

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO –  
CAMPUS MORRINHOS  
LICENCIATURA EM QUÍMICA**

**THALYA MARTINS DE OLIVEIRA PRAZERES**

**POTABILIDADE DA ÁGUA: COMPARATIVO DAS PORTARIAS GM/MS Nº 888/2021 E  
ANEXO XX DA PC GM/MS Nº 5/2017, OBRIGATORIEDADE E ANÁLISES DE  
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS NAS ESTAÇÕES DE  
TRATAMENTO DE ÁGUA**

**MORRINHOS  
2023**

**THALYA MARTINS DE OLIVEIRA PRAZERES**

**POTABILIDADE DA ÁGUA: COMPARATIVO DAS PORTARIAS GM/MS Nº 888/2021 E  
ANEXO XX DA PC GM/MS Nº 5/2017, OBRIGATORIEDADE E ANÁLISES DE  
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS NAS ESTAÇÕES DE  
TRATAMENTO DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão do Curso de Licenciatura em  
Química do Instituto Federal Goiano - Campus  
Morrinhos, como requisito para obtenção do grau em  
Licenciada em Química.

Orientadora: Prof. Dra. Carla de Moura Martins

Coorientadora: Dra. Mara Lúcia Lemke de Castro

**MORRINHOS  
2023**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos**

P895p Prazeres, Thalya Martins de Oliveira.

Potabilidade da água:comparativo das portarias GM/MS N° 888/2021 e anexo XX da PC GM/MS N° 5/2017, obrigatoriedade e análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas estações de tratamento de água. / Thalya Martins de Oliveira Prazeres. – Morrinhos, GO: IF Goiano, 2023.

41 f. : il. color.

Orientadora: Dra. Carla de Moura Martins.

Coorientadora: Dra. Mara Lucia Lemke de Castro.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos, Licenciatura em Química, 2023.

1. Análise Química. 2. Água - Parâmetros. 3. Saneago. I. Martins, Carla de Moura. II. Castro, Mara Lucia Lemke de. III. Instituto Federal Goiano. IV. Título.

CDU 543.3



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

### **TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

#### **Identificação da Produção Técnico-Científica (assinale com X)**

- Tese
- Dissertação
- Monografia - Especialização
- Artigo - Especialização
- TCC - Graduação
- Artigo Científico
- Capítulo de Livro
- Livro
- Trabalho Apresentado em Evento
- Produção técnica. Qual: \_\_\_\_\_

Nome Completo do Autor: Thalya Martins de Oliveira Prazeres

Matrícula: 2015104221550034

Título do Trabalho: POTABILIDADE DA ÁGUA: COMPARATIVO DAS PORTARIAS GM/MS Nº 888/2021 E ANEXO XX DA PC GM/MS Nº 5/2017, OBRIGATORIEDADE E ANÁLISES DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS E MICROBIOLÓGICOS NAS ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA

#### **Restrições de Acesso ao Documento [Preenchimento obrigatório]**

Documento confidencial:  Não

Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIF Goiano: 17/04/2023

O documento está sujeito a registro de patente? [ ] Sim [ X ] Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? [ ] Sim [ X ] Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. O documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. Obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
3. Cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Morrinhos, 17 de abril de 2023

Thalya Martins de Oliveira Prazeres

*Assinado eletronicamente pelo o Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais*

Ciente e de acordo:

Carla de Moura Martins

*Assinatura eletrônica do(a) orientador(a)*

Documento assinado eletronicamente por:

- Thalya Martins de Oliveira, 2015104221350054 - Docente, em 17/04/2023 14:17:55.
- Carla de Moura Martins, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/04/2023 14:07:53.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 17/04/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 487181  
Código de Autenticação: 8435064a75





SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 29/2023 - CCEG-MO/CEG-MO/DE-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

### **ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO**

Aos cinco dias do mês de abril de 2023, às 16 horas, reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Carla de Moura Martins (orientadora), Felipe de Moura Souza (membro) e Leonardo Batista Pedroso (membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado "Parâmetros Físico-Químicos e Microbiológicos nas estações de tratamento de água" da discente Thalya Martins de Oliveira Prazeres, matrícula nº 2015104221550034, do Curso de Licenciatura em Química do IF Goiano - Campus Morrinhos. Também esteve presente na defesa a coorientadora Profa. Dra. Mara Lúcia Lemke de Castro. A palavra foi concedida a discente para a apresentação oral do seu TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. A banca sugeriu alteração do título do TC para "Potabilidade da água: comparativo das portarias GM/MS nº 888/2021 e anexo XX da PC GM/MS nº 5/2017, obrigatoriedade e análises de parâmetros físico-químicos e microbiológicos nas estações de tratamento de água". Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela APROVAÇÃO da discente, com nota final igual a 9,0. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

*(Assinado Eletronicamente)*

Profa. Dra. Carla de Moura Martins

Orientadora

*(Assinado Eletronicamente)*

Prof. Dr. Felipe de Moura Souza

Membro

*(Assinado Eletronicamente)*

Prof. Dr. Leonardo Batista Pedroso

Membro

Documento assinado eletronicamente por:

- Felipe de Moura Souza, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/04/2023 17:34:31.
- Leonardo Batista Pedroso, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/04/2023 19:54:00.
- Carla de Moura Martins, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 14/04/2023 19:08:03.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 13/04/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 486095

Código de Autenticação: 3f395e6f23



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Morrinhos  
Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, None, None, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000  
(64) 3413-7900

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me permitiu chegar até aqui e me proporcionou várias experiências ao longo destes anos.

Meus pais, minha irmã, minha tia e meu marido, que sempre acreditaram que este ciclo chegaria ao fim.

Em especial às minhas duas grandes amigas que fiz durante os 2 anos de estágio na Saneago, Mara Lucia Lemke de Castro que aceitou me coorientar neste trabalho, e a Irene Vieira Queiroga, técnica de saneamento que tive a honra de conhecer. Serei imensamente grata à Deus por vocês duas, que sempre acreditaram e torceram por mim para conseguir chegar e finalizar todo este ciclo.

A minha orientadora deste trabalho Carla de Moura Martins, que sempre esteve ao meu lado durante os 4 anos de graduação, me auxiliou em todo meu percurso até chegar aqui como professora, orientadora de estágios obrigatórios, orientadora de projetos de bolsista e voluntária PIBID e PIBIC.

A todos os envolvidos que me ajudaram de forma direta ou indiretamente para a realização deste trabalho de conclusão de curso.

Ao IF Goiano Campus Morrinhos, que me proporcionou fazer esta graduação com excelentes professores e servidores.

Enfim, essa conquista é NOSSA! Eu não conseguiria sem todos vocês comigo. Obrigada!

## RESUMO

O saneamento básico é um conjunto de serviços realizados pelo governo, para assegurar a disponibilidade de água limpa para a população. Esse serviço é essencial para a sobrevivência e a qualidade de vida da população. A Lei do saneamento básico, lei nº 11.445, foi instituída em 2007, e passou por várias modificações ao longo do tempo. O estabelecimento de parâmetros físico-químicos, organolépticos e microbiológicos que indiquem a qualidade das águas são ferramentas importantes para nortear ações de planejamento e gestão. A Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 o Ministério da Saúde estabelece Valores Máximos Permitidos (VMP) para estes parâmetros para o consumo humano. Os principais objetivos deste trabalho foram comparar as principais alterações das legislações sobre as análises físico-químicas e microbiológicas sobre a potabilidade da água para consumo humano e relatar as principais análises executadas durante o estágio não obrigatório realizado na Saneago, na cidade de Morrinhos. Este trabalho foi uma pesquisa documental que utilizou o método comparativo das duas legislações: Portaria GM/MS nº 888/2021 e o Anexo XX da Portaria Consolidação GM/MS nº 5/2017. Buscou-se através do método comparativo identificar e apresentar as principais mudanças das variáveis: VMPs, quantidade de amostras em função à população atendida e a frequência de coletas, entre os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e organolépticos das duas legislações. Os parâmetros microbiológicos, não sofreram alteração quanto aos seus VMPs. Porém, na Portaria GM/MS nº 888/2021 houve a exclusão da contagem de bactérias heterotróficas. Dos 110 parâmetros físico-químicos/organolépticos, 13 sofreram redução em seus VMPs. Quatro parâmetros tiveram seus VMPs flexibilizados, permitindo maiores concentrações na água. Seis parâmetros foram excluídos enquanto três foram incluídos. O número de amostras por frequência de coleta na saída de tratamento permaneceu igual para os parâmetros microbiológicos. Quanto a frequência de coleta, todos os parâmetros permaneceram iguais para mananciais superficiais. Para mananciais subterrâneos três foram alterados. O estágio não obrigatório contribuiu e auxiliou na experiência profissional que foi adquirida através das experiências práticas no laboratório durante os 2 anos de ocorrência.

**Palavras-chaves:** Saneago; Estágio não obrigatório; Água potável; Laboratório; Análise Química.

## ABSTRACT

Basic sanitation is a set of services performed by the government to ensure the availability of clean water for the population. This service is essential for the survival and quality of life of the population. The Basic Sanitation Law, Law No. 11,445, was instituted in 2007, and has undergone several modifications over time. The establishment of physical-chemical, organoleptic and microbiological parameters that indicate water quality are important tools to guide planning and management actions. Ordinance GM/MS No. 888, of May 4, 2021, the Ministry of Health establishes Maximum Permissible Values (MPV) for these parameters for human consumption. The main objectives of this work were to compare the main changes in legislation on physical-chemical and microbiological analyzes on the potability of water for human consumption and to report the main analyzes carried out during the non-mandatory internship carried out at Saneago, in the city of Morrinhos. This work was a documentary research that used the comparative method of the two legislations: Ordinance GM/MS n° 888/2021 and Annex XX of the Consolidation Ordinance GM/MS n° 5/2017. Through the comparative method, we sought to identify and present the main changes in the variables: MPVs, number of samples according to the population served and the frequency of collections, between the physical-chemical, microbiological and organoleptic parameters of the two legislations. The microbiological parameters did not change in relation to their VMPs. However, in Ordinance GM/MS n° 888/2021, the heterotrophic bacteria count was excluded. Of the 110 physical-chemical/organoleptic parameters, 13 suffered a reduction in their VMPs. Four parameters had their VMPs relaxed, allowing higher concentrations in the water. Six parameters were excluded while three were included. The number of samples per collection frequency at treatment exit remained the same for microbiological parameters. As for the collection frequency, all parameters remained the same for surface water sources. For underground springs three have been changed. The non-mandatory internship contributed and helped in the professional experience that was acquired through practical experiences in the laboratory during the 2 years of occurrence.

**Keywords:** Saneago; Non-mandatory internship; Potable water; Laboratory; Chemical analysis.

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. JUSTIFICATIVA .....	3
3. OBJETIVOS .....	5
4. REFERENCIAL TEÓRICO .....	6
4.1 Breve histórico sobre a legislação de potabilidade da água .....	6
4.2 Estações de tratamento de água .....	10
5. METODOLOGIA .....	13
5.1 Procedimentos experimentais do estágio não obrigatório .....	13
5.2 Análises físico-químicas .....	13
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
6.1 Comparativo das legislações.....	21
6.2 Estágio não obrigatório.....	26
6.3 Rotina de análises .....	27
7. CONCLUSÃO .....	31
REFERÊNCIAS.....	33

## 1. INTRODUÇÃO

A água é uma das substâncias mais essenciais para a vida de todos os seres vivos (SCHVAN, *et al*, 2023). É considerado a substância inorgânica mais importante e abundante no corpo humano, constituindo mais de 60% da massa corporal de um adulto, e até 80% de uma criança, desempenha funções essenciais no corpo humano (SERAFIM, VIEIRA e LINDEMANN, 2004).

Dentre vários benefícios que a água promove ao indivíduo humano, destaca-se por exemplo, sua função como reguladora da temperatura corporal (LIMA, MICHELS e AMORIM, 2007), promovendo a liberação do suor - que possui água em sua constituição - quando o corpo atinge altas temperaturas. É um solvente que auxilia no transporte de nutrientes, oxigênio e resíduos por todo o corpo por fazer parte do plasma sanguíneo (TORTORA e DERRICKSON, 2017). É responsável por quase todas as reações do nosso corpo, por estas ocorrerem em meio aquoso (SOUZA e AMBROGI, 2023). É parte integrante dos fluídos que promovem a lubrificação no corpo humano, por exemplo na formação das secreções, sangue, saliva e lágrimas (BACCI e PATACA, 2008), dentre outras inúmeras funções cruciais para a sobrevivência e qualidade de vida humana.

Devido a importância e a complexidade que a água desempenha no corpo humano, é recomendado o consumo mínimo de um volume de água por dia para que o organismo funcione de forma adequada (BRUNI, 1993). Assim, a água pode ser ingerida em sua forma pura, ou através dos alimentos e bebidas que existam água em sua composição (SCHVAN, *et al*, 2023).

A água tem sido um assunto bastante discutido entre entidades, governos e até mesmo pela sociedade devido sua grande importância. Assim, o saneamento tornou-se também, pauta mundial, uma vez que o consumo de água em condições impróprias é responsável por uma série de problemas de saúde (BERTOLO e CARDOSO, 2022).

O acesso ao saneamento básico é primordial para a sobrevivência e dignidade humana. Este resulta diretamente na prevenção de doenças (SOARES, FRANCO e ASSIS, 2021). Melhora a qualidade de vida, promove conforto e bem-estar; aumenta a expectativa de vida e a produtividade econômica (RAZZOLINI e GUNTER, 2008). Traz melhorias na saúde pública, meio ambiente e cidadania (GALVÃO JUNIOR e PAGANINI, 2009).

O saneamento básico é um conjunto de serviços realizados pelo governo, para assegurar a disponibilidade de água limpa para a população. Sendo definido na legislação brasileira, como um conjunto de serviços estabelecidos para garantir o acesso à água de qualidade. Esse serviço é essencial para a sobrevivência e a qualidade de vida da população (SOARES, FRANCO e ASSIS, 2021).

É fundamental garantir que a água fornecida atenda aos requisitos de qualidade para os usos a que se destina já que esta, está diretamente relacionada à qualidade de vida contribuindo diretamente com o envolvimento dos indivíduos nas atividades econômicas e sociais como mencionado

anteriormente (FORTES, BARROCAS e KLIGERMAN, 2019). Assim, a Lei do saneamento básico, lei 11.445, foi instituída em 2007, e passou por várias modificações ao longo do tempo.

De acordo com a Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 publicada pelo Ministério da Saúde, para a água ser considerada própria para o consumo humano, deve ser potável, seja com a ingestão, na preparação e produção de alimentos e a higiene pessoal, independentemente da sua origem. Portanto, não deve oferecer riscos à saúde do consumidor (BRASIL, 2021). O estabelecimento de parâmetros físico-químicos, organolépticos e microbiológicos que indiquem a qualidade das águas são ferramentas importantes para nortear ações de planejamento e gestão (ALMEIDA, 2013 e BRASIL, 2021). Assim, na Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 o Ministério da Saúde são estabelecidos Valores Máximos Permitidos (VPM) para estes parâmetros para o consumo humano.

Assim como afirmam Bertolo e Cardoso (2022, p. 1) “[...]compreender e analisar a qualidade dos corpos de água é de extrema importância em nossa sociedade para a verificação principalmente da situação da água para consumo humano”. Logo, incentivar e aguçar a busca por conhecimento da sociedade em relação aos parâmetros de qualidade da água para o consumo, permitiria mais clareza e acesso as informações que é direito de todo cidadão.

O laboratório é uma ferramenta poderosa no processo de ensino e aprendizagem de um estudante, este auxilia e desperta o prazer em trabalhar com questões práticas que são vivenciadas de forma teórica. O contato do estudante com um laboratório, contribui para a formação do estudante em relacionar as atividades que lhe são apresentadas de forma teórica com a aplicabilidade na prática. (SILVA, 2015).

Diante da realidade de todo curso de graduação, a importância do estudante passar por experiências práticas no mercado de trabalho para auxiliar sua formação acadêmica, além da forma teórica que lhe são apresentadas. O estágio não obrigatório é uma ferramenta fundamental para que o estudante consiga adquirir experiências profissionais de sua futura profissão, permitindo a este, que saiba posicionar-se desenvolvendo habilidades e competências para enfrentar as dificuldades de sua futura profissão (LAVALL e BARDEN, 2014).

## 2. JUSTIFICATIVA

O consumo de água contaminada pode trazer vários riscos para a saúde do indivíduo e o aparecimento de diversas doenças, destacam-se como por exemplo a Amebíase, infecção causada pela ingestão do protozoário *Entamoeba histolytica* que se instala no intestino e que impede a absorção de nutrientes importantes para o organismo. Esta, pode ter um comportamento agressivo, invadindo a parede do cólon, destruindo as células epiteliais e provocando grande inflamação intestinal, o que leva à diarreia sanguinolenta. Pode atravessar a parede do cólon e cair na circulação sanguínea, indo se alojar em outros órgãos, como fígado, pulmões e cérebro (MD.SAÚDE, 2023).

Outro exemplo, a Leptospirose, doença causada por uma bactéria que pode estar presente em urina dos ratos de esgotos. Os principais sintomas dessa infecção são febre alta, dor de cabeça, dor no corpo, perda de apetite, vômito, diarreia e calafrios, todos os órgãos internos podem ser afetados com a doença. Não diferente, a Febre tifóide é causada pela bactéria *Salmonella typhi*. Seus sintomas são febre alta, vômito, dor de barriga, prisão de ventre, diarreia, dor de cabeça, perda de apetite, perda de peso ou manchas vermelhas na pele. Mesmo quando os sintomas desaparecem, as pessoas ainda podem ser portadoras de bactérias tifoídes, o que significa que podem transmiti-las a outras pessoas, por meio da eliminação de bactérias nas fezes (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023).

A Hepatite A é uma doença causada pelo vírus da família *Picornavírus*. Os principais sintomas são urina escura, fezes claras, amarelamento da pele e mucosas, febre, calafrios, sensação de fraqueza, náusea, perda de apetite e fadiga (representa 0,5% da mortalidade por hepatite viral). Outro exemplo também, a Ascariíase uma verminose causada pelo parasita *Ascaris lumbricoides*, também conhecido como lombriga, que habita, se desenvolve e se multiplica no intestino. Os vermes se alimentam de tecidos do hospedeiro, incluindo sangue, o que leva à perda de ferro e proteínas. Seus sintomas são dor abdominal, enjoo, dificuldade em evacuar e perda do apetite, dentre outras inúmeras doenças que são transmitidas através da ingestão da água contaminada (SIRTOLI e CAMARELLA, 2018 e WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2023). Para evitar os riscos de contaminação é de extrema importância que a água antes de ser ingerida passe pelo processo de tratamento sugeridos pela legislação, para que esta se torne própria para o consumo sem que apresente riscos à saúde.

Sabendo-se o papel importante que a água desempenha na vida humana, conhecer os padrões de potabilidade da água (VMPs, número de amostras e frequência de coleta) aplicados aos parâmetros microbiológicos, físicos químicos e organolépticos presentes na água, são importantes para conhecimento científico e populacional sobre a qualidade da água consumida.

Ressalta-se novamente que, o conhecimento das análises que são realizadas para verificar a potabilidade da água prescritas pela legislação são de extrema importância para a comunidade, uma vez que, a identificação dos parâmetros físico-químicos que estão sendo considerados e analisados e

quais seus valores permitidos para que a água distribuída seja considerada potável e segura para seu consumo pode instigar a busca por conhecimento pela comunidade. Sendo consumidores, e clientes das empresas de fornecimento de água local, este trabalho visa apresentar os limites e mínimo de parâmetros físico-químicos que são monitorados no tratamento de água, buscando também, despertar e encorajar a comunidade a observar e avaliar a água que tem chegado em suas casas, resultando assim um cuidado comunitário para o bem comum e qualidade para a saúde pública. Nesse contexto, a realização do estágio não obrigatório numa empresa de saneamento básico é importante para a qualificação profissional e a formação acadêmica dos estudantes, além de aprimorar os conhecimentos químicos sobre as análises da água que é distribuída para a população morrinhense.

### **3. OBJETIVOS**

#### **Objetivo Geral**

Apresentar as principais análises físico-químicas e microbiológicas descritas nas legislações sobre a potabilidade da água, bem como comparar a legislação atual.

#### **Objetivos Específicos**

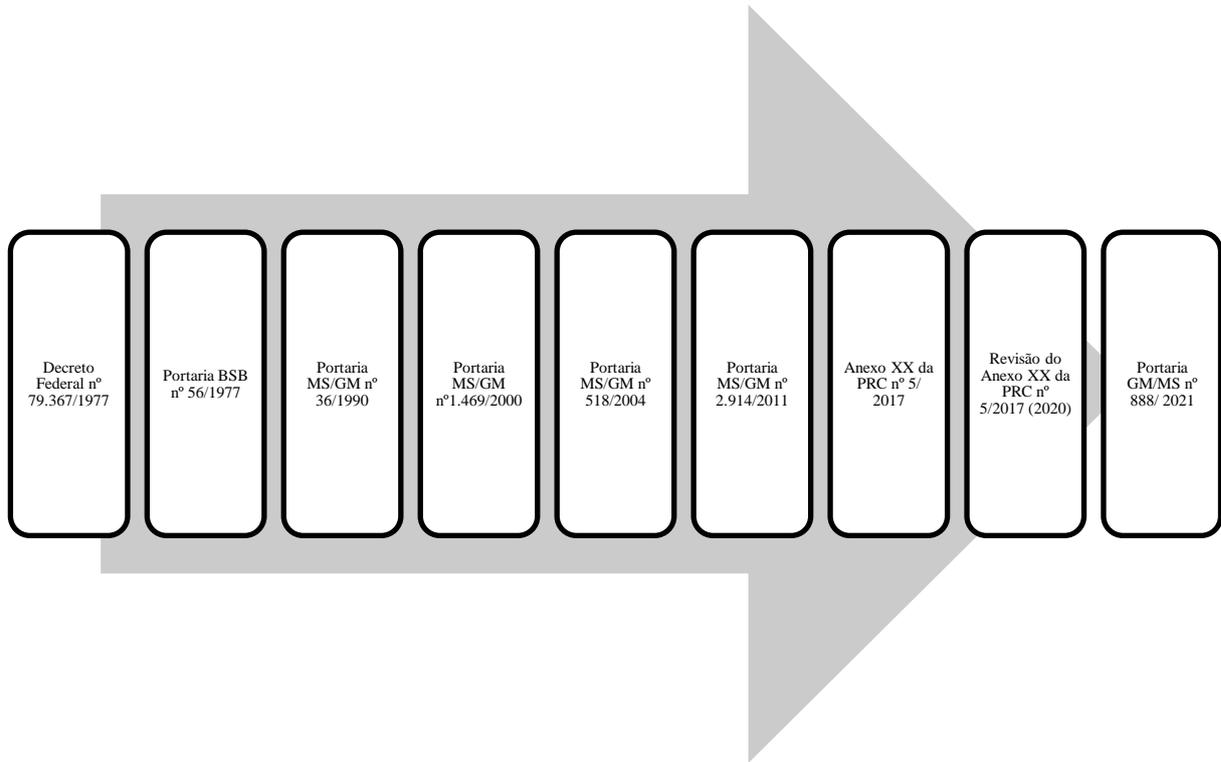
- Comparar as principais alterações da norma de potabilidade da água para consumo humano exigidas na Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 em relação à normativa anterior Anexo XX Portaria GM/MS nº 5, 28 de setembro de 2017.
- Descrever a quantidade de amostras obrigatórias em função do número de habitantes.
- Descrever qual deve ser a frequência de coletas obrigatórias em relação ao número de habitantes, comparando com as duas portarias citadas anteriormente.
- Apresentar e relatar as experiências adquiridas com o estágio realizado no laboratório de análises da Saneago da cidade de Morrinhos – Goiás.

## 4. REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Breve histórico sobre a legislação de potabilidade da água

A Figura 1, ilustra o resumo da evolução das normas brasileiras de potabilidade da água para consumo humano que foram tratadas neste trabalho.

Figura 1- Histórico das normas brasileiras de potabilidade da água para consumo humano



Fonte: a autora (2023).

No Brasil, o interesse e preocupação pela qualidade da água para consumo humano surgiu desde a década de 1920, em que as autoridades de saúde demonstraram maior atenção com a criação do Departamento Nacional de Saúde Pública (DNSP). Ele foi estabelecido pelo Decreto-Lei nº 3.987 com base na “Reforma Carlos Chagas” que reorganizou todos os serviços de saúde do país. Observa-se a partir dos registros de saúde que somente após algumas décadas, o Governo Federal estabeleceu normas mais abrangentes sobre defesa e proteção à saúde, ao declarar o Código Nacional de Saúde, por meio do Decreto nº 49.974/1961, que regulamentou a Lei nº 2.314/1954. Tal código, incorporou o saneamento e a proteção ambiental dentro do que se denomina hoje, vigilância sanitária (FORMAGGIA, 2007).

Na década de 1970, a partir do Decreto Federal nº 79.367 09 de março de 1977, foi atribuído ao Ministério da Saúde a competência para elaborar normas e estabelecer o padrão de potabilidade de água para consumo humano a fim de serem observados e fiscalizados em todo território nacional (BASTOS, 2020). Após a assinatura do decreto, ainda em 1977, foi publicada a primeira legislação

nacional estabelecendo o padrão de potabilidade brasileiro a Portaria BSB nº 56, publicada em 14 de março de 1977. Além da referida Portaria, outras normas foram editadas pelo Ministério da Saúde, com foco para a Portaria BSB nº 443, de 6 de outubro de 1978, que trata sobre a proteção sanitária dos mananciais, dos setores de abastecimento e seu controle de qualidade das instalações prediais.

O padrão de potabilidade descrito na Portaria BSB nº 56/1977 indicava aspectos microbiológicos e parâmetros de qualidade física, química e organoléptica. Vale ressaltar, que foi estabelecido nessa portaria o plano de amostragem (número de amostras e frequência de amostragem) e os Valores Máximos Desejáveis (VMD), além do Valor Máximo Permitido (VMP), em termos quantitativos para os parâmetros físicos e químicos (NETO, 2010). Assim, após a Portaria BSB nº 56/1977, o país passava a contar com um valor referência formal, e legal para a água potável e também um plano de amostragem para fins de verificação de atendimento ao padrão em sistemas de abastecimento público (BASTOS, 2020).

A Portaria BSB nº 56/ 1977 pouco se diferenciava do Decreto 79.367/1977 em termos de contribuir o setor de saúde na fiscalização, no cumprimento das normas e também aos responsáveis pelo sistema de abastecimento público para a prestação de contas das análises. Assim, também em 1977 a Organização Mundial da Saúde (OMS) introduz o termo, e conceito, de Vigilância da Qualidade da Água para o consumo humano, consolidado como:

“conjunto de ações adotadas continuamente pela autoridade de saúde pública, para verificar se a água consumida pela população atende aos parâmetros estabelecidos pelo Ministério da Saúde, e avaliar os riscos que os sistemas e as soluções alternativas de abastecimento de água representam para a saúde humana” (BRASIL, 2005, p. 2).

Norteando assim, ações novas aos responsáveis pelo sistema de abastecimento público, com o intuito de vigilância e controle da qualidade da água, garantindo suas boas condições para o consumo da população (BASTOS, 2020).

Na década de 80, o Ministério da Saúde publicou um Guia para implementar sua primeira iniciativa de um Programa Nacional de Vigilância de Qualidade de Água para Consumo Humano, que tinha por objetivo realizar a revisão da norma de potabilidade da água atual e estruturar as Secretarias Estaduais de Saúde para o exercício de vigilância da qualidade da água. Assim, o processo de revisão da portaria anterior foi norteado a partir desta primeira edição do Guia da OMS (que se fundamentam no padrão de potabilidade dos EUA e do Canadá) que resultou na publicação Portaria MS/GM nº 36, em 19 de janeiro de 1990 (SOARES, FRANCO e ASSIS, 2021).

A Portaria MS/GM nº 36/1990 modificou vários pontos da BSB nº 56/1977, com destaque nos seguintes pontos:

- Envio de relatórios periodicamente para o setor de saúde contendo os dados sobre a qualidade da

água distribuída pelos responsáveis do abastecimento;

- Extinção do critério VMD e substituído por VMP para quatro componentes físicos e organolépticos (odor, sabor, turbidez e cor) e 41 componentes químicos-orgânicos e inorgânicos;
- Revisão do número mínimo de amostras e frequência mínima de amostragem, considerando o parâmetro, a população e os pontos de coleta;
- Oficialização do teste P/A (presença/ausência) como indicador qualitativo bacteriológico da água e recomendação da contagem de bactérias heterotróficas;
- Exigência de ausência de coliformes fecais em qualquer ponto do sistema de abastecimento de água (SAA) e ausência de coliformes totais na entrada do SAA (BRASIL, 2007).

O padrão de potabilidade expresso na Portaria MS/GM nº 36/1990 era composto basicamente pelos seguintes parâmetros: microbiológico, turbidez para água pós filtração; substâncias químicas que demonstram risco à saúde, além de desinfetantes e produtos secundários da desinfecção (NETO, 2010). Embora a nova norma demonstrasse vários conceitos de Vigilância e de Controle de Qualidade de Água para o consumo humano, pouco se divergia com sua antecessora, Portaria nº 56/1977 visto que, ambas permaneceram com o foco no padrão de potabilidade, planos de amostragens e dirigida aos prestadores de serviços responsáveis pelo controle de qualidade (BASTOS, 2020).

Em 1993, três anos após a publicação da Portaria MS/GM nº 36/1990, a segunda edição do Guia da OMS foi publicada e demonstrava a necessidade de adequação e revisão da portaria, o assunto tornou-se mais forte após a publicação da Constituição Federal e a criação do Sistema Único de Saúde – SUS. A discussão sobre a revisão iniciou-se em virtude de falhas encontradas por técnicos das áreas relacionadas ao tema, dificultando o cumprimento das exigências da portaria; a extensão da norma brasileira em descrever quais diferentes formas de abastecimentos e quais as responsabilidades para a vigilância e a qualidade da água; e os novos avanços do conhecimento científico que precisavam ser incorporados para melhor definição do padrão de potabilidade (HENNING *et al*, 2014).

Diante da necessidade e importância da revisão da Portaria MS/GM nº36/ 1990, em 2000, sete anos após, o Ministério da Saúde em um amplo processo e consulta pública divulgou a Portaria MS nº 1469, de 29 de dezembro de 2000.

A Portaria MS/GS nº 1.469/2000 representou um avanço significativo, uma vez que, buscou incorporá-la os mais recentes conhecimentos técnicos e científicos em termo de tratamento e avaliação da qualidade da água para o consumo humano; incorporou critérios de boas práticas e avaliação de riscos à saúde em todo sistema de produção e abastecimento de água às três esferas do governo (BASTOS *et al*, 2004). Entre as principais inovações disponibilizadas na portaria destacam-se:

- Classificação dos tipos de sistemas de abastecimento de água: sistema coletivo – empresas responsáveis pelo abastecimento público de água; e sistema alternativo de abastecimento

de água - entre outras, fonte, poço comunitário, distribuição por veículo transportador (PIPA), instalações urbanas/ residenciais (BRASIL, 2000).

- Estabeleceu deveres e responsabilidades aos órgãos de saúde, devendo monitorar os parâmetros de qualidade, desde as áreas de proteção do corpo hídrico utilizado na captação até o tratamento e distribuição (FREITAS e FREITAS, 2023);
- Padrão de aceitação para consumo humano (BASTOS, 2020);
- Incorporação de um novo parâmetro microbiológico - a pesquisa de cianobactérias e cianotoxinas (FREITAS e FREITAS, 2023).

Em função ao reconhecimento de problemas de saúde pública decorrente a presença em excesso de cianobactérias em mananciais (BASTOS *et al*, 2004), a Portaria MS/GS nº 1.469/2000 descreve a importância de forma clara, para explicar o motivo do novo parâmetro ter sido adicionado, e os riscos que estes apresentam para a população:

“X.Cianobactérias são microorganismos procarióticos autotróficos, também denominados como cianofíceas (algas azuis), capazes de ocorrer em qualquer manancial superficial especialmente naqueles com elevados níveis de nutrientes (nitrogênio e fósforo), podendo produzir toxinas com efeitos adversos à saúde; e XI. cianotoxinas - toxinas produzidas por cianobactérias que apresentam efeitos adversos à saúde por ingestão oral, incluindo: a) microcistinas - hepatotoxinas heptapeptídicas cíclicas produzidas por cianobactérias, com efeito potente de inibição de proteínas fosfatases dos tipos 1 e 2A e promotoras de tumores; b) cilindrospermopsina - alcalóide guanidínico cíclico produzido por cianobactérias, inibidor de síntese protéica, predominantemente hepatotóxico, apresentando também efeitos citotóxicos nos rins, baço, coração e outros órgãos; e c) saxitoxinas - grupo de alcalóides carbamatos neurotóxicos produzido por cianobactérias, não sulfatados (saxitoxinas) ou sulfatados (goniautoxinas e C-toxinas) e derivados decarbamil, apresentando efeitos de inibição da condução nervosa por bloqueio dos canais de sódio” (BRASIL, 2001, p. 10-11).

Como afirma Bastos (2020), foi a partir da Portaria MS/GS nº 1.469/2000 que as normas estabelecidas adequaram e complementaram em ações de Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano e estabeleceu de forma ampla e detalhada a função de vigilância dos governos municipal, estadual e federal. Ressalta-se também, que nesta portaria estipulou o prazo de cinco anos para a revisão da portaria (apesar da Portaria nº 36/1990 já prever isso).

Em 2003, ocorreu outro marco importante na saúde, a criação da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), que passou a assumir as atribuições do Centro Nacional de Epidemiologia (CENEPI), até então localizado na estrutura da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). Em função desse novo arranjo estrutural do Ministério da Saúde, em 25 de março de 2004, a Portaria MS nº 1469/2000 foi revogada, entrando em vigor a Portaria MS nº 518/2004. As alterações processadas foram somente relacionadas à mudança de competências da FUNASA para a SVS e à prorrogação no prazo para que

instituições e órgãos relacionados à legislação promovessem adequações necessárias ao cumprimento da norma. Tais adequações referiam-se ao tratamento por filtração de água suprida por manancial superficial, à distribuição por meio de canalização, e a obrigatoriedade de monitoramento de cianobactérias e cianotoxinas (BRASIL, 2005).

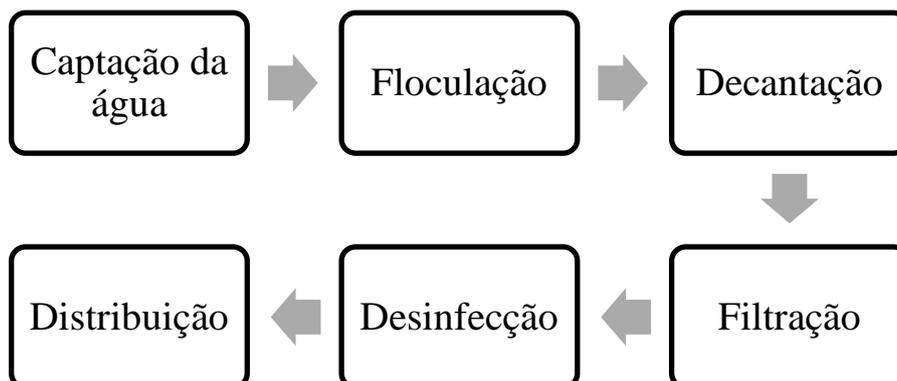
Em 2011, procedeu à revisão da Portaria nº 518/2004, que resultou na publicação da Portaria MS nº 2.914 de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011). Em 2017, o Ministério da Saúde agrupou diversas normas em Portarias de Consolidação, então, a Portaria nº 2.914/2011 foi incorporada como Anexo XX, à Portaria de Consolidação nº 5/2017. No entanto, não houve, qualquer alteração no conteúdo da norma, somente em relação ao padrão de potabilidade sendo, a inclusão, exclusão e os respectivos VMPs dos parâmetros sejam eles: microbiológicos, substâncias químicas que representam risco à saúde (inorgânicas, orgânicas, agrotóxicos, desinfetantes e produtos secundários da desinfecção); padrão de radioatividade e padrão organoléptico (BRASIL, 2017).

No dia 4 de maio de 2021, a Portaria GM/MS nº 888 foi publicada, alterando 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 (BRASÍLIA, 2023).

#### 4.2 Estações de tratamento de água

Para se adequar aos padrões de potabilidade para o consumo humano, a água é tratada nas Estações de Tratamento de Água (ETA) que faz parte do sistema de abastecimento de água. O processo para esse tratamento, consiste em submeter a água bruta (AB) à processos químicos e físicos para torna-la potável (MICHELAN, 2019). O processo de tratamento utilizado é o tratamento convencional, e este é dividido em fases, sendo que em cada uma das fases, existe um rígido controle na dosagem dos produtos químicos e estes são monitorados e acompanhados dentro do padrão de qualidade. As fases são descritas no Esquema 1.

Esquema 1 - Fases do tratamento convencional da água.



O primeiro passo de um sistema de abastecimento é a captação da água para a ETA que é dividida em duas categorias: captação superficial (rios, lagos, canais, etc.) e captação subterrânea (poços artesianos). As águas superficiais por serem de maior acesso e facilidade na captação são mais utilizadas no consumo humano. (SANEAMENTO BÁSICO, 2007).

O sistema de transporte da água imprópria para o consumo captada dos mananciais até o sistema de tratamento ou do transporte da água tratada e própria para o consumo para o sistema de distribuição é denominado de adutora, e estes processos são realizados por meio de bombas e tubulações (OLIVEIRA, 2016).

Na floculação a água recebe a adição de substâncias químicas que na maioria das vezes é o coagulante sulfato de alumínio ( $Al_2(SO_4)_3$ ), tal produto faz com que as impurezas da água reajam com as substâncias químicas formando um composto mais pesado, os flocos, que se depositam e são facilmente removidos na decantação.

No processo de decantação, os flocos de sujeira resultantes da reação química citada anteriormente são separados das partículas de água, uma vez que são mais pesados e se depositam no fundo do decantador e são removidos posteriormente como lodo.

Na fase de filtração, a água passa por várias camadas filtrantes compostas por areia de granulometria variada para a remoção dos flocos menores que não ficaram na decantação. Estas três etapas iniciais recebem o nome de clarificação, uma vez que todas as partículas de impurezas são removidas, resultando em uma água límpida. Mas, ainda não pronta para ser usada para o consumo.

Após o processo de clarificação, a água passa pelo processo de desinfecção: cloração, fluoretação e controle de pH. A cloração consiste na adição de cloro em forma de gás ou em solução de hipoclorito, como afirmam Sanches, Silva e Vieira (2003, p.8) “o cloro atua como desinfetante, destruindo ou inativando os micro organismos patogênicos, algas e bactérias de vida livre; e como oxidante de compostos orgânicos e inorgânicos presentes na água”. E é considerado um reagente indispensável para a potabilidade da água.

Na fluoretação, etapa adicional, o flúor é adicionado na água para proteger os dentes e diminuir a aparição de cáries dentárias. O controle de pH serve para melhorar o processo de tratamento e também preservar as tubulações que distribuem essa água tratada, é recomendado que o pH dessa etapa esteja entre 6,0 a 9,0. Concluindo as fases de tratamento, a água é armazenada em reservatórios e em seguida é distribuída para as residências através das tubulações.

Cada ETA possui um laboratório que realiza análises físico-químicas e bacteriológicas destinadas a avaliação da qualidade da água tratada que será distribuída para a população, seguindo a legislação em vigor. Existe quantidade mínima destas análises que devem ser seguidas pelos técnicos de saneamentos. Assim, o quantitativo das análises mensais, é disponibilizado para a

população na parte inferior de todo talão de água (Figura 2).

Figura 2 - Dados contidos no talão de água.

**Sistema de Abastecimento de Água: MORRINHOS**

Parâmetros	Cloro residual livre	Fluoreto	Turbidez	Cor aparente	pH	Coliformes totais	Escherichia coli
Nº Mínimo de análises exigidas <sup>1</sup>	60	0	60	5	0	60	60
Nº de Análises realizadas <sup>2</sup>	60	8	60	60	8	60	60
Nº de Análises que atenderam à legislação <sup>3</sup>	60	6	60	60	8	60	60

Conclusão: a água fornecida é própria para o consumo. Eventuais resultados fora do padrão foram encaminhados para ações corretivas.  
 Informações mensais ao consumidor em atendimento ao Decreto Federal nº 5.440/2005

<sup>1</sup> Número Mínimo de Análises Mensais Exigidas pela Portaria de Consolidação nº5 de 28/09/2017 do Min. da Saúde - Anexo XX e XXI.  
<sup>2</sup> Número de Análises Mensais Realizadas pela Saneago. | <sup>3</sup> Número de Análises Mensais que Atenderam à Portaria de Potabilidade Vigente.

Fonte: a autora (2023).

## 5. METODOLOGIA

Este trabalho foi uma pesquisa documental que utilizou o método comparativo das duas legislações: Portaria GM/MS nº 888/2021 e o Anexo XX da Portaria Consolidação GM/MS nº 5/2017. Buscou-se através do método comparativo identificar e apresentar as principais mudanças das variáveis: VMPs, quantidade de amostras em função da população atendida e a frequência de coletas, entre os parâmetros físico-químicos, microbiológicos e organolépticos das duas legislações. Para auxiliar na visualização das principais alterações contidas nas portarias mencionadas, estas foram apresentadas em quadros.

O trabalho descreveu também, o relato de experiência de uma estudante em licenciatura em Química que realizou estágio não obrigatório durante 2 anos, no período de 01/01/2021 à 31/12/2022, no laboratório da Saneago da cidade de Morrinhos – GO. Relatou a rotina de análises que foram realizadas na empresa, qual a frequência de análise obrigatória de determinados parâmetros (semanais ou mensais), quais procedimentos experimentais foram adotados e quais equipamentos foram utilizados para auxiliar os técnicos de saneamento a monitorar a qualidade da água que estava sendo distribuída para os habitantes da cidade seguindo as exigências da legislação.

### 5.1 Procedimentos experimentais do estágio não obrigatório

Os roteiros a seguir são anexos disponibilizados no portal digital da Saneago (Intranet) e ficam disponíveis para acesso de qualquer funcionário da empresa, porém são documentos com cópia controlada pelo Sistema de Gestão e não podem ser divulgados a terceiros. Serão citadas a seguir as análises que foram realizadas semanalmente no laboratório durante o estágio não obrigatório.

### 5.2 Análises físico-químicas

#### 5.2.1 CLORO: DETERMINAÇÃO DO CLORO RESIDUAL EM ÁGUA MÉTODO COLORIMÉTRICO DIGITAL 4500-Cl-G

Solução Indicadora DPD (N,N-dietil-p-fenilenodiamina) e Tampão para análise de cloro

- Foi preparada uma Solução Indicadora DPD e o Tampão para análise de cloro, conforme método específico do setor de preparo de soluções.

#### I- Princípio do método

A determinação de concentrações de cloro residual baseia-se a partir da coloração desenvolvida na amostra, quando esta é adicionado o indicador DPD em condições ideais de pH,

resulta-se em uma coloração rósea. A leitura da cor resultante, é realizada em um colorímetro, o qual fornece o valor da concentração diretamente em mg/L de cloro residual livre.

## II- Aplicação do método

Este método se aplica somente em amostras de águas tratadas.

## III- Desenvolvimento do ensaio

- Foi verificado o equipamento utilizando a solução controle de 1 mg/L (MR);
- Se necessário, ajustar o equipamento, conforme o manual do fabricante, utilizando a solução padrão de cloro MRC de 2 mg/L ou solução padrão de permanganato de potássio equivalente a 2 mg/L de cloro e registrar no FR04.5125 – Calibração de Equipamento;
- Colocou 10 mL de amostra numa cubeta (branco);
- Fechou-se a tampa da cubeta e a secou com o auxílio de um papel toalha;
- Colocou a cubeta com o branco no compartimento de amostra, fechou a tampa e zerou o equipamento, conforme o manual do colorímetro utilizado;
- Se o padrão utilizado for o da ampola de 25 - 30 mg/L, o equipamento deve ser zerado;
- Em outra cubeta, foram adicionadas exatamente 10 gotas (0,5 mL) de Solução Tampão, em seguida foram adicionadas 10 gotas (0,5 mL) da Solução Indicadora DPD;
- Foram transferidos 10 mL de amostra sobre os reagentes já adicionados;
- A tampa da cubeta foi fechada, enxugada utilizando papel toalha, e agitada lentamente;
- Colocou a cubeta com a amostra no compartimento do colorímetro, fazendo coincidir a marca da cubeta com a marca existente no equipamento, e realizou a leitura direta, em mg/L de cloro residual livre (CRL), conforme o manual do colorímetro utilizado, os resultados foram anotados.

## IV-Resultados

O cloro residual foi lido diretamente no *display* do colorímetro e expresso com duas casas decimais, em mg/L.

## 5.2.2 TURBIDEZ: DETERMINAÇÃO DA TURBIDEZ EM ÁGUA - MÉTODO NEFELOMÉTRICO - 2130 B

### I- Princípio do método

Baseia-se na quantificação de sólidos em suspensão em uma amostra pelo método nefelométrico, que consiste em converter em sinal elétrico a medida de dispersão da luz incidente a 90 graus em uma amostra, promovendo a leitura direta de turbidez em NTU (Nephelometric

Turbidity Unit).

## II- Equipamentos / Materiais

- Turbidímetro; • Cubeta; • Papel toalha; • Balão volumétrico calibrado de 25 mL; • Micropipeta.

## III-Desenvolvimento

- A medição da temperatura foi realizada introduzindo um termômetro de imersão parcial ou sensor de temperatura dos equipamentos eletrométricos utilizados nos ensaios de pH, em um frasco apropriado contendo a amostra, imediatamente após a coleta ou, quando possível, diretamente no corpo d'água;
- Aguardou a estabilização;
- Realizou a leitura;
- Os resultados obtidos foram registrados na ficha de coleta específica.

## IV- Resultados

O resultado de turbidez foi lido diretamente no display do turbidímetro.

### 5.2.3 COR: DETERMINAÇÃO DA COR EM ÁGUA - MÉTODO TRISTIMULUS - 2120 E

#### I- Princípio do método

Basicamente o método de ensaios de cor é a combinação de três diferentes filtros de luz com uma fonte específica de emissão de luz branca. O percentual de estímulos transmitidos pela amostra é determinado para cada um dos três filtros e tem-se a formação da cor, que corresponde aos estímulos solicitados pelas características da amostra, traduzidos por um sistema de cores.

#### II– Equipamentos / Materiais

- Colorímetro tristimulus; • Cubeta; • Papel toalha; • Membrana de celulose (0,45 m de poro e 47 mm de diâmetro); • Sistema de filtração a vácuo; • Balão volumétrico calibrado de 25 mL; • Micropipeta/Pipeta.

#### III- Desenvolvimento do ensaio

- Verificou o equipamento utilizando as soluções controle de 10 uC e 100 uC (MR);
- Se necessário ajustar o colorímetro tristimulus, conforme o manual do equipamento e/ou IT07.0747 – Manuseio e Operação de Equipamentos ou IT00.0361 – Operação e Ajuste de Equipamentos, utilizando as soluções padrão de 10 uC, 100 uC e 500 uC (MRC) e registrar no FR04.5125 – Calibração de equipamento;
- Homogeneizou a amostra e a transferiu para a cubeta até a marca de nível;
- Enxugou a cubeta com papel toalha;
- A cubeta foi introduzida no colorímetro, fazendo coincidir a marca da cubeta com a marca

existente no equipamento;

- Realizou a leitura de cor e registrou o resultado no FR04.0135 – Ficha de Coleta de Amostras para Análises em Laboratório ou no FR07.6005 – Registro de análises.

#### IV – Resultados

A cor foi lida diretamente no display do colorímetro tristimulus e expressa com uma casa decimal na ficha de coleta.

### 5.2.4 pH: DETERMINAÇÃO DO pH EM ÁGUA MÉTODO ELETROMÉTRICO 4500- H+ B

#### I – Princípio do método

Baseia-se na determinação da atividade hidrogeniônica de uma amostra utilizando-se um sensor íon seletivo (eletrodo) em conjunto com um medidor de atividade iônica (pHmetro). O sensor, em contato com a amostra, mede a diferença de potencial causada pela atividade de íons hidrogênio presentes na amostra e no sensor, e a envia sob a forma de sinal elétrico ao pHmetro, que, por sua vez, converte este sinal em leitura direta de valor de pH.

#### II - Equipamentos / Materiais

- pHmetro; • Béquer; • Papel toalha.

#### III- Desenvolvimento

- Inicialmente verificou o equipamento com a solução tampão de pH 7,00 e/ou 4,01 e/ou 10,00 (MR), de acordo com a faixa de trabalho e necessidade do laboratório. Caso o resultado esteja fora da faixa de variação, fazer o ajuste do potenciômetro, conforme o manual do equipamento e/ou IT07.0747 – Manuseio e Operação de Equipamentos ou IT00.0361 – Operação e Ajuste de Equipamentos, utilizando as soluções tampão de pH nas faixas ácida, neutra e alcalina (4,01, 7,00 e 10,00 MRC) e registrar no FR04.5129 – Calibração do pHmetro;
- A análise foi realizada no prazo máximo de 15 minutos após a coleta;
- Enxaguou o eletrodo com água tipo Milli-Q / osmose reversa / água deionizada;
- Em um volume de amostra suficiente, imergiu o bulbo do eletrodo e agitou moderadamente a amostra;
- Posicionou o equipamento para leitura de pH e aguardou sua estabilização;
- Registrou os valores da leitura do pH e da temperatura da amostra no FR04.0135 - Ficha de Coleta de Amostras para Análises em Laboratório ou no FR07.6005 – Registro de análises.

#### IV– Resultados

- O pH foi lido diretamente no display do pHmetro;

- Os resultados de pH foram expressados nos relatórios de ensaios, com duas casas decimais e sempre acompanhado do registro de temperatura da amostra analisada.

### 5.2.5 FLÚOR: DETERMINAÇÃO DO TEOR DE FLÚOR

#### I - Princípio do método

O teor de Flúor pode ser determinado pelo método colorimétrico (SPADNS) ou pelo método eletroanalítico (eletrodo de íon seletivo).

- Princípio do Método Colorimétrico (SPADNS)

Na presença do íon Fluoreto, ocorre uma reação cujo produto é um ânion complexo incolor. Portanto, a cor produzida torna-se progressivamente mais clara quanto maior o conteúdo de Fluoreto na amostra, definindo a presença deste íon.

#### II- Equipamentos/Materiais

- Método Colorimétrico (SPADNS) • Colorímetro ou espectrofotômetro; • Cubetas; • Erlenmeyer; • Pipetas volumétricas (25mL / 5 mL ou 10mL/ 2mL); • Proveta; • Papel toalha; • Peras de sucção ou pipetador.

#### III - Reagentes/Soluções

- Método Colorimétrico (SPADNS) • Solução Padrão de Fluoreto de 0,75 mg/L; • Solução de SPADNS (Sódio 2 - (Parasulfofenilazo) -1,8 dihidroxi-3,6-Naftalen dissulfonado) ou (Sal dissódico do ácido 4,5 - dihidroxi - 3 - (Parasulfofenilazo) - 2,7 - (naftalendisulfônico); • Solução do Arsenito de Sódio ou Tiosulfato de sódio 0,05N; • Água tipo Milli-Q/Água obtida por Osmose Reversa/Água Deionizada/Água Destilada;

#### IV - Determinação do teor de flúor pelo método colorimétrico (SPADNS)

- Verificou o equipamento utilizando a solução controle de 0,75mg/L (MR) a cada turno de trabalho e quando foi utilizado um novo frasco ou lote de reagente. A leitura foi registrada no FR08.6000;
- Aceita-se uma variação de 10%, portanto a leitura do teor de Flúor da solução controle deve ficar entre 0,67 e 0,82 mg/L. No caso da leitura ficar fora do intervalo aceito, era solicitado a avaliação do equipamento ao Laboratório da GRS ou Laboratório Central;
- Agitou suavemente a amostra;
- Para formar o Branco, pipetou 10mL de água tipo Milli-Q/Água obtida por Osmose Reversa/Água Deionizada/Água Destilada para uma cubeta;
- Transferiu 100 mL de amostra de água para um erlenmeyer.

Se a amostra contivesse Cloro, ele era removido com Arsenito de sódio ou Tiosulfato de sódio

0,05N (1 gota para cada 0,1mg de cloro); Nota 2: Cuidado com excesso do Tiosulfato de Sódio para não ocorrer a turvação da amostra.

- Retirou com uma pipeta volumétrica, 10 mL da amostra e transferiu para uma cubeta;
- Adicionou 2 mL de solução SPADNS (fórmula com arsenito de sódio) no Branco e na Amostra e homogeneizar por 30 segundos;
- A parte externa das cubetas foram limpadas e secadas com o papel toalha;
- Realizou a leitura diretamente no display do equipamento, conforme o Manual do Fabricante e/ou anexo deste método e foi expressa em mg/L de F<sup>-</sup>.<sup>1</sup>

### 5.3 Análises bacteriológicas

#### 5.3.1 DETERMINAÇÃO DE COLIFORMES TOTAIS E ESCHERICHIA COLI - MÉTODO DO SUBSTRATO ENZIMÁTICO

##### I - Princípio do método

As bactérias do grupo coliforme possuem uma enzima denominada  $\beta$ -Galactosidase, que metaboliza a porção nutriente do composto  $\beta$ -d-Galactopiranoside do ONPG (o-nitrophenyl- $\beta$ -D-galactopyranoside), presente no meio cultura, liberando a porção indicadora ortonitrofenol que torna o meio amarelo, caracterizando a presença de coliformes totais. A bactéria *Escherichia coli* possui uma enzima denominada  $\beta$ -d-Glucoronidase, que metaboliza a porção nutriente  $\beta$ -d-Glucoronide do MUG (4-Methylumbelliferyl- $\beta$ -D-Glucuronide) presente no meio de cultura, liberando a porção indicadora 4-metilumbeliferona que torna o meio azul fluorescente quando exposta à luz ultravioleta com um comprimento de onda de 365 nm.

##### II - Aplicação do método

Este método foi aplicado em amostras de águas naturais e tratadas.

##### III - Reagentes

- Reagentes prontos

- Água destilada, deionizada ou ultra pura
- Álcool comercial
- Meio de Cultura Substrato Enzimático
- Tiosulfato de Sódio penta-hidratado P.A.
- Comparador monocromático e de fluorescência
- Álcool gel 70%

##### IV - Procedimento de presença ou ausência de coliformes totais e *E. coli*

- Inicialmente, realizou a assepsia das bancadas e da parte externa dos frascos de amostras

---

<sup>1</sup> Para cubetas de 25 mL, adicionar 5 mL de solução SPADNS no Branco e na Amostra e Homogeneizar por 30 segundos; <sup>2</sup> A presença de Flúor na água utilizada para a formação do Branco interfere no resultado da análise.

com álcool 70%, e todas anotações necessárias foram preenchidas no formulário FR04.5113 - Leitura dos resultados das análises de água tratada/poços.

- Durante o processo de inoculação, o bico de Bunsen foi ligado e a inoculação realizada atrás deste;
- Homogeneizou a amostra adequadamente para promover distribuição das bactérias, o frasco com a amostra dever ter um espaço vazio e foi agitada vigorosamente por aproximadamente 25 vezes ou 7 segundos ou na mesa agitadora por no mínimo 15 segundos a baixa velocidade.<sup>2</sup>
- O volume de amostra foi medido em aproximadamente 100 mL. Quando o volume coletado era superior a 100mL, a amostra era homogeneizada e vertida cuidadosamente o excedente em outro recipiente. Caso o frasco coletado não fosse transparente, era transferido 100mL da amostra para um frasco estéril, transparente e não fluorescente.
- Se o frasco não tivesse espaço vazio suficiente para uma mistura adequada, a amostra era colocada em um frasco estéril maior para que pudesse ser misturado corretamente. O volume de amostra desejado era medido e a análise continuada.
- Adicionou o conteúdo asépticamente do flaconete contendo o meio de cultura pré medido para 100mL no frasco contendo 100mL de amostra.
- Asépticamente os frascos foram tampados e agitados vigorosamente até dissolver o meio de cultura (a homogeneização pôde ser realizada utilizando a mesa agitadora). Uma pequena quantidade do meio de cultura pode permanecer não dissolvido, mas isso não afetou o desempenho da análise.
- Após a agitação as amostras foram pré-aquecidas e colocadas em um banho-maria à  $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$  por 20 minutos ou em banho-maria  $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$  durante 7 a 10 minutos para colocá-las na temperatura de incubação. Registrou a temperatura e tempo no FR00.0378 – Controle do pré-aquecimento das amostras. Após o tempo de aquecimento enxugou os frascos.<sup>3</sup>
- Os frascos com as amostras foram colocados na incubadora à temperatura de  $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$  por 24 + 4 horas, ou de acordo com a especificação do fabricante. Identificou as amostras dentro da incubadora, com fita crepe, na prateleira da incubadora onde foram colocados os roteiros com o número do roteiro, data e hora da leitura.<sup>4</sup>
- Após o período mínimo de incubação, examinou a mudança de cor conforme descrito

---

<sup>2</sup> A falha em misturar corretamente a amostra pode levar a resultados errôneos, como o aglutinamento das bactérias e, portanto, a não distribuição homogênea das bactérias por toda a amostra subestimando a densidade bacteriana real.

<sup>3</sup> O pré-aquecimento é desnecessário se for usar a cartela quanti-tray.

<sup>4</sup> Os frascos inoculados devem ser colocados na incubadora dentro de 30 minutos após o meio ser adicionado na amostra.

abaixo. Se a resposta da cor não foi uniforme ao longo da amostra, o frasco era misturado por inversão antes da leitura. A leitura dos resultados foi anotada no formulário FR04.5113.

Coliformes totais:

- Presença de Coliformes totais: evidenciada pela coloração amarela da amostra (presença de orto-nitrofenol). Registrada no formulário FR04.5113.
- Ausência de Coliformes totais: evidenciada pela coloração transparente da amostra. Registrada no formulário FR04.5113.

*Escherichia coli*:

Com auxílio da luz ultravioleta (UV) longa (365 – 366 nm) foi verificada a existência ou não de fluorescência azul.

- Presença de *E. coli*: evidenciada pela fluorescência azul da amostra (presença de 4-metilumbeliferona). Registrada no formulário FR04.5113.
- Ausência de *E. coli*: evidenciada pela não fluorescência da amostra. Registrada no formulário FR04.5113.
  - Não deixar que o tempo de incubação ultrapasse o máximo permitido pelo fabricante do substrato utilizado. Caso ocorra, há dois casos a considerar:
    - Se o resultado obtido fosse negativo para coliforme total, ele era considerado.
    - Se o resultado obtido fosse positivo para coliforme total, ele era desconsiderado e a análise era repetida.

V - Resultados de presença ou ausência de coliformes totais e *E. coli* /100ml

- Coliformes Totais:

O resultado foi expresso como P (presença), anotado no formulário FR04.0135 - Ficha de coleta de amostras para análises em laboratório, na linha de coliformes totais.

O resultado foi expresso como A (ausência), anotado no formulário FR04.0135, na linha de coliformes totais.

- *Escherichia coli*:

O resultado foi expresso como P (presença), anotado no formulário FR04.0135, na linha de *Escherichia coli*.

O resultado foi expresso como A (ausência), anotado no formulário FR04.0135, na linha de *Escherichia coli*.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Comparativo das legislações

Comparando as duas portarias (Portaria GM/MS nº 888/2021 e o Anexo XX da Portaria Consolidação GM/MS nº 5/2017), foram identificadas algumas principais alterações, quanto a inclusão ou exclusão de alguns parâmetros físico/organolépticos – químicos, enquanto não foi identificada nenhuma alteração entre os parâmetros microbiológicos presentes nas duas portarias, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1. Comparação entre os VMPs dos parâmetros obrigatórios para potabilidade da água das duas Portarias. FONTE: (BRASIL, 2017; BRASIL, 2021).

MICROBIOLÓGICOS				
Parâmetros	VMPs			
	Portaria GM/MS nº 5/2017		Portaria GM/MS nº 888/2021	
Coliformes totais	Ausência em 100 mL		Ausência em 100 mL	
	Abastecimento <20.000 habitantes	1 amostra positiva ao mês	Abastecimento <20.000 habitantes	1 amostra positiva ao mês
	Abastecimento ≥ 20.000 habitantes	5% das amostras positivas no mês	Abastecimento ≥ 20.000 habitantes	5% das amostras positivas no mês
<i>Escherichia coli</i>	Ausência em 100 mL		Ausência em 100 mL	
FÍSICO/ORGANOLEPTICOS - QUÍMICOS				
Parâmetros	VMPs			
	Portaria GM/MS nº 5/2017		Portaria GM/MS nº 888/2021	
Alumínio	0,2 mg/L		0,2 mg/L	
Amônia (como NH <sub>3</sub> )	1,5 mg/L		1,2 mg/L	
Cloreto	250 mg/L		250 mg/L	
Cor aparente	15 uH		15 uH	
1,2 diclorobenzeno	0,01 mg/L		0,001 mg/L	
1,4 diclorobenzeno	0,03 mg/L		0,0003 mg/L	
Dureza total	500 mg/L		300 mg/L	
Etilbenzeno	0,2 mg/L		0,3 mg/L	
Ferro	0,3 mg/L		0,3 mg/L	
Gosto e odor	6 Intensidade		6 Intensidade	
Manganês	0,1 mg/L		0,1 mg/L	
Monoclorobenzeno	0,12 mg/L		0,02 mg/L	
Sódio	200 mg/L		200 mg/L	
Sólidos dissolvidos totais	1000 mg/L		500 mg/L	
Sulfato	250 mg/L		250 mg/L	
Sulfeto de Hidrogênio	0,1 mg/L		0,05 mg/L	

Surfactantes (como LAS)	0,5 mg/L	Não consta
Tolueno	0,17 mg/L	0,03 mg/L
Turbidez	5 uT	5 uT
Zinco	5 mg/L	5 mg/L
Xileno	0,3 mg/L	0,5 mg/L
Antimônio	0,005 mg/L	0,006 mg/L
Arsênio	0,01 mg/L	0,01 mg/L
Bário	0,7 mg/L	0,7 mg/L
Cádmio	0,005 mg/L	0,003 mg/L
Chumbo	0,01 mg/L	0,01 mg/L
Cianeto	0,07 mg/L	Não consta
Cobre	2 mg/L	2 mg/L
Cromo	0,05 mg/L	0,05 mg/L
Fluoreto	1,5 mg/L	1,5 mg/L
Mercúrio total	0,001 mg/L	0,001 mg/L
Níquel	0,07 mg/L	0,07 mg/L
Nitrato (como N)	10 mg/L	10 mg/L
Nitrito (como N)	1 mg/L	1 mg/L
Selênio	0,01 mg/L	0,04 mg/L
Urânio	0,03 mg/L	0,03 mg/L
Acrilamida	0,5 µg/L	0,5 µg/L
Benzeno	5 µg/L	5 µg/L
Benzo[a]pireno	0,7 µg/L	0,4 µg/L
Cloreto de Vinila	2 µg/L	0,5 µg/L
1,2 Dicloroetano	10 µg/L	5 µg/L
1,1 Dicloroetano	30 µg/L	Não consta
1,2 Dicloroetano (cis + trans)	50 µg/L	Não consta
Diclorometano	20 µg/L	20 µg/L
Di(2-etilhexil) ftalato	8 µg/L	8 µg/L
Estireno	20 µg/L	Não consta
Pentaclorofenol	9 µg/L	9 µg/L
Tetracloroeto de Carbono	4 µg/L	4 µg/L
Tetracloroetano	40 µg/L	40 µg/L
Triclorobenzenos	20 µg/L	Não consta
Tricloroetano	20 µg/L	4 µg/L
Total de clorobenzenos	Não consta	0,02 µg/L
Epicloridrina	Não consta	0,4 µg/L
Dioxano	Não consta	50 µg/L
Cloro residual livre	5 mg/L	5mg/L

Como apresentado, os parâmetros microbiológicos Coliformes Totais e *Escherichia coli*, não sofreram nenhuma alteração nas duas portarias quanto aos seus VMPs, sendo tolerável a presença, de Coliformes totais em determinada quantidade de amostras e em relação ao número de habitantes, enquanto permanece intolerável a presença de *Escherichia coli*, visto que, a ingestão de água ou alimentos contaminados por bactérias desse grupo pode causar no indivíduo: dores abdominais, de cabeça, febre, vômito, calafrios e diarreia aguda (OLIVA *et al*, 1997; ROSA, BARROS e SANTOS, 2016).

Vale ressaltar, que na Portaria GM/MS nº 888/2021 houve a exclusão da contagem de bactérias heterotróficas, que eram obrigatórias em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais, uma vez que seu monitoramento se dá também pela identificação de coliformes totais.

Dos 110 parâmetros físicos/organolépticos – químicos, 13 sofreram reduções em seus VMPs na nova portaria, são estes: Amônia (como  $\text{NH}_3$ ), 1,2 diclorobenzeno, 1,4 diclorobenzeno, Dureza total, Monoclorobenzeno, Sólidos dissolvidos totais, Sulfeto de hidrogênio, Tolueno, Cádmio, Benzo[a]pireno, Cloreto de vinila, 1,2 Dicloroetano e Tricloroetano. Sendo que o parâmetro 1,4 diclorobenzeno teve o maior valor restringido, isto é, em cem vezes (SOARES, FRANCO e ASSIS, 2021) enquanto o Cádmio teve a menor redução do VMP (0,002 mg/L).

As reduções ocorreram pelo avanço dos conhecimentos científicos que reconhecem que os parâmetros acima demonstram maiores riscos para a população comparadas aos seus VMPs antigos, por exemplo como afirmam Reis e Mendonça, (2009, p. 356) em relação a Amônia (como  $\text{NH}_3$ ) “para altas concentrações de nitrogênio amoniacal total, quando a toxicidade da espécie  $\text{NH}_4^+$  pode ser identificada, a espécie  $\text{NH}_3$  é de 300 a 400 vezes mais tóxica”. Outro exemplo são os compostos orgânicos halogenados voláteis (HVOC - Halogenated volatile organic compounds), sendo os principais: Trihalometanos (THM), Tetraclorometano, Diclorometano, Tetracloroetano, Tricloroetano, Dicloroetanos, Dicloroetenos, Tetracloroetanos, Tricloroetanos e os Benzenos clorados, estes compostos são utilizados como solventes, desengordurantes e desinfetante nas indústrias portanto, são considerados potenciais poluentes de águas residuais, água para o consumo, ar, solo e sedimentos (TAVARES, 2012).

Observou-se que na Portaria GM/MS nº 888/2021, quatro parâmetros (Etilbenzeno, Xilenos, Antimônio e Selênio) tiveram seus VMPs flexibilizados, permitindo suas maiores concentrações na água. O parâmetro organoléptico Xileno teve sua permissibilidade aumentada em 0,2 mg/L (maior aumento identificado entre os parâmetros), já o Antimônio teve o menor aumento de permissibilidade (0,001 mg/L).

Em relação a inclusão e exclusão de parâmetros nas portarias, seis destes estavam contidos na Portaria GM/MS nº 5/2017 e foram excluídos na Portaria GM/MS nº 888/2021, são estes: Surfactantes (como LAS), Cianeto, 1,1 Dicloroetano, 1,2 Dicloroetano (cis + trans), Estireno e Triclorobenzeno. E os três parâmetros: total de Clorobenzenos, Epicloridrina e Dioxano, foram incluídos na legislação atual. Já os outros parâmetros não sofreram alterações em seus VMPS nas duas portarias.

Nitrato e Nitrito são dois dos parâmetros que não tiveram seus VMPs alterados nas duas portarias, com os respectivos valores permitidos de 10 mg/L e 1 mg/L. Seus VMPs devem ser atendidos, contudo, na Portaria GM/MS nº 888/2021, exige-se também que a soma das razões das concentrações de nitrito e nitrato e seus respectivos VMPs não excedam o valor 1 (BRASIL, 2021).

Outro dado levantado neste estudo, foi o número de amostras e a frequência de coleta em

relação ao número de habitantes abastecidos para os parâmetros microbiológicos (Quadro 2) e físico/organolépticos – químicos (Quadro 3).

Quadro 2: Comparação entre o número de amostra e a frequência de coleta dos parâmetros microbiológicos.

MICROBIOLÓGICOS							
Parâmetros	Portaria GM/MS nº 5/2017						
	Nº de amostras/ Frequência (saída de tratamento)	Nº de amostras em relação a população de abastecimento (sistema de distribuição)					
Coliformes Totais e <i>Escherichia coli</i>	2 Semanal	<5.000 hab.	5.000 a 20.000	20.000 a 250.000 hab.	>250.000 hab.		
		10	1 para cada 500 hab.	30 + (1 para cada 2.000 hab.)	105 + (1 para cada 5.000 hab.) Máximo de 1.000		
	Portaria GM/MS nº 888/2021						
	2 Semanal	Nº de amostras/ Frequência (saída de tratamento)	Nº de amostras em relação a população de abastecimento (sistema de distribuição)				
			<5.000 hab.	5.000 a 10.000	10.000 a 50.000 hab.	50.000 a 80.000	80.000 a 130.000
			5	10	1 para a cada 1000 hab.	25 + 1 cada 2000 hab.	1+1 para a cada 1250 hab.

Comparando as portarias em estudo verifica-se que o número de amostras por frequência de coleta na saída de tratamento permaneceu igual para os parâmetros microbiológicos Coliformes Totais e *Escherichia coli*. Semelhança não identificada nos sistemas de distribuição entre o número de amostras e a população de abastecimento, em que os grupos de população foram ordenados em mais grupos.

Quadro 3: número de amostra e frequência de coleta para os parâmetros físico/organolépticos – químicos

FÍSICO/ORGANOLÉPTICOS - QUÍMICOS				
Parâmetros	Portaria GM/MS nº 5/2017		Portaria GM/MS nº 888/2021	
	Nº de amostra	Frequência	Nº de amostra	Frequência

Turbidez	1	A cada 2 hora (superficial) 2 vezes por semana para (subterrâneo)	1	A cada 2 horas (superficial); semanal (subterrâneo)
Cor	1	A cada 2 horas (superficial); semanal (subterrâneo)	1	A cada 2 horas (superficial); semanal (subterrâneo)
pH	1	A cada 2 horas (superficial); 2 vezes por semana (subterrâneo)	1	A cada 2 horas (superficial); semanal (subterrâneo)
Fluoreto	1	A cada 2 horas (superficial); 2 vezes por semana (subterrâneo)	1	A cada 2 horas (superficial ou subterrâneo)
Gosto e odor	1	Trimestral (superficial); semestral (subterrâneo)	1	Trimestral (superficial); semestral (subterrâneo)
Acrilamida	-	-	1	Mensal (superficial ou subterrâneo)
Epícloridrina	-	-	1	Mensal (superficial ou subterrâneo)
Cloreto de Vinila	-	-	1	Semestral (superficial ou subterrâneo)
Demais parâmetros	1	Semestral (superficial ou subterrâneo)	1	Semestral (superficial ou subterrâneo)

O número de amostra permaneceu inalterado para a maioria dos parâmetros quando comparados entre as duas legislações, exceto para três parâmetros (Acrilamida, Epícloridrina e Cloreto de Vinila), que foram incluídos na nova portaria e assim não constavam na portaria anterior. Um avanço positivo na legislação visto que, tais compostos não eram obrigatórios suas análises, agora, com o uso de hipoclorito nas maiorias das ETAs como desinfetante, torna-se obrigatória a análise destes 3 parâmetros na nova legislação. Permitindo assim, a identificação de sua concentração na água, uma vez que, pela ausência de obrigatoriedade a população poderia estar ingerindo concentrações destas em concentrações desconhecidas.

Quanto a frequência de coleta, todos os parâmetros permaneceram iguais para mananciais superficiais, e apenas três foram alterados para mananciais subterrâneos sendo estes: turbidez, pH e fluoreto. Houve flexibilidade na frequência das análises de turbidez e pH (de 2 vezes por semana, para uma análise semanal) enquanto, houve restrição para o fluoreto (de 2 vezes por semana para a cada 2 horas).

Destaca-se que na nova portaria (Portaria GM/MS nº 888/2021) o parâmetro fluoreto não é mais considerado ou diferenciado conforme o tipo de manancial (superficial ou subterrâneo), sendo

analisado da mesma forma para ambos, havendo a necessidade do número de amostra e a frequência de coleta corresponder a uma amostra a cada 2 horas na saída do tratamento (BRASIL, 2021).

Comparando a recente legislação com as atividades do laboratório, houve-se a adaptação entre as duas legislações citadas dentro do laboratório, por exemplo durante o ano de 2021, eram realizadas as contagens de bactérias heterotróficas, já no ano de 2022 com o avanço da legislação não foi necessário a realização destas.

## 6.2 Estágio não obrigatório

O estágio foi realizado durante o período de janeiro de 2021 à dezembro de 2022. As atividades e análises eram realizadas por 3 técnicos de saneamento e 1 estagiária do curso de Licenciatura em Química.

O laboratório é amplo e possui dois espaços, o espaço onde localiza-se o laboratório físico-químico demonstrado na Figura 3, onde são realizadas as análises de cloro, temperatura, turbidez, cor, flúor, pH, amônia, dentre outros. E, o segundo espaço é o laboratório bacteriológico onde realizam-se as análises de Coliformes totais e *Escherichia coli* (Figura 4).

Figura 3 - Laboratório físico-químico Saneago Morrinhos – Goiás.



Fonte: a autora (2023)

Figura 4 - Laboratório bacteriológico Saneago Morrinhos – Goiás



Fonte: a autora (2023)

### 6.3 Rotina de análises

As coletas das amostras de água eram realizadas 2 vezes por semana (Segunda e Quarta) e nesses dois dias, a coleta era realizada em todas as cidades e povoados que a Saneago atende, totalizando 10 cidades: Pontalina, Morrinhos, Aloândia, Mairipotaba, Cromínia, Piracanjuba, Professor Jamil, Marzagão, Corumbaíba, Água Limpa e 7 povoados: Rancho Alegre, Marcelânia, Floresta, Rochedinho, Rochedo, Quinca Mariano e Simon Bolivar.

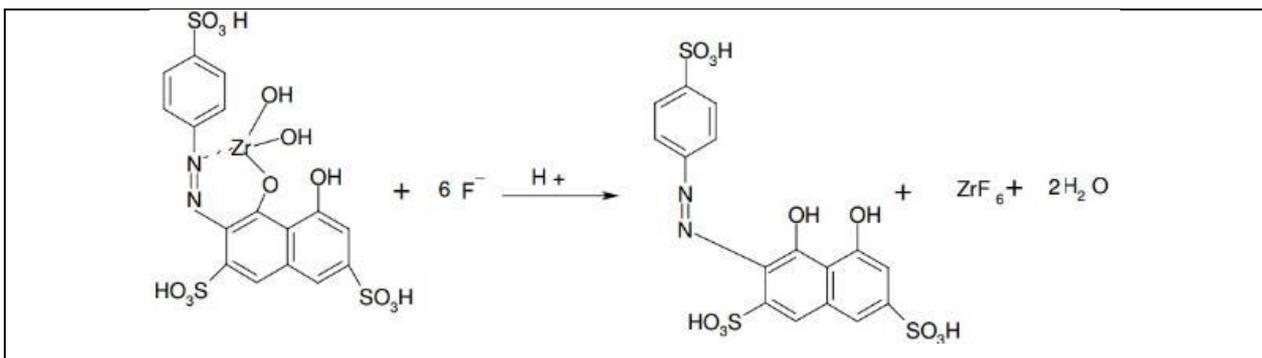
Cada ponto de amostragem possuía dois frascos de coleta, um de vidro esterilizado para análises bacteriológicas e outro de plástico não estéril para as análises físico-químicas. Quando as coletas chegavam ao laboratório, iniciavam-se suas análises, para conservar todos os parâmetros originais do momento da coleta, começava-se imediatamente as análises das amostras, visto que, estas não poderiam ultrapassar 24 horas após a coleta para serem analisadas. Se por algum motivo não pudessem ser analisadas imediatamente, os frascos do bacteriológico deveriam ser mantidos sob refrigeração e iniciada a análise antes de 24 horas de coleta.

As análises de cloro, temperatura ambiente e temperatura da água (aferidos no momento da coleta da amostra), turbidez, cor, flúor, pH, Coliformes totais e *Escherichia coli*, todas essas análises citadas anteriormente eram realizadas na cidade de Morrinhos semanalmente. Mensalmente era necessário fazer análise-de cianobactérias, as quais não eram realizadas no laboratório citado, e sim eram encaminhadas para a central localizada em Goiânia – GO. Logo, mensalmente, as amostras eram coletadas em todos os pontos de coletas e estas eram encaminhadas para a central.

A análise de turbidez é um parâmetro que está diretamente ligado às propriedades ópticas que a água apresenta em absorver ou refletir a luz. O alto nível de turbidez está relacionado a existência de matérias orgânicas e argilas suspensas na água, e que a agregação destes componentes, dão origem a coloides que interferem na penetração da luz. A turbidez alta não somente torna a água inviável para o consumo, mas também pode desencadear muitos problemas ao funcionamento do ecossistema natural, como por exemplo, reduz a taxa fotossintética de plantas com raízes submersas e as algas, interferindo diretamente na produção, impactando a comunidade de peixes e desequilibrando o ecossistema aquático (ROBERTO, *et al.* 2017). Apesar de ser de extrema importância a análise desta, por se tratar de um parâmetro macroscópico, a distribuição de água com a cor distinta de incolor, instiga o aumento de reclamações quanto a água que está sendo distribuída, o que não é favorável para a empresa em que foi realizado o estágio não obrigatório, uma vez que esta busca o atendimento e distribuição da água com maestria e excelência.

O flúor é essencial para a resistência dos dentes e dos ossos encontrado naturalmente na água, contudo, a ingestão deste elemento em excesso pode provocar sérios problemas como fluorose dentária ou óssea, seu monitoramento é de suma importância para avaliar a qualidade da água (DINIZ, 2006). Na análise pelo método colorimétrico para determinação do flúor da amostra, um composto presente no reagente de SPADNS, reage com os íons Fluoreto presente na amostra (Figura 5), resultando-se um complexo de coloração avermelhada que permite a leitura da concentração de flúor da amostra utilizando um colorímetro.

Figura 5 –Reação química e coloração resultante na análise de flúor



Fonte: Majumder e Singh (2016).

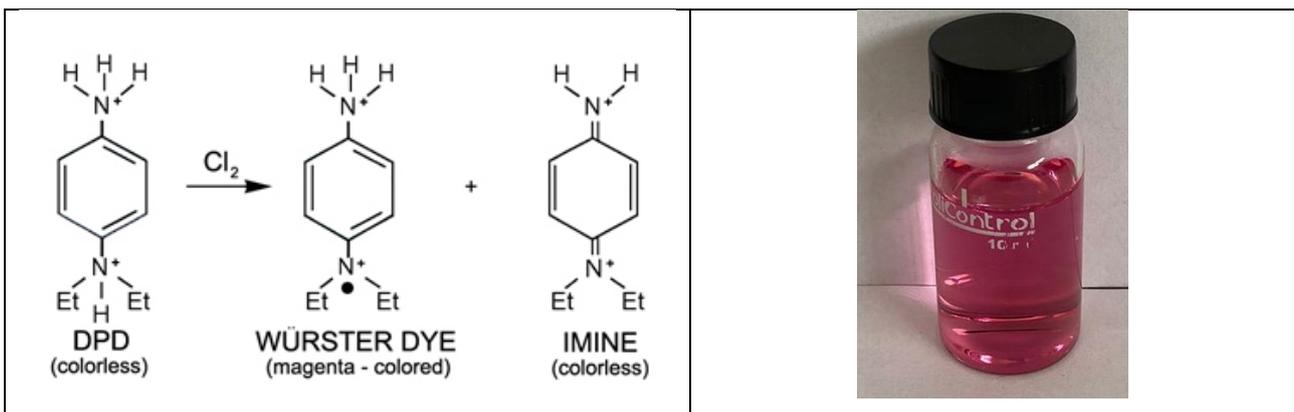


Fonte: PA (2023).

A concentração de íons  $H^+$  e  $OH^-$  presentes na água está relacionada à determinação do pH. Os peixes sobrevivem e crescem melhor em água com pH entre 6 – 9 (pH ideal). Se o pH sair dessa faixa, poderá ocorrer a mortalidade de peixes, desequilibrando o ecossistema aquático. A respiração, fotossíntese, adubação, calagem e poluição são os cinco fatores que causam a mudança de pH na água (LEIRA, *et al* 2017).

Na análise da determinação do cloro residual livre pelo método colorimétrico, o DPD reage com o cloro livre ( $Cl_2$ ), com o ácido Hipocloroso ( $HClO$ ) e com íons Hipoclorito ( $ClO^-$ ), formando um complexo de cor rósea/magenta (Figura 6), o composto no qual o cloro livre reagirá, está diretamente ligado ao pH da amostra.

Figura 6 – Reação química e coloração resultante da análise de cloro residual



Fonte: Ibrahim, Heltel e Swanson (2017).

Fonte: a autora (2023).

A análise de Coliformes Totais e *Escherichia coli* permite a identificação das bactérias na forma de bastonetes gram-negativos, não esporogênicos, aeróbios ou anaeróbios facultativos que são capazes de fermentar a lactose com produção de gás. Essas bactérias são prejudiciais para os alimentos, onde sua presença determina a incapacidade de utilizar os mesmos (CARDOSO *et al*, 2001).

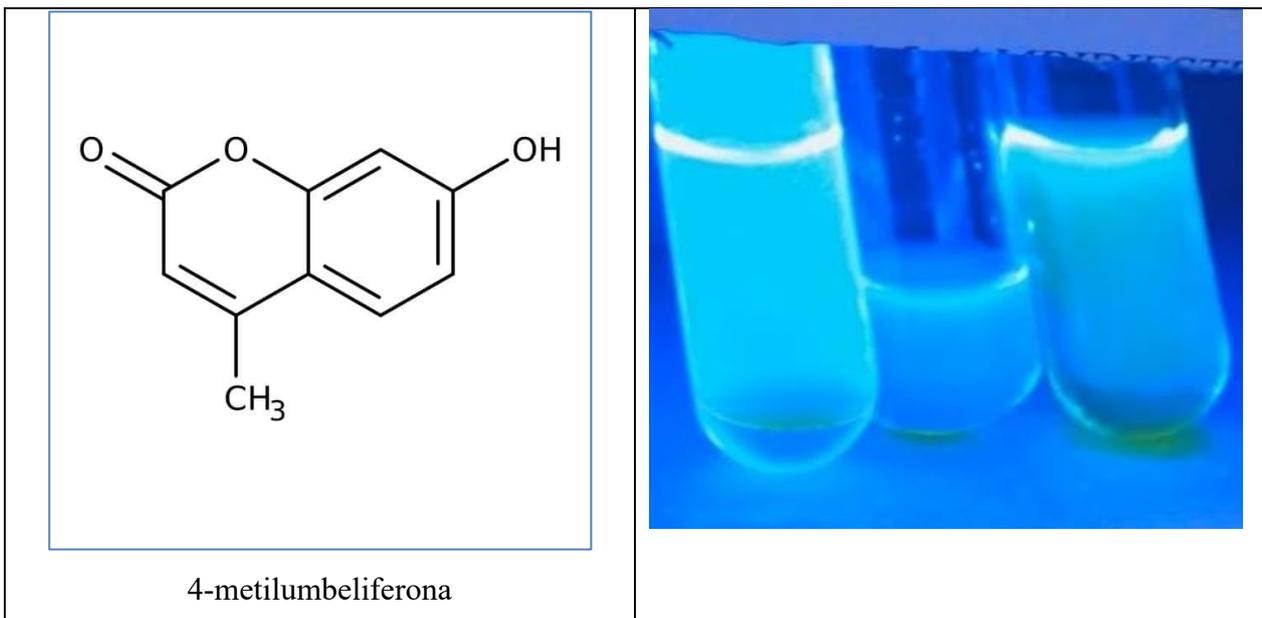
Figura 7: Ortonitrofenol porção indicadora que torna o meio amarelo, presença de Coliformes totais.



Fonte: Tenório (2010).

Fonte: a autora (2023).

Figura 8: 4-metilumbeliferona porção indicadora de *E. coli*, coloração resultante em UV.



Fonte: Merck (2023).

Como sugerido pela legislação, quando uma amostra não demonstrava os resultados esperados, rapidamente era solicitada uma recoleta para credibilizar ou excluir o resultado anterior. O estágio permitiu a vivência na prática com a química e a maioria dos conteúdos que foram apresentados durante os 4 anos de curso, assim, permitiu maior fixação, compreensão e clareza dos assuntos que talvez haviam restado dúvidas.

## 7. CONCLUSÃO

Os parâmetros microbiológicos Coliformes Totais e *Escherichia coli* não sofreram nenhuma alteração nas duas portarias quanto aos seus VMPs. Vale ressaltar, que na Portaria GM/MS nº 888/2021 houve a exclusão da contagem de bactérias heterotróficas, que eram obrigatórias em 20% das amostras mensais para análise de coliformes totais,

Dos 110 parâmetros avaliados, entre os físico-químicos/organolépticos, 13 sofreram reduções em seus VMPs: Amônia (como NH<sub>3</sub>), 1,2 diclorobenzeno, 1,4 diclorobenzeno, Dureza total, Monoclorobenzeno, Sólidos dissolvidos totais, Sulfeto de hidrogênio, Tolueno, Cádmio, Benzo[a]pireno, Cloreto de vinila, 1,2 Dicloroetano e Tricloroetano. Quatro parâmetros (Etilbenzeno, Xilenos, Antimônio e Selênio) tiveram seus VMPs flexibilizados, permitindo maiores concentrações na água.

Em relação a inclusão e exclusão de parâmetros nas portarias, seis destes estavam contidos na Portaria GM/MS nº 5/2017 e foram excluídos na Portaria GM/MS nº 888/2021, são estes: Surfactantes (como LAS), Cianeto, 1,1 Dicloroetano, 1,2 Dicloroetano (cis + trans), Estireno e Triclorobenzeno. E três parâmetros: Clorobenzenos totais, Epicloridrina e Dioxano, foram incluídos na legislação atual. Já os outros parâmetros não sofreram alterações em seus VMPS nas duas portarias.

Nitrato e Nitrito não tiveram seus VMPs alterados nas duas portarias, contudo, na Portaria GM/MS nº 888/2021, exige-se também que a soma das razões das concentrações de nitrito e nitrato não excedam o valor 1.

Verificou-se que o número de amostras por frequência de coleta na saída de tratamento permaneceu igual para os parâmetros microbiológicos. Nos sistemas de distribuição entre o número de amostras e a população de abastecimento, os grupos de população foram ordenados em mais grupos.

O número de amostra permaneceu inalterado para a maioria dos parâmetros físico-químicos exceto para: Acrilamida, Epicloridrina e Cloreto de Vinila, que foram incluídos na nova portaria e não constavam na portaria anterior. Destaca-se a melhoria da nova legislação neste ponto, em tornar obrigatório as análises de 3 parâmetros que provavelmente a população estava ingerindo quantidades desconhecidas destes parâmetros na antiga legislação.

Quanto a frequência de coleta, todos os parâmetros permaneceram iguais para mananciais superficiais. Para mananciais subterrâneos três foram alterados: turbidez, pH e fluoreto.

Durante o período de estágio foram acompanhadas e executadas as seguintes análises físico-químicas: cloro, turbidez, cor, pH e flúor. E microbiológicas: coliformes totais e *Escherichia coli*.

O estágio não obrigatório permitiu também durante esses 2 anos de realização, a formação de

experiências práticas daquilo que foi vivenciado durante os 4 anos de curso de graduação de forma teórica, permitiu também a compreensão de assuntos que tenha restado em sala de aula, que na prática permitiu a identificação dessas dúvidas e a compreensão concreta da química em cada análise.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. C. **Avaliação do Índice de Qualidade da Água na Lagoa dos Patos**. 2013. 14 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia ambiental e Sanitária). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- BACCI, D. C., PATACA, E. M. **Educação para a água**. Estudos avançados 22, (63). p. 211-226. 2008.
- BASTOS, R. K. X.; HELLER, L.; BEVILACQUA, P. D.; PÁDUA, V. L.; BRANDÃO, C. C. S. **Legislação sobre Controle e Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano. A Experiência Brasileira Comparada à Panamericana**. 2004..
- BASTOS, R. K. X. **A norma brasileira de qualidade da água para consumo humano em revisão - um convite à reflexão sob a ótica dos direitos**. 35 p. 2020.
- BERTOLO, J. P., CARDOSO, M. G. **Desenvolvimento de sistema online de livre acesso para consulta da qualidade das águas subterrâneas, superficiais e de abastecimento do Rio Grande do Sul**. XII Jornada de Iniciação Científica e Tecnologia, 2022.
- BRASIL. Portaria MS no 1469, de 29 dez. 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. Diário Oficial, Brasília, 22 fev. 2001.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria 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 dez. 2011.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria de Consolidação MS/GM nº 5, de 28 de setembro de 2017. Consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Anexo XX - Do controle e da vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União, Brasília, 3 out. 2017, Suplemento:360-568.
- BRASIL. Processo de revisão da norma de potabilidade da água para consumo humano. Apresentação em powerpoint. p. 1-16.
- BRASIL. Ministério da Saúde. PORTARIA GM/MS Nº 888, DE 4 DE MAIO DE 2021. **Diário Oficial da União**, Brasília,DF, 21 de maio de 2021.
- BRASIL. Decreto nº 5440, de 4 de maio de 2005. **Estabelece definições e procedimentos sobre o controle de qualidade da água de sistemas de abastecimento e institui mecanismos e instrumentos para divulgação de informação ao consumidor sobre a qualidade da água para consumo humano**. Diário Oficial da União, Brasília: 05 mai. 2005.
- BRASIL, Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Documento base de construção e revisão da Portaria nº 36/MS/1990**. Brasília: Ministério da Saúde, 2007. (Série E. Legislação de Saúde) 108p.
- BRASÍLIA. Revisão da Norma de Potabilidade da Água para Consumo Humano. Disponível em: <https://jornalismosocioambiental.files.wordpress.com/2020/04/documento-de->

contextualizac3a7c3a3o.pdf. Acesso em 16 de Jan. 2023

BRUNI, J. C. A água e a vida. **Tempo Social**. Revista Sociologia. USP, S. Paulo, 5(1-2): p. 53-65, 1993.

CARDOSO, A. L. S. P., TESSARI, E.N.C., CASTRO, A.G.M., KANASHIRO, A.M.I., GAMA, N.M.S.PA. G. M. Pesquisa De Coliformes Totais E Coliformes Fecais Analisados Em Ovos Comerciais No Laboratório De Patologia Avícola De Descalvado. **Arq. Inst. Biol. 12ª Reunião Anual do Instituto Biológico**. vol. 64. n. 1, 2001.

DINIZ L. G. **O flúor nas águas subterrâneas do estado de Minas Gerais**. Dissertação de mestrado. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Geociências programa de pós graduação em Geologia. 2006.

FREITAS, M. B., FREITAS, C. M. A vigilância da qualidade da água para consumo humano - desafios e perspectivas para o Sistema Único de Saude. *Temas Livres*. p. 993-1004.

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 debate**. v. 43, n. especial 3, p. 20-34, 2019.

FORMAGGIA, D. M. E. Uma breve história do Programa de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo humano do Estado de São Paulo. **FalaSEVISA** p. 2-9. n. 01. 2007.

GALVÃO JUNIOR, A. C., PAGANINI, W. S. Aspectos conceituais da regulação dos serviços de água e esgoto no Brasil. **Engenharia sanitária e ambiental**, v. 14, n. 1, p. 79-88, 2009.

HENNING, E., WALTER, O. M. C. F., SOUZA, N. S., SAMOHYL, R. W. Um estudo para a aplicação de gráficos de controle estatístico de processo em indicadores de qualidade da água potável. **Sistema & Gestão**. ed. 9. p. 2-13. 2014.

HINRICHSEN, S. 7 doenças causadas pela água contaminada. <<https://www.tuasaude.com/consequencias-de-beber-agua-contaminada/>>. Acesso em 28 Fev. 2023

IBRAHIM, A. I., HERTEL, M., SWANSON, T. L. **Chlorine analytical test element and a stabilized N, N-diethyl-p-phenylenediamine solution**, 2017. Disponível em: <<https://patentimages.storage.googleapis.com/13/b5/ec/de7c857400fedc/US9545781.pdf>>. Acesso 13 Abr. 2023.

LAVALL, J. BARDEN, J. E. Estágio não obrigatório: contribuições para a formação acadêmica e profissional do estudante da univates. **Revista Gestão Universitária na América Latina**. vol. 7, n. 2, p. 47-68. 2014.

LEIRA, M. H., CUNHA, L. T., BRAZ, M. S., MELO, C. C. V., BOTELHO, H. A., REGHIM, L. S. Qualidade da água e seu uso em pisciculturas. **PUBVET**. v. 11. n. 1.p. 11-17, 2017.

LIMA, C. D.; MICHELS, M. F.; AMORIM, R. Os diferentes tipos de substratos utilizados na hidratação do atleta para melhora do desempenho. **Revista Brasileira de Nutrição Esportiva**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 73-83, Janeiro/Fevereiro 2007. ISSN 1981-9927.

MAJUMDER, C. B., SINGH, T. P. Flouride removal from sewage water usingcitrus limetta peel as

biosorbent. **International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences**. v. 8, p. 86-92, 2016.

MERCK. **4-Methylumbelliferone**. Disponível em: <https://www.sigmaaldrich.com/BR/pt/product/aldrich/m1381>. Acesso em 13 Abr. 2023.

MICHELAN, D. C. G. S., et al. Desempenho das etapas de tratamento de água da estação de tratamento de água Poxim. **SCIENTIA CUM INDUSTRIA**, v. 7, n. 3, p.7-14, 2019.

MD.SAÚDE. **Amebíase (infecção por Entamoeba histolytica)**. Disponível em: <<https://www.mdsaude.com/doencas-infecciosas/parasitoses/ameba-entamoeba-histolytica/>>. Acesso em 13 Abr. 2023.

NETO, M. L. F. **Norma Brasileira de Potabilidade de Água: Análise dos parâmetros agrotóxicos numa abordagem de avaliação de risco**. 2010. p. 35. Tese Doutorado (Ciências na área de Saúde Pública e Meio Ambiente, Rio de Janeiro, 2010).

OLIVEIRA, W. R. **A importância dos inversores de frequência em sistemas de adutoras de água**. 2016. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Elétrica). Centro Universitário do Sul de Minas.

OLIVA, C. A. G. SCALETSKY, I., MORAIS, M. B., FAGUNDES NETO, U. Diarréia aguda grave associada à *Escherichia coli* enteropatogênica clássica (EPEC): características clínicas e perdas fecais em lactentes hospitalizados. **Revista Associação Médica Brasileira**. p. 283-289. v. 43(4). 1997.

PA laboratório de águas. **Reagente SPADNS para fluoreto**. Disponível em: <<https://www.palaboratorio.com.br/reagente-spadns-fluoreto.html>>. Acesso em: 13 Abr. 2023.

RAZZOLINI, M. T. P., GUNTHER, W. M. R. Impactos na Saúde das Deficiências de Acesso a Água. **Saúde Social**. São Paulo, v. 17, n.1, p,21-32, 2008

REIS, J. A. T. MENDONÇA, A. S. F. Análise técnica dos novos padrões brasileiros para amônia em efluentes e corpos d'água. **Engenharia Sanitária Ambiental**. v. 14. n.3. p. 353-362. 2009.

ROSA, J. L., BARROS, R. F., SANTOS, M. O. Características da *Escherichia coli* Enterohemorrágica (EHEC). SAÚDE & CIÊNCIA EM AÇÃO – **Revista Acadêmica do Instituto de Ciências da Saúde**. v.2 n. 01. p. 66-78. 2016.

ROBERTO, C. C., GUIMARÃES, A. P. M., RIBEIRO, J. L., CARVALHO, A. V., NERES, J. C. I., CERQUEIRA, F. B. Avaliação do pH, turbidez e análise microbiológica da água do Córrego Guará Velo em Guaraí, estado do Tocantins. **Revista Desafios**. v. 4. n. 4. 2017.

SANCHES, S. M. SILVA, C. H. T. P. VIEIRA, E. M. Agentes desinfetantes alternativos para o tratamento de água. **Química nova na escola**. nº 17. p. 8-12. 2003.

SANEAMENTO BÁSICO IT 179. Disponível online em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/Apostila%20IT%20179/Capit%204%20parte%20.pdf>> . Acesso 28 de Fev. 2023.

SERAFIM, A. L., VIEIRA, E. L., LINDEMANN, I. L. Importância da água no organismo humano. **VIDYA**. Rio Grande do Sul. p.147-157. jan./jun. 2004.

SIRTOLI, D. B. CAMARELLA, L. O papel da vigilância sanitária na prevenção das doenças transmitidas por alimentos (DTA). **Revista Saúde e Desenvolvimento**. v. 12. n. 10. 2018.

SILVA, S. D. **A importância do laboratório de química da rede estadual de ensino como recurso prático pedagógico**. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura Plena em Química). Universidade Estadual da Paraíba. 2015.

SCHVAN, M., LEMKE, P. R., WALDOW, W. V. L., RÉGIS, R. R. **ÁGUA, HIDRATAÇÃO E FISICULTURISMO**. Disponível em: <http://tcconline.fag.edu.br:8080/app/webroot/files/trabalhos/20181109-172120.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2023.

SOUZA, R. O. C., AMBROGI, V. B. **ODS 14 VIDA NA ÁGUA**. São Paulo. Disponível em: <https://www.pucsp.br/sites/default/files/download/eventos/bisus/13-vida-na-agua.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2023.

SOARES, A. F. S, FRANCO, R., ASSIS, J. M. G. 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, 08-11/11/21. p. 1-10, 2021.

TAVARES, M. M. S. **Determinação de clorobenzenos em água por cromatografia de fase gasosa com headspace**. Dissertação Mestrado - Mestre em Química. Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2012.

TENÓRIO, J. A. B. LEAL, S. S. PEPPE, O. R. B., CARVALHO FILHO, J. R. **Nitração do fenol, procedimento em escala semi-micro, e purificação dos componentes através de cromatografia em coluna, utilizando areia como adsorvente**. XI Encontro de Iniciação à Docência. UFPB - PRG. p. 1-6.

TORTORA, G. J., DERRICKSON, B. **Corpo humano-: fundamentos de anatomia e fisiologia**. 10. ed. São Paulo: artmed, 2017. p.31.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Leptospirosis: Fact Sheet**. Disponível em: < <https://www.who.int/publications/i/item/B4221>>. Acesso em: 13 Abr. 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Typhoid**. Disponível em: < <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/typhoid> >. Acesso em: 13 Abr. 2023.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Soil-transmitted helminth infections**. Disponível em: < <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/soil-transmitted-helminth-infections> >. Acesso em: 13 Abr. 2023.