

CAPÍTULO 12

ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA CONSUMIDA NO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO MARANHÃO CAMPUS TIMON



<https://doi.org/10.22533/at.ed.6031225230512>

Data de aceite: 18/07/2025

Jason Patrick dos Santos Mota

Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFMA/Campus Timon

Jessica Helen dos Santos Mota

Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFMA/Campus Timon

Antonio da Conceição Filho

Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFMA/Campus Timon

Thiago Desiderio Gomes

Estudante do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFMA/Campus Timon

Christian Rilza Silva de Melo

Técnica em Química do IFMA/Campus Timon

Juliana Beatriz Sousa

Professora Drª. do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do IFMA/Campus Timon

RESUMO: Nas últimas décadas houve aumento na demanda por água potável no mundo, intensificando-se principalmente

o uso de águas subterrâneas, por serem águas naturalmente potáveis o que reduz o custo de captação e tratamento, contudo, a ação antrópica poluiu significativamente esses mananciais. Diante do problema da poluição dos aquíferos, esta pesquisa teve como objetivo verificar alguns parâmetros que possam indicar alterações na qualidade da água subterrânea de abastecimento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão IFMA, Campus Timon. Os parâmetros microbiológicos (coliformes totais e *E. Coli*), foram analisados utilizando da técnica do Substrato Cromogênico Enzimático Colilert e o parâmetro físico-químico (concentração de cloro residual livre) pelo método colorimétrico DPD, a fim de verificar a conformidade da água consumida pela comunidade escolar em relação às normas estabelecidas pela Portaria GM/MS Nº 888/2021 do Ministério da Saúde (MS). Os resultados das amostras coletadas no poço tubular, na caixa d'água e nos bebedouros que abastecem a escola apresentaram coliformes totais, contudo, após instalação de um dosador de cloro automático, as amostras coletadas na caixa d'água e nos bebedouros apresentaram resultados que atendem aos padrões de potabilidade do

MS analisados neste estudo, garantindo uma água livre de microrganismos patogênicos, tornando-a apropriada para o consumo humano, evitando assim, riscos à saúde dos usuários.

PALAVRAS-CHAVE: água subterrânea; análise microbiológica; saúde; qualidade da água.

Financiamento: Este trabalho foi financiado pela FAPEMA (2021/2022), Edital PRPGI N° 25/2021 e pelo IFMA Campus Timon.

INTRODUÇÃO

A água é um recurso vital para a conservação dos ecossistemas e da vida de todos os seres em nosso planeta. Originária de rios, lagos, represas e aquíferos, a água tem impacto direto na saúde humana, na qualidade de vida e no desenvolvimento da sociedade (SILVA et al., 2017). Em virtude do aumento da demanda por água de boa qualidade, nas últimas décadas tem se intensificado o uso de águas subterrâneas sendo que vários núcleos urbanos abastecem-se desta água de forma exclusiva ou complementar, constituindo o recurso mais importante de água doce no Brasil (ABAS, 2021). Em geral, essas águas são potáveis e dispensam o tratamento prévio, pois os processos de filtração e depuração do solo promovem a filtração natural sendo menos susceptíveis a contaminação, reduzindo os custos de captação e tratamento e fazendo com que este recurso seja o mais viável ao propósito de fornecimento de água de qualidade (OLIVEIRA & LOUREIRO, 1998). Contudo, o crescimento das atividades antrópicas tem comprometido significativamente a qualidade de alguns aquíferos, tornando-os meios de transporte de várias substâncias e micro-organismos prejudiciais para a nossa saúde. Dentre os elementos de contaminação e degradação dos recursos hídricos que podem causar incidência de doenças estão: a falta de tratamento da água e do esgoto, inadequada construção de poços; disposição inadequada de resíduos sólidos em lixões, dentre outros (ZOBY, 2008). Portanto, o acompanhamento das condições das águas subterrâneas, e as medidas de controle da qualidade, da proteção e da preservação dos recursos hídricos são indispensáveis para garantir uma água potável. Para ser considerada pura e saudável, a água destinada ao consumo humano, deve estar livre de matéria suspensa visível, gosto, cor e odor, de quaisquer organismos que possam provocar enfermidades e de substâncias inorgânicas ou orgânicas capazes de gerar efeitos fisiológicos prejudiciais (NETTO & RICHTER, 2003).

Visto que a água possui ligação direta com a saúde da população, este estudo objetiva verificar a qualidade microbiológica e físico-química da água subterrânea de abastecimento do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Maranhão - Campus Timon, verificando a presença de coliformes totais (CT) e *Escherichia coli* (*E. coli*), através de aplicação do método rápido Colilert que identifica simultaneamente as bactérias do grupo coliforme total e *E. coli*. Além da análise físico-química, cloro residual livre pelo método colorimétrico DPD avaliando amostras coletadas diretamente do poço tubular, da caixa d'água e dos bebedouros da escola, em comparação às normas e padrões

estabelecidos pela Portaria de Consolidação nº 888/2021 do Ministério da Saúde (MS), que visa controlar a qualidade da água para consumo humano de forma segura (BRASIL, 2021).

METODOLOGIA

Localização e caracterização da área de estudo

O IFMA campus Timon fica localizado no bairro Mutirão, no perímetro urbano em uma área onde o abastecimento ocorre de forma subterrânea e apresenta litologia essencialmente pelíticas, caracterizando-se por um manancial de fraco potencial hidrogeológico (CPRM, 2021; RIDESAB, 2019). Pesquisas mostraram que há a possibilidade de contaminação dos lençóis freáticos devido à falta de esgotamento sanitário no município (NERI, 2015; SILVA, 2019). Atualmente, os serviços públicos de tratamento de esgoto são realizados pela prefeitura municipal, através da empresa Águas de Timon, responsáveis pela região urbana. A Estação de Tratamento de Esgoto foi inaugurada em 5 de julho de 2022, com previsão de aumento da cobertura do tratamento de 3,03% para 33,00%, contudo a adesão dos moradores ao sistema ainda é baixa (BRASIL, 2019; TIMON, 2021). Dessa forma, ainda não há segurança quanto aos padrões microbiológicos de potabilidade da água subterrânea de poços que não recebem tratamento por cloração nesta região.

Materiais e Métodos

Coordenadas geográficas do poço

A água que abastece o IFMA provém de poço localizado nas dependências da escola, e suas coordenadas geográficas (Latitude 05° 06' 44,7" S e Longitude 042° 51' 15,6" O) foram obtidas in loco com uso do GPS da marca Garmin, modelo E-trex 30x (CPRM, 2011; SIAGAS, 2022).

Parâmetros de análise

A água do poço que abastece a escola não recebe o tratamento público do município, em função disso, foi realizada coleta e análise para verificação das condições da qualidade da água consumida pela comunidade escolar, pois a mesma era encaminhada para os bebedouros, sem prévio tratamento. As amostras da água proveniente do poço, caixa d'água, torneira que antecede o bebedouro B (próximo a biblioteca), além de dois bebedouros da escola (A e B), foram coletadas nos meses de julho a agosto de 2022, resultando em um total de 4 amostragens nos dias 25 e 27 de Junho e nos dias 08 e 26 de Agosto de 2022. Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Química do Campus.

As amostras foram analisadas quanto aos parâmetros microbiológicos (CT e *E. Coli*) e físico-químico (cloro residual livre) segundo recomenda a Portaria GM/MS N° 888/2021, do Ministério da Saúde que dispõem dos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade (BRASIL, 2021) e utiliza como parâmetro as determinações do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (BRASIL, 2017; APHA, 2017). As análises microbiológicas foram realizadas por meio da técnica do Substrato Cromogênico Enzimático Colilert, utilizando Kit Colilert - IDEXX contendo testes simples para amostras de 100 mL, detectando simultaneamente a presença/ausência de coliformes totais e *E. coli*. (SILVA, 2017). Neste, os coliformes crescem no Colilert usando a enzima (β -galactosidase) para metabolizar orto-nitrofenil- β -Dgalactopiranósideo (ONPG) desenvolvendo coloração amarela apresentando resultado positivo para a presença de CT e fecais (BRASIL, 2013), enquanto a *E. coli* utiliza a enzima (β -glucuronidase) para metabolizar o 4-metilumbeliferil- β -D-glucoronídeo (MUG) e apresentar fluorescência azul em contato com a luz ultravioleta (UV) a 365 nm (SILVA, 2017). Para esta análise utilizou-se uma câmara escura da marca Lab VISION 254 nm a 365 nm, avaliando as amostras após 24 horas de incubação a uma temperatura de 35 °C em estufa microbiológica da marca cienlaB, modelo 210/36. As análises de cloro residual livre e cloro combinado foram realizadas pelo método DPD, no qual o composto N,N-dietil-p-fenilendiamina (DPD) é usado como indicador, desenvolvendo uma coloração rosada característica em águas que não contêm iodeto. Neste, o DPD é oxidado pelo cloro livre, resultando numa solução com uma intensidade de cor proporcional à concentração de cloro livre. As medidas foram realizadas utilizando um clorímetro digital portátil AquaColor da marca Policontrol, onde a absorção da solução resultante foi medida por fotometria (HELBLING; VANBRIESEN, 2007). Os teores de cloro residual livre em cada amostra foram determinados imediatamente após a coleta.

As coletas das amostras foram realizadas segundo as orientações técnicas da Secretaria de Vigilância em Saúde (BRASIL, 2016) e segundo a Resolução nº 724 de 03 de outubro de 2011 da Agência Nacional de Águas - ANA, estando em acordo com as normas internacionais do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF) (BRASIL, 2011). Assim, para as análises microbiológicas a água foi coletada em frascos de polietileno esterilizados da marca Embalpharma com capacidade para 100 ml de amostra e contendo uma pastilha de tiosulfato de sódio e lacre que impede o vazamento e as torneiras foram previamente desinfetadas como uso de uma solução de hipoclorito de sódio a 100 mg/L. E as amostras para análise de cloro residual livre coletadas em frascos de polietileno com capacidade para 1 L e devidamente higienizadas com 48 h de antecedência por imersão em solução de ácido nítrico (HNO_3) 10%. Para cada ponto de coleta, foram realizadas amostras em triplicatas. Logo após a coleta, as amostras foram dispostas em um isopor e levadas ao laboratório para posterior análise (APHA, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Brasil, de acordo com a portaria n.º 888/2021 do MS, a água é considerada potável, sob o ponto de vista microbiológico, quando apresenta a seguinte conformidade: ausência de CT e *E. Coli* em 100 ml de amostra de água para consumo, sendo considerada assim inofensiva para a saúde humana. A presença de CT ou *E. Coli* na água potável pode indicar contaminação relacionada a um tratamento inadequado ou falta deste (BRASIL, 2021).

No dia 25 do mês de julho, foi realizada amostragens para verificação da presença/ausência de CT e *E. Coli*, em amostras coletadas no poço, na caixa d'água e nos bebedouros A (corredor) e B (biblioteca) do IFMA - Campus Timon e os resultados obtidos através destas análises microbiológicas indicaram contaminação por coliformes totais em todas as amostras, além da detecção de *E. Coli* na caixa d'água, portanto fora do padrão estabelecido pela legislação vigente para a água destinada ao consumo humano que deve apresentar ausência de coliformes totais e fecais em cada 100 ml de água visando garantir sua potabilidade (BRASIL, 2021). Este resultado pode indicar a existência de condições que levem ao desenvolvimento de acometimentos diarréicos na comunidade escolar, sobretudo em caso de consumo por crianças ou idosos, apresentando a doença com maior severidade devido à falta de atuação de um sistema imunológico que funcione de forma efetiva ou devido à dificuldade de resistência a infecções. A contaminação por *E. Coli* não atingiu os bebedouros, apresentando ausência, pois estes são equipados com filtros de carvão ativado com grau de filtração de 5 micra que pode influenciar na resposta das análises microbiológicas. Para verificação dos resultados encontrados na caixa d'água, foi realizada recoleta no dia 27 de Junho, incluindo nesta análise uma coleta em uma torneira que antecede o bebedouro B (biblioteca) confirmando contaminação por CT e *E.coli* nas amostras analisadas sendo necessárias medidas de intervenção, para tornar a água potável.

Dessa forma, no dia 05 de agosto de 2022, foi realizada a instalação de um dosador de cloro automático da marca Nautilus (Figura 1), localizado na entrada da Caixa d'água, utilizando 8 pastilhas de Cloro de 200g de baixa dissolução da marca Hidrodomi, modelo Clim90, composta por Ácido Tricloro Isocianúrico 100% com teor de cloro ativo em 90%. O dosador foi instalado no período em que as aulas aconteceram de forma remota, e sua instalação contou com apoio da empresa Águas de Timon para orientações à respeito da posição de instalação do aparelho e regulação da vazão e dosagem de cloro residual livre de acordo com os padrões recomendados pela legislação vigente (BRASIL, 2021).

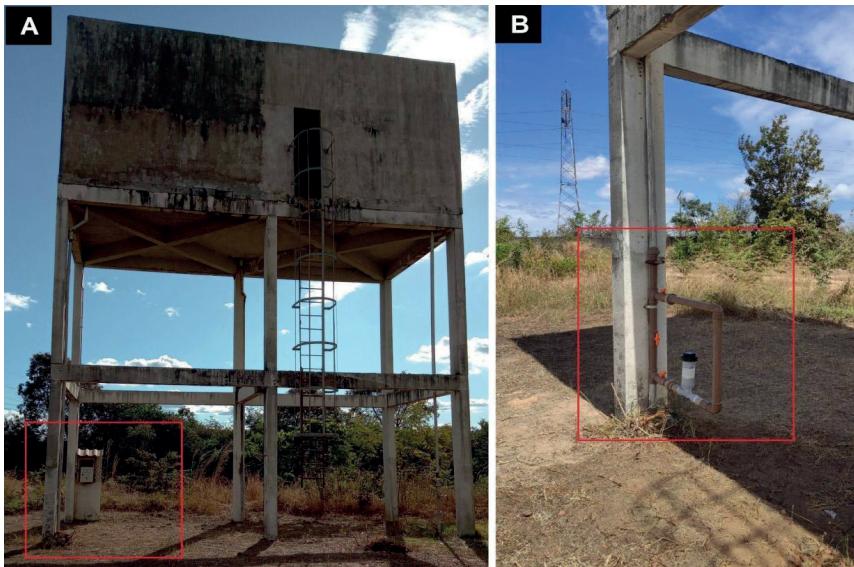


Figura 1 – Na figura (A) está apresentada a imagem da caixa d'água e a figura (B) mostra a imagem da caixa d'água após instalação do dosador de cloro.

Fonte: Os autores, 2022.

O dosador de cloro automático funciona liberando partículas de cloro na água de forma contínua, dessa forma a diluição das pastilhas de cloro deve ser ajustada para a vazão adequada, controlando o nível pela válvula de regulagem, sem a necessidade do usuário colocar o cloro na água do poço artesiano, evitando sobrecarga no reservatório e impactos negativos na saúde dos usuários do sistema. A instalação deste equipamento foi realizada com o intuito de assegurar a qualidade da água consumida pelos alunos, professores e servidores, evitando assim a proliferação de doenças e transporte de agentes patogênicos (SANTANA et al., 2015).

A técnica da cloração é a principal responsável pela diminuição da incidência de doenças transmissíveis pela água, possibilitando melhoria na qualidade de vida da população e na diminuição da mortalidade infantil por doenças entéricas (MEYER, 1994). Portanto, é mais vantajosa a utilização do cloro na desinfecção da água em níveis adequados do que controlar a geração dos subprodutos da cloração (WHO, 2011). Sendo assim, realizou-se a cloração da água consumida pela comunidade escolar. E, no dia 08 de agosto de 2022, foram realizadas novas análises, em triplicata, para verificação da efetividade da cloração da água. Nesta etapa, já haviam iniciado as aulas presenciais, ou seja, a água estava sendo consumida e, portanto, havia maior circulação da água no reservatório. Os resultados de concentração de cloro residual livre, encontrados após aplicação do tratamento por cloração estão apresentados na Tabela 2.

Parâmetro	Cloro livre (mg/L)						Cloro Residual Livre Nº 888/2021**
Pontos de coleta	Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Média (x) mg/L	Desvio Padrão (s) (mg/L)	RSD (%)	
Poço	0,08	0,07	0,07	0,0733	0,0054	7,4%	0,2 a 2,0 mg/L VMP* 5,0 mg/L
Caixa d'água	0,39	0,40	0,40	0,3966	0,0057	1,4%	
Torneira (bebedouro B)	0,34	0,32	0,27	0,3100	0,0360	11,6%	
Bebedouro A	0,02	0,00	0,04	0,0200	0,0200	100,0%	
Bebedouro B	0,02	0,04	0,00	0,0200	0,0200	100,0%	

Tabela 2: Resultados encontrados nas análises de cloro livre após instalação do dosador automático

Fonte: Elaborada pelos autores, 2022. VMP* (Valor Máximo Permitido para o cloro residual livre segundo legislação vigente); **PORTARIA GM/MS Nº 888 de 2021.

Como pode ser verificado na tabela 2, o poço apresentou concentração de cloro livre abaixo do mínimo, sendo considerada não clorada e comparando este resultado aos observados nos pontos após a dosagem do cloro (caixa d'água e torneira antes da entrada do bebedouro B), verifica-se que a cloração se manteve dentro do limite adequado segundo parâmetro recomendado pela legislação vigente (BRASIL, 2021). Nos bebedouros confirma-se a atuação dos filtros de carvão ativado que podem influenciar também na resposta das análises de cloro.

No período pós-instalação do dosador de cloro foram realizadas duas amostragens para verificação da cloração sobre os parâmetros microbiológicos. No dia 08 de agosto foram verificados dois pontos de coleta, sendo eles caixa d'água e torneira que antecede o bebedouro B. E no dia 26, foram analisados todos os pontos de coleta. Os resultados estão dispostos na tabela 3.

Parâmetros	Poço	Caixa D'água	Bebedouro (A)	Torneira Bebedouro (B)	Bebedouro (B)
Análise no dia 08 de Agosto	Resultado por amostra				
Coliformes Totais (100mL/amostra)	Pres.	Aus.		Aus.	
<i>E. Coli</i> (100 mL/amostra)	Aus.	Aus.		Aus.	
Potabilidade VMP* (100 mL) 888/2021**	Não	Sim		Sim	
Recoleta no dia 26 de Agosto	Resultado por amostra				
Coliformes Totais (100 mL/amostra)	Pres.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
<i>E. Coli</i> (100 mL/amostra)	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.	Aus.
Potabilidade VMP* (100 mL) 888/2021**	Não	Sim	Sim	Sim	Sim

VMP* Valor máximo permitido (Ausência em 100 mL de amostra) **Portaria do MS nº 888, 2021.

A = Bebedouro localizado no corredor, B = Bebedouro localizado próximo à biblioteca. Aus. = Ausente, Pres. = Presente.

Tabela 3: Resultados das análises microbiológicas realizadas após cloração da água

Como podem ser observados na tabela 3, os resultados obtidos, através das análises microbiológicas foram satisfatórios, pois apresentaram ausência de coliformes totais e *E. Coli* em todos os pontos de água que receberam cloro, seguindo as normas estabelecidas pela Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 (BRASIL, 2021). Portanto, o tratamento com cloro está cumprindo o seu papel de desinfecção da água qualificando a eficiência do sistema de tratamento instalado por intermédio desta pesquisa. Contudo, a água do poço está contaminada por CT, provavelmente devido a fatores de poluição do aquífero no entorno da escola, onde destacamos a existência de um terreno, localizado em frente ao Campus, onde ocorre o despejo irregular de lixo domiciliar. Além disso, ainda é baixa a adesão da população aos serviços de esgotamento sanitário com coleta de esgotos seguida de tratamento no município (BRASIL, 2019). Sendo recomendada a instalação de um dosador de cloro nos poços que não são atendidos pelo poder público, a higienização dos reservatórios de água em intervalos de seis meses e a avaliação periódica dos parâmetros analisados nesta pesquisa, evitando prejuízos à saúde dos usuários, pois, o tratamento da água em si não garante a manutenção da condição de potabilidade, podendo ocorrer contaminação entre o tratamento, distribuição e consumo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados das análises microbiológicas da água subterrânea coletada no poço do IFMA não atenderam ao parâmetro CT, oferecendo riscos à saúde dos usuários. Estes resultados podem estar relacionados à baixa adesão da população aos serviços de esgotamento sanitário ou ao despejo irregular do lixo nas proximidades do Campus, havendo a necessidade de adoção de políticas públicas para conscientização da população quanto à redução dos fatores de poluição das águas subterrâneas na área de estudo. Em função disso, a instalação de um dosador de cloro foi de extrema importância, visto que após início do processo de cloração, todas as amostras analisadas, quanto aos parâmetros: cloro residual livre, CT e *E. Coli*, apresentam resultados em acordo com a Portaria nº 888/2021 (MS), indicando ser adequada para o consumo humano, portanto, o sistema de tratamento da água aplicado nesta pesquisa como medida de intervenção para garantir água de qualidade e consumo seguro à comunidade escolar foi eficiente, evitando assim prejuízos à saúde dos usuários. Além disso, o presente estudo é uma contribuição para a comunidade acadêmica assim como para a população Timonense, visto que apresenta informações relevantes para futuros estudos e análises que visem à qualidade da água em escolas públicas no Município.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à FAPEMA pela bolsa concedida, ao IFMA Campus Timon pelo suporte financeiro e à empresa Águas de Timon pelo apoio na instalação do dosador de cloro.

REFERÊNCIAS

ABAS - Associação Brasileira de Águas Subterrâneas. **Águas Subterrâneas, o Que São?**. 2021.

ANA (Agência Nacional de Águas). **Atlas Brasil: Abastecimento Urbano de Água**. Brasília: ANA, 2010.

APHA - American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23th ed. Washington (DC): Health Lab. Sci; 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigilância e Controle da Qualidade da Água Para Consumo Humano**. Brasília, 2021.

BRASIL. Agência Nacional de Água - ANA. Resolução 724/2011. **Diário Oficial da União**, n. 201, de 19 de outubro de 2011, Seção1, p. 105.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual prático de análise de água/Fundação Nacional de Saúde** – 4. ed. – Brasília : Funasa, 2013.153 p.

BRASIL. Manual de Cloração de Água em Pequenas Comunidades Utilizando o Clorador Simplificado Desenvolvido pela Funasa. Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2014,40 p.

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Saneamento – SNS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 25º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2019. Brasília: SNS/MDR, 2020. 183 p.: il.

BRASIL, Ministério da Saúde. 2013b. Orientações técnicas para coleta, acondicionamento e transporte de amostras de água para consumo humano. Brasília, DF.

BRASIL. Ministério da Saúde. Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/Superintendência Estadual do Pará – Brasília: Funasa, 2017. 49 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

CPRM. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea, estado do Maranhão: relatório diagnóstico do município de Timon / Francisco Lages Correia Filho, Érico Rodrigues Gomes, Ossian Otávio Nunes, José Barbosa Lopes Filho. - Teresina: CPRM - Serviço Geológico do Brasil, 2011. 31 p.: il. CPRM. Serviço Geológico do Brasil - CPRM – GeoSGB. 2021.

HELBLING, D. E.; VANBRIESEN, J. M. Free chlorine demand and cell survival of microbial suspensions. *Water Research*, New York, v. 41, n. 19, p. 4424- 4434, 2007.

LIBÂNIO, M. Fundamentos de qualidade e tratamento de água. Campinas, SP:Editora Átomo. 2016.

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 10, p. 99-110, 1994.

NERI, G. V. A. Diagnóstico da situação do saneamento no perímetro urbano da cidade de Timon-MA. 2015. 108 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública e Meio Ambiente). Fundação Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2015.

NETTO, J.M.A.; RICHTER, C.A. Tratamento de água tecnologia atualizada. São Paulo, Brasil, **Edgard Blücher**, 2003. 332p.

OLIVEIRA, L. I.; LOUREIRO, C. O. Contaminação de aquíferos por combustíveis orgânicos em Belo Horizonte: Avaliação preliminar. Águas Subterrâneas, n. 1, 1998.

RIDESAB. Diagnóstico do saneamento básico da região integrada de desenvolvimento (RIDE) grande Teresina. Universidade de Brasília. Teresina – PI, 2019.

SANTANA, F. B.; MARTINS, D. S.; OLIVEIRA, J. D. S.; NÓBREGA, A. L. Análise microbiológica e bromatológica da água em bebedouros de escolas públicas em Belém do Brejo do Cruz-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 2, p. 145-149, 2015.

SIAGAS. Serviço de Informações de Águas Subterrâneas. Serviço Geológico do Brasil – CPRM. 2021. Disponível em: <<http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/index.php>>. Acesso em:17/10/2021.

SILVA, N. et al. Análise microbiológica da água utilizada para consumo nas escolas de Esperança, Paraíba. **Revista Principia**, n. 37, p. 11-17, 2017.

SILVA, T. R. Caracterização e análise do sistema de abastecimento de água do perímetro urbano do município de Timon, MA, Brasil. **Acta Geográfica**, v. 13, n. 33, p. 1-19, 2019.

TIMON. Secretaria Municipal de Planejamento. **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB)**. Timon, 2014.

WHO - World Health Organization **Guidelines for drinking-water quality**. 4º ed. Geneva: World Health Organization, 2017.

ZOBY, J. L. G. Panorama da qualidade das águas subterrâneas no Brasil. **Águas Subterrâneas**, 2008.