

Avaliação Físico-Química e Microbiológica da Qualidade da Água consumida em Escolas do interior de Santa Catarina

Physical-Chemical and Microbiological assessment of the Quality of Water consumed in schools in the interior of Santa Catarina

Evaluación físico-química y microbiológica de la calidad del agua consumida en escuelas del interior de Santa Catarina

Recebido: 22/03/2024 | Revisado: 03/04/2024 | Aceito: 19/05/2024 | Publicado: 31/05/2024

Marcilene Schafaschek

ORCID <https://orcid.org/0009-0006-1353-6500>

Farmacêutica, Universidade do Contestado, Mafra, Santa Catarina, Brasil

E-mail: marcileneschafaschek8@gmail.com

Jhordi Paulo Deniz

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-2965-8953>

Discente em Farmácia, Universidade do Contestado, Mafra, Santa Catarina, Brasil

E-mail: jhordi.deniz@aluno.unc.br

Thyago Cesar da Silva Pires

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2497-1592>

Discente em Farmácia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná, Brasil

E-mail: thycesarp@gmail.com

Yara Maria da Silva Pires

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1602-6566>

Doutoranda em Ciências Farmacêuticas na Universidade Federal do Paraná.

Docente Departamento de Farmácia da Universidade do Contestado, Brasil.

E-mail: yah.pires@hotmail.com

Resumo

A qualidade da água desempenha um papel crucial na preservação da saúde pública, especialmente em ambientes educacionais, assim, o objetivo deste trabalho foi analisar a qualidade físico-química e microbiológica da água consumida nas escolas do interior de Santa Catarina. Foram realizadas coletas em 3 três instituições de ensino primário no interior da cidade de Mafra. Foram realizadas as análises físico-químicas (pH, condutividade elétrica, dureza total, alcalinidade e cloro livre), microbiológicas (contagem de bactérias e detecção de coliformes totais e termotolerantes), sendo também analisada a infraestrutura.

Observou-se que a Instituição A utiliza um poço artesiano que também fornece água para 24 famílias. As instituições B e C utilizam água da CASAN. Todas as escolas relataram atraso da manutenção de caixas d'água e dos filtros de bebedouros. O pH, a condutividade elétrica e a dureza estavam dentro dos padrões estabelecidos nas 3 escolas. Destaca-se que a água da instituição A apresentou um aumento da condutividade, o que pode estar relacionado ao nível de salinidade e presença de íons, estes valores elevados podem indicar poluentes e influência de fatores ambientais adversos. As análises microbiológicas indicaram presença de coliformes totais e *E. coli* na Instituição A. Conclui-se que medidas preventivas são necessárias para garantir a segurança da água nas escolas do interior. Os resultados destacam a importância do monitoramento da qualidade da água, da manutenção de filtros, limpeza de caixas d'água e vigilância adequada da água nas escolas, especialmente para proteger a saúde das crianças.

Palavras-chave: Água; Qualidade da Água; Parâmetros de Qualidade.

Abstract

Water quality plays a crucial role in public health, especially in educational environments, thus, the objective of this paper is to analyze the physical-chemical and microbiological quality of water consumed in schools in Santa Catarina state, Brazil. The study was carried out in three primary education institutions in the interior of Mafra city. Physicochemical (pH, electrical conductivity, total hardness, alkalinity, and free chlorine) and microbiological (bacteria counting and detection of total and thermotolerant coliforms) analyses were performed, in addition, the infrastructure of the school was observed. It was observed that Institution A uses an artesian well that also supplies water to 24 families. Institutions "B" and "C" use water from CASAN. All schools reported delays in the maintenance of water tanks and drinking fountain filters. The pH, electrical conductivity, and water hardness were within the standards established in the 3 schools. However, the water from Institution "A" showed an increase in conductivity, which may be related to the level of salinity and presence of ions. These high values may indicate pollutants and the influence of adverse environmental factors. Microbiological analyses show the presence of total coliforms and *E.coli* in Institution "A". It is concluded that preventive measures are necessary to guarantee water safety in schools. The results highlight the importance of monitoring water quality, maintaining filters, cleaning water tanks, and adequately monitoring water in schools, especially to assure the children's health.

Keywords: Water; Water Quality; Quality Parameters.

Resumen

La calidad del agua tiene un papel crucial en la salud pública, especialmente en ambientes educativos, de esta manera el objetivo de este trabajo es analizar la calidad físico-química y microbiológica del agua consumida en escuelas del estado de Santa Catarina, Brasil. El estudio se realizó en tres instituciones de educación primaria del interior de la ciudad de Mafra. Se realizaron análisis fisicoquímicos (pH, conductividad eléctrica, dureza total, alcalinidad y cloro libre) y microbiológicos (recuento de bacterias y detección de coliformes totales y termotolerantes) y se observó la infraestructura del colegio. Se observó que la Institución “A” utiliza un pozo artesiano que también abastece de agua a 24 familias. Las instituciones “B” y “C” utilizan agua de CASAN. Todas las escuelas reportaron retrasos en el mantenimiento de los tanques de agua y filtros de los bebederos. El pH, la conductividad eléctrica y la dureza del agua estuvieron dentro de los estándares establecidos en las 3 escuelas. Sin embargo, el agua de la Institución “A” mostró un aumento en la conductividad, lo que puede estar relacionado con el nivel de salinidad y presencia de iones. Estos valores altos pueden indicar contaminantes y la influencia de factores ambientales adversos. Los análisis microbiológicos indicaron la presencia de coliformes totales y *E. coli* en la Institución “A”. Se concluye que son necesarias medidas preventivas para garantizar la seguridad del agua en las escuelas. Los resultados resaltan la importancia de monitorear la calidad del agua, mantener los filtros, limpiar los tanques de agua y monitorear adecuadamente el agua en las escuelas, especialmente para asegurar la salud de los niños.

Palabras clave: Agua; Calidad del agua; Parámetros de calidad.

Introdução

A água fornecida à população enfrenta ameaças desde o momento em que é captada até o momento do consumo, assim, não basta apenas garantir o fornecimento adequado de água em termos de quantidade, pois a qualidade desempenha um papel fundamental para todos os consumidores (SANTOS, 2013). No Brasil, a utilização e o consumo de águas contaminadas, sem qualidade, estão associados a 80% das doenças e 33% das mortes registradas. Um grupo vulnerável a doenças transmitidas pela água são as crianças, devido à imaturidade de seus sistemas imunológicos. Por esse motivo, é de extrema importância realizar um controle e monitoramento regular da qualidade da água utilizada no abastecimento de escolas e creches (CALASANS *et al.*, 2008).

É essencial que a água destinada ao consumo humano seja limpa, livre de contaminação e submetida a processos de tratamento adequados, o que torna as estações de tratamento de água indispensáveis. Nessas estações, a água passa por rigorosos procedimentos de tratamento até ser transformada em água potável (VIANA *et al.*, 2010). A análise e o monitoramento da qualidade da água

destinada ao consumo humano são de extrema importância, pois a falta de garantia de sua qualidade sugere a possibilidade de contaminação por micro-organismos patogênicos (ALMEIDA *et al.*, 2017).

Devido à sua importância vital, é imprescindível controlar e exigir a qualidade da água, por meio de regulamentos técnicos específicos e legislações que visam garantir a saúde e o bem-estar da população. A Portaria nº 888, de 4 de maio de 2021, estabelece os padrões físico-químicos e microbiológicos que a água potável deve atender, a fim de garantir sua potabilidade e prevenir riscos à saúde. Essas medidas são fundamentais para assegurar que a água consumida esteja em conformidade com os requisitos estabelecidos, proporcionando segurança e proteção à saúde pública (BRASIL, 2021). O Sisagua representa um componente essencial do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA), uma iniciativa voltada para a promoção da saúde e prevenção de doenças e agravos transmitidos pela água. (BRASIL, 2020). Essa abordagem está alinhada com as diretrizes do Sistema Único de Saúde (SUS) no Brasil. O sistema abrange informações sobre as diversas formas de abastecimento de água que são utilizadas pela população, detalhes cadastrais, bem como dados relacionados à infraestrutura e condições operacionais dos sistemas de abastecimento (OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2019).

Com base nos parâmetros estabelecidos pela Portaria 888/2021, a água distribuída através de abastecimento público deve estar de acordo com a legislação e não podem oferecer nenhum risco à saúde. Dessa forma, as instituições de ensino utilizam a água de modo recorrente para diversas finalidades, desde práticas de higiene até o preparo e consumo de alimentos. O consumo de água fora dos padrões de potabilidade em conjunto com o frequente compartilhamento de bebedouros por crianças e adolescentes em escolas favorece a transmissão de doenças pela via fecal-oral (HERPHS *et al.*, 2023; OLIVEIRA JÚNIOR *et al.*, 2019).

Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo analisar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água utilizada para consumo em escolas públicas do interior da cidade de Mafra - SC a fim de verificar se as mesmas estão de acordo com os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde.

Metodologia

Para a realização da pesquisa foram selecionadas cinco instituições de ensino da rede pública no interior do município de Mafra-SC, o qual conta com cerca de 55286 habitantes, segundo dados do IBGE de 2022. Durante a realização da pesquisa de campo, foram também avaliadas as características físicas das escolas, incluindo a infraestrutura, limpeza e a manutenção dos locais onde foram realizadas as coletas.

Somente três instituições permitiram a realização das coletas. Por questões éticas, foram preservados os nomes das instituições, sendo representadas por A, B e C. Em cada escola foram utilizados dois pontos de coleta, uma na torneira mais próxima ao hidrômetro e a outra no bebedouro. Foram analisados pH (pHmetro marca GEHAKA), condutividade elétrica (condutivímetro marca AZ8306, modelo AK83, marca Reatec), dosagem de cloro (modelo MW-11).

Para a análise de dureza total foi inicialmente transferido 100 mL da amostra de água para um Erlenmeyer, adicionado 2 mL de Hidróxido de Amônio 6M e, com auxílio de uma espátula metálica, foi adicionado uma pitada do Indicador Negro de Eriocromo e agitado até total dissolução do indicador. Foi realizada titulação com indicador EDTA 0,01M (MACÊDO, 2001).

Para determinação da alcalinidade, foi transferido 100 mL da amostra para um Erlenmeyer, adicionado 3 gotas de Tiosulfato de Sódio 0,1M e 3 gotas da Solução de Fenolftaleína. As amostras que permaneceram incolores foi anotado o volume gasto de alcalinidade parcial como zero. Nas que apareceram a coloração rosa, foi realizada titulação com Ácido Sulfúrico 0,02M até o desaparecimento da coloração rosa. Em seguida foi adicionado 3 gotas da Solução de Alaranjado de Metila no Erlenmeyer, homogeneizado e levado para a titulação com Ácido Sulfúrico 0,02M até o momento onde pode se observar a mudança na coloração da amostra, sendo verificado o volume gasto na titulação. Todas as amostras foram feitas em duplicata para melhor comparação.

Para contagem de bactérias, foi preparado o meio de cultura Standard Methods Agar (PCA) da marca Kasvi. O meio foi levado para a chapa de aquecimento com agitação, após homogeneização foi realizada esterilização por 15 minutos a 121°C na autoclave. Em seguida, foi resfriado até a temperatura de 45°C para facilitar o manuseio do produto. Foi introduzido 1mL de cada amostra sobre a placa de Petri. No meio de cultura (PCA) foi adicionado a solução de TTC 1% (0,5 mL para cada 100 mL de PCA) e, após secagem, as placas foram incubadas em estufa à 35° ± 0,5 °C na posição invertida por 48 horas (FUNASA, 2009).

Para avaliação de coliformes totais e termotolerantes foi utilizado o método de Substrato Cromogênico, conhecido como Colilert, seguindo orientações do fabricante. As amostras foram coletadas em frasco plástico transparente devidamente esterilizados. Foi inserido substrato em cada uma das amostras, em seguida foi realizada a homogeneização das amostras e estas foram incubadas na estufa à 35 ± 0,5 °C por um período de 24 horas.

Resultados

Foi observado que a instituição de ensino A, utilizava uma fonte de abastecimento subterrâneo com mais ou menos 120 metros de profundidade, localizado em uma propriedade próxima da instituição.

Segundo relatos da diretora desta escola, o poço possui vegetação ao seu redor e também uma fazenda de bovinos que circulam próximo ao poço. A água do poço vai para uma caixa de armazenamento em outra propriedade a qual se encontra em um nível mais elevado para facilitar a distribuição. Além de abastecer a escola, o poço é fonte de água para mais 24 famílias, a responsável pela instituição informou que o rio fica distante da escola e das propriedades e que a água é somente das nascentes. Já as instituições de ensino B e C utilizam água do abastecimento público e possuem caixa de armazenamento. A instituição C apresenta um filtro por onde a água passa antes de adentrar na caixa de armazenamento.

Todos os profissionais responsáveis pelas instituições relataram que a limpeza das caixas estava atrasada e que a troca dos filtros dos bebedouros também não estava dentro do período indicado pelo fabricante. Desse modo, mesmo a água sendo oriunda de uma fonte com certificação (CASAN, 2023) é possível que haja comprometimento na garantia de qualidade da água utilizada nessas instituições. Os resultados obtidos nas análises físico-químicas e microbiológicas das instituições de ensino A, B e C estão representados, respectivamente, nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1 - Análise físico-química e microbiológica de água da Instituição de Ensino Infantil “A” em SC

| Parâmetros | Hidrômetro | Bebedouro | Portaria nº 888/21 |
|----------------------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| pH | 7,8 | 7,8 | 6,0 a 9,0 |
| Condutividade | 258 | 259 | -- |
| Dureza Total (mg/L) | 90,5 | 84,5 | < 300 |
| Alcalinidade | 1,5 | 1,0 | -- |
| Cloro Livre (mg/L) | 0,54 | 0,75 | > 0,2 |
| Bac. Heterófitas | Ausência/100 mL | Ausência/100mL | -- |
| Coliformes Totais | Presença | Presença | Ausência/100 mL |
| <i>E. coli</i> | Presença | Presença | Ausência/100 mL |

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Conforme exibido na Tabela 1, as análises realizadas na água da Instituição de Ensino Infantil “A” indicaram presença de coliformes totais e *E. coli* (Figura 1) nas duas amostras coletadas. A água potável destinada ao consumo humano deve cumprir as normas microbiológicas, o que implica que a presença de coliformes deve ser inexistente na água destinada ao consumo (REBOUÇAS *et al.*, 2024).

Tabela 2 - Análise físico-química e microbiológica da água coletada na Instituição de Ensino Infantil “B” em Mafra, SC.

| Parâmetros | Hidrômetro | Bebedouro | Portaria nº 888/21 |
|----------------------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| pH | 6,7 | 6,7 | 6,0 a 9,0 |
| Condutividade | 67,6 | 68,0 | -- |
| Dureza Total (mg/L) | 25,5 | 25,0 | < 300 |
| Alcalinidade | 1,0 | 0,5 | -- |
| Cloro Livre (mg/L) | 2,36 | 0,81 | > 0,2 |
| Bac. Heterotróficas | Ausência/100 mL | Ausência/100 mL | -- |
| Coliformes Totais | Ausência/100 mL | Ausência/100 mL | Ausência/100 mL |
| <i>E. coli</i> | Ausência/100 mL | Ausência/100 mL | Ausência/100 mL |

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Conforme descrito nas Tabelas 2 e 3, todas as análises realizadas nas instituições B e C permaneceram dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 888/21.

Tabela 3 - Análise físico-química e microbiológica da água coletada na Instituição de Ensino Infantil C

| Parâmetros | Hidrômetro | Bebedouro | Portaria nº 888/21 |
|----------------------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| pH | 6,8 | 6,8 | 6,0 a 9,0 |
| Condutividade | 68,0 | 69,9 | -- |
| Dureza Total (mg/L) | 22,0 | 26,5 | < 300 |
| Alcalinidade | 0,5 | 0,5 | -- |
| Cloro Livre (mg/L) | 1,5 | 1,4 | > 0,2 |
| Bac. Heterotróficas | Ausência/100 mL | Ausência/100 mL | -- |
| Coliformes Totais | Ausência/100 mL | Ausência/100 mL | Ausência/100 mL |
| <i>E. coli</i> | Ausência/100 mL | Ausência/100 mL | Ausência/100 mL |

Fonte: Elaborado pelos Autores, 2024

Figura 1. Presença de coliformes totais e de *E.coli* nas amostras de água da Instituição de Ensino Infantil “A”.



Legenda: 1.1: Presença de coliformes totais nas amostras de água.. 1.2: Fluorescência indicando presença de bactéria *E.coli* na instituição de ensino A. Fonte: Autores, 2024.

O valor médio de pH encontrado nas amostras variou de 6,8 à 7,8 caracterizando a água das instituições como neutra. O pH é determinado pela concentração de íons hidrogênio, o qual determina a água como ácida, neutra ou alcalina. As variações de pH podem ocorrer de forma natural, como resultado da dissolução de rochas e processos fotossintéticos, ou devido a atividades humanas, como descargas de resíduos domésticos e industriais. Valores baixos de pH podem tornar a água corrosiva, o que pode ser prejudicial em sistemas de abastecimento de água, enquanto valores elevados podem favorecer a formação de incrustações (BRASIL, 2014). A Portaria nº 888/21 estabelece os valores de pH na faixa de 6,0 e 9,5 para a água destinada ao consumo humano, portanto as amostras coletadas estão dentro dos padrões de pH estabelecidos pela portaria.

A condutividade elétrica das amostras das instituições B e C permaneceram na faixa de 67,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 69,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Já na instituição A houve um aumento da condutividade, o resultado da amostra coletada da torneira indicou 258 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e o bebedouro 259 $\mu\text{S}/\text{cm}$. A condutividade elétrica está relacionada com o nível de salinidade da água e reflete a capacidade dela em conduzir eletricidade, com base na presença de substâncias dissolvidas que se separam em ânions e cátions. Valores elevados da condutividade podem apontar a existência de características corrosivas na água. Isso representa uma maneira indireta de avaliar a concentração de poluentes, sendo que valores acima de 100 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ indicam a possível influência de fatores ambientais adversos. Com isso, a condutividade é diretamente proporcional à concentração iônica, mesmo não sendo um parâmetro fundamental nas diretrizes de qualidade da água no Brasil, sendo monitorada apenas internamente nas estações de tratamento (LACERDA et al., 2015).

A análise de dureza das Instituições B e C, as quais utilizam água de abastecimento público,

apresentaram resultados na faixa de 22,0 a 25,5 mg/L de CaCO₃, enquanto que a Instituição A que utiliza água de poço artesiano obteve uma concentração de 90,5 mg/L de CaCO₃. A dureza da água está relacionada com a concentração de íons cálcio e magnésio presentes nela. Embora em menor concentração também estão presentes o ferro, manganês, estrôncio e alumínio. Essa característica é mais comum em regiões onde há presença de formações calcárias e menos comum em áreas com solos arenosos ou argilosos, também pode ser resultado do lançamento de efluentes industriais. Em determinadas concentrações a água pode resultar em um gosto desagradável, efeitos laxativos e também a redução da formação de espuma, o que pode gerar incrustações nas tubulações da água (NOLASCO *et al.*, 2020).

A quantidade de carbonato de cálcio (CaCO₃) presente na água é expressa em mg/L, a qual classifica a dureza presente na água em mole ou branda quando os valores permanecem < 50 mg/L de CaCO₃, já acima de 50 mg/L até 150 mg/L é considerada moderada, entre 150 mg/L e 300 mg/L dura, e > 300 mg/L de CaCO₃ muito dura (BRASIL, 2014). Sendo assim, conforme essa classificação as amostras das instituições B e C se encaixam na classificação de mole ou branda, enquanto que a instituição A é considerada moderada. Com isso, é importante ressaltar que as amostras permaneceram dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria nº 888/21 que estabelece o limite de 300 mg/L de CaCO₃ na água destinada para consumo humano (NOLASCO *et al.*, 2020; BRASIL, 2021).

A alcalinidade obtida das amostras analisadas das três instituições apresentou valores entre 0,5 mg/L à 1,0 mg/L de CaCO₃, no entanto a Portaria nº 888/215 não estabelece valores máximos para esse parâmetro. A alcalinidade total em águas geralmente varia na faixa de 30 a 500 mg/L de CaCO₃. Em concentrações moderadas na água destinada ao consumo humano, a alcalinidade total não possui relevância significativa do ponto de vista sanitário. No entanto, em níveis elevados, pode resultar em um sabor desagradável. A alcalinidade desempenha um papel fundamental no controle dos processos de coagulação química em tratamento de água, tratamento de esgoto e águas residuais, bem como no amolecimento da água e na prevenção da corrosão de canalizações (PEREIRA *et al.*, 2010). Portanto, a determinação da alcalinidade é uma das determinações mais essenciais no tratamento de água para consumo humano.

As amostras para análise de cloro livre das três instituições obtiveram uma média de 0,54 mg/L a 2,36 mg/L. De acordo com a portaria nº 888/21 o teor de cloro residual mínimo deve ser 0,2 mg/L e a concentração máxima recomendada é de 5 mg/L. O cloro é amplamente empregado como agente desinfetante, desempenhando um papel crucial na erradicação de microrganismos patogênicos presentes na água. Portanto, é imprescindível manter um controle rigoroso de sua concentração, a fim de prevenir potenciais problemas de saúde pública (SOARES *et al.*, 2016).

A análise microbiológica da água é utilizada em todo o mundo para monitorar e controlar a

qualidade e segurança de vários tipos de água, uma vez que muitos patógenos potenciais permanecem associados (PATEL *et al.*, 2016). Embora a presença de bactérias traga riscos à saúde humana, a sua detecção laboratorial é relativamente simples. Neste estudo, foi utilizado o Colilert (Figuras 1 e 2), que possui dois indicadores nutrientes conhecidos como ONPG e MUG, os quais são fontes de carbono, com isso os coliformes utilizam a β -galactosidase para metabolizar ONPG e o mesmo altera a coloração incolor para amarelo, enquanto que a *E. coli* utiliza β -glucuronidase para metabolizar MUG e formar a fluorescência (IDEXX, 2024).

Segundo estudos prévios, a contagem de bactérias heterotróficas tem como objetivo estimar o número dessas bactérias na água e pode ser uma valiosa ferramenta para monitorar as condições do processo, seja para águas minerais ou para avaliar a eficiência nas diferentes fases de tratamento (PATEL *et al.*, 2016). A contagem de bactérias heterotróficas pode ser utilizada como um indicador auxiliar da qualidade da água, que podem ter diversas origens, incluindo fontes fecais, componentes da flora natural da água e também como resultado da formação de biofilmes no sistema de distribuição (PAZOS *et al.*, 2020; UNGARI *et al.*, 2016). A portaria nº 888/21 não estabelece valor para a contagem de bactérias heterotróficas presentes na água potável.

Apesar dos resultados negativos de bactérias heterotróficas neste estudo, verifica-se que os sistemas microbianos indicadores mais amplamente utilizados são as “bactérias coliformes”, que normalmente existem no trato intestinal de animais de sangue quente e humanos e são excretadas através da matéria fecal. Grande parte dos coliformes também pode existir no ambiente natural, incluindo o solo, águas superficiais e até mesmo nas águas subterrâneas. As bactérias deste grupo incluem gêneros como *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia* e *Citrobacter*, com destaque para o gênero *Escherichia* (PATEL *et al.*, 2016).

Foi observado que nas amostras analisadas da instituição A houve presença de bactérias do grupo coliformes e *E.coli* tanto na torneira próxima ao hidrômetro, quanto no bebedouro onde foi realizada a coleta da amostra. Elas representam um indicativo de contaminação fecal, uma vez que os seres humanos e animais podem eliminar diariamente uma grande quantidade de bactérias (PATEL *et al.*, 2016). Visto que a instituição utiliza água proveniente de poço artesiano a contaminação pode ocorrer devido à concentração de fossas sépticas na área ou pelo fato da fazenda de bovinos que circulam próximo ao poço, considerando que quando a água da chuva penetra no solo, carrega consigo substâncias dissolvidas que podem ser rapidamente transportadas para o lençol freático, causando a contaminação da água.

É importante salientar que a possível detecção de *E.coli*, reconhecida como uma das bactérias termotolerantes mais evidentes e associadas à contaminação na água, é um indicativo de contaminação fecal recente, uma vez que essa bactéria tem dificuldade em se proliferar fora das condições do trato intestinal (LIMA *et al.*, 2022). Diversas doenças podem resultar do consumo da água contaminada por

bactérias, via fecal-oral, como diarreia, febre tifoide, cólera e hepatite infecciosa. Estas doenças têm características clínicas tipicamente agudas, podendo levar a óbito e deixar diversas sequelas. Além da contaminação através do consumo da água, há também o risco de transmissão por meio do consumo de alimentos contaminados, incluindo o que são higienizados para serem consumidos crus (como frutas e verduras), bem como através do contato pessoa-pessoa, que se dá com pacientes previamente contaminados (PRÜSS-USTÜN *et al.*, 2014).

Considerações Finais

O não atendimento aos padrões de potabilidade da água em escolas do interior, de forma geral, pode estar relacionado com vários fatores, tais como a falta de manutenção das caixas de armazenamento de água, deficiência na infraestrutura dos poços, presença de animais nas proximidades dos pontos de captação e a ausência de profissionais responsáveis pelo controle e pela higienização do sistema. Foi evidenciado que as escolas analisadas não realizam limpeza de caixas d'água, nem troca de filtros de bebedouros dentro dos períodos estabelecidos, o que é uma realidade em vários municípios do país.

Além de fornecer água para escola, como o poço de uma das instituições analisadas fornece água para mais 24 famílias, há um grande risco de desenvolvimento de infecções gastrointestinais graves tanto nas crianças das escolas, quanto nos membros destas famílias. Cabe, portanto, ao poder público e às secretarias de saúde e de educação fornecer subsídios para resolução destes problemas, garantir o tratamento adequado da água utilizada e monitorar periodicamente a qualidade da água consumida.

Destaca-se a importância de monitorar a qualidade da água ofertada nas escolas, visto que as crianças são mais suscetíveis a infecções transmitidas por alimentos e água. Apesar deste estudo analisar apenas uma pequena amostragem, os resultados e a literatura evidenciam um grave problema que ocorre em todo o país. Com isso, é necessário que sejam adotadas medidas preventivas e tratamento adequado, visando a garantia da qualidade da água ofertada nas escolas, principalmente naquelas localizadas em zonas rurais.

Referências

ALMEIDA, Amanda 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, vol. 12, n. 2, p. 20-26, 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. Manual de controle da qualidade da água para técnicos que trabalham em ETAS / Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. – Brasília: Funasa, 2014. 112 p.

BRASIL. Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública. Manual do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano – Sisagua : perfil Vigiagua (Vigilância em Saúde) [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Saúde Ambiental, do Trabalhador e Vigilância das Emergências em Saúde Pública. – Brasília : Ministério da Saúde, 2020. 118 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Brasil, 2021. p. 1–29. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso: 15 abr. 2023.

CALASANS, Neylor Alves Rego; LEVY, Maria do Carmo Tavares; MOREAU, Maurício Interrelações entre clima e vazão. In: SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, AFM. Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações. Ilhéus: Editus, p. 67-90, 2008.

CASAN. - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Perfil da Companhia. Santa Catarina. Disponível em: <<https://www.casan.com.br/menu-conteudo/index/url/companhia#0>>. Acesso em: 30 de novembro de 2023.

FUNASA, F.N.d.S. 2009. Manual Prático de Análise de Água. 3.Ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wpcontent/files_mf/manual_pratico_de_analise_de_agua_2.pdf>. Acesso em: 10 de dez de 2023

HERPHS, Laiara Souza *et al.* Análises físico químicas e microbiológicas da água destinada ao consumo humano em instituições públicas de ensino da cidade de Porto Seguro - BA. Revista Tecnologia e Sociedade, v. 19, n. 55, p. 329 344, 2023

IDEXX. COLILERT. São Paulo, 2023. Disponível em: <<https://www.idexx.com.br/pt-br/water/water-products-services/colilert/>>. Acesso em: 30 de jan 2024

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Brasileiro de 2022. Santa Catarina. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sc.html>>. Acesso em 15 de fev de 2024.

LACERDA, A. B. *et al.* Condutividade da água como Indicador de eficiência do processo de eletrodialise. Inovamundi, Seminário de Pós-Graduação-2015. NOVO HAMBURGO: Editora Feevale, v. 8, p. 4-8, 2015.

LIMA A. C. D.; RESGALLA, C.; DA SILVA, M. A. C. Avaliação do perfil de resistência aos antimicrobianos em cepas de *Escherichia coli* e *Staphylococcus spp.* no canal do Marambaia em Balneário Camboriú, Santa Catarina. *Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia*, vol. 10, n. 3, p. 122-132, 2022.

MACÊDO, J.A.B. *Águas e Águas: Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas.* Juiz de Fora, JAB de Macêdo. 2001. ISBN : 85-901568-2-6

NOLASCO, G. M. *et al.* "Análise da alcalinidade, cloretos, dureza, temperatura e condutividade em amostras de água do município de Almenara/MG." *Recital-Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG* 2.2 p. 52-64, 2020.

OLIVEIRA JÚNIOR, A. de *et al.* Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, Brasília, DF, vol, 28, n. 1, p. e2018117, abr. 2019.

PATEL, C. B.; SHANKER, R.; GUPTA, V. K.; UPADHYAY, R. S. Q-PCR based culture-independent enumeration and detection of *Enterobacter*: an emerging environmental human pathogen in riverine systems and potable water. *Frontiers in microbiology*, 7, 172, 2016.

PAZOS, R. S.; SUAREZ, J. C.; GOMEZ, N.. Study of the plastsphere: biofilm development and presence of faecal indicator bacteria on microplastics from the Río de la Plata estuary. *Ecosistemas*, vol 29, n. 3, p. 2069, ISSN 1697-2473, 2020.

PEREIRA, S. D. F. P.; DE CARVALHO COSTA, A.; CARDOSO, E. D. S. C.; CORRÊA, M. D. S. S.; ALVES, D. T. V.; MIRANDA, R. G.; OLIVEIRA, G. R. F. Condições de potabilidade da água consumida pela população de Abaetetuba-Pará. *Revista de estudos ambientais*, v. 12, n. 1, p. 50-62, 2010.

PRÜSS-USTÜN, A.; BARTRAM, J.; CLASEN, T.; COLFORD JR, J. M.; CUMMING, O., CURTIS, V., *et al.* Burden of disease from inadequate water, sanitation and hygiene in low-and middle-income settings: a retrospective analysis of data from 145 countries. *Tropical Medicine & International Health*, vol. 19, n. 8, p. 894-905, 2014.

REBOUÇAS, R. S. *et al.* Water quality for human consumption in semi artesian wells in the city of Lábrea/AM. *Contribuciones a las Ciencias Sociales*, v. 17, n. 1, p. 5302-5321, 2024.

SANTOS, R.S. Saúde e qualidade da água: análises microbiológicas e físico-químicas em águas subterrâneas. *Revista Contexto e Saúde*, v. 13, n. 24-25, p. 46-53, 2013.

SOARES, S. S., ARRUDA, P. N., LOBÓN, G. S., SCALIZE, P. S. Avaliação de métodos para determinação de cloro residual livre em águas de abastecimento público. *Semin., Ciênc. Exatas Tecnol.*, vol. 37, n. 1, p. 119-130, 2016

UNGARI, A.Q.; PUGA, AM; PETRACCA, G.L. Avaliação da qualidade microbiológica da água potável em centro universitário de Ribeirão Preto, SP. *Hig. Alimente*, vol. 47, n. 51, 2018.

VIANA, MS; LEITE, MV; DA SILVA, SF. Qualidade físico-química das águas para abastecimento humano no município de Manhumirim (MG). *Revista Científica da Faminas*, vol. 6, n. 3, 2010.