

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MICROBIOLOGIA APLICADA

Lucas Vilela Martinho

**CARACTERIZAÇÃO DO RISCO POTENCIAL DE OCORRÊNCIA DE DOENÇAS DE
TRANSMISSÃO HÍDRICA EM INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO INFANTIL E ENSINO
FUNDAMENTAL EM UM MUNICÍPIO DE MINAS GERAIS**

Belo Horizonte

2024

LUCAS VILELA MARTINHO

**CARACTERIZAÇÃO DO RISCO POTENCIAL DE OCORRÊNCIA DE DOENÇAS DE
TRANSMISSÃO HÍDRICA EM INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO INFANTIL E ENSINO
FUNDAMENTAL EM UM MUNICÍPIO DE MINAS GERAIS**

Dissertação apresentada ao Curso de mestrado profissional em Microbiologia Aplicada da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Microbiologia Aplicada.

Orientadora: Prof. Dra. Elisabeth Neumann

Belo Horizonte

2024

043

Martinho, Lucas Vilela.

Caracterização do risco potencial de ocorrência de doenças de transmissão hídrica em instituições de educação infantil e ensino fundamental em um município de Minas Gerais [manuscrito] / Lucas Vilela Martinho. – 2023.

232 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Elisabeth Neumann.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Microbiologia.

1. Microbiologia. 2. Padrão de Potabilidade da Água. 3. Água Potável. 4. Doenças Transmitidas pela Água. 5. Coliformes. I. Neumann, Elisabeth. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 579



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MICROBIOLOGIA APLICADA
MESTRADO PROFISSIONAL

FOLHA DE APROVAÇÃO

ALUNO: LUCAS VILELA MARTINHO

Nº matrícula: 2021693273

Curso de Pós-graduação em Microbiologia Aplicada- NÍVEL MESTRADO

Data da defesa de dissertação: 05 de dezembro de 2023.

Título: “CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL RISCO DE OCORRÊNCIA DE DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA EM INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO INFANTIL E ENSINO FUNDAMENTAL EM UM MUNICÍPIO DE MINAS GERAIS”

A Dissertação foi submetida à apreciação da banca examinadora que emitiu parecer favorável.

Dr. Ricardo Souza Dias, FUNED/MG

Aprovado

Examinador

Profa. Roseane Batitucci Passos de Oliveira, UFMG

Aprovado:

Examinadora

Profa. Elisabeth Neumann, ICB-UFMG

Aprovado:

Orientadora

Erna Geessien Kron

Coordenadora



Documento assinado eletronicamente por **Elisabeth Neumann, Professora do Magistério Superior**, em 12/12/2023, às 11:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Roseane Batitucci Passos de Oliveira, Professora do Magistério Superior**, em 13/12/2023, às 09:59, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Erna Geessien Kroon, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 14/12/2023, às 09:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Souza Dias, Usuário Externo**, em 24/01/2024, às 14:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2892688** e o código CRC **795C93FA**.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MICROBIOLOGIA APLICADA
MESTRADO PROFISSIONAL

ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO PROFISSIONAL DE LUCAS VILELA MARTINHO

Nº REGISTRO 2021693273

Às 14:00 horas do dia 05 de dezembro de 2023, reuniu-se, no Instituto de Ciências Biológicas, Departamento de Microbiologia da UFMG, a Comissão Examinadora composta pelo Dr. Ricardo Souza Dias (Fundação Ezequiel Dias – FUNED/MG), Profa Roseane Batitucci Passos de Oliveira (Departamento de Alimentos, da Faculdade de Farmácia/UFMG) e a orientadora deste Curso Profa. Elisabeth Neumann, ICB-UFMG, para julgar o trabalho final **“CARACTERIZAÇÃO DO POTENCIAL RISCO DE OCORRÊNCIA DE DOENÇAS DE TRANSMISSÃO HÍDRICA EM INSTITUIÇÕES DE EDUCAÇÃO INFANTIL E ENSINO FUNDAMENTAL EM UM MUNICÍPIO DE MINAS GERAIS”** do candidato, LUCAS VILELA MARTINHO, requisito final para obtenção do grau de MESTRE EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS: MICROBIOLOGIA. Abrindo a sessão, a Profa. Elisabeth Neumann, subcoordenadora do Curso, após dar a conhecer aos presentes o teor das Normas Regulamentares, passou a palavra ao candidato, para a apresentação de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa do candidato. Em seguida, a Comissão se reuniu, sem a presença do candidato, e do público, para julgamento e expedição de resultado final. O candidato foi considerado APROVADO. O resultado final foi comunicado publicamente ao candidato pela Presidente da Comissão. Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ata, que será assinada por todos os membros participantes da Comissão Examinadora. Belo Horizonte 05 de dezembro de 2023.

Dr. Ricardo Souza Dias

Profa. Roseane Batitucci Passos de Oliveira

Profa. Elisabeth Neumann, ICB-UFMG

Erna Geessien Kroon

Coordenadora



Documento assinado eletronicamente por **Elisabeth Neumann, Professora do Magistério Superior**, em 12/12/2023, às 11:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Roseane Batitucci Passos de Oliveira, Professora do Magistério Superior**, em 13/12/2023, às 09:57, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Erna Geessien Kroon, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 14/12/2023, às 09:45, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Ricardo Souza Dias, Usuário Externo**, em 24/01/2024, às 14:47, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2892619** e o código CRC **91C7798D**.

AGRADECIMENTOS

Esta dissertação de mestrado só foi inteiramente possível de ser concluída por meio da ajuda de várias pessoas especiais, e a elas eu devo meus mais sinceros e preferidos agradecimentos.

A minha incrível mãe, Vera Lúcia, que sempre esteve do meu lado, caminhou comigo em todas as minhas decisões e sempre me apoiou perante os meus sonhos. Meu irmão, Pedro Henrique, meu parceiro de longa jornada. Além disso, o apoio da minha Tia Lúcia, a preocupação constante com os meus horários loucos da minha Avó Luiza, e o apoio sempre constante dos meus primos e demais familiares. O carinho, o incentivo e a presença de vocês fizeram a diferença nesse grande percurso.

A minha incrível orientadora, Elisabeth Neumann, que sempre dispensou muita atenção, orientações e bastante ensinamentos, seja na orientação da dissertação ou durante as disciplinas do mestrado. Gratidão por me guiar neste caminho, o seu apoio foi fundamental. Gratidão por acreditar no meu trabalho e permitir que ele pudesse ser concluído com êxito.

Aos meus colegas de trabalho: Katiane, Fabrício, Hellen, Lucimone, Priscila e Ingrid, que durante todo este percurso se demonstraram como grandes aliados e apoiadores dos meus interesses, e principalmente por acreditarem nos meus sonhos.

Aos meus grandes amigos que a biologia me deu: Ludmilla, Webert, Vinícius, Leander e Alessandro, que sempre me incentivaram a concretizar isso, e me acompanharam durante todo o processo. Além da imensidão de companheirismo e boas risadas desde a graduação. Vocês são feras e eu amei ter cumprido tanto junto a vocês.

A minha amiga Gabriele, uma amizade que nasceu no mestrado e que certamente durará pela vida inteira. A nossa amizade sempre se demonstrou como um grande ponto de apoio, seja nas aulas, nos trabalhos, nas minhas dúvidas com rotinas laboratoriais e também pela grande parceria em muitas das questões pessoais de nossas vidas que enfrentamos juntos.

Aos meus amigos de uma vida inteira, Ana, Priscilla Caroline, Priscila Queiroz, Rubens, Denise, Renato, Cidália, Vanessa, que sempre estenderam os braços e acreditaram no meu trabalho, além de serem grandes amigos, estes que a gente considera além da vida.

Aos meus colegas de laboratório pelas contribuições e doses de paciência, principalmente pela minha falta de experiência em laboratório.

Agradeço a Deus por ter me direcionado ao lugar certo no tempo devido, e pelo desejo e força que colocou em meu coração de começar e findar mais uma etapa em minha trajetória. Obrigado, Senhor. Obrigado por sonhar este sonho junto comigo, e principalmente por me permitir alcançá-lo.

RESUMO

A água pode funcionar como um importante meio de transmissão de enfermidades de natureza diarreica e infecciosa, o que torna primordial a avaliação do seu padrão de potabilidade por meio de análises microbiológicas e físico-químicas, uma vez que é essa destinada para consumo humano. Muitos agentes biológicos podem ser encontrados na água, como: vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos. Neste contexto, este estudo teve como objetivo caracterizar o potencial risco de transmissão de doenças de veiculação hídrica em instituições de educação infantil e ensino fundamental do município Contagem – Minas Gerais, por meio da avaliação do padrão de potabilidade da água consumida em 20 escolas. Foram realizados os seguintes parâmetros: pH, turbidez, cloro residual, presença de bactérias heterotróficas, Coliformes Totais/Termotolerantes e *Escherichia coli* e determinado o padrão de potabilidade, conforme estabelecidos pela legislação vigente (GM/MS Nº 888-2021). Todos os parâmetros analisados encontram-se dentro do recomendado pela legislação vigente, definindo assim o potencial risco de transmissão de doenças veiculadas à água nestas instituições de ensino como baixo. Concluiu-se com este estudo que as amostras de água das 20 instituições de ensino avaliadas estão aptas para o consumo e não representam risco à saúde. Para as instituições selecionadas foi enviado um laudo técnico com informações sobre as análises, resultados encontrados e recomendações para manutenção do padrão de qualidade da água, e confeccionado um cartaz a ser divulgado nas escolas com informações sobre a importância do consumo de água potável.

Palavras-chave: potabilidade da água, água para consumo humano, enteropatógenos, doenças de veiculação hídrica, coliformes, instituições de ensino.

ABSTRACT

Water can be an important means of transmitting diarrheal and infectious diseases, which makes it essential to assess its potability standards through microbiological and physicochemical analyses, since it is intended for human consumption. Many biological agents can be found in water, such as viruses, bacteria, fungi, protozoa and helminths. In this context, the aim of this study was to characterize the potential risk of waterborne disease transmission in early childhood education and elementary school institutions in the municipality of Contagem - Minas Gerais, by assessing the drinking water standards of 20 schools. The following parameters were analyzed: pH, turbidity, residual chlorine, presence of heterotrophic bacteria, Total/Termotolerant Coliforms and *Escherichia coli* and the potability standard was determined, as established by current legislation (GM/MS No. 888-2021). All the parameters analyzed were within the range recommended by current legislation, thus defining the potential risk of transmission of water-borne diseases in these educational institutions as low. This study concluded that the water samples from the 20 educational institutions evaluated are fit for consumption and do not pose a health risk. A technical report was sent to the selected institutions with information on the analyses, the results found and recommendations for maintaining water quality standards, and a poster was made to be distributed in schools with information on the importance of drinking water.

Keywords: water potability, water for human consumption, enteropathogens, waterborne diseases, coliforms, educational institutions.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Distribuição de água no mundo.	20
Figura 2. Ações básicas de operacionalização da vigilância da qualidade de água para consumo humano no Brasil por meio do Programa VIGIAGUA.....	355
Figura 3. Instituições de ensino do Município de Contagem – MG. Demonstração das instituições de ensino públicas de Contagem separadas por regionais.....	58

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultados referentes à análise da presença/ausência de coliformes totais das amostras de água dos diferentes pontos de coleta nas vinte instituições de ensino avaliadas.....	62
Tabela 2: Contagem de Bactérias Heterotróficas (UFC/mL) em amostras de água de cinco diferentes pontos de coleta nas vinte instituições de ensino avaliadas.....	66
Tabela 3: Resultados referentes à análise de pH das amostras de água dos diferentes pontos de coleta nas vinte instituições de ensino avaliadas.....	68
Tabela 4: Valores de Turbidez das amostras de água dos diferentes pontos de coleta nas vinte instituições de ensino avaliadas.....	70
Tabela 5: Valores de Cloro Residual Livre das amostras de água dos diferentes pontos de coleta nas vinte instituições de ensino avaliadas (mg/L).....	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

uT – Unidade de Turbidez

µm – Micrômetro

CGVAM - Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental

CNS - Conselho Nacional de Saúde

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais

DATASUS - Departamento de Informática do SUS

DPD *N,N*-dietil-*p*-fenilendiamina

EPA - *Environmental Protection Agency*

ETA – Estação de Tratamento de Água e Esgoto

FUNASA - Fundação Nacional de Saúde

GDWQ - *Guidelines for Drinking-Water Quality*

mg/L – miligrama por litro

mL - Centésimo de mililitro

MUG - 4-methylumbelliferyl-β-D-glucuronide

OMS – Organização Mundial de Saúde

ONPG – O-nitrofenil-β-D-galactopiranosídeo

PCA – Ágar para Contagem Padrão

pH – Potencial Hidrogeniônico

SINVSA - Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental

SIS – Sistema de Saúde

SISAGUA - Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade para Consumo Humano

SUS - Sistema Único de Saúde

SVS - Secretaria de Vigilância em Saúde

THM – trihalometanos

uC – Unidade de Cor

UFC – Unidade Formadora de Colônia

uH – Unidade de Hazen

UNT - Unidades Nefelométricas

URN – Unidade Regional de Saúde

VIGIAGUA - Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	16
2. REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1 A ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E DISPONIBILIDADE HÍDRICA	19
2.2 QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO BRASIL.....	22
2.3 A NORMATIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO BRASIL.....	24
2.4 A VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO NO BRASIL.....	32
2.4.1 SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO (SISAGUA).....	36
2.5 PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO NO BRASIL.....	37
2.5.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AVALIAÇÃO DA ÁGUA DE CONSUMO.....	38
2.5.2 PADRÕES MICROBIOLÓGICOS DE AVALIAÇÃO DA ÁGUA DE CONSUMO	41
2.5.2.1 COLIFORMES TOTAIS.....	41
2.5.2.2 COLIFORMES TERMOTOLERANTES	41
2.5.2.3 <i>Escherichia coli</i>	42
2.6 PATÓGENOS DE VEÍCULAÇÃO HÍDRICA	44
2.7 RELATOS DE DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA OCORRIDAS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO	49
2.8 SITUAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CONTAGEM – MINAS GERAIS EM 2020.....	52
3. JUSTIFICATIVA.....	54
4. OBJETIVO.....	56
4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	56
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	57
5.1 INSTITUIÇÕES DE ENSINO UTILIZADAS NESSE ESTUDO	57
5.2 COLETA E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS.....	59
5.3 PESQUISA DE COLIFORMES E <i>Escherichia coli</i>.....	60

5.4 CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS MESÓFILAS	60
5.5 MEDIDA DO pH, TURBIDEZ E CLORO RESIDUAL.....	61
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
6.1 ANÁLISE DOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS	62
6.1.1 COLIFORMES TOTAIS	62
6.1.2 PESQUISA DE <i>Escherichia coli</i>	64
6.1.3 CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS.....	65
6.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS	67
6.2.1 ANÁLISE DE pH.....	67
6.2.2 ANÁLISE DE TURBIDEZ	69
6.4.2 ANÁLISE DE CLORO RESIDUAL LIVRE.....	72
7. CONCLUSÃO	77
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
9. APÊNDICE I - CARTAZ INFORMATIVO PARA AS ESCOLAS.....	88
10. APÊNDICE II - LAUDOS TÉCNICOS - DEVOLUTIVA PARA AS ESCOLAS.....	91

1. INTRODUÇÃO

A água pode funcionar como um importante meio de transmissão de enfermidades de natureza diarreica e infecciosa, o que torna primordial a avaliação do seu padrão de potabilidade por meio de análises microbiológicas e físico-químicas, uma vez que é destinada ao consumo humano. Muitos agentes biológicos podem ser encontrados na água, como: vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos. O consumo para humanos envolve a ingestão, preparação de alimentos e higiene pessoal, independentemente da origem da água (SOUZA et al., 2016).

Muitos agentes biológicos podem ser encontrados diretamente na água, como: vírus, bactérias, fungos, protozoários e helmintos. As enterobactérias presentes na água e nos alimentos compreendem uma das principais causas de morbidade e mortalidade nos países subdesenvolvidos, e o Brasil é um dos locais onde esta realidade está presente. Esses agentes são responsáveis por numerosos casos de óbito, de gastroenterites, diarreias infantis e doenças endêmicas como a cólera e febre tifoide (BRASIL, 2003).

De acordo com a Organização Mundial da Saúde (WHO, 2001), a água é um elemento de direito humano básico e seu acesso deve ser normalizado e garantido, mas muitos estudos demonstram que milhões de pessoas, principalmente crianças, morrem anualmente devido a doenças vinculadas à água em todo mundo. Esse histórico de mortes devido à presença de agentes infecciosos na água ocorrem uma série histórica que vem sendo observada desde 1950 ao redor do mundo (WHO, 2008).

O acesso às redes de abastecimento adequadas de água e esgoto é um importante aspecto de saúde pública. Hoje sabe-se que o saneamento básico se torna extremamente necessário para controle de doenças diarreicas e doenças causadas por protozoários, devido à alta resistência destes ao ambiente (OLIVEIRA, et al, 2012). Neste contexto, os autores citam que 33% da carga global de doenças são atribuídas à fatores ambientais, que partem da contaminação dos corpos d'água por meio de diversos materiais como material fecal, dejetos, resíduos industriais etc.

A ausência de água de boa qualidade afeta diretamente a qualidade de vida e a saúde. Estudos indicam que mais 1,8 bilhões de indivíduos consomem água contaminada com *Escherichia coli*. A presença desse microrganismo na água indica contaminação fecal e possível presença de outros grupos de patógenos, e assim representar potencial risco à saúde humana (NEVES-SILVA, HELER, 2016). As muitas doenças causadas por protozoários apresentam alta incidência na América Latina pelas características climáticas e ambientais, socioeconômicas e nutricionais da população, associadas principalmente ao sistema de saneamento básico precário nos países subdesenvolvidos e

desenvolvidos pelo fator de contaminação recorrente da água destinada para o consumo humano (MINÉ; ROSA, 2008).

Instituições de ensino para crianças em idade entre 1 e 9 anos são conhecidos como ambientes favoráveis à propagação de doenças por diversos fatores. Perfis epidemiológicos são realizados nesses locais desde 1940, uma vez que estes ambientes demonstram características de risco por manter crianças em contexto de aglomeração e recebendo assistência geral de forma coletiva. Além disso, nestes ambientes é muito comum o compartilhamento de alimentos, a higiene incorreta das crianças, como exemplo: lavagem inadequada das mãos após utilizarem o banheiro, ingestão de água da torneira indevidamente etc. (NESTI e GOLDBAUM, 2007).

Pedraza e colaboradores (2014) relatam que crianças frequentadoras de creches, instituições de ensino/educação e instituições de ensino adocem com uma frequência muito maior do que aquelas que são cuidadas exclusivamente em domicílio. Ressalta-se ainda que crianças menores de 24 meses compreendem o principal grupo de risco, sendo vulneráveis à presença de patógenos. Este fator de risco está atrelado diretamente à imunidade dos indivíduos (SILVA et al., 2013).

Sendo assim, para que a água seja considerada como própria para consumo, independente da sua origem, essa deve atender uma série de requisitos/parâmetros de qualidades determinados por órgãos de saúde pública. Neste contexto, os teores de impurezas na água de consumo devem ser limitados até um nível que não se torne prejudicial à saúde humana (ROUQUAYOL, 2013).

No Brasil estes parâmetros são determinados pelo Ministério da Saúde (órgão responsável) por meio de uma convenção realizada junto a outros órgãos das esferas municipais, estaduais e federais. A redação que estabelece e dita os parâmetros de potabilidade e qualidade da água para consumo humano é a Portaria GM/MS nº 888/21, um importante dispositivo de controle e vigilância (BRASIL, 2017).

Devido à grande diversidade de patógenos presentes na água e pela impossibilidade de pesquisá-los, os grupos de micro-organismos bacterianos coliformes totais e coliformes fecais têm sido utilizados ao longo dos últimos anos como bioindicadores do processo de tratamento e potabilidade, uma vez que estes, quando presentes na água indicam a possível presença de patógenos e conseqüentemente indicam fatores de risco à saúde humana por meio do consumo de água contaminada (CURY, 2011).

O termo bioindicadores se refere a uma diversidade de seres vivos que apontam/indicam a existência de alterações no ambiente. Em outras palavras, bioindicadores são organismos, ou parte

deles que fornecem informações importantes que expressam a qualidade do ambiente. Deste mesmo modo, existem diversos seres capazes de demonstrar alterações nos corpos d'água como animais da classe Insecta, microrganismos e plantas diversas (SILVA et al., 2016; CARVALHO, 2015). A presença de microrganismos do grupo Coliformes Totais e ou *Escherichia coli* na água indica que esta está poluída e com presença material fecal na presença do segundo, cuja origem pode ser de humanos ou qualquer outro animal de sangue quente e conseqüentemente indica a possível presença de outros agentes patogênico (ALVES; ATAIDE; SILVA, 2018; OLIVEIRA et al., 2019).

Os coliformes estão amplamente distribuídos em toda a natureza. Estes se propagam com muita facilidade na água, principalmente o grupo de coliformes termotolerantes, que tem recebido bastante atenção das áreas de saúde pública desde as últimas décadas (ROSA, BARROS, SANTOS, 2016).

Os coliformes termotolerantes estão associados à transmissão de diversas doenças intestinais. O mais importante indicador de contaminação fecal na água é a bactéria *Escherichia coli*, um micro-organismo designado como termotolerante uma vez que habita o intestino de animais de sangue quente e seres humanos (YAMAGUCHI, 2013).

Segundo Tratabrasil (2022) e Brasil (2022), o custo para tratamento da água e esgoto, se equivaleu a uma média de 833 milhões de reais em 2022. Apesar do gasto elevado para tratamento de água, segundo o IBGE (2017), 39,7% dos municípios brasileiros ainda não têm serviço de esgotamento sanitário e devido tratamento de água. O referido estudo ainda cita que esse serviço é distribuído de forma bastante desigual no país, sendo que as regiões mais desenvolvidas apresentam um sistema bem desenvolvido, enquanto regiões de vulnerabilidade social não os possuem. Os últimos dados publicados pelo IBGE referente à quantificação de municípios sem serviço de saneamento e tratamento devido de água foram em 2017.

Ainda de acordo com o IBGE (2017), o Estado de Minas Gerais tem um cenário bastante positivo em relação a muitos estados brasileiros e apresenta um volume de 93,7% de esgoto tratado, embora ainda existam 54 municípios sem a presença deste serviço. Além disso, municípios periféricos a regiões centrais e capitais, tendem a apresentar diminuição na qualidade da água distribuída para consumo humano.

Em Contagem, município mineiro, pertencente à região metropolitana da capital, o saneamento e o esgotamento sanitário vêm crescendo após a implementação do novo Plano Diretor de 2006. A

prefeitura do município buscou apoio com o governo do estado e a COPASA¹ para ampliação da coleta de esgoto nas sete regionais administrativas. Embora esse feito tenha acrescentado muito nas políticas de saneamento básico do município, ainda existem muitas localidades no município sem tratamento de esgoto, domicílios sem água proveniente da rede de abastecimento local, moradias sem banheiros e próximas de esgotos abertos (CONTAGEM, 2013). Segundo o Atlas Escolar, histórico, geográfico e cultural de Contagem (2013), em 2010 o município apresentava uma taxa de 51,35% de esgoto tratado, e isso fez com que a prefeitura investisse cerca de R\$ 52 bilhões de reais para ampliação da rede de distribuição de água e captação de esgoto. Os investimentos permitiram que a disponibilidade dos serviços crescesse no município, mas ainda não foram suficientes para realizarem todas as ligações necessárias e, nesse contexto, é importante ressaltar que os dados compreendem somente as regiões urbanas do município. Cabe ressaltar que o município, ainda em 2023, não disponibilizou estudos mais recentes que os dados publicados em 2013.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E DISPONIBILIDADE HÍDRICA

A água é o mais importante elemento de para a vida terrestre, tanto para seres humanos, animais, vegetais, micro-organismos, protozoários etc. A água compõe cerca de 60 a 70% do nosso peso corporal, regula a temperatura interna, auxilia na composição sanguínea, nutrição das células, sendo então indispensável para todas as funções fisiológicas dos organismos. Várias outras funções dos organismos dependem de água, como: transporte de nutrientes, oxigênio, sais minerais, nutrição e função celular, sistema imunológico, proteção estrutural etc. (CONSTANZO, 2018).

Aproximadamente 71% da superfície do planeta Terra é composto por água, o que percorre aproximadamente 1,4 bilhão de quilômetros. Deste montante, 97,5% da água total disponível é de água salgada e preenche os grandes oceanos, não sendo adequada para o consumo humano em nenhuma aplicação. Apenas 2,5% são de água doce e podem ser utilizadas para o consumo humano e outras formas de vida (SENE & MOREIRA, 2020).

¹ Companhia de Saneamento de Minas Gerais (COPASA MG) (B3: CSMG3) é uma sociedade de economia mista brasileira com sede no município de Belo Horizonte, no estado de Minas Gerais, Região Sudeste do país. É a responsável pela prestação de serviços de saneamento na maior parte do estado mineiro, que é o seu maior acionista. Segundo informações de 2018, a Copasa é a encarregada pelo abastecimento de água tratada e coleta de esgoto sanitário na maioria dos municípios mineiros, abrangendo cerca de 14,5 milhões de habitantes. Em 2018, era a responsável pelo fornecimento de água em 638 dos 853 municípios do estado e pela coleta de águas residuais em outros 307.

Figura 1. Distribuição de água no mundo.



Fonte: Brasil Escola - <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/distribuicao-agua-no-mundo.htm>.

A disponibilidade de água doce no planeta não está distribuída de maneira uniforme e apresenta variações de acordo com o ecossistema em que está presente. Desta forma, a água pode ser visualizada em rios, lagos, solos, águas subterrâneas, neve, e principalmente em geleiras nas calotas polares etc., conforme figura representativa acima (SENE & MOREIRA, 2020).

Alguns países apresentam maior quantidade de água doce disponível para consumo, sendo eles: China, Indonésia, Rússia, Brasil, Canadá, Estados Unidos da América, Colômbia, Peru, Índia e República Democrática do Congo. A disponibilidade de água nesses países representa aproximadamente 60% do volume total de água doce do planeta (ARTHINGTON et al., 2023).

Conforme descrito pela Agência Nacional das Águas (ANA), a América é o continente com maior concentração de água doce do mundo, com cerca de 39,6%, e em sequência está o continente asiático com 31,8% do volume total disponível. Estes dados refletem diretamente nas condições de saneamento e disponibilidade hídrica em outros países e continentes, como a África, Europa, Oceânia, etc. (BRASIL, 2019).

No Brasil, os recursos hídricos se apresentam de forma abundante, tanto para água doce quanto para salgada, representando cerca de 12% do volume total de água disponível no mundo. Segundo a Agência Nacional de Águas (2019), a água doce não possui distribuição uniforme no país e é distribuída da seguinte forma nas regiões brasileiras:

- Região Norte: corresponde a 68% do volume total de recurso hídricos disponíveis no país;
- Região Centro-Sul: corresponde a 16% do volume total;
- Região Sul: corresponde a 7% do volume total;
- Região Sudeste: corresponde a 6% do volume total;
- Região Nordeste: corresponde a 3% do volume total.

Analisando as informações, notavelmente pode-se perceber a discrepância de volume de água doce entre as regiões do Brasil. Conforme demonstrado, a região Norte concentra o maior volume de água disponível, mesmo sendo esta a área com menor densidade demográfica hoje no país, com apenas 7% da população total do país. Por outro lado, a região Sudeste, mesmo com apenas um volume de 6% de água, apresenta a maior concentração de população do país, com cerca de 42,63% (BRASIL, 2019).

Atualmente, a atividade que mais consome água no mundo é a agricultura, dados estes citados pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (FAO). Neste contexto, aproximadamente 70% do consumo de água doce no mundo hoje é utilizado pelo setor agrícola. Posterior a isto, de acordo com o Ministério do Meio Ambiente, a segunda atividade que mais consome água doce é a indústria em geral, representando cerca de 22% do consumo total. Já o abastecimento de água para uso doméstico corresponde a aproximadamente 8% do consumo total. No Brasil, aproximadamente 60% da água consumida é destinada ao setor agrícola; 17%, para o setor industrial; e 9%, ao abastecimento de água para consumo doméstico. Cumpre ressaltar que este volume de água aqui considerado é o tratado pelas estações de tratamento de água locais. Portanto, os outros 14% de volume são destinados a outras formas de uso não demonstradas (UNESCO, 2021).

Segundo o Ministério da Saúde, a água para consumo humano ou potável, precisa atender uma série de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de modo a não oferecer riscos à saúde humana. Estes parâmetros foram determinados para que a água de consumo seja estabelecida de qualidade e segurança, uma vez que a água é um dos mais importantes veículos de transmissão de doenças, estas conhecidas como doenças de veiculação hídrica (BRASIL, 2017).

Em 2010, por meio da resolução A/RES/64/92, a Assembleia Geral das Nações Unidas declarou que a água potável e o saneamento básico são direitos básicos da humanidade, e essencial para pleno gozo da vida e de todos os outros direitos humanos. A água potável para o consumo

humano não poderá conter em sua composição a presença de determinados agentes patogênicos tampouco a presença de substâncias físico-químicas em níveis acima do permitido. Além disso, o padrão de potabilidade exige que a água consumida não possua características reprovativas como gosto, odor e cor (BRASIL, 2017).

A água para consumo humano deve ser ou estar em condições de potabilidade e na maioria das vezes quem garante este processo são as grandes concessionárias responsáveis pelo tratamento de água e esgoto. A água potável é necessária para a ingestão, preparo de alimentos e higiene entre seres humanos. Todos os parâmetros de potabilidade e suas aplicações são descritas na Portaria de Consolidação Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021, sendo este um dispositivo em âmbito federal brasileiro para avaliação do padrão de potabilidade da água de consumo (BRASIL, 2021).

A água para consumo humano constitui um dos principais veículos de transmissão de doenças e enfermidades diarreicas e infecciosas. As doenças transmitidas pela água são conhecidas como doenças de veiculação hídrica e são ocasionadas devido à presença de microrganismos patogênicos na água, estes de origem entérica, animal ou humana, transmitidos via rota fecal-oral uma vez que são excretados pelas fezes de indivíduos infectados que contaminam água e/ou alimentos (AYSE et al., 2014).

2.2 QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NO BRASIL

O contexto que envolve a distribuição de água de qualidade para consumo humano e sua disponibilidade no Brasil sempre foi uma problemática devido ao constante aumento populacional, precariedade dos serviços de saneamento básico, escassez de recursos hídricos, poluição e contaminação acentuada dos corpos hídricos pela presença de efluentes, e principalmente pela deterioração dos mananciais. As atividades humanas representam uma série de mudanças e alterações significativas no meio ambiente, o que automaticamente impacta na disponibilidade de recursos e na própria qualidade destes. Nestes processos podemos citar os processos de erosão e assoreamento dos mananciais superficiais, lançamentos de efluentes e detritos industriais e domésticos na água, desatamentos etc. (BRASIL, 2019).

No Brasil, felizmente o contexto é mais favorável que muitos países ao redor do mundo. O país concentra um volume de água doce consideravelmente bom, o que torna o seu uso praticável para vários segmentos como: consumo humano, indústrias, setor agrícola etc. Por outro lado, é importante

ressaltar que as características dos recursos naturais renováveis estão sendo afetadas de maneira muito drástica. A própria industrialização somada a urbanização e ao setor agrícola contribui para degradação dos ecossistemas, pois coexistem em um nível já acima do suportado (MACHADO & TORRES, 2013) e (GOMES et al, 2016).

De acordo com Vörösmarty e seus colaboradores (2010), a degradação dos ecossistemas está diretamente relacionada ao lançamento constante, deliberado ou não, de mais de 72% do esgoto doméstico e cerca de 63,4% dos efluentes industriais nos corpos de água doce disponíveis. Este fator tem contribuído para a poluição da água em níveis drásticos e nunca vistos antes (MARÇAL & SILVA, 2017).

Segundo Bárta e colaboradores (2021), aproximadamente 12% da população brasileira consome água de fontes não confiáveis ou são atendidos por um sistema de distribuição e tratamento de água que não distribui água com qualidade e quantidade necessária. Esse fator afeta às comunidades que fazem consumo deste tipo de água e contribui de maneira significativa para disseminação de doenças de veiculação hídrica. Outro fator bastante complicador é o uso de água captada em poços artesianos e cisternas, que também contribuem para contaminação, principalmente se estiverem alocadas próximos a fossas, pastos, etc. A possibilidade de realizar cloração da água em casa mesmo existente nem sempre garante a desinfecção por uma série de motivos.

Marçal e Silva (2017), relatam que a qualidade da água no Brasil é prejudicada/comprometida desde o manancial pela presença de esgotos e efluente. Este contexto faz com que o as estações de tratamento (ETA) precisem investir cada vez mais em opções de tratamentos, alteração na dosagem dos produtos que visam garantia a qualidade da água na saída das ETAs. Por outro lado, ainda que as ETAs de água consigam suprir a necessidade sempre presente de tratamento para água de consumo, verifica-se outro fator problemático nos sistemas de distribuição e armazenamento de água, quais sejam: pontos de contaminação na rede de distribuição, ausência de limpeza e lavagem de caixa d'água, baixa cobertura de sistema de esgotamento adequado, e principalmente pela rede hidráulica-sanitária dos ambientes domésticos.

Os componentes do sistema de saneamento básico do Brasil enfrentam diversos contrastes devido à uma série de questões sociais. A começar pelas regiões rurais que possuem sistemas de distribuição muito menos adequados que nas regiões urbanas. Na sequência podemos descrever a discrepância entre a qualidade de água entre as regiões centrais e as periféricas nas regiões urbanas, além disso podemos considerar a distribuição bastante desigual deste serviço no país, conforme citado

anteriormente (DANIEL et al., 2001; INSTITUTO TRATA BRASIL, 2019) .

De acordo com Cabral e Araújo (2016), a população mundial está dividida entre habitantes rurais e urbanos, sendo que a maioria das pessoas que não possuem acesso à água/água tratada e principalmente ao sistema saneamento básico são residentes de zonas rurais. Aproximadamente 75% dessa população, oito a cada dez habitantes de regiões rurais, não possuem acesso à água tratada/potável. Devido a isto, nos ambientes rurais, o risco de ocorrência de surtos de doenças de veiculação hídrica é bastante superior ao índice de contração dessas doenças nas zonas urbanas, de acordo com Brito (2013). Isso ocorre, principalmente pelo grande índice de contaminação das águas por vírus, bactérias e protozoários, uma vez em que muitas dessas águas são captadas em poços velhos, vedados de forma incorreta e ou instalados próximos de fontes de contaminação como área de pastagem de animais e fossas de uso humano (BRITO,2013).

O saneamento ambiental, responsável por englobar o esgotamento sanitário, limpeza e drenagem urbana e controle de vetores de importância sanitária tem como essencial o abastecimento de água de forma segura e apta para o consumo humano. No Brasil, segundo o DATASUS, em 2021, as doenças relacionadas a deficiências no saneamento ambiental causaram cerca de 130 milhões de internações no país, com uma incidência de 6,04 casos por 10 mil habitantes, o que gerou cerca de R\$ 55 milhões de reais de gasto para o país. O mesmo artigo descreve que a região Nordeste apresenta maior número de internações por doenças associadas à falta de saneamento, com um número superior a 59 mil hospitalizações. Como consequência disso, essa região foi a que mais demonstrou despesas com internações por enfermidades de veiculação hídrica, totalizando gastos aproximados de R\$ 23 milhões de reais. Na sequência, a região Sudeste do país teve cerca de 21 mil internações pelos mesmos motivos DATASUS, 2021).

2.3 A NORMATIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO BRASIL

Segundo Libânio (2010), no Brasil, somente com a implementação do Decreto Federal nº 79.367 de 09 de março de 1977, é que foi atribuído ao Ministério da Saúde a competência para elaborar normas e estabelecer o padrão de potabilidade da água para consumo humano, assim como de fiscalizar seu cumprimento. Assim, ainda neste ano, no dia 14/03/1977, o Ministério da Saúde publicou a primeira regulamentação acerca da qualidade da água para consumo humano, válida para todo território nacional – a saber - Portaria nº 56 / BSB. Este documento atuou definindo os limites máximos para as diversas características físicas, químicas e biológicas específicas às águas de

consumo humano. Desde então, o país passou a adotar um documento de referência para determinação dos padrões de potabilidade da água.

Até o final do século XIX, somente a aparência física da água era relevante para sua avaliação no que diz respeito à sua potabilidade e consequente consumo humano. No ano de 1900, nos Estados Unidos, existiam aproximadamente, 3 mil sistemas de abastecimento de água para o consumo humano, o que de certa forma contribuiu para a ocorrência de surpreendentes de surtos de doenças de veiculação hídrica (LIBÂNIO, 2010).

Já a partir do século XX, com o avanço do conhecimento científico e após os diversos surtos de doenças veiculadas à água, foram criados recursos técnicos que eram utilizados para determinação das características de potabilidade da água de consumo, neste contexto, até o conceito de “potabilidade” precisou ser revisado. Em 1914, foi instaurada nos Estados Unidos a primeira regulamentação de qualidade da água em alcance federal, porém, o documento ainda era bastante precário e só fornecia parâmetros que avaliavam até então somente o padrão microbiológico (LIBÂNIO, 2010).

Durante os anos 50, a Organização Mundial de Saúde (OMS) promoveu e buscou estratégias de modo a incentivar a elaboração de diretrizes relativas à potabilidade da água, e assim surgiu o *Standards of Drinking-Water Quality and Methods of Examination Applicable to European Countries* e o *International Standards for Drinking-Water*. O documento criado pela OMS foi publicado pela primeira vez em 1958 e inseriu uma série de definições para potabilidade da água e também definiu parâmetros de qualidade para determinação do padrão de potabilidade da água (FOLETO - BENETTI, 2011; PÁDUA, 2009).

Nestes esforços, foi criado um padrão de potabilidade da água europeu que estabelecia padrões altamente rigorosos de qualidade da água de consumo humano, enquanto por outro lado as diretrizes internacionais propunham padrões mínimos e bem menos exigentes, padrões estes que poderiam facilmente se tornarem viáveis em outros países como Estados Unidos da América (PÁDUA, 2009).

O *International Standards for Drinking-Water* (nome alterado posteriormente), passou por várias edições entre 1958 e 1971, e posteriormente, a OMS publicou pela primeira vez o *Guidelines for Drinking-Water Quality* (GDWQ) em 1983, com diretrizes e parâmetros para potabilidade da água para consumo humano. A publicação foi destinada a todos os países, não havendo nenhum tipo de distinção social, econômica ou tecnológica. O GDWQ é uma das publicações de maior importância em relação à potabilidade da água e de sua relação com à saúde pública, e, portanto, é bastante utilizado

atualmente. Sua 4ª edição foi publicada em 2017 e novos adendos foram publicados sucessivamente em 2022 e 2023. Este guia é regularmente revisado, e sua base prevalece sempre em função de novos conhecimentos científicos e em manter os parâmetros de potabilidade que hoje atendem ao mundo inteiro (FOLETO - BENETTI, 2011; PÁDUA, 2009).

As diretrizes da OMS e descritas no GDWQ, juntamente com as normas de potabilidade dos Estados Unidos, têm servido, tanto no Brasil, quanto mundialmente, como referência para a formulação ou atualização dos padrões de qualidade da água para consumo humano (PÁDUA, 2009).

Por meio do Decreto Federal nº 79.367, no ano de 1977, foram atribuídas ao Ministério da Saúde no Brasil as competências necessárias para que este órgão pudesse elaborar normas e regulamentações necessárias para a criação do padrão de potabilidade e qualidade da água para consumo humano no país, e nesse mesmo ano, a primeira Portaria de Qualidade da Água foi instituída, sendo a Portaria do Ministério da Saúde nº 56/1977. A criação deste documento objetivou estabelecer parâmetros de análise da potabilidade de água definindo limites máximos para características microbiológicas, físicas e químicas da água (BRASIL, 1977).

À época, mesmo com a constituição da Portaria nº 56, e mediante a determinação que os sistemas de abastecimento e distribuição de água tratada utilizassem destes parâmetros para definição do padrão de potabilidade, nem todos os estados cumpriam a normativa. Para diminuir os prejuízos disso e incentivar as secretarias de saúde estaduais a realizarem campanhas de vigilância da água, foi criado em 1986 o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, pelo Ministério da Saúde (RIBEIRO, 2012).

Posteriormente a isso, conforme citado por Ribeiro (2012), já no ano de 1990, no mês de janeiro, foi publicado pelo Ministério da Saúde a Portaria nº 36. A redação trouxe em sua constituição um maior número de parâmetros de avaliação da água e tornando certos limites ainda mais restritivos. Devido aos novos parâmetros estabelecidos na Portaria, a implementação da normativa somente ocorreu de forma efetiva em 1992.

A portaria nº 36 trouxe uma série de inovações em relação à sua precedente. Na sua redação, o padrão de potabilidade da água foi dividido em três categorias:

- Padrão de características físicas, organolépticas e químicas;
- Padrão de características bacteriológicas; e
- Padrão de características radioativas.

Oliveira et al. (2019) relatam que a nova instrução normativa – a saber - Portaria nº 36, foi um grande marco para o estabelecimento de uma ferramenta importante e informação, principalmente por ter lançado bases para a criação da primeira versão do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade para Consumo Humano (SISAGUA), disponibilizado no ano 2000. A portaria de nº 36 teve o seu prazo de revisão extrapolado, e por isso, em janeiro de 2003, foi publicada a Portaria de nº 1.469/2003. Essa nova Instrução Normativa – Portaria de nº 1.469/2003 não trouxe mudanças significativas para os padrões de potabilidade da água descritos anteriormente, uma vez que ocorreu basicamente para suprir a redação anterior. Ainda em 2003, outras mudanças visando a qualidade da água para consumo humano ocorreram. Neste ano, foi criada a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), que assumiu as atribuições da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA) (RIBEIRO, 2012).

A redação da Portaria nº 1.469/2003 estabeleceu em sua síntese de forma explícita os conceitos de Vigilância e de Controle de Qualidade de Água para Consumo Humano, mas os avanços em termos de atribuições da Vigilância foram tímidos. Considerando a síntese do documento, a Portaria nº 36/1990, assim como sua precursora Portaria nº 56/1977, foram estabelecidas centradas no padrão de potabilidade e nos planos de amostragem por parte das ETAs, e continuou a ser dirigida principalmente à prestadores de serviços responsáveis pelo controle da qualidade da água (BASTOS et al., 2001).

De acordo com as discussões realizadas por Bastos e convidados (2001), a Portaria MS nº 1.469/2000 se demonstrou com um grande avanço em relação as suas antecessoras, pois, o padrão de potabilidade se tornou mais eficiente e mais rígido, foi adequado de acordo com as reais necessidades e realidades do país, e foi estabelecido com base em parâmetros químicos e microbiológicos. Além disso, a partir deste documento o foco central deixou de ser o controle de qualidade da água perante as ETAs na verificação da água como produto final e pronto para consumo, e passou a adotar elementos para gestão preventiva de riscos, e também estabeleceu as atribuições dos órgãos responsáveis nas três esferas do governo como municipais, estaduais e federais.

Bastos et al (2001), ainda descrevem que Portaria MS nº 1.469/2000 atuou de maneira complementar ao Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e contribuiu efetivamente para a formulação do Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano – VIGIAGUA (BRASIL, 2005).

Em março de 2004, a Portaria MS nº 1.469/2000 foi revogada, conforme determinado em sua própria estrutura, que dizia que o documento deveria ser revisado em 05 (cinco) anos. A nova normativa a vigorar foi a Portaria MS nº 518, de 25 de março de 2004, mantendo-se inalterados o

número e os valores máximos permissíveis de cada parâmetro. Além do padrão de potabilidade, a Portaria MS nº 518/2004 estabeleceu os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água.

Mediante a revogação da Portaria de nº 1.469/2000, foi implementada uma nova legislação, a saber, Portaria de nº 518, de março de 2004. Essa normativa trouxe uma grande inovação ao caracterizar parâmetros microbiológicos de acordo com a fase de tratamento nas ETAs. Outro aspecto inovador foi a consideração dos padrões de turbidez para a água pós-filtração e pré-desinfecção, trouxe também novos parâmetros para limite de substâncias químicas danosas à saúde humana, como exemplo agrotóxicos, e padrão de radioatividade de acordo com a aceitação para o consumo humano. Ainda no contexto das substâncias químicas presentes na água que causam danos à saúde humana, a redação trouxe um aspecto de categorização dos compostos, como: inorgânica, orgânica, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção (RIBEIRO, 2012).

Somente em 2011 a Portaria MS nº 518/2004 foi revisada e resultou na publicação da Portaria MS nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011). Segundo Ribeiro (2012), essa versão da Portaria foi resultado de um amplo processo de discussão para revisão da redação, realizado no período de 2009 a 2011, sob a coordenação do Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador da Secretaria de Vigilância em Saúde do Ministério da Saúde.

A Portaria MS nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011, ao ser publicada, destacou-se como a mais democrática até então, pois permitiu o envolvimento de diversos participantes do controle e vigilância da água para o consumo humano. A nova Instrução Normativa ajustou os valores máximos e mínimos para diversas substâncias baseada na abordagem de avaliação quantitativa de risco químico à saúde humana. Outra mudança foi nos parâmetros de avaliação microbiológicos, que seguiu a metodologia de avaliação quantitativa de riscos biológicos, como: indicadores da remoção de protozoários (vida livre e ou patogênicos), dos parâmetros de controle da desinfecção, indicadores da inativação de bactérias, vírus e protozoários (BRASIL, 2011; RIBEIRO, 2012).

Dentre as mudanças, podemos destacar ainda a chegada de outros parâmetros importantes para determinação do padrão de qualidade da água, como:

- Instauração de um controle mais rigoroso do padrão de turbidez, como limites entre de 1 uT para 0,5 uT;

- O procedimento de controle dos padrões organolépticos² que passam a ser medidos em termos de intensidade máxima de percepção por meio de técnicas padronizadas de avaliação sensorial;
- O padrão microbiológico mantém a obrigatoriedade da análise de *E. coli*, uma vez que este é o bioindicador mais utilizado para determinação de contaminação fecal;
- Além disso, incluiu-se a exigência de análise periódica de cistos de *Giardia* e oocistos de *Cryptosporidium* em mananciais com elevada presença de *E. coli*, uma vez que a presença desta pode representar a presença de vários outros microrganismos patogênicos.

Já em 2017, o Ministério da Saúde, no uso de suas atribuições optou por agrupar suas normas vigentes em Portarias de Consolidação. Neste processo, a Portaria nº 2.914/2011 foi incorporada ao Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 05 de 28 de setembro de 2017 - Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde (BRASIL, 2017). Cumpre ressaltar que neste momento não foram realizadas alterações no conteúdo da Portaria.

Em 2020, o Ministério da Saúde disponibilizou a revisão do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (antiga Portaria MS Nº 2914/2011), com foco nos pontos:

- Padrão de Potabilidade e Planos de Amostragem;
- Substâncias Químicas – Agrotóxicos.

Na redação, priorizou-se a discussão acerca de agrotóxicos presentes na água para consumo humano e os limites diários de ingestão aceitáveis. Também foi discutida a necessidade de avaliação da dinâmica ambiental das substâncias, de modo a avaliar a presença dos compostos nos mananciais (BRASIL, 2021).

De início, é importante notar que em sua síntese, a PRC nº 5 de 28 de setembro 2017 estabelece prioritariamente que:

“Art. 3º Toda água destinada ao consumo humano, distribuída coletivamente por meio de sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água, deve ser objeto de controle e vigilância da qualidade da água. Art. 4º Toda água destinada ao consumo humano proveniente de solução alternativa individual de abastecimento de água, independentemente da forma de acesso da população, está sujeita à vigilância da qualidade da água” (BRASIL, 2017; 2021).

² Propriedades organolépticas são aquelas que podem ser facilmente percebidas pelos nossos sentidos: olfato, visão, paladar e tato. São elas: Cor, brilho, transparência, brilho, textura, odor e sabor.

Conforme mencionado anteriormente, as ações no âmbito da Vigilância, foram inicialmente descritas por meio da Portaria nº 1469/2000, e foram sendo desenvolvidas ao longo dos anos. Essas atribuições acabaram por ser posteriormente absorvidas/detalhadas no Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA) (RIBEIRO, 2012). As ações no âmbito da vigilância abrangem os seguintes pontos:

“(i) inspecionar, em seu amplo escopo, o controle da qualidade da água, de responsabilidade dos prestadores de serviço; (ii) implementar programa próprio de monitoramento da qualidade da água; (ii) sistematizar e interpretar dados de qualidade da água – dos mananciais e da água tratada e distribuída para consumo – e sobre os sistemas de abastecimento, sob a perspectiva da vulnerabilidade do abastecimento e da avaliação de risco à saúde; (iii) comunicar ao responsável pelo fornecimento de água para consumo humano sobre não conformidades detectadas, exigindo providências para as correções que se fizerem necessárias; (iv) garantir informações à população sobre a qualidade da água para consumo humano e os riscos à saúde associados. Cabe notar que estas diretrizes gerais foram ganhando contornos mais ou menos nítidos nas revisões e versões subsequentes da norma, incluindo a Minuta ora em discussão” (BRASIL, 2005, 2011, 2017).

Entre as competências dos setores e órgãos responsáveis pelo abastecimento de água no Brasil, o principal enfoque de controle de qualidade da água segue as seguintes descrições:

“Art. 9º Ao (s) responsável(is) pela operação de sistema de abastecimento de água incumbe: III. Manter avaliação sistemática do sistema de abastecimento de água, sob a perspectiva dos riscos à saúde, com base na ocupação da bacia contribuinte ao manancial, no histórico das características de suas águas, nas características físicas do sistema, nas práticas operacionais e na qualidade da água distribuída V. Promover, em conjunto com os órgãos ambientais e gestores de recursos hídricos, as ações cabíveis para a proteção do manancial de abastecimento e de sua bacia contribuinte, assim como efetuar controle das características das suas águas (...) notificando imediatamente a autoridade de saúde pública sempre que houver indícios de risco à saúde ou sempre que amostras coletadas apresentarem resultados em desacordo com os limites ou condições da respectiva classe de enquadramento, conforme definido na legislação específica vigente” (BRASIL, 2005, 2011, 2017).

Na PRC nº 5 de 28 de setembro 2017, os fluxos de informações e comunicação entre os órgãos de Controle e a Vigilância permaneceram inalterados. Neste sentido, os principais dispositivos e normativas já presentes na redação anterior (Portaria GMS nº 1469 / 2000) continuaram sendo prevaletentes no Anexo XX da PRC Nº 5/2017, como, por exemplo (BRASIL, 2000, 2005, 2011, 2017):

Art. 13. Compete ao responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano: V - encaminhar à autoridade de saúde pública dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios relatórios das análises dos parâmetros mensais, trimestrais e semestrais com informações sobre o controle da qualidade da água; X - proporcionar mecanismos para recebimento de reclamações e manter registros atualizados sobre a qualidade da água distribuída, sistematizando-os de forma compreensível aos consumidores e disponibilizando-os para pronto acesso e consulta pública, em atendimento às legislações específicas de defesa do consumidor; XI - comunicar imediatamente à autoridade de saúde pública municipal e informar adequadamente à população a detecção de qualquer risco à saúde, ocasionado por anomalia operacional no sistema e solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano ou por não conformidade na qualidade da água tratada, adotando-se as medidas previstas no art. 44. Art. 44. Sempre que forem identificadas situações de risco à saúde, o responsável pelo sistema ou solução alternativa coletiva de abastecimento de água e as autoridades de saúde pública devem, em conjunto, elaborar um plano de ação e tomar as medidas cabíveis, incluindo a eficaz comunicação à população, sem prejuízo das providências imediatas para a correção da anormalidade (BRASIL, 2000, 2005, 2011, 2017).

A Portaria GMS nº 1469/2000 descrevia ainda instruções para o fornecimento de informações aos consumidores industriais e domésticos referente à situação do manancial de abastecimento e sobre a qualidade da água tratada e distribuída, por meio de veículos de comunicação como: relatórios mensais junto às contas de água, além de relatórios anuais, mais abrangentes. Entretanto, posteriormente, isto acabou por ser absorvido e detalhado no Decreto Presidencial nº 5.440/2005 no item 2.2 (BRASIL, 2006).

A PRC nº 05, de 28 de setembro de 2017, ainda é vigente no ano de 2023, e tem se demonstrado como um grande marco e é considerada um verdadeiro avanço na atualização da legislação brasileira, atuando como um efetivo dispositivo de controle e vigilância da água destinada ao consumo humano (BRASIL, 2017).

A PRC nº 05/2017 descreve em sua síntese as obrigações das esferas municipais, estaduais e federais, sendo utilizada como equipamento de referência tanto para vigilância quanto para determinações do padrão de potabilidade da água de consumo. Essa Instrução Normativa é composta em sua síntese fundamentalmente, por dois grandes blocos em caráter de competências e responsabilidades:

1. Padrão de Potabilidade;
2. Planos de Amostragem.

Esses dois blocos estão organizados em vários capítulos e seções na Instrução Normativa: (I) um conjunto de instruções que descrevem as atribuições dos responsáveis pela vigilância da qualidade da água para consumo humano (Capítulo III) na União (Seção I), nos estados (Seção II) e nos municípios (Seção III); (II) um contíguo de artigos que demonstram as competências e responsabilidades dos órgão e empresas responsáveis pelo abastecimento de água para consumo humano (Seção IV); (III) uma série de alíneas que tratam do padrão de potabilidade da água de consumo humano (Capítulo V); e (IV) incisos que abordam os planos de amostragem (Capítulo VI) (BRASIL, 2017).

No dia 07/05/2021, foi publicada no Diário Oficial da União (DOU), a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que altera novamente o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. A nova redação ocorreu em função da revisão e atualização do Anexo XX da Portaria de Consolidação nº 5/2017, realizada de modo a atender ao estabelecido no art. 48, este que determina que o Ministério da Saúde deve promover a revisão do referido Anexo no prazo de 5 (cinco) anos ou a qualquer tempo (BRASIL, 2021).

As principais alterações na Portaria GM/MS nº 888/21 quando comparado à redação anterior são referentes às responsabilidades e competências dos órgãos nas esferas municipais, estaduais e federais e o detalhamento dos agentes químicos presentes nos agrotóxicos e seu nível de toxicidade à humanos. Nesta redação os planos de amostragem os padrões de avaliação do padrão de potabilidade sofreram poucas alterações, como por exemplo, a retirada da contagem de bactérias heterotróficas e nas limitações de cloro residual livre (BRASIL, 2021).

2.4 A VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO NO BRASIL

Nas décadas 1980 e 1990, o Brasil passou por uma reforma sanitária que possibilitou que as ações de vigilância em saúde incluíssem em seu escopo os determinantes socioambientais dos problemas de saúde pública. Neste sentido, destaca-se a criação do Sistema Único de Saúde (SUS) em 1990, e o Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável, elaborado em 1995, como contribuição brasileira à Conferência Pan-Americana sobre Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Humano Sustentável – COPASAD, ocorrida em 1992 (FREITAS; FREITAS, 2005).

Neste processo de reforma sanitária, as ações de vigilância em saúde ambiental começaram a ocorrer vinculadas às atribuições do SUS. A Vigilância Ambiental ocorre por meio de processos contínuos e sistemáticos de acompanhamento de dados, estes determinados pelo Conselho Nacional de Saúde (CNS), por meio da Resolução nº 588/2018. O documento compreende uma série de atividades, ações e processos que visam o conhecimento e identificação de determinantes ambientais que interferem e/ou são prejudiciais à saúde humana. Os processos descritos na redação têm por objetivo analisar, aprimorar, desenvolver, recomendar e/ou criar/estimular medidas de promoção à saúde e também de promover ações monitoramento e vigilância de fatores de riscos relacionados a doenças (BRASIL, 2006; CAMELLO et al, 2009).

Já no ano de 2005, com a publicação da Instrução Normativa nº 01/2005, do Ministério da Saúde, estabeleceu-se novas instruções e competências nas diferentes esferas (municipais, estaduais e federais) para ações nas áreas dedicadas à vigilância da saúde ambiental no Brasil. A redação dessa norma descreveu e regulamentou o Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental (SINVSA). O órgão foi regulamentado para atuar na coordenação, planejamento, avaliação, acompanhamento, inspeção e supervisão das ações de vigilância relacionadas diretamente a doenças e potenciais agravos à saúde humana decorrentes da água para consumo humano. Também foi atribuído à gestão do órgão o monitoramento, avaliação e vigilância das ações de contaminação do solo e do ar, de desastres naturais, potenciais contaminantes ambientais e substâncias químicas, acidentes com produtos perigosos e fatores físicos e condições no ambiente de trabalho (BRASIL, 2005; CAMELLO et al., 2009).

No Brasil, a vigilância da água destinada ao consumo humano é de atribuição do Sistema Único de Saúde (SUS), e é realizada por meio do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano - VIGIAGUA. No Estado de Minas Gerais, o Programa é executado pela Secretaria de Estado de Saúde e Unidades Regionais de Saúde (URS) e nos municípios, pelas Secretarias Municipais de Saúde. O programa tem como objetivo realizar análises de risco associadas ao consumo de água contaminada, considerando padrões básicos como a presença de coliformes totais e *E.coli*, turbidez, pH, cloro residual etc. (MOTTA & NEUMANN, 2020).

Neste aspecto, destaca-se que a vigilância da qualidade da água para consumo humano ganhou mais destaque em 1986, após o Ministério da Saúde, por meio de suas atribuições e competências, criar o Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano - VIGIAGUA. Cumpre ressaltar que, até então, as ações de vigilância da água eram bastante restritas e se orientavam em ações de controle laboratorial e normativos, por meio das Instruções Normativas

vigentes à época (BEVILACQUA et al, 2014; FREITAS E FREITAS, 2005; BRASIL, 2000; CAMELLO, et al, 2009).

Eventualmente, após a edição da Portaria nº 1.469/00, o VIGIAGUA passou a ser implementado de forma mais efetiva nas ações de vigilância e monitoramento da água destinado ao consumo humano. A implementação do programa se deu por meio da Coordenação Geral de Vigilância em Saúde Ambiental (CGVAM). Neste marco, as ações relacionadas à vigilância da saúde ambiental e da qualidade da água para consumo humano basearam-se em uma série de ações propostas de forma sistemática e contínua, atribuídas aos órgãos públicos e autoridades de saúde pública inerentes à garantia da qualidade da água de consumo destinada as populações. Essas ações visavam garantir que o padrão de potabilidade e normativas descritas na legislação vigente fossem cumpridas e conseqüentemente contribuir para a diminuição dos índices de doenças e agravos relacionadas a água (BEVILACQUA et al, 2014; FREITAS E FREITAS, 2005; BRASIL, 2000; CAMELLO, et al, 2009).

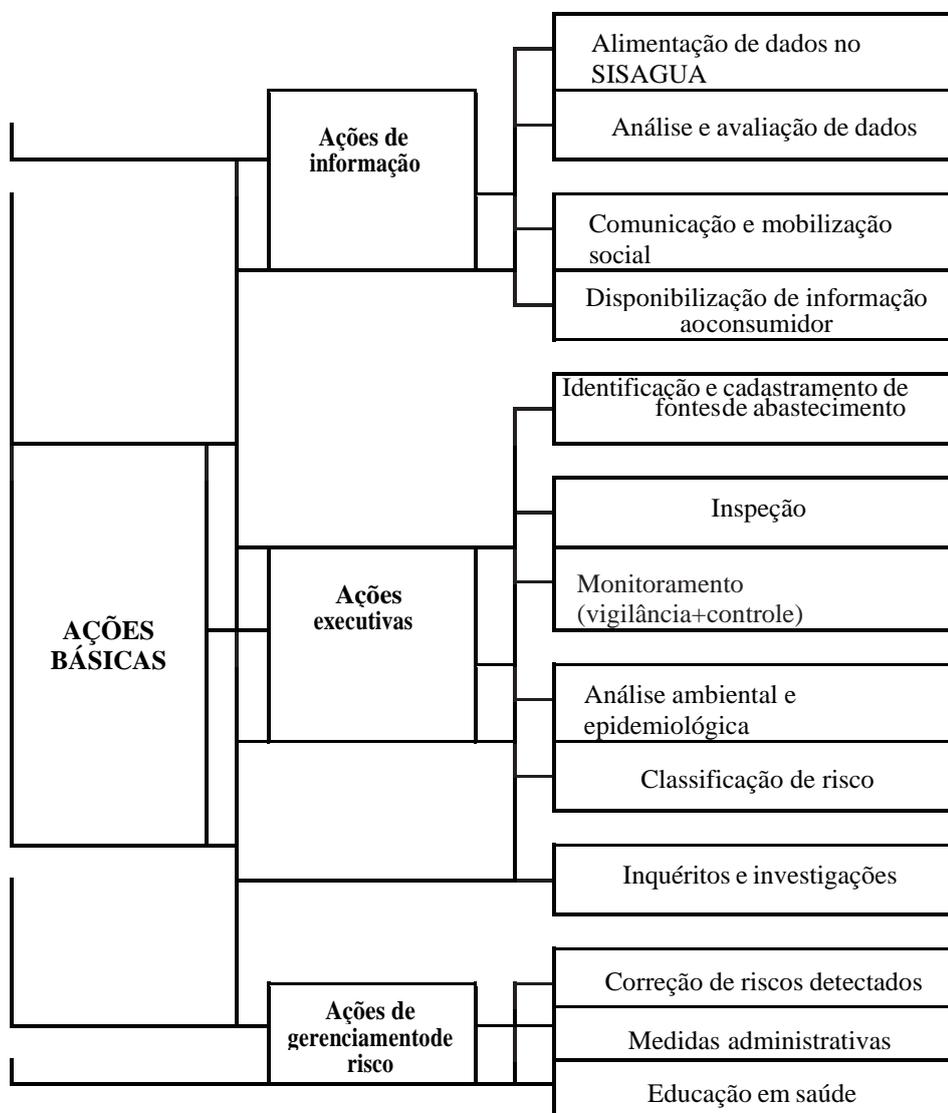
No escopo do programa VIGIAGUA, foram descritas ações de controle e vigilância, sendo então duas prerrogativas com suas linhas de atribuições e competências. A vigilância em si é de inteira responsabilidade do setor de saúde. Já o controle da qualidade da água para consumo humano é de responsabilidade dos setores/órgãos responsáveis pela operação dos sistemas de tratamento de água e esgoto e abastecimento. Notavelmente, compreende-se que essas duas ações – a saber – vigilância e controle são importantes aspectos para a garantia da proteção à saúde dos consumidores (BRASIL, 2006; 2011).

A vigilância da qualidade da água destinada ao consumo humano no Brasil se compõe de ações de inspeção, de monitoramento e informacionais, e é conduzida por meio de indicadores operacionais, indicadores físico-químicos e microbiológicos da água, assim como indicadores epidemiológicos, sanitários e ambientais, conforme determinado pela legislação vigente. As ações descritas acima são de competência e atribuição do programa VIGIAGUA e contribuem de maneira significativa para o controle da água destinada ao consumo humano (BEVILACQUA et al, 2014; FREITAS E FREITAS, 2005).

Por outro lado, surgiram muitos desafios quando se pensa em qualidade da água para consumo humano, como a necessidade de avaliações integradas, de interpretações corretas e de padronização de processos para que o abastecimento de água potável ocorra de maneira garantida. A Secretaria de Vigilância em Saúde, por meio de suas atribuições, buscou uma alternativa no intuito de padronizar as ações voltadas à vigilância da água por meio da adoção de um modelo de atuação sintetizado por

estratégias em **ações básicas**. Assim, neste modelo, as ações básicas foram distribuídas em três grupos principais: ações de informações, ações executivas e ações de gerenciamento de risco (Figura 2). As ações de informação buscam padronizar de maneira mais efetiva a alimentação do Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano - SISAGUA, análise e avaliação dos dados sistematizados e imputados no sistema, nas estratégias de comunicação e mobilização social, e a disponibilização de informação aos consumidores de água em geral (BRASIL, 2006).

Figura 2. Ações básicas de operacionalização da vigilância da qualidade de água para consumo humano no Brasil por meio do Programa VIGIAGUA.



Fonte: Brasil (2006); Chaves et al (2019) adaptado.

2.4.1 SISTEMA DE INFORMAÇÃO DE VIGILÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO (SISAGUA).

O Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) é um sistema de saúde (SIS), disponibilizado *on-line* na internet pelo Ministério da Saúde do Brasil. O sistema foi criado com o objetivo de auxiliar no monitoramento e vigilância da água destinada ao consumo humano no país. O sistema atua gerando informações utilizadas para análises da situação de risco e saúde, objetivando minimizar riscos devido ao consumo de água contaminada ou que estejam em desacordo com o padrão de potabilidade. O SISAGUA teve sua primeira versão lançada na rede em 2001, e posteriormente foi sendo revisado e recebendo melhorias no que tange ao seu funcionamento (BRASIL, 2001).

O SISAGUA é um dos muitos instrumentos do VIGIAGUA e atua de modo a prevenir doenças e agravos à saúde de origem hídrica, como ação de promoção a saúde humana. O *software* é alimentado com dados referentes aos sistemas de abastecimento de água no país, informações da operacionalização e condições operacionais e infraestrutura das estações de tratamento, do monitoramento de parâmetros microbiológicos, químicos e físico-químicos realizado pelos responsáveis pelo controle de qualidade da água e pela vigilância (BRASIL, 2001; 2006; 2011; 2017).

O sistema é alimentado manualmente pelos órgãos de saúde pública como Secretarias de Saúde e por profissionais e/ou prestadores de serviço de abastecimento de água para consumo humano e visa dar suporte e sustentação às ações de vigilância. Sua principal atribuição é prover informações referentes ao fornecimento e à qualidade da água para consumo humano oriunda de todas as formas de abastecimento. A inserção dos dados SISAGUA é um veículo de transmissão de informações fundamental para o alcance dos objetivos do VIGIAGUA. É importante também para o acompanhamento sistemático do monitoramento, a informação da população acerca da qualidade da água e riscos à saúde, gerenciamento de risco em saúde, promoção de educação, comunicação e mobilização social e oferta de subsídios para a definição de estratégias de ação pelos entes envolvidos no processo de garantia da qualidade da água (BRASIL, 2001; 2006; 2011; 2017).

O SISAGUA permanece sendo um dos mais importantes dispositivos do Programa VIGIAGUA e atua auxiliando no gerenciamento de riscos à saúde associadas ao consumo de água e do padrão de potabilidade desta no Brasil (BRASIL, 2021).

2.5 PARÂMETROS DE AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA DE CONSUMO HUMANO NO BRASIL

O padrão de potabilidade da água é um conjunto de características que qualquer água destinada ao consumo humano precisa ter para ser considerada segura, seja ela proveniente de sistemas de abastecimento públicos (como as concessionárias de saneamento), de soluções alternativas de abastecimento (como poços artesianos) ou de caminhões-pipa (BRASIL, 2017).

Os padrões de qualidade da água não são os mesmos para todos os tipos de uso durante o seu consumo. Ou seja, a água destinada ao abastecimento humano possui padrões diferentes da água utilizada para recreação (balneabilidade), para irrigação ou para a indústria. Muitos acreditam que a qualidade da água é medida apenas por sua cor cristalina, porém, a água apropriada para o consumo humano deve estar também sem cheiro ou gosto, além de estar livre de bactérias e substâncias nocivas à saúde (BRASIL, 2017).

Por se tratar de um recurso de fundamental importância à vida, torna-se indispensável controlar e exigir a qualidade da água, por meio de regulamentos técnicos específicos e legislações que garantam saúde e bem-estar à população humana e animal (BIRKHEUER et al., 2017). A Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, determina que se deve realizar o controle e a vigilância da qualidade d'água destinada ao consumo humano. Ainda de acordo com essa Portaria, para a garantia da potabilidade, a água deve estar em conformidade com o padrão microbiológico e de substâncias químicas que representam riscos à saúde (BRASIL, 2017).

A potabilidade da água é avaliada por intermédio de análises laboratoriais. Tais análises correspondem a ensaios físico-químicos (cor, turbidez, condutividade elétrica, temperatura, pH, alcalinidade, dureza total, etc.) e métodos microbiológicos (coliformes totais e termotolerantes, e bactérias mesófilas aeróbias) conforme as Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) 430/2011 (Brasil, 2011) 396/2008 (Brasil, 2008) e a 357/2005 (Brasil, 2005), e também conforme a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 do Ministério da Saúde (MS) (BRASIL, 2021).

2.5.1 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS DE AVALIAÇÃO DA ÁGUA DE CONSUMO

Conforme descrito na Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, existem diversos parâmetros a serem seguidos para garantir a qualidade da água para o consumo humano (BRASIL 2021). Os principais indicadores são:

Turbidez: A turbidez pode ser compreendida como uma medida do grau de interferência à passagem da luz através da água. “A alteração à penetração da luz na água decorre da presença de material em suspensão [...]” (BRASIL, 2006). De maneira mais específica, a turbidez representa em si a transparência da água. É expressa por meio de unidades de turbidez (uT), também denominadas unidades nefelométricas (UNT). A turbidez natural da água geralmente é causada por fragmentos de argila, silte, plâncton, microrganismos e matéria orgânica e inorgânica particulada em suspensão, e podem ter sua origem natural ou antropogênica. A importância da análise da turbidez como parâmetro de avaliação do padrão de potabilidade da água é bastante aplicável e necessária, principalmente devido à simplicidade e à rapidez da determinação, além do baixo custo do equipamento – turbidímetro ou nefelômetro – utilizado nos laboratórios para a medição (LIBÂNIO, 2010; VON SPERLING, 2007). A água apresenta valores de turbidez naturais e aceitáveis mesmo para o consumo humano. Estes valores estão compreendidos na faixa de 3 a 500 uT e é inferior a 1 uT nas águas subterrâneas. Para efeitos de aceitação para o consumo humano ou para os devidos padrões de potabilidade, a PRC nº 05, de 28 de setembro de 2017 – Anexo XX, define que a turbidez da água não deve ultrapassar 5 uT. Valores maiores que este, no ponto de vista sanitário e de potabilidade, o alto teor de turbidez pode gerar riscos indiretos à saúde dos consumidores. Valores elevados de turbidez normalmente atuam como uma barreira que acaba por proteger os microrganismos patogênicos dos efeitos da desinfecção e conseqüentemente estimula o crescimento bacteriano na rede de distribuição. Portanto, a turbidez da água bruta é elencada como um dos principais parâmetros para a seleção da tecnologia de tratamento da água (BRASIL, 2006; 2011; 2017; HELLER; PÁDUA, 2006).

Cor aparente: A cor é uma característica física de aspecto totalmente estético. Quando a água acaba por apresentar alguma coloração, normalmente esta é decorrente da existência de substâncias dissolvidas no líquido, uma vez que a água potável deve ser incolor a olho nu. Quando a água adquire alguma cor, significa que está com uma quantidade muito alta de algum elemento, como o cloro, ferro e manganês, ou presença de algas. Isso nem sempre significa que a água não esteja potável, principalmente por considerarmos que o padrão de potabilidade envolve vários fatores e parâmetros. Porém, mediante presença de alguma coloração na água de consumo, os órgãos de saneamento e

tratamento devem ser acionados (BRASIL, 2017; HELLER; PÁDUA, 2006). A cor de uma amostra de água está associada ao grau de redução de intensidade que a luz sofre ao atravessá-la, devido à presença de sólidos dissolvidos, principalmente material em estado coloidal (dimensões inferiores a 1 µm) orgânico (ácidos húmicos e fúlvicos) e inorgânico (compostos de ferro e manganês e resíduos industriais). A cor aparente define-se como aquela que sofre interferência tanto das substâncias em solução quanto dos materiais em suspensão presentes na água. Já a cor verdadeira não sofre interferência das partículas suspensas na água, sendo obtida após filtração ou centrifugação da amostra (APHA, 2012; HELLER; PÁDUA, 2010). A intensidade da cor da água é determinada comparando-se a amostra com um padrão cobalto-platina e o resultado é apresentado em unidades de cor (uC) ou unidade Hazen (uH). As águas naturais geralmente apresentam intensidades de cor variando entre 0 e 200 uH, sendo que valores inferiores a 10 unidades são praticamente imperceptíveis. Para atender ao atual padrão de potabilidade, o valor máximo permitido de cor aparente é de 15 uH (BRASIL, 2006; 2011; 2017). A intensidade da cor da água também está relacionada com a concentração de carbono orgânico presente no ambiente aquático. Estes compostos orgânicos são provenientes, em maior parte, da decomposição da matéria orgânica predominantemente vegetal e do metabolismo de microrganismos presentes no solo; e, em menor parte, das atividades antrópicas. Sua importância como parâmetro de qualidade de água adquiriu relevância quando, no início da década de 70, evidenciou-se que na desinfecção de águas coloridas havia a formação de subprodutos potencialmente cancerígenos – os trihalometanos (THM) – derivados da complexação do cloro com a matéria orgânica em solução. A matéria orgânica também pode acarretar sabor e odor às águas, interferir na remoção de ferro e manganês e propiciar condições de crescimento bacteriano na rede de distribuição (LIBÂNIO, 2010; HELLER; PÁDUA, 2006).

Cloro residual livre: O cloro é adicionado à água durante o tratamento feito na estação de tratamento de água (ETA), em quantidades seguras para consumo humano, e este processo é totalmente necessário para a desinfecção da água e eliminação de microrganismos em geral. Devido ao processo de cloração e desinfecção da água, a presença do cloro na água é um indício de que esta realmente passou pelos processos de desinfecção e encontra-se apta para ser distribuída à população. O cloro é uma substância utilizada para oxidar a matéria orgânica presente na água proveniente dos mananciais e que possam aparecer ou estarem presente na rede de distribuição. Sendo assim, esse composto tem o papel de eliminar ou impedir que agentes como bactérias, vírus e protozoários patogênicos surjam e se multipliquem no percurso percorrido pela água desde a estação de tratamento até as residências, indústrias etc. (BRASIL, 2017; HELLER; PÁDUA, 2006).

Potencial hidrogênio (pH): O pH demonstra a concentração de íons hidrogênio (H^+), que tem por objetivo indicar a condição de alcalinidade, neutralidade ou acidez de um meio líquido ou da água em si, e faz parte dos parâmetros de potabilidade determinados pelo Ministério da Saúde. O pH é calculado em uma escala antilogarítmica e varia de 0 a 14. O material analisado se apresenta ácido quando o pH é menor que 7, neutro quando o pH é 7 e básico quando o pH é maior que 7. O valor do pH interfere tanto na solubilidade das substâncias, quanto na distribuição das formas livres e ionizadas dos compostos químicos em geral (BRASIL, 2006; 2011; 2017). As variações do pH podem ocorrer naturalmente, sendo causadas pela oxidação de matéria orgânica presente nos meios, dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera e pela fotossíntese, ou até mesmo com origem antropogênica, ocasionadas devido ao lançamento de efluentes domésticos e industriais em mananciais. Este parâmetro, uma vez determinado pelos padrões de análise de potabilidade é utilizado frequentemente na caracterização/avaliação das águas de abastecimento brutas e tratadas (VON SPERLING, 2007). Segundo a OMS (1995), o pH ótimo normalmente varia de acordo com a composição da água, situando-se geralmente entre os valores de 6,5 a 9,5. A PRC nº 05, de 28 de setembro de 2017 – Anexo XX, recomenda que o intervalo de pH para águas de abastecimento seja mantido na faixa entre 6,0 e 9,5, visando desta forma minimizar problemas de corrosão e incrustação no sistema de distribuição (BRASIL, 2006; 2011; 2017). Valores extremos de pH normalmente são raros e não detectados em corpos d'água e quando detectados estão geralmente relacionados à graves casos de contaminação. O pH pode gerar efeitos negativos na saúde dos consumidores. Neste contexto, existem relatos de pessoas que apresentaram irritação nos olhos, na pele e nas mucosas após serem expostos ou terem ingerido águas com valores de pH inferiores a 4 ou superiores a 11. O pH pode prejudicar, indiretamente, a saúde do consumidor ao influenciar a eficiência da desinfecção da água e o controle dos microrganismos (DI BERNARDO; SABOGAL PAZ, 2008).

Cumprido ressaltar que a PRC nº 05, de 28 de setembro de 2017 – Anexo XX engloba muitos outros parâmetros do padrão da potabilidade da água de consumo humano. Os parâmetros elencados acima são destacados como os principais. No entanto, para cada tipo de plano de amostragem, outros testes podem ser necessários. Diferentes fontes de captação da água sugerem diferentes tipos de análises e períodos. Normalmente outros parâmetros de avaliação envolvem testes como temperatura, dureza, gosto, odor, substâncias agrotóxicas, a presença de outros compostos químicos como: cianeto, chumbo, fluoreto, mercúrio, urânio, cobre, alumínio, amônia etc., a presença de cianotoxinas, substâncias radionucleares, etc (BRASIL, 2006; 2011; 2017).

2.5.2 PADRÕES MICROBIOLÓGICOS DE AVALIAÇÃO DA ÁGUA DE CONSUMO

2.5.2.1 COLIFORMES TOTAIS

Os coliformes totais são um grupo de enterobactérias capazes de fermentar a lactose, são bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos, oxidase-negativos e capazes de se desenvolver na presença de sais biliares ou agentes tensoativos. Fermentam a lactose com produção de ácido, gás e aldeído a $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24 a 48 h (DI BERNARDO; SABOGAL PAZ, 2008).

Os coliformes totais são predominantemente compostos por bactérias pertencentes aos gêneros *Escherichia*, *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*. Porém, destaca-se que a presença de espécies dos gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella* podem ser encontrados tanto nas fezes quanto no meio ambiente, principalmente em fontes de águas ricas em nutrientes, solos e materiais em decomposição, associados predominantemente à presença de matéria orgânica. Somente a presença de coliformes totais na água não indica, necessariamente, a contaminação fecal ou a ocorrência de outros agentes patogênicos (FRANCO; LANDGRAF, 2008), mas, tratando-se de padrões de potabilidade da água de consumo humano, os coliformes podem e são utilizados como indicadores da eficiência do tratamento da água e da integridade do sistema de distribuição.

Neste contexto, as águas tratadas nas ETAs não devem conter em sua composição coliformes totais. Quando estes quando são detectados na água em testes específicos, sugere-se tratamento inadequado, possível contaminação posterior ao tratamento pela própria rede de distribuição e ou sistema de armazenamento de água (caixa d'água) ou quantidade excessiva de nutrientes no corpo d'água. (OMS, 1995a; VON SPERLING, 2007).

2.5.2.2 COLIFORMES TERMOTOLERANTES

Os coliformes termotolerantes, anteriormente conhecidos como coliformes fecais, correspondem a coliformes totais que estão presentes de maneira específica no intestino e nas fezes de animais de sangue quente, podendo estes serem humanos ou outros animais. Estes organismos continuam a fermentar lactose com produção de gás, quando incubados a temperaturas de 44 a $45,5^{\circ}\text{C}$ e são considerados uma indicação mais precisa de contaminação fecal na água (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Este grupo é composto principalmente pelo gênero *Escherichia*, e em menores teores, espécies de *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Os coliformes termotolerantes, com exceção da *Escherichia coli*, também podem ser encontrados livremente no meio ambiente (FRANCO; LANDGRAF, 2008; OMS, 1995a).

O grupo dos termotolerantes se distingue dos coliformes totais devido a sua capacidade de fermentar a lactose em temperaturas mais altas e a própria resistência ao calor, tendo como principal representante *Escherichia coli*, sendo considerada o contaminante mais importante de origem exclusivamente fecal (RECHE, PITTOL& FIUZA, 2010).

Algumas espécies do grupo coliformes são utilizadas como indicadores de patógenos em testagens para determinação do padrão de potabilidade da água. E conforme mencionado anteriormente, o biodiagnóstico mais utilizado é a *E.coli* por uma série de razões que serão melhor descritas posteriormente (ZILLI et al., 2003). Estes microrganismos atuam como indicadores de contaminação fecal por habitarem naturalmente o trato intestinal de animais e serem eliminadas em grandes quantidades nas fezes (ANVISA, 2004; SILVA et al., 2006).

Os coliformes termotolerantes não são recomendados para a avaliação criteriosa de contaminação fecal da água, pois este grupo também inclui bactérias de vida livre (não patogênicas) e podem deduzir resultados divergentes em análises. Algumas pesquisas demonstram que 15% dos testes positivos para coliformes termotolerantes não estão relacionados a *Escherichia coli*, mas sim a espécies dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Estes organismos não são considerados ou utilizados para determinação de contaminação fecal, uma vez que podem ser encontrados no meio ambiente. Os coliformes termotolerantes podem facilmente serem detectados na água e à baixo custo, mas a sua utilização como indicador de contaminação fecal em águas possui aplicação secundária, especialmente em países tropicais e subtropicais nos quais os coliformes termotolerantes podem ser encontrados até mesmo em vegetações próximas aos cursos d'água (DI BERNARDO; SABOGAL PAZ, 2008).

2.5.2.3 *Escherichia coli*

Escherichia coli pertence à família Enterobacteriaceae, uma grande família de bactérias composta por aproximadamente 46 gêneros e mais de 190 espécies. Foi descrita pela primeira vez em 1885 pelo pediatra alemão Theodor Escherich com o nome de *Bacterium coli*, recebendo a

denominação atual em 1919. É a principal espécie de interesse como agente de doenças de veiculação hídrica humana dentro desta família e no grupo dos coliformes (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Como os demais agentes do grupo coliforme, são bactérias Gram-negativas e apresentam-se em forma de bacilos, geralmente móveis devido a presença de flagelos peritríquios. Além disso, as linhagens de *E. coli* podem apresentar fímbrias de adesão a determinados receptores. Algumas linhagens apresentam cápsula ou uma camada limosa em torno das células, importantes na formação de biofilmes (FRANCO; LANDGRAF, 2008) e (DI BERNARDO; SABOGAL PAZ, 2008).

Escherichia coli é uma bactéria anaeróbia facultativa, fermenta a lactose e manitol, com produção de ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ por 24 h. A fermentação de carboidratos gera a produção de gás e este é um dos principais mecanismos para sua detecção na água. Prolifera melhor em temperaturas em torno de 36°C (mesófila), mas é classificada como um coliforme termotolerante, pois consegue proliferar em cultura em temperaturas de 45°C . É uma bactéria neutrofílica, proliferando melhor em pH próximo à neutralidade, mas sobrevive em solo, na água e em alimentos ácidos por ser capaz de gerar compostos básicos a partir da degradação de aminoácidos (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Escherichia coli produz indol a partir do triptofano, é oxidase negativa, não hidrolisa a ureia e apresenta atividade das enzimas β -galactosidase e β -glucuronidase (FRANCO; LANDGRAF, 2008). É a principal bactéria do grupo dos coliformes termotolerantes, encontra-se de forma abundante nas fezes humanas e de outros animais e é o único indicador que garante a contaminação exclusivamente fecal, diferentemente dos coliformes totais e termotolerantes que também incluem bactérias de vida livre (VON SPERLING, 2007). Estas bactérias são liberadas nas fezes contaminando o solo, a água e, conseqüentemente, as plantas, os animais e os seres humanos que ocupam a mesma área ou mesmo áreas relativamente distantes. Podem se deslocar na camada de água ou ser carregadas em enxurradas ou migrar juntamente com a água de infiltração (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

O uso de *E. coli* como indicador de contaminação de origem fecal em água foi proposto em 1892 e, atualmente, é considerado o mais específico indicador de contaminação fecal recente e de eventual presença de microrganismos patogênicos. Os métodos fluorogênicos desenvolvidos recentemente tornaram rápida e simples a detecção laboratorial de *Escherichia coli*. A Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (*Environmental Protection Agency – EPA*) recomenda a utilização de *Escherichia coli* para fins de avaliação da qualidade da água ao invés da utilização dos

coliformes termotolerantes, antigamente muito usados para a qualificação da água (BRASIL, 2006; FRANCO; LANDGRAF, 2008; YOUN-JOO; BREINDENBACH, 2005).

Esta espécie bacteriana causa uma variedade de infecções em humanos como meningite em crianças, infecções urinárias, infecções de feridas e infecções gastrointestinais. Existem pelo menos seis grupos diferentes de *E. coli* enteropatogênicas (causadores de doenças gastrointestinais em humanos) que são veiculadas pela água e alimentos (BRASIL, 2006; FRANCO; LANDGRAF, 2008; YOUN-JOO; BREINDENBACH, 2005).

A detecção da presença de *E. coli* em amostras de água ou de alimentos é empregada como indicadora de contaminação fecal das amostras. Sua detecção em água tratada é um indicador de falhas na etapa de desinfecção da água para consumo ou no sistema de distribuição da água (BRASIL, 2017),

2.6 PATÓGENOS DE VEÍCULAÇÃO HÍDRICA

Através da água e do seu ciclo muitas doenças podem ser transmitidas ao homem. Estas doenças são conhecidas como “doenças de veiculação hídrica”, que ocorrem quando a água atua como veículo de resíduos químicos, radioativos e agentes patogênicos eliminados pelo homem (AYSE et al, 2014).

A água pode afetar a saúde do homem de várias maneiras, seja pela ingestão direta, na preparação de alimentos, na higiene pessoal, na agricultura, na higienização de ambientes, nos processos industriais ou mesmo durante as atividades de lazer (BRASIL, 2011).

Doenças de transmissão hídrica são desencadeadas por patógenos que se desenvolvem e são transmitidos através da água contaminada, tanto por meio da ingestão quanto em contato com a pele e mucosas do corpo humano (AYSE et al, 2014). Com elas, podem surgir diferentes tipos de sintomas característicos, estando entre os mais comuns a diarreia, dor de barriga, perda de apetite, fraqueza e febre (BRASIL, 2011).

As principais doenças de veiculação hídrica são amebíase, giardíase, gastroenterite, febre tifoide e paratifoide, hepatite infecciosa e cólera (Souza, 2019). Além disso, indiretamente, a água também está ligada à transmissão de verminoses, como esquistossomose, ascaridíase, teníase, oxiuríase e ancilostomíase (SILVA, 2011). Vetores, como o mosquito *Aedes aegypti*, que se relacionam com a água, podem ocasionar doenças como a dengue e a febre amarela (COPASA, 2020).

De acordo com Birkheuer e colaboradores (2017), por ser a substância de maior valor biológico, a água serve de veículo para vários agentes potencialmente patogênicos. Diante disso, a população deve estar atenta aos fatores que alteram negativamente a qualidade da água que consomem. Segundo Oliveira (2012), a água utilizada para consumo doméstico deve apresentar características sanitárias e toxicológicas adequadas sem a presença de microrganismos patogênicos e substâncias nocivas à saúde a fim de garantir o bem-estar da população.

Estudos estatísticos revelam que milhões de pessoas, principalmente crianças, morrem anualmente por doenças relacionadas à água no mundo todo. A OMS estima que anualmente 15 mil pessoas morram e 350 mil sejam internadas no Brasil devido a doenças ligadas ao saneamento básico (WHO, 2019; 2020).

Conforme descrito por TrataBrasil (2022) e Brasil (2022), o custo para tratamento da água e esgoto, se equivaleu a uma média de 833 milhões de reais em 2022. Nos países emergentes, devido às baixas condições de saneamento, as doenças diarreicas de veiculação hídrica, como, febre tifoide, cólera, salmonelose, shigelose e gastroenterites, poliomielite, hepatite A verminoses, amebíase e giardíase são tomadas como causa de vários surtos epidêmicos e pelo aumento das taxas de mortalidade infantil (KLAMT et al, 2021).

Segundo Rocha et al., (2010), no Brasil, mais de vinte mil crianças, com idade entre 1 e 5 anos, morreram entre os anos de 2002 e 2010. Todas estas mortes foram decorrentes de doenças de veiculação hídrica, cujos sintomas mais frequentes foram: diarreia, vômitos e consequente desnutrição acentuada. Já em 2019, na região norte do Brasil, ocorreram 42,3 mil internações decorrentes de doenças de veiculação hídrica, antecedido da região nordeste com 113,7 mil internações para a mesma faixa etária. O sul apresentou 27,7 mil internações, enquanto na região sudeste apresentou-se 61,7 internações, que geraram um gasto de R\$ 108.000,00 milhões para os cofres públicos, em um total de 273 mil hospitalizações. Mas em contrapartida, os números de óbito foram reduzidos, em 2019 registrou-se 2.734 óbitos de crianças em decorrência de doenças de veiculação hídrica. Essa diferença normalmente é atrelada a evolução do conhecimento científico e de novas estratégias para tratamento de água e esgoto (TRATA BRASIL, 2019).

Dentre os principais agentes encontrados na água e causadores de doenças, citam-se os fungos, protozoários, helmintos, além dos enterovírus e enterobactérias.

De acordo com Faia (2011), fungos são organismos heterotróficos, em sua maioria constituídos por hifas, uma estrutura que absorve nutrientes do solo. Comumente presentes na água, no solo, no ar

e em matérias orgânicas diversas. Segundo Ottoni e colaboradores (2014) os fungos mais encontrados na água correspondem a espécies patogênicas, toxigênicas e alergênicas como: *Penicillium sp.*, *Aspergillus sp.* e *Candida sp.* Ottoni et al., (2014), citam relatos feitos por Yamaguchi et al., (2007) e Nuzio e Yamaguchi (2010), aonde a presença dos agentes dos gêneros *Rhodotorula sp.*, *Cryptococcus sp.*, *Candida sp.* e *Geotrichum sp.* foram isolados a partir de amostras de água de consumo em creches. Segundo Hageskal e colaboradores (2009), os fungos se estabelecem em biofilmes, de maneira que pode lhes conferir proteção aos métodos usados no tratamento da água, permitindo-lhes a sua sobrevivência e estabelecimento no ambiente, com conseqüente reprodução e dispersão.

Segundo Cavagnoli e colaboradores (2015), as enteroparasitoses são responsáveis por múltiplas doenças cosmopolitas, relacionadas principalmente a más condições de higiene e saneamento básico, representando um risco maior para populações de baixa renda. Oliveira e colegas (2012) dizem que em grande parte dos casos, doenças se manifestam nas instituições de ensino devido às condições sanitárias do local, condições de higiene dos frequentadores etc. Franco (2007), afirma que protozoários intestinais causam várias doenças aos seres humanos, se tornando um problema de saúde pública. Estes agentes são resistentes ao ambiente e muitas das vezes ao tratamento da água. Franco (2007), também relaciona a presença destes agentes em água com fins recreacionais, inferindo um alto índice de contaminação. Outro fator que induz a presença dos patógenos é o saneamento básico escasso e em algumas situações inexistente, conforme descrito por Cavagnoli et al., (2015) e Oliveira et al., (2012).

Nas enfermidades causadas por protozoários e helmintos, os sintomas mais frequentes são gastroenterite aguda, diarreia branda ou severa, vômito, flatulência, cólica na região abdominal, perda de peso acentuada, além de vários casos assintomáticos. Os principais agentes identificados nos casos de surtos são: *Giardia duodenalis*, *Cryptosporidium spp.*, *Acanthamoeba spp.*, *Giardia lamblia* etc (FRANCO, 2007). Moura (2011) relata que espécies como *Ascaris lumbricoides*, *Trichuris trichiura* e *Enterobius vermicularis*, são amplamente distribuídos pela América Latina e que sua distribuição geográfica é diretamente relacionada com o desenvolvimento local. A presença destes helmintos induz desnutrição, anemia, diarreia aguda, obstrução intestinal branda ou grave, prurido anal e má absorção de nutrientes.

O termo enterovírus aplica-se a todos os vírus presentes no trato gastrointestinal. Os principais responsáveis por casos de enterovirose são os poliovírus, rotavírus, calcivírus, alguns adenovírus e o vírus da hepatite A. Estes agentes são transmitidos pela rota fecal-oral, uso de água e alimentos contaminado etc. A contaminação da água acontece de forma direta ou indireta, sendo eliminados

pelas fezes de pacientes portadores. A infecção por vírus, pode trazer patologias diversas ao paciente, isso acontece devido à presença e o alojamento do vírus no organismo, podendo acontecer nas células do intestino, nas células do epitélio respiratório etc (TAVARES et al., 2005). Os autores, ainda neste estudo, retratam sintomas como gastroenterites agudas, pneumonia, bronquite etc.

Ferreira e Silveira (2004), relatam que a hepatite A pode ocorrer a partir da ingestão de alimentos e água contaminados, além da água para fins recreacionais. O vírus da hepatite E tem mecanismos de infecção similares ao da hepatite A, porém, atua de maneira mais severa ao organismo hospedeiro. Alojados no fígado, relata-se sintomas como fadiga, perda de apetite, náuseas, vômitos, febre, dores abdominais etc. Neste contexto, o não tratamento adequado da água torna-se um agravante para a saúde pública, a partir do momento em que esta se torna um possível veículo transmissor de doenças entéricas virais.

Segundo Eduardo e colaboradores (2005), as enterobactérias são responsáveis por uma ampla gama de infecções em humanos e animais. Alguns destes agentes são produtores de toxinas, outros são extremamente resistentes ao meio, e sua aquisição acontece de maneiras distintas, porém observa-se uma alta taxa de infecção devido a manipulação e processamento de alimentos, de água, condições higiênicas precárias, etc. Embora agentes como *Campylobacter jejuni*, *Escherichia coli* e *Salmonella* spp., estejam associados principalmente ao consumo de produtos de origem animal, pela ingestão do alimento cru ou mal-cozido e por práticas de manipulação indevidas (EDUARDO et al., 2005), estes patógenos são detectados em água não tratada.

Segundo Nacizo e Montanhini (2011), o agente *C. jejuni* é o principal responsável por casos de gastroenterite aguda em humanos, cujos sintomas mais comuns são diarreias com sangue, dores estomacais, febre, náuseas e vômitos. Nas infecções causadas por *E. coli* enteropatogênicas, diversas enfermidades são causadas ao paciente, dentre elas dores estomacais, diarreias aquosas persistentes, diarreia sanguinolenta, febres e cólicas abdominais. *Salmonella* spp. é uma bactéria entérica responsável por diversas infecções gastrointestinais, algumas espécies possuem sorotipo patogênico ao homem e ainda pode apresentar diferenças de sintomatologia dependendo do mecanismo de patogenicidade. Presente na água, o agente pode contaminar o homem causando febre alta, quadros de diarreia, vômitos e cólicas abdominais. Raramente pode levar o paciente à óbito.

A infecção por *Salmonella* spp. é iniciada na mucosa do intestino e pode se disseminar para outros órgãos, causando infecções generalizadas (SHINORARA, 2006). *Shigella* spp., *Vibrio cholerae* e *Helicobacter pylori*, são agentes associados principalmente às más condições de higiene. Eduardo e

colaboradores (2005), relatam que estes agentes são causadores de doenças antigas e recebem uma atenção redobrada dos órgãos de saúde devido a sua capacidade de reemergência evidente.

A presença do *H. pylori* cuja família é a *Helicobacteraceae*, no intestino induz a formação de inflamação na mucosa gástrica, causando lesões como gastrite crônica, úlcera péptica e câncer gástrico. É disseminado pela água contaminada, pela rota oral-oral, fecal-oral, oral-anal etc., possui a capacidade de se multiplicar em ambientes ácidos, por isso se alojam no estômago e duodeno (KLEIN et al, 1991), (MARCHAL, 2000), (ESLICK, 2001), (SIQUEIRA et al, 2007), (FIALHO et al, 2010).

Já a shigelose causada por *Shigella* spp., é uma doença infecciosa, com sintomas como dores abdominais, cólicas, diarreia com sangue, diarreia com pus, vômitos. O principal reservatório da bactéria é o homem, sendo transmitida principalmente pela rota fecal-oral, alimentos e água contaminados. Segundo Ladeira e colaboradores (2002), a shigelose atinge principalmente crianças com idade entre um e cinco anos e idosos.

Silveira e colaboradores (2016) e Falcão e colaboradores (2007), relatam que as bactérias do gênero *Vibrio*, da família *Vibrionaceae*, também causam enfermidades em seres humanos a partir da ingestão da água contaminada.

Peixoto e colaboradores (2016), associam patologias como septicemia, meningite, celulite, ectima gangrenoso, pneumonia, peritonite, conjuntivite, úlcera de córnea, osteomielite, artrite supurativa, miosite, infecção do trato urinário e endocardite a partir da contração de bactérias do gênero *Aeromonas* da família *Aeromonadaceae*, também transmitidas pela água.

Gomes e colaboradores (1989), descreveram em seus relatos, a presença de *Legionella pneumophila* da família *Legionellaceae* na água, associado a transmissão de doenças respiratórias severas.

Em complemento, Neves e colaboradores (2011), descreve a presença de *Pseudomonas aeruginosa* da família *Pseudomonadaceae* na água, com potencial transmissão de doenças respiratórias, pneumonia grave, infecções na pele, infecções do trato urinário.

Conforme pode ser observado, são várias os gêneros, famílias e espécies diferentes que quando presentes na água representam potencial risco de transmissão de doenças.

2.7 RELATOS DE DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA OCORRIDAS EM INSTITUIÇÕES DE ENSINO

Nesti e Gouldbaum (2007), citam que ambientes que dão assistência a crianças possuem características epidemiológicas especiais por abrigarem muitas pessoas. Qualquer instituição ou estabelecimento que preste suporte a crianças, representa potencial risco de transmissão de doenças. A magnitude deste risco está diretamente relacionada à origem, distribuição e armazenamento da água assim como às características do público consumidor. Outro fator importante neste contexto são as próprias condições de saneamento básico da instituição.

Segundo Oliveira e colaboradores (2012), na maioria dos casos, doenças se manifestam nas instituições de ensino devido a condições sanitárias do local e de sua localização, podendo ser longos e de difícil controle, portanto, recomenda-se a observação e monitoramento de novos casos com atenção, uma vez em que uma intervenção precoce pode ser muito eficaz no combate e controle dessas enfermidades. A intervenção precoce aliada ao monitoramento de novos casos, pode ser alcançada através de medidas como lavagem e desinfecção periódica e apropriada dos reservatórios, manutenção da tubulação de abastecimento e troca/manutenção dos filtros dos bebedouros uma vez que estes servem como barreiras para microorganismos.

De acordo com Silva e colaboradores (2013), crianças frequentadoras de creches e quaisquer outras instituições de ensino, possuem um grande risco de contrair infecções diversas, principalmente infecções respiratórias, doenças bacterianas, hepatite A etc. Segundo os autores, as infecções diarreio gênicas estão intimamente associadas a crianças frequentadoras de instituições de ensino, sejam elas instituições públicas ou particulares, independentes da idade e ambiente. Esse tipo de doença torna-se um problema que merece muita atenção, uma vez em que pode aparecer em casos isolados ou em surtos e devido a sua incidência na população em questão, devido a disseminação a partir de pessoas assintomáticas. Estas doenças podem acontecer devido à ingestão de água contaminada, compartilhamento de alimentos, falta de higiene etc.

Tal informação é corroborada por Nesti e Goldbaum (2007), pois segundo os autores, um agente causador de doenças pode ser inserido numa instituição de ensino de acordo com a sua prevalência na população onde a mesma está inserida, relacionando os indivíduos suscetíveis a infecções, crianças portadoras de doenças assintomáticas e reservatórios comunitários. Estes mesmos autores descrevem a importância do Sistema de saneamento básico, pois, o tratamento indevido de água torna-se um grande problema de saúde já que pode afetar uma comunidade inteira.

Em um estudo feito por Cardoso (2007), no estado de Goiás, diversas cidades demonstraram elevados índices de contaminação de água em instituições de ensino da rede pública, relatando um índice de aproximadamente 29,45% de não conformidade para parâmetros microbiológicos e físico-químicos. Um significativo índice de não conformidade também foi relatado por Cardoso et al (2007), em um estudo realizado em instituições de ensino públicas de Salvador – Bahia. Nestas instituições de ensino, índice de contaminação por *E.coli* foi observado em 31% das amostras analisadas (30 amostras – 15 instituições de ensino), e também foi descrito que em 33% das amostras o teor de cloro residual livre estava abaixo do parâmetro legal, mínimo de 0,2mg/L. D'Águila e colaboradores (2020) realizaram um estudo no estado de Rio de Janeiro, em 339 instituições de ensino cujos resultados apresentaram diversas irregularidades em relação ao sistema de armazenamento da água como ausência de lavagem das caixas de água. Destas instituições de ensino, 4,7% utilizavam fontes de água bruta, o que eleva o risco de contração de doenças de veiculação hídrica.

Em 2018, Pereira e colaboradores (2019) realizaram um estudo sobre água consumida em cinco escolas localizadas na zona urbana e rural em um município no interior do Maranhão, onde realizou coletas de amostras de água em bebedouros, caixa d'água, torneiras da cozinha e copa para avaliação do padrão de potabilidade. Como resultado, em 80% (36) das amostras (45 amostras) demonstraram resultados positivos para coliformes totais, e para pesquisa de *E.coli* 19 amostras apresentaram resultado positivo e foi atribuído para essas escolas deficiência nos processos de desinfecção e limpeza dos reservatórios, filtros dos bebedouros, etc (PEREIRA, et al, 2019).

Nogueira et al. (2018) avaliaram a qualidade da água disponível para consumo aos alunos em dois bebedouros em duas escolas públicas do município de Santo Inácio do Piauí, utilizando o método COLItest® para detecção da presença/ausência de coliformes totais e *E.coli*. Os autores verificaram que água da escola com poço próprio, bem como, a escola abastecida pelo sistema regular de água do município apresentou positividade para coliformes totais. Além disso, uma escola também demonstrou resultado positivo para a pesquisa de *E.coli*.

Silva et al. (2017) utilizaram a técnica do substrato cromogênico Colilert para analisar a água fornecida em sete escolas municipais da zona urbana de Esperança/PB. Neste estudo não se detectou a presença de *E. coli* em nenhuma das amostras analisadas, mas os autores verificaram a presença de coliformes totais em duas das sete amostras de água e descrevem que esse fato pode ter ocorrido devido ao modo de abastecimento – à base de carros-pipa, em decorrência de a cidade passar por um momento de crise hídrica no período de realização da pesquisa.

Sanches e equipe (2015) avaliaram microbiologicamente água consumida por escolas na cidade de Uberaba-MG. Foram analisadas amostras de água provenientes de bebedouros e torneiras da cozinha de oito instituições de ensino infantil da rede pública municipal que atendem crianças com a faixa etária de 0 - 5 anos. As amostragens foram realizadas em períodos trimestrais compreendidos entre dezembro de 2011 e setembro de 2012, resultando em quatro coletas. Os resultados alcançados demonstraram a presença de *E. coli* e coliformes totais, acima dos valores orientados pela legislação em mais de 50% das amostras analisadas.

Brum et al. (2016) realizaram um estudo em 17 poços localizados em um bairro de Cuiabá-MT. Os autores verificaram que 97,0% das amostras analisadas apresentaram presença *E. coli*, possivelmente relacionados à proximidade das águas do aquífero freático com as fossas rudimentares que são comuns na região, indicando uma possível contaminação por esgotos domésticos.

Magalhães, Santos e Silva (2020) realizaram investigação em 08 instituições de educação infantil da microrregião do Pajeú-PE. A pesquisa de coliformes totais e termotolerantes foram realizadas através do método do substrato cromogênico definido (Colilert). Como resultado os autores observaram em todas as 16 amostras a presença de coliformes totais e 02 dessas amostras também apresentaram presença de *E.coli*. Além disso, verificaram que 06 das instituições utilizam o mesmo sistema de abastecimento alternativo, e 02 Instituições são abastecidas pela concessionária de abastecimento local. No presente estudo, verificou-se que mesmo nas escolas com fornecimento de água realizado pela Companhia Estadual de Abastecimento, houve irregularidades em relação à qualidade microbiológica da água pois, conforme Júnior et al. (2015) o tratamento da água em si não garante a manutenção da condição de potabilidade, podendo ocorrer contaminação entre o tratamento, distribuição e consumo.

Em várias instituições de ensino, a transmissão de doenças e enfermidades veiculadas pela água tornaram-se situações comuns devido aos contextos decorridos acima. Sendo assim, a vigilância e o monitoramento da qualidade da água provenientes de torneiras e bebedouros para o consumo escolar torna-se importante e deve ocorrer de maneira sistemática e contínua (SANCHES et al., 2015).

As instituições de ensino que fornecem água para seus alunos através de bebedouros, acabam propiciando uma fonte direta de contaminação, uma vez que nas escolas de ensino fundamental há crianças de faixa etária não compatível com uma maturidade relacionada a higiene pessoal desenvolvida; e é comum que durante o intervalo das atividades, algumas destas crianças, no ato de

utilizarem os sanitários, deixem alguns parâmetros de higiene inexplorados, potencializando um risco maior de transmissão (TRINDADE; SÁ-OLIVEIRA; SILVA, 2015).

2.8 SITUAÇÃO DO MUNICÍPIO DE CONTAGEM – MINAS GERAIS EM 2020

Embora o município não tenha disponibilizado mais informações sobre o contexto de suas localidades após o Atlas Escolar de 2013, o INFOSAMBAS (Informações Sobre Saneamento Básico Dos Municípios Brasileiros) divulgou um compilado de dados em 2020 (últimos dados publicados) acerca da situação geral em relação ao saneamento básico da cidade nesse ano. O texto descreve dados publicados pelo DataSUS/SIM (Sistema de Informação sobre Mortalidade) e descreve os seguintes contextos:

- 73,58% do esgoto total do município é coletado e deste montante 91,16% do esgoto coletado é tratado (SNIS, 2020);
- De 1996 a 2020, foram registradas 1.012 mortes por Doenças Relacionadas ao Saneamento Inadequado (DRSAI). Em 2020, foram registradas 64 mortes (DataSUS/SIM, 2020);
- O município declarou que não possui Política Municipal de Saneamento Básico e a Prefeitura Municipal de Contagem declarou que não possui Plano Municipal de Saneamento Básico (SNIS, 2020).

Embora a Prefeitura Municipal do Município tenha demonstrado, conforme exposto nesse estudo uma série de investimentos a partir do ano de 2006, além de uma parceria com a COPASA e o Governo do Estado de Minas Gerais para expansão do serviço de saneamento básico e considerando vários avanços que puderam ser vistos no atlas escolar de 2013, ainda é possível perceber que o município precisa avançar no contexto da expansão do serviço de saneamento básico além de ser necessário solucionar o fato que em 2020 ainda não havia sido publicado um novo plano de saneamento (última edição lançada em 2013), principalmente se considerar o crescimento do município. Por outro lado, conforme material publicado pelo SNIS, (2020), em 2020, o município já contava com abastecimento de água potável para todas as escolas rurais e urbanas, o que também contribui para um avanço significativo no quesito fornecimento de água tratada, o mesmo estudo demonstra que o número de mortes relacionadas ao saneamento básico diminuiu consideravelmente após os anos de 2008 e 2009, que é justamente quando o município começou a evoluir nesse sentido.

No montante, se considerarmos os dados publicados em 2013 e compará-los com os dados publicados em 2020, nota-se bastante crescimento no serviço de saneamento básico e fornecimento de água potável, diminuição do número de mortes relacionadas, assim como um aumento no número de escolas com esses serviços ocorrendo adequadamente, mesmo se considerarmos que o município ainda precisa avançar nesse quesito.

3. JUSTIFICATIVA

Segundo Trata Brasil (2022), a água atua como um dos principais veículos na transmissão de diversas doenças. Milhões de pessoas morreram no passado por doenças como cólera e tifo, transmitidas pela contaminação da água consumida de diversas fontes. Estes mesmos problemas continuam sendo observados atualmente, principalmente em populações econômica e socialmente mais vulneráveis do país e que residem em locais específicos, sem acesso à saneamento básico. Além disso, perfis epidemiológicos traçados entre crianças e pessoas idosas demonstram que este problema de saúde pública continua ocorrendo atualmente.

Vários patógenos como bactérias, vírus e parasitas, oriundos principalmente das excretas de homens e animais são transportados em corpos de água e podem contaminar seres humanos. Historicamente no Brasil, o aumento da expectativa de vida da população mundial se deu principalmente devido ao tratamento e desinfecção da água destinada ao abastecimento público e consumo humano e a coleta e tratamento de esgoto (GERMANO, 2011).

De acordo com Trata Brasil (2019), ainda existem números consideráveis de óbito por causa de doenças de veiculação hídrica, principalmente na região sudeste no Brasil, com casos anuais de cerca de 66 mil internações, onde apresenta-se sintomas como diarreia, vômitos e desnutrição acentuada. Este mesmo estudo ainda assegura que crianças frequentadoras de creches e instituições de ensino, ou qualquer ambiente de assistência, adoecem com maior frequência que aquelas que são cuidadas exclusivamente em domicílio.

Ambientes expostos a situações de vulnerabilidade social apresentam ainda mais riscos de transmissão de doenças de veiculação hídrica. A ausência de um sistema de saneamento básico acaba por prejudicar o sistema de reserva de água de consumo e esgotamento, aumentando o risco de transmissão e emergência de doenças relacionadas à água (CAVAGNOLI & COLABORADORES, 2015).

Portanto, torna-se necessário avaliar/investigar continuamente a qualidade microbiológica da água disponível para consumo humano, sobretudo por crianças, em instituições de ensino, determinando o potencial risco na transmissão hídrica de enteropatógenos nesses locais. Considerando o exposto, pretendeu-se avaliar as condições microbiológicas e físico-químicas da água utilizada em instituições de ensino de uma região de vulnerabilidade social em um município do Estado de Minas Gerais.

O município de estudo localiza-se na região central do estado de Minas Gerais, integrando assim a Região Metropolitana de Belo Horizonte. É o terceiro município mais populoso do estado com aproximadamente 658.580 habitantes, segundo estimativa de 2017 divulgada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Cerca de 99,1% de sua população vive em áreas urbanizadas e o restante nas demais áreas rurais do município. O fator da boa localização ajudou o município a transformar-se em um território de grandes atividades importantes como manufatureiras, e de ações voltadas para as grandes áreas de comércio e serviço (CONTAGEM, 2013)

No município existem 155 escolas de educação infantil e ensino fundamental, todas elas são administradas pela Prefeitura Municipal. Das 155 escolas foram selecionadas 20 , o que representa 13% do número total de escolas. O município é dividido em 07 regionais administrativas, e para cada uma delas selecionou-se 02 escolas em regiões mais periféricas para a avaliação, devido ao fato da existência de risco social nessas regiões, conforme determinado pelo índice de vulnerabilidade dos municípios mineiros da Fundação João Pinheiro (FJP, 2019).

4. OBJETIVO

Caracterizar o potencial risco de transmissão de doenças de veiculação hídrica em instituições de educação infantil e ensino fundamental em um município de Minas Gerais.

4.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar as instituições de ensino de educação infantil: reconhecimento do espaço e das formas de utilização de água e dos pontos de coleta.
- Determinar o padrão de potabilidade das amostras de água, conforme estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021;
- Identificar possíveis focos de matéria orgânica nos reservatórios e verificação da integridade dos sistemas de distribuição de água das instituições avaliadas por meio da contagem de bactérias heterotróficas.
- Emitir de laudos e cartaz para apresentação dos resultados encontrados e orientação sobre as doenças de veiculação hídrica.

5. MATERIAL E MÉTODOS

Foi realizado um levantamento bibliográfico sobre os principais e emergentes enteropatógenos de veiculação hídrica, caracterizando seu habitat, sintomatologia das doenças e o potencial risco de sua transmissão em instituições de ensino, além do perfil epidemiológico de crianças em instituições de ensino e as normatizações referentes à qualidade da água destinada ao consumo humano. Para esta atividade foram consultadas as bases de dados disponíveis onde selecionou-se os artigos publicados entre 1980 e 2023 e foram consideradas publicações nas línguas portuguesa, espanhola e inglesa. Para a busca foram utilizados os seguintes descritores: potabilidade da água, água para consumo humano, enteropatógenos, doenças de veiculação hídrica, coliformes, instituições de ensino.

5.1 INSTITUIÇÕES DE ENSINO UTILIZADAS NESSE ESTUDO

As instituições de educação onde ocorreram as coletas de amostras de água para a realização deste trabalho e a localização das mesmas estão descritas no Quadro 1 e Figura 3. Elas foram selecionadas de acordo com os seguintes critérios:

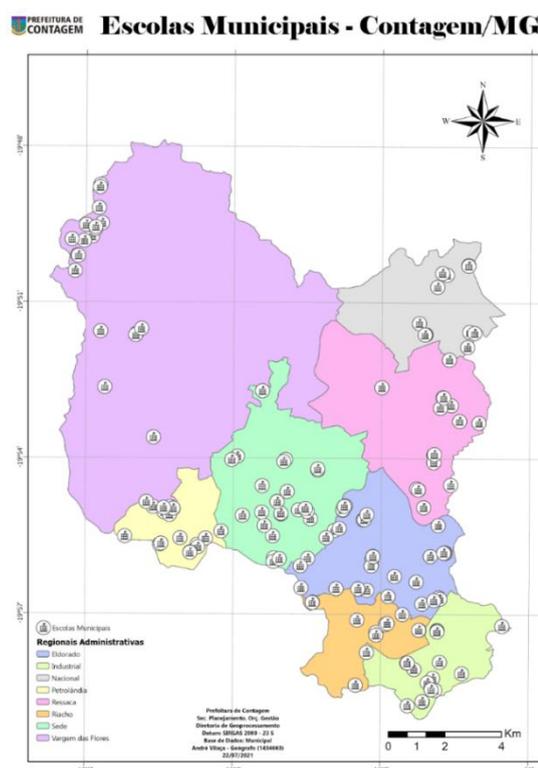
- 1- Instituições de educação infantil e Ensino fundamental (instituições de ensino municipais) de diferentes regionais administrativas do município selecionado, que atendem um total de não menos que 100 alunos;
- 2-Instituições da rede pública abastecidas por concessionária de água local e que não fazem uso de método de captação alternativa, como cisternas, poços artesianos e semiartesianos;
- 3-Instituições que atendem crianças com faixa etária entre 1 e 9 anos de ambos os sexos em tempo integral ou parcial;
- 5- Instituições que apresentam características comuns com relação à área física.

Quadro 1 - Caracterização das Instituições de Ensino - Minas Gerais

Instituições	Tipo da Instituição	Categoria da Escola	Regional
Instituição 01	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Ressaca
Instituição 02	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Riacho
Instituição 03	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Nacional
Instituição 04	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Riacho
Instituição 05	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Eldorado
Instituição 06	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Eldorado
Instituição 07	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Sede
Instituição 08	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Industrial

Instituição 09	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Eldorado
Instituição 10	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Ressaca
Instituição 11	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Sede
Instituição 12	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Eldorado
Instituição 13	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Nacional
Instituição 14	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Ressaca
Instituição 15	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Sede
Instituição 16	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Eldorado
Instituição 17	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Eldorado
Instituição 18	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Nacional
Instituição 19	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Industrial
Instituição 20	Instituição de ensino da rede pública	Municipal	Sede

Figura 3. Instituições de ensino do Município de Contagem – MG. Demonstração das instituições de ensino públicas de Contagem separadas por regionais.



Fonte: Secretaria de Planejamento, Orçamento e Gestão - Prefeitura Municipal de Contagem

5.2 COLETA E TRANSPORTE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco instituições de ensino por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta. O primeiro jato de água foi desprezado, conforme determinado pelos métodos de pesquisa da água descritos no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2023).

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021).

Em cada instituição foram coletadas um total de cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada.

As metodologias utilizadas para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2023).

5.3 PESQUISA DE COLIFORMES E *Escherichia coli*

A técnica de presença/ausência foi realizada utilizando o método de substrato cromogênico, para a detecção de bactérias do grupo Coliforme e *Escherichia coli*. O princípio do método baseia-se na capacidade desses micro-organismos, durante o seu crescimento, de metabolizar o-nitrofenil- β -D-galactopiranosídeo (ONPG) presente no substrato por meio da enzima β -galactosidase, liberando o-nitrofenol, composto que pode se apresentar na cor azul. Já a *E. coli* é capaz de metabolizar o 4-methylumbeliferil- β -D-glucuronídeo (MUG) presente no meio por meio da enzima β -glucuronidase, liberando na água um composto de cor fluorescente entre verde e amarelo, visualizado por meio de luz UV. A ausência de microrganismos na água se deu pela coloração amarelo opaco (APHA, 2023).

Foram utilizados frascos de vidro estéreis contendo 100ml de água, onde depositou-se o substrato cromogênico mencionado acima. O meio utilizado foi o ReadyCult® Coliforms 100, do Fabricante Merck KGaA. Após a deposição do meio, os frascos foram agitados para melhor dissolução do produto e em seguida foram incubados em estufa bacteriológica a $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 24 ± 2 horas. Após esse período as amostras foram analisadas.

A presença/ausência de coliformes totais e *E.coli* foi evidenciada pela coloração da água, a saber, azul para coliformes totais e azul fluorescente para *E.coli* quando exposta a luz UV com comprimento de onda de 365nm.

5.4 CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS MESÓFILAS

A contagem de bactérias heterotróficas foi realizada por meio do método de plaqueamento em profundidade (*pour plate*). Para cada ponto de coleta, foram transferidos 1 mL da amostra e 1 mL da diluição 10^{-1} , em duplicata para placas de Petri estéreis. Em seguida, adicionou-se 20 mL de ágar para contagem padrão (PCA, Acumedia), previamente fundido e mantido a 50°C até o momento do uso. Após a solidificação, as placas foram devidamente incubadas em estufa bacteriológica a $35^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ por 48 ± 2 horas. Ao final deste período, as colônias foram contadas com auxílio de um contador de colônias e a média das contagens foi multiplicado por 10 e expresso em UFC/mL.

5.5 MEDIDA DO pH, TURBIDEZ E CLORO RESIDUAL

Para análise de pH, utilizou-se um potenciômetro de bancada B474, da marca Micronal. Foram utilizadas amostras de 10 ml, mantidas à temperatura ambiente para a medição. A calibragem foi realizada antes de cada teste, seguindo a calibração do próprio equipamento com substâncias básicas e ácidas até atingir o nível calibrado e limpeza do sensor com água destilada. Para esse teste não foram realizadas duplicatas.

Nos testes de turbidez foi utilizado um turbidímetro de bancada da marca Turbiquant 1100 Merck para avaliar a turbidez (turvação) da água. Para determinação da turbidez das amostras, foi utilizado um equipamento constituído de um nefelômetro, o qual expressa os valores de turbidez da água em unidades nefelométricas (NTU), ou seja, o nefelômetro mede a quantidade de material sólido suspenso na água. A medição da turbidez é baseada principalmente no princípio da refração, absorção ou difusão de luz da amostra de água pela turbidez. O nefelômetro consta de uma fonte de luz para iluminar a amostra e um detector fotoelétrico com um dispositivo para indicar a intensidade de luz espalhada pela amostra em ângulo reto ao caminho da luz incidente. Para análise, as amostras foram transferidas para a cubeta do equipamento até completar 3/4 do volume. Em seguida a cubeta foi posicionada sobre o turbidímetro e a turbidez da amostra foi quantificada. A calibração foi realizada com a lavagem e limpeza da cubeta. Para esse teste não foram realizadas duplicatas.

O método utilizado para determinação do cloro residual livre se baseia na oxidação do N,N-dietil-p-fenilendiamina (DPD) pelo cloro, resultando em uma solução de cor rosada, com intensidade proporcional à concentração de cloro livre (Soares et al., 2016). Para medir a concentração de cloro foi utilizado um clorímetro digital. A análise baseia-se no princípio que em meio fracamente ácido, o cloro livre reage com dipropil-p-fenilenodiamina (DPD), formando um composto de coloração rósea, que é determinado fotometricamente. Para isso, foi utilizado o espectrofotômetro Spectroquant Prove 100 (Merck) e o kit Spectroquant® Chlorine Test (Merck). Resumidamente, 10 mL da amostra foram transferidos para um tubo de ensaio e em seguida adicionados uma colher de medida do reagente Cl-1 e amostra foi homogeneizada. Posteriormente a amostra foi incubada por 1 minuto e transferida para uma cubeta de 20 mm e realizada a leitura da absorbância (550 nm) da amostra no espectrofotômetro (Baird e Bridgewater, 2017).

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 ANÁLISE DOS PARÂMETROS MICROBIOLÓGICOS

6.1.1 COLIFORMES TOTAIS

A Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de *Escherichia coli* e coliformes totais para determinação da sua potabilidade. (BRASIL, 2021).

As bactérias do grupo coliformes são indicadores de higiene, enquanto *E.coli* indica contaminação fecal e a presença de organismos patogênicos na água. A presença destes microrganismos na água pode representar risco de disseminação de várias outras doenças infecciosas para o ser humano (PRITCHARD, MKANDAWIRE e O'NEILL, 2008).

Tabela 1: Resultados referentes à análise da presença/ausência em 100ml de água de coliformes totais das amostras de água dos diferentes pontos de coleta nas vinte instituições de educação infantil e ensino fundamental do município de Contagem – MG.

PONTOS DE COLETA					
Instituições	Cozinha	Bebedouro 01	Bebedouro 02	Padrão de água	Saída da caixa d'água
Instituição 01	Ausência	Ausência	Ausência	Presença	Ausência
Instituição 02	Presença	Presença	Ausência	Ausência	Ausência
Instituição 03	Ausência	Ausência	Presença	Ausência	Ausência
Instituição 04	Ausência	Presença	Presença	Ausência	Ausência
Instituição 05	Ausência	Presença	Presença	Ausência	Presença
Instituição 06	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Presença
Instituição 07	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Instituição 08	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Instituição 09	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Instituição 10	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Instituição 11	Ausência	Presença	Ausência	Ausência	Ausência
Instituição 12	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência	Ausência
Instituição 13	Presença	Ausência	Ausência	Presença	Ausência
Instituição 14	Presença	Ausência	Ausência	Presença	Ausência
Instituição 15	Ausência	Ausência	Presença	Ausência	Presença
Instituição 16	Ausência	Presença	Presença	Ausência	Presença

Instituição 17	Ausência	Presença	Presença	Ausência	Presença
Instituição 18	Ausência	Presença	Presença	Ausência	Presença
Instituição 19	Ausência	Presença	Presença	Ausência	Presença
Instituição 20	Ausência	Presença	Presença	Ausência	Presença

Conforme evidenciado na tabela 1, 28 de um total de 100 amostras (28%) apresentaram resultado positivo para presença de coliformes totais.

No entanto, conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, a presença de coliformes totais na água por si só não é um caráter de reprovação da potabilidade. Nos resultados foram demonstrados três pontos de coleta de saída do abastecimento de água com presença de coliformes totais. A portaria determina que caso a água esteja contaminada com esses microrganismos na saída do abastecimento, ou seja, na água que chega da rua, novas amostras devem ser realizadas para averiguação do sistema de distribuição. Por outro lado, ainda de acordo com a legislação, no Anexo 1 do Anexo XX, a ÁGUA TRATADA (nos sistemas de distribuição – reservatórios e rede), com abastecimento superior a 20.000 habitantes, deve apresentar ausência de coliformes totais em 95% das amostras em caso de diagnósticos pontuais, como o que foi feito neste estudo, portanto, não foram realizadas novas amostras. Das três instituições de ensino onde houve resultado positivo para coliformes totais na água da rua, em duas não houve reincidência do resultado nos demais pontos de coleta, e em uma das instituições de ensino houve presença tanto na água da rua quanto da caixa d'água, mas também não se repete nos demais pontos de coleta. Além disso, é importante considerar que a água normalmente não é um meio apropriado para o crescimento de microrganismos heterotróficos e funciona somente como um transporte para esses microrganismos, o que contribui para que haja morte durante o trajeto e faça com que a presença de coliformes totais advindos da água da rua não se multiplique e alcance outros pontos de coleta ao longo da rede de distribuição.

As amostras que demonstraram resultado positivo para presença de Coliformes Totais concentraram-se em sua maioria nos pontos: cozinha (7%), bebedouros (45%) e caixa d'água (40%), sendo estes pontos comuns de contaminação, conforme pode ser observado em outros estudos. Este fato além de evidenciar possíveis focos de contaminação no sistema de armazenamento e distribuição interno da água acaba por ratificar a necessidade da atenção a periodicidade dos programas de limpeza de caixas d'água e troca de filtros dos bebedouros e das torneiras das cozinhas, estas utilizadas comumente para água destinada ao preparo de alimentos.

Dentre as oito instituições de ensino em que ocorreu presença de coliformes totais na caixa

d'água, sete apresentaram repetição de presença nos bebedouros, o que corrobora a necessidade de uma maior atenção ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água e consequente maior atenção à manutenção dos filtros dos bebedouros, já que a água que abastece aos bebedouros é captada diretamente da caixa d'água. Já a presença na torneira da cozinha não foi detectada mediante presença na caixa d'água. Este dado demonstra a necessidade de uma atenção também aos filtros das torneiras das cozinhas, uma vez em que todas as torneiras da cozinha em que fazem coleta de água para preparação de alimentos foram colocados filtros pela prefeitura.

O resultado deste teste é similar ao encontrado por estudos realizados por Cardoso (2007), Pereira e colaboradores (2019), Nogueira et al. (2018) Silva et al. (2017), Sanches e equipe (2015), Brum et al. (2016) e Magalhães, Santos e Silva (2020) uma vez que estes autores também relataram alta prevalência de coliformes totais em pontos de coleta como caixa d'água, bebedouros e torneiras de cozinha.

Outro aspecto a se considerar a partir da mensuração de alta presença de coliformes totais nos bebedouros é justamente a criação de mecanismos e equipamentos de conscientização para o corpo dirigente das escolas da importância do monitoramento destes pontos de coleta de água e do consumo para a comunidade escolar e alunos.

Embora a presença de coliformes totais na água não seja um parâmetro reprovativo da qualidade água, sua realização é de grande importância, pois, a partir de sua constatação pode-se pesquisar a presença/ausência de *E. coli*, além disso, a presença de coliformes totais contribui para avaliação das condições higiênicas dos sistemas de distribuição e reservatórios, uma vez que não se pode avaliar somente à qualidade da água distribuída pela concessionária de abastecimento local, mas todo o sistema de reservatório e distribuição dentro das instituições de ensino que são exatamente os locais onde costuma-se ocorrer contaminação da água.

6.1.2 PESQUISA DE *Escherichia coli*

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia Coli* em amostras de 100ml de água. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros micro-organismos e potencial risco de disseminação de doenças de veiculação hídrica (BRASIL, 2021).

As amostras analisadas (n=100) estão em conformidade com a regulamentação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nestas instituições de ensino apresenta baixo risco de contaminação.

O resultado deste teste demonstrou-se superior aos realizados por Cardoso (2007), Pereira e colaboradores (2019), Nogueira et al. (2018) Silva et al. (2017), Sanches e equipe (2015), Brum et al. (2016) e Magalhães, Santos e Silva (2020) uma vez que estes demonstram resultados para presença *E. coli*.

6.1.3 CONTAGEM DE BACTÉRIAS HETEROTRÓFICAS

Para fins de avaliação das condições de higiene dos reservatórios tomou-se como referência o anexo XX da PRC ° 05 de setembro de 2017 (legislação anterior). A legislação atual (Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021), optou por desconsiderar a contagem de bactérias heterotróficas como parâmetro de potabilidade, pois, a presença destes organismos não configura um meio de se mensurar riscos, pois não são organismos patogênicos.

Conforme a legislação de 2017, a contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição, assim como a pesquisa de presença/ausência de coliformes totais (BRASIL, 2017).

A água quando enriquecida com matéria orgânica pode conter uma grande quantidade de bactérias, que por sua vez servem de alimento para protozoários, favorecendo sua presença. Os autores Regali-Seleghim, Godinho e Matsumura-Tundisni (2011), relatam que protozoários são encontrados na água doce e salgada, no solo e nos alimentos, podendo ser detectados em sua forma de vida livre ou patogênicos.

Na portaria vigente, Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, a contagem de bactérias heterotróficas não é mais exigida para avaliação do padrão de potabilidade da água de consumo, no entanto, como este processo objetiva a verificação da integridade dos sistemas de distribuição da água e permite verificar as condições de distribuição da água, bem como a eficiência no processo de limpeza dos reservatórios de água, bebedouros e possível presença de biofilmes optou-se por manter parâmetro de avaliação afim avaliar todo o sistema de distribuição dentro das instituições de ensino para correlacionar resultados (BRASIL, 2017).

Segundo Costa e convidados (2016), biofilmes são comunidades bacterianas envoltas por

substâncias, em sua maioria por exopolissacarídeo que são produzidas pelas próprias bactérias. Essas substâncias conferem a comunidade proteção contra diversos tipos de agressões externas, e temos como principais exemplos: a falta de nutrientes, antibióticos e até algum agente químico utilizado para combater bactérias. O biofilme pode se aderir a superfícies abióticas como: encanamentos, caixas d'água etc. Neste contexto, a formação de biofilmes em sistemas de distribuição de água para consumo humano constitui-se uma grande problemática tanto no âmbito de saúde pública quanto econômico, pois, alberga diversos microrganismos patogênicos (como o grupo dos coliformes) e bactérias oportunistas (como *Legionella* spp. e *Mycobacterium* spp.), e podem causar o que é chamado de biocorrosão nos sistemas de tubulação de aço inoxidável. Ressalta-se também, que, a formação de biofilmes confere proteção a essa comunidade microbiana contra antibióticos e agentes sanitizantes, como o cloro, o que dificulta seu controle e remoção.

A tabela 02 abaixo demonstra os resultados para contagem de bactérias heterotróficas:

Tabela 2: Contagem de Bactérias Heterotróficas (UFC/mL) em amostras de água de cinco diferentes pontos de coleta nas vinte instituições de ensino avaliadas (x10)

AMOSTRAS					
Instituições	Cozinha	Bebedouro 01	Bebedouro 02	Água da rua	Água direto da caixa
Instituição 01	44,5	ND	ND	ND	ND
Instituição 02	ND	ND	ND	ND	ND
Instituição 03	ND	ND	ND	ND	ND
Instituição 04	38	ND	ND	ND	ND
Instituição 05	ND	99,5	ND	ND	ND
Instituição 06	ND	5	ND	12	ND
Instituição 07	ND	5	ND	12	ND
Instituição 08	10	30	60	ND	ND
Instituição 09	ND	ND	ND	40	80
Instituição 10	77,5	ND	6,5	184,5	68
Instituição 11	359,5	44	ND	30	48
Instituição 12	238	32	11	ND	168,5
Instituição 13	ND	ND	ND	ND	ND
Instituição 14	60,5	ND	ND	ND	441
Instituição 15	2	ND	ND	21	58,5
Instituição 16	19,5	11	13	4	109
Instituição 17	ND	ND	ND	ND	ND
Instituição 18	ND	ND	ND	ND	ND
Instituição 19	253,5	ND	ND	ND	4
Instituição 20	20,5	ND	247,5	-	31

Dentre os pontos de coleta analisados (n=100), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 39 das amostras (39%), porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação anterior – PRC nº 05 de setembro de 2017 (500 UFC/mL).

A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada na maioria dos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição. No entanto, em duas instituições de ensino houve uma contagem próxima do limite permitido anteriormente (Escola 11 – cozinha: 358,5 UFC/mL) e (Escola 14 – água direto da caixa: 441 UFC/mL). Para essas duas instituições, o recomendado é uma maior atenção ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água. Nas instituições avaliadas, segundo a direção, tanto os reservatórios de água quanto os bebedouros recebem tratamento devido de limpeza e desinfecção em periodicidade semestral, vide certificados apresentados no momento da coleta das amostras. No entanto, os certificados apresentados já estavam próximos da data de vencimento. A presença de bactérias heterotróficas não foi correlacionada com a presença de coliformes totais pois a primeira se alimenta de matéria orgânica e a segunda utiliza lactose como fonte de nutrientes.

Estudos mais recentes realizados por Sanches e equipe (2015), Brum et al. (2016) Silva et al. (2017) e Nogueira et al. (2018) também demonstram resultados semelhantes a este estudo devido a verificação de prevalência de coliformes totais nos bebedouros e caixa d'água.

A instituições 06, 07 e 10 demonstram resultados em que a água direto da rua apresenta maior concentração de bactérias heterotróficas em relação aos demais pontos de coleta. Isso ocorre, conforme discorrido anteriormente, em função da água funcionar apenas como um veículo carreador desses organismos e não como um meio de cultura. Sendo assim, a quantidade de microrganismos naturalmente se extingue ao longo da rede de distribuição. Em outros pontos podem ser observadas situações ao contrário, onde a água direto da rua não apresenta presença desses microrganismos, mas demonstram presença em outros pontos ao longo da rede de distribuição, fato este que se atribui a possíveis focos de contaminação no reservatório e encanamento.

6.2 ANÁLISE DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

6.2.1 ANÁLISE DE pH

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia

de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5. A tabela 3 demonstra o resultado da medição do pH nas amostras.

Tabela 3: Resultados referentes à análise de pH das amostras de água dos diferentes pontos de coleta nas vinte instituições de ensino avaliadas

AMOSTRAS					
Instituições	Cozinha	Bebedouro 01	Bebedouro 02	Água da rua	Água direto da caixa
Instituição 01	7.20	7.37	7.21	7.19	7.40
Instituição 02	7.15	6.90	6.98	7.19	6.94
Instituição 03	6.98	6.67	7.02	6.68	6.58
Instituição 04	6.98	7.00	6.74	6.96	6.98
Instituição 05	6.84	6.98	6.80	6.94	6.97
Instituição 06	6,92	6,99	6,97	6,85	6,83
Instituição 07	6.94	6.97	7.04	6.82	6.97
Instituição 08	7.04	7.05	6.94	6.81	6.98
Instituição 09	6.82	6.89	7.03	6.93	6.98
Instituição 10	6.77	6.45	6.89	6.99	6.65
Instituição 11	6.82	6.88	7.02	6.85	6.96
Instituição 12	6.90	7.33	6.99	7.01	7.02
Instituição 13	6.73	6.78	6.78	7.03	6.91
Instituição 14	7.01	6.94	6.87	6.88	7.04
Instituição 15	6.78	6.48	6.95	6.90	7.20
Instituição 16	7.02	6.98	6.77	7.01	6.88
Instituição 17	6.84	6.98	6.80	6.94	6.97
Instituição 18	6.98	7.00	6.74	6.96	6.98
Instituição 19	6.82	6.88	7.02	6.85	6.96
Instituição 20	6,92	6,99	6,97	6,85	6,93

De acordo com as recomendações determinadas pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, as amostras analisadas (n=100), demonstram-se em conformidade com a legislação, e, portanto, aptas para o consumo humano.

Estudos mais recentes realizados por Sanches e equipe (2015), Brum et al. (2016) Silva et al. (2017) e Nogueira et al. (2018) demonstram resultados divergentes a este estudo em relação a verificação do pH. No entanto, cumpre ressaltar que a alta variação de pH em níveis aceitáveis pela

normativa (6,0 e 9,5) ocorrem em função de esta ser uma legislação a nível federal e devido ao fato que no país em diferentes regiões ocorrem naturalmente diferentes pH.

6.2.2 ANÁLISE DE TURBIDEZ

Segundo Parron e colaboradores (2011), aproximadamente 51% do abastecimento de água doce para o consumo humano no Brasil é realizado por meio de captações subterrâneas, e sua aplicação se dá através de 200.000 poços tubulares e mais de 1 milhão de poços cacimbas. O uso de água de origem subterrânea tende aumentar em massa nos próximos anos, de modo a suprir a necessidade sempre presente de água para abastecimento público (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011). A água de origem subterrânea pode apresentar em sua composição alta e diversa quantidade de material inorgânico como ferro, manganês, zinco, cálcio etc. A alta concentração destes materiais podem comprometer a qualidade da água, podendo até inviabilizar seu consumo.

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Este particulado reflete e espalha o feixe de luz, impedindo que este chegue ao detector. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Os processos erosivos dos solos fazem com que partículas dos solos sejam lançadas aos rios, aumentando sua turbidez (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

Portanto, a principal fonte de turbidez em águas é o material particulado dos solos. Neste caso, os elementos metálicos em uma amostra com elevada turbidez também tendem a apresentar concentrações mais elevadas. Isso pode ser evidenciado mediante a presença de ferro, manganês, alumínio e silício, uma vez que estes são constituintes majoritários dos solos (PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

Uma vez que se identificada a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a legislação vigente que dispõe sobre os padrões de potabilidade de água para o consumo humano, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;

A medição dos níveis de turbidez é uma ferramenta de grande importância para determinação da potabilidade e garantia de qualidade da água, a segurança dos alimentos e o cumprimento das legislações vigentes voltadas para a água (CETESB, 2016; PARRON; MUNIZ; PEREIRA, 2011).

A tabela abaixo demonstra o resultado da medição da turbidez nas amostras:

Tabela 4: Valores de Turbidez (uT) dos diferentes pontos de coleta nas vinte instituições de ensino avaliadas

AMOSTRAS					
Instituições	Cozinha	Bebedouro 01	Bebedouro 02	Água da rua	Água direto da caixa
Instituição 01	2,41	0,58	0,83	0,85	0,77
Instituição 02	1,33	0,67	0,63	3,87	0,11
Instituição 03	0,96	1,65	1,48	0,76	1,09
Instituição 04	0,69	1,11	1,04	1,06	1,47
Instituição 05	0,6	0,91	0,76	0,98	1,23
Instituição 06	0,51	0,69	0,61	0,76	0,68
Instituição 07	0,74	0,47	0,58	0,67	0,24
Instituição 08	0,7	0,66	0,72	0,93	0,96
Instituição 09	1,02	0,83	1,02	0,54	0,11
Instituição 10	0,9	1,43	0,88	1,17	0,84
Instituição 11	1,01	0,57	0,67	0,78	1,64
Instituição 12	0,61	0,93	0,63	1,5	0,61
Instituição 13	0,97	0,66	0,65	1,03	0,65
Instituição 14	0,68	0,27	0,26	1,24	0,81
Instituição 15	1,04	0,78	0,82	1,05	0,83
Instituição 16	0,25	0,32	0,34	0,94	0,89
Instituição 17	0,19	0,41	0,22	0,11	0,14
Instituição 18	0,72	0,32	0,2	0,68	1,01
Instituição 19	0,22	0,17	1,42	1,19	0,4
Instituição 20	0,29	0,55	0,77	0,38	0,18

Das amostras analisadas (n=100), 23 apresentaram índice de turbidez acima do estabelecido pela normativa. O máximo permitido é 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta. Destas 23, nove amostras demonstram resultado próximo do limite permitido pela legislação ($1,0 < uT < 1,1$). As demais apresentaram valores turbidez acima de 1,1 uT.

Os resultados de turbidez acima do máximo permitido na normativa em alguma das amostras de água encontrados em algumas instituições de ensino (Esc. 01,02,03, 04, 09, 10,11, 12, 13, 14, 15 e

19) (1,0 uT), não foram acompanhados de alterações na medição do pH, uma vez que todas as amostras analisadas para este parâmetro expressaram resultados dentro dos limites esperados. Porém, em relação ao cloro residual a alta turbidez tem grande relação, pois o cloro residual se degrada na presença de matéria orgânica, e conforme demonstrado, em três instituições de ensino houve relação entre valores altos de turbidez e baixo cloro residual. As instituições que apresentam esses aspectos foram: esc.01 – água da torneira da cozinha (2,10 uT e 0,15 mg/L de cloro residual); esc. 03 – água direto da rua (3,87 uT e 0,81 mg/L de cloro residual) e esc.04 – água do bebedouro (1,0 uT e 0,17 mg/L de cloro residual).

Em relação aos testes microbiológicos, não há relação entre os valores de turbidez acima do estabelecido, pois, a turbidez não apresenta relação com a presença de coliformes totais e *E. coli* (importância nutricional inexistente), e para contagem de bactérias heterotróficas, mesmo consumidores de matéria orgânica, a carga microbiana se apresentou muito baixa.

A escola 11 foi a que demonstrou maior número de contagem para bactérias heterotróficas na amostra de água da cozinha (359,5 UFC/mL), no entanto para essa escola, os valores encontrados de turbidez estão dentro do esperado pela legislação. Conforme descrito na literatura, a turbidez da água indica a presença de partículas não dissolvidas, inclusive a presença de matéria orgânica que favorece o crescimento de bactérias heterotróficas, no entanto os resultados não se correlacionaram entre as mostras analisadas neste estudo.

Portanto, os valores de turbidez encontrados acima do permitido pela legislação não parecem ter relação com os demais testes realizados e precisam ser averiguados quanto à sua origem. Os níveis não permitidos de turbidez podem ter ocorrido em função de alta concentração de matéria orgânica na rede de distribuição, uma vez em que a COPASA já trata a turbidez antes da distribuição. Além disso, segundo a legislação, conforme descrito no Anexo 2 do Anexo XX, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede), ou seja, todos os valores encontrados respondem à legislação.

Estudos realizados por Silva et al. (2017) e Nogueira et al. (2018) demonstram relações entre a presença de alta turbidez e baixa carga de cloro residual, demonstrando assim resultados semelhantes a este estudo corroborando com os resultados aqui descritos.

6.4.2 ANÁLISE DE CLORO RESIDUAL LIVRE

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio³ com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. Essa desinfecção é realizada para garantir que a água esteja livre de micro-organismos patogênicos, que podem disseminar uma série de doenças (BRASIL, 2017; HELLER; PÁDUA, 2010).

A desinfecção ocorre por meio da oxidação da matéria orgânica presente na água, na ausência dessa matéria, microrganismos não crescem e não se multiplicam. Além disso a cloração é importante para eliminar grande parte de microrganismos patogênicos como *Escherichia coli*, e micro-organismos oportunistas como agentes do gênero *Legionella* (BRASIL, 2017; HELLER; PÁDUA, 2010).

A cloração da água pode ocorrer em duas etapas:

- No início do tratamento para que ocorra a oxidação da matéria orgânica decorrente dos mananciais. Este processo acaba por eliminar a cor, turbidez e outros compostos. Ao final deste processo, a concentração de cloro reduz quase que 100%;
- Na última etapa do tratamento para que a água possa sair da estação de tratamento com a garantia que chegará aos estabelecimentos e residência ainda potável, mesmo perpassando por tubulações. Neste processo o cloro é reduzido até que esteja num nível adequado para consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre um teor mínimo de 0,2 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 5 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição (reservatório e rede). No entanto, a legislação indica que a água fornecida tenha um teor de 0,5 mg/L para maior segurança dos consumidores, porém, como o cloro é um material volátil ainda é aceitável pela legislação que haja distribuição contendo somente o teor de manutenção obrigatório de 0,2 mg/L (BRASIL, 2017). É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em

³ Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana (BRASIL, 2017). A tabela 5 demonstra o resultado da medição do cloro residual livre nas amostras:

Tabela 5: Valores de Cloro Residual Livre (mg/L) dos diferentes pontos de coleta nas vinte instituições de ensino avaliadas

AMOSTRAS					
Instituições	Cozinha	Bebedouro 01	Bebedouro 02	Água da rua	Água direto da caixa
Instituição 01	0,15	0,13	0,65	0,86	0,25
Instituição 02	0,09	0,14	0,15	1,00	0,11
Instituição 03	0,40	0,11	0,74	0,81	0,11
Instituição 04	0,82	0,15	0,17	0,64	0,34
Instituição 05	0,18	0,14	0,24	0,56	0,42
Instituição 06	0,86	0,88	0,82	1,03	0,39
Instituição 07	0,14	0,11	0,15	0,95	0,69
Instituição 08	0,59	0,23	0,26	0,74	0,13
Instituição 09	0,64	0,17	0,40	0,52	0,31
Instituição 10	0,12	0,37	0,38	0,47	0,24
Instituição 11	0,14	1,19	1,17	0,22	0,50
Instituição 12	0,70	1,26	0,53	0,28	1,34
Instituição 13	0,82	0,32	0,95	0,53	0,95
Instituição 14	0,23	1,00	0,93	1,25	0,52
Instituição 15	0,17	0,46	0,23	0,82	1,25
Instituição 16	1,00	0,77	0,92	1,36	1,28
Instituição 17	0,53	0,83	0,84	0,94	0,88
Instituição 18	1,15	0,76	0,80	1,39	0,85
Instituição 19	0,73	0,69	0,70	0,16	0,70
Instituição 20	0,74	0,65	0,67	1,34	0,71

Das amostras analisadas (n=100), 21% (21 amostras) apresentaram nível de cloro residual menor que o teor mínimo de 0,2mg/L de manutenção estabelecido pela legislação. No mesmo contexto, 18% (18 amostras), apresentaram teor entre 0,2mg/L e 0,5mg/L e podem ser consideradas para consumo de acordo com a legislação. As demais 61 amostras encontram-se dentro dos parâmetros estabelecidos e não representam risco de saúde.

Das 21 amostras com teor de cloro residual abaixo do mínimo exigido pela legislação, 20 estão em pontos distantes da rede de distribuição (água da rua). Conforme o autor Salgado (2008), os pontos

mais distantes da rede têm uma perda natural dos teores de cloro residual em função da volatilidade e decomposição do produto. São muitos os fatores que contribuem para o decaimento de cloro residual livre em um sistema de água para consumo humano. Isso ocorre devido à alta reatividade do cloro com inúmeras substâncias orgânicas e inorgânicas, inclusive os elementos metálicos em tubulações, diminuindo assim a sua ação residual. Outro fator que interfere na concentração de cloro residual livre, é o aumento de temperatura, uma vez que, contribuí para a volatilização do produto.

Sanches e equipe (2015), Brum et al. (2016) Silva et al. (2017) e Nogueira et al. (2018) também observaram valores de cloro residual livre abaixo do esperado ao longo da rede de distribuição, algo que corrobora com Salgado (2018) sobre o potencial fator de degradação natural do cloro residual ao longo da rede.

O baixo nível de cloro residual na água tratada contribui para eventual contaminação microbiológica, no entanto, somente em 03 instituições de ensino houve relação entre a presença de coliformes totais e baixo cloro residual na água (esc. 01: água da cozinha e bebedouros; esc. 04: bebedouros; esc.05: bebedouro). Os demais pontos de coleta com baixo teor de cloro residual não ocorreu a presença de coliformes totais, e no montante, a presença de bactérias heterotróficas foi baixa na grande maioria, e ainda sim todos dentro do limite máximo permitido pela legislação, mesmo entendendo que a presença elevada de turbidez pode inferir a presença de matéria orgânica que contribui para o crescimento de bactérias heterotróficas. Também cumpre ressaltar que as 03 instituições de ensino com incidência de baixo teor de cloro e presença de coliformes totais não demonstrou a existência destes em outros pontos de coleta, e como os casos de presença se concentram entre bebedouros e torneira da água da cozinha, foi recomendado as instituições de ensino que tenham maior atenção ao programa de limpeza e desinfecção dos bebedouros, assim como à troca do filtro dos equipamentos.

Ademais, conforme já mencionado, ressalta-se que em três instituições de ensino houve relação entre valores altos de turbidez e baixo cloro residual, que ocorre devido ao fato de o cloro residual ser degradado na presença de matéria orgânica (turbidez). As instituições que apresentam esses aspectos foram: esc.01 – água da torneira da cozinha (2,10 uT e 0,15 mg/L de cloro residual); esc. 03 – água direto da rua (3,87 uT e 0,81 mg/L de cloro residual) e esc.04 – água do bebedouro (1,0 uT e 0,17 mg/L de cloro residual), algo semelhante em estudos realizados por autores citados anteriormente na avaliação da turbidez.

No montante das análises realizadas (n=100) para parâmetros microbiológicos de presença/ausência de coliformes totais, *E. coli*, bactérias heterotróficas, e parâmetros físico-químicos (pH, turbidez e cloro residual), os resultados demonstraram-se como satisfatórios, uma vez que respondem às determinações da legislação brasileira vigente - Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, principalmente por este estudo ter se tratado de um diagnóstico pontual e não envolver padrões longos de amostragem. O resultado das análises microbiológicas das amostras demonstra que os pontos atenderam os padrões de potabilidade com determinadas ressalvas quanto à atenção ao programa de limpeza e desinfecção das caixas d'água e manutenção dos filtros dos bebedouros e torneiras. Os testes físico-químicos também demonstraram resultados satisfatórios e em conformidade com a legislação, sendo assim, a água das 20 instituições de ensino avaliadas pode ser considerada como apta para consumo humano. No entanto devido a presença de coliformes totais em 28 das 100 amostras avaliadas, foi sugerido para as instituições de ensino uma maior atenção aos programas de manutenção da caixa d'água e bebedouros, conforme mencionado anteriormente, principalmente por serem pontos críticos de contaminação em geral. Ao final do estudo, um laudo técnico foi enviado a cada escola com os resultados e a interpretação destes, e recomendações para manutenção do padrão de qualidade da água, além de um cartaz para ser fixado na escola e para distribuição entre alunos e profissionais, alertando para a importância de se consumir água potável para a manutenção da saúde, e também demonstrando os resultados obtidos nas análises.

Conforme demonstrado na revisão de literatura, diferentes regiões do país apresentam resultados semelhantes no que tange à avaliação da água de consumo em instituições de ensino o que corrobora com a necessidade sistemática de manutenção da caixa d'água e dos bebedouros, principalmente por serem a principal forma de abastecimento de água para alunos durante o tempo passado no ambiente escolar. Em outros estados analisados como Goiás, Rio de Janeiro, Bahia, Piauí, e até mesmo na cidade de Uberaba em Minas Gerais foram detectadas presença de *E. coli*, caso este que não ocorreu neste estudo e contribui para afirmativas em relação a qualidade da água abastecida pela COPASA (colocar o nome da empresa por extenso), responsável pelo tratamento de água e esgoto em Minas Gerais, o que acaba por ser um contexto positivo. No entanto, cabe destacar, conforme descrito nesse estudo que a Prefeitura Municipal do Município de Contagem (município de estudo) tem investido valores altamente consideráveis em ações de saneamento básico, principalmente pelo fato de que essa cidade possui muitas regiões em áreas rurais, onde até poucos anos atrás esse serviço básico de tratamento de água e esgotamento sanitário era precário em relação a demais localidades do município.

Cumpramos ressaltar que o padrão de potabilidade da água deve ser avaliado de maneira constante e sistemática, seja pelos órgãos públicos ou pelos prestadores de serviço do abastecimento de água, no entanto, este estudo cumpriu seu propósito de fazer um diagnóstico pontual. Os resultados obtidos foram satisfatórios e podem ser utilizados como base para estudos e avaliação da água ofertada no município, principalmente se consideramos que a área total é abastecida pela mesma concessionária de tratamento de água e esgoto.

7. CONCLUSÃO

No momento em que foram coletadas e analisadas, as águas consumidas nas instituições de educação infantil e ensino fundamental do município de Contagem MG atendiam ao padrão de potabilidade, representando baixo risco de transmissão de enteropatógenos.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A. G.; ATAIDE, C. D.; SILVA, J. X. Análise microbiológica de coliformes totais e termotolerantes em água de bebedouros de um parque público de Brasília, Distrito Federal. *Revista de Divulgação Científica Sena Aires, Bahia*, v. 7, n. 1, p: 12-17, 2018.

ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária). 2004.

Ministério da Saúde, Brasil. Resolução nº 518, 25 de março de 2004. ANVISA (Brasil) Ministério da Saúde. Agência Nacional e Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 54, 15 de junho de 2000.

APHA (*American Public Health Association*). *Standard Methods for the examination of the water and wastewater*. 23 Th Ed. Washington: merican Water Works Association, Water Environment Federation, 2018.

APHA (*American Public Health Association*). *Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water*. 22nd Edition. Merican Water Works Association, Water Environment Federation, 2012.

ARTHINGTON, A. H.; TICKNER, D.; MCCLAIN, M. E.; ACREMAN, M. C.; ANDERSON, E. P.; BABU, S.; DICKENS, C. W. S.; HORNE, A. C.; KAUSHAL, N., MONK, W. A.; O'BRIEN, G. C.; OLDEN, J. D.; OPPERMAN, J. J.; OWUSU, A. G.; POFF, N.; RICHTER, B. D.; SALINAZ-RODIGUES, S. A.; MBALE, B. S.; THARME, R. E.; YARNELL, S. M. *Accelerating environmental flow implementation to bend the curve of global freshwater biodiversity loss*. *Rev. Environ - Environmental Reviews*, Ottawa, Ontario, Canada v.1, n. 27, 2023.

AYSE, E.; GRUBER, J. S.; COLFORD, J. M. J. *Water Distribution System Deficiencies and Gastrointestinal Illness: A Systematic Review and Meta-Analysis*. *Revista Environmental Health Perspectives*, v. 122 n. 7, jul/2014.

BARTA, R. L.; SILVA, J. A. G.; DARONCO, C. R.; PRETTO, C.; STUMM, E. M. F.; COLET, C. F. Qualidade da água para consumo humano no Brasil: revisão integrativa da literatura. *Revista Vigilância Sanitária em Debate*, Rio Grande do Sul, v. .4, p. 74-85, 2021.

BASTOS, R. K. X.; FILHO, B, C.; CHERNICHARO, C. A. L.; NETO, C. O. A.; JURGENSEN, D.; JORDÃO, E. P.; LAPOLI, F. R.; MELO, H. N. S.; SANTOS, L. F.; MONTEGGIA, L. O.; SPERLING, M, V.; HASSEMER, M. E. N.; KATO, M. T.; CARTAXO, M. F. S.; AISSE, M. M.; BEVILAQUA, P. F.; SOBRINHO, P. A.; KELLER, R.; GONÇALVES, R. F. G; FIGUEIREDO, R. F.; STEFANUTTI, R.; PIVELI, R. P.; LUCCA, S. J.; SANT'ANA, T. D. C.; SILVA, V. P. Abordagem sanitário-epidemiológica do tratamento e da qualidade parasitológica da água: entre o desejável e o possível. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21., 2001, João Pessoa, PB. Anais. João Pessoa: ABES, 2001.

BEVILACQUA, P. D.; CARMO, R. F.; MELO, C. M.; BASTOS, R. K. X.; OLVEIRA, D. C.; SOARES, A. C. C.; OLIVEIRA, J. F. Vigilância da qualidade da água para consumo humano no

âmbito municipal: contornos, desafios e possibilidades. Revista Saúde e Sociedade. São Paulo, v. 23, n. 2, 2014.

BIRKHEUER, C. F.; ARAUJO, J.; REMPEL, C.; MACIEL, M. J. Qualidade físico-química e microbiológica da água de consumo humano e animal do Brasil: análise sistemática. Revista Caderno Pedagógico, Lajeado, v. 14, n. 1, p. 134-145, 2017.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Meio Ambiente. Instrução Normativa SDA nº 62 DE 26/08/2003. Dispõe sobre os métodos analíticos oficiais para análises microbiológicas para controle de produtos de origem animal e água. Diário Oficial da União, Brasília, 26 de agosto de 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Meio Ambiente. Lei no 11.445 de 05 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Diário Oficial da União, Brasília, 05 de janeiro de 2003.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2010. Sistema Nacional de Informações sobre o Saneamento. Brasília: Ministério da Saúde, 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Decreto Nº 79.367, de 09 de março de 1977. Dispõe sobre normas e o padrão de potabilidade de água e da outras providências. Brasília: Ministério da Saúde, 1977.

BRASIL. Ministério da Saúde. Instrução Normativa n.º 01, de 7 de março de 2005. Regulamenta a Portaria n.º 1.172/2004/GM, no que se refere às competências da União, estados, municípios e Distrito Federal na área de vigilância em saúde ambiental. Diário Oficial da União, Brasília: 22 fev. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de consolidação PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017, Anexo XX. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 14 de dezembro de 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 12 de dezembro de 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. 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. Diário Oficial da União, Brasília, 04 de maio de 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 36/MS/GM, de 19 de janeiro de 1990. Aprova normas e o padrão de Potabilidade da Água destinada ao consumo humano. Diário Oficial da União, Brasília, 19 de janeiro 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria N° 2.914, de 12 de Dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília: 12 dez, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Programa Nacional de Vigilância Ambiental em Saúde Relacionada à Qualidade da Água para Consumo Humano. Secretaria de Vigilância em Saúde. Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, Brasília, 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Saúde Ambiental: guia básico para a construção de indicadores. Brasília: Ministério da Saúde, 2011.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua). Base de Dados. Brasília, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano. Secretaria de Vigilância em Saúde. Brasília: Ministério da Saúde, 2006.

BRASIL. Ministério das Cidades. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Painel de Informações sobre Saneamento. Brasília: Ministério das Cidades, 2020.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH. Ministério do Desenvolvimento Regional. Agência Nacional das Águas. Diário Oficial da União, Brasília, 2019.

BRITO, P, N, F. Qualidade da água de abastecimento em comunidades rurais de várzea do Baixo Rio Amazonas. 2013. 50p. Monografia (Bacharel em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Amapá, Macapá, 2013.

CABRAL, L, N.; ARAUJO, M, S. Qualidade da água em áreas rurais: análise bacteriológica e físico-química das águas dos tanques de pedra das comunidades KM 21 (Campina Grande) e Pedra Redonda (Pocinhos). Revista Brasileira de Geografia Física v.09, n.06, nov, 2016.

CAMELLO, T. C.; ALMEIDA, J. R.; GARCIA, V. S.; ARAUJO, S. B. Gestão e vigilância em saúde ambiental. Rio de Janeiro: Thex; 2009.

CARDOSO, R. C. V.; ALMEIDA, R.; GUIMARÃES, A. G. Qualidade da água utilizada em instituições de ensino atendidas pelo Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE), em Salvador-BA. Revista do Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, v. 66, n. 3, p. 08-116, 2007.

CARVALHO, L. Bioindicadores da assembleia de peixes de riachos submetidos a diferentes condições de conservação na região metropolitana de município de Londrina/PR. UTFPR. Londrina/PR. TCC. 2015.

CAVAGNOLLI, N. I.; CAMELLO, J. T.; TESSER, S.; POETA, J.; RODRIGUES, A. D. Prevalência de enteroparasitoses e análise socioeconômico de escolares em Flores da Cunha – RS. Revista Patologia Tropical, Caxias do Sul, v. 44, n. 3, p. 312-322, jul/set, 2015.

CONSTANZO, L. S. Fisiologia. Editora Elsevier; 4ª edição, fev, 2018.

CONTAGEM. Atlas Escolar, histórico, geográfico e cultural. Contagem, outubro, 2013.

COPASA - Companhia de Saneamento de Minas Gerais. Água não tratada é porta aberta para várias doenças, 2020.

COSTA, K. A. D.; FERENZ, M.; SILVEIRA, S. M.; MILLEZI, A. F. Formação de biofilmes bacterianos em diferentes superfícies de indústrias de alimentos. Rev. Inst. Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 71, n. 2, p. 75-82, abr/jun, 2016.

CURY, J. A.; PERES, M. A.; FRAZÃO, P. Qualidade da água para consumo humano e concentração de fluoreto. Revista de Saúde Pública, São Paulo, v.72, n.4, p.110-220, jan, 2011.

D'ÁGUILA, P. S.; ROQUE, O. C. C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P. Avaliação da qualidade de água para abastecimento público do Município de Nova Iguaçu. Cad. Saúde Pública, v.16, n.3, p.791-798, 2000.

DANIEL, L. A. Processos de desinfecção e desinfetantes alternativos na produção de água potável. São Carlos: Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB, 2001.

DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde/Ministério da Saúde. Informações de Saúde. Sistema de Informação de Atenção Básica - Situação de Saneamento, 2017.

DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde/Ministério da Saúde. Informações de Saúde. Sistema de Informação de Atenção Básica - Situação de Saneamento, 2021.

DI BERNADO, L.; SABOGAL, L. P. S. Seleção de Tecnologias de Tratamento de Água. São Paulo: Editoria LdiBe, 2008.

EDUARDO, A. V.; SZUKI, M. B. P.; MADALOSSO, E.; CÉSAR, G.; SILVA, M. L. V.; CORREA, M, C. Principais doenças emergentes e reemergentes – Atualização e perspectivas. DDT HA. III Simpósio Internacional de Vigilância das Doenças de transmissão hídrica e alimentar. Centro de Convenções de Rebouças, São Paulo, 21/11/2005.

ESLICK, G. Sexual transmission of *Helicobacter pylori* via oral anal intercourse. Int. J. Std. Aids, v. 13, n.1, p. 7-11, 2001.

FAIA, A. M. Isolamento e identificação de fungos filamentosos e leveduras em alguns pontos de uma rede de distribuição de água. Dissertação apresentada para obtenção de título de mestre em Biologia Celular e Biotecnologia, da universidade de Lisboa. N. p. 52, 2011.

FALCÃO, J. P.; GIBOTTI, A. A.; CAMPIONI, F.; FALCÃO, D. P. *Plesiomonas shigelloides*: um enteropatógeno emergente? Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada, Ribeirão Preto, v. 28, n. 2, p.141-151, 2007.

FERREIRA, C. T.; SILVEIRA, T. R. Hepatites virais: Aspectos da epidemiologia e da prevenção. Revista Brasileira de Epidemiologia, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 474-483, set, 2004.

FIALHO, A. M. N.; BRAGA, A. B. C.; NETO, M. B. B.; CARNEIRO, J. G.; ROCHA, A. M. C.; RODRIGUES, M. N.; QUEIROZ, D. M. M.; BRAGA, L. L. B. C. *Younger siblings play a major role in Helicobacter pylori transmission among children from a low-income community in the Northeast of Brazil. Helicobacter*, v. 15, p. 492-496, 2010.

FOLETO, E. M.; BENETTI, M. L. Perspectivas Do Pagamento Por Serviços Ambientais E Exemplos De Caso No Brasil. Revista de Estudos Ambientais. Blumenal, v. 13, n. 1, p. 6-17, jun. 2011.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. (Ed.). Microbiologia dos alimentos. São Paulo: Atheneu, 2008. cap. 3, p. 27-32.

FRANCO, R. M. B. Protozoários de veiculação hídrica: relevância em saúde pública. Revista Panam Infectol, Pará, v.9, n.1, p.36-46, jun, 2006.

FREITAS M, B.; FREITAS C, M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano: desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saúde. Revista Ciências & Saúde Coletiva. Rio de Janeiro, v. 10, n. 04, 2005.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Índice de vulnerabilidade mineira. Vulnerabilidade e condições de vida. Diretoria de Estatística e Informações (DIREI). Minas Gerais, 2019.

GERMANO, P, M, L.; GERMANO, M, I, S. Higiene e vigilância sanitária de alimentos, São Paulo, dezembro, 2011.

GOMES, A. M.; BITTAR, O. J. N. V.; FERNANDES, A. D. Sustainability in health: water and its consumption. Revista de Gestão em Sistemas de Saúde – Rio Grande do Sul. V.5, n. 1, 2016. 2016.

GOMES, J. C. P.; MAZIERI, N. A. O.; GODOY, C. V. F.; ROCHA, A. S. *Legionella pneumophila* associada a insuficiência respiratória aguda, primeiro isolamento no Brasil. Revista Inst. Med. Trop, São Paulo, v. 31, n. 6, p. 368-376, 1989.

GRASSI, M, T. As águas do planeta terra. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola. Edição

especial, maio 2001.

HAGESKAL, G.; SKAAR, I.; LIMA, N. *The Study of fungi in drinking water. Revista Mycological Research*, Inglaterra, v. 2, n. 3, p. 165-172, 2008.

HELLER, L.; PÁDUA, V. L. *Abastecimento de Água para Consumo Humano*. Editora UFMG, 1ª edição, 2006.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Censo Agropecuário de 2017*. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. *Contas econômicas ambientais da água: Brasil: 2013 – 2017*. Rio de Janeiro: IBGE, 2017.

INSTITUTO TRATA BRASIL. *Marco Legal do Saneamento*, 2022.

INSTITUTO TRATA BRASIL. *Painel Saneamento Brasil*, 2019.

JOSÉ, P. A. *Contagem – Um Marco no Desenvolvimento Urbano*. Caderno 3. BIS Editora Ltda. Maio, 2013.

KLAMT, R. A.; COSTA, A. B.; GAEDKE, M. A.; LOBO E. A. *Drinking water quality indices: a systematic review*. *Rev. Ambient. Água*, Taubaté, São Paulo, vol. 16 n. 2, 2021.

KLEIN, P. D.; GRAHAM, D.Y.; GAILLOUR, G. L. *Water source as risk factor for Helicobacter pylori infection in Peruvian children*. *Lancet*, 337(8756): 1503-6, 1991.

LEONETI, A. B.; PRADO, E. L.; OLIVEIRA, S. V. W. B. *Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI*. *Revista de Administração Pública*, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p. 331-348, 2011.

LIBÂNIO, M. *Fundamentos de qualidade e tratamento de água*. 3. ed. Campinas: Átomo; 2010.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. P. *Introdução à hidrogeografia*. São Paulo: Cengage Learning, 2013. 178 p.

MARSHALL, B. J. *Helicobacter pylori in the year 2000*. *Helicobacter pylori Foundation*, p. 1-9, 2000.

MINÉ, J, C.; ROSA, J, A. *Frequency of Blastocystis hominis and other intestinal parasites in stool samples examined at the Parasitology Laboratory of the Scholl of Pharmaceutical Sciences at the São Paulo State University, Araraquara*. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.*, v. 41, n. 6, p. 565-569, 2008.

MOTTA, M.B.; NEUMANN, E. *Hazard assessment and categorization of microbiological risk in a water treatment and distribution system located in a municipality in the interior of Minas Gerais, Brazil*. Revista Ambiente e Água, vol. 15, n. 3, e2450, Taubaté, 2020.

MOURA, A. C.; AVELAR, D. M. Enteroparasitos em manipuladores de alimentos de algumas instituições de ensino públicas das cidades de Luz e Dorés do Indaiá, Minas Gerais, Brasil. Revista Science in Health, Cruzeiro do Sul, v.4, n.3, p.138-46, set, 2011.

NARCIZO, D. K.; MONTANHINI, M. T. M. Ocorrência de *Campylobacter jejuni* em leite cru e pasteurizado comercializado em Curitiba, estado do Paraná, Brasil. Revista Inst. Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 69, n. 5, p.341-447, set-out, 2014.

NESTI, M. M.; GOULDBAUM, M. As creches e pré-instituições de ensino e as doenças transmissíveis. Revista Jornal da Pediatria, Rio de Janeiro, v.83, n.4, p.229-312, dez, 2016.

NEVES, P. R.; MAMIZUKA, E. M.; LEVY, C. E.; LINCOPAN, N. *Pseudomonas aeruginosa* multiresistente: um problema endêmico no Brasil. Revista Brasileira Patologia Laboratorial, São Paulo, v. 47, n. 4, p. 409-420, ago, 2011.

NEVES-SILVA, P.; HELLER, L. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. Revista Ciênc. saúde coletiva. São Paulo, v. 21, n.6, 2016.

OLIVEIRA, A. F. C. S.; OLIVEIRA, A. S.; GOMES, A. P.; SIQUEIRA-BATISTA, R.; HONDA, E. R.; SILVA, C. C.; OLIVEIRA, L. L.; SILVA, E. A. M.; PAULA, S. O. Investigação de surto de hepatite A no Município de Ibiracatu, Estado de Minas Gerais, Brasil, 2008. Revista Epidemiol. Saúd. Serv, Brasília, v. 21, n. 4, p.627-634, out/dez, 2012.

OTTONI, L. C.; YAMAGUCHI, N.; OYAMA, J.; YAMAGUCHI, M. Ocorrência de fungos em água para consumo humano. Revista Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 10, n. 18, p. 26-24, 2014.

PADUA, V. L. Desenvolvimento e otimização de tecnologias de tratamento de águas para abastecimento público, que estejam poluídas com microrganismos, toxinas e microcontaminantes. Rio de Janeiro: ABES, 2009.

PARRON, L. M.; MUNIZ, D. H. F.; PEREIRA, C. M. Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água. Parana: Embrapa Florestas, ago. 2011.

PEDRAZA, D. F.; QUEIROZ, D.; SALES, M. C. Doenças infecciosas em crianças pré-escolares brasileiras assistidas em creches. Revista Ciênc. Saúde coletiva, v.19, n.2, p.511-528, 2014.

PEIXOTO, L. J. S.; SÁ, M. C. A.; GORDIANO, L. A.; COSTA, M. M. *Aeromonas* spp.: Fatores de virulência e perfis de resistência a antimicrobianos e metais pesados. Revista Arq. Inst. Biol, São Paulo, v.79, n. 3, p. 453-461, jul/set, 2012.

- PRITCHARD, M.; MKANDAWIRE, T.; O'NEILL, J. G. *Assesment of groundwater quality in shallow wells within the southern districts of Malawi*. Phys. Chem. Earth, v. 33, p.8–13, 2008.
- RECHE, M. H. L. R.; PITTOL, M.; FIUZA, L. M. Bactérias e bioindicadores de qualidade de águas de ecossistemas orizícolas da região Sul do Brasi. *Oecologia Australis*, v. 14, n. 2, p. 452-463, 2010.
- REGALI-SELEGHIM, M, L.; GODINHO, M, J, L.; MATSUMURA-TUNDISI, T. *Checklist dos protozoários de água doce do Estado de São Paulo, Brasil*. Revista Biota Neotrópica, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 2-38, dez, 2010.
- RIBEIRO, M. C. M. Nova portaria de potabilidade de água: busca de consenso para viabilizar a melhoria da qualidade da água potável distribuída no Brasil. *Revista DAE*. São Paulo, n. 189, maio-ago, 2012.
- ROCHA, E. S.; ROSICO, F. S.; SILVA, F. L.; LUZ, T. C. S.; FORTUNA, J. L. Análise microbiológica da água de cozinhas e/ou cantinas das Instituições de Ensino do município de Teixeira de Freitas (BA). *Rev. Baiana Saúde Pública Miolo, Teixeira de Freitas*, v.34 n.3, p.694-705, 2010.
- ROUQUAYROL, Z. *Epidemiologia e Saúde*. Rio de Janeiro: Medsi Editora Médic, 7. Edição, 2013
- SALGADO, S. R. T. Estudo dos parâmetros do decaimento do cloro residual em sistema de distribuição de água tratada considerando vazamento. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- SENE, E.; MOREIRA, J.C. *Geografia Geral e do Brasil*. São Paulo: Editora Scipione, 2020.
- SHINORARA, N. K. S; BARROS, V. B.; JIMENES, S. M. C.; MACHADO, E. C. L.; DUTRA, R. A. F.; FILHO, J. L. L. *Salmonella spp.*, importante agente patogênico veiculado em alimentos. *Revista Ciência e Saúde*, São Paulo, v.13, n.5, p.1675-1683, fev, 2008.
- SILVA, C. S.; ALMEIDA, A. S.; DUARTE, S. C. L.; VALETIM, S. C. S. Qualidade microbiológica da água utilizada em unidades de alimentação do município de Caruaru, PE. *Revista Eletrônica de Ciências, Pernambuco*, v.6, n. 2, p.74-81, dez, 2013.
- SILVA, J. C. F.; FURTADO, L. F. V.; FERRO, T. C.; BEZERRA, L. C.; BORGES, E. P.; MELO, A. C. F. L. Parasitismo por *Ascaris lumbricoides* e seus aspectos epidemiológicos em crianças do Estado do Maranhão. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical, Piauí*, v.44, n.1, p.100-102, jan/fev, 2011.
- SILVA. M. S. G. M.; LOSEKANN, M. E.; FRANCO, T. S. G. Macroinvertebrados Bentônicos como Bioindicadores de Qualidade de Água na produção de jundiara (*Leiarius marmoratus* macho x *P. reticulatum* fêmea) em reservatório do rio Sorriso, MT. EMBRAPA. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, nº 65. Jaguariúna/SP, 2016.

SILVEIRA, D. R.; ROSA, J. V.; TIMM, C. D. Fatores de patogenicidade de *Vibrio spp.* de importância em doenças transmitidas por alimentos. *Revista Arqv. Inst. Biol, Pelotas*, v. 83, n. 1, p. 1-7, 2016.

SIQUEIRA, J. S.; LIMA, P. S. S.; BARRETO, A. S.; QUINTANS, J.; LUCINDO, L. Aspectos gerais na transmissão de *Helicobacter pylori*: revisão. *Revista Brasileira de Análises Clínicas*, v.39, n.1, p. 9-13, 20017.

SOARES, S.; ARRUDA, P.; GERMAN, S.; SCALIZE, P. S. Avaliação de métodos para determinação de cloro residual livre em águas de abastecimento público. *Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas, Londrina*, v. 37, n. 1, p. 119-130, jan./jun. 2016.

SOUZA, C. O.; MELO, T. R. B.; MELO, C. S. B.; MENEZES, E. M.; CARVALHO, A. C.; MONTEIRO, L. C. R. *Escherichia coli* enteropatogênica: uma categoria diarreio gênica versátil. *Revista Pan-Amaz Saúde, Pará*, v. 7, n. 2, p. 79-91, abr, 2016.

TAVARES, T. M.; CARDOSO, D. D. P.; BRITO, W. M. E. D. Vírus entéricos veiculados por água: Aspectos microbiológicos e de controle de qualidade da água. *Revista de Patologia Tropical, Goiânia*, v. 34, n. 2, p. 85-104, maio/ago, 2005.

UNESCO. Relatório mundial das Nações Unidas sobre desenvolvimento dos recursos hídricos 2021: o valor da água: resumo executivo. Itália, 2021.

VITORINO, R. R.; SOUZA, F. P. C.; COSTA, A.; JUNIOR, F. C. F.; SANTANA, L. A.; GOMES, A. P. Esquistossomose mansônica: diagnóstico, tratamento, epidemiologia, profilaxia e controle. *Revista Brasileira de Clínica Médica, São Paulo*, v.10, n.1, p.39- 45, jan/fev, 2010.

VON SPERLING, M. Estudos de modelagem da qualidade da água de rios. Belo Horizonte: UFMG, v. 07, 2007.

VÖRÖSMARTY, C. J.; MCINTYRE, P. B.; GESSNER, M. O.; DUDGEON, D.; PRUSEVICH, A.; GREEN, P.; GLIDDEN, S.; BUNN, S. E.; SULLIVAN, C. A.; LIERMANN, C. R.; DAVIES, P. M. *Global threats to human water security and river biodiversity. Nature*, v. 467, p.555-561, 2010.

WHO (World Health Organization). *Progress on drinking water, sanitation and hygiene: 2000 2017: Special focus on inequalities*. Geneva, 2020.

WHO (World Health Organization). *Coastal and fresh waters. Guidelines for safe recreational water environments*. Geneva, v.1, 2001.

WHO (World Health Organization). *Health-based monitoring of recreational waters: the feasibility of a new approach (The 'Annapolis Protocol')*. Geneva, 2008.

WHO (World Health Organization). *Physical status: The use and interpretation of anthropometry*.

Report of a WHO expert committee. Geneva, 1995.

YAMAGUCHI, M. U.; CORTEZ, L. E. R.; OTTONI, L. C. C.; YOAMA, J. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. *Revista o Mundo da Saúde*. São Paulo, v.03, n.1, p. 312-320, jun, 2013.

YOUN-JOO, A, N.; BREINDENBACH, G.P. *Monitoring E. coli and total coliforms in natural spring water as related to recreational mountain areas.* *Environ Monit Assess*, v.102, 2005.

ZILLI, J. L.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; COUTINHO, H. L. C.; NEVES, M. C. P. Diversidade microbiana como indicador da qualidade do solo. *Revista Cadernos de Ciência & Tecnologia*, v.2, 2003.

APÊNDICE A – CARTAZ INFORMATIVO PARA AS ESCOLAS



IMPORTÂNCIA DA QUALIDADE DA ÁGUA



Ela é um dos recursos naturais mais abundantes de nosso planeta, indispensável para a sobrevivência de milhares de seres vivos.



1

A ÁGUA COMO NECESSIDADE BÁSICA:

A água é indispensável à vida humana na Terra, compõe aproximadamente 70% da superfície terrestre e constitui 75% do corpo humano. Além disso, possui uma presença significativa no cotidiano das pessoas. Este recurso é muito utilizado nas indústrias, agricultura e no consumo, como: higiene, limpeza, preparação de alimentos, etc.



2

A ÁGUA COMO VEÍCULO DE TRANSMISSÃO DE DOENÇAS:

Mesmo sendo um recurso essencial à vida, a água pode funcionar como um veículo transmissor de doenças devido à sua contaminação. A contaminação pode ocorrer não somente na água que se bebe, mas também no consumo de alimentos preparados ou lavados com águas poluídas. A água pode conter a presença de bactérias, vírus e protozoários causadores de doenças.



3

DOENÇAS DE VEÍCULAÇÃO HÍDRICA:

As doenças de veiculação hídrica são doenças em que a água é o principal veículo de transmissão. As principais são: amebíase, giardíase, gastroenterite, febre tifoide e paratifoide, hepatite (Hepatite A e E) e cólera. Grande parte destas doenças podem causar diarreia e desidratação em crianças. Indiretamente, a água também está ligada à transmissão de verminoses, como esquistossomose, ascaridíase, teníase, oxiúrfase e ancilostomíase.



4

SINTOMAS DE DOENÇAS DE VEÍCULAÇÃO HÍDRICA

Os principais sintomas descritos são: cólicas intestinais seguidas de diarreia, flatulências, náusea, perde de apetite, irritabilidade, fezes com muco, sangue e odor fétido, desidratação, anemia, febre, dores de cabeça, mal-estar, etc. A principal complicação é a desidratação, que pode evoluir para casos mais graves e óbito.



5

COMO SE PREVENIR?

Algumas medidas básicas são essenciais para evitar a contração de doenças de veiculação hídrica, como: lavar bem as mãos e os alimentos, beber somente água filtrada ou fervida, evitar o compartilhamento de alimentos entre crianças. Além disso, a lavagem da caixa d'água, manutenção dos filtros e fazer uso de água distribuída pela COPASA são ações fundamentais para evitar o contágio destas doenças.





AVALIAÇÃO DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA



1

A água da Escola Municipal Socrates Mariane Bittencourt foi analisada mediante uma série de testes microbiológicos e físico-químicos para avaliação do padrão de potabilidade.



2

No Brasil, a água precisa atender uma série de requisitos para o consumo humano, e quem define os parâmetros é o Ministério da Saúde, por meio da Portaria de Consolidação de nº 05, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX.



3

A avaliação da água consumida na escola demonstra a preocupação da direção com a saúde dos alunos e da comunidade escolar em geral.



4

E como resultado, água da escola atende os requisitos necessários determinados pela Lei, e portanto está apta para o consumo humano.



APÊNDICE B – LAUDOS TÉCNICOS - DEVOLUTIVA PARA AS ESCOLAS

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL HEITOR VILA LOBOS

À DIREÇÃO - Lilian Cássia Chaves Verçosa

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Heitor VilaLobos

Prezados,

No dia 14/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Heitor VilaLobos, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico-química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Heitor Vila Lobos	pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas	
Ponto de coleta	Cozinha	6,98	0,69	0,82	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	20 UFC/mL
	Bebedouro 01	7,00	1,11	0,15	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro o2	6,74	1,04	0,17	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água da rua	6,96	1,06	0,64	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água direto da caixa	6,98	1,47	0,34	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificada a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de

contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas); E como resultado das

análises realizadas na escola:

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro ou próximo dos limites de turbidez, ou próximos dos limites estipulados por lei e não afetam o consumo humano. Para a água direto da caixa houve um índice de turbidez de (1,47).

Recomenda-se maior atenção ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio¹ com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21 os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2

¹ Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 01 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX²). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição e eficiência do programa de limpeza dos reservatórios, adotado pela instituição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS n° 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro dos limites de presença de

² A PRC N° 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS n° 888/21, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta de água do bebedouro apresentou presença de coliformes totais.

Recomenda-se maior atenção ao programa de troca dos filtros e de desinfecção dos bebedouros.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros microrganismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Heitor Vila Lobos, está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinado pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:27:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:39:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL JOSÉ OVÍDIO GUERRA

À DIREÇÃO - Consuelita Maria de Jesus Silva

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal José Ovídio Guerra

Prezados,

No dia 14/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal José Ovídio Guerra, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico- química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola José Ovídio Guerra		pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas
Pontode coleta	Cozinha	7.15	1,33	0,09	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 01	6.90	0,67	0,14	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 02	6.98	0,63	0,15	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água da rua	7.19	3,87	1,0	Ausência em 100 ml	Presença em 100 ml	73 UFC/mL
	Água direto da caixa	6.94	0,11	0,11	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificada a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de

contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas); E como resultado das

análises realizadas na escola:

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta água da rua apresentou alto índice de turbidez (3,87). No entanto, segundo a legislação, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP¹ de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Além disso, o alto valor de turbidez se deu somente na água da rua, e não se repete nos demais pontos de coleta.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio² com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser

¹ VMP: Valor máximo permitido.

² Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 01 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX³). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS n° 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

Dentre as amostras analisadas (n=05), duas apresentaram resultado positivo para presença de bactérias do grupo coliformes totais.

³ A PRC N° 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS n° 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

Conforme determinado pela legislação, a presença de Coliformes Totais na água por si só não é um caráter reprovativo da potabilidade. A lei ainda determina que caso a água esteja contaminada com esses microrganismos na saída do abastecimento, ou seja, na água que chega da rua, novas amostras devem ser realizadas para averiguação do sistema de distribuição, porém, conforme demonstrado, nas amostras analisadas não houve detecção ou contaminação neste ponto.

As amostras que demonstraram resultado positivo para presença de Coliformes Totais ocorreram no ponto **Bebedouro 01 (próximo da secretaria e biblioteca) e da torneirada cozinha**. Este resultado evidencia possíveis focos de contaminação no sistema de armazenamento que pode ser devido à ausência de limpeza das caixas d'água e/ou a troca indevida dos filtros dos bebedouros e das torneiras da cozinha, etc.

Portanto, sugere-se a manutenção dos filtros do bebedouro e da torneira da cozinha e maior observância no período de troca.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros microrganismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal José Ovídio Guerra está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinado pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:27:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:39:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL MARIA SILVA LUCAS

À DIREÇÃO - Kelly Fabiana Vale Mendonça

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Maria SilvaLucas

Prezados,

No dia 14/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Maria Silva Lucas, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico- química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Maria SilvaLucas		pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais - 100 ml	<i>E.coli</i> - 100 ml	Contagem de bactérias heterotróficas
Ponto de coleta	Cozinha	7.20	2,41	0,15	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 01	7.37	0,58	0,13	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 02	7.21	0,83	0,65	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água da rua	7.19	0,85	0,86	Presença em 100 ml	Presença em 100 ml	0 UFC/mL
	Água direto da caixa	7.40	0,77	0,25	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe de luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificou a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas); E como resultado das

análises realizadas na escola:

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta água da torneira da cozinha apresentou alto índice de turbidez (3,87). No entanto, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP¹ de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Além disso, o alto valor de turbidez se deu somente na água da torneira da cozinha, e não se repete nos demais pontos de coleta.

Como medida de segurança e prevenção, recomenda-se atenção à troca do filtro da torneira da cozinha.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio² com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser

¹ VMP: Valor máximo permitido.

² Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 01 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX³). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS n° 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de

³ A PRC N° 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS n° 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

coleta água da rua apresentou a presença para coliformes totais. No entanto, de acordo com a legislação no Anexo 1 do Anexo XX, a ÁGUA TRATADA (nos sistemas de distribuição – reservatórios e rede), com abastecimento superior a 20.000 habitantes, deve apresentar ausência de coliformes totais em 95% das amostras. E neste caso, a escola apresentou a presença de coliformes totais somente na água da rua, e não se replicou nos demais pontos de coleta.

Portanto, as amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros microrganismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Maria Silva Lucas, está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinado pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:27:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:39:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL SÓCRATES MARIANI BITTENCOURT

À DIREÇÃO - Júnior Vieira Feital e Ricardo Augusto Oselieri Dos Santos **ASSUNTO:** Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal SócratesMariani Bittencourt

Prezados,

No dia 14/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Sócrates Mariani Bittencourt, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico-química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Sócrates Mariane Bittencourt		pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas
Ponto de coleta	Cozinha	6.98	0,96	0,4	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	59 UFC/mL
	Bebedouro 01	6.67	1,65	0,11	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro o2	7.02	1,48	0,74	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água da rua	6.68	0,76	0,81	Ausência em 100 ml	Presença em 100 ml	0 UFC/mL
	Água direto da caixa	6.58	1,09	0,11	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe de luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificou a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de

contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas); E como resultado das

análises realizadas na escola:

Das amostras analisadas (n=05), 03 estão dentro dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano. A água coletada nos bebedouros apresentou alto índice de turbidez (1,65) (1,48).

Recomenda-se maior atenção ao programa de troca do filtro dos bebedouros para maior efetividade da membrana de filtração deste.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio¹ com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de

¹ Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 01 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX²). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição e eficiência do programa de limpeza dos reservatórios, adotado pela instituição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS n° 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta bebedouro

² A PRC N° 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS n° 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

apresentou presença de coliformes totais.

Recomenda-se maior atenção ao programa de troca do filtro e desinfecção dos bebedouros para maior efetividade da membrana de filtração deste, assim como orientado no resultado dos testes de turbidez.

Conforme determinado pela legislação, a presença de Coliformes Totais na água por si só não é um caráter reprovativo da potabilidade. A lei ainda determina que caso a água esteja contaminada com esses microrganismos na saída do abastecimento, ou seja, na água que chega da rua, novas amostras devem ser realizadas para averiguação do sistema de distribuição, porém, conforme demonstrado, nas amostras analisadas não houve detecção ou contaminação neste ponto.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros microrganismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Sócrates Mariani Bittencourt, está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinado pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:27:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:39:13-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL VIRGÍLIO MELO DE FRANCA

À DIREÇÃO – Rosana Chaves da Silva

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Virgílio Melo de Franca

Prezados,

No dia 14/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Virgílio Melo de Franca, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico-química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Virgílio Melo de Franco		pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas
Ponto de coleta	Cozinha	6.84	0,6	0,18	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 01	6.98	0,91	0,14	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	79 UFC/mL
	Bebedouro 02	6.80	0,76	0,24	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água da rua	6.94	0,98	0,56	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água direto da caixa	6.97	1,23	0,42	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificada a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de

contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas); E como resultado das

análises realizadas na escola:

As amostras analisadas (n=05), estão dentro ou próximo dos limites de turbidez, ou próximos dos limites estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio¹ com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

¹ Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 01 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL²) (Portaria de Consolidação PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS n° 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

Das amostras analisadas (n=05), 03 estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano. Os pontos de coleta bebedouro e caixa d'água apresentaram presença de coliformes totais.

Recomenda-se maior atenção ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água e a troca dos filtros e desinfecção dos bebedouros.

² A PRC N° 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS n° 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros microrganismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Virgílio Melo de Franca, está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;

- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinado pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:27:50-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:39:13-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL ALBERTINA ALVES DO NASCIMENTO

À DIREÇÃO – Everton Correa Alves

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Albertina Alves do Nascimento

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Escola Municipal Albertina Alves do Nascimento município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico-química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Albertina Alves do Nascimento	pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas	
Ponto de coleta	Cozinha	6.82	0,22	0,73	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	108 UFC/mL
	Bebedouro 01	6.88	0,17	0,69	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 02	7.02	1,42	0,70	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água da rua	6.85	1,19	0,16	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC /mL
	Água direto da caixa	6.96	0,40	0,70	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	04 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificada a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas); E como resultado das

análises realizadas na escola:

Das 05 amostras analisadas (n=05), 04 dentro ou próximos dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta bebedouro apresentou alto índice de turbidez (1,42). No entanto, segundo a legislação, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP¹ de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Além disso, o alto valor de turbidez se deu somente na água do bebedouro, e não se repete nos demais pontos de coleta.

Como medida de segurança e prevenção, recomenda-se troca dos filtros dos bebedouros.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio² com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

¹ VMP: Valor máximo permitido.

² Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 02 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL³) (Portaria de Consolidação PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS nº 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

³ A PRC Nº 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS nº 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros micro-organismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Albertina Alves do Nascimento está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com

limite máximo de 6 em 6 meses;

- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinando pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:29:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:45:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL PROFESSORA DONA BABITA CAMARGOS

À DIREÇÃO – Adriana Aquino

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Dona BabitaCamargos

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Dona Babita Camargos no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico-química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Dona Babita Camargos	pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas	
Ponto de coleta	Cozinha	7.01	0,68	1,25	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	41 UFC/mL
	Bebedouro 01	6.94	0,27	1,00	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC /mL
	Bebedouro 02	6.87	0,26	0,93	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC /mL
	Água da rua	6.88	2,24	0,23	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC /mL
	Água direto da caixa	7.04	0,81	0,52	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	13 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe de luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificou a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas); E como resultado das

análises realizadas na escola:

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro ou próximos dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta de água da caixa apresentou alto índice de turbidez (2,24). No entanto, segundo a legislação, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP¹ de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Além disso, o alto valor de turbidez se deu somente na água da rua, e não se repete nos demais pontos de coleta.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio² com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição.

¹ VMP: Valor máximo permitido.

² Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 02 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX³). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS n° 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

³ A PRC N° 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS n° 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros microrganismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Dona Babita Camargos está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinado pelo fabricante;

- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:29:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:45:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL DORA DE MATTOS

À DIREÇÃO – Ana Maria L. Coelho

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Dora de Mattos

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Dora de Mattos, município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico-química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Dora de Mattos	pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas	
Ponto de coleta	Cozinha	7,04	1,02	0,64	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	02 UFC/mL
	Bebedouro 01	7,05	0,83	0,17	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 02	6,94	1,02	0,4	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água da rua	6,81	0,54	0,52	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	08 UFC/mL
	Água direto da caixa	6,98	0,11	0,31	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	14 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe de luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);

- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas);

E como resultado das análises realizadas na escola:

As amostras analisadas (n=05), estão dentro ou próximo dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio¹ com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

¹ Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 03 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL²) (Portaria de Consolidação PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS n° 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado Portaria GM/MS n° 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador

² A PRC N° 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS n° 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

da presença de outros micro-organismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Dora de Mattos está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinado pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 **LUCAS VILELA MARTINHO**
Data: 29/01/2024 19:29:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 **ELISABETH NEUMANN**
Data: 01/02/2024 09:45:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL PROFESSORA GLÓRIA MARQUES DINIZ

À DIREÇÃO – Marcina Gonçalves

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal GlóriaMarques Diniz

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Glória Marques Diniz município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico- química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar. Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Glória Marques Diniz		pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas
Ponto de coleta	Cozinha	6.98	0,72	1,15	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 01	7.00	0,32	0,76	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 02	6.74	0,2	0,8	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água da rua	6.96	0,68	1,39	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água direto da caixa	6.98	1,31	0,85	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe de luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificou a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo

de contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);

0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;

1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;

1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas); E como resultado das análises realizadas na escola:

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta água da caixa apresentou alto índice de turbidez (1,31). No entanto, segundo a legislação, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP¹ de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Além disso, o alto valor de turbidez se deu somente na água da caixa, e não se repete nos demais pontos de coleta.

Como medida de segurança e prevenção, recomenda-se maior atenção ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio² com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de

¹ VMP: Valor máximo permitido.

² Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de presença de bactérias heterotróficas estipulados por lei e não afetam o consumo humano

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS nº 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta água da rua apresentou a presença para coliformes totais. No entanto, de acordo com a legislação no Anexo 1 do Anexo XX, a ÁGUA TRATADA (nos sistemas de distribuição – reservatórios e rede), com abastecimento superior a 20.000 habitantes, deve apresentar ausência de coliformes totais em 95% das amostras.

E neste caso, a escola apresentou a presença de coliformes totais somente na água da rua, e não se replicou nos demais pontos de coleta.

Portanto, as amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros microrganismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Glória Marques Diniz está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinado pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:29:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:45:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL JOAQUIM TEIXEIRA CAMARGOS

À DIREÇÃO – Felipe Augusto Cassim

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal JoaquimTeixeira de Camargos

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Joaquim Teixeira de Camargos, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico-química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Joaquim Teixeira Camargos	pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas	
Ponto de coleta	Cozinha	6,92	0,29	0,74	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	20,5 UFC/mL
	Bebedouro 01	6,99	0,55	0,65	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 02	6,97	0,77	0,67	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	247 UFC/mL
	Água da rua	6,85	0,38	1,34	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água direto da caixa	6,93	0,18	0,71	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	31 UFC /mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe de luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificou a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo

de contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas);

E como resultado das análises realizadas na escola:

As amostras analisadas (n=05), estão dentro ou próximos dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio¹ com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

¹ Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 03 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX²). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS nº 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

Das amostras analisadas (n=05), 03 estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano. Os pontos de coleta bebedouro apresentaram presença de coliformes totais.

Recomenda-se maior atenção ao programa de troca dos filtros e desinfecção dos bebedouros.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

² A PRC N^o 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS nº 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros microrganismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Joaquim Teixeira Camargos está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinando

pelo fabricante;

- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:29:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:45:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL JOSEFINA SOUZA LIMA

À DIREÇÃO – Maria Nivalda Xavier Antônio

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal JosefinaSouza Lima

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Josefina Souza Lima, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico- química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar. Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Josefina Souza Lima		pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas
Ponto de coleta	Cozinha	6,84	0,19	0,53	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	19 UFC/mL
	Bebedouro 01	6,98	0,41	0,83	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	11 UFC/mL
	Bebedouro 02	6,80	0,22	0,84	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	13 UFC/mL
	Água da rua	6,94	0,11	0,94	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	04 UFC/mL
	Água direto da caixa	6,97	0,14	0,88	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	109 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe de luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificou a presença de partículas em suspensão, é preciso

se preocupar com o perigo de contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas);

E como resultado das análises realizadas na escola:

As amostras analisadas (n=05), estão dentro ou próximos dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio¹ com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

¹ Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas nas 05 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX2). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS nº 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença

² A PRC N° 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS nº 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meiodeste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros micro-organismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.4 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Josefina Souza Lima está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinado pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 **LUCAS VILELA MARTINHO**
Data: 29/01/2024 19:31:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 **ELISABETH NEUMANN**
Data: 01/02/2024 09:51:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL MACHADO DE ASSIS

À DIREÇÃO – Mário Calil Sobrinho

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Machado de Assis

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Machado de Assis, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico-química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Machado De Assis	pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais - 100 ml	<i>E.coli</i> - 100 ml	Contagem de bactérias heterotróficas	
Ponto de coleta	Cozinha	7.02	0,255	1,0	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	19,5 UFC/mL
	Bebedouro 01	6.98	0,32	0,77	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	11 UFC/mL
	Bebedouro 02	6.77	0,34	0,92	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	13 UFC/mL
	Água da rua	7.01	0,94	1,36	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	04 UFC/mL
	Água direto da caixa	6.88	0,89	1,28	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	109 UF/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe de luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez.

Uma vez que se identificada a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);

0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;

1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;

1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas);

E como resultado das análises realizadas na escola:

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro ou próximos dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta água da cozinha apresentou alto índice de turbidez (0.255). No entanto, segundo a legislação, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP¹ de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Além disso, o alto valor de turbidez se deu somente na água da torneira cozinha, e não se repete nos demais pontos de coleta.

Como medida de segurança e prevenção, recomenda-se atenção à troca do filtro da torneira da cozinha.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio² com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

¹ VMP: Valor máximo permitido.

² Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 05 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX³). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS nº 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de

³ A PRC Nº 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS nº 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros microrganismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Machado de Assis está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com

limite máximo de 6 em 6 meses;

- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinado pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:31:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:51:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL MARIA MATOS SILVEIRA

À DIREÇÃO – Luciana Miranda

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Maria MatosSilveira

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Maria Matos Silveira, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico- química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar. Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Professora Maria de Matos Silveira		pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas
Ponto de coleta	Cozinha	6.73	0,97	0,82	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 01	6.78	0,66	0,32	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 02	7.03	0,65	0,95	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água da rua	6.77	1,33	0,53	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água direto da caixa	6.91	0,65	0,95	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe de luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificou a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas);

E como resultado das análises realizadas na escola:

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro ou próximos dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta de água da caixa apresentou alto índice de turbidez (1,33). No entanto, segundo a legislação, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP¹ de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Além disso, o alto valor de turbidez se deu somente na água da caixa, e não se repete nos demais pontos de coleta.

Como medida de segurança e prevenção, recomenda-se maior atenção ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio² com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

¹ VMP: Valor máximo permitido.

² Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de contagem de bactérias heterotróficas estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS nº 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

Das amostras analisadas (n=05), 03 estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta água da rua e torneira da cozinha apresentaram a presença para coliformes totais. No entanto, de acordo com a legislação no Anexo 1 do Anexo XX, a ÁGUA TRATADA (nos sistemas de distribuição – reservatórios e rede), com abastecimento superior a 20.000 habitantes, deve apresentar ausência de coliformes totais em 95% das amostras. E neste caso, a escola apresentou a presença de coliformes totais na água da rua e na água da torneira da cozinha, mas não se replicou nos demais pontos de coleta.

Como medida de segurança e prevenção, recomenda-se troca do filtro da torneira da cozinha.

Portanto, as amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros microrganismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.5 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Maria Matos Silveira está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinado pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:31:50-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:51:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL PROFESSORA NOSSA SENHORA APARECIDA

À DIREÇÃO – Marlene Aparecida Pereira de Moura

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Nossa Senhora Aparecida

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Nossa Senhora Aparecida, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico-química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr.^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Nossa Senhora Aparecida	pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas	
Ponto de coleta	Cozinha	6.78	1,04	0,17	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	01 UFC/mL
	Bebedouro 01	6.48	0,78	0,46	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	30 UFC/mL
	Bebedouro 02	6.95	0,82	0,23	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	60 UFC/mL
	Água da rua	6.90	1,25	0,82	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água direto da caixa	7.20	0,83	1,25	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificada a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo

de contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas);

E como resultado das análises realizadas na escola:

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro ou próximos dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta água da rua apresentou alto índice de turbidez (1,25). No entanto, segundo a legislação, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP¹ de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Além disso, o alto valor de turbidez se deu somente na água da rua, e não se repete nos demais pontos de coleta.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio² com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser

¹ VMP: Valor máximo permitido.

² Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 03 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX³). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS nº 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

Das amostras analisadas (n=05), 03 estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano. Os pontos de

³ A PRC Nº 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS nº 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

coleta caixa d'água e bebedouro apresentaram presença de coliformes totais.

Recomenda-se maior atenção ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água e troca do filtro dos bebedouros.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros micro-organismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Nossa Senhora Aparecida está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com

limite máximo de 6 em 6 meses;

- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinando pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:31:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho

Biólogo

Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:51:56-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann

Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL OTACIR NUNES DOS SANTOS

À DIREÇÃO – Maria Auxiliadora de Mota

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Otacir Nunes dos Santos

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Otacir Nunes dos Santos, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico-química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Otacir Nunes dos Santos		pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas
Ponto de coleta	Cozinha	6,92	0,74	0,14	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 01	6,99	0,47	0,11	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 02	6,97	0,58	0,15	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	02 UFC/mL
	Água da rua	6,85	0,67	0,95	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água direto da caixa	6,93	0,24	0,69	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe de luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificou a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de

contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas);

E como resultado das análises realizadas na escola:

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio¹ com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

¹ Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 01 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX²). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição e da manutenção dos bebedouros.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS nº 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador

² PRC Nº 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS nº 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

da presença de outros micro-organismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Otacir Nunes dos Santos está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinado pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:31:51-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:51:56-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL PROFESSOR DOMINGO DINIZ

À DIREÇÃO – Daniel Rocha

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Professor Domingo Diniz

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Professor Domingo Diniz, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico- química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola:

Escola Municipal Professor Domingo Diniz	pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas	
Ponto de coleta	Cozinha	6.84	0,7	0,59	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	01 UFC/mL
	Bebedouro 01	6.97	0,66	0,23	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 02	7.04	0,72	0,26	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	02 UFC/mL
	Água da rua	6.82	0,93	0,74	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	03 UFC/mL
	Água direto da caixa	6,97	4,3	0,13	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez.

Uma vez identificada presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas);

E como resultado das análises realizadas na escola:

Das amostras analisadas (n=05), 04 amostras estão dentro dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta de água da caixa apresentou alto índice de turbidez (4,3). No entanto, segundo a legislação, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP¹ de 5,0 u T em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Além disso, o alto valor de turbidez se deu somente na água da caixa, e não se repetiu nos demais pontos de coleta.

Como medida de segurança e prevenção, recomenda-se maior atenção ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio² com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de

¹ VMP: Valor máximo permitido.

² Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 03 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX³). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS nº 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

³ A PRC Nº 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS nº 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros micro-organismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Professor Domingo Diniz está apta para uso e consumo, com a recomendação de maior atenção ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com

limite máximo de 6 em 6 meses;

- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinando pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:33:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:57:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL PROFESSORA MARIA OLINTHA

À DIREÇÃO – Maria Aparecida de Medeiros Rodrigues

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Professora Maria Olintha

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Professora Maria Olintha município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico- química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola

Escola Municipal Professora Maria Olintha		pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas
Ponto de coleta	Cozinha	6,82	0,90	0,12	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	95 UFC/mL
	Bebedouro 01	6,89	1,43	0,37	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	01 UFC/mL
	Bebedouro 02	7,03	0,88	0,38	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	119 UFC/mL
	Água da rua	6,93	1,17	0,47	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	209 UFC/mL
	Água direto da caixa	6,98	0,84	0,24	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	04 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe de luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificou a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de

contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas);

E como resultado das análises realizadas na escola:

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro ou próximos dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano. Os pontos de coleta de bebedouro apresentaram alto índice de turbidez (1,43). No entanto, segundo a legislação, o limite máximo para qualquer amostra pontual deve ser de 5,0 uT, assegurado, simultaneamente, o atendimento ao VMP¹ de 5,0 uT em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede). Além disso, o alto valor de turbidez se deu somente na água do bebedouro, e não se repete nos demais pontos de coleta.

Como medida de segurança e prevenção, recomenda-se substituição do filtro dos bebedouros.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio² com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de

¹ VMP: Valor máximo permitido.

² Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21 os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 05 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL³) (Portaria de Consolidação PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS nº 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

³ A PRC Nº 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS nº 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros microrganismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Professora Maria Olintha está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;

- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinado pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:33:39-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:57:22-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL RICARDO BRAZ GOMES BARRETO

À DIREÇÃO – Isaac Alves de Moura

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Ricardo Braz Gomes Barreto

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Ricardo Braz Gomes Barreto, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico-química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola

Escola Municipal Professor Ricardo Braz Gomes Barreto		pH	Turbi dez	Cloro residual	Coliformes Totais - 100 ml	<i>E.coli</i> - 100 ml	Contagem de bactérias heterotróficas
Ponto de coleta	Cozinha	6.82	1,01	0,14	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	238 UFC/mL
	Bebedouro 01	6.88	0,57	1,19	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	32 UFC/mL
	Bebedouro 02	7.02	0,67	1,17	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	11 UFC /mL
	Água da rua	6.85	0,78	0,22	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	03 UFC/mL
	Água direto da caixa	6.96	1,64	0,50	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	168,5 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificada a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de

contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas);

E como resultado das análises realizadas na escola:

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro ou próximos dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta de água da caixa d'água apresentou alto índice de turbidez (1,62).

Recomenda-se maior atenção ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio¹ com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de

¹ Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 04 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX²). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS n° 888/21 estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

Das amostras analisadas (n=05), 03 estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano. Os pontos de coleta de água dos bebedouros apresentaram presença de coliformes totais na água.

² A PRC N° 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS n° 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

Recomenda-se maior atenção ao programa de troca dos filtros e desinfecção dos bebedouros junto ao programa de limpeza da caixa d'água.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros micro-organismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Ricardo Braz Gomes Barreto está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;

- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinando pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2023.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:33:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:57:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL VASCO PINTO DA FONSECA

À DIREÇÃO – Débora Maria Fernandes Lobato

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Vasco Pintoda Fonseca

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Vasco Pinto da Fonseca, no município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico-química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola

Escola Municipal Vasco Pinto da Fonseca	pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais - 100 ml	<i>E.coli</i> - 100 ml	Contagem de bactérias heterotróficas	
Ponto de coleta	Cozinha	7.02	0,51	0,86	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Bebedouro 01	6.84	0,69	0,88	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	05 UFC/mL
	Bebedouro 02	7.03	0,61	0,82	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água da rua	6.91	0,76	1,03	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	12 UFC/mL
	Água direto da caixa	6.92	0,68	0,39	Presença em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe de luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificou a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de

contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas);

E como resultado das análises realizadas na escola:

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio¹ com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

¹ Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 02 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC nº 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX²). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS nº 888/21, estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

Das amostras analisadas (n=05), 04 estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano. O ponto de coleta água da caixa apresentou presença de coliformes totais.

Recomenda-se maior atenção ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água.

² A PRC N^o 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS nº 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS nº 888/21, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros microrganismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está apta para o consumo.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Vasco Pinto está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;

- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinando pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.

Documento assinado digitalmente
 LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:33:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho
Biólogo
Mestre em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

Documento assinado digitalmente
 ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:57:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann
Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais

LAUDO TÉCNICO
ANÁLISE DO PADRÃO DE POTABILIDADE DA ÁGUA

À ESCOLA MUNICIPAL VEREADOR BENEDITO BARBOSA

À DIREÇÃO – Ana Catharina

ASSUNTO: Resultado de análise de água consumida na Escola Municipal Vereador Benedito Barbosa

Prezados,

No dia 21/04/2023, foram coletadas amostras indicativas na Escola Municipal Professora Vereador Benedito Barbosa, município de Contagem – MG, para análise microbiológica e físico-química da água consumida e destinada para o preparo de alimentos no ambiente escolar.

Esta coleta integra a dissertação do aluno Lucas Vilela Martinho do Mestrado Profissional em Microbiologia Aplicada pela Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG, orientado pela Prof.^a Dr^a Elisabeth Neumann, e tem por objetivo avaliar a qualidade da água consumida em 20 escolas do município.

Abaixo estão descritas informações sobre a coleta e transporte das amostras e os resultados obtidos após a realização das análises das amostras da sua escola.

1. COLETA, TRANSPORTE E ANÁLISE DAS AMOSTRAS

As amostras foram coletadas nos meses de abril, maio e junho de 2023. Foram realizadas coletas semanais em cinco escolas por vez, utilizando frascos de vidro esterilizados. Foram coletadas amostras em cinco pontos de amostragem por instituição de ensino, com a seguinte distribuição de pontos de coleta:

- 1 ponto de coleta no padrão de água (ponto de chegada da rua);
- 1 ponto de coleta na saída da caixa d'água;
- 1 ponto de coleta na torneira da cozinha, em água destinada para o preparo de alimentos;
- 2 pontos de coleta em bebedouros localizados em pontos distintos do estabelecimento.

As amostras de água (amostras indicativas) foram coletadas mediante higienização dos locais com álcool a 70% antes da coleta e descarte do primeiro jato de água.

Após a coleta, as amostras foram transportadas sob refrigeração (2°C a 8°C) em caixa isotérmica e encaminhadas para o Laboratório de Biologia e Biotecnologia de Bactérias do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais. As amostras foram analisadas em tempo não superior a 24h, de acordo com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente (Portaria GM/MS nº 888/21).

Em cada instituição foram coletadas cinco amostras para análise de detecção de coliformes fecais e *E.coli* e para contagem de bactérias heterotróficas e cinco amostras para as análises físico-químicas (pH, turbidez e cloro residual). As amostras destinadas às análises microbiológicas foram coletadas em frascos de vidro esterilizados contendo 100 µL de tiosulfato de sódio a 10%, destinado à inativação do cloro residual presente na água tratada. As metodologias utilizadas para coleta, transporte e para a pesquisa dos parâmetros de potabilidade estão descritas no “*Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association*” (APHA, 2018).

2. RESULTADOS

Quadro 1. Resultados de parâmetros microbiológicos e físico-químicos de amostras de água coletadas em diferentes locais da escola

Escola Municipal Vereador Benedito Batista	pH	Turbidez	Cloro residual	Coliformes Totais	<i>E.coli</i>	Contagem de bactérias heterotróficas	
Ponto de coleta	Cozinha	6,90	0,61	0,7	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	359,5 UFC/mL
	Bebedouro 01	7,33	0,93	1,26	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	44 UFC/mL
	Bebedouro 02	6,99	0,63	0,53	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	0 UFC/mL
	Água da rua	7,01	1,05	0,28	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	30 UFC/mL
	Água direto da caixa	7,02	0,61	1,34	Ausência em 100 ml	Ausência em 100 ml	48 UFC/mL

Segue abaixo a interpretação dos resultados obtidos:

2.1 pH:

O pH pode influenciar em diversos equilíbrios químicos que ocorrem naturalmente na água. Nos ecossistemas aquáticos naturais, essa influência é direta devido a seus efeitos sobre a fisiologia de diversas espécies. Indiretamente, o pH influencia na precipitação de elementos químicos tóxicos, como metais pesados, ou em outras condições que possam exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes. O Ministério da Saúde, por meio da Portaria GM/MS nº 888/21, recomenda que a água potável tenha um pH entre 6,0 e 9,5.

As amostras analisadas (n=05), estão dentro dos limites de pH estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.2 Turbidez:

A turbidez é a atenuação que sofre um feixe luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação acontece devido à presença de material particulado em suspensão, eventualmente existente na amostra. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez. Uma vez que se identificada a presença de partículas em suspensão, é preciso preocupar-se com o perigo de contaminação por diversos fatores, e aqui podemos destacar a proliferação de microrganismos como algas e cianobactérias.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, a água deve atender às seguintes exigências quanto a sua turbidez:

- 0,5 unidades de Turbidez (uT) para tratamentos de filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta);
- 0,1 uT para tratamentos de filtração com membrana;
- 1,0 uT para tratamentos com filtração lenta;
- 1,0 uT para tratamentos de pós-desinfecção (para águas subterrâneas);

E como resultado das análises realizadas na escola:

As amostras analisadas (n=05), estão dentro ou próximos dos limites de turbidez estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.3 Cloro residual:

As estações de água ao realizar o tratamento adicionam cloro ou ozônio¹ com o objetivo principal de desinfecção da água que será distribuída para o consumo. O cloro presente na água, resultante do processo de cloração é chamado de cloro residual livre e serve como um importante parâmetro de controle de qualidade da água ao longo do sistema de distribuição desta.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/21, os níveis adequados para consumo devem ser compreendidos entre o teor mínimo de 0,5 miligramas por litro (mg/L) e máximo de 2 mg/L de cloro residual livre, tendo as estações de tratamento a obrigatoriedade de manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L em qualquer ponto da rede de distribuição. É estabelecido pela regulamentação a dosagem máxima de 2 mg/L de cloro residual livre pois, em níveis acima deste, o cloro representa riscos à saúde humana.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de cloro residual estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

¹ Tratamento consultado no site da COPASA - <https://copasa2via.net/processo-de-tratamento-da-agua/>.

2.4 Contagem de bactérias heterotróficas:

A contagem de bactérias heterotróficas permite avaliar as condições de higiene dos reservatórios de água e do sistema de distribuição.

Dentre os pontos de coleta analisados (n=05), verificou-se a presença de bactérias heterotróficas em 04 das amostras, porém em número abaixo do limite de tolerância estabelecido pela legislação vigente (500 UFC/mL) (Portaria de Consolidação PRC n° 5, de 28 de setembro de 2017 - Anexo XX²). A baixa contagem de bactérias heterotróficas encontrada nos pontos amostrados indica a integridade do sistema de distribuição.

2.5 Avaliação da presença de Coliformes Totais:

A Portaria GM/MS n° 888/21 estabelece que seja verificada na água para consumo humano a ausência de coliformes totais e *Escherichia coli* e determinada a contagem de bactérias heterotróficas para determinação da sua potabilidade.

As amostras analisadas (n=05) estão dentro dos limites de presença de coliformes totais estipulados por lei e não afetam o consumo humano.

2.6 Avaliação da presença de *Escherichia coli*:

Conforme determinado pela Portaria GM/MS n° 888/21 de Consolidação N° 5, de 28 de setembro de 2017 – Anexo XX, a água destinada para consumo humano deve apresentar ausência de *Escherichia coli* em amostras de 100ml. A presença desse microrganismo na água evidencia contaminação fecal, além de ser um bioindicador da presença de outros micro-organismos e potencial disseminação de doenças de veiculação hídrica.

² A PRC N° 05 de setembro de 2017 foi substituída pela Portaria GM/MS n° 888/21, no entanto, e na substituição o teste de contagem de bactérias heterotróficas foi retirado, pois não se mensura risco por meio deste, no entanto, optamos por mantê-lo e realizar uma averiguação mais robusta.

As amostras analisadas (n=05) estão em conformidade com a legislação brasileira, uma vez que não foi detectada a presença de *E. coli* em nenhuma delas. Desta forma, a água utilizada nesta escola está segura para o consumo humano.

2.7 RESULTADO FINAL:

Conforme demonstrado, o material analisado (amostras indicativas de qualidade da água) em maio de 2023 evidencia que a água consumida na Escola Municipal Vereador Benedito Barbosa está apta para uso e consumo.

SUGESTÕES PARA PRESERVAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA CONSUMIDA NA ESCOLA:

Como medida de prevenção e manutenção da qualidade da água consumida na escola, alguns pontos devem ter vigilância constante, dentre eles:

- Atenção máxima ao programa de limpeza e desinfecção da caixa d'água com limite máximo de 6 em 6 meses;
- Manter a caixa d'água sempre fechada hermeticamente e protegida de agentes externos;
- Qualquer mudança no aspecto da água, sendo: odor, cor e sabor devem ser observados e nestes casos a caixa d'água deverá ser lavada;
- Troca periódica do filtro dos bebedouros da escola – vide período determinando pelo fabricante;
- Fazer uso de água distribuída pela concessionária local – a saber – Copasa – Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais.

Belo Horizonte, 29 de janeiro de 2024.



Documento assinado digitalmente
LUCAS VILELA MARTINHO
Data: 29/01/2024 19:33:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Lucas Vilela Martinho

Biólogo

Mestrando em Microbiologia Aplicada – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais



Documento assinado digitalmente
ELISABETH NEUMANN
Data: 01/02/2024 09:57:22-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Elisabeth Neumann

Departamento de Microbiologia, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Minas Gerais