



UNIVERSIDADE FEDERAL DO MARANHÃO
DIRETORIA DE TECNOLOGIA NA EDUCAÇÃO
COORDENAÇÃO DE QUÍMICA EAD

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DE
SÃO LUÍS ABASTECIDAS POR POÇOS ARTESIANOS COMUNITÁRIOS.**

Rolff Ferreira Spíndola

Barra do Corda-MA
2024

ROLFF FERREIRA SPÍNDOLA

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DE
SÃO LUÍS ABASTECIDAS POR POÇOS ARTESIANOS COMUNITÁRIOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Química da
Universidade Federal do Maranhão como requisito
parcial para obtenção do título de Licenciado em
Química.

Orientador: Prof. Dr. Paulo Sérgio Silva Bezerra

**Barra do Corda-MA
2024**

Spíndola, Rolff Ferreira.

Análise microbiológica da água em escolas da rede pública de São Luís abastecidas por poços artesianos comunitários / Rolff Ferreira Spíndola. - 2024.

40 p.

Orientador(a): Paulo Sergio Silva Bezerra.

Curso de Química, Universidade Federal do Maranhão, Barra do Corda-MA, 2024.

1. Água. 2. Análise. 3. Escola. 4. Potabilidade. 5. Saúde. I. Bezerra, Paulo Sergio Silva. II. Título.

ROLFF FERREIRA SPÍNDOLA

**ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA EM ESCOLAS DA REDE PÚBLICA DE
SÃO LUÍS ABASTECIDAS POR POÇOS ARTESIANOS COMUNITÁRIOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação do Curso de Química da
Universidade Federal do Maranhão como requisito
parcial para obtenção do título de Licenciado em
Química.

Aprovação em: / /

Prof. Dr. Paulo Sergio Silva Bezerra
ORIENTADOR

1º EXAMINADOR

2º EXAMINADOR

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho à minha família. Ana Beatriz, Melina e Nádia. Com vocês tudo faz sentido! Por vocês vejo a razão, desenvolvo a motivação, e obtenho o ânimo para qualquer empreitada e desafio em minha vida.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar sempre darei Graças a Deus pelo dom da vida.

Ao Prof. Dr. Paulo Bezerra pela orientação, compreensão e paciência.

À Prof. Dra. Adenilde Mouchrek pela solicitude, gentileza, disponibilidade e suporte tecnocientífico nas análises.

À minha esposa Nádia pelo suporte durante todo o curso, sem você pra cuidar de nossas filhas eu jamais teria conseguido finalizar essa jornada.

À minha querida irmã Rafaela que me incentivou, apoiou e me fez ter várias ideias na produção textual desse trabalho. As conversas contigo foram de grande valia!

Aos amados meus pais pela educação proporcionada. Educação sempre foi a diretiva principal!

Aos colegas de turma Jardel, Anna Layse e Victor Manoel. Vocês são guerreiros! Máximo respeito!

Às direções das escolas visitadas para a realização das coletas

A todos e a todas que contribuíram direta ou indiretamente para a realização desse trabalho.

RESUMO

A água está distribuída em toda a biosfera, cobrindo aproximadamente 75% da superfície terrestre, formando os oceanos, mares, aquíferos subterrâneos, atmosfera, etc, e faz parte da constituição dos seres vivos, podendo representar de 55 a 60% do peso corporal em um humano adulto. A água para consumo humano deve atender a padrões de potabilidade, dentre eles destaca-se a qualidade microbiológica. Esta é de grande relevância, haja vista o potencial de transmissão de doenças de veiculação hídrica, com destaque para doenças infecciosas que provocam diarreias. Estima-se que 88% de mortes por diarreia estão associadas a doenças de transmissão hídrica. Dessa forma, a garantia da qualidade microbiológica da água é um importante fator de saúde. Em escolas, além desse fator, acrescenta-se também o impacto no aprendizado. As pesquisas de coliformes totais e *E. coli* são de grande valia para a determinação de contaminação microbiológica em águas. Este trabalho tem por objetivo pesquisar sobre a qualidade microbiológica da água utilizada em 03 escolas da rede pública de São Luís-MA, de acordo com a legislação vigente, através da determinação de coliformes totais e *E. coli* utilizando o método colilert. As amostras foram obtidas em 11 pontos de coleta. Os resultados foram negativos em todas as amostras. Conclui-se que os resultados das pesquisas iniciais são satisfatórios. No entanto, faz-se necessária a pesquisa de outros critérios de potabilidade para garantia da qualidade da água, assim como uma maior periodicidade de análises de acordo com a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde.

Palavras-chave: Água. Escola. potabilidade. Saúde. Análise.

ABSTRACT

Water is distributed throughout the biosphere, covering approximately 75% of the Earth's surface, forming the oceans, seas, underground aquifers, atmosphere, etc., and is part of the constitution of living beings, representing 55 to 60% of body weight in a adult human. Water for human consumption must meet potability standards, including microbiological quality. This is of great relevance given the potential for transmission of waterborne diseases, particularly infectious diseases that cause diarrhea. It is estimated that 88% of deaths from diarrhea are associated with waterborne diseases. Therefore, ensuring the microbiological quality of water is an important health factor. In schools, in addition to this factor, there is also an impact on learning. Survey of Total Coliforms and *E. coli*. They are of great value for determining microbiological contamination in water. This work aims to research the microbiological quality of the water used in 03 public schools in São Luís-MA, in accordance with current legislation, through the determination of total coliforms and *E. coli* using the colilert method. Samples were obtained at 11 collection points. The results were negative in all samples. It is concluded that the results of the initial research are satisfactory. However, it is necessary to research other potability criteria to guarantee water quality, as well as a greater frequency of analyzes in accordance with Ordinance GM/MS nº 888, of May 4, 2021 from the Ministry of Health.

Keywords: Water. School. potability. Health. Analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Escola 1 torneiras bebedouro 1	23
Figura 2: Escola 1 torneira da cozinha	23
Figura 3: Escola 1 torneira próxima ao poço.....	24
Figura 4: Escola 1 bebedouro	24
Figura 5: Escola 2 Bebedouro 1	25
Figura 6: Escola 2 bebedouro 2	25
Figura 7: Escola 2 torneira da cozinha	26
Figura 8: Escola 2 torneiras bebedouro 1	26
Figura 9: Escola 2 torneiras bebedouro	27
Figura 10: Escola 3 bebedouro 1	27
Figura 11: Escola 3 Torneira bebedouro 1	28
Figura 12: Escola 3 bebedouro 2	28
Figura 13: Escola 3 torneira Bebedouro 1	29
Figura 14: Escola 3 torneira da cozinha	29
Figura 15: Escola 3 caixa d'água.....	30
Figura 16: Escola 3 torneira próximo à caixa d'água.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Agentes etiológicos e doenças de importância médica associados à água contaminada.....	16
Tabela 2 - Padrão bacteriológico da água para consumo humano	19
Tabela 3 - Pontos de coleta de amostras de água	22
Tabela 4 - Resultados das análises microbiológicas.....	32

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo Geral	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 Principais Enterobactérias de importância médica	17
3.1.1 Coliformes	17
3.1.2 Escherichia coli	17
3.1.3 Shigella.....	17
3.1.4 Salmonella.....	18
3.1.5 Enterobacter.....	18
3.1.6 Klebsiella.....	18
3.1.7 Serratia.....	19
3.1.8 Proteus	19
3.2 Qualidade da água: parâmetros microbiológicos	19
3.2.1 Coliformes Totais	20
3.2.2 Escherichia Coli	20
3.3 Método Colilert.....	21
4. METODOLOGIA.....	22
4.1 Materiais.....	22
4.2 Coleta das Amostras.....	22
4.2.1 Pontos de coleta da Escola 1: Figuras 1 a 4	23
4.2.2 Pontos de coleta da Escola 2: Figuras 5 a 9	25
4.2.3 Pontos de coleta da Escola 3: Figuras 10 a 18	27
4.3 Procedimento de Análise.....	31
4.3.1 Parâmetros de Interpretação do Método Colilert	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
6. CONCLUSÃO.....	34
REFERÊNCIAS	11

1. INTRODUÇÃO

A água está distribuída em toda a biosfera, cobrindo aproximadamente 75% da superfície terrestre, formando os oceanos, mares, aquíferos subterrâneos, atmosfera, etc, e faz parte da constituição dos seres vivos, podendo representar de 55 a 60% do peso corporal em um humano adulto (GAUTO & ROSA, 2011; WIDMAIER et al, 2017).

Quimicamente sua molécula é formada por dois átomos de Hidrogênio conectados a um átomo de Oxigênio através de ligações covalentes, possuindo ainda dois pares de elétrons não compartilhados, conferindo-lhe uma geometria angular. Os átomos de Hidrogênio possuem uma carga parcial positiva e o átomo de Oxigênio uma carga parcial negativa (RUSSEL, 1994). Dessa forma, a água apresenta uma configuração estrutural importante, que determina suas propriedades, e, sendo uma molécula polar, está envolvida em praticamente todas as reações químicas da célula, atuando inclusive como tampão no controle da acidez intracelular (CAMPBELL, 2000).

Além de imprescindível para a manutenção da vida, a água possui usos diversos, que vão desde sua utilização em atividades de lazer, na indústria e na agricultura. Apesar de apresentar um grande percentual no globo terrestre, estima-se que somente 2,5% da água existente no mundo, sejam de água doce. Desse percentual, apenas 1% está disponível em rios e 30% em águas subterrâneas. O percentual restante de água doce (69%) é considerado de difícil acesso, pois está concentrado nas geleiras (SILVA & PEREIRA, 2019).

O Brasil detém a maior reserva hidrológica mundial, estimando-se em 12% do quantitativo de água doce do globo. Além disso, possui 70% de reservatório de água doce subterrânea, com disponibilidade estimada em 13.205 m³/s. Em algumas regiões, a disponibilidade hídrica superficial pode ser maior que 500m³/s. Estima-se que a disponibilidade hídrica superficial no Brasil é em torno de 78.600 m³/s, porém, a maior parte está concentrada e advém da região Amazônica, onde se tem uma menor concentração de pessoas (UGOLINE, 2023; ANA, 2018; ANA, 2023).

A região Nordeste possui valores reduzidos de disponibilidade hídrica, no entanto, o Maranhão é um estado que tem um grande potencial hídrico, pois possui dez bacias hidrográficas e dois sistemas hidrográficos (LIRA et al, 2021). Porém, em torno de 70% das cidades desse estado, utiliza água para consumo proveniente de poços que utilizam águas subterrâneas, como principal fonte de abastecimento (AMEIDA et al, 2018).

O abastecimento de água na cidade de São Luís - MA, se dá através de sistemas de produção com água tratada, através da captação de águas superficiais e subterrâneas, e por meio de poços. Em 2011, os dados apontavam o sistema Italuís como detentor do maior percentual de fornecimento de água ao município (43%), seguido pelo sistema de poços isolados (28%), e os sistemas Sacavém, Cidade Operária, Paciência e Maiobão, que em conjunto representavam 29%. Além disso, a prefeitura detinha 117 poços cadastrados, dos quais partes destes não possuíam hidrometração, tarifação da água distribuída, tratamento adequado e nem mesmo desinfecção (FABRI et al, 2018).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) houve um aumento da população de São Luís em torno de 2,3% entre os anos de 2010 e 2022, conforme dados dos Censos desses anos. Segundo Viana et al (2023), a ação antrópica em corpos hídricos, seja de origem industrial ou doméstica e até mesmo os processos naturais, como escoamento superficial, ou a capacidade de infiltração do solo, podem interferir na qualidade água, uma vez que a mesma tem a propriedade de solvente e a capacidade de transportar partículas, podendo incorporar a si impurezas.

De igual forma, as águas subterrâneas podem sofrer queda em sua qualidade quando há o aumento da perfuração de poços que não passam por critérios técnicos e estudo de localidade, uma vez que pode gerar uma conexão entre águas mais rasas, as quais são mais suscetíveis à contaminação, e águas mais profundas, que por consequência poderá atingir a saúde da população que as consomem (SOUSA & CUNHA, 2023).

A água para consumo humano deve atender a padrões de potabilidade, separados em critérios que albergam, Análises Físicoquímicas e Microbiológicas, em conformidade com a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2021). A monitoração da qualidade microbiológica é de grande relevância, haja vista o potencial de transmissão de doenças de veiculação hídrica, com destaque para doenças infecciosas que provocam diarreias (SCAPIN et al, 2012). Dessa forma, a garantia da qualidade microbiológica da água é um importante fator de saúde pública (LEAL, 2021). Estima-se que 88% de mortes por diarreia no mundo estão associadas a doenças de transmissão hídrica (GUEDES et al, 2017).

Neste sentido, a análise microbiológica de águas disponibilizadas em escolas é importantíssima (SOUZA et al, 2021), uma vez que os alunos e funcionários passam parte do dia na escola (de 4 a 7 horas por dia), de acordo com a jornada escolar (SOUZA &

PARENTE, 2023) e, dessa forma, podem ter um alto consumo nesse ambiente (SOARES et al, 2017). Assim, a determinação analítica bacteriológica faz-se necessária, haja vista que é uma importante ferramenta na determinação da qualidade da água para consumo, e dessa maneira, contribui para a manutenção da saúde humana (YAMAGUCHI et al, 2013). Além disso, deve-se atentar para uma maior vulnerabilidade de crianças na faixa etária de 3 a 13 anos, adultos com gastroenterites, pessoas com anemia, as que têm porções do estômago retirado cirurgicamente e as mulheres grávidas, pois seus sistemas gastrointestinais são mais suscetíveis a desenvolver doenças (ALENCAR et al, 2020).

Os reservatórios de água de escolas, torneiras e bebedouros são pontos sensíveis à contaminação microbiana, acaso a escola não possua um programa de higienização adequado, ou permaneça por longos períodos sem monitoração, manutenção ou tratamento, podendo inclusive ser fonte de contaminação alimentar, uma vez que essa água poderá ser utilizada nas preparações alimentícias (FARIA et al, 2013). A avaliação da qualidade microbiológica de água de bebedouros em instituições de ensino tem sido realizada com certa frequência nos últimos anos, evidenciando uma quantidade significativa de amostras contaminadas e impróprias para consumo (ARAÚJO & ANDRADE, 2020).

Considerando que a água com contaminação microbiana tem potencial para causar doenças, afetando a saúde dos alunos, com interferência no desempenho destes, bem como a qualidade de vida de funcionários e alunos, esse trabalho é relevante, pois contribuirá para visibilidade da situação microbiológica da água utilizada nas escolas públicas pesquisadas.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Pesquisar sobre a qualidade microbiológica da água utilizada em 03 escolas da rede pública de São Luís-MA, de acordo com a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a água de bebedouros, torneiras e reservatórios de água das escolas pesquisadas quanto aos parâmetros e indicadores microbiológicos.
- Pesquisar Coliformes totais e *Escherichia coli* em amostras de água de escolas públicas utilizando o método Colilert.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

A movimentação da água no planeta se dá mediante trocas energéticas entre a atmosfera, oceano e continentes. Essa dinâmica permite a existência da água nos três estados físicos (sólido, líquido e gasoso), fazendo com que a mesma transite entre a superfície, a atmosfera e o subsolo, caracterizando o ciclo geológico da água. Quando a água infiltra a superfície de um terreno e enche os espaços vazios dos interstícios das rochas, ela é denominada de água subterrânea, constituindo os aquíferos. A captação dessas águas para consumo humano ocorre através da construção de poços (ALMEIDA, 2010; VILLAR, 2022).

As águas subterrâneas podem ter sua qualidade comprometida através de: lançamentos inadequados de resíduos sólidos e líquidos no meio hídrico, fertilizantes utilizados em lavouras, lançamento de esgotos sanitários em áreas não ligadas às redes coletoras de esgotos, vazamento no sistema de esgotos municipais, disposição de resíduos em lixões, utilização de fossas sépticas, dentre outros (AYACH et al, 2009). Neste contexto, as águas contaminadas podem ser fontes de transmissão de diversos organismos patogênicos, os quais são provenientes de fezes de humanos e animais, podendo acarretar doenças de veiculação hídrica (COSTA et al, 2012).

Essas doenças podem ser conceituadas como qualquer comprometimento, deficiências e distúrbios da saúde humana, que tenham como causa raiz, as condições da água, quanto às suas condições, quantidade e qualidade, do qual, o grau de incidência depende de fatores climáticos, geográficos e sanitários. Têm influência no desenvolvimento econômico, com maior grau em populações mais carentes, constituindo-se como fator importante de mortalidade a nível mundial. Apenas por diarreias, são estimados em torno de 841.000 de óbitos por ano no mundo (SANTOS et al, 2020).

No Brasil, houve um decréscimo do número de internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica em torno de 61% entre os anos de 2012 e 2020. De igual forma, no mesmo período houve diminuição no número de internações por doenças gastrointestinais em torno de 65%. No entanto, as internações por doenças gastrointestinais, ainda representam o maior percentual, aproximadamente 78% das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica no ano de 2020 (VIANA et al, 2022).

O impacto dessa modalidade de patologia ainda é grande, apesar da implantação de estratégias de controle tais como a implementação do Programa de Controle e Vigilância da qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIÁGUA) e a monitorização de Doenças

Diarreicas Agudas (DDA), através da Vigilância Epidemiológica. Assim, sua cobertura ainda não é suficiente em todos os municípios, principalmente aqueles com menores recursos e em zonas rurais, gerando prejuízos à saúde de suas populações, principalmente nos grupos de maior vulnerabilidade como idosos e crianças (CORREIA et al, 2021).

A tabela 1 mostra vários agentes causadores de doenças transmitidas pela água de importância médica.

Tabela 1 - Agentes etiológicos e doenças de importância médica associados à água contaminada

Agente etiológico	Doença
vírus A (HAV)	Hepatite A
Vibrio cholerae	Cólera
Escherichia coli	Diarreia infecciosa
Salmonella	Diarreia infecciosa
Shigella.	Diarreia infecciosa
Campylobacter pylori	Infecção do trato digestivo
Chlamydia trachomatis.	Diarreia infecciosa
Yersinia enterocolítica	Diarreia infecciosa
Vibrio vulnificus	Infecção gastrointestinal, infecção de feridas e septicemia primária
Rotavírus	Diarreia aguda
Norovírus	Gastroenterites
Adenovírus	Infecções do trato intestinal e respiratório
Sapovírus	Gastroenterite aguda
Astrovírus	Gastroenterite aguda
Adenovírus entérico	Doença diarreica infantil
Leptospira	Leptospirose
Giardia lamblia.	Giardíase
Entameba histolytica.	Amebíase
Trichuris trichiura.	Tricuríase
Isospora belli.	Cistoisporíase
Cryptosporidium parvum	Criptosporidiose
Cyclospora cayetanensis	Ciclosporíase

Fonte: Pinheiro (2022)

As diarreias são as principais doenças que podem ocorrer devido à ingestão de água contaminada. Apesar de haver uma grande diversidade nos agentes patogênicos de doenças de veiculação hídrica, as infecções bacterianas têm um papel de destaque, sendo um dos principais agentes biológicos presentes em águas contaminadas (NASCIMENTO, 2018).

3.1 Principais Enterobactérias de importância médica

3.1.1 Coliformes

Os coliformes compreendem um extenso grupo heterogêneo de bactérias que habitam naturalmente o trato intestinal de seres humanos e animais. Também chamadas de *Enterobacteriaceae*, bacilos gram-negativos entéricos, ou bactérias entéricas, esse grupo de bactérias comportam diversos gêneros (*Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia*, *Proteus*, dentre outros). Alguns destes microrganismos (*Salmonella* e *Shigella*) são frequentemente patogênicos. Já outros (*Escherichia coli*) fazem parte da microbiota normal e ocasionalmente provocam doenças. De maneira geral, as *Enterobacteriaceae* estão entre as bactérias mais comuns que provocam doenças (BROOKS et al, 2014).

3.1.2 *Escherichia coli*

Essa bactéria é o membro mais comum e mais importante do gênero *Escherichia sp.* Habitante normal do intestino de vertebrados, sua presença neste órgão normalmente é benéfica, pois ajuda na síntese de algumas vitaminas, além de participar da digestão de alimentos que não seriam digeridos sem a mesma. No entanto, existem formas patogênicas que podem provocar gastroenterites e algumas variantes provocam diarreia sanguinolenta quando crescem no intestino. Além disso, ela pode ser causa de infecções do trato urinário, sendo a causa mais comum de cistites. Algumas linhagens produzem toxinas que podem ser transmitidas por alimentos e que provocam doenças graves, tais como meningites e sepses (TORTORA & FUNKE, 2017).

3.1.3 *Shigella*

As *Shigellas sp.* têm os seres humanos como único reservatório. Elas invadem e se multiplicam nas células que recobrem o cólon no intestino, provocando a doença denominada shigelose. Esta se caracteriza principalmente por dores abdominais, diarreia, febre e fezes sanguinolentas. A shigelose ocorre tanto em adultos como crianças. No entanto, é eminentemente pediátrica, constituindo em torno de 60% do total de casos de infecções ocorridas em crianças com idade inferior a 10 anos. É transmitida de pessoa a pessoa, através

da via orofecal, por pessoas com mãos contaminadas, e através de alimentos e água, podendo se alastrar rapidamente em locais de baixas condições sanitárias e higiene pessoal (MURRAY, 2017).

3.1.4 Salmonella

As *salmonelas sp.* infectam o homem e uma ampla variedade de animais domésticos, selvagens, pássaros, répteis e até mesmo insetos. A presença dessas bactérias em ambientes, água potável e alimentos é decorrente à contaminação por fezes de indivíduos doentes ou portadores. Nos seres humanos, provocam variadas infecções, e uma vez que são resistentes ao ácido estomacal, podem provocar infecções ao longo do trato digestivo. As infecções mais comumente observadas são a gastroenterite e a febre tifoide. As gastroenterites são infecções agudas da mucosa intestinal, caracterizadas pela presença de febre aguda inicial, cólicas, dor abdominal, náuseas, vômitos, e diarreia com ou sem sangue e inflamação do intestino grosso. Já a febre tifoide é mais comum em crianças, apresentando-se como uma febre de 10 a 14 dias, dor de cabeça, desconforto abdominal e letargia generalizada (BLACK & BLACK, 2021; TRABULSI & ALTERTHUM, 2015).

3.1.5 Enterobacter

As bactérias do gênero *Enterobacter sp.* são consideradas oportunistas, principalmente em ambientes hospitalares e multirresistentes. No entanto já foram identificadas em água de poços. Uma vez instalada no organismo humano, são capazes de se multiplicar e se desenvolver em muitos órgãos. Frequentemente estão associadas a infecções urinárias e respiratórias. As espécies mais predominantes são a *Enterobacter cloacae* e a *Enterobacter aerogenes* (QUINTEIRA et al, 1999; SILVA, 2023; TRABULSI & ALTERTHUM, 2015).

3.1.6 Klebsiella

Bactérias do Gênero *Klebsiella sp.* colonizam mais comumente os aparelhos o trato geniturinário e respiratório. Além dos humanos, essas enterobactérias também são encontradas em ecossistemas como solos, águas e esgotos, podendo inclusive se multiplicar e sobreviver em águas de estações de tratamento. Algumas espécies podem gerar pneumonias com grande potencial de necrose do tecido pulmonar, ao nível dos alvéolos, podendo causar também, infecções de tecidos moles, abscessos hepáticos, além de causar altos índices de

infecções hospitalares, algumas delas, multirresistentes a antibióticos (MACIEL & MATOS, 2013; NUNES, 2017).

3.1.7 Serratia

Essas bactérias já foram encontradas em locais diversos da natureza, tais como o solo, água, intestino de vários insetos e vertebrados, e até mesmo no intestino dos seres humanos. No homem, ocasionalmente podem ocasionar infecções em múltiplos locais do corpo. Em hospitais estão mais associadas a infecções urinárias e respiratórias devido à contaminação de utensílios como cateteres, soluções supostamente estéreis etc (BROOKS et al, 2014; CAVALCANTE, 1998; PAIVA, 2016; TORTORA & FUNKE, 2017).

3.1.8 Proteus

Esses microrganismos encontram-se no solo, na água e no intestino humano, especificamente na região do cólon. Em sua maioria causam infecções do trato urinário, especialmente em mulheres. Além disso, podem causar pneumonia, infecções de ferimentos, infecções hospitalares e septicemia (LEVINSON, 2011; NASCIMENTO, 2013; JESUS, 2019).

3.2 Qualidade da água: parâmetros microbiológicos

A Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde, determina a análise de coliformes totais e *Escherichia coli* (*E. coli*), como critério microbiológico para determinação de potabilidade da água para consumo humano, como demonstrado na tabela 2.

Tabela 2 - Padrão bacteriológico da água para consumo humano

Parâmetro	VPM*
Coliformes Totais	Ausência em 100 mL
<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL

Fonte: Brasil (2021)

*VPM: valor máximo permitido

3.2.1 Coliformes Totais

O grupo dos coliformes totais é formado por 44 gêneros e 176 espécies. São bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35°C. Diversas espécies podem se encaixar nessa definição, como as bactérias oriundas do trato gastrointestinal de humanos e outros animais de sangue quente (*Escherichia coli*), como bactérias não entéricas (*Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Serratia* etc.). Os métodos tradicionais de identificação utilizam meios de cultivo contendo lactose, observando a reação de fermentação, na presença de sais biliares ou agentes tensoativos, com formação de gás e/ou ácido e aldeído. Já os métodos mais modernos utilizam substratos enzimáticos que detectam diretamente a atividade da enzima β -galactosidase, pois esta enzima está envolvida no metabolismo fermentativo da lactose (BRASIL, 2013; SILVA et al, 2010).

A presença de coliformes totais em água não significa necessariamente contaminação fecal, uma vez que muitas bactérias desse grupo podem se multiplicar e desenvolver em ambientes extra-intestinais. No entanto, sua detecção é indicativa de condições sanitárias impróprias (ALMEIDA et al, 2017).

3.2.2 Escherichia Coli (*E. coli*)

A *E. coli* foi introduzida como indicador de contaminação fecal em 1985 na Austrália. Essa bactéria está presente tanto em ambientes intestinais quanto extra-intestinais. Existe a espécie comensal que habita o intestino dos mamíferos e os grupos patogênicos. Esses últimos estão divididos em seis categorias de acordo com o seu grau de virulência: terotoxigênica (ETEC), enteropatogênica (EPEC), enteroinvasiva (EIEC), enteroagregativa (EAEC), *E. coli* de aderência difusa (DAEC) e produtora de toxina de Shiga (STEC) (SILVA et al, 2010; COSTA et al, 2023).

A *E. coli* é classificada como um coliforme termotolerante, ou seja, é capaz de realizar a fermentação da glicose a 44-45°C. Em ambientes aquáticos, ainda é considerada como a principal bactéria indicadora de contaminação fecal (XAVIER et al, 2022), uma vez que seu tempo de sobrevivência é análogo aos de patógenos mais comuns, e, também, devido à facilidade de identificação e isolamento (MARQUEZI et al, 2010).

3.3 Método Colilert

O Método Colilert ou Substrato Cromogênico Definido ONPG-MUG é aprovado pelo Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA, 2016). É um método de fácil execução, rápido, simples, prático, barato, de boa sensibilidade e que utiliza um substrato cromogênico e fluorogênico. O método detecta a presença de coliformes totais e *Escherichia coli* (SILVA et al, 2010) e tem sido utilizado para identificar esses microrganismos em água (GURGEL et al, 2020; PEREIRA et al, 2009).

Quando comparado aos métodos microbiológicos tradicionais, o Método Colilert possui a vantagem de não haver necessidade de realização de testes complementares e/ou confirmatórios e nem isolamento de cultura. Além disso, os resultados podem ser obtidos em 24 horas, o que viabiliza rápidas ações corretivas, em caso de positividade nas análises de águas para consumo (MARTINS et al, 2010).

O princípio da análise é baseado na detecção da atividade de enzimas típicas das bactérias pesquisadas. O meio é composto por dois substratos. O substrato orto-nitrofenil- β -D-galactosídeo (ONPG), que é cromogênico, e detecta a atividade da enzima β -galactosidase. Esta enzima hidrolisa o ONPG a ortonitrofenol, fazendo com que o meio fique com a coloração amarela. Essa enzima é especificamente produzida pelos coliformes totais. O outro substrato é o 4-metilumbeliferil- β -D-glucoronídeo (MUG), que é fluorogênico e detecta a atividade da enzima β -glicuronidase. Enzima típica da *E.coli*, a β -glicuronidase degrada o MUG, produzindo 4-metilumbeliferona, que à luz ultravioleta emite fluorescência (FERNANDES & GOIS, 2015).

4. METODOLOGIA

4.1 Materiais

Os materiais utilizados nessa pesquisa foram: frascos estéreis de 100 ml, luvas para procedimento de látex, algodão, álcool etílico 70%, caixa de isopor, reagente Colilert da marca Indextx, estufa bacteriológica da marca Fanem, modelo 502, lâmpada UV de 365nm e 6W de potência da marca Merck.

4.2 Coleta das Amostras

As escolas selecionadas estão localizadas na região 2°36'19"S 44°12'44"W e não estão cobertas por programas de monitoramento de qualidade da água. Portanto, esses são os primeiros dados de análises microbiológicas de água dessas instituições. A coleta das amostras deu-se em um único dia 16/06/2023, em três escolas da rede pública (estado e município) com proximidade de localização. As escolas são abastecidas por poços artesianos e foram identificadas como Escola 1, 2 e 3. Os pontos de coleta são apresentados e demonstrados na tabela 3 e figuras 1 a 17 abaixo.

Tabela 3 - Pontos de coleta de amostras de água

Escolas	Pontos de coleta
Escola 1	Torneira da cozinha
	Torneira próximo ao poço bebedouro
Escola 2	Bebedouro 1
	Bebedouro 2
	Torneira da cozinha
Escola 3	Bebedouro 1
	Bebedouro 2
	Torneira da cozinha
	Torneira próxima à caixa
	Caixa d'água

Fonte: Autor

4.2.1 Pontos de coleta da Escola 1: Figuras 1 a 4

Figura 1: Escola 1- torneiras bebedouro 1



Fonte: Autor

Figura 2: Escola 1- torneira da cozinha



Fonte: Autor

Figura 3: Escola 1 - torneira próxima ao poço



Fonte: Autor

Figura 4: Escola 1- bebedouro



Fonte: Autor

4.2.2 Pontos de coleta da Escola 2: Figuras 5 a 9

Figura 5: Escola 2 - Bebedouro 1



Fonte: Autor

Figura 6: Escola 2 - bebedouro 2



Fonte: Autor

Figura 7: Escola 2 - torneira da cozinha



Fonte: Autor

Figura 8: Escola 2 - torneiras bebedouro 1



Fonte: Autor

Figura 9: Escola 2- torneiras bebedouro



Fonte: Autor

4.2.3 Pontos de coleta da Escola 3: Figuras 10 a 18

Figura 10: Escola 3 - bebedouro 1



Fonte: Autor

Figura 11: Escola 3 - Torneira bebedouro 1



Fonte: Autor

Figura 12: Escola 3- bebedouro 2



Fonte: Autor

Figura 13: Escola 3 - torneira Bebedouro 1



Fonte: Autor

Figura 14: Escola 3 - torneira da cozinha



Fonte: Autor

Figura 15: Escola 3 - caixa d'água



Fonte: Autor

Figura 16: Escola 3- torneira próximo à caixa d'água



Fonte: Autor

Todo o processo de manipulação foi realizado com luvas de procedimento. Previamente ao início das coletas, as torneiras foram higienizadas com algodão embebido em álcool 70% para evitar possíveis interferências e contaminações. Posteriormente, as torneiras foram acionadas deixando-se escoar por um período de 3 min. Em seguida procedeu-se com a coleta. As amostras foram colocadas em frascos estéreis de 100 mL, devidamente identificados. Por fim as amostras foram armazenadas em caixa de isopor e imediatamente encaminhadas para análise no Laboratório do Núcleo de Pesquisa do Programa de Controle de Qualidade de Alimentos e Água da UFMA, transcorrendo em seguida os procedimentos analíticos.

4.3 Procedimento de Análise

Os procedimentos de análise utilizando o método Colilert seguiram-se através do protocolo descrito abaixo:

- Adicionou-se todo o conteúdo de frasconete de Colilert no frasco contendo a amostra, fechou-se e agitou-se levemente para a total dissolução do reagente.
- Incubou-se o frasco contendo a amostra e o Colilert por 24 horas a 35 °C.
- Após a incubação observou-se visualmente os frascos e efetuou-se a interpretação dos resultados.

4.3.1 Parâmetros de Interpretação do Método Colilert

- Se a amostra se apresentar incolor (transparente), o resultado é negativo para Coliformes Totais e *E. coli*.
- Se houver desenvolvimento de coloração amarela, o resultado é positivo para Coliformes Totais.
- Se a amostra apresentar coloração amarela e fluorescência sob lâmpada UV de 365 nm e 6 W de potência, o resultado é positivo para Coliformes Totais e *E.coli*.
- Se a amostra apresentar coloração amarela e SEM fluorescência sob lâmpada UV de 365 nm, o resultado é positivo para Coliformes Totais e negativo para *E.coli*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises mostraram-se satisfatórios, de acordo com os dados disponibilizados na tabela 4, haja vista que foram negativos em todos os pontos.

Tabela 4 - Resultados das análises microbiológicas

Escolas	Pontos de coleta	C. totais	E. coli	VPM
Escola 1	Torneira da cozinha	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL
	Torneira próximo ao poço	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL
	bebedouro	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL
Escola 2	Bebedouro 1	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL
	Bebedouro 2	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL
	Torneira da cozinha	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL
Escola 3	Bebedouro 1	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL
	Bebedouro 2	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL
	Torneira da cozinha	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL
	Torneira próxima à caixa	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL
	Caixa d'água	Ausente	Ausente	Ausência em 100 mL

Fonte: Autor

Diferente dos resultados obtidos nesse trabalho, alguns autores têm detectado a presença de coliformes totais e *E. coli* em diversos centros de ensino. Almeida et al (2017) analisaram águas de bebedouros de 4 instituições de ensino durante 01 mês, e demonstraram a presença de coliformes totais em 03 delas, além de *E. coli* em 01 delas, tornando-se desta forma imprópria para o consumo. Os autores ratificam a importância da presença de uma manutenção eficaz dos bebedouros, assim como uma troca regular de filtro. Dessa forma, sugerem que a falta dessas ações são a causa precípua do aparecimento dessas contaminações.

Moreira et al (2019) evidenciaram a presença de coliformes totais e termotolerantes em 80% das amostras de água advindas de bebedouros e em 40 % de amostras de torneiras das cozinhas de escolas públicas na cidade de Nossa Senhora da Glória-SE. Os autores observaram alguns pontos negativos tais como ausência de boas práticas de higiene, manuseio inadequado, reservatórios sem limpeza regular, armazenamento em locais inadequados e falta constante de água.

Matsuchita et al (2014) detectaram a presença de coliformes totais e *E. coli* na torneira da cozinha de um centro público de ensino infantil na cidade de Londrina-PR. Os autores sugeriram que a contaminação pode estar associada às condições higiênicas da caixa d'água,

pois o tipo de material com que é construída, a integridade, os procedimentos de higiene e de conservação, podem prevenir contaminações, assim como as condições higiênicas e de conservação das instalações hidráulicas.

Em contrapartida, como já salientado, neste trabalho os resultados para coliformes totais e *E. coli* foram ausentes em todos os pontos analisados. A água das 03 escolas analisadas é fornecida por poços artesianos. Essa origem de abastecimento pode ter contribuído para os resultados negativos nas análises. Castro et al (2014), sugerem que águas subterrâneas podem eliminar ou remover organismos patogênicos devido à falta de oxigênio, ou mesmo por filtração, que pode ser de intensidade variável, devido à permeabilidade e condutividade do aquífero ou do subsolo.

Resultados semelhantes foram observados por Conde et al (2017), Costa et al (2015), Queiroz et al (2017), Silva et al (2012) ao analisarem os parâmetros microbiológicos em águas de bebedouros de escolas públicas. De igual forma, os parâmetros microbiológicos mostraram-se adequados nas análises de Oliveira et al (2012). Seco et al (2012) analisaram amostras de 19 bebedouros de uma Universidade Estadual, onde os resultados mostraram-se ausentes para pesquisa de Coliformes totais, como para *E. coli*.

A negatividade para indicadores microbiológicos em análises de água destinada a consumo tem grande relevância, uma vez que a conformidade dos parâmetros microbiológicos ajuda na promoção e manutenção da saúde. Além disso, a ausência de coliformes totais e termotolerantes sugerem eficiência nos métodos de desinfecção dos sistemas de abastecimento (ANDRADE & ARAÚJO, 2020).

No entanto, é importante ressaltar que a negatividade de *E. coli* e *E. totais* não garante a potabilidade da água oriunda de uma determinada fonte, haja vista que, embora esses sejam um dos principais indicadores de contaminação microbiológica, ainda há a possibilidade das coexistências de outros microrganismos potencialmente patogênicos, tais como outras bactérias, protozoários ou vírus (MADIGAN et al, 2016).

6. CONCLUSÃO

A avaliação inicial de indicadores microbiológicos de contaminação de água realizada nesse trabalho foi satisfatória quanto à presença de coliformes totais e *E. coli*. No entanto, no que se refere aos critérios microbiológicos, a determinação mais acurada da potabilidade da água para consumo necessita de complementação analítica, como a análise da turbidez, de acordo com a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde (Brasil, 2021). É importante ressaltar que de acordo com a mesma portaria o monitoramento da qualidade da água para águas de origem subterrânea deve ser mensal. Dessa forma, para garantir a qualidade microbiológica da água das escolas analisadas, deverá haver uma maior periodicidade. Além disso, quando se trata de consumo de água, as análises físico-químicas são de grande valia para a determinação de sua qualidade. Assim, é importante que em futuras análises, haja a pesquisa de outros parâmetros tais como pH, condutividade, sólidos totais, dureza total, cloretos, nitritos, nitratos dentre outros.

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2018: informe anual / Agência Nacional de Águas. Brasília: ANA, 2018.

Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (Brasil). Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2022: informe anual / Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Brasília : ANA, 2023.

ALENCAR, Eduardo da Silva et al. Análise microbiológica e correlação do pH da água dos bebedouros utilizada para o consumo humano em escolas do município de Alagoa Grande-Paraíba. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 19, n. 3, p. 457-465, 2020.

ALMEIDA, Ananda Gomes et al. Análise microbiológica e físico-química da água de bebedouros em unidades de ensino no município de Ilhéus-BA. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 12, n. 2, p. 20-26, 2017.

ALMEIDA, Otávio Álvares de. Qualidade da água de irrigação. **Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2010. Disponível em Acesso em 29/08/2023.

ALMEIDA, Rosângela Borges et al. Características geológicas e geomorfológicas da Estação Ecológica do Rangedor, localizada na Zona Urbana da Ilha de São Luís (MA), associadas à sua disponibilidade hídrica (Geological and geomorphological characteristics of the Rangedor Ecological Station, located in the Urban Zone of the Island of São Luís (MA), associated with its water availability). **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 11, n. 1, p. 114-123, 2018.

ARAÚJO, Daniela Lima; ANDRADE, Rafael França. Qualidade Físico-Química e Microbiológica da água utilizada em bebedouros de instituições de ensino no Brasil: Revisão Sistemática da Literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 4, p. 7301-7324, 2020.

ARAÚJO, Daniela Lima; ANDRADE, Rafael França. Qualidade Físico-Química e Microbiológica da água utilizada em bebedouros de instituições de ensino no Brasil: Revisão Sistemática da Literatura. **Brazilian Journal of Health Review**, v. 3, n. 4, p. 7301-7324, 2020.

AYACH, Lucy Ribeiro et al. Contaminação das águas subterrâneas por coliformes: um estudo da cidade de Anastácio-MS. **CLIMEP-Climatologia e Estudos da Paisagem**, v. 4, n. 1, 2009.

BLACK, Jacquelyn G. BLACK, Laura J. **Microbiologia: fundamentos e perspectivas**. 10ed. Guanabara Koogan, 2021.

BRASIL, Fundação Nacional de Saúde. Manual prático de análise de água. **Brasília: Fundação Nacional de Saúde**. 150p, 2013.

BRASIL. 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, para dispor sobre os procedimentos

de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em : <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em 16/08/2023.

BROOKS, Geo F. et al. **Microbiologia Médica de Jawetz, Melnick & Adelberg**. 26 ed. AMGH, 2014.

CAMPBELL, Mary K. **Bioquímica**, 3 ed. Artmed. Porto Alegre, 2000.

CASTRO, J. S. O. de et al. Potabilidade das águas subterrâneas para o consumo humano na área do polo industrial de Barcarena-Pará. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10. n.19. 2014. p. 2921.

CAVALCANTE, Carlos Eugenio Muniz de Holanda et al. Avaliação microbiológica da água do Riacho Cavouco, Recife-PE. **Hig. aliment**, p. 45-9, 1998.

CONDE, Thassiane Telles et al. Análise da qualidade da água em escolas estaduais localizadas no município de Ariquemes-RO. **Revista Brasileira de Ciências da Amazônia/Brazilian Journal of Science of the Amazon**, v. 6, n. 1, p. 1-8, 2017.

CORREIA, Catherine Veloso et al. Doenças de veiculação hídrica e seu grande impacto no brasil: consequência de alterações climáticas ou ineficiência de políticas públicas?. **Brazilian Medical Students**, v. 5, n. 8, 2021.

COSTA, Cecília Leite et al. Avaliação da qualidade das águas subterrâneas em poços do estado do Ceará, Brasil. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 33, n. 2, p. 171-180, 2012.

COSTA, Mayra Garcia Maia et al. Detecção molecular de escherichia coli produtora de toxina de shiga em alimentos. **Ciência Animal**, v. 23, n. 1, p. 05-07, 2023.

COSTA, Tatiana de Assis et al. Avaliação da qualidade físico-química e microbiológica de águas de bebedouros de escolas do município de Matias Barbosa, Minas Gerais. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 7, n. 1, p. 736-741, 2015.

SANTOS, Deyvison Rhuan Vasco dos. Água, saúde e doença: Uma revisão sistemática sobre doenças de veiculação hídrica em comunidades indígenas brasileiras. **RIOS - Revista Científica do Centro Universitário do Rio São Francisco**. v. 14, n.25, 2020.

FABRI, Alexandre Nava. ANÁLISE PRELIMINAR DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA EM SÃO LUÍS DO MARANHÃO, BRASIL. XV CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Disponível em: < <http://www.meioambientepocos.com.br/Anais2018/Recursos%20Naturais/224.%20AN%C3%81LISE%20PRELIMINAR%20DO%20SISTEMA%20DE%20ABASTECIMENTO%20DE%20C3%81GUA%20EM%20S%C3%83O%20LU%C3%8DS%20DO%20MARANH%C3%83O,%20BRASIL.pdf>>. Acesso em 14/08/2023.

FARIA, Tatiane et al. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em unidades de alimentação escolar. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 11, n. 1, p. 135-144, 2013.

FERNANDES, Luana Leal; GOIS, Rosineide Vieira. Avaliação das principais metodologias aplicadas às análises microbiológicas de água para consumo humano voltadas para a detecção de coliformes totais e termotolerantes. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 6, n. 2, p. 49-64, 2015.

GAUTO, Marcelo Antunes; ROSA, Gilber Ricardo. Processos e operações unitárias da indústria química. **Ciência Moderna Ltda, Rio de Janeiro**, 2011.

GUEDES, Anderson Ferreira et al. Tratamento da água na prevenção de doenças de veiculação hídrica. **Journal of medicine and Helth Promotion**, v. 2, n. 1, p. 452-461, 2017.

GURGEL, Raiana Silveira et al. Investigação de coliformes totais e Escherichia coli em água de consumo da comunidade Lago do limão, Município de Iranduba–AM. **Brazilian Applied Science Review**, v. 4, n. 4, p. 2512-2529, 2020.

IBGE -INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo de 2022. Disponível em <<https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/index.html?localidade=BR.>> Acesso em 15/08/2023.

JESUS, Veruska Costa de et al. Avaliação da qualidade da água superficial em bacias urbanas da Ilha do Maranhão. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 5, p. 54-72, 2019.

LEAL, Raquel Vieira de Oliveira. Controle de qualidade microbiológico da água potável para o consumo humano: uma revisão bibliográfica. **Revista Movimenta**, v. 14, n. 3. 2021.

LEVINSON, Warren. **Microbiologia médica e imunologia**. 10ed. McGraw Hill Brasil, 2011.

LIRA, Rivânia da Silva et al. QUANTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DOS POÇOS QUE ABASTECEM A ZONA URBANA DO MUNICÍPIO DE COELHO NETO, MARANHÃO, BRASIL. 2021. XII Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 2021. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2021/VIII-002.pdf>. Acesso em 14/08/2023.

MACIEL, Bruna Calil; MATTOS, Liliana Patrícia Vital de. A Bacteria Multirresistente Klebsiella pneumoniae Carbapenamase (KPC). **Atas de Ciências da Saúde (ISSN 2448-3753)**, v. 1, n. 2, 2013.

MADIGAN, Michael T. et al. **Microbiologia de Brock**. 14 ed. Artmed Editora, 2016.

MARQUEZI, Marina Chiarelli et al. Comparação entre métodos para a análise de coliformes totais e E. coli em amostras de água. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 3, p. 291-296, 2010.

MARTINS, Nayara Gonçalves; RESENDE, Juliana Campos de Pinho. A utilização do método Colilert para análise de coliformes totais e *Escherichia coli* em amostras de água. **Sinapse Múltipla**, v. 9, n. 2, p. 123-124, 2020.

MATSUCHITA, Hugo Leonardo Pereira et al. Qualidade bacteriológica da água de abastecimento público de Centros Municipais de Educação Infantil (CMEI) das cidades de Londrina, Cambé, Ibiporã e Rolândia, PR. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 13, n. 1, p. 60-63, 2014.

MOREIRA, Johnata de matos et al. Análise físico-química e microbiológica da água dos bebedouros e cozinhas de escolas municipais da cidade de Nossa Senhora da Glória-SE. **Anais Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT)**, v. 1, n. 1, p. 69-72, 2019.

MURRAY, David. **Microbiologia médica**. 8 ed. Elsevier Brasil, 2017.

NASCIMENTO, Cleonilde Maria do. Doenças de transmissão hídrica e principais agentes etiológicos. Disponível em <<http://www.adaltech.com.br/anais/medtrop2018/resumos/PDF-eposter-trab-aceito-3067-1.pdf>>. Acesso em 20/09/2023.

NASCIMENTO, Viviane Felix Silva; ARAÚJO, Magnólia Fernandes Florêncio. Ocorrência de bactérias patogênicas oportunistas em um reservatório do semiárido do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista de Ciências Ambientais**, v. 7, n. 1, p. 91-104, 2013.

NUNES, Athos Aramis Tópor. Resistência a antimicrobianos e fatores de virulência em *Klebsiella* sp. isoladas da laguna de Tramandaí. 2017. Monografia. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/178306/001065044.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em 01/09/2023.

OLIVEIRA, Luciana Bitencourt et al. Análise físico-química e microbiológica da água dos bebedouros, torneiras e caixa d'água, consumida no IFS, campus Lagarto. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012.

PAIVA, Thaís Vieira. Avaliação das condições microbiológicas da água e de peixes do Rio Mearim, no município de Bacabal-MA. 2016. Dissertação de Mestrado. Disponível em: <<https://tedebc.ufma.br/jspui/bitstream/tede/1601/2/ThaisPaiva.pdf>>. Acesso em 04/09/2023.

PEREIRA, Márcio Célio et al. Estudo da potabilidade de água para consumo no bairro Triângulo e Vila Candelária, Porto Velho–Rondônia-Brasil. **Revista Saber Científico**, v. 2, n. 1, p. 28-36, 2009.

PINHEIRO, Pedro. **Doenças transmitidas por água contaminada** – MD. Saúde., [s.d]. 2022. Disponível em: <<https://www.mdsaude.com/doencas-infecciosas/doencas-da-agua/#Referencias>>. Acesso em 18/09/2023.

QUEIROZ, Angela Maria et al. Qualidade da água de bebedouros em escolas públicas de Mossoró/RN. **Revista Biociências**, v. 23, n. 1, p. 46-52, 2017.

QUINTEIRA, Sandra Maria Basílio et al. Resistências aos antibióticos B-lactâmicos em Enterobacteriaceae isoladas de águas de consumo. 1999. Disponível em: < https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0%2C5&q=+enterobacter+%C3%A1gua&t=1693599614602&u=%2Fscholar%3Fq%3Dinfo%3Aih5Dbk_xE4AJ%3Ascholar.google.com%2F%26output%3Dcite%26scirp%3D1%26hl%3Dpt-BR>. Acesso em 01/09/2023.

RUSSEL, John B. Química geral. 2 ed.v. 01. Mackron Books, 1994.

SANTOS, Juliana Arruda dos et al. Antônio José. Avaliação Microbiológica de Coliformes Totais e Termotolerantes em Água e Bebedouros de Uma Escola Pública no Gama-Distrito Federal. **Revista de Divulgação Científica Sena Aires**, v. 3, n. 1, p. 9-15, 2014.

SCAPIN, Diane et al. Qualidade microbiológica da água utilizada para consumo humano na região do extremo oeste de Santa Catarina, Brasil. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 71, n. 3, p. 593-596, 2012.

SECO, Bruna Mara Silva et al. Avaliação bacteriológica das águas de bebedouros do campus da Universidade Estadual de Londrina-PR. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2012.

SILVA, Amanda Kele Soares et al. Avaliação físico-química e microbiológica da água utilizada na preparação de merendas escolares de três escolas do município de Missão Velha-CE. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS ÁGRARIAS**. 2017.

SILVA, Bruna Nunes da et al. Caracterização de amostra de Enterobacter aerogenes proveniente de colonização quanto aos sistemas CRISPR-Cas e comparação com amostra de infecção. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 5, p. e8712541464-e8712541464, 2023.

SILVA, Cristóvão Fábio et al. Análise da qualidade físico-química e microbiológica da água em três escolas públicas na cidade de Acari-RN. In: **VII CONNEPI-Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação**. 2012.

SILVA, Jefferson Fernandes do Amaral. PEREIRA, Roberto Guimarães. Panorama global da distribuição e uso de água doce. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 10, n. 3, p. 263-280, 2019.

SILVA, Neusely da Silva et al. **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos e Água**. 4 ed. Livraria Varela, 2010

SOARES, Anna Elis Paz; NUNES, Luiz Gustavo Costa Ferreira; DA SILVA, Simone Rosa. Diagnóstico dos Indicadores de Consumo de Água em Escolas Públicas de Recife-PE. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 13, n. 1, 2017.

SOUSA, Francisco das Chagas de; CUNHA, Maria Lucicleide Dias. Análise físico-química e microbiológica de águas subterrâneas de povoados do município de Penaforte (Ceará). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 11, n. 1, 2023.

SOUZA, João Wallyson Feitosa et al. Análise da qualidade da água de bebedouros em escolas públicas de Tabira-PE. **Journal of Medicine and Health Promotion**, v. 6, n. 1, p. 73-83, 2021.

SOUZA, Daiane Gonçalves de; PARENTE, Cláudia da Mota Darós. JORNADA ESCOLAR BRASILEIRA. **InterMeio: Revista do Programa de Pós-Graduação em Educação-UFMS**, v. 29, n. 57, p. 53-72, 2023.

TORTORA, Gerard J.; CASE, Christine L.; FUNKE, Berdell R. **Microbiologia**. 12 ed. Artmed, 2017.

TRABULSI, Luiz Rachid. ALTERTHUM, Flávio. **Microbiologia**. 6 ed. Atheneu, 2015.

UGOLINE, Lorena Santiago et al. Proposição de indicadores ambientais para a gestão dos recursos hídricos no município de Montes Claros-MG. 2023. Monografia (Especialização)

VIANA, Ariane Rebelo et al. Perfil epidemiológico das doenças virais, bacterianas e parasitológicas de veiculação hídrica no Brasil de 2012 a 2021: internações e mortalidades: Epidemiological profile of waterborne viral, bacterial and parasitological diseases in Brazil from 2012 to 2021: hospitalizations and mortality. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 9, p. 63519-63536, 2022.

VIANA, Cipriane Maciel et al. Avaliação da qualidade da água através da análise de parâmetros físico-químicos e microbiológicos e do índice de violação: estudo de caso do rio Arroio Grande e da Praia do Pontal-RS. **Revista Ambientale**, v. 15, n. 1, p. 30-39, 2023.

VILLAR, Pilar Carolina (autor) *et al.* **As águas subterrâneas na Política Nacional de Recursos Hídricos**. Brasília: ANA, 2022. 220 p., il. (Capacitação em Gestão de Recursos Hídricos, 5). ISBN 9786588101261. Disponível em: https://biblioteca.ana.gov.br/sophia_web/acervo/detalhe/93469. Acesso em: 29 ago. 2023.

WIDMAIER, Eric P et al. **Vander, fisiologia humana: os mecanismos das funções corporais**. Guanabara Koogan, 2017.

YAMAGUCHI, Mirian Ueda et al. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. **O mundo da saúde**, v. 37, n. 3, p. 312-320, 2013.

XAVIER, Manoel das Virgens Souza et al. Parâmetros de potabilidade da água para o consumo humano: uma revisão integrativa. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 1, p. e42511125118e42511125118, 2022.