



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
QMC5515 – Estágio Supervisionado

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO NO  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AQUAVITA EM SÃO JOSÉ/SC**

**LARISSA ANDRADE DE SOUZA**

**Orientadora: Profa. Dra. Daniela Zambelli Mezalira  
Supervisora: Ana Paula Gonçalves Bohm**

Florianópolis  
Junho/2025

Larissa Andrade de Souza

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EM ÁGUA SUBTERRÂNEA E  
DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO EM EFLUENTES**

Projeto de Estágio Supervisionado (QMC 5515)  
apresentado ao Departamento de Química da  
Universidade Federal de Santa Catarina  
desenvolvido no Laboratório de Análises Aquavita  
em São José/SC, como obtenção  
do grau de bacharel em Química tecnológica.

Orientadora: Prof. Dra. Daniela Zambelli Mezalira  
Supervisora: Ana Paula Gonçalves Bohm

Florianópolis  
Junho/2025

Souza, Larissa Andrade

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO NO  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AQUAVITA EM SÃO JOSÉ/SC :  
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS EM ÁGUA  
SUBTERRÂNEA E DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO EM EFLUENTES /  
Larissa Andrade Souza ; orientadora, Prof. Dra. Daniela  
Zambelli Mezalira, 2025.

43 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -  
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências  
Físicas e Matemáticas, Graduação em Química - Bacharelado,  
Florianópolis, 2025.

Inclui referências.

1. Química - Bacharelado. 2. Água subterrânea. 3.  
Efluente. 4. Parâmetros físico-químicos. 5. DQO. I.  
Mezalira, Prof. Dra. Daniela Zambelli. II. Universidade  
Federal de Santa Catarina. Graduação em Química -  
Bacharelado. III. Título.

Larissa Andrade de Souza

Relatório de estágio supervisionado desenvolvido no laboratório de análises  
Aquavita em São José/SC

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título  
de Bacharel em Química Tecnológica e aprovado em sua forma final pelo Curso de  
Química.

Florianópolis, 07 de julho de 2025.

**Banca examinadora**

---

Orientadora

Prof. Dra. Daniela Zambelli Mezalira

---

Prof. Dr. Alexandre Luis Parize

---

Dra. Luciane Effting

Florianópolis, 2025

## SUMÁRIO

1.					
JUSTIFICATIVA.....					11
2.	APRESENTAÇÃO	DO	LOCAL	DE	
ESTÁGIO.....					12
3.	REVISÃO DA LITERATURA.....				13
3.1	ÁGUA SUBTERRÂNEA.....				13
3.1.1	<i>Parâmetros de potabilidade da água</i> .....				13
3.2	EFLUENTE.....				15
3.3	PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICO ANALISADOS.....				15
3.3.1	<i>Condutividade</i> .....				15
3.3.2	<i>Turbidez</i> .....				16
3.3.3	<i>pH</i> .....				16
3.3.4	<i>Cloreto</i> .....				17
3.3.5	<i>Dureza</i> .....				17
3.3.6	<i>Demanda Química de Oxigênio (DQO)</i> .....				18
3.4	ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO MOLECULAR NO UV-VIS.....				19
4.	OBJETIVOS.....				21
4.1	OBJETIVO GERAL.....				21
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....				21
5.	MATERIAIS E MÉTODOS.....				22
5.1	CONDUTIVIDADE .....				22
5.2	TURBIDEZ .....				22

5.3 pH.....	23
5.4 CLORETO.....	23
5.5 DUREZA.....	24
5.6 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO) .....	25
5.7 SEGURANÇA NO LABORATÓRIO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS.....	27
<b>6.RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
6.1 CONDUTIVIDADE.....	28
6.2 TURBIDEZ.....	29
6.3 pH.....	30
6.4 CLORETO.....	31
6.5 DUREZA.....	32
6.6 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO.....	34
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>36</b>
<b>8. CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL.....</b>	<b>37</b>
<b>9. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>38</b>
<b>10. ANEXOS.....</b>	<b>43</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Componentes do espectrofotômetro de absorção molecular UV-Vis.....	20
Figura 2. Esquema demonstrativo para determinação de cloreto.....	24
Figura 3 . Esquema demonstrativo para determinação de dureza.....	25
Figura 4. Esquema demonstrativo para determinação de DQO.....	26
Figura 5. Condutividade de águas subterrâneas.....	28
Figura 6. Valores de turbidez (NTU) das amostras de água analisadas.....	29
Figura 7. Valores de pH das amostras de água analisadas.....	30
Figura 8. Concentração de cloretos das amostras de água analisadas.....	32
Figura 9. Concentração de dureza das amostras de água analisadas.....	33
Figura 10. Concentração de DQO em efluente bruto e tratado.....	34

**LISTA DE EQUAÇÕES**

Equação 1. Lei de Lambert-Beer.....	19
Equação 2. Cálculo da concentração de cloretos.....	24
Equação 3. Cálculo da concentração de dureza.....	25
Equação 4: Reação do cromato de prata envolvida na titulação.....	31
Equação 5: Reação do cloreto de prata envolvida na titulação.....	26
Equação 6: Complexação do EDTA com $\text{Ca}^{2+}$ ou $\text{Mg}^{2+}$ .....	33
Equação 7. Reação genérica de substância orgânica redutora.....	34

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos relacionados a organolépticos de potabilidade.....	14
Tabela 2. Concentração variada de DQO conforme a categoria ETE.....	35

## RESUMO

O estágio supervisionado foi realizado no laboratório Aquavita, acreditado conforme os requisitos da norma ISO/IEC 17025. Durante esse período foram cumpridos integralmente os objetivos propostos, proporcionando uma vivência prática essencial para a consolidação dos conhecimentos teóricos em análises ambientais. As atividades desenvolvidas incluíram o preparo de reagentes e materiais, a execução de ensaios laboratoriais e a interpretação dos resultados, permitindo o entendimento das metodologias empregadas e da importância dos parâmetros no controle da qualidade da água. Foram realizadas cinco análises físico-químicas de amostras de águas subterrâneas, sendo avaliados os parâmetros como condutividade elétrica, turbidez, pH, cloretos e dureza total. Os resultados obtidos foram comparados com os padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888/2021, identificando conformidade para os valores de cloretos e dureza total, e não conformidade nos parâmetros de pH e turbidez. Além disso, foram realizadas análises de demanda química de oxigênio em amostras de efluentes brutos e tratados. Os resultados encontrados foram avaliados com relação aos limites definidos pela Resolução CONSEMA nº 182/2021, observando-se conformidade em seis amostras tratadas e não conformidade em três. O estágio também envolveu atividades complementares, como calibração de equipamentos, verificação analítica por meio de amostras-controle e brancos, registro de dados e higienização de vidrarias. Essas ações reforçaram a adoção de boas práticas laboratoriais voltadas à segurança e à sustentabilidade.

*Palavras-chave: Água subterrânea, Efluente, Legislação ambiental.*

## 1. JUSTIFICATIVA

A água é um recurso essencial para a manutenção da vida na Terra, sendo fundamental para a sustentabilidade dos ecossistemas e da biodiversidade. Apesar de sua importância vital, a disponibilidade de água doce para uso humano é bastante limitada. Aproximadamente 30% encontram-se armazenados em aquíferos subterrâneos. Apenas 1% está presente em rios e lagos, sendo essa a fração efetivamente acessível para atender às necessidades humanas.<sup>1,2</sup>

A disponibilidade de água potável é limitada, especialmente em áreas densamente povoadas, tornando essencial a preservação da qualidade dos corpos hídricos. A caracterização de fontes poluidoras é realizada por meio da avaliação qualitativa e quantitativa dos efluentes líquidos gerados por indústrias, estações de tratamento de esgotos, aterros sanitários e plantas de incineração de resíduos. Essa análise permite avaliar os impactos potenciais no corpo receptor e assegurar o cumprimento da legislação ambiental.<sup>23</sup>

No Brasil, a qualidade da água para consumo humano é regulamentada pela Portaria GM/MS nº 888/2021, do Ministério da Saúde, que define os procedimentos e os padrões de potabilidade que devem ser seguidos. Já a Resolução CONAMA nº 430/2011 estabelece as regras para o lançamento de efluentes em corpos d'água e redes de esgoto, incluindo limites para parâmetros como a demanda química de oxigênio (DQO). As análises da água podem ser realizadas por laboratórios privados, desde que sigam as diretrizes da ANVISA e estejam em conformidade com os padrões de qualidade da ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017.

Durante o período de estágio na Aquavita, foi possível acompanhar a rotina do laboratório físico-químico, observando de perto a atuação do profissional químico nas análises ambientais, em água e efluentes. Essa experiência permitiu compreender as metodologias utilizadas e a importância desses procedimentos.

Este relatório apresenta as principais atividades análises realizadas durante o estágio, incluindo a análise da DQO em efluentes brutos e tratados, além da determinação de parâmetros de condutividade elétrica, pH, turbidez, dureza total e cloretos em amostras de água subterrânea.

## 2. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

O Laboratório de Análises Aquavita é uma empresa especializada em análises ambientais e controle de qualidade, situada no bairro Jardim Cidade, em São José, Santa Catarina. Além da unidade matriz, a empresa possui uma filial localizada em Videira, SC. A Aquavita realiza análises laboratoriais em diversas matrizes, incluindo alimentos, água, efluentes, solo, ar e matérias-primas para fármacos. Atende a uma ampla gama de clientes, como grandes empresas, hospitais e postos de combustíveis no estado de Santa Catarina, contribuindo significativamente para o controle de qualidade e monitoramento ambiental.

O Laboratório de Análises Aquavita é acreditado conforme a norma ABNT NBR ISO/IEC 17025, atestando sua competência técnica para realizar análises laboratoriais com confiabilidade e rastreabilidade. Além disso, possui certificações de credenciamento emitidas por órgãos reguladores e ambientais, incluindo CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina), FEPAM (Fundação Estadual de Proteção Ambiental – RS), IMA (Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina), REBLAS (Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde) e Instituto Água e Terra. Garantindo a excelência técnica e a conformidade regulatória nos serviços prestados.

A estrutura organizacional da empresa é composta por diversos setores que colaboram para o funcionamento eficiente e eficaz da organização. Entre os setores administrativos, destacam-se: Recursos Humanos, Financeiro, Qualidade e Comercial. No âmbito operacional, a empresa conta com setores especializados em Amostragem, Recebimento e Triagem. Os laboratórios são organizados em três áreas técnicas principais: Físico-Química, Instrumental, Bromatologia e Microbiologia.

A Aquavita tem como missão preservar o meio ambiente e proporcionar qualidade de vida para as pessoas por meio de análises ambientais e de controle de qualidade.

### 3. REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 ÁGUA SUBTERRÂNEA

As águas subterrâneas desempenham um papel fundamental na segurança hídrica global, representando aproximadamente 97% das águas doces e líquidas do planeta, o que as torna o maior reservatório de água potável da humanidade. Essas águas, armazenadas nos aquíferos, são essenciais não apenas para o abastecimento de populações urbanas e rurais, mas também para a sustentação de diversos ecossistemas aquáticos, como rios, lagos, mangues e pântanos. Por se encontrar no subsolo, a água subterrânea possui maior proteção à poluição e à contaminação do que nos reservatórios superficiais. Contudo, a contaminação de um aquífero pode resultar na inviabilidade do uso do seu recurso hídrico durante décadas, além de custos e tempo excessivamente maiores para a descontaminação.<sup>3,4</sup>

No Brasil, destacam-se os aquíferos Guarani e Alter do Chão, este último considerado o maior do mundo em volume de água disponível, com reservas estimadas em 162.520 km<sup>3</sup>. A compreensão e preservação desses recursos são essenciais para garantir o abastecimento sustentável de água para as gerações presentes e futuras.<sup>5</sup>

##### **3.1.1 Parâmetros de potabilidade da água**

O saneamento básico é essencial para a promoção da saúde pública e da qualidade de vida, sendo o abastecimento de água potável um de seus principais pilares. A água é um recurso vital não apenas para a sobrevivência humana, mas também para o desenvolvimento de atividades cotidianas como a preparação de alimentos, a higiene pessoal, a limpeza doméstica e, principalmente, a hidratação do organismo. No entanto, por ser também o principal meio de transmissão de diversas doenças, sua qualidade deve ser rigorosamente monitorada.<sup>5,3</sup>

A avaliação da qualidade da água torna-se, portanto, uma etapa fundamental tanto para a caracterização dos impactos provocados por atividades poluidoras quanto para a definição de estratégias que assegurem sua adequação aos diferentes usos, em especial ao consumo humano. Diversos elementos podem estar presentes na água, como sais dissolvidos, partículas em suspensão e microorganismos, os quais, dependendo de sua concentração, podem comprometer

a saúde da população. Por outro lado, quando a água encontra-se dentro dos padrões de potabilidade e livre de agentes patogênicos, ela contribui diretamente para a manutenção da saúde e do bem-estar.<sup>6,7</sup>

A potabilidade da água refere-se ao conjunto de características que a tornam própria para o consumo humano, sendo definida por parâmetros físicos, químicos, biológicos e radiológicos. Esses parâmetros devem atender às exigências estabelecidas por órgãos reguladores de saúde pública. No Brasil, a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, estabelece os padrões legais de potabilidade, incluindo parâmetros relacionados às características organolépticas, conforme descrito na Tabela 1. Essa portaria também orienta os procedimentos de vigilância e controle da qualidade da água fornecida à população. Entre os critérios avaliados estão a ausência de microrganismos patogênicos, a concentração aceitável de substâncias químicas tóxicas e indicadores como cloreto, dureza e turbidez.

Tabela 1. Parâmetros físico-químicos relacionados a organolépticos de potabilidade.

Parâmetro	CAS	Unidade	VMP <sup>1</sup>
Alumínio	7429-90-5	mg L <sup>-1</sup>	0,2
Amônia (como N)	7664-41-7	mg L <sup>-1</sup>	1,2
Cloreto	16887-00-6	mg L <sup>-1</sup>	5250
Cor aparente <sup>2</sup>		uH	15
1,2 diclorobenzeno	95-50-1	mg L <sup>-1</sup>	0,001
1,4 diclorobenzeno	106-46-7	mg L <sup>-1</sup>	0,0003
Dureza		mg L <sup>-1</sup>	300
Ferro	7439-89-6	mg L <sup>-1</sup>	0,3
Gosto e Odor		Intensidade	6
Manganês	7439-96-5	mg L <sup>-1</sup>	0,1
Monoclorobenzeno	108-90-7	mg L <sup>-1</sup>	0,02
Sódio	7440-23-5	mg L <sup>-1</sup>	200
Sólidos dissolvidos totais		mg L <sup>-1</sup>	500
Sulfato	14808-79-8	mg L <sup>-1</sup>	250
Sulfeto de hidrogênio	7783-06-4	mg L <sup>-1</sup>	0,05
Turbidez <sup>3</sup>		uT	5
Zinco	7440-66-6	mg L <sup>-1</sup>	5

<sup>1</sup> Valor máximo permitido.

<sup>2</sup> Unidade Hazen (mgPt-Co/L).

<sup>3</sup> Unidade de turbidez.

## 3.2 EFLUENTE

Atualmente, as principais origens de poluição dos recursos hídricos são as atividades agrícolas, os processos industriais e os efluentes de origem doméstica. Compreender a composição do efluente é fundamental tanto para o dimensionamento e avaliação de sistemas de tratamento quanto para a definição de medidas em relação a uma fonte identificada como poluidora.<sup>10,11</sup>

Os principais indicadores frequentemente avaliados em efluentes, de acordo com as características da origem, classificam-se em físicos, químicos e biológicos. Entre os parâmetros físicos, podem estar incluídos os sólidos suspensos, sólidos dissolvidos, temperatura, coloração e turbidez. Os parâmetros químicos podem envolver a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), a demanda química de oxigênio (DQO), o carbono orgânico total (COT) e o pH. As propriedades biológicas dizem respeito à presença de microrganismos.<sup>11</sup>

O lançamento de efluentes não tratados em corpos hídricos compromete as características naturais da água, resultando em contaminação. Dessa forma, é essencial que os efluentes passem por tratamento adequado antes de serem descartados no meio ambiente. Um impacto significativo é a contaminação por microrganismos patogênicos, além disso, há riscos relacionados à presença de contaminantes químicos, como metais pesados e contaminantes emergentes, que também representam ameaça à saúde humana e ao equilíbrio ambiental.<sup>12</sup>

## 3.3 PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICO ANALISADOS

### **3.3.1 Condutividade**

A condutividade elétrica da água representa sua capacidade de conduzir corrente elétrica, sendo diretamente influenciada pela presença de substâncias dissolvidas que se dissociam em íons, como ânions e cátions. Quanto maior a concentração iônica na solução, maior será sua condutividade elétrica. Embora não exista uma relação direta entre condutividade e concentração de sólidos totais dissolvidos.<sup>13</sup>

Esse parâmetro está intimamente relacionado ao teor de salinidade, sendo especialmente relevante na avaliação de mananciais subterrâneos e de águas superficiais próximas ao litoral, áreas suscetíveis à intrusão de água salgada.<sup>14</sup>

Em águas naturais, os valores de condutividade elétrica podem variar amplamente, dependendo da geologia local, da presença de poluentes e de outros fatores ambientais. Por exemplo, águas subterrâneas que atravessam formações geológicas ricas em minerais podem apresentar condutividade elevada, enquanto águas de regiões com menor mineralização tendem a ter condutividade mais baixa.<sup>15</sup>

### **3.3.2 Turbidez**

Turbidez é a atenuação que sofre um feixe de luz ao atravessar uma amostra. Esta atenuação ocorre em função do material particulado em suspensão eventualmente existente na amostra. Este particulado reflete e espalha o feixe de luz, impedindo que este chegue ao detector. Quanto maior a quantidade de partículas na amostra, maior o espalhamento da luz e maior é a turbidez.<sup>16</sup>

Portanto, a principal fonte de turbidez em águas é o material particulado dos solos. Neste caso os elementos metálicos em uma amostra com elevada turbidez também tendem a apresentar concentrações mais elevadas, (notadamente pela presença de Fe, Al, Mn e Si), visto serem constituintes majoritários dos solos.<sup>18</sup>

### **3.3.3 pH**

O pH é um parâmetro fundamental na avaliação da qualidade das águas subterrâneas, influenciando diretamente a solubilidade de minerais, a mobilidade de metais pesados e a estabilidade química dos aquíferos. Trata-se de um parâmetro essencial para a avaliação da qualidade da água, uma vez que níveis elevados de acidez podem comprometer seu uso em processos de higienização.<sup>5,20</sup>

Além disso, o pH exerce influência direta sobre a eficácia dos agentes desinfetantes, como o hipoclorito de cálcio, o cloro e o ácido peracético, frequentemente utilizados na eliminação de microrganismos patogênicos. Em faixas de pH inadequadas, esses compostos podem ser parcial ou totalmente neutralizados, reduzindo sua ação sanitizante.<sup>20</sup>

O valor do pH também afeta a dissociação e a forma química de diversas substâncias, influenciando sua solubilidade e, conseqüentemente, sua toxicidade potencial no meio aquático.<sup>21</sup>

No que diz respeito à regulamentação, embora a legislação vigente não estabeleça um limite fixo para o pH, a Portaria GM/MS nº 5/2017 recomendava que a água destinada ao consumo humano apresentasse valores entre 6,0 e 9,5. Valores de pH acima de 7,0 indicam tendência à alcalinidade, o que pode comprometer a potabilidade da água e sua adequação para o consumo.<sup>22</sup>

### **3.3.4 Cloreto**

O íon cloreto presente em águas subterrâneas pode ter diversas origens, como a dissolução natural de sais e minerais, a presença de água marinha retida nos sedimentos e fontes antrópicas (atividades humanas). Trata-se de um ânion altamente solúvel e estável em solução aquosa, sendo precipitado apenas em condições de forte evaporação, que levam à supersaturação da água.<sup>24</sup>

Ao contrário de outros íons, sua mobilidade no ambiente é elevada, pois os sais de cloro geralmente não participam de reações de oxirredução, o que torna o cloreto um dos elementos mais móveis no ciclo geoquímico.<sup>23</sup>

Embora o consumo excessivo de cloreto possa causar efeitos adversos, como ação laxativa e toxicidade em altos níveis, ele também tem aplicações importantes. Está amplamente presente em produtos de limpeza e desinfecção, devido à sua eficácia na eliminação de microrganismos patogênicos na água, sendo, portanto, um aliado no controle de doenças de veiculação hídrica.<sup>23</sup>

De modo geral, as concentrações de cloretos em águas subterrâneas naturais costumam ser inferiores a 100 mg L<sup>-1</sup> (RAMAGE, 2005), dentro dos limites considerados aceitáveis para consumo humano.<sup>24, 8</sup>

### **3.3.5 Dureza**

A dureza da água está relacionada à concentração total de íons alcalino-terrosos, principalmente cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e magnésio (Mg<sup>2+</sup>), que são significativamente mais abundantes do que os demais íons deste grupo em águas

naturais. Essa característica é expressa em miligrama por litro ( $\text{mg L}^{-1}$ ) de carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ), unidade padrão para esse parâmetro.<sup>25, 27</sup>

A dureza pode ser dividida em duas categorias:

1. Dureza temporária (ou dureza de carbonatos): causada pela presença de bicarbonatos de cálcio e magnésio. Essa forma de dureza é responsável pela formação de incrustações e resistência à ação de sabões. Recebe o nome de "temporária" porque os bicarbonatos se decompõem com o calor, liberando gás carbônico e formando carbonatos insolúveis, que precipitam e podem ser removidos por fervura.<sup>25,26</sup>
2. Dureza permanente (ou dureza de não-carbonatos): resultante da presença de sulfatos, cloretos e nitratos de cálcio e magnésio, que não se decompõem com o aquecimento. Esses sais são altamente solúveis e também resistem à ação dos sabões, porém não provocam incrustações, como ocorre com a dureza temporária.<sup>25, 26</sup>

A dureza total da água corresponde à soma da dureza temporária e da permanente, sendo um parâmetro essencial para a avaliação da potabilidade e da aplicabilidade da água em usos domésticos, industriais e laboratoriais.<sup>25</sup>

De acordo com a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, o limite máximo permitido de dureza total em água potável é de  $300 \text{ mg L}^{-1}$  como  $\text{CaCO}_3$ . Concentrações acima desse valor podem conferir à água sabor desagradável e, em alguns casos, efeito laxativo.<sup>5, 8</sup>

### **3.3.6 Demanda Química de Oxigênio (DQO)**

A DQO baseia no fato de alguns compostos orgânicos oxidados por agentes químicos oxidantes considerados forte, como por exemplo, o  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  (dicromato de potássio) em meio ácido, sendo o resultado final desta oxidação o dióxido de carbono e água. É a quantidade de  $\text{O}_2$  necessária para a oxidação da matéria orgânica através de um agente químico.<sup>17,14</sup>

Os valores obtidos servem como parâmetro essencial para a caracterização de esgotos domésticos e efluentes industriais. Além disso, a DQO é amplamente empregada no monitoramento da carga orgânica em estações de tratamento e na verificação da eficiência dos processos de remoção de poluentes, permitindo

também avaliar o grau de poluição orgânica em corpos d'água naturais, como rios, açudes e lagoas.<sup>28,29</sup>

### 3.4 ESPECTROMETRIA DE ABSORÇÃO MOLECULAR NO UV-VIS

A espectrofotometria é uma técnica amplamente utilizada para análise de substâncias, permitindo tanto sua identificação quanto a determinação de suas concentrações. Essa técnica baseia-se na interação das substâncias com a luz, especialmente com a radiação eletromagnética (REM) na região do ultravioleta (UV) e do visível (Vis).<sup>31,32</sup>

Quando uma molécula é irradiada com luz nessa faixa de frequência, parte da energia é absorvida, provocando transições eletrônicas. Isso significa que os elétrons da molécula são excitados, passando para níveis de energia mais elevados. A quantidade de radiação absorvida depende das características da molécula, como sua estrutura eletrônica e concentração.<sup>31</sup>

A quantificação dessas espécies químicas é possível com base na Lei de Lambert-Beer, Equação 1, que relaciona a absorbância da amostra com a concentração da substância analisada.<sup>31</sup>

$$A = -\log T = \epsilon b c \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

T = Transmitância

A = Absorbância

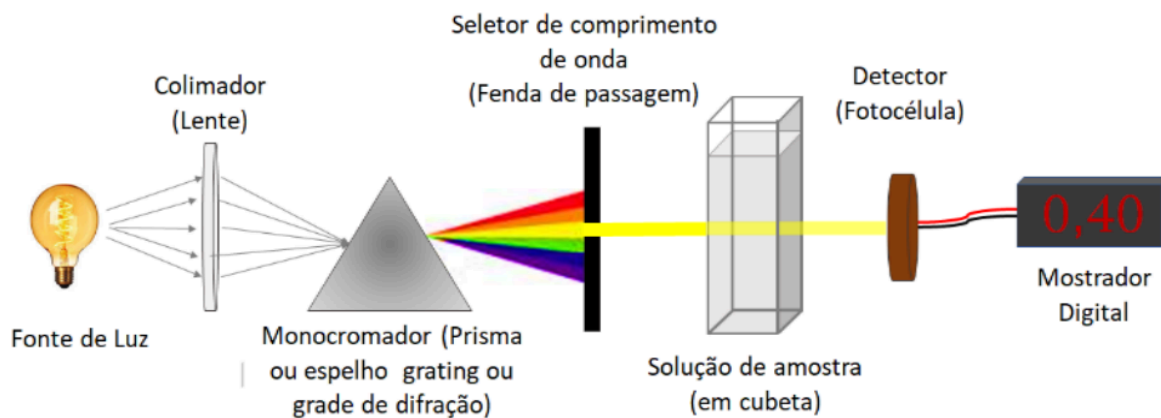
$\epsilon$  = Coeficiente de absorção molar ( $\text{L mol}^{-1} \text{cm}^{-1}$ )

b = Caminho óptico (cm) c = Concentração ( $\text{mol L}^{-1}$ )

Os espectrofotômetros são aparelhos utilizados para medir a transmitância da luz em função do comprimento de onda, o que permite a geração de um espectro de absorção da substância analisada. Seu funcionamento baseia-se na emissão de radiação por uma fonte, que passa inicialmente por uma fenda e, em seguida, é difratada por um prisma ou outro elemento difrativo. A luz então atravessa uma segunda fenda, que realiza a seleção do comprimento de onda desejado. Após essa seleção, a radiação incide sobre o recipiente contendo a amostra líquida (cubeta),

onde parte da luz é absorvida. A luz transmitida, ou seja, aquela que não foi absorvida pela amostra, é captada por um detector, permitindo a análise quantitativa com base na absorbância registrada, conforme ilustrado na Figura 1.<sup>31,32</sup>

Figura 1. Componentes do espectrofotômetro de absorção molecular UV-Vis



Fonte: Rosa et al. (2019)<sup>31</sup>

## 4.OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GERAL

Realizar a caracterização físico-química de dois grupos de amostras:

- Água subterrânea (10 amostras, identificadas de A a J)
- Efluentes (20 amostras, também identificadas de A a J)

O propósito é avaliar a qualidade dos recursos hídricos e verificar se estão em conformidade com a legislação ambiental vigente.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Auxiliar nas análises laboratoriais diárias, contribuindo para a geração de lotes técnicos e o correto preenchimento dos registros associados.
- Realizar a higienização adequada de materiais e vidrarias, seguindo os protocolos de limpeza e esterilização exigidos para garantir a integridade das análises.
- Preparar soluções padrão e reagentes, bem como registrar a entrada e saída de materiais e insumos no laboratório.
- Efetuar o descarte correto das amostras analisadas.
- Relatar e registrar os resultados obtidos nas análises, contribuindo para a rastreabilidade e confiabilidade dos dados produzidos pelo laboratório.

## 5. MATERIAIS E MÉTODOS

Para o grupo de águas subterrâneas, serão avaliados os parâmetros de condutividade, turbidez, pH, cloreto e dureza, essenciais para caracterizar a qualidade da água, identificar possíveis contaminações e verificar a conformidade com padrões ambientais. Já para as amostras de efluentes, será realizada a análise de DQO, que quantifica a carga orgânica total e possibilita avaliar o potencial poluidor desses efluentes conforme regulamentos ambientais.

### 5.1 CONDUTIVIDADE

A determinação da condutividade elétrica das amostras foi realizada utilizando o condutímetro OneSense® Cond 2500. Inicialmente, o equipamento foi calibrado por meio da leitura de uma solução padrão de condutividade. Após a calibração, procedeu-se com a lavagem da sonda com água deionizada e a secagem com papel macio e limpo, a fim de evitar contaminações entre as medições.

Em seguida, a célula do equipamento foi enxaguada com uma pequena porção da própria amostra, descartada após o enxágue. Posteriormente, uma quantidade suficiente da amostra foi transferida para um recipiente apropriado, de modo a permitir a imersão completa da célula. A leitura foi então realizada, e os valores de condutividade foram anotados.

### 5.2 TURBIDEZ

A determinação da turbidez das amostras foi realizada utilizando o turbidímetro AKSO TU430. Inicialmente, procedeu-se com a lavagem da cubeta com água deionizada, a fim de evitar contaminações que possam interferir na leitura. A amostra foi homogeneizada três vezes antes da medição.

Em seguida, a cubeta foi preenchida com 10 mL da amostra até a marca indicada, tomando-se cuidado para evitar a formação de bolhas, que podem alterar os resultados. Após o enchimento, a parte externa da cubeta foi limpa com papel macio para remover eventuais resíduos ou umidade.

A cubeta foi novamente homogeneizada e posicionada no compartimento de leitura do equipamento, observando a orientação correta indicada pela seta na cubeta, garantindo o alinhamento adequado com o feixe de luz do equipamento. A

leitura foi realizada pressionando-se o botão "Read", e os valores obtidos foram devidamente registrados. Todas as amostras foram analisadas em duplicata, para garantir a reprodutibilidade dos resultados.

No caso de amostras com valores de turbidez superiores a 500 NTU, é realizada diluição apropriada com água deionizada, conforme os procedimentos estabelecidos, para possibilitar a leitura dentro da faixa de detecção do equipamento.

Os resultados finais foram expressos em unidades nefelométricas de turbidez (NTU).

### 5.3 pH

A medição do pH foi realizada com um peagâmetro Orion™ 3-Star Benchtop (Thermo Scientific). O eletrodo foi lavado com água destilada para remover resíduos da solução de KCl 3M e enxugado com papel macio. Em seguida, a calibração do equipamento foi verificada com soluções padrão de pH 4, 7 e 10, lavando-se o eletrodo entre cada leitura.

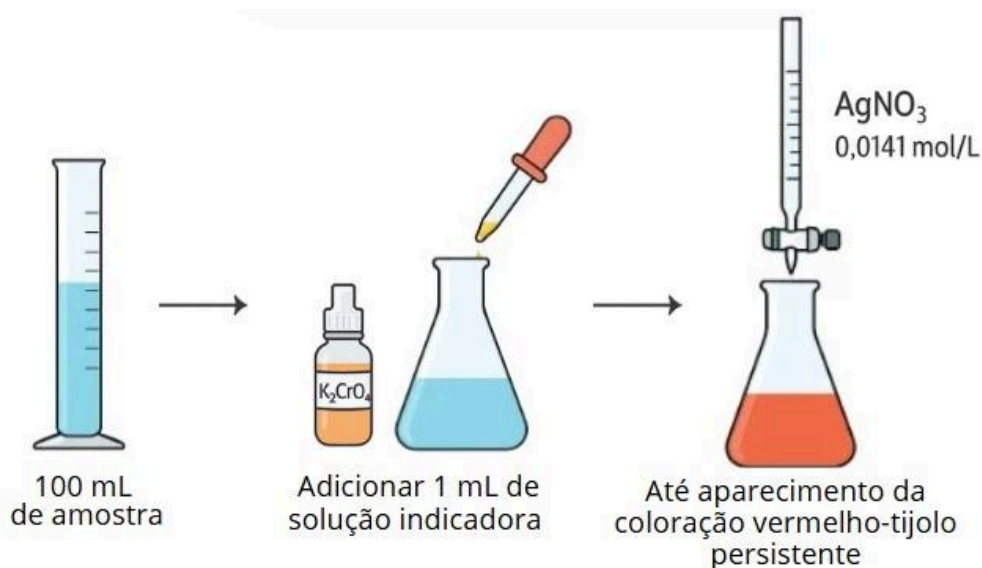
Para a medição, o eletrodo foi enxaguado com a própria amostra e esta porção descartada. Uma nova alíquota da amostra foi transferida para um recipiente limpo, permitindo a imersão completa da sonda. Após estabilização da leitura, o valor do pH foi registrado.

### 5.4 CLORETO

Para a análise de cloretos em amostras de água, mede-se 100 mL da amostra utilizando uma proveta e transfere-se para um erlenmeyer de 250 mL. A titulação deve ser realizada em pH entre 7 e 10; caso necessário, ajusta-se o pH da amostra com solução de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) ou hidróxido de sódio (NaOH).

Em seguida, adiciona-se 1 mL da solução indicadora de cromato de potássio ( $K_2CrO_4$ ). A amostra é então titulada com solução de nitrato de prata ( $AgNO_3$ ) 0,0141 mol/L, até o aparecimento de coloração vermelho-tijolo, que indica o ponto final da titulação, demonstrado na Figura 2.

Figura 2. Esquema demonstrativo para determinação de cloreto.



Fonte: Autor (2025)

A concentração de cloretos na amostra é calculada utilizando a Equação 2.

$$\text{mg}_{\text{Cl}^-} \cdot \text{L}^{-1} = \frac{(V_t - V_b) \times N \times F_c \times 35450}{V_m} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

$V_t$  = Volume de nitrato de prata utilizado na titulação da amostra (mL)

$V_b$  = Volume do branco (mL)

$V_m$  = Volume da amostra (mL)

$N$  = Normalidade ( $\text{mol L}^{-1}$ )

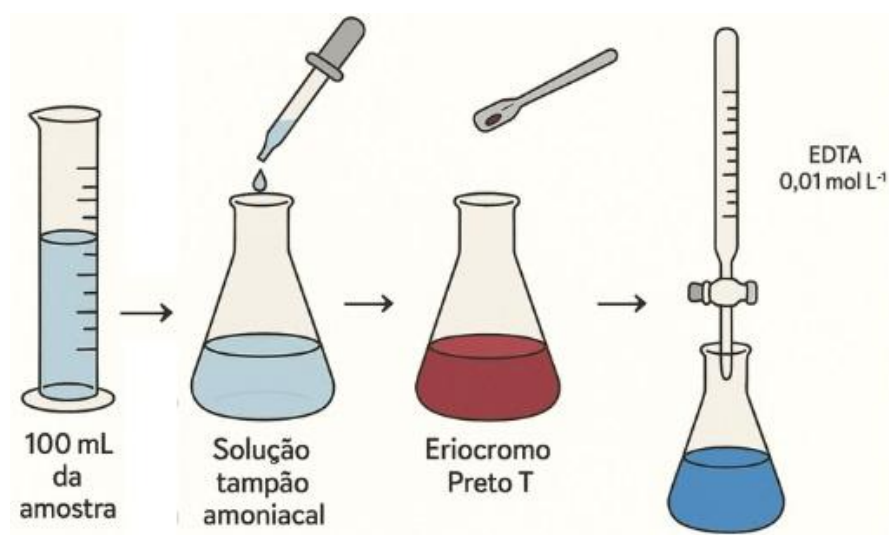
$F_c$  = Fator de correção da solução de nitrato de prata

## 5.5 DUREZA

Para a determinação da dureza da água, transfere-se 100 mL da amostra, com o auxílio de uma proveta, para um erlenmeyer de 250 mL. Em seguida, adiciona-se de 1 a 2 mL da solução tampão de amônia, sob capela, garantindo que o pH da solução atinja o valor de 10. Após o ajuste do pH, adiciona-se uma pequena quantidade (aproximadamente uma pazinha) do indicador Eriocromo Preto T, o qual confere à solução uma coloração vermelho vinho característica. A amostra então é titulada com solução de EDTA  $0,01 \text{ mol L}^{-1}$ , que deve ser adicionada lentamente sob agitação constante, até que a coloração da solução mude de vermelho vinho para azul, indicando o ponto final da titulação. O volume de EDTA gasto durante este

processo deve ser anotado cuidadosamente, e o procedimento completo, a partir da adição do tampão, não deve ultrapassar 5 minutos. Além disso, o volume utilizado de EDTA não deve exceder 15 mL, a fim de manter a precisão e a viabilidade da análise, demonstrado na Figura 3.

Figura 3. Esquema demonstrativo para determinação de dureza.



Fonte: Autor (2025)

Com os dados obtidos, calcula-se a dureza da amostra utilizando a equação 3.

$$\text{mg}_{\text{CaCO}_3} \text{ L}^{-1} = \frac{V \times Fc \times 1000}{V_m} \quad (\text{Equação 3})$$

Onde:

V = Volume de EDTA utilizado na titulação da amostra (mL)

V<sub>m</sub> = Volume da amostra (mL)

Fc = Fator de correção da solução de EDTA

## 5.6 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO (DQO)

O método 5220 D16, conforme descrito na 24<sup>a</sup> edição do Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater,<sup>32</sup> é utilizado para a determinação da DQO em amostras de água e efluentes. Este método emprega uma curva de calibração na faixa de 50 a 1000 mg L<sup>-1</sup> de O<sub>2</sub>.

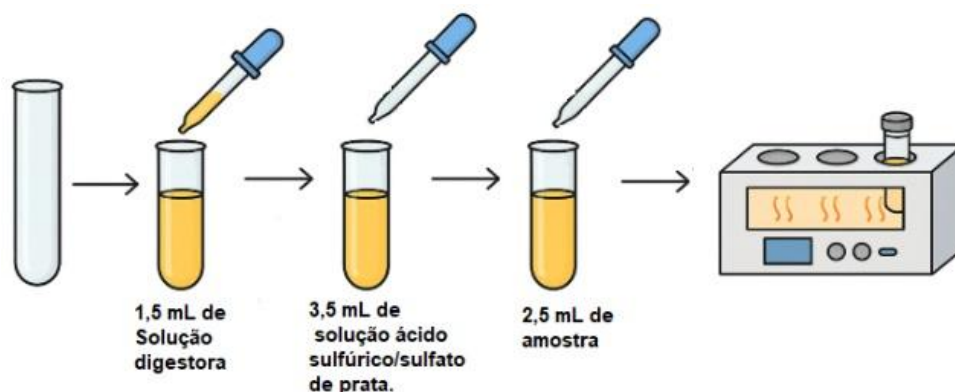
A solução digestora para a faixa alta é preparada utilizando dicromato de potássio ( $K_2Cr_2O_7$ ) dissolvido em 500 mL de água destilada. Em seguida, adiciona-se ácido sulfúrico concentrado e sulfato de mercúrio, dissolvendo com auxílio de agitador magnético. A solução é então avolumada para 1000 mL com água destilada.

A solução ácido sulfúrico/sulfato de prata é preparada em frasco contendo 1,0 L de ácido sulfúrico concentrado, requerendo de 1 a 2 dias para dissolução do sulfato de prata.

Em tubos de vidro, adiciona-se 1,5 mL da solução digestora para faixa alta e 3,5 mL da solução ácido sulfúrico/sulfato de prata. Os tubos são então fechados e a solução homogeneizada utilizando o agitador Vortex Mixer K45-2820 (Kasvi).

Pipetando 2,5 mL da amostra no tubo, este é fechado e os tubos são transferidos para um bloco digestor AT525 microprocessado (Alfakit) e mantidos a 150 °C por 2 horas, demonstrado na Figura 4. Após o tempo de digestão, os tubos são retirados do bloco e deixados até atingirem a temperatura ambiente.

Figura 4. Esquema demonstrativo para determinação de dureza.



Fonte: Autor (2025)

Com os tubos frios são limpos com papel macio para análise no espectrofotômetro Nanocolor Vis II (Macherey Nagel), ajustado para o comprimento de onda de 600 nm, onde a absorbância é medida e correlacionada com a concentração de oxigênio dissolvido na amostra.

## 5.7 SEGURANÇA NO LABORATÓRIO E DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS

Durante o estágio no laboratório foram seguidos protocolos de segurança que incluíam o uso obrigatório de vestimenta adequada, composta por calças compridas, sapatos fechados e jaleco. Além disso, foram fornecidos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) como luvas nitrílicas, máscaras e óculos de proteção, bem como capelas para a manipulação segura de reagentes e solventes.

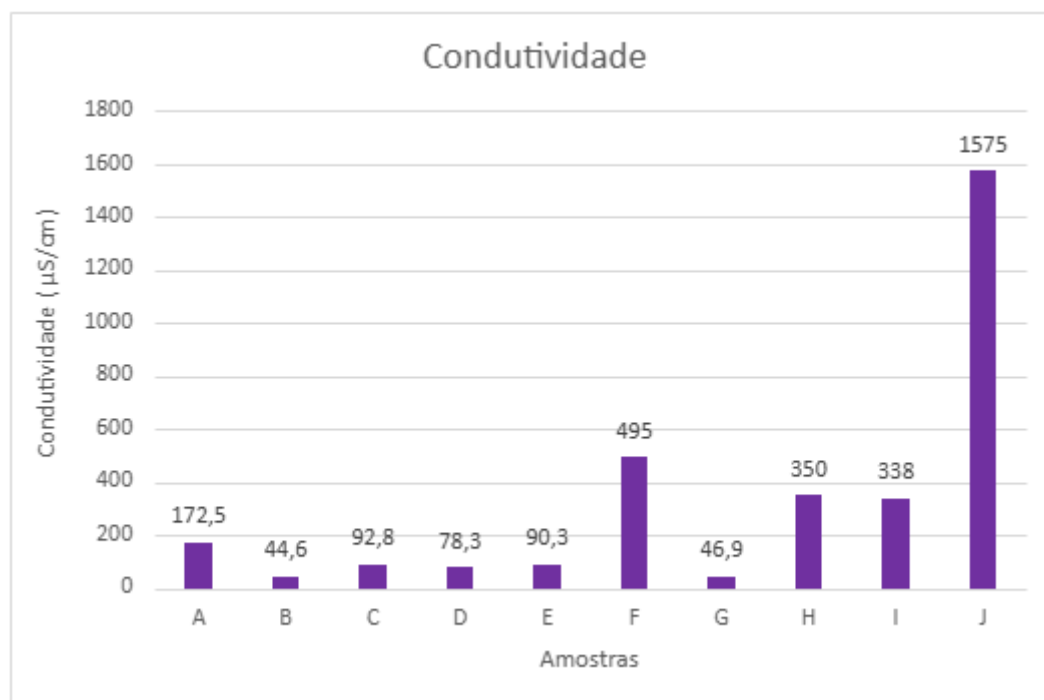
Os resíduos gerados nas análises e ensaios foram descartados em bombonas de polietileno de alta densidade (PEAD), apropriadas para o armazenamento seguro de resíduos químicos. Essas bombonas eram posteriormente coletadas por uma empresa especializada, responsável pelo tratamento e descarte adequado dos resíduos

## 6. DISCUSSÃO E RESULTADOS

### 6.1 CONDUTIVIDADE

Os valores de condutividade obtidos das amostras foram expressos em micro siemens por centímetro ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ ), e os resultados dessas medições podem ser visualizados na Figura 5.

Figura 5. Condutividade de águas subterrâneas.



Fonte: Autor (2025)

As águas subterrâneas que atravessam formações geológicas com maior concentração mineral apresentam condutividade elétrica elevada, enquanto aquelas provenientes de áreas com menor mineralização apresentam condutividade reduzida.<sup>15</sup> Este comportamento pode ser relacionado nas amostras analisadas, em que as amostras B, C, D, E e G apresentaram valores de condutividade inferiores em relação às amostras A, F, H e I, destacando-se a amostra J, que apresentou condutividade significativamente superior às demais.

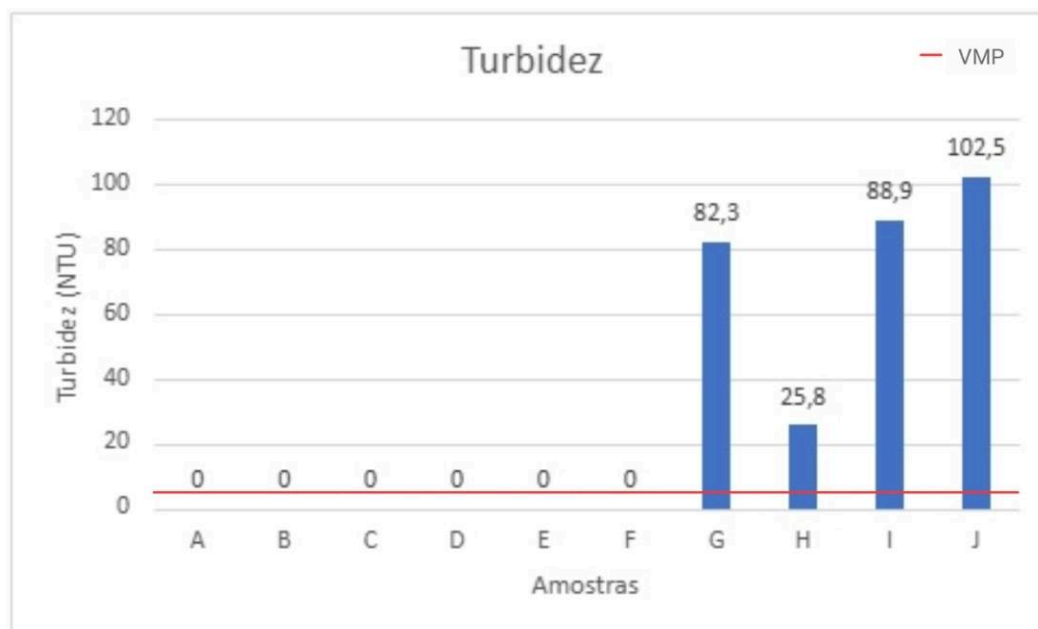
A Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, estabelece os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano no Brasil. Embora essa portaria não defina um Valor Máximo Permitido (VMP) específico para a condutividade elétrica da água potável, o monitoramento desse

parâmetro pode ser incorporado aos planos de amostragem, especialmente em sistemas que utilizam mananciais subterrâneos. A condutividade elétrica é um indicador importante da presença de íons dissolvidos na água, como sais minerais, e pode refletir a qualidade da água e possíveis contaminações.

## 6.2 TURBIDEZ

Medições de turbidez foram expressas em Unidade Nefelométrica de Turbidez (NTU) unidade equivalente a uT, os resultados estão exibidos na Figura 6.

Figura 6. Valores de turbidez (NTU) das amostras de água analisadas.



Fonte: autor 2025.

As amostras de água analisadas apresentaram variações significativas nos níveis de turbidez. As amostras de A a F mostraram-se dentro dos padrões estabelecidos pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que define um Valor Máximo Permitido (VMP) de 5 uT para água potável. No entanto, as amostras de G a J excederam esse limite, indicando uma turbidez elevada.

A turbidez da água é causada principalmente pela presença de partículas em suspensão, como argila, silte e matéria orgânica, provenientes da erosão do solo. Essas partículas não apenas reduzem a transparência da água, mas também podem estar associadas a elementos metálicos, como ferro, alumínio, manganês e silício,

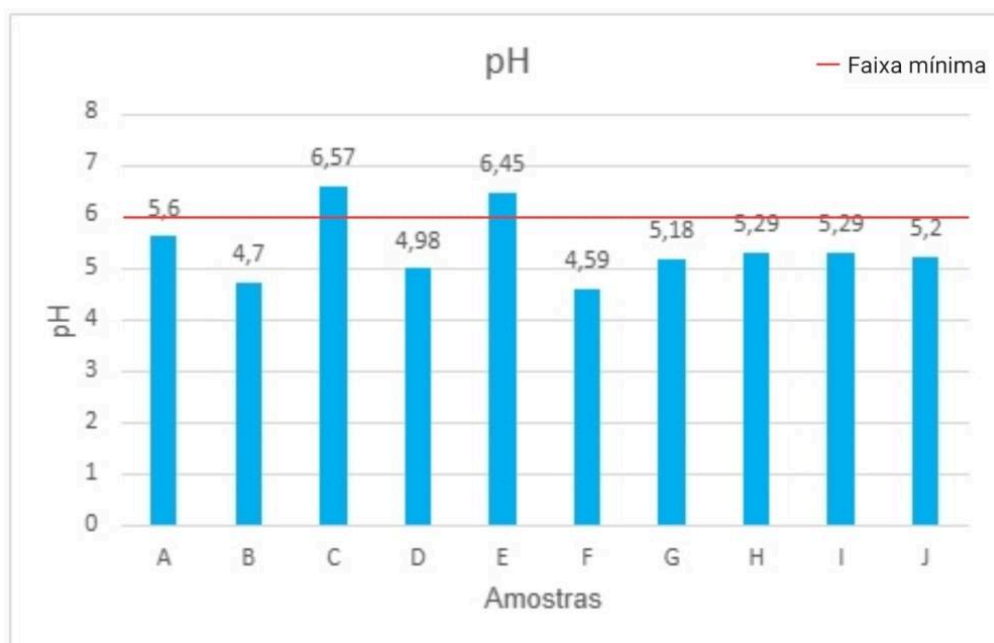
que são constituintes comuns dos solos. Consequentemente, amostras de água com alta turbidez tendem a apresentar concentrações elevadas desses metais, refletindo a influência direta do material particulado do solo na qualidade da água.<sup>18,23</sup>

Portanto, os resultados observados nas amostras de G a J sugerem uma possível contaminação por partículas sólidas e metais associados, o que compromete a qualidade da água e pode representar riscos à saúde humana.

### 6.3 pH

Os resultados do pH das amostras analisadas estão apresentados na Figura 7.

Figura 7. Valores de pH das amostras de água analisadas.



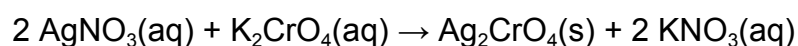
Fonte: Autor 2025.

De acordo com a Portaria nº 2.914/2011 do Ministério da Saúde, o pH da água potável deve estar na faixa de 6,0 a 9,5. Com base nos resultados obtidos, apenas as amostras C e E apresentaram valores de pH dentro da faixa estabelecida, enquanto as demais amostras apresentaram valores abaixo do limite mínimo recomendado.

## 6.4 CLORETO

O método utilizado para quantificação dos íons cloreto foi o Argentométrico com detecção visual do ponto de equivalência. Titulado com solução de nitrato de prata padronizado, adiciona-se uma pequena quantidade de solução de cromato de potássio à amostra, que atua como indicador. Após a completa precipitação dos íons cloreto, o primeiro excesso de íons prata presentes na solução reage com os íons cromato, resultando na formação de um precipitado de coloração vermelho-tijolo de cromato de prata ( $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$ ), o que indica o ponto final da titulação. As reações envolvidas estão representadas na Equação 4.

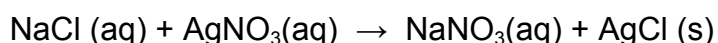
Equação 4: Reação do cromato de prata envolvida na titulação.



Fonte: Skoog<sup>33</sup>

O  $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$  apresenta uma solubilidade de  $1,26 \times 10^{-6}$  M significativamente menor do que o do cloreto de prata  $1,03 \times 10^{-4}$  M.<sup>33</sup> Por essa razão, sua precipitação só ocorre após o esgotamento dos íons  $\text{Cl}^-$  na solução, quando todo o cloreto disponível já tiver reagido com os íons  $\text{Ag}^+$ . A reação inicial entre os íons cloreto e os íons prata está representada na Equação 5.

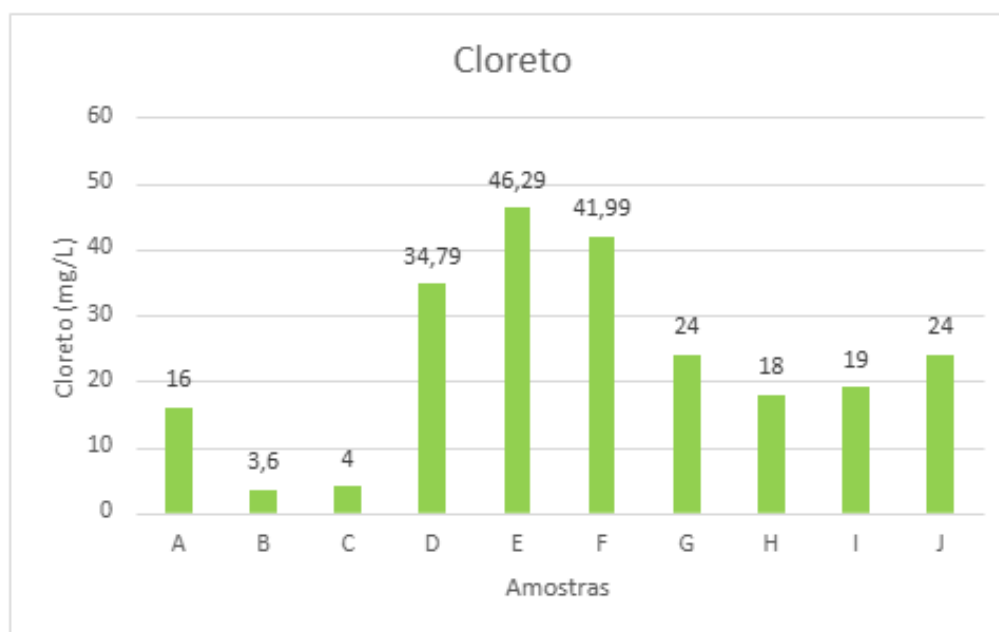
Equação 5: Reação do cloreto de prata envolvida na titulação.



Fonte: Skoog<sup>33</sup>

Os resultados obtidos para a concentração de íons cloreto nas amostras analisadas estão apresentados na Figura 8.

Figura 8. Concentração de cloreto das amostras de água analisadas.



Fonte: Autor 2025.

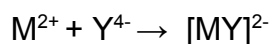
Segundo a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, o valor máximo permitido (VMP) para a concentração de cloreto em água é de 5250 mg L<sup>-1</sup>. Dessa forma, todas as amostras analisadas encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente.

## 6.5 DUREZA

A determinação da dureza total da água é realizada por meio da titulometria de complexação, um método analítico baseado na formação de complexos estáveis entre íons metálicos e agentes quelantes. O ácido etilenodiaminotetracético (EDTA) é o agente complexante mais utilizado nesse tipo de análise, devido à sua capacidade de formar quelatos estáveis com os íons cálcio (Ca<sup>2+</sup>) e magnésio (Mg<sup>2+</sup>), principais responsáveis pela dureza da água.<sup>34</sup>

Na reação de complexação, o EDTA reage com os íons metálicos na proporção 1:1, independentemente da carga do cátion, formando complexos estáveis que não geram produtos intermediários. A reação pode ser representada genericamente pela Equação 6:<sup>34</sup>

### Equação 6: Complexação do EDTA com $\text{Ca}^{2+}$ ou $\text{Mg}^{2+}$

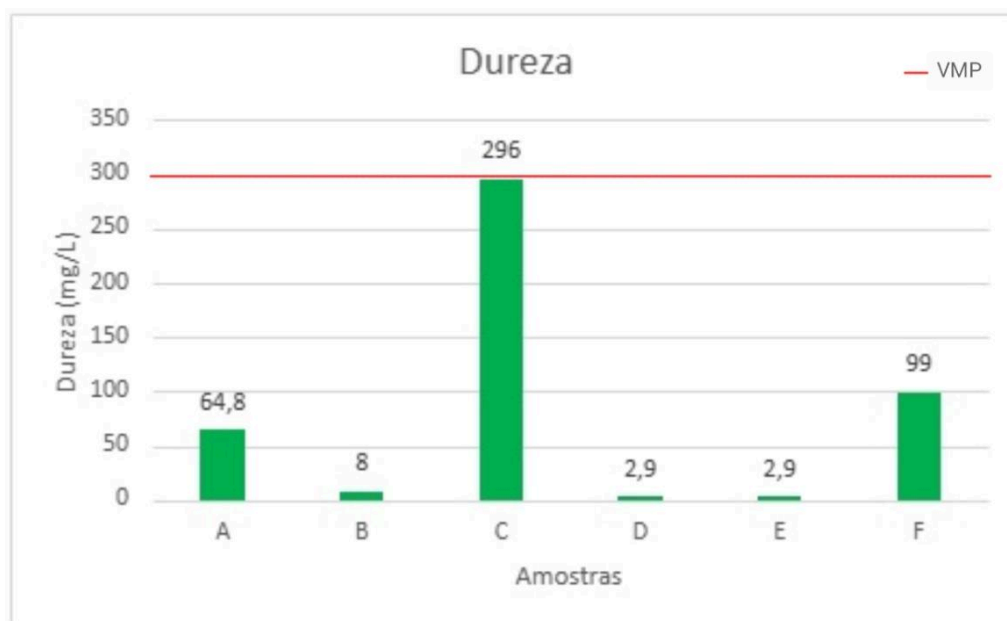


Fonte: MATOS, 2012.<sup>34</sup>

Para identificação do ponto final da titulação, utiliza-se um indicador metalocrômico, como o Eriocromo Preto T (Erio-T). Este indicador forma um complexo instável com o  $\text{Mg}^{2+}$ , apresentando coloração roxo-avermelhada. À medida que o EDTA é adicionado, ele substitui o indicador na ligação com os íons metálicos, deslocando-o e restituindo sua forma livre, que possui coloração azul. A mudança de cor de roxo para azul sinaliza o ponto final da titulação, indicando que todo o cálcio e magnésio da amostra foram complexados pelo EDTA.<sup>34</sup>

Os resultados obtidos para a concentração de dureza total nas amostras analisadas estão apresentados na Figura 9.

Figura 9. Concentração de dureza das amostras de água analisadas.



Fonte: Autor 2025.

Segundo a Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, o valor máximo permitido (VMP) para dureza total em água é de  $300 \text{ mg L}^{-1}$ . Dessa forma, todas as

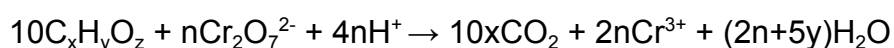
amostras analisadas encontram-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente.

## 6.6 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO

A DQO é avaliada através da oxidação dos compostos orgânicos com dicromato de potássio em solução de ácido sulfúrico. A amostra é digerida por 2 horas a 150 °C e mede-se indiretamente  $\text{Cr}^{6+}$  ou  $\text{Cr}^{3+}$ .<sup>30</sup>

A oxidação de redutores por excesso conhecido de dicromato, a quente, em meio de ácido sulfúrico, catalisada por meio íons prata e na presença de mercúrio (II) como complexante/eliminador de cloretos. Assim se  $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$  genericamente uma substância orgânica redutora contida em águas, representada pela Equação 7.<sup>35</sup>

Equação 7. Reação genérica de substância orgânica redutora.



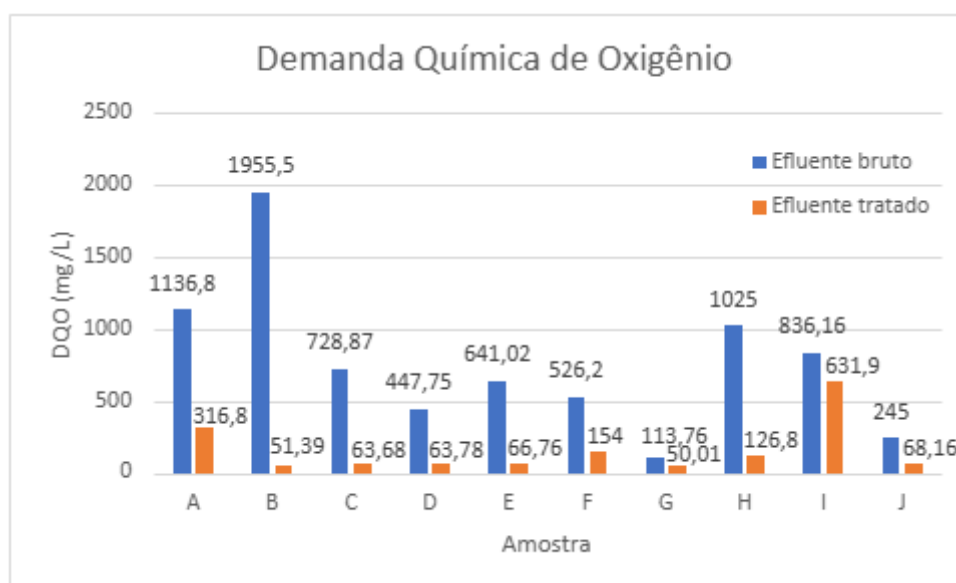
Onde:

$$n = 4x + y - 2z$$

Fonte: ZUCCARI, 2005.<sup>35</sup>

Os resultados obtidos para a concentração de DQO em amostras de efluentes bruto e tratado estão apresentados na Figura 10.

Figura 10. Concentração de DQO em efluente bruto e tratado.



Fonte: Autor 2025.

O Estado de Santa Catarina estabelece os valores máximos permitidos para DQO em efluentes tratados por meio da Resolução CONSEMA nº 182, de 6 de agosto de 2021. Conforme indicado na Tabela 2 desta resolução, são definidos os limites máximos para diferentes tipos de sistemas de tratamento de esgoto, visando garantir a proteção dos corpos hídricos receptores.

Tabela 2. Variação de concentração de DQO segundo a estação de tratamento de esgoto (ETE).

ETE	Vazão (L/s)	Valor (mg L <sup>-1</sup> )
1	$1,5 < Q \leq 5$	210
2	$5 < Q \leq 50$	200
3	$Q > 50$	150

Fonte: Resolução CONSEMA nº 182/2021.<sup>36</sup>

As amostras B, C, D, E, G e H, após o tratamento, atendem aos requisitos da categoria ETE 3, conforme os limites estabelecidos na Tabela 2 da Resolução CONSEMA nº 182/2021. A amostra F, por sua vez, enquadra-se na categoria ETE 2. No entanto, as amostras A e I, mesmo após o tratamento do efluente, não atingem os valores máximos permitidos por nenhuma das categorias especificadas, permanecendo em desacordo com os parâmetros exigidos pela legislação vigente.

## 7. CONCLUSÃO

O estágio permitiu o cumprimento integral dos objetivos propostos, proporcionando uma vivência prática essencial para a consolidação dos conhecimentos teóricos adquiridos ao longo da formação acadêmica. Durante o período de atuação no laboratório, foi possível acompanhar e participar de todas as etapas envolvidas na rotina de análises da qualidade da água, desde o preparo de reagentes e materiais até a execução dos ensaios e a interpretação crítica dos resultados, promovendo um entendimento das metodologias utilizadas e da relevância dos parâmetros analisados no controle ambiental.

Foi realizada a caracterização físico-química de amostras de água subterrânea, por meio da avaliação dos seguintes parâmetros: condutividade elétrica, turbidez, pH, concentração de cloretos e dureza total, cujos resultados foram confrontados com os padrões estabelecidos na Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, que dispõe sobre a qualidade da água destinada ao consumo humano. A maioria das amostras analisadas apresentou resultados dentro dos limites estabelecidos para cloretos e dureza total. No entanto, foram observadas não conformidades nos parâmetros de pH e turbidez, indicando possíveis contaminações por materiais particulados e substâncias ácidas, o que pode comprometer o uso da água subterrânea para abastecimento.

Além disso, foi realizada a análise de DQO em amostras de efluentes brutos e tratados, com o intuito de verificar a eficiência dos sistemas de tratamento aplicados. Os valores obtidos foram comparados com os limites definidos na Resolução CONSEMA nº 182, de 6 de agosto de 2021, que regula os padrões de lançamento de efluentes no estado de Santa Catarina. Os resultados demonstraram que as amostras B, C, D, E, G e H, após o tratamento, atenderam aos critérios da categoria ETE 3, enquanto a amostra F se enquadrou na categoria ETE 2. No entanto, as amostras A e I não atingiram os valores máximos permitidos, permanecendo fora de conformidade com a legislação ambiental, mesmo após o tratamento.

As atividades desenvolvidas permitiram o envolvimento direto nas rotinas laboratoriais, desde o auxílio nas análises técnicas, com correto preenchimento de registros e geração de dados, até a higienização adequada dos materiais e vidrarias, seguindo os protocolos estabelecidos.

## **8. CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL**

Durante o estágio no laboratório de análises Aquavita, acreditado pela ISO/IEC 17025, pude transformar em prática os conhecimentos teóricos adquiridos na graduação, principalmente nos ensaios ambientais e na avaliação da qualidade de águas e efluentes, sempre comparando-os às normas vigentes.

Participei da calibração e manutenção de instrumentos garantindo a precisão e a confiabilidade dos resultados, e desenvolvi rotinas de verificação analítica por meio de amostras-controle e brancos, o que me permitiu compreender profundamente os critérios de desempenho. Ao trabalhar em equipe, organizei meu cronograma de trabalho em função das análises, garantindo que todas as atividades fossem concluídas dentro dos prazos estabelecidos, aprimorei minhas habilidades interpessoais, de comunicação e de gestão de tempo.

## 9. REFERÊNCIAS

- <sup>1</sup>AGÊNCIA Nacional de águas e saneamento básico (ANA). **Água no mundo**. Brasil. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo#:~:text=Estima%2Dse%20que%2097%2C5,%25%20encontra%2Dse%20nos>. Acesso em 21 maio 2025.
- <sup>2</sup>MEDEIROS, C. M. et al. **Qualidade das águas subterrâneas na porção sedimentar da região do baixo curso do Rio Paraíba**. Campo Grande, 2009.
- <sup>3</sup>HIRATA, R., SUHOGUSOFF, A. V., MARCELLINI, S. S., CAROLINA VILLAR, P. & MARCELLINI, L. **A Revolução Das Águas Subterrâneas No Brasil: Importância Do Recurso e Os Riscos Pela Falta de Saneamento Básico**. Instituto Trata Brasil (2019.)
- <sup>4</sup>JANG, C.; CHEN, S. **Integrating indicator based geostatistical estimation and aquifer vulnerability of nitrate-N for establishing groundwater protection zones**. Journal of Hydrology, vol. 523, p. 441-45, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0022169415000967?via%3Dihub>. Acesso em 22 maio 2025.
- <sup>5</sup>SPERLING, M. von. **Introdução à Qualidade de Água e Tratamento de Esgoto**. vol. 1 (Universidade Federal de Minas Gearis, Belo Horizonte, 1996).
- <sup>6</sup>DAMKE, T. & Pasini, F. **The Importance of Water Potability in Basic Sanitation for Public Health Promotion in Brazil**. Disponível em: <https://editora.univassouras.edu.br/index.php/TECCEN/article/view/2200>. Acesso em: 22 maio 2025.
- <sup>7</sup>TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de Água**. 3. ed. São Paulo: **Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo**, 2006
- <sup>8</sup>BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. **Estabelece os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade**. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, n. 83, p. 84-86, 05 maio 2021.

<sup>9</sup>BRASIL. **Resolução CONAMA n° 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2005. Disponível em: [https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com\\_sisconama&task=documento.do%20wnload&id=18082](https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.do%20wnload&id=18082) . Acesso em: 20 mar. 2024.

<sup>10</sup>ROCHA, J.C., Rosa, A.H., Cardoso, A.A., **Introdução à Química Ambiental**, 2a Ed., Porto Alegre, 2009.

<sup>11</sup>BELTRAME, Thiago Favarini; BELTRAME, Alex Favarini; LHAMBY, Andressa Rocha; PIRES, Victor K. **Efluentes, resíduos sólidos e educação ambiental: uma discussão sobre o tema**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 283–294.

<sup>12</sup>MARTINS, Ana Beatriz de C. et al. **Análise dos impactos causados pelo lançamento de efluentes domésticos não tratados e sua relação com a capacidade de autodepuração de um corpo hídrico**. Revista do CEDS, São Luís, n. 9, ago./ dez. 2018.

<sup>13</sup>LIBÂNIO, MARCELO. **Fundamentos de qualidade e tratamento da água**. Campinas: São Paulo. Editora Átomo, 2005.

<sup>14</sup>MACÊDO, Jorge Antônio Barros de. **Métodos laboratoriais de análises físico-químicas e microbiológicas**. 4. ed. atual. e rev. Belo Horizonte: Macêdo, 2013.

<sup>15</sup>BRASIL. **Manual de Controle da Qualidade da Água para Técnicos que Trabalham em ETAS** Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2014.

<sup>16</sup>HEALTH CANADA. **Federal provincial territorial committee on drinking water. Guidelines for Canadian Drinking Water Quality**. Guideline Technical Document: Turbidity. Ottawa: Health Canada, 2012

<sup>17</sup>LIPPS, William C. et al. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 24. ed. Washington, Dc: American Public Health Association, 2023. 1618 p

- <sup>18</sup>ROCHA, Paulo Sérgio Gonçalves. **Análise da influência da turbidez em resultados de amostra de água subterrânea**. 2019. Trabalho de conclusão de curso (Curso de Pós-Graduação “Conformidade Ambiental com Requisitos Técnicos e Legais”) – Escola Superior da CETESB, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, São Paulo, 2019.
- <sup>19</sup>MACÊDO, J. A. B. de. *Águas & Águas*. (Livraria Varela, São Paulo, 2001).
- <sup>20</sup>ARAÚJO, D. L.; ANDRADE, R. F. **Qualidade Físico-Química e Microbiológica da água utilizada em bebedouros de instituições de ensino no Brasil: Revisão Sistemática da Literatura**. Braz. J. Hea. Rev., Curitiba – PR, Brasil, v. 3, n. 4, p. 7301-7324. Jul/Ago, 2020.
- <sup>21</sup>CRUZ, G. J. R. **Parâmetros físico-químicos e microbiológicos da água dos bebedouros de escolas públicas estaduais de tempo integral de Teresina- Pi**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Teresina, 2018.
- <sup>22</sup>SOUZA, J. S., Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Administração. Curso de Especialização em Gestão em Saúde (UAB). **Trabalho de conclusão de especialização**, 2019.
- <sup>23</sup>CETESB. **Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2016-2018** (Série Relatórios). São Paulo. 291 p. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-subterraneas/publicacoes-e-relatorios/>. Acesso em: maio 2025.
- <sup>24</sup>RAMAGE, L. (2005). **Hidrogeoquímica do sistema aquífero granular cenozóico do município de Porto Alegre**. Dissertação de Mestrado em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 123 p., Brasil.
- <sup>25</sup>ABDALLA, Kênia Victória Pereira; CAVALCANTE, Paulo Roberto Saraiva; COSTA NETO, José Policarpo; BARBIERI, Ricardo; MESQUITA NETO, Marcos Carlos de. **Avaliação da dureza e das concentrações de cálcio e magnésio em águas subterrâneas da zona urbana e rural do município de Rosário-MA**. Águas Subterrâneas, São Paulo, 2010. Disponível em:

<https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22915>. Acesso em: 20 maio 2025.

<sup>26</sup>SAWYER, C. N.; McCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. **Química ambiental aplicada**. 7. ed. São Paulo: LTC, 2003.

<sup>27</sup>VESILIND, P. A.; MORGAN, S. M.; HEINE, L. G. **Introdução ao tratamento de águas residuárias**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

<sup>28</sup>ROCHA, Diego Henrique Nascimento da. **Avaliação da demanda química de oxigênio (DQO) em corpos hídricos cearenses**. 2015. 24 f. TCC (Graduação) - Curso de Química Industrial, Departamento de Química Analítica e Físico-Química, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: [https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/35655/1/2015\\_tcc\\_dhnrocha.pdf](https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/35655/1/2015_tcc_dhnrocha.pdf). Acesso em: 22 maio 2025.

<sup>29</sup>AQUINO, S. F. DE; SILVA, S. DE Q.; CHERNICHARO, C. A. L. **Considerações práticas sobre o teste de demanda química de oxigênio (DQO) aplicado a análise de efluentes anaeróbios**. Engenharia Sanitaria e Ambiental, v. 11, p. 295–304, 1 dez. 2006.

<sup>30</sup>BRAILE, Pedro Marcio; CAVALCANTI, José Eduardo W. A. Manual de tratamento de águas residuárias industriais. São Paulo: CETESB, 1993.

<sup>31</sup>ROSA, Camilla Lana; MARTINS, Franciele Priscila de Oliveira Souza; ARANTES, Rildo dos Santos; SILVA, Vanderson Maurício da; OLIVEIRA, Tiago Marcel; SALIBA, William Argolo. **Construção de espectrofotômetro visível para fins didáticos**. *Journal of Exact Sciences*, Ipatinga, MG, v. 21, n. 1, p. 20–25, jan./jun. 2019.

<sup>32</sup>SKOOG, D. A.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R. **Principles of Instrumental Analysis**. 7. ed. Boston: Cengage Learning, 2017.

<sup>33</sup>SKOOG, D. A, WEST, D. M., HOLLER, F. J., CROUCH, S. R. **Fundamentos de Química Analítica**, Editora Thomson, tradução da 8ª edição, 2006.

<sup>34</sup>MATOS, Maria Auxiliadora Costa. **Titulometria de complexação**. Material didático. Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), Juiz de Fora, 2012.

<sup>35</sup>ZUCCARI, M. L.; GRANER, C. A. F.; LEOPOLDO, P. R. **Determinação da demanda química de oxigênio (DQO) em águas e efluentes por método colorimétrico alternativo.** *Energia na Agricultura*, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 69–82, 2005.

<sup>36</sup>**SANTA CATARINA.** Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA). *Resolução CONSEMA nº 182, de 6 de agosto de 2021.* Estabelece as diretrizes para os padrões de lançamento de esgotos domésticos de sistemas de tratamento públicos e privados. Florianópolis: CONSEMA, 2021.

## 10. ANEXOS.



## DECLARAÇÃO DE ESTÁGIO OBRIGATÓRIO

O **AQUAVITA LABORATÓRIO DE ANÁLISES QUÍMICAS E MICROBIOLÓGICAS LTDA** inscrito no CNPJ n. **20.656.089/0001-56**, localizado na Rua **Célio Veiga**, número **1220**, bairro **Jardim Cidade de Florianópolis**, na cidade de **São José/SC**, declara que o (a) aluno (a) **LARISSA ANDRADE DE SOUZA**, CPF [REDACTED], número de matrícula da UFSC **20206367**, realizou estágio **OBRIGATÓRIO** referente a disciplina **Estágio Supervisionado (QMC 5515)** no **Laboratório Físico Químico** entre o período de **17/03/2025** a **17/09/2025**, totalizando 450 horas. A Instituição de Ensino UFSC em que o (a) aluno (a) estuda possui vínculo com esta **empresa ou órgão** e o (a) aluno (a) tem seu projeto de estágio de conclusão de curso supervisionado pela **química ANA PAULA GONÇALVES BÖHM**, CRQ/SC **13101074**, CPF [REDACTED].

Atenciosamente,

AQUAVITA  
LABORATORIO DE  
ANÁLISES QUÍMICAS E  
MICRO:20656089000156

Assinado de forma digital por  
AQUAVITA LABORATORIO DE  
ANÁLISES QUÍMICAS E  
MICRO:20656089000156  
Dados: 2025.06.13 16:48:43  
-03'00'

AQUAVITA LABORATÓRIO  
CNPJ n.: 20.656.089/0001-56

ANA PAULA  
GONÇALVES  
BOHM: [REDACTED]

Assinado de forma digital  
por ANA PAULA GONÇALVES  
BOHM: [REDACTED]  
Dados: 2025.06.13 16:48:56  
-03'00'

ANA PAULA GONÇALVES BÖHM  
CPF n.: [REDACTED]

São José, SC, **13 de Junho de 2025.**