



ANA CLÁUDIA CRISTINA GOMES

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DOS
BEBEDOUROS DE UM CAMPUS UNIVERSITÁRIO NO SUL DE
MINAS GERAIS**

LAVRAS - MG

2023

ANA CLÁUDIA CRISTINA GOMES

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DOS BEBEDOUROS DE UM CAMPUS
UNIVERSITÁRIO NO SUL DE MINAS GERAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de
Lavras, como parte das exigências do Curso de
Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção
do título de Bacharel.

Profa. Dra. Luciene Alves Batista Siniscalchi
Orientadora

Ma. Mariana Aparecida de Freitas Abreu
Coorientadora

LAVRAS - MG

2023

ANA CLÁUDIA CRISTINA GOMES

**AVALIAÇÃO MICROBIOLÓGICA DA ÁGUA DOS BEBEDOUROS DE UM CAMPUS
UNIVERSITÁRIO NO SUL DE MINAS GERAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 20 de Julho de 2023.

Profa. Dra. Fátima Resende Luiz Fia UFLA
Profa. Dra. Roberta Hilsdorf Piccoli UFLA
Ma. Mariana Aparecida de Freitas Abreu UFLA

Profa. Dra. Luciene Alves Batista Siniscalchi
Orientadora

Ma. Mariana Aparecida de Freitas Abreu
Coorientadora

**LAVRAS - MG
2023**

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por me guiar em todos meus passos e me dar sabedoria nas minhas decisões.

Agradeço a Universidade Federal Lavras (UFLA) por ter me proporcionado várias experiências pessoais e profissionais, ao Nemasa e ao Neppa que foram de grande importância para o meu crescimento.

Agradeço à minha orientadora Luciene Alves Batista Siniscalchi e ao Nemasa por ter me proporcionado estar a frente do Projeto dos Bebedouros no período inicial. Também, não posso deixar de agradecer a Mariana Aparecida de Freitas Abreu por todo suporte durante meu trabalho.

Agradeço especialmente meus pais, Juliana e Amauri e toda minha família, que esteve ao meu lado, dando muita força e me dando o suporte necessário.

Agradeço também meus amigos, que foram muito especiais nessa trajetória e me proporcionaram momentos únicos, e aos que sempre me ajudaram quando tive alguma dificuldade e vontade de desistir.

A todos que diretamente ou indiretamente fizeram parte da minha formação, muito obrigado.

RESUMO

A água é um direito humano fundamental, com grande importância para o desenvolvimento sustentável e das suas três dimensões – ambiental, econômica e social, como também para a sobrevivência da vida humana e bem estar da população. O saneamento básico e o acesso à água potável são direitos básicos e de necessidade imediata, uma vez que sua deficiência acarreta impactos negativos não apenas individuais à população vulnerável, como na saúde coletiva. A água pode servir como meio de disseminação de diversos agentes patogênicos, assim, quando contaminada representa um grave problema de saúde pública, favorecendo o registro de doenças como gastrointestinais, cólera, diarreias, febre, mal estar e entre outras, o que torna de suma importância a avaliação de sua qualidade microbiológica. Neste contexto, o presente trabalho visou analisar a qualidade da água disponível em oito bebedouros selecionados na Universidade Federal de Lavras, durante dez semanas do primeiro semestre do ano de 2023, sendo analisadas as variáveis de Coliformes Totais (CT) e *E. coli* (ambos avaliados nas dez semanas de estudo), enquanto, os esporos de bactérias aeróbias, cor, turbidez e cloro residual livre foram analisados na 9ª e 10ª semana. As escolhas das variáveis analisadas foram determinadas conforme estabelecido na Portaria GM/MS nº 888/2021. Foram realizadas amostragens simples para os oito pontos, com recorrência de semanas intercaladas. Entre a 1ª e 8ª semanas de estudo foi observado a presença de coliformes totais e *E. coli* em 37,5% dos pontos amostrados (PV3, DAM e RU1), na 9ª e 10ª semana apenas um ponto (DCE) apresentou resultado positivo para presença de coliformes totais, *E. coli* e os EBA. Desta forma 50% dos pontos amostrados no presente trabalho apresentou em semanas distintas a presença de microrganismos patogênicos presente em diferentes pelo menos 4 dos bebedouros amostrados. Considerando a vulnerabilidade do público diverso que consome diariamente a água destes bebedouros e a possibilidades de doenças associadas ao consumo destes organismos foram recomendadas ações ao final deste estudo.

Palavras-chave: Potabilidade da água. Grupo coliformes. *Escherichia coli*. Consumo humano.

ABSTRACT

Water is a fundamental human right with great importance for sustainable development and its three dimensions - environmental, economic, and social - as well as for the survival and well-being of the population. Basic sanitation and access to clean drinking water are basic rights and immediate needs, as their deficiency has negative impacts not only on individuals in vulnerable populations but also on public health. Water can serve as a means of disseminating various pathogens, and when contaminated, it poses a serious public health problem, favoring the occurrence of diseases such as gastrointestinal illnesses, cholera, diarrhea, fever, discomfort, among others. Therefore, evaluating its microbiological quality is of utmost importance. In this context, this study aimed to analyze the quality of water available in eight selected water coolers at the Federal University of Lavras over a period of ten weeks in the first semester of the year 2023. The variables analyzed were Total Coliforms (TC) and *E. coli* (both evaluated during the ten weeks of the study), while aerobic bacteria spores, color, turbidity, and free residual chlorine were analyzed in the 9th and 10th weeks. The choice of variables was determined according to the guidelines established in Ordinance GM/MS No. 888/2021. Simple samplings were performed for the eight locations, with recurring samples taken every other week. Between the 1st and 8th weeks of the study, the presence of total coliforms and *E. coli* was observed in 37.5% of the sampled points (PV3, DAM, and RU1). In the 9th and 10th weeks, only one point (DCE) tested positive for the presence of total coliforms, *E. coli*, and aerobic bacteria spores. Thus, 50% of the sampled points in this study showed the presence of pathogenic microorganisms in at least 4 of the sampled water coolers during different weeks. Considering the vulnerability of the diverse public that consumes water from these coolers daily and the possibility of diseases associated with the consumption of these organisms, actions were recommended at the end of this study.

Keywords: Water potability. Coliform group. *Escherichia coli*. Human consumption.

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 – Linha do tempo da Evolução da Portaria de Potabilidade no Brasil.	16
Figura 3.2 – Localização das três lagoas que captam as águas que abastecem a Estação de Tratamento de Água da Universidade Federal de Lavras.	21
Figura 4.1 – Localização do Restaurante Universitário (RU 1 e RU 2), Biblioteca, PV3, PV9, PV4, DCE e DAM distribuídos na região central e Sul Campus universitário da UFLA.	24
Figura 4.2 – Demonstração da diluição da amostra em água peptonada.	26
Figura 4.3 – Turbidímetro AP 2000.	28
Figura 4.4 – Kit teste de disco, modelo CN-66F.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 4.1 – Distribuição das dez semanas de amostragem com seus respectivos pontos de monitoramentos, variáveis analisadas e suas metodologias utilizadas.	25
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 3.1 – Doenças bacterianas que podem ser transmitidas através da água.	17
Quadro 4.1 – Referência da localização dos pontos de amostragem do presente estudo.	23
Quadro 5.1 – Resultado das análises de coliformes totais (CT) e das análises de <i>E. coli</i> em 8 semanas consecutivas de estudo.	31
Quadro 5.2 – Apresentação dos pontos de amostragem da 9ª e 10ª semana de estudo e os resultados obtidos nas análises de Coliformes Totais (CT), <i>Escherichia Coli</i> (<i>E. Coli</i>) e esporos de bactérias aeróbias (EBA).	33
Quadro 5.3 – Resultados obtidos nas análises de cor aparente, turbidez e CRL, para os oito pontos amostrados na 9ª semana de estudo.	35

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	12
2.1	Objetivo geral	12
2.2	Objetivos específicos	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	Água potável e Saneamento	13
3.2	Evolução histórica da Portaria de Potabilidade	14
3.3	Importância do tratamento da água para a saúde humana	16
3.4	Tipos de tratamentos	17
3.5	Microrganismos indicadores	18
3.6	Investigação de Patógenos em Bebedouros	20
3.7	Tratamento e Distribuição da água potável no Campus Universitário da UFLA	21
4	MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1	Área de estudo	23
4.2	Escolha dos pontos	23
4.2.1	Amostragem	23
4.3	Análises	25
4.3.1	Quantificação de coliformes totais e <i>E. Coli</i>	25
4.3.1.1	Análise de coliformes com choque térmico	27
4.3.2	Esporos de bactérias aeróbias (EBA)	27
4.3.3	Cor aparente	27
4.3.4	Turbidez	28
4.3.5	Cloro residual livre (CRL)	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES	30
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
6.1	Recomendações	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

A água é um direito humano fundamental, com grande importância para o desenvolvimento sustentável e das suas três dimensões – ambiental, econômica e social, como também para a sobrevivência da vida humana com um dos seus principais objetivos que são a manutenção da saúde e bem estar da população. Segundo o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), a água potável e saneamento para todos fazem parte dos 17 objetivos, sendo que estes devem ser implementados pelo Estado, o que demanda uma atuação governamental comprometida com a execução de políticas públicas econômicas e/ou sociais que de fato permitam o acesso daqueles que precisam da água (UNIDAS, 2015; SOUSA, 2018).

O saneamento básico e o acesso à água potável são direitos básicos e de necessidade imediata, uma vez que sua deficiência acarreta impactos negativos não apenas individuais à população vulnerável, como na saúde coletiva. Embora, o Brasil esteja caminhando para alcançar o acesso universal aos serviços de abastecimento de água e saneamento, ainda há uma grande parcela da população que não recebe água segura, conforme estabelecido na meta 6.1 do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), uma vez que uma parcela substancial da população ainda pode ser considerada como vulnerável (ARAUJO et al., 2022).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), presume-se que o consumo médio de água por dia varia de acordo com a idade e gênero de cada pessoa. Com isso, o consumo de água é de grande importância e está relacionado à perda de líquido do corpo humano. Há uma grande quantidade de variáveis que podem alterar na quantidade diária do consumo de água, como por exemplo: esforço físico, temperatura entre outras variáveis (ORGANIZATION et al., 2005).

Entretanto, a água pode servir como meio de disseminação de diversos agentes patogênicos como, para a população, causando contaminação de alimentos, equipamentos mal higienizados e sem manutenção periódica que pode contribuir com a baixa qualidade da água disponível para consumo humano (RODRIGUES et al., 2019).

Os bebedouros têm como função receber e reservar a água que já passou por tratamento, facilitando o acesso à água potável para as pessoas em ambientes públicos. Contudo, a falta de manutenção da limpeza destes reservatórios pode proporcionar possíveis fontes com potenciais de contaminação de forma direta ou indireta, por meio do contato com o aparelho, uma vez que são utilizados por muitos indivíduos com hábitos de higiene desconhecidos (SILVA et al., 2019).

A água quando contaminada, representa um grave problema de saúde pública, favorecendo o registro de doenças como gastrointestinais, cólera, diarreias, febre, mal estar e entre outras, o que torna de suma im-

portância a avaliação de sua qualidade microbiológica. Assim, para que a água disponível apresente uma boa condição para o consumo humano a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, na forma do Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017. De acordo com essa Portaria do Ministério da Saúde, o tratamento da água para consumo humano é fundamental para remover impurezas e agentes contaminantes, e a avaliação microbiológica é uma ferramenta importante para monitorar a qualidade da água e identificar a presença de microrganismos patogênicos (BRASIL, 2021).

Segundo a Portaria GM/MS nº 888/2021, os responsáveis de cada sistema de captação e abastecimento, devem realizar o monitoramento da qualidade da água, conforme plano de amostragem definido para cada sistema e solução alternativa coletiva de abastecimento de água, com isso, devem elaborar e executar um plano de amostragem, e em todas as amostras coletadas para análises bacteriológicas, devem ser efetuada ainda a medição de parâmetros como cor, turbidez e residual desinfetante (BRASIL, 2021).

As bactérias são organismos que podem ser considerados microrganismos patogênicos, sendo potencialmente mais sensíveis à inativação por meio da desinfecção quando comparados aos vírus e protozoários. Assim, as Estações de Tratamento de Água - ETA, realizam o tratamento da água sendo esperado a eliminação de organismos patogênicos, sendo que uma das maneiras de avaliar sua eficiência é por meio das análises bacteriológicas.

O grupo dos coliformes totais, são representados por bactérias que contém bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos não formadores de esporos, oxidase-negativa, que são capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície. Já nos coliformes termotolerantes, é um grupo de bactéria, de fácil isolamento e identificação em água, que apresenta características de um período de sobrevivência semelhante ao dos patógenos mais comuns. Conforme a Portaria GM/MS nº 888/2021, a *E. coli* é utilizada como um indicador de contaminação fecal e nessa Portaria também estabelece a ausência desse microrganismo na água utilizada para consumo humano (MARQUEZI; GALLO; DIAS, 2010; LEAL, 2022; BRASIL, 2021).

Neste contexto, o presente trabalho visou apreciar a água disponível nos bebedouros selecionados na Universidade Federal de Lavras, buscando avaliar a qualidade da água disponível para consumo humano, analisando se esta pode ser considerada livre de quaisquer organismos patogênicos, conforme estabelecido na Portaria de Potabilidade vigente. Uma vez que, no Campus da universidade ocorre um grande fluxo de pessoas em diferentes horários, como também fim de semanas, incluindo estudantes, professores, servidores

e demais membros da sociedade que praticam atividades físicas no local é extremamente importante que a água para consumo tenha uma boa qualidade, assim, evitando problemas de saúde na população.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade microbiológica da água disponível em bebedouros selecionados do Campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), por meio de análise do grupo de Coliformes e esporos de bactérias aeróbias.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar o atendimento às variáveis microbiológicas exigidas pela Portaria GM/MS n° 888/2021 do Ministério da Saúde.;
- Discutir, à luz da literatura científica e, com base na Portaria GM/MS n° 888/2021, os critérios microbiológicos mandatórios e recomendados com vistas à questão de saúde pública.;
- Avaliar variáveis complementares como cloro residual livre, turbidez e cor aparente em amostras de água coletada.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Água potável e Saneamento

A qualidade da água é definida pela combinação de características físicas, químicas e biológicas, por sua composição, pelo conhecimento do efeito que seus constituintes e podem impactar o meio ambiente e a saúde humana. Diferentes padrões de qualidade podem ser necessários para diferentes usos da água (CINTRA et al., 2020).

A preocupação com a saúde pública está diretamente relacionada à qualidade da água distribuída e destinada ao consumo humano, uma vez que, ela pode ser um meio de transmissão de vários microrganismos patogênicos responsáveis por surtos e epidemias. Os órgãos sanitários reconhecem que sua qualidade é imprescindível, visto que, diante de contaminantes a mesma pode ser um importante veículo de transmissão de doenças, assim impactando diretamente na qualidade de vida (LIMA; LIMA et al., 2017; VALIATTI et al., 2021).

O saneamento básico no Brasil é marcado por desigualdades econômicas, o que reflete no acesso da coleta, tratamento de esgoto, e distribuição de água de boa qualidade para consumo humano. Uma vez que, a água para o consumo, deve ser potável, não apresentando riscos à saúde e evitando o acometimento de doenças, assegurando, assim, o conforto à população, a qual poderá usufruir do recurso para a ingestão, manejo de alimentos, bem estar e realização da higiene pessoal (PASINI; DAMKE, 2020; BRITO et al., 2021).

Configura-se o saneamento básico como um conjunto de medidas que visam promover condições de higiene, saúde e bem-estar para a população, por meio do abastecimento de água potável, coleta e tratamento adequado de esgoto, manejo de resíduos e drenagem urbana. As ações de infraestrutura e de gestão são primordiais para a salubridade ambiental. Assim, a Organização Mundial da Saúde (OMS) imputa os serviços de saneamento básico como promotores da saúde pública no seu amplo sentido, o qual transcende a ausência de enfermidade e consiste, assim, no estado de bem-estar físico, mental e social (SOARES; FRANCO; ASSIS, 2021).

O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS), no seu objetivo 6 busca garantir disponibilidade e manejo sustentável da água e esgotamento sanitário para todos até 2030, contendo 6 metas. Uma vez que, nas metas 6.1 e 6.2 tem estabelecido, a eliminação da desigualdade no acesso à água potável para que todos, sem discriminação, todos possam ter acesso a fonte segura e de qualidade; e garantir acesso

adequado ao esgotamento sanitário objetivando acabar com a defecação ao ar livre e dando especial atenção às necessidades das mulheres e daqueles em situação de vulnerabilidade (UNIDAS, 2015).

3.2 Evolução histórica da Portaria de Potabilidade

Para que a água disponível para consumo humano fosse distribuída em boa qualidade, foi desenvolvida a Portaria de Potabilidade, a fim de que a água pudesse atingir a qualidade necessária a fim de evitar a transmissão de doenças (ALVES, 2021).

Ao longo dos anos, com avanço na área e pesquisas, observou-se uma maior necessidade do controle de qualidade da água, com vistas ao controle dos padrões bacteriológicos, físicos, químicos, os planos de amostragem, vigilâncias e em suas definições. Tais mudanças acompanham além do desenvolvimento técnico científico as políticas de permissibilidade. Dessa forma, a expectativa é que haja mais mudanças, uma vez que, algumas regiões já estabeleceram metas de valores a serem atingidos (NASCIMENTO, 2022).

No ano de 1977, o Ministério da Saúde foi responsável por elaborar um Decreto Federal n.º 79.367/1977 que dispôs normas e o padrão de potabilidade de água e outras providências (BRASIL, 1977). Em cumprimento do decreto foi lançada a Portaria n.º 56/BSB/1977, a primeira que contemplou o padrão de potabilidade segundo os aspectos microbiológicos e parâmetros de qualidade física, química e organoléptica, incluindo Valores Máximos Desejáveis (VMD) além do Valor Máximo Permitido (VMP), para os parâmetros físicos e químicos. O acompanhamento dos padrões de potabilidade determinou a importância da vigilância e controle da água distribuída para consumo humano, devido ao risco potencial associado a doenças transmitidas pela água (NASCIMENTO, 2014).

Após treze anos em vigor, a Portaria n.º 56/BSB/1977 foi substituída pela Portaria GM n.º 36, de 19 de janeiro de 1990, que aumentou o número de parâmetros e tornou alguns limites mais restritivos. Essa Portaria inovou ao dividir o padrão de potabilidade em três categorias: a primeira que trata das características físicas, organolépticas e químicas; a segunda, relativa às características bacteriológicas e a terceira que estabeleceu as características radioativas. Para o padrão bacteriológico além do padrão para bactérias do grupo Coliforme que já era parâmetro estabelecido na Portaria anterior, acrescentou a exigência de ausência para coliformes fecais ou Coliformes termotolerantes. Como também, definiu o número máximo permitido para bactérias heterotróficas (FORTES; BARROCAS; KLIGERMAN, 2020; ALVES, 2021).

Depois de uma década foi estabelecida a Portaria MS n.º 1469 de 29/12/2000 onde ocorreu melhorias em algumas definições como de água potável, controle e vigilância da qualidade da água para consumo

humano. Como também, acrescenta definição de solução alternativa de abastecimento, cianobactérias e cianotoxinas (BRASIL, 2000). Assim, por motivo de dar atribuição para legislar e fazer cumprir a legislação sobre potabilidade da água para consumo humano ter sido transferida da Fundação Nacional de Saúde - FUNASA para a Secretaria de Vigilância em Saúde - SVS, entrou em vigor a Portaria MS nº 518/2004. Com a nova Portaria foram categorizados os parâmetros microbiológicos de acordo com a fase de tratamento. Esta passou a considerar o padrão microbiológico, incluindo padrão de turbidez para água pós-filtração e pré-desinfecção; padrão para substâncias químicas que representam risco à saúde, padrão de radioatividade e padrão de aceitação para consumo humano (FORTES; BARROCAS; KLIGERMAN, 2020).

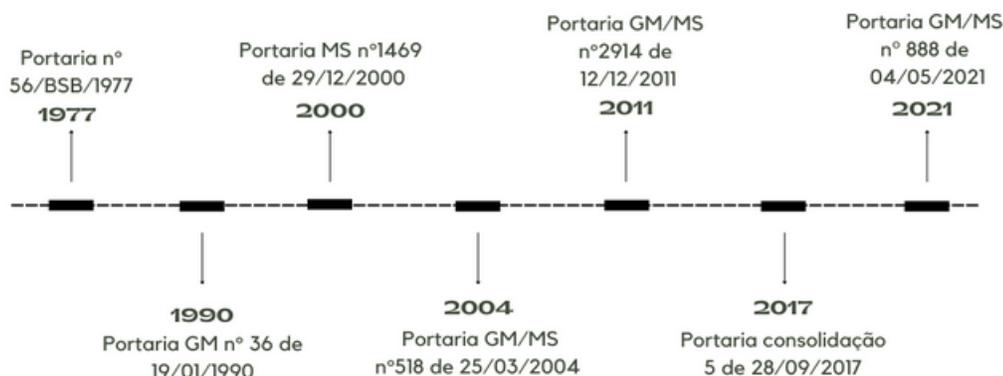
Em dezembro de 2011 entrou em vigor a Portaria nº 2.914/2011, que abordou além dos avanços em relação aos parâmetros de qualidade, a necessidade da estruturação e habilitação de laboratórios. Ainda dispôs em seu texto sobre os parâmetros de observação obrigatória para a aferição e garantia do padrão microbiológico de potabilidade, inclusive estabelecendo padrões para substâncias químicas que representam risco à saúde, utilizados em tratamento de água para consumo humano e a comprovação do baixo risco à saúde (BOLONHEZ BÁRBARA LORRAYNE DA SILVA MOTTA, 2017; BRASIL, 2011). Após 6 anos houve uma revogação da Portaria GM/MS 2914 de 12/12/2011 onde entrou em vigor a Portaria de Consolidação 5 de 28/09/2017 onde ocorreu nenhuma mudança nos padrões de qualidade.

A nova Portaria GM/MS nº 888 de 04/05/2021 que está em vigor, cita que em relação às alterações nas concentrações, de forma geral, tornou-se mais exigente. Uma mudança considerável foi a retirada do parâmetro de bactérias heterotróficas e a inclusão do parâmetro esporos de bactérias aeróbias. O critério de VMP para *Escherichia coli* para Sistema de Abastecimento Individual (SAI) também foi inserido na portaria. Portanto, o VMP de *E. Coli* deve ser ausente em todas as amostras em SAI, SAA e SAC, com isso, os coliformes totais tem um Valor Máximo Permitido (VMP), de uma amostra examinada no mês para Sistemas ou Soluções Alternativas Coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes e ausência em 95% das amostras examinadas para Sistemas ou Soluções Alternativas Coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes, porém, na Saída do Tratamento, os Coliformes totais devem ser ausente em 100mL de água, pois o mesmo é um indicador de contaminação fecal (BRASIL, 2021; NASCIMENTO, 2022).

Portanto, a evolução das Portarias de Potabilidade é impulsionada pelo avanço do conhecimento científico, pela necessidade de proteção da saúde pública e pelo aprimoramento das técnicas de análise e monitoramento. Com isso, a busca constante por uma água mais segura e saudável para o consumo humano tende a crescer com o tempo, por ser direito de todos. A Figura 3.1 ilustra uma linha do tempo com os anos de cada Portaria, cada atualização refletiu a necessidade de acompanhar os avanços científicos, os desafios

ambientais e as preocupações de saúde pública, garantindo assim a água potável e segura para todos que a consomem.

Figura 3.1 – Linha do tempo da Evolução da Portaria de Potabilidade no Brasil.



Fonte: Do Autor (2023).

3.3 Importância do tratamento da água para a saúde humana

O tratamento adequado da água exerce um papel extremamente importante na proteção da saúde humana. Ele garante que a água consumida seja livre de patógenos, substâncias tóxicas e outros poluentes, reduzindo os riscos de doenças e promovendo a saúde e o bem-estar da população.

O processo de tratamento da água envolve diversas etapas, que inicia pela coleta, passa pelo tratamento e posteriormente pela distribuição. O tratamento da água é minucioso, requer investimento elevado, e todas as etapas, incluindo também o uso de equipamentos para as análises e mão de obra especializada para realização das análises (LEAL, 2022).

A Estação de Tratamento de Água (ETA) tem a responsabilidade de fornecer água de acordo com os padrões estabelecidos na legislação de potabilidade. Esses padrões têm como objetivo assegurar que a água esteja livre de contaminação e risco de transmissão de doenças virais e bacterianas, garantindo que o consumo de água não seja uma fonte de problemas de saúde (NASCIMENTO, 2022).

Com isso, os organismos mais perigosos são aqueles com potencial para causar doenças tanto em seres humanos como em animais, e também apresentam uma maior facilidade de disseminação na comunidade, especialmente quando não há medidas de prevenção ou tratamentos efetivos. As doenças de veiculação hídrica são um grupo de patologias geralmente infecciosas, cuja proliferação ocorre através do contato com

água inadequada para consumo, no entanto, existem algumas doenças de veiculação hídrica como diarreica aguda, cólera, shigelose febre tifóide, hepatite A e E entre outras (CORREIA et al., 2021). Assim, no Quadro 3.1 estão expostas as principais doenças bacterianas transmitidas através da água potável, com alguns dos seus agentes transmissores.

Quadro 3.1 – Doenças bacterianas que podem ser transmitidas através da água.

Doenças	Agente transmissor
Cólera	<i>Vibrio cholerae</i> sorovariedades O1 e O139
Gastroenterite causada por vibriões	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>
Disenteria bacilar ou shigelose	<i>Shigella dysenteriae</i> , <i>Shigella flexneri</i> , <i>Shigella boydii</i> , <i>Shigella sonnei</i>
Diarreias agudas e gastroenterite	<i>Escherichia coli</i> , particularmente sorotipos como O148, O157 e O124
Febre tifoide e outras salmoneloses graves	<i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> sorovar Paratyphi, <i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> sorovar Typhi, <i>Salmonella enterica</i> subsp. <i>enterica</i> sorovar Typhimurium

Fonte: Do Autor (2023); (Cabral, 2010).

Existem diversos fatores que podem comprometer a qualidade da água, como: sedimentos e materiais em suspensão, contaminação bacteriana, microrganismos parasitas, presença de substâncias químicas, poluição ambiental e agrícola e entre outros. Sendo assim, para que a água seja de boa qualidade para consumo humano é necessário a realização de um tratamento. O processo de tratamento da água nas ETAs é indispensável para oferecer uma água de qualidade para a população (PASINI; DAMKE, 2020).

A escolha dos métodos a serem utilizados em uma ETA depende de diversos aspectos, como a qualidade da água de entrada, a demanda de tratamento e a disponibilidade de recursos. Mas também engloba fatores atrelados à localização da ETA, como temperatura, turbidez e tipo de substância a ser removida da água captada, e também os estipulados para o produto final, como demanda e qualidade (VIANA, 2017).

3.4 Tipos de tratamentos

O tratamento convencional ou de ciclo completo é a técnica mais comumente empregada no Brasil para o tratamento da água para consumo humano, e abrange cinco etapas sequenciais: coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção.

A coagulação e a floculação desempenham um papel de grande importância no tratamento de água, visando a remoção da maior parte de impurezas e para desestabilizar as partículas presentes em suspensão e

dissolvidas na água. Uma coagulação eficiente, que promove uma desestabilização adequada das partículas, é fundamental para a formação satisfatória de flocos durante a etapa de floculação. Esses flocos têm a capacidade de serem removidos nas etapas subsequentes de separação sólido-líquido, como a decantação e filtração (OLIVEIRA, 2022; FERRARI et al., 2020).

O processo de decantação é realizado por tanques, onde flocos formados pela coagulação anteriormente, ficam em repouso, assim determinadas partículas terminam precipitando no fundo do tanque por ação da gravidade, posteriormente, a água clarificada é coletada na parte superior do tanque. Após a decantação dos sedimentos, a água passa pela filtração, é um processo de remoção adicional de partículas finas e impurezas que não foram sedimentadas na fase de decantação e também remoção de alguns microrganismos (LEAL, 2022).

Por fim, a etapa de desinfecção é realizada para eliminar microrganismos patogênicos e garantir a segurança microbiológica da água tratada antes da sua distribuição e fornecimento para consumo humano, uma vez que, o cloro elimina esses organismos, evitando a proliferação de vírus e bactérias. Mas nessa etapa pode ser usada de outra forma de desinfecção sem ser o cloro, como a luz, por exemplo a ultravioleta (SILVA et al., 2021).

Consequentemente, essas etapas compõem o ciclo completo de tratamento em uma ETA, garantindo a remoção de impurezas, melhoria da qualidade da água e tornando-a adequada para o consumo humano. Mas, é importante destacar que as etapas podem variar de acordo com o tamanho da ETA, a qualidade da água de entrada e os requisitos específicos de tratamento.

3.5 Microrganismos indicadores

A água desempenha um papel crucial na transmissão de doenças, principalmente as de natureza intestinal. Essas doenças são frequentemente transmitidas por meio da ingestão de água contaminada ou pelo consumo de alimentos contaminados. Diversas doenças transmitidas pela água são causadas por bactérias, protozoários, vírus, fungos e helmintos (TEIXEIRA et al., 2019).

Para monitoramento de qualidade de água, um padrão bem importante é o bacteriológico, que possibilita avaliar a presença ou ausência de organismos patogênicos, as análises de microrganismos patogênicos são particularmente úteis para comprovar a associação de doenças de veiculação hídrica à água.

A água quando contaminada por bactérias não apresenta drásticas alterações nas características físicas e químicas como ocorre em águas poluídas, fato que demonstra a importância do uso desta técnica para

detectar a presença de bactérias nocivas à saúde humana. A presença de coliformes indica poluição com o risco potencial da presença de organismos patogênicos (BUENO et al., 2017; VIANA et al., 2018).

Dentre o grupo dos coliformes, totais e termotolerantes, são representados por um grupo de bactérias que contém bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos não formadores de esporos, oxidase-negativa, que são capazes de desenvolver na presença de sais biliares ou outros compostos ativos de superfície, com propriedades similares de inibição de crescimento, e que fermentam a lactose com produção de ácidos, aldeídos e gás a 35°C ($\pm 0,5$) entre 24 a 48 horas (LEAL, 2022).

Com relação aos termotolerantes, por ser uma bactéria de fácil isolamento e identificação em água e por seu período de sobrevivência ser semelhante ao dos patógenos mais comuns, a *Escherichia coli* é considerada a melhor indicadora de contaminação fecal, sendo a tendência atual o uso da detecção específica de *Escherichia coli*, e não mais de bactérias do grupo coliformes termotolerantes. Essa bactéria faz parte do trato intestinal do homem e de outros animais de sangue quente, sendo encontrada nas fezes de todos os indivíduos (MARQUEZI; GALLO; DIAS, 2010; SILVA; FORTUNA, 2021).

Neste contexto, Fiorvanti et al. (2020), descreve que a *Escherichia coli* é uma das três principais bactérias patogênicas transmitidas por alimentos e pela água no mundo, sendo clinicamente importante, pois sua infecção pode levar a uma ampla gama de manifestações clínicas, incluindo infecções assintomáticas, diarreia leve ou doenças graves, como colite hemorrágica e síndrome hemolítico-urêmica.

As bactérias do grupo coliforme, possuem uma enzima denominada β -galactosidase, que metabolizam a porção nutriente do composto β -d-galactopiranosídeo presente em meios de cultura específicos denominados cromogênicos para a análise, que por vez liberam a porção indicadora orto nitrofenol que torna o meio de cultura com coloração amarelada, caracterizando assim a presença de coliformes totais (LEAL, 2022).

Os esporos de bactérias, são estruturas resistentes nomeadas assim por serem formados no interior das células e se diferem das células vegetativas, sendo óticamente refráteis e altamente resistentes a estresse químicos e físicos, propriedades estas conferidas pela composição química e pela ultraestrutura da parede celular. Como também, existem outras bactérias formadoras de esporos como, por exemplo, o gênero *Clostridium*, porém sob condições anaeróbias. A presença de esporos de bactérias aeróbias pode ser usada para avaliar uma variedade de processos e operações de tratamento de água, incluindo a clarificação (OLIVEIRA, 2015).

3.6 Investigação de Patógenos em Bebedouros

Os bebedouros são utilizados para facilitar o acesso das pessoas à água potável, especialmente em edifícios públicos. No entanto, eles podem representar uma fonte potencial de contaminação, seja diretamente pela água fornecida pelo aparelho ou indiretamente pelo contato com o próprio dispositivo, uma vez que são utilizados por diferentes indivíduos. Além de estarem expostos ao ambiente ou instalados no interior de sanitários, falhas na sua higienização e hábitos higiênicos inadequados na sua utilização contribuem para a contaminação microbiológica (MARTINS et al., 2020).

A investigação de patógenos em bebedouros pode fornecer informações importantes sobre a eficácia dos protocolos de higienização, a qualidade da água fornecida e a necessidade de medidas corretivas. Em uma investigação da água de bebedouros no campus universitário do semiárido nordestino, demonstraram que os bebedouros utilizados, estavam fora do preconizado pela legislação, sugerindo que o sistema de higienização adotado pelo centro acadêmico apresentou baixa eficácia em manter a qualidade da água (SILVA et al., 2019).

Em suas amostras de água de bebedouro, Alencar et al. (2020), evidenciou um índice relativamente alto de coliformes totais e termotolerantes nas amostras coletadas nas escolas do município de Alagoa Grande - PB. Os autores relatam que em três das cinco amostras que foram positivas são de escolas da zona rural, indicando que há negligência na manutenção das águas de bebedouros, havendo a necessidade de uma fiscalização mais efetiva por parte das instituições de vigilância sanitária, tendo em vista o grande acesso dos alunos aos bebedouros, tornando-se grandes fontes de transmissão de doenças.

De acordo com Fiorvanti et al. (2020), que avaliou durante 12 meses a qualidade da água disponível para consumo humano em 10 escolas públicas, destas, 3 escolas apresentaram resultados em acordo com a Portaria vigente no período de realização da pesquisa. Com isso, os resultados deste estudo apontaram a importância de monitorar a qualidade da água disponível para consumo, e que a qualidade da água está associada à falta de profissional responsável pelo controle e manutenção.

Portanto, a água disponível para consumo humano nos bebedouros pode sofrer alterações das suas características como a microbiológicas devido a alguns fatores: possível ausência de condições higiênico-sanitárias dos aparelhos como falta de manutenção periódica e limpeza, ineficiência dos filtros dos bebedouros e impurezas nas canalizações e reservatórios.

3.7 Tratamento e Distribuição da água potável no Campus Universitário da UFLA

O tratamento da água para consumo humano na UFLA é realizado pela sua própria Estação de Tratamento de Água (ETA) que foi inaugurada em 1991, que capta água das lagoas, essas lagoas também recebem água das nascentes que existem dentro do campus. A Figura 3.2, apresenta a localização das lagoas e da Estação de Tratamento de Água - ETA da Universidade Federal de Lavras.

Figura 3.2 – Localização das três lagoas que captam as águas que abastecem a Estação de Tratamento de Água da Universidade Federal de Lavras.



Legenda: Localizações das lagoas e da ETA, dentro do campus da UFLA.

Fonte: Adaptado Google Earth (2023).

A UFLA é uma das poucas Universidades autossuficientes no abastecimento de água, em sua Estação de Tratamento de Água (ETA) e realizado o tratamento como ciclo completo (convencional) composto por: captação, pré-oxidação, coagulação, floculação, decantação, filtração e desinfecção. Localizada dentro do campus universitário, exerce papel importante para a comunidade, já que é responsável pelo tratamento e distribuição da água que é disponibilizada para consumo humano no campus (FREITAS, 2019).

Segundo o Plano de Desenvolvimento (PDU) - DQMA de 2021, a ETA foi reinaugurada em 2016 após uma ampliação e reforma que trouxeram mais segurança e infraestrutura para a estação. Como também

foram instalados dois novos reservatórios com capacidade para armazenar até 250 m³ de água em cada, proporcionando mais segurança no fornecimento de água tratada para todo o campus.

Conforme informações de colaboradores, a ETA/UFLA alimenta todo campus, mas havendo uma exceção que é do Centro Histórico da UFLA, onde ainda não foi implantada a distribuição de água disponível pela ETA/UFLA.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

As amostras foram coletadas em bebedouros selecionados em semanas intercaladas no campus da Universidade Federal de Lavras (UFLA), que se localiza na cidade de Lavras, no sul de Minas Gerais.

4.2 Escolha dos pontos

Foram escolhidos oito bebedouros em sete prédios localizados dentro do campus universitário de acordo com alguns aspectos, como a demanda do consumo de água no local, a alta movimentação de pessoas e o prédio do Departamento de Engenharia Ambiental. No Quadro 4.1, estão todos os seus pontos com suas coordenadas longitudinais e latitudinais.

Quadro 4.1 – Referência da localização dos pontos de amostragem do presente estudo.

Pontos	Latitude	Longitude
Restaurante Universitário (RU)	21°13'34.60"S	44°58'38.63"O
Pavilhão 3 (PV3)	21°13'37.99"S	44°58'35.34"O
Pavilhão 4 (PV4)	21°13'36.01"S	44°58'35.10"O
Pavilhão 9 (PV9)	21°13'52.25"S	44°58'23.62"O
Departamento de Engenharia Ambiental (DAM)	21°13'45.65"S	44°58'30.53"O
Diretório Central dos Estudantes (DCE)	21°13'36.86"S	44°58'36.98"O
Biblioteca	21°13'40.44"S	44°58'36.72"OO

Fonte: Do Autor (2023); (Cabral, 2010).

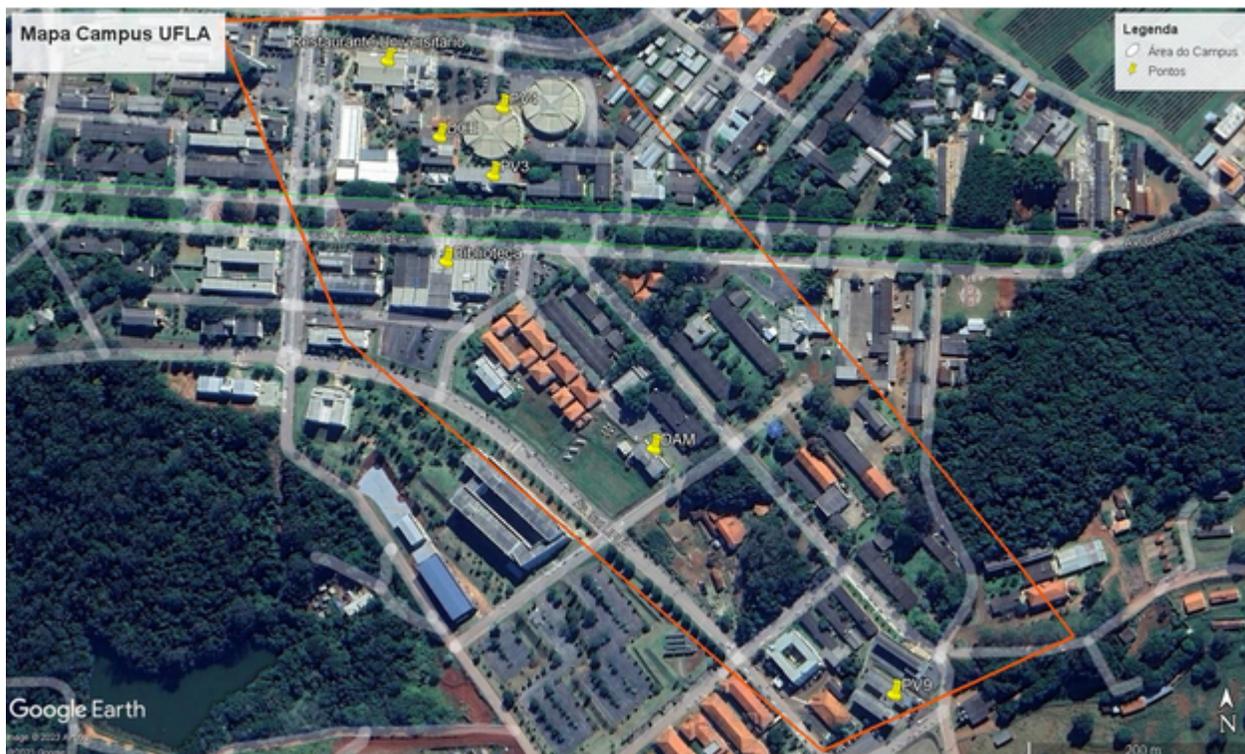
Foram realizadas amostragem simples em oito bebedouros em sete prédios distintos dentro do campus universitário (Figura 4.1), exceto no Restaurante Universitário que ocorreu duas amostragem, por haver dois pavimentos, assim foi realizada uma coleta em cada pavimento. Para identificação das amostras foram nomeados RU1 e RU2.

4.2.1 Amostragem

As amostras foram coletadas em frascos de vidro, com capacidade de 250mL, higienizados com solução de limpeza e depois esterilizados em autoclave a 121°C por 15 minutos.

A coleta das amostras de água dos bebedouros foi realizada com os próprios frascos devidamente esterilizados, com adição de 3% tiosulfato de sódio em 100mL de amostra que tem como intuito inibição

Figura 4.1 – Localização do Restaurante Universitário (RU 1 e RU 2), Biblioteca, PV3, PV9, PV4, DCE e DAM distribuídos na região central e Sul Campus universitário da UFLA.



Legenda: Localizações dos pontos de coleta marcados, dentro do campus da UFLA.

Fonte: Adaptado Google Earth (2023).

da ação do cloro preservando os possíveis microrganismos presentes na amostra, e também rotulado com o nome de cada ponto para identificação em laboratório. Para coleta da água no bebedouro foi necessário a higienização das mãos e torneira com etanol 70%, depois a torneira foi acionada e deixou a água fluir por alguns minutos para iniciar a coleta. Após a realização da coleta, as amostras acondicionadas dentro de uma caixa térmica e encaminhadas para o laboratório de microbiologia do Departamento de Engenharia Ambiental (DAM) para serem analisadas.

As análises foram realizadas no mesmo dia da coleta, sendo que estas ocorreram no período de dez semanas de forma intercalada, no final desse período foram totalizadas cinco amostragens para cada ponto. Na Tabela 4.1, apresenta as semanas, pontos de amostragens e quais análises e sua metodologia que foi utilizada para a semana.

Tabela 4.1 – Distribuição das dez semanas de amostragem com seus respectivos pontos de monitoramentos, variáveis analisadas e suas metodologias utilizadas.

Semanas	Ponto de amostragem	Análises	Metodologia
1	RU 1, PV3, DCE, DAM	Coliformes Totais (CT), <i>Escherichia coli</i> (<i>E. Coli</i>)	(RICE et al., 2012a)
2	RU 2, BIBLIOTECA, PV4, DAM	Coliformes Totais (CT), <i>Escherichia coli</i> (<i>E. Coli</i>)	(RICE et al., 2012a)
3	RU 1, DCE, PV3, PV9	Coliformes Totais (CT), <i>Escherichia coli</i> (<i>E. Coli</i>)	(RICE et al., 2012a)
4	BIBLIOTECA, PV4, PV9, DAM	Coliformes Totais (CT), <i>Escherichia coli</i> (<i>E. Coli</i>)	(RICE et al., 2012a)
5	RU 2, DCE, BIBLIOTECA, PV4	Coliformes Totais (CT), <i>Escherichia coli</i> (<i>E. Coli</i>)	(RICE et al., 2012a)
6	DCE, PV3, PV9, DAM	Coliformes Totais (CT), <i>Escherichia coli</i> (<i>E. Coli</i>)	(RICE et al., 2012a)
7	RU 1, RU 2, BIBLIOTECA, PV4	Coliformes Totais (CT), <i>Escherichia coli</i> (<i>E. Coli</i>)	(RICE et al., 2012a)
8	RU 1, RU 2, PV3, PV9, RU 1	Coliformes Totais (CT), <i>Escherichia coli</i> (<i>E. Coli</i>)	(RICE et al., 2012a)
9	RU2, DCE, PV3, PV9, PV4, DAM, BIBLIOTECA	Coliformes Totais (CT), <i>Escherichia coli</i> (<i>E. Coli</i>), VB, Cor aparente, Esporos de bactérias aeróbias, Turbidez, CRL	(RICE et al., 2012b; SILVA et al., 2017), Discos de color/DPD
10	DCE	Esporos de bactérias aeróbias	(SILVA et al., 2017)

Fonte: Do autor (2023).

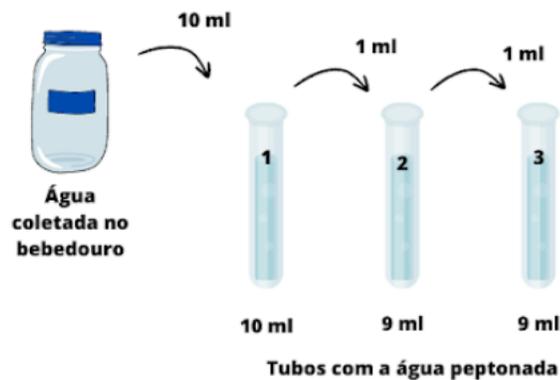
4.3 Análises

4.3.1 Quantificação de coliformes totais e *E. Coli*

Para as análises das amostras empregou-se a técnica de fermentação de tubos múltiplos para membros do grupo coliforme, metodologia do Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater. 20 ed. Washington: APHA, 2012.

Para realização da Água Peptonada foi realizado o cálculo para 3 tubos deste caldo para cada amostra, para primeira diluição foi 10 ml, na segunda e terceira foi 9 ml. A escolha dessa diluição foi analisada e estabelecida como a melhor diluição para ser trabalhada nesta pesquisa. O primeiro tubo a diluição foi de 50/50% contendo 10 ml da água peptonada e 10 ml da água coleta no bebedouro, no segundo tubo com 9 ml foi 1 ml da primeira diluição e no terceiro que também era 9 ml adicionou 1 ml da segunda diluição (Figura 4.2).

Figura 4.2 – Demonstração da diluição da amostra em água peptonada.



Fonte: Do Autor (2023).

Para fase presuntiva do teste (CT) de tubos múltiplos foi utilizado o caldo Lauril Sulfato triptose (LST), em quintuplicada. Os tubos foram incubados a 35°C ($\pm 0,5$) por um período de 48 horas para realização da leitura, assim, para identificar o resultado da amostra para positivo analisa se houve presença de gases ou se a amostra ficou turva dentro dos tubos, e se ela não sofrer qualquer tipo de alteração o resultado é negativo (RICE et al., 2012a).

Depois da leitura da fase presuntiva para os tubos positivos, foi realizada a fase para confirmar se há presença de coliformes termotolerantes como a *E. Coli*, utilizando o caldo EC-MUG, que é o indicado para água potável. Após o procedimento dessa fase, os tubos de caldo EC-MUG foram incubados de 44,5°C ($\pm 0,5$) pelo período de 24 horas (RICE et al., 2012a). Para realização da leitura desta fase foi preciso de luz ultravioleta, quando positivo o caldo emitia uma intensa fluorescência, assim positivando a amostra para *E. Coli*.

4.3.1.1 Análise de coliformes com choque térmico

Na 9ª semana, realizou-se coliformes totais e termotolerantes para todos os pontos, seguindo-se a metodologia de Silva et al. (2017). As amostras passaram por um choque térmico de 75°C em banho-maria, visto que também foram incubadas para esporos de bactérias aeróbias. Para realização da água peptonada a diluição foi de 50/50% contendo 10 ml da água peptonada e 10 ml da água coleta no bebedouro, assim, a etapa presuntiva foi em caldo Lauril Sulfato triptose (LST), e para a fase confirmatória utilizou-se o caldo Verde Brilhante (VB), e a temperatura de incubação foi de 37°C ($\pm 0,5$) por 24h para ambas etapas. Os tubos foram incubados em estufa a 45°C ($\pm 0,5$) em caldo EC, por 24h. Considerou-se como positivo se houve presença de gases ou se a amostra ficou turva dentro dos tubos.

4.3.2 Esporos de bactérias aeróbias (EBA)

A análise de esporos de bactérias aeróbias foi realizada juntamente com Laboratório de Microbiologia de Alimentos no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), na 9ª e 10ª semanas, seguindo-se a metodologia de Silva et al. (2017). Após a coleta, as amostras foram separadas de dois pontos por vez para realização das análises e então submetidas a banho maria até atingir 75°C e assim permaneceu por 20 minutos, em seguida realizou-se um choque térmico em gelo até que elas alcançassem temperatura ambiente. Na sequência, as amostras foram conduzidas até a capela para diluição (10-2) em água peptonada (0,1% m/v) da qual alíquotas de 0,1 mL foram inoculadas em placas contendo Ágar Triptona-Soja (TSA) que foram incubadas a 37°C ($\pm 0,5$) por 24h. Após esse período foi realizada a leitura das placas positivas.

4.3.3 Cor aparente

O parâmetro de cor aparente foi realizado no Laboratório de Análises de Água (LAADAM), seguindo-se a metodologia do Standard Methods 2120B APHA (2017) ((RICE et al., 2012b)). Para essa análise, foi preciso de um espectrofotômetro para medir a absorção da luz de uma amostra em diferentes comprimentos de onda, sendo este brevemente, zerado e ajustado ao comprimento de onda de 465 nm com água destilada. Logo em seguida, foi realizada a leitura de todas as amostras, que estavam preservadas em temperatura adequada (refrigeradas).

4.3.4 Turbidez

Na turbidez foi utilizado o Método nefelométrico 2130B do Standard Methods APHA (2017) ((RICE et al., 2012b)), esse parâmetro pode trazer inconvenientes sanitários diretos e é esteticamente desagradável na água potável, os sólidos suspensos podem servir de abrigo para microrganismos patogênicos.

Para leitura das amostras, todas foram preservadas em temperatura adequada (refrigeradas) e encaminhadas até o Laboratório de Microbiologia do DAM. Para realização foi utilizado o Turbidímetro de bancada AP 2000, da marca Policontrol (Figura 4.3), que tem a função de ler o valor de turbidez da amostra. Este equipamento é constituído de um nefelômetro, sendo a turbidez expressa em unidades nefelométricas de turbidez (UNT). Assim ele foi calibrado para realização da leitura das amostras.

Figura 4.3 – Turbidímetro AP 2000.



Fonte: Do Autor (2023).

4.3.5 Cloro residual livre (CRL)

O parâmetro de Cloro residual livre, realizou-se com o Kit teste de disco da marca HACH, método Discos de color/DPD do modelo CN-66F (Figura 4.4), no Laboratório de Análises de Água (LAADAM). Na realização deste método de Discos de color/DPD, é preciso colocar um reagente em pó de cloro livre DPD junto com a amostra, e em seguida é realizada a leitura no disco dentro de 1 minuto para não haver interferência de monocloramina, para obter o valor é feita uma comparação colorimétrica da amostra com a cor do disco, assim, é dado um valor correspondente.

Figura 4.4 – Kit teste de disco, modelo CN-66F.



Fonte: Do Autor (2023).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O estudo em questão foi realizado no primeiro semestre de 2023. Dentro deste período, foram realizadas amostragens simples nos bebedouros do Campus Universitário da UFLA. As análises realizadas possibilitaram avaliar a qualidade microbiológica da água potável disponível em oito bebedouros distribuídos em prédios do campus universitário. Posteriormente, os valores obtidos foram comparados com os parâmetros estabelecidos na Portaria GM/MS n° 888/2021.

No primeiro momento foram obtidos resultados das análises de coliformes totais (CT) e *E. Coli*, que foram contabilizadas mediante o Índice NMP de organismos presentes, durante oito semanas intercaladas. No quadro 5.1, estão apresentadas as semanas, seus respectivos pontos de amostragem, os resultados das análises de coliformes totais e a presença ou ausência de *E. Coli* considerando para ambos a diluição em quintuplicadas, além do a VMP estabelecido na Portaria GM/MS n° 888/2021.

A Portaria GM/MS n°888/2021, estabelece que seja realizada a verificação da água para consumo humano para garantir sua potabilidade, assim avaliando se há ausência de coliformes totais e *E. coli*. Dessa forma, alguns dos pontos conforme explicitado no quadro 5.1 estão em desconformidade com os critérios microbiológicos elencados na portaria do Ministério da Saúde. Uma das formas de assegurar a qualidade da água para consumo humano consiste em verificar a presença de bactérias do grupo coliforme que são utilizados como bioindicadores de contaminação (VALIATTI et al., 2021).

Conforme os resultados obtidos e expostos no quadro 5.1, observa-se que dentro dos oito pontos de amostragem, os pontos PV3, DAM e RU1 que correspondem a 37,5% da área estudada, apresentaram a presença de coliformes totais e *E. coli*. Além disso, cabe destacar que o ponto PV3, teve a presença de coliformes totais e *E. coli* na sua primeira semana de amostragem.

Com relação ao PV3 por seu resultado ter positivado na primeira semana de amostragem do presente estudo, foi solicitado a manutenção do local, sendo esta realizada em momento oportuno. Nota-se que a partir da terceira semana de estudo todas amostragens deste ponto foram negativas para a presença de Coliformes totais e *E. coli*. Essa ação demonstra que medidas foram realizadas. Uma vez que, neste ponto de amostragem a manutenção foi capaz de eliminar uma possível rota de contaminação de doenças associadas a microrganismos patogênicos. Em busca de informações sobre os bebedouros instalados no campus universitário da UFLA, um colaborador da Diretoria de Manutenção de Equipamentos relatou que sobre as manutenções de limpeza e troca de filtro dos bebedouros só acontece quando é solicitado o serviço, não existe um programa que monitora os bebedouros periodicamente.

Quadro 5.1 – Resultado das análises de coliformes totais (CT) e das análises de *E. coli* em 8 semanas consecutivas de estudo.

Semanas	Pontos de amostragem	NMP 100mL	
		CT	<i>E. coli</i>
1	RU 1	Ausência	Ausência
	DCE	Ausência	Ausência
	PV3	23	Presença
	DAM	Ausência	Ausência
2	RU 2	Ausência	Ausência
	BIBLIOTECA	Ausência	Ausência
	PV4	Ausência	Ausência
	DAM	2	Presença
3	RU 1	2	Presença
	DCE	Ausência	Ausência
	PV3	Ausência	Ausência
	PV9	Ausência	Ausência
4	BIBLIOTECA	Ausência	Ausência
	PV4	Ausência	Ausência
	PV9	Ausência	Ausência
	DAM	Ausência	Ausência
5	RU 2	Ausência	Ausência
	DCE	Ausência	Ausência
	BIBLIOTECA	Ausência	Ausência
	PV4	Ausência	Ausência
6	DCE	Ausência	Ausência
	PV3	Ausência	Ausência
	PV9	Ausência	Ausência
	DAM	Ausência	Ausência
7	RU 1	Ausência	Ausência
	RU 2	Ausência	Ausência
	BIBLIOTECA	Ausência	Ausência
	PV4	Ausência	Ausência
8	RU 1	Ausência	Ausência
	RU 2	Ausência	Ausência
	PV3	Ausência	Ausência
	PV9	Ausência	Ausência
Padrão de Referência - VMP (Portaria GM/MS nº 888/2021)		Ausência em 100mL	

Legenda: Ausente quando NMP < 1,8/100mL.

Fonte: Do Autor (2023); (Brasil, 2021).

Segundo Moraes et al. (2018), a presença de coliformes totais na água indica a existência de bactérias provenientes de condições higiênicas e saneamento inadequadas, o que resulta em um alto risco de transmissão de doenças de veiculação hídrica. Assim, os autores analisaram 12 bebedouros em escolas pú-

blicas e privadas da cidade de Santa Rita na Paraíba, constatou em relação à contagem de coliformes totais, verificou-se que 100% das amostras apresentaram impróprias para consumo, enquanto coliformes termotolerantes foram detectados em 33,33% das amostras.

Mediante os resultados de Brito et al. (2021), que realizaram análises microbiológicas em água de bebedouros no Setor Profissional (Campus II) na UFPA, foi possível observar que 14,28% dos pontos monitorados não encaixaram dentro do padrão estabelecido pela Portaria que cita ausência de coliformes totais e *E. coli* em 100 mL de amostra. Por outro lado, 85,72% estavam dentro dos padrões estabelecidos.

Os resultados de Correia et al. (2022), que foi a partir de um estudo em águas de bebedouros da Universidade Federal de Uberlândia, asseguraram o controle da qualidade da água que abastece a comunidade, quanto aos indicadores microbiológicos, toxicológicos e organolépticos. Foi avaliado a qualidade da água dos bebedouros de dois edifícios da , do campus Santa Mônica. Os resultados da análise bacteriológica não apresentaram crescimento de coliformes nas suas amostras, estando em conformidade com a Portaria.

De acordo com Silva, Gonçalves e Friaes (2022), que avaliou a potabilidade da água em bebedouros de escolas municipais, 26,7% apresentaram ausência de coliformes fecais e 73,3%, presença. Desse modo, concluiu-se que a água dos poços e dos bebedouros das escolas não atenderam aos requisitos de potabilidade estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde. Neste caso, foram necessárias ações corretivas para evitar danos à saúde da comunidade escolar, por meio de medidas básicas, limpeza dos bebedouros, reservatórios e manutenção dos filtros.

A ausência de manutenção em reservatórios de água, bebedouros, dentre outros, pode favorecer o desenvolvimento e sobrevivência de alguns patógenos microbianos. E por esse fato, é importante a capacitação dos gestores para adoção de medidas de higiene nos bebedouros, filtros e reservatórios (TEIXEIRA et al., 2019).

Segundo Freitas et al. (2017), além dos problemas de saúde pública já conhecidos e atrelados à contaminação da água, os coliformes podem conter plasmídeos de resistência à antibióticos e transmiti-los a outras bactérias. Assim, Freitas et al. (2017) encontrou genes de resistência para ampicilina, tetraciclina e ciclopropeno em águas de abastecimento. Avaliaram em água para consumo humano e encontraram 59,44% das amostras contaminadas por coliformes termotolerantes e outros 50,56% das amostras contaminadas por outras bactérias. Das análises de água do bebedouro, cerca de 50% foram positivas para termotolerantes. Das amostras classificadas, 6,67% eram *Klebsiella sp.*, 12,22% eram *E.coli* e 31,11% eram *Salmonella sp.* AKTURK et al. (2012) citado por Freitas et al. (2017), também encontraram contaminação em águas de bebedouro por *Proteus vulgaris*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* e *Citrobacter spp.* Nesse

mesmo trabalho, o autor encontrou genes de resistência à ampicilina, cefalotina, vancomicina e bacitracina, o que reforça que, além do risco potencial de transmissão de doenças ainda se têm a disseminação de genes de resistência à antibióticos por microrganismos contidos em águas de abastecimento.

Com base nos dados apresentados anteriormente neste estudo, é possível observar pontos que obtiveram resultados positivos. Diante disso, para uma melhor avaliação dos oito pontos de amostragem foram realizadas duas semanas adicionais de amostragem, as quais correspondem às 9ª e 10ª semanas deste estudo, sendo avaliadas as seguintes variáveis, Coliformes Totais (CT), *Escherichia Coli* e Esporos de bactérias aeróbias, todas análises realizadas em triplicatas. Para realizar a comparação dos resultados com os valores estabelecidos pela Portaria GM/MS n° 888/2021 também foram consideradas as análises de Cor aparente, Turbidez e Cloro Residual Livre (CRL).

Na segunda fase, que corresponde à 9ª semana, foram realizadas as amostragens dos oito pontos de monitoramento do presente estudo, sendo constatado a presença de Coliformes Totais e *E. Coli* e esporos de bactérias aeróbias (EBA), no ponto de amostragem do departamento de Diretório Central dos Estudantes (DCE). Considerando que somente o ponto de amostragem do DCE apresentou a presença deste grupo de bactérias e considerando a limitação de recursos financeiros, foi considerada a realização da amostragem da 10ª semana somente para este ponto, com realização apenas da análise de esporos de bactérias aeróbias, conforme apresentado na Tabela 5.2.

Quadro 5.2 – Apresentação dos pontos de amostragem da 9ª e 10ª semana de estudo e os resultados obtidos nas análises de Coliformes Totais (CT), *Escherichia Coli* (*E. Coli*) e esporos de bactérias aeróbias (EBA).

Semanas	Pontos de Amostragem	NMP /100mL		EBA
		CT	<i>E. Coli</i>	
9	RU1	Ausente	Ausente	Ausente
	RU2	Ausente	Ausente	Ausente
	DCE	23	Presença	Presença
	PV3	Ausente	Ausente	Ausente
	PV9	Ausente	Ausente	Ausente
	PV4	Ausente	Ausente	Ausente
	DAM	Ausente	Ausente	Ausente
	BIBLIOTECA	Ausente	Ausente	Ausente
10	DCE	-	-	Presença
Padrão de Referência - VMP (Portaria GM/MS n° 888/2021)		Ausência em 100ml		

Legenda: < 3,0 considera como ausente, segundo SILVA et al. (2010).

Fonte: Do Autor (2023); (Brasil, 2021).

De acordo com os resultados apresentados no quadro 5, na 9ª semana o ponto DCE se destacou devido à presença de esporos de bactérias aeróbias, presença de 23 NMP/100ml de Coliforme totais e *E. Coli*, o que não está de acordo com o estabelecido pela Portaria GM/MS nº 888/2021. Essa Portaria estabelece em seu Art. 29 que o monitoramento precisa ter continuidade sendo feito durante 1 mês, de forma semanal e se o resultado da presença das variáveis se manterem é necessário realizar o monitoramento de cistos de *Giardia spp.* e oocistos de *Cryptosporidium spp.* em cada ponto de captação de água com frequência mensal ao longo dos 12 meses seguintes. Neste estudo, as análises foram limitadas a duas semanas por conta dos custos atrelados, infraestrutura e insumos relacionados de forma direta às análises recomendadas na referida legislação.

Importante salientar que, segundo a Portaria do Ministério da Saúde, apenas se o resultado for superior a 1000 *E.coli*/100mL de amostras de água que os esporos de bactérias aeróbias são analisados, o que, nesse caso, foi realizado por rigor científico e metodologias diversas além dos coliformes, uma vez que esporos de bactérias aeróbias carregam outros grupos de microrganismos.

Segundo Oliveira (2015), que avaliou os esporos de bactérias aeróbias como variável indicadora da eficiência da remoção de protozoários em Estação de Tratamento de Água de ciclo completo, relata que foram detectados em números elevados na água bruta, que ao longo das etapas de tratamento foram removidos de forma consistente, mas que permaneceram presentes nos efluentes de cada uma dessas etapas. Portanto, isso demonstra o potencial de quantificação de decaimento ao longo do tratamento e, por conseguinte, de uso como indicadores da remoção de patógenos.

O prédio do DCE é um local onde estão instalados os centros acadêmicos da universidade, conta também com uma cozinha com micro-ondas para os alunos e servidores utilizarem, além de uma área de lazer para os estudantes, ficando localizado ao lado do centro de convivência. No DCE há apenas um bebedouro, e tem um público alvo significativo, como não existem bebedouros no centro de convivência pode-se afirmar que entre os bebedouros amostrados neste estudo esse que tende a ser mais acessado. Portanto, quando há presença de organismos patogênicos na água de um bebedouro como este, existe grande potencial de disseminação de contaminação para todos os indivíduos que acessam esses bebedouros, uma vez que, um grande número de pessoas é exposto à água contaminada, aumenta a probabilidade de transmissão de doenças por via oral como gastrointestinais incompatíveis.

A Portaria GM/MS nº888/2021, cita que para todas as amostras coletadas para análises bacteriológicas, deve ser efetuada a medição de cor, turbidez e residual desinfetante (BRASIL, 2021). Com isso, de forma complementar às análises bacteriológicas foram realizadas essas análises para comparação com

que se estabelece na legislação, logo, esses parâmetros são indicadores importantes da qualidade da água e auxiliam na detecção de possíveis contaminações químicas e possíveis problemas na purificação da água. Os resultados obtidos dos oito pontos amostrados na 9ª semana estão apresentados no quadro 5.3. Esse quadro expõe os valores das análises de cor aparente, turbidez e cloro residual livre (CRL), bem como os valores estabelecidos pela Portaria vigente.

Quadro 5.3 – Resultados obtidos nas análises de cor aparente, turbidez e CRL, para os oito pontos amostrados na 9ª semana de estudo.

Pontos	Cor aparente (uH)	Turbidez (UNT)	CRL (mg/l)
RU1	0,731	0,27	0,2
RU2	0,731	0,52	0,2
DCE	0,731	0,49	0,4
PV3	0,731	0,94	0,0
PV9	0,731	0,12	0,7
PV4	0,731	0,44	0,8
DAM	0,731	0,48	0,2
BIBLIOTECA	0,731	0,56	0,8
Padrão de Referência - VMP (Portaria GM/MS n° 888/2021)	15 uH	5 UNT	0,2 - 5,0 mg/l

Fonte: Do Autor (2023); (Brasil, 2021).

Neste estudo, os valores obtidos das variáveis como cor aparente, turbidez e cloro residual livre ficaram dentro do que é estabelecido pela Portaria vigente. Assim, os valores de turbidez tiveram uma variação nos pontos com o menor valor de 0,12 UNT e o maior valor de 0,94 UNT, sendo que na Portaria cita para turbidez o valor limite de 5 UNT. Para cor aparente todos os pontos obtiveram o mesmo valor de 0,731 uH o que também está dentro do VMP igual a 15 uH estabelecido na Portaria. Porém, no cloro residual livre apenas no PV3 que ficou fora do estabelecido pela Portaria, uma possível justificativa é o bebedouro novo e o filtro de carvão ativado.

A cor aparente e turbidez são parâmetros importantes para a análise de qualidade da água, e normalmente são analisados e estudados em conjunto, porque são fundamentais para avaliar a qualidade visual e transparência da água. Portanto, a presença de cor aparente pode ser indicativa de impurezas, como matéria orgânica em decomposição, algas, sedimentos ou substâncias químicas dissolvidas e a turbidez está relacionada à presença de partículas suspensas na água, que afetam a sua claridade e transparência. De acordo com a Portaria GM/MS n° 888/2021, em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) ou pontos de consumo deverá atender ao VMP de 5,0 uT para turbidez (BRASIL, 2021).

Assim, Souza et al. (2018), apresentou em seus resultados para cor aparente que suas amostras ficaram fora do estabelecido pela Portaria n° 2.914/2011, que é de < 15 uH, com o valor acima do que é permitido. Já a turbidez em todas as amostras atendeu ao padrão organoléptico que é estabelecido pela Portaria n° 2.914/2011.

Os resultados de Silva et al. (2019), analisou amostras de água de 10 bebedouros que não apresentaram nenhuma forma de contaminação de estruturas parasitárias ou alteração físico-química com cor aparente e turbidez, encontrando-se dentro do esperado.

De acordo com o cloro residencial livre, a Portaria dispõe em seu Art. 34 que é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) e nos pontos de consumo. E em relação ao padrão de potabilidade para subprodutos da desinfecção que representam riscos à saúde, a legislação estabelece um VMP de 5 mg/L de cloro residencial livre (BRASIL, 2021).

No cloro residencial livre, é possível verificar se a água tratada está recebendo a quantidade adequada de cloro para garantir sua potabilidade. Isso é muito importante em sistemas de abastecimento de água, onde a presença de cloro residual livre é essencial para manter a qualidade da água ao longo de toda a rede de distribuição.

Contudo, ao realizar as análises conforme estabelecido pela Portaria GM/MS n° 888/2021, é possível assegurar que a água dos bebedouros esteja de acordo com os padrões exigidos, garantindo assim a segurança e a saúde das pessoas que a consomem. Assim é essencial o monitoramento da qualidade da água, como realizações periódicas de manutenção em reservatórios, higienização dos bebedouros (limpeza), como também a troca dos filtros.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados coletados, foi possível obter informações referentes aos oito pontos analisados nas dez semanas:

- Entre os resultados apresentados, 12,5% da amostragem apresentaram resultados positivos para a presença de coliformes totais e *E. Coli*. Conforme estabelecido pela Portaria GM/MS n°888/2021, deve ter ausência de coliformes totais e *E. coli*, em 100 ml de amostra, sendo assim, pode-se concluir que 50% dos pontos não estão de acordo com o estabelecido;
- Na primeira semana de estudo obteve um resultado positivo em um dos bebedouros amostrados (PV3) considerado a alta demanda de consumo de água deste bebedouro e o tempo da pesquisa foi informado a Diretoria de Meio Ambiente da UFLA que realizou ações de manutenção, sendo observada a efetividade da que contribuiu para que os resultados de coliformes totais e *E. Coli* ficassem dentro dos valores estabelecidos na Portaria do Ministério da Saúde vigente nas demais semanas amostradas. Portanto, isso mostra a importância da realização da manutenção nos bebedouros, com limpeza e troca de filtros.
- Na 9ª e 10ª semana, apresentou presença de esporos de bactérias aeróbias (EBA) no bebedouro do DCE, como também a presença de coliformes totais e *E. Coli* no mesmo ponto na 9ª semana.
- Na 9ª semana, nos resultados para cor aparente, turbidez e cloro residual livre apresentaram está conforme estabelecido na Portaria GM/MS n°888/2021.

Destaca-se que a presença do grupo de coliformes totais (CT), *E. Coli* e os esporos de bactérias aeróbias (EBA) confirmam a possibilidade de uma contaminação via oral aos indivíduos que tiveram acesso a estes bebedouros durante o período de contaminação.

Por fim, apesar de não ter investigado possíveis registros de relatos e ocorrências diretamente associadas aos oito bebedouros avaliados, foi demonstrado neste estudo as possíveis doenças que podem estar diretamente associadas ao consumo de água contaminada com organismos patogênicos. Diante do exposto é apresentado no item 6.1 do presente trabalho possíveis recomendações que poderão contribuir com ações futuras.

6.1 Recomendações

- Recomenda-se para os pontos positivos, amostragem semanal, conforme o estabelecido na Portaria GM/MS n° 888/2021, considerando as variáveis físicas, químicas e microbiológicas;
- Avaliar junto às diretorias do Campus Universitário a elaboração de cronograma de limpeza e manutenção de todas as caixas d'água e dos bebedouros da universidade de forma integrativa;
- Instrução aos colaboradores (diretos e indiretos) do Campus Universitário sobre a importância de abrir chamados para manutenção destes bebedouros sempre que observado alguma anomalia na água disponibilizada nos bebedouros;
- Parcerias entre laboratórios e departamentos que permita a realização das análises conforme estabelecida na Portaria GM/MS n° 888/2021;
- Continuidade da pesquisa em demais bebedouros do Campus, avaliando se possível prédios da área Norte, Campus Histórico, alojamento dos estudantes, entre outros;
- Estudo para diagnóstico dos possíveis pontos de contaminação durante a instalação, manutenção e reparo da rede de abastecimento de água;
- Realizar o estudo comparativo no Campus entre os pontos que são abastecidos pela ETA/UFLA e pela concessionária local;
- Estudos de outros microrganismos, como *Salmonella*, *Pseudomonas*, o monitoramento de cistos de *Giardia spp.* e oocistos de *Cryptosporidium spp.*, e outros que foram citados no trabalho passíveis de contaminação e de genes de resistência.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, E. da S. et al. Análise microbiológica e correlação do ph da água dos bebedouros utilizada para o consumo humano em escolas do município de alagoa grande-paraíba. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 19, n. 3, p. 457–465, 2020.
- ALVES, A. G. Padrão de potabilidade: Contexto histórico das portarias de potabilidade, dúvidas, indagações, considerações e preocupações da nova portaria gm/ms nº 888/21. Brasil, 2021.
- ARAUJO, L. F. d. et al. Análise da cobertura de abastecimento e da qualidade da água distribuída em diferentes regiões do brasil no ano de 2019. **Ciência & Saúde Coletiva**, SciELO Brasil, v. 27, p. 2935–2947, 2022.
- ARBOS, K. A. et al. Qualidade microbiológica da água para consumo humano no loteamento nova esperança: litoral sul da paraíba e sua importância para a saúde pública. **Revista de ciências da saúde nova esperança**, v. 15, n. 2, p. 50–56, 2017.
- BOLONHEZ BÁRBARA LORRAYNE DA SILVA MOTTA, P. F. S. B. F. A legislação sobre o padrão de potabilidade: a evolução brasileira, europeia e americana. In: **Anais do encontro internacional de produção científica**. Campinas: Galoá, 2017.
- BRASIL. Decreto nº 79.367, de 9 de março de 1977. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 1977. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1970-1979/d79367.htm>.
- BRASIL. Portaria ms nº 1.469, de 29 dez. 2000. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2000. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, e dá outras providências. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/portaria_1469.pdf>.
- BRASIL. Portaria ms nº 2.914/2011. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2011. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>.
- BRASIL. Portaria gm/ms nº 888, de 4 de maio de 2021. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 2021. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Anexo XX à Portaria de Consolidação nº 5/GM/MS, de 28 de setembro de 2017. Procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html>.
- BRITO, F. S. lima et al. Qualidade da água consumida no setor profissional da cidade universitária prof. José da silveira netto-ufpa. **Nature and Conservation**, v. 14, n. 2, p. 73–83, 2021.
- BUENO, R. et al. Coliformes termotolerantes isolados de águas distribuídas à população em situação de escassez hídrica. **Revista Contexto & Saúde**, v. 17, n. 32, p. 115–123, 2017.
- CABRAL, J. P. Water microbiology. bacterial pathogens and water. **International journal of environmental research and public health**, Molecular Diversity Preservation International (MDPI), v. 7, n. 10, p. 3657–3703, 2010.
- CINTRA, L. S. et al. Monitoramento de parâmetros de qualidade da água do rio paraíba do sul em campos dos goytacazes-rj. **Holos**, v. 5, p. 1–16, 2020.

- CORREIA, C. V. et al. Doenças de veiculação hídrica e seu grande impacto no brasil: Consequência de alterações climáticas ou ineficiência de políticas públicas? **Brazilian Medical Students**, v. 5, n. 8, 2021.
- CORREIA, G. O. S. F. et al. Qualidade da água para consumo humano: bebedouros do campus santa mônica-ufu. Universidade Federal de Uberlândia, 2022.
- FERRARI, K. F. H. et al. **Influência da ozonização na desidratação de lodo de estação de tratamento de água**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Santa Maria, 2020.
- FIORVANTI, M. I. A. et al. Monitoramento e avaliação da qualidade da água de solução alternativa coletiva de abastecimento de escolas públicas do município de itatiba, sp. **Vigilância Sanitária em Debate: Sociedade, Ciência & Tecnologia**, Instituto Nacional de Controle e Qualidade em Saúde, v. 8, n. 2, p. 122–133, 2020.
- FORTES, A. C. C.; BARROCAS, P. R. G.; KLIGERMAN, D. C. A vigilância da qualidade da água e o papel da informação na garantia do acesso. **Saúde em Debate**, SciELO Brasil, v. 43, p. 20–34, 2020.
- FREITAS, D. G. et al. Bacteriological water quality in school's drinking fountains and detection antibiotic resistance genes. **Annals of Clinical Microbiology and Antimicrobials**, BioMed Central, v. 16, n. 1, p. 1–5, 2017.
- FREITAS, D. M. A. de. **Otimização do uso de produtos químicos no tratamento de água da UFLA**. Universidade Federal de Lavras: [s.n.], 2019.
- GULINELLI, É. L. O saneamento e as águas de bauru: uma perspectiva histórica (1896-1940). Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2016.
- LEAL, R. O. Controle de qualidade microbiológico da água potável para o consumo humano: uma revisão bibliográfica. **Revista Movimenta**, 2022.
- LEÃO, P. L. F.; SOBRAL, P. V. N. C. de et al. Desenvolvimento sustentável e o novo marco legal do saneamento básico (lei 14.026/2020) com foco no ods nº 6. **Revista do Instituto de Direito Constitucional e Cidadania**, v. 7, n. 1, p. e055–e055, 2022.
- LIMA, A. R. d.; SANTOS, R. d. C.; SILVA, G. C. d. Avaliação da qualidade da água em bebedouros em escolas de ensino fundamental i de cidade do sertão do pajeú-pe. 2020.
- LIMA, L.; LIMA, L. R. d. et al. Qualidade da água utilizada nas escolas e creches do município de aparecida, sertão paraibano. Universidade Federal de Campina Grande, 2017.
- MARQUEZI, M. C.; GALLO, C. R.; DIAS, C. T. dos S. Comparação entre métodos para a análise de coliformes totais e e. coli em amostras de água. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 69, n. 3, p. 291–296, 2010.
- MARTINS, A. A. de M. et al. Análise da qualidade microbiológica da água e da superfície de bebedouros de um parque localizado na região de sorocaba-são paulo: há riscos à saúde? **Revista Multidisciplinar da Saúde**, v. 2, n. 4, p. 1–12, 2020.
- MORAES, M. S. d. et al. Avaliação microbiológica de fontes de água de escolas públicas e privadas da cidade de santa rita (pb). **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, SciELO Brasil, v. 23, p. 431–435, 2018.

- NASCIMENTO, K. K. R. do. **Estudo da evolução da portaria de portabilidade brasileira**. Monografia (TCC) — Universidade Estadual da Paraíba, 2014.
- NASCIMENTO, S. C. d. S. Evolução dos parâmetros de potabilidade da água de abastecimento. Universidade Federal de São Paulo, 2022.
- NEVES-SILVA, P.; HELLER, L. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. **Ciência & Saúde Coletiva**, SciELO Public Health, v. 21, p. 1861–1870, 2016.
- OLIVEIRA, C. M. d. Sustainable access to safe drinking water: fundamental human right in the international and national scene. **Revista Ambiente & Água**, SciELO Brasil, v. 12, p. 985–1000, 2017.
- OLIVEIRA, K. d. C. Avaliação de esporos de bactérias aeróbias como variável indicadora da eficiência da remoção de protozoários no tratamento de água em ciclo completo. Universidade Federal de Viçosa, 2015.
- OLIVEIRA, L. V. Avaliação de desempenho da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades (salta-z). Universidade Federal de Viçosa, 2022.
- ORGANIZATION, W. H. et al. **Nutrients in drinking water**. [S.l.], 2005.
- PASINI, F.; DAMKE, T. A importância da potabilidade da água no saneamento básico para a promoção da saúde pública no Brasil. **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 13, n. 1, p. 8–15, 2020.
- RICE, E. W. et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. [S.l.]: American public health association Washington, DC, 2012. v. 10.
- RICE, E. W. et al. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. [S.l.]: American public health association Washington, DC, 2012. v. 10.
- RODRIGUES, C. D. et al. Características microbiológicas da água e das superfícies de bebedouros da universidade federal do Paraná—setor palotina. **Pubvet, PUBVET**, v. 13, p. 166, 2019.
- SILVA, N. A. d. S. et al. Previsão de consumo de água na estação de tratamento de água de gravatá-pb. Universidade Federal da Paraíba, 2021.
- SILVA, N. da et al. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. [S.l.]: Editora Blucher, 2017.
- SILVA, N. S. da; GONÇALVES, M. F.; FRIAES, E. P. P. Potabilidade da água em escolas municipais de capanema-pa: Uma proposta de melhoria com sistema simplificado de tratamento. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e482111234235–e482111234235, 2022.
- SILVA, P. H. da et al. Avaliação da qualidade da água dos bebedouros de um campus universitário do semiárido nordestino. **RevInter**, v. 12, n. 1, 2019.
- SILVA, T. L. da; FORTUNA, J. L. Capacidade de eichhornia azurea (swartz) kunth de depurar água contaminada por coliformes termotolerantes. **Scientia Plena**, v. 17, n. 10, 2021.
- SOARES, A. F. S.; FRANCO, R.; ASSIS, J. M. G. de. Análise preliminar da nova portaria de potabilidade da água (prt gm/ms n 888/2021). **IBEAS-Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. XII CONGEA-SALVADOR/BA**, p. 08–11, 2021.

SOUSA, T. P. de. Água (ods 6), programa cisternas e o novo regime fiscal brasileiro. **Revista Vianna Sapiens**, v. 9, n. 1, p. 24–24, 2018.

SOUZA, L. de et al. Qualidade da água das escolas públicas de ensino fundamental de ibirama (sc)/brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 4, p. 563–588, 2018.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. [S.l.]: Editora UFMG, 1996. v. 1.

TEIXEIRA, M. de L. et al. Avaliação da qualidade microbiológica de água dos bebedouros das escolas da rede municipal da cidade de limoeiro do norte–ce. 2019.

UNIDAS, O. Organização das N. Transformando nosso mundo: a agenda 2030 para o desenvolvimento sustentável. **Nova York: ONU**, 2015.

VALIATTI, T. B. et al. Análise microbiológica da água de bebedouros de uma instituição de ensino superior de rondônia, brasil. **Saúde (Santa Maria)**, 2021.

VIANA, D. C. **Instrumentação óptica aplicada à análise de qualidade e tratamento de água e esgoto: soluções de baixo custo para estações de pequeno porte**. Tese (Doutorado) — Universidade Federal de Lavras, 2017.

VIANA, M. J. et al. Qualidade bacteriológica de amostras de água em escolas públicas do município de tangará da serra, mato grosso. **Holos**, v. 6, p. 74–81, 2018.