejetos humanos, agravando ainda mais os problemas ambientais. A avaliação enfatiza a importância do monitoramento contínuo da qualidade da água em Santo Antônio do Matupi, destacando a necessidade urgente de implementar ações corretivas e preventivas para assegurar a conformidade com as normativas brasileiras para abastecimento de água potável.

As lacunas identificadas evidenciam deficiências no planejamento das autoridades, o que representa um significativo potencial de risco à saúde pública. Levando em conta que o estudo ocorreu durante o período chuvoso na região, é recomendável que novas pesquisas incluam tanto o período chuvoso quanto o seco para uma avaliação mais abrangente da qualidade da água dos poços no distrito de Santo Antônio do Matupi.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BACCI, D. DE L. C.; PATACA, E. M. Educação para a água. *Estudos Avançados*, v. 22, p. 211–226, 2008.
2. BARBOSA, E. C. et al. Análise físico-química e microbiológica da água de poços artesianos em condomínios no município de Vitória da Conquista – BA. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 7, p. e47411730380–e47411730380, 6 jun. 2022. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i7.30380>
3. BRAGA, E. DE A. S. et al. Classificação da água subterrânea com base nos sólidos totais dissolvidos estimado. *Águas Subterrâneas*, v. 35, n. 2, 10 jul. 2021.
4. CARVALHO, L. L. S.; LACERDA, C. F.; LOPES, F. B.; ANDRADE, E. M.; CARVALHO, C. M.; SILVA, S. L. Caracterização dos usos das águas subterrâneas no perímetro irrigado do baixo Acaraú - CE. *Revista em Agronegócio e Meio Ambiente*, v. 13, n. 2, p. 601–620, 11 abr. 2020. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2020v13n2p601-620>
5. CERVI, L. B. Determinação da qualidade de águas de fontes naturais, utilizadas para consumo humano, localizada em uma área rural do município de Piratiní-RS. 2022.
6. CETESB. Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo: CETESB, 2019. Disponível em: [Publicações e Relatórios | Águas Interiores \(cetesb.sp.gov.br\)](https://www.cetesb.sp.gov.br/Publicacoes-e-Relatorios/Aguas-Interiores)
7. DE MATOS, Antônio Teixeira. *Poluição ambiental: impactos no meio físico*. Editora UFV, 2020
8. FERREIRA, D. C. A. et al. Análise físico-química e microbiológica de água de poços artesianos da zona rural do município de Tabira- PE. *Revista Multidisciplinar do Sertão*, v. 1, n. 4, p. 578–584, 30 dez. 2019. <https://doi.org/10.37115/rms.v1i4.198>.
9. HERNÁNDEZ, R. B. et al. Manganese-induced neurotoxicity in cerebellar granule neurons due to disruption of cellular pathways with potential implications for neurodegenerative disorders, *Metalomics*, v. 12, n. 11, p. 1656–1678 2020, DOI: <https://doi.org/10.1039/d0mt00085j>

10. HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, A. V.; MARCELLINI, S. S.; VILLAR, P. C.; MARCELLINI, L. A revolução silenciosa das águas subterrâneas no Brasil: uma análise da importância do recurso e os riscos pela falta de saneamento. 2019.
11. JUNIOR, A. B. DA S. et al. Análises físico-químicas e microbiológicas de água de poços utilizada na produção alimentícia em um complexo turístico do Estado do Ceará. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 10, p. e271101018839–e271101018839, 10 ago. 2021.
12. LANGEMEYER, J.; CAMPS-CALVET, M.; CALVET-MIR, L.; BARTHEL, S.; GÓMEZ-BAGGETHUN, E. Stewardship of urban ecosystem services: understanding the value(s) of urban gardens in Barcelona. *Landscape and Urban Planning*, v. 170, p. 79–89, 1 fev. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.09.013>.
13. SILVA, J.L.L. Introdução à química ambiental e gerenciamento de áreas contaminadas. 1o ed. – Recife: Centro de Formação dos Servidores e Empregados Públicos do Poder Executivo Estadual, 2020. 74p. Disponível em Acesso em: 20 jan. 2023.
14. SILVA, Gabriel Souza et al. Concentração de Íons Ferro e Manganês Solúveis em amostras de água bruta para consumo humano do Estado de Minas Gerais. *Revista Acta Ambiental Catarinense*, v. 20, n. 1, 2023.
15. SIMÕES, M. C. et al. Avaliação da qualidade da água de poços domésticos em comunidades rurais no Arquipélago de Marajó- PA. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 13, n. 5, p. 2462–2475, 29 jul. 2020