



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**

**GUILHERME DE SOUSA SERAFIM**

**Orientador: Prof. Dr. Daniel Lazaro Gallindo Borges**

**Supervisora: Ana Paula Gonçalves Bohm**

Florianópolis  
Dezembro/2024

Guilherme de Sousa Serafim

**AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS QUÍMICOS EM EFLUENTES E DA SÉRIE DE  
SÓLIDOS PARA ÁGUAS DOCES**

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.

Orientador: Prof. Dr. Daniel Lazaro Gallindo  
Supervisora: Ana Paula Gonçalves Bohm

Florianópolis  
Dezembro/2024

Serafim, Guilherme de Sousa

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO DESENVOLVIDO NO  
LABORATÓRIO DE ANÁLISES AQUAVITA EM SÃO JOSÉ/SC :  
AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS QUÍMICOS EM EFLUENTES E DA SÉRIE  
DE SÓLIDOS PARA ÁGUAS DOCES / Guilherme de Sousa Serafim ;  
supervisor, Daniel Lazaro Gallindo Borges, coorientadora,  
Ana Paula Gonçalves Bohm , 2024.

44 p.

Relatório de Estágio - Universidade Federal de Santa  
Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas,  
Graduação em Química - Bacharelado, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Química - Bacharelado. 2. Efluente. 3. Água Doce. 4.  
Série nitrogenada. 5. Série de sólidos.. I. Borges, Daniel  
Lazaro Gallindo. II. , Ana Paula Gonçalves Bohm. III.  
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em  
Química - Bacharelado. IV. Título.

Guilherme de Sousa Serafim

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

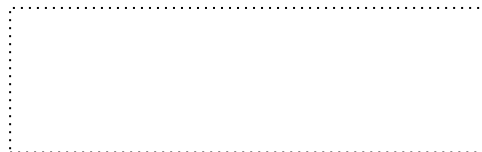
Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título  
de Bacharel em Química Tecnológica e aprovado em sua forma final pelo Curso de  
Química.

Florianópolis, 06 de dezembro de 2024.

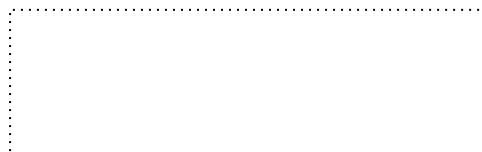


Coordenação do Curso

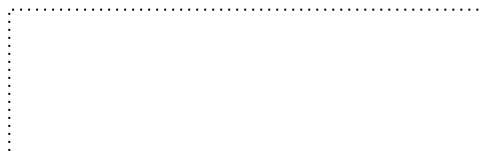
**Banca examinadora**



Prof. Dr. Daniel Lazaro Gallindo Borges  
Orientador



Prof. Dr. Eduardo Carasek da Rocha  
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof.(a) Dr.(a). Michele Stéfani Peters Enders  
Universidade Federal de Santa Catarina

Florianópolis, 2024.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer inicialmente a minha família, aos meus pais, Angelina e Daniel, ao meu irmão Tiago e minha cunhada Monica e aos meus sobrinhos Geovanna e Enzo, por todo o apoio e incentivo durante o período da graduação.

Aos meus amigos Ingrid, Beatriz, Caio, Gabrielle, Duda e Mabi, pelos momentos de descontração que foram proporcionados e conselhos durante os anos da graduação.

Ao laboratório Aquavita e a Ana Paula pela oportunidade de fazer meu primeiro estágio na área de química e por permitir meu retorno para o estágio supervisionado, além de permitir conhecer pessoas incríveis, em especial a minha amiga Letícia.

À Casan pela oportunidade de realizar o estágio no LACESC e ter a oportunidade de conhecer a Lívia e o Felipe Cassini, muito obrigado pelas dicas e ensinamentos.

Ao LEMA, onde consegui adquirir diversos conhecimentos graças aos professores Daniel, Eduardo e Tatiane, conhecimentos os quais vão ser fundamentais durante toda a minha carreira, muito obrigado. Também gostaria de agradecer a Renata, Morgana, Bruno, Carol, Duh, Edu, Eloísa, Elenice, Maristela, Fabi, Amauri e Klai, que estavam presentes dando apoio, ensinando e gerando momentos descontraídos. Um agradecimento especial ao Jairo, que compartilhou seus conhecimentos sobre laboratório e sempre esteve presente quando solicitei ajuda com o ICP-MS.

Aos amigos que fiz a graduação, em especial a Sthephany, Diogo, Helena, Paulo, Vinicius, Amanda e Nati, muito obrigado pelos momentos que passamos, foi muito importante compartilhar tanto as certezas quanto as incertezas durante os semestres, além do apoio e incentivo durante as disciplinas.

Um agradecimento especial ao Instituto Hercílio Random – IHR, pelo apoio fornecido, agradecendo especialmente aos professores Robinson Dudley e Cristiani Plá Cid e à Dra. Melissa Röhrig.

À Universidade Federal de Santa Catarina por possibilitar o acesso ao ensino gratuito e de qualidade, que levou a minha formação acadêmica.

## RESUMO

O monitoramento de efluentes e de águas tem um papel fundamental para o cuidado e preservação de recursos hídricos, tornando-se uma ferramenta importante para indicativo de local que apresenta focos de contaminação. A realização de ensaios por laboratórios de análises ambientais, como o Laboratório Aquavita, é de extrema importância, pois possibilita a obtenção de resultados de variados parâmetros, tornando possível conhecer o perfil da amostra analisada e como está impactando o local em que é gerado ou despejado. Durante o estágio supervisionado, foram realizados alguns ensaios presentes no escopo do laboratório, servindo para a avaliação de efluentes e águas. Para efluentes foram avaliados os parâmetros de nitrogênio amoniacal ( $\text{N-NH}_3$ ), nitrato, nitrito e demanda química de oxigênio (DQO) e para águas doces a série de sólidos, sendo os sólidos totais, suspensos e dissolvidos, ambos em suas frações totais, fixas e voláteis. Para as amostras de efluentes, as concentrações de  $\text{N-NH}_3$  para os efluentes brutos foram superiores às obtidas para os efluentes tratados e para algumas amostras de efluente tratado, as concentrações excederam o estabelecido pela legislação como padrão de lançamento. Já para nitrato e nitrito ocorreu uma inversão de comportamento, apresentando valores maiores para os efluentes tratados. Na análise de DQO, foi possível observar a redução significativa dos valores na comparação entre efluentes brutos e tratados. Para as amostras de água, as análises de sólidos permitiram uma visualização da fração orgânica e inorgânica pertencente aos sólidos presentes, além mostrar concentrações esperadas de sólidos dissolvidos, o que permitiu a classificação correta como água doce.

**Palavras-chave:** Efluente, Água Doce, Série nitrogenada, Série de sólidos.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Componentes do espectrofotômetro de absorção molecular UV-Vis.....	21
<b>Figura 2:</b> Concentrações de N-NH <sub>3</sub> para amostras de efluente bruto e tratado obtidas pelo método do azul de indofenol .....	28
<b>Figura 3:</b> Concentrações de íons NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> obtidas em amostras de efluente bruto e tratado pelo método do 2,6-dimetilfenol .....	30
<b>Figura 4:</b> Concentrações de NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> obtidas em amostras de efluente bruto e tratado pelo método da reação de Griess. ....	31
<b>Figura 5:</b> Soluções de calibração para determinação da DQO na faixa alta, com concentrações de 50 mg L <sup>-1</sup> a 1000 mg L <sup>-1</sup> , da esquerda para a direita. ....	32
<b>Figura 6:</b> Resultados de DQO para amostras de efluente bruto e tratado.....	34
<b>Figura 7:</b> Resultados de Sólidos Totais, nas frações fixas e voláteis, para amostras de água doce.....	35
<b>Figura 8:</b> Resultados de Sólidos Suspensos Totais, nas frações fixas e voláteis, para amostras de água doce.....	36
<b>Figura 9:</b> Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais, nas frações fixas e voláteis, para amostras de água doce.....	37

## LISTA DE EQUAÇÕES

<b>Equação 1:</b> Equação química representativa do método de azul de indofenol para a determinação de nitrogênio amoniacal .....	28
<b>Equação 2:</b> Equação representativa da reação correspondente ao método do 2-6 dimetilfenol para a determinação de nitrato .....	29
<b>Equação 3:</b> Reação de Griess para a determinação de nitrito .....	31
<b>Equação 4:</b> Equação representativa da reação da análise de demanda química de oxigênio .....	33

## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

**CONAMA** – Conselho Nacional do Meio Ambiente

**ABNT** – Associação Brasileira de Normas Técnicas

**NBR** – Normas Brasileiras Regulamentadoras

**ISO/IEC** – Organização Internacional de Padronização / Comissão Eletrotécnica Internacional

**RH** – Recursos Humanos

**DBO** – Demanda Bioquímica de Oxigênio

**DQO** – Demanda Química de Oxigênio

**UV** – Ultravioleta

**SMWW** – *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*

**ST** – Sólidos Totais

**SST** – Sólidos Suspensos Totais

**SDT** – Sólidos Dissolvidos Totais

**ETE** – Estação de Tratamento de Esgoto

**CONSEMA** – Conselho Estadual do Meio Ambiente

## SUMÁRIO

<b>1 JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>12</b>
<b>2 APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO.....</b>	<b>13</b>
<b>3 REVISÃO DA LITERATURA .....</b>	<b>14</b>
3.1 AMOSTRAS AQUOSAS.....	14
3.1.1 Água doce.....	14
3.1.2 Efluente .....	15
3.2 PARÂMETROS ANALISADOS .....	15
3.2.1 Nitrogênio Amoniacal (N-NH <sub>3</sub> ).....	15
3.2.2 Nitrato (NO <sub>3</sub> ).....	16
3.2.3 Nitrito (NO <sub>2</sub> ).....	16
3.2.4 Demanda Química de Oxigênio (DQO) .....	17
3.2.5 Sólidos Totais.....	18
3.2.6 Sólidos Suspensos Totais.....	18
3.2.7 Sólidos Dissolvidos Totais.....	18
3.2.8 Sólidos Fixos e Voláteis .....	19
3.3 TÉCNICAS ANALÍTICAS .....	19
3.3.1 Espectrometria de absorção molecular no UV-Vis.....	19
3.3.2 Gravimetria .....	21
<b>4 OBJETIVOS.....</b>	<b>22</b>
4.1 OBJETIVO GERAL.....	22
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	22
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
5.1 NITROGÊNIO AMONIACAL.....	22
5.2 NITRATO.....	23
5.3 NITRITO.....	23
5.4 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO – FAIXA ALTA .....	23

5.5 SÓLIDOS TOTAIS.....	24
5.6 SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS .....	25
5.7 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS .....	25
5.8 SÓLIDOS FIXOS E VOLÁTEIS .....	26
5.9 SEGURANÇA E DESTINO DE RESÍDUOS .....	27
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
6.1 RESULTADOS PARA NITROGÊNIO AMONÍACAL.....	27
6.2 RESULTADOS PARA NITRATO.....	29
6.3 RESULTADOS PARA NITRITO .....	30
6.4 ANÁLISE DE DQO - FAIXA ALTA.....	32
6.5 SÓLIDOS TOTAIS.....	35
6.6 SÓLIDOS SUSPENSOS .....	35
6.7 SÓLIDOS DISSOLVIDOS .....	36
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>38</b>
<b>8 CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL.....</b>	<b>38</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>40</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>44</b>

## 1 JUSTIFICATIVA

A importância da preservação do meio ambiente vem sendo cada vez mais destacada no decorrer dos anos. Com isso, torna-se necessária a conscientização referente à contaminação causada pelo ser humano, assim como o monitoramento da qualidade do ar, solo e água para garantir que estejam minimamente aceitáveis e que não prejudiquem o ecossistema.

Nesse cenário, o químico desempenha um importante papel, podendo estar à frente do monitoramento através de realização de análises de parâmetros estabelecidos por leis como as do CONAMA, IMA e Ministério da saúde, por exemplo. Através dessa demanda, existem laboratórios que realizam análises de caráter ambiental, como o Laboratório Aquavita, no qual foi realizado o estágio supervisionado.

Durante o período de realização do estágio foi possível vivenciar a rotina do laboratório físico-químico, tendo contato com profissionais atuantes na área e podendo ver a atuação de um químico nessa área de análises ambientais, sendo importante na geração de resultados confiáveis e na análise crítica, entregando ao cliente um panorama condizente com a realidade da amostra.

A maior demanda de análises do laboratório é de amostras de água e efluentes, podendo ser de água de consumo, superficial ou subterrânea, como efluentes de origem doméstica ou industrial, sendo realizados variados ensaios tanto físicos quanto químicos.

O relatório irá apresentar as análises realizadas durante o período de estágio, tanto em amostras de efluentes, sendo nitrogênio amoniacal, nitrato, nitrito e demanda química de oxigênio, quanto em amostras de águas doces, sendo sólidos totais, sólidos dissolvidos totais e sólidos suspensos totais.

## 2 APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

O laboratório de análises Aquavita está localizado no bairro Jardim Cidade de Florianópolis no município de São José e foi fundado no ano de 2014 pela Química Ana Paula Gonçalves Bohm, completando 10 anos de existência em julho desse ano e com uma filial no município de Videira/SC que completou um ano também no mês do julho.

A Aquavita possui a acreditação ABNT NBR ISO/IEC 17025 e certificados de reconhecimento e credenciamento do IMA (Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina), CIDASC (Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina), Fepam (Fundação Estadual de Proteção Ambiental – RS), REBLAS (Rede Brasileira de Laboratórios Analíticos em Saúde) e Instituto Água e Terra.

O laboratório realiza análises de variadas matrizes, como alimentos, água, efluentes, matrizes para fármacos, solo e ar, prestando serviços para grandes empresas atuantes no estado de Santa Catarina, hospitais e postos de gasolina, auxiliando no controle de qualidade e monitoramento ambiental.

Em sua estrutura, a empresa é dividida em setores, que são o comercial, amostragem, recebimento, qualidade, financeiro, RH e o setor técnico que possui o laboratório físico-químico (parâmetros físicos e químicos de amostras de efluentes, água e solo), microbiológico (parâmetros microbiológicos de água, efluentes e alimentos), instrumental (determinação de metais por espectrometria de absorção atômica e determinação de compostos orgânicos por cromatografia à gás), bromatológico (ensaios em alimentos) e hidrológico.

O laboratório Aquavita tem como missão a preservação do meio ambiente e proporcionar qualidade de vida para as pessoas, realizando ensaios através de métodos reconhecidos internacionalmente e buscando a melhoria contínua.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 AMOSTRAS AQUOSAS

##### 3.1.1 Água doce

De 100 % da água disponível no planeta, estima-se que apenas 2,5% são de água doce, sendo 1% encontrado em rios, 30% em lençóis subterrâneos e 69 % em geleiras.<sup>1</sup> A resolução CONAMA N° 357/2005 estabelece a água doce como uma água com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰, podendo ser separadas em classes<sup>2</sup>:

- Classe especial: destinado ao abastecimento para consumo humano com desinfecção, preservação do equilíbrio natural e dos ambientes aquáticos;
- Classe I: destinado ao abastecimento para consumo humano após tratamento simplificado, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas;
- Classe II: destinado ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional, à proteção das comunidades aquáticas, à recreação de contato primário, à irrigação de hortaliças e à aquicultura e à atividade de pesca;
- Classe III: destinado ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado, à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras, à pesca amadora, à recreação de contato secundário e à dessedentação de animais;
- Classe IV: destinada à navegação e à harmonia paisagística.

A água doce tem uma grande demanda em variados setores, como no setor de alimentos e agricultura, sendo aplicada na irrigação de lavouras e pecuária, setor de energia, na geração de energia hidrelétrica e de biocombustíveis, assim como para tratamento de águas residuais, setor industrial, na produção de bens de consumo e para o consumo humano.<sup>3</sup>

As águas doces também desempenham um papel fundamental para os ecossistemas, servindo de habitat para variados organismos como bactérias, protozoários, fungos, vermes, moluscos, crustáceos e variados insetos.<sup>4</sup>

### 3.1.2 Efluente

Efluente pode ser entendido como água que teve utilização humana para variados fins, sendo o resíduo lançado no meio ambiente ou coletado para o devido tratamento.<sup>4</sup> Os efluentes podem ser de três tipos: rejeições de origem doméstica, rejeições industriais e os gerados pelas atividades hospitalares.<sup>5</sup>

O grau de pureza dos efluentes é alterado por parâmetros de qualidade baseados em suas características físicas, químicas ou biológicas.<sup>6</sup> As características físicas podem ser relacionadas aos sólidos em suspensão, sólidos dissolvidos, temperatura, cor e turbidez. As características químicas podem ser relacionadas ao pH, demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO). As características biológicas estão relacionadas à presença de microrganismos no efluente.<sup>6</sup>

O lançamento de efluentes não tratados em corpos hídricos altera as propriedades naturais do corpo d'água, provocando assim a contaminação, sendo correto ocorrer o tratamento prévio antes do lançamento.<sup>7</sup> A poluição causada está relacionada diretamente aos processos de industrialização e urbanização, sendo determinada principalmente pela capacidade de assimilação do ecossistema.<sup>8</sup>

Um grande problema causado é a contaminação por microrganismos patogênicos, podendo ocorrer a contaminação através da ingestão, contato cutâneo e por inalação da água contaminada, além do contato com contaminantes de ordem química, como metais, por exemplo.<sup>7,8</sup>

## 3.2 PARÂMETROS ANALISADOS

### 3.2.1 Nitrogênio Amoniacal (N-NH<sub>3</sub>)

O nitrogênio amoniacal é um componente do ciclo do nitrogênio essencial para o crescimento dos microrganismos anaeróbios e um nutriente importante para o crescimento das plantas. Está presente em águas superficiais ou subterrâneas em baixas concentrações devido à adsorção por partículas do solo ou à oxidação a nitrito e nitrato.<sup>9,10,11</sup>

Mesmo com a sua importância, o nitrogênio amoniacal é uma das causas do processo de eutrofização e representa uma grave ameaça à segurança ecológica.

Elevadas concentrações influenciam fortemente a dinâmica do oxigênio dissolvido no meio, sendo necessário 4,6 mg de  $O_2$  para oxidar 1 mg de  $NH_3$ .<sup>9,10</sup>

A presença da amônia reduz o poder bactericida dos processos de desinfecção da água pelo cloro devido à formação de cloroaminas.<sup>11</sup> A Resolução CONAMA 430/2011 estabelece o limite máximo de nitrogênio amoniacal lançado em corpos d'água em 20 mg  $L^{-1}$ .<sup>12</sup>

### 3.2.2 Nitrato ( $NO_3$ )

O íon nitrato ocorre naturalmente, sendo produto da oxidação do nitrogênio e a forma mais estável de nitrogênio oxidado. A obtenção de nitratos pode ser oriunda de fontes orgânicas de nitrogênio, como a matéria orgânica do solo e os fertilizantes à base de ureia, além de bactérias nitrificantes.<sup>13</sup>

Em águas superficiais a concentração de nitrato é normalmente baixa, podendo variar devido a fatores como resíduos agrícolas ou contaminação com resíduos humanos ou animais. A contaminação por nitratos indica uma contaminação de maior tempo, apresentando um nível indesejado em corpos d'água que recebem efluentes tratados ou não tratados, por causa do nitrogênio e outros fertilizantes contidos neles. Assim como no Brasil, na maioria dos países, as concentrações de nitratos na água potável derivada de águas superficiais não podem exceder 10 mg  $L^{-1}$ .<sup>2,13,14</sup>

O principal risco do nitrato à saúde é a metahemoglobinemia ou síndrome do “bebê azul”, uma condição de falha respiratória com excesso de nitrato na alimentação. Parte do nitrato é reduzida pelas bactérias anaeróbias para íon nitrito, oxidando o íon  $Fe^{2+}$  na hemoglobina para  $Fe^{3+}$ , que é incapaz de ligar-se ao  $O_2$ . A hemoglobina contendo  $Fe^{3+}$  é designada como metahemoglobina. Outro problema é a possibilidade de que o nitrito produzido no estômago possa reagir com as aminas na dieta e produzir N-nitrosaminas, sendo esses compostos carcinogênicos.<sup>15</sup>

### 3.2.3 Nitrito ( $NO_2$ )

O íon nitrito representa uma substância intermediária da oxidação do nitrogênio, tanto na oxidação de amônia para nitrato quanto na redução de nitrato. Esse processo pode ocorrer em plantas de tratamento de efluentes, sistemas de distribuição de água e em águas naturais.<sup>16</sup> A principal fonte de contaminação por nitrito é o escoamento agrícola, podendo afetar gravemente os ambientes aquáticos,

o que torna sua detecção se suma importância. Em águas residuais, a presença de nitrito indica a eficácia do tratamento biológico.

O monitoramento do nitrito em águas residuais pode evitar possíveis crises de poluição da água, avaliar o grau de poluição da água e ajudar a ajustar as estratégias de tratamento da água para melhorar a eficiência do processo de tratamento de águas residuais.<sup>18</sup> Ele é um indicador de poluição passada no processo de estabilização e raramente excede  $1 \text{ mg L}^{-1}$  em águas residuais ou  $0,1 \text{ mg L}^{-1}$  em águas superficiais ou subterrâneas, sendo extremamente tóxico para a maioria dos peixes e outras espécies aquáticas. Nitritos presentes em efluentes de águas residuais são oxidados pelo cloro aumentando a dosagem de cloro e o custo da desinfecção.<sup>19</sup> A resolução CONAMA 357/2005 estabelece como limite de nitrogênio nitrito em águas doces o valor de  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$ .<sup>2</sup>

### 3.2.4 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

A DQO é utilizada para medir o conteúdo de matéria orgânica de águas residuárias e águas naturais, baseando-se no fato de que os compostos orgânicos podem ser oxidados pela ação de agentes oxidantes fortes sob condições ácidas. Não é um parâmetro destinado a determinar a concentração de substâncias orgânicas específicas e individuais, mas sim o consumo de oxigênio do conjunto de compostos orgânicos sem a intervenção de microrganismos.<sup>19,20,21</sup>

No caso de águas, o parâmetro torna-se particularmente importante por estimar o potencial poluidor de efluentes domésticos e industriais despejados e estimar o impacto dos mesmos sobre os ecossistemas aquáticos.<sup>22</sup>

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  $150 \text{ }^\circ\text{C}$  e mede-se indiretamente  $\text{Cr}^{6+}$  ou  $\text{Cr}^{3+}$ . Os resultados de DQO, em geral, são mais altos do que a DBO, em virtude da maior facilidade com que muitos compostos podem ser oxidados via química em relação à via biológica.<sup>19,21,23</sup>

Compostos inorgânicos reduzidos, tanto na forma dissolvida quanto particulada, podem contribuir significativamente para a DQO. Um exemplo disso são os íons cloreto, que devem ser eliminados pela adição de sulfato de mercúrio à amostra antes da adição dos demais reagentes. Na presença de íons mercúrio em excesso, a concentração de íons cloreto livres é suficientemente pequena para não

afetar o resultado. Outros possíveis interferentes são íons nitrito, íons ferro e sulfetos.<sup>20,24</sup>

### **3.2.5 Sólidos Totais**

Os sólidos totais são definidos como a matéria residual após a evaporação em uma temperatura de 103 a 105 °C. Os compostos que apresentam uma pressão de vapor significativa nessas temperaturas são evaporados durante os procedimentos de evaporação e secagem.<sup>19,20</sup>

A qualidade das águas ou efluentes pode ser afetada pela presença de sólidos, sendo um parâmetro importante para o controle de processos de tratamento e avaliação de conformidade com normativas e regulamentações estabelecidas. Os sólidos totais incluem os sólidos dissolvidos e suspensos.<sup>16</sup>

### **3.2.6 Sólidos Suspensos Totais**

Os sólidos suspensos são referentes a uma parcela dos sólidos totais que fica retida no filtro de 2,0 µm. Esses sólidos podem flutuar e formar camadas, assim como causar o acúmulo de sedimentos.<sup>14,16</sup>

É um parâmetro amplamente utilizado para a avaliação da qualidade da água e gestão de recursos hídricos. A concentração de sólidos suspensos pode afetar as propriedades físicas e químicas, como turbidez da água, metais, nutrientes e causar diminuição do oxigênio dissolvido. Essa análise pode ser realizada para avaliar a resíduos domésticos e industriais, avaliando a remoção de sólidos sedimentáveis em unidade de sedimentação e sendo uma medida de eficácia das unidades de tratamento.<sup>14,25,26</sup>

Os sólidos suspensos controlam uma variedade de processos biogeoquímicos aquáticos, como a alteração na distribuição de luz, aceleração do enriquecimento de nutrientes e manipulação do fluxo de micropoluentes, podendo ser considerado um indicador para a gestão sustentável dos ecossistemas estuários.<sup>27</sup>

### **3.2.7 Sólidos Dissolvidos Totais**

São a parcela dos sólidos totais que passam por um filtro com poros de tamanho de 2,0 µm ou menores. A maior parte da matéria dissolvida consiste em sais inorgânicos e o aumento na concentração desses sólidos resulta em maior dureza,

condutividade e salinidade da amostra, causando impacto em plantações e em áreas irrigadas.<sup>14,16</sup>

Em águas naturais, os sais são compreendidos entre ânions, como os carbonatos, cloretos, sulfatos e nitratos e cátions como o sódio, o potássio, o cálcio e o magnésio. A concentração natural de sais é fortemente influenciada pela formação geológica. São esperadas altas concentrações de sais em áreas áridas ou semiáridas, nas quais as evaporações normalmente são maiores do que as precipitações.<sup>28</sup>

Esse parâmetro possui grande importância ecológica e sanitária, pois determinadas comunidades biológicas podem se desenvolver em faixas restritas de sólidos dissolvidos, afetando a biodiversidade dos ambientes aquáticos.<sup>29</sup>

### **3.2.8 Sólidos Fixos e Voláteis**

Em temperatura elevada (550 °C), a fração orgânica dos sólidos é volatilizada e a fração inerte permanece. Os sólidos voláteis representam uma parcela da fração de matéria orgânica, enquanto os sólidos fixos representam a parcela inorgânica, ambos sendo uma estimativa.<sup>6</sup>

A maioria dos sais inorgânicos é relativamente estável à temperatura elevada, com exceção do carbonato de magnésio. É importante a manutenção da temperatura, sendo realizada a análise em fornos mufla, que permitem um controle mais estrito.<sup>14</sup>

Embora a concentração de sólidos voláteis seja associada à presença de compostos orgânicos, não é possível apontar a natureza orgânica da matéria, podendo ocorrer em variadas faixas de volatilização, iniciando em 250 °C ou superiores a 1000 °C.<sup>30</sup>

## **3.3 TÉCNICAS ANALÍTICAS**

### **3.3.1 Espectrometria de absorção molecular no UV-Vis**

A espectrometria é baseada na medição da quantidade de radiação produzida ou absorvida pelas espécies químicas de interesse, relacionada à interação energia-matéria. As técnicas espectrométricas ópticas fundamentam-se em transições envolvendo estados de energias superiores (excitados) e o estado fundamental (tipicamente).<sup>31</sup>

Cada molécula absorve sua frequência característica da radiação eletromagnética, transferindo energia para a molécula e resultando em uma atenuação na potência radiante incidente sobre ela. Na espectrometria molecular no UV-Vis, a absorção ocorre na faixa de comprimento de onda de 190 a 800 nm,<sup>31,32</sup>

A partir disso, é possível estabelecer como essa atenuação está dependente da concentração da molécula que está sendo analisada, aplicando a Lei de Lambert-Beer (Equação 1). Com essa relação, é possível realizar a quantificação das espécies de interesse, pois de acordo com a lei, a absorvância é diretamente proporcional à concentração de uma espécie absorvente e ao caminho óptico do meio absorvente.<sup>31</sup>

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

Onde:

A = Absorvância

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

b = Caminho óptico (cm)

c = Concentração ( $\text{mol L}^{-1}$ )

Para uma solução do analito de determinada concentração, quanto mais longo for o comprimento do caminho do meio através do qual a luz passa (caminho óptico), mais centros absorventes estarão no caminho, e maior será a atenuação da radiação eletromagnética. Também, para um dado caminho óptico, quanto maior for a concentração das espécies absorventes, mais significativa será a atenuação.<sup>31</sup>

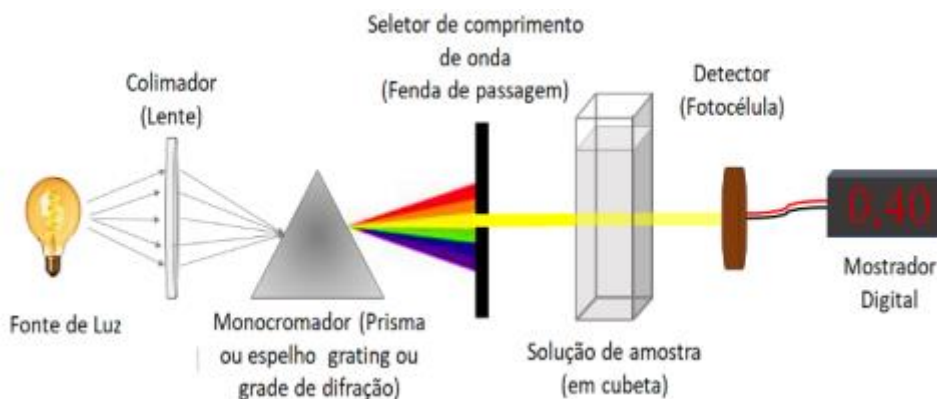
O equipamento utilizado é composto de uma fonte de luz, um monocromador, um recipiente para a amostra e um detector. A fonte de luz pode ser uma lâmpada de deutério, para a região do ultravioleta, ou de tungstênio, que é utilizada para a região visível do espectro.<sup>33</sup>

O monocromador é composto por um prisma ou uma rede de difração, cuja função é separar o feixe de luz nos comprimentos de onda constituintes. Após decomposto, o feixe é focalizado no recipiente da amostra e a radiação que atravessa a amostra e chega ao detector. As células ou cubetas que contêm a amostra e o solvente devem ser construídas com um material que permita a passagem de radiação na região espectral de interesse. Quartzo é necessário para trabalhos na região UV (abaixo de 350 nm), enquanto vidros de silicato podem ser usados na região entre 350

e 2000 nm. Recipientes de plástico também são usados na região visível. O comprimento óptico mais comum para estudos nas regiões UV e visível é de 1 cm.<sup>32,33</sup>

Em geral, o detector é um tubo fotomultiplicador, apesar de serem utilizados também fotodiodos. Tem como função converter energia radiante em energia elétrica.<sup>33</sup> Os componentes do equipamento são vistos na Figura 1.

**Figura 1:** Componentes do espectrofotômetro de absorção molecular UV-Vis



Fonte: Rosa *et al.* (2019)<sup>34</sup>

A espectrometria de absorção molecular no UV-Vis é amplamente utilizada para a determinação quantitativa de muitas espécies inorgânicas, orgânicas e biológicas.<sup>32</sup>

### 3.3.2 Gravimetria

A análise gravimétrica é baseada em medições de massa, sendo os resultados obtidos por meio do uso de uma balança analítica.<sup>14</sup>

Essas análises requerem algum tipo de cadinho ou prato que possa conter o resíduo a ser determinado. A massa do recipiente deve ser conhecida para realizar o desconto da massa bruta e obter a massa líquida do material em análise. Após a etapa de evaporação, os recipientes sempre devem ser mantidos em dessecador para evitar o acúmulo de poeira ou a absorção de umidade.<sup>14</sup>

## 4 OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GERAL

Analisar amostras de água e efluentes, realizando os ensaios da série nitrogenada e da série de sólidos e avaliar seus resultados.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Auxiliar nas análises diárias, gerando lotes técnicos e preenchendo-os;
- preencher diariamente cartas controle;
- higienizar materiais e vidrarias;
- preparar soluções e registros de entrada e saída;
- realizar descarte das amostras, sempre que necessário;
- relatar os resultados.

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

### 5.1 NITROGÊNIO AMONIACAL

O método utilizado para a análise foi a do *kit* comercial Merck Spectroquant® Amônia 1.14752, que apresenta uma faixa de quantificação de 0,01 – 3,00 mg L<sup>-1</sup> de N-NH<sub>3</sub>. As amostras utilizadas para a análise foram preservadas com ácido sulfúrico 50% v/v.

Inicialmente era realizada a verificação do pH de uma alíquota da amostra no peagâmetro Orion™ 3-Star Benchtop (Thermo Scientific), devendo estar em uma faixa de 4 – 13. Caso estivesse abaixo, a correção do pH era realizada com uma solução de NaOH. Após isso, uma alíquota de 5,0 mL era transferida para um tubo tipo falcon de 50 mL e adicionado 0,6 mL do reagente NH<sub>3</sub>-1 e agitado. Em seguida, uma alíquota do reagente NH<sub>3</sub>-2 foi adicionada e o tubo tampado, sendo agitado vigorosamente com o auxílio de um agitador Vortex Mixer K45-2820 (Kasvi) até dissolver completamente o reagente. O tubo foi deixado em repouso por 5 minutos. Passado esse tempo, o tubo foi aberto e adicionadas 4 gotas do reagente NH<sub>3</sub>-3, fechado, agitado e deixado em repouso por 5 minutos.

Com o final do tempo e reação, os tubos foram abertos e a amostra foi colocada em uma cubeta de vidro de 1 cm e medida no espectrofotômetro Spectroquant® Prove 100 (Merck) no comprimento de onda de 690 nm.

## 5.2 NITRATO

O método utilizado para a análise foi a do *kit* comercial Merck Spectroquant® Nitrato 1.09713, que apresenta uma faixa de quantificação de 0,4 – 110,7 mg L<sup>-1</sup> de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>. As amostras utilizadas para a análise foram preservadas com ácido sulfúrico 50% v/v.

Em um tubo de vidro foram adicionados 4,0 mL do reagente NO<sub>3</sub>-1 e em seguida 0,5 mL da amostra, sem agitar o tubo. Em seguida, foi adicionado 0,5 mL do reagente NO<sub>3</sub>-2, fechado o tubo e agitado suavemente. O tempo de reação é de 10 minutos.

Com o final do tempo de reação, os tubos foram abertos e a amostra foi colocada em uma cubeta de vidro de 1 cm e medida no espectrofotômetro Spectroquant® Prove 100 (Merck) no comprimento de onda de 357 nm.

## 5.3 NITRITO

O método utilizado para a análise foi o 4500 NO<sub>2</sub>-B<sup>16</sup>, do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (SMWW), 24<sup>a</sup> Edição, tendo uma curva de calibração na faixa de 0,03 – 1,50 mg L<sup>-1</sup> de NO<sub>2</sub><sup>-</sup>. As amostras utilizadas para a análise estavam sem preservante.

Uma alíquota de 25 mL foi transferida para um tubo tipo falcon de 50 mL e foi adicionado 1,0 mL do reagente de cor e agitado. Após 10 min, foi transferido para uma cubeta de vidro de 2 cm e medido no comprimento de onda de 543 nm no espectrofotômetro Spectroquant® Pharo 100 (Merck).

O reagente de cor foi preparado da seguinte forma: em 800 mL de água tipo 3 foram adicionados 100 mL de ácido fosfórico 85% m/v (Nuclear) e 10 g de sulfanilamida (Dinâmica). Após dissolver completamente a sulfanilamida, foi acrescentado 1 g de dicloridrato de N-(1-naftil)-etilenodiamina (Merck). Agitou a solução para dissolver e, em seguida, a mistura foi diluída para 1 L com água deionizada. A solução foi armazenada em um frasco âmbar no refrigerador.

## 5.4 DEMANDA QUÍMICA DE OXIGÊNIO – FAIXA ALTA

O método 5220 D<sup>16</sup> foi utilizado para a análise, descrito no SMWW, 24<sup>a</sup> Edição, com uma curva de calibração na faixa de 50 a 1000 mg L<sup>-1</sup> de O<sub>2</sub>. As amostras utilizadas para a análise foram preservadas em ácido sulfúrico 50%.

Em um tubo de vidro de 16 x 100 mm, adicionou-se 1,5 mL da solução digestora faixa alta e 3,5 mL da solução ácido sulfúrico/sulfato de prata. O tubo foi então fechado e a solução homogeneizada no agitador Vortex Mixer K45-2820 (Kasvi). Após isso, 2,5 mL da amostra foi pipetada no tubo, que foi fechado e homogeneizado novamente. Os tubos foram levados para o bloco digestor AT525 microprocessado (Alfakit) e ficam a 150°C por 2h. Passado o tempo, os tubos foram retirados do bloco e deixados até atingirem a temperatura ambiente em uma estante de tubos.

Com os tubos frios, foi feita uma limpeza com um papel macio contendo álcool para a remoção de resíduos provenientes do bloco digestor, e em seguida foram levados para análise no espectrofotômetro Spectroquant® Prove 100 (Merck) ou Nanocolor Vis II (Macherey Nagel) no comprimento de onda de 600 nm.

A solução digestora para faixa alta foi preparada solubilizando 10,216 g de dicromato de potássio (Química Moderna) previamente seco em estufa em 150°C por 2 h em 500 mL de água tipo 3. Em seguida eram adicionados 167 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado (Química Moderna) e 33,30 g de HgSO<sub>4</sub> (Êxodo Científica). O HgSO<sub>4</sub> foi dissolvido com auxílio do agitador magnético e a solução foi avolumada para 1000 mL com água tipo 3. A solução ácido sulfúrico/sulfato de prata era preparada com a adição de 10,1199 g de Ag<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (Cennabras) em um frasco contendo 1,0 L de ácido sulfúrico concentrado (Química Moderna), requerendo de 1 a 2 dias para dissolução do sal.

## 5.5 SÓLIDOS TOTAIS

O método 2540 B<sup>16</sup> do SMWW 24<sup>o</sup> ed. foi empregado e as amostras utilizadas para a análise foram mantidas sem preservante.

Os cadinhos ou béqueres de 100 mL foram limpos e elevados para a estufa, na qual ficaram por pelo menos 1 h em uma temperatura de 103 – 105 °C. Passado o tempo, foram levados para o dessecador para esfriarem e, após frios, foi realizada a pesagem 1 (P1) em uma balança analítica ATX 224 (Shimadzu). Com a massa da P1 anotada, foi transferido um volume de amostra previamente homogeneizada para o cadinho ou béquer com o auxílio de uma proveta e levado para a estufa até a completa secura na temperatura de 103 – 105°C. Com o recipiente seco, foi levado para o dessecador e deixado esfriar. Após frio, foi pesado novamente, obtendo-se o valor da

pesagem 2 (P2). O resultado para sólidos totais foi obtido aplicando os valores de massa e volume na Equação 2.

$$ST \text{ (mg } L^{-1}) = \frac{(P2 - P1) \text{ g} \times 1000000}{\text{Volume, mL}} \quad \text{(Equação 2)}$$

## 5.6 SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS

O método 2540 D<sup>16</sup> do SMWW 24<sup>o</sup> ed. foi empregado e as amostras utilizadas para a análise foram mantidas sem preservante.

As membranas de fibra de vidro GF6 (Macherey-Nagel) foram lavadas em água deionizada e levadas para secar em estufa por 1h na temperatura de 103 – 105°C. Passando o tempo, foram levadas para o dessecador até atingirem a temperatura ambiente. Após frias, foram levadas para pesagem na balança analítica e obtido o P1. As membranas foram então levadas para o sistema de filtração a vácuo, onde foi filtrado um volume da amostra previamente homogeneizada. Com a filtração completa, a membrana foi levada para a estufa e deixada para secar por 1h ou mais na temperatura de 103 – 105 °C. Após secas, foram para o dessecador até atingirem a temperatura ambiente, sendo pesadas e obtendo o P2. O resultado foi obtido aplicando os valores de massa e volume na Equação 3.

$$SST \text{ (mg } L^{-1}) = \frac{(P2 - P1) \text{ g} \times 1000000}{\text{Volume, mL}} \quad \text{(Equação 3)}$$

## 5.7 SÓLIDOS DISSOLVIDOS TOTAIS

O método 2540 C<sup>16</sup> do SMWW 24<sup>o</sup> ed. foi empregado e as amostras utilizadas para a análise foram mantidas sem preservante.

Os cadinhos ou béqueres de 100 mL foram limpos e elevados para a estufa, onde ficam por um tempo  $\geq 1$ h em uma temperatura de 180°C. Passado o tempo, foram levados para o dessecador para esfriarem, após frios, foi realizada a Pesagem

1 (P1) na balança analítica. Com o P1 anotado, um volume de amostra previamente homogeneizada foi filtrado em um sistema de vácuo usando uma membrana filtrante de poro 0,45 µm (Unifil), e o filtrado foi transferido para o cadinho ou Becker e levado para a estufa até a completa secura na temperatura de 180°C. Com o recipiente seco, foi levado para o dessecador e deixado esfriar. Após frio, foi pesado novamente, obtendo o P2. O resultado foi obtido aplicando os valores de massa e volume na Equação 4.

$$\text{SDT (mg L}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{P2} - \text{P1}) \text{ g} \times 1000000}{\text{Volume, mL}} \quad (\text{Equação 4})$$

## 5.8 SÓLIDOS FIXOS E VOLÁTEIS

O método 2540 E<sup>16</sup> do SMWW 24<sup>o</sup> ed. foi empregado e as amostras utilizadas para a análise foram mantidas sem preservante.

Os recipientes e membranas utilizadas nas determinações de sólidos totais, suspensos e dissolvidos, após a determinação do P2, foram levados para o forno mufla na temperatura de 550 ± 50 °C por 15 min. Passado tempo, foram levados para o dessecador para esfriar e pesado para a obtenção do P3. Vale ressaltar, quando feita a determinação dos sólidos fixos e voláteis, a preparação dos cadinhos, béqueres e membranas antes das análises das parcelas totais, devem ser realizadas colocando-os na mufla por 15 min em 550 ± 50 °C, em vez da estufa como relatado anteriormente. O resultado de sólidos fixos foi obtido aplicando os valores de massa e volume na Equação 5 e o de sólidos voláteis na Equação 6.

$$\text{Sólidos Fixos (mg L}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{P3} - \text{P1}) \text{ g} \times 1000000}{\text{Volume, mL}} \quad (\text{Equação 5})$$

$$\text{Sólidos Voláteis (mg L}^{-1}\text{)} = \text{Resultado de totais} - \text{Resultado de Fixos} \quad (\text{Equação 6})$$

## 5.9 SEGURANÇA E DESTINO DE RESÍDUOS

Durante todo o período do estágio supervisionado foram utilizados EPI's, sendo os principais jaleco e luvas nitrílicas, ambos fornecidos pela empresa. O manuseio de reagentes perigosos e que liberam vapores, como ácidos concentrados, ocorreu em capela de exaustão, tendo à disposição óculos de proteção e máscara.

Os resíduos gerados pelas análises descritas no relatório e os demais ensaios realizados no laboratório físico-químico foram descartados em recipiente apropriado, bombonas de polietileno de alta densidade, que eram coletadas pela empresa contratada para fazer o tratamento e descarte apropriado dos resíduos.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 RESULTADOS PARA NITROGÊNIO AMONIACAL

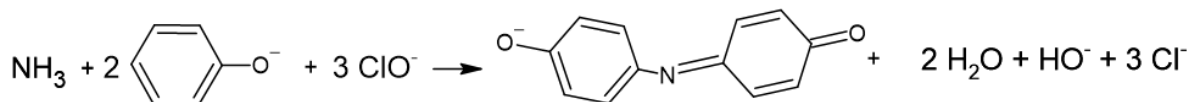
O ensaio de N-NH<sub>3</sub> era em sua maioria, realizado para amostras de efluentes tratados, servindo como parâmetro de monitoramento do despejo em corpos d'água, mas realizado em quantidades menores para efluentes brutos e matrizes de água.

Para as quantificações nas amostras de efluentes normalmente era necessário realizar diluições com fatores de 20 a 50 vezes para efluentes tratados e 50 a 100 vezes para efluentes brutos. Vale ressaltar que existiam exceções, podendo chegar a diluições de 1000 vezes para determinados efluentes brutos, assim como a ausência de diluição em efluentes tratados, variando conforme a origem da amostra.

A coloração da reação variava da amarelo (em baixa concentração), indo para tons de verde (faixa de concentração quantificável) e podendo chegar a tons azul esverdeado (nitrogênio amoniacal em alta concentração).

O método empregado é do azul de indofenol (reação de Berthelot), utilizando hipoclorito de sódio e fenol. A equação química correspondente à reação vista é representada na Equação 1.

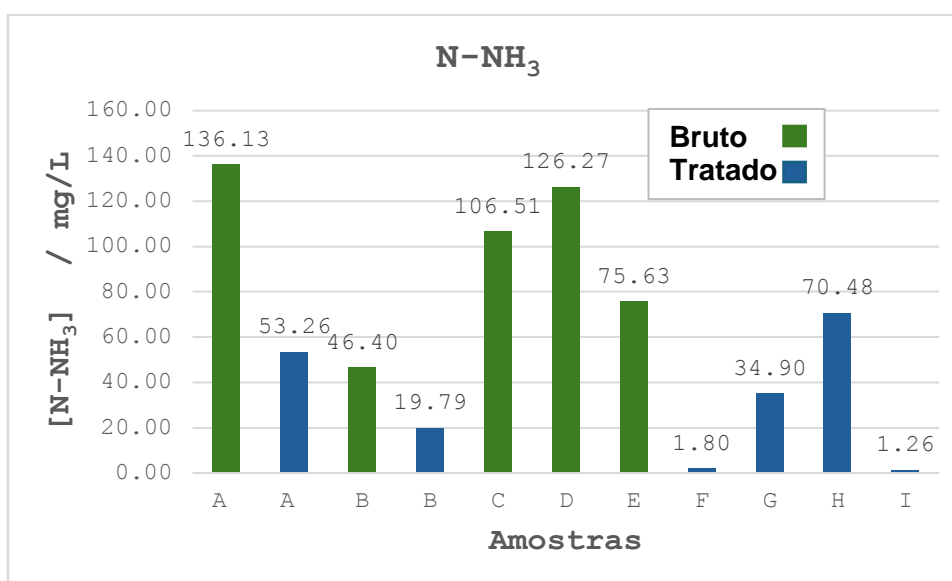
**Equação 1:** Equação química representativa do método de azul de indofenol para a determinação de nitrogênio amoniacal



Fonte: Adaptado de Rodrigues (2004)<sup>35</sup>

Os resultados obtidos para N-NH<sub>3</sub> nas amostras de efluentes analisadas no período de estágio podem ser visualizados na Figura 2, sendo tanto para efluentes brutos quanto para tratados.

**Figura 2:** Concentrações de N-NH<sub>3</sub> para amostras de efluente bruto e tratado obtidas pelo método do azul de indofenol



Fonte: Autor (2024)

A partir dos resultados obtidos é possível observar que as amostras de efluente bruto apresentam concentrações mais elevadas de nitrogênio amoniacal, podendo ser atribuídos à elevada carga de matéria orgânica presente na amostra, pois por ser a entrada da ETE o efluente não passou por nenhum tipo de tratamento. Esses valores servem, ainda, para estabelecer uma comparação com o efluente tratado e inferir sobre a eficiência do tratamento, como nas amostras A e B. A variação na concentração de N-NH<sub>3</sub> das amostras de efluente bruto contendo valores acima de

100 mg/L para as que contém abaixo dessa faixa, pode ser relacionado a origem do efluente, sendo doméstico ou industrial.

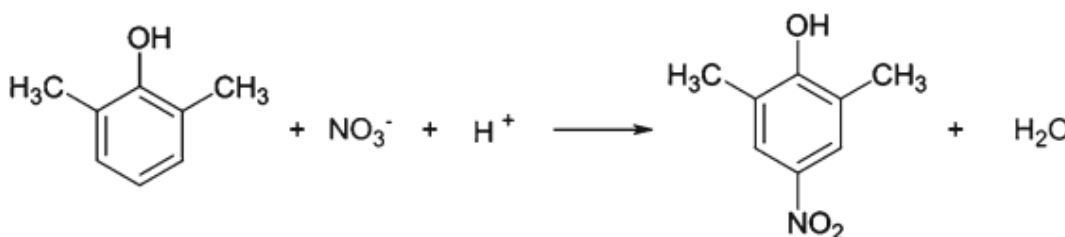
As amostras de efluente tratado apresentaram valores menores para N-NH<sub>3</sub> em comparação com os efluentes brutos, sendo um comportamento esperado, devido ao tratamento aplicado nos efluentes. As amostras B, F e I apresentaram valores inferiores a 20 mg L<sup>-1</sup>, estando em conformidade com a resolução CONAMA 430/2011.<sup>12</sup> Os efluentes tratados A, G e H apresentaram valores acima do recomendado pela resolução, indicando que o tratamento não foi eficiente para a remoção de nitrogênio amoniacal. A amostra A permite um comparativo com seu efluente bruto, mostrando que apesar de não ter atingido as condições estabelecidas, obteve-se uma redução de aproximadamente 61% na concentração de N-NH<sub>3</sub>.

## 6.2 RESULTADOS PARA NITRATO

A reação para a determinação de nitratos começa com uma cor tênue, atingindo uma coloração amarelada/alaranjada e chegando em cores semelhantes ao púrpura quanto para altas concentrações de nitrato.

A reação utilizada no kit comercial é a do método do 2-6 dimetilfenol, utilizando ácido sulfúrico e fosfórico para ocorrer a reação do íon NO<sub>3</sub><sup>-</sup> com o 2-6 dimetilfenol e formando o 4-nitro-2,6-dimetilfenol. A reação pode ser visualizada na Equação 2.

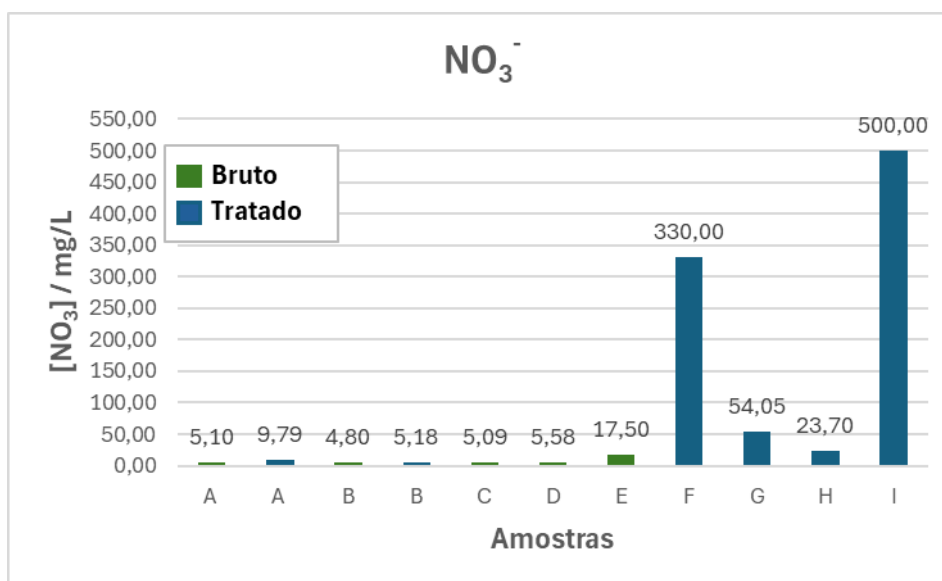
**Equação 2:** Equação representativa da reação correspondente ao método do 2-6 dimetilfenol para a determinação de nitrato



**Fonte:** Von Woedtke *et al* (2011)<sup>36</sup>

Os resultados obtidos para nitrato referem-se às mesmas amostras analisadas para nitrogênio amoniacal, sendo observados na Figura 3 logo abaixo.

**Figura 3:** Concentrações de íons  $\text{NO}_3^-$  obtidas em amostras de efluente bruto e tratado pelo método do 2,6-dimetilfenol



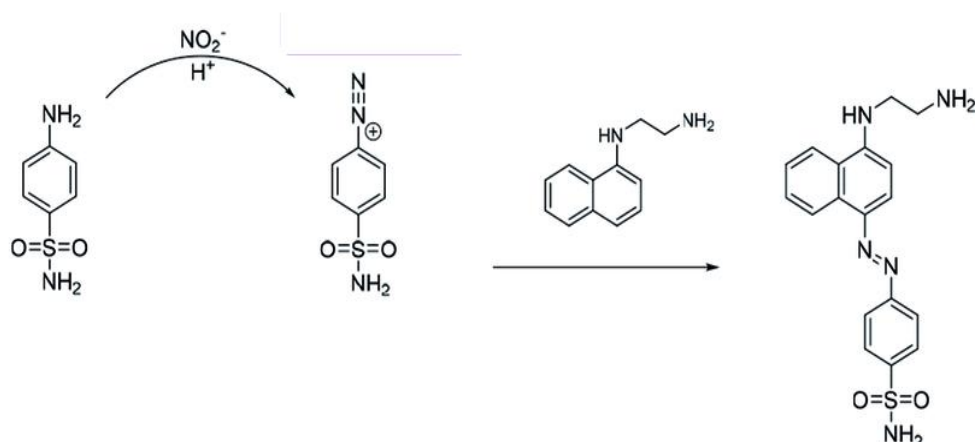
Fonte: Autor (2024)

As concentrações maiores de nitrato nas amostras F, G, H e I podem ser atribuídos ao processo de tratamento do efluente, que resulta na oxidação da amônia a nitrato tendo como intermediário o íon nitrito, num processo conhecido como nitrificação. É importante ressaltar que por desconhecimento em relação à origem das amostras, não é possível indicar a qual tratamento elas foram submetidas.

### 6.3 RESULTADOS PARA NITRITO

Na realização do ensaio para nitrito, amostras que apresentavam uma concentração alta do íon geravam uma coloração rosa intensa. A coloração é derivada da reação de Griess, na qual os íons nitrito reagem com a sulfanilamida em meio ácido e o diazo-composto formado reage com o cloridrato de N-(1-naftil) etilenodiamina<sup>37</sup>. A equação química correspondente é mostrada na Equação 3.

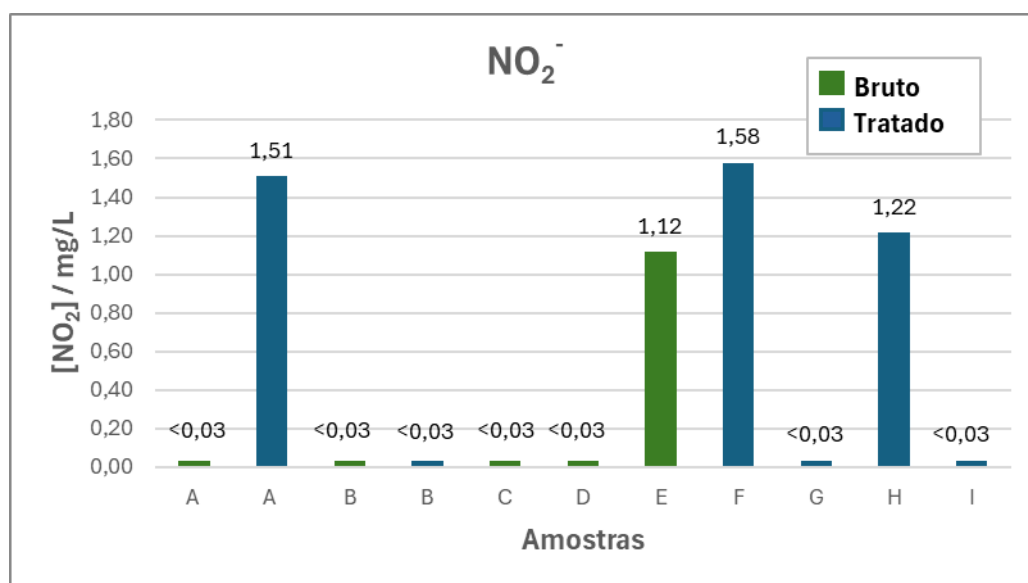
### Equação 3: Reação de Griess para a determinação de nitrito



Fonte: Adaptado de Váraldi *et al* (2019)<sup>38</sup>

Os resultados obtidos para íons nitrito são oriundos das mesmas amostras de efluentes brutos e tratados descritas anteriormente, sendo mostrados na Figura 4.

**Figura 4:** Concentrações de  $\text{NO}_2^-$  obtidas em amostras de efluente bruto e tratado pelo método da reação de Griess.



Fonte: Autor (2024)

O limite de quantificação do método foi determinado em  $0,03 \text{ mg L}^{-1}$ . Para a maioria das amostras, portanto, as concentrações de íons nitrito foram inferiores ao limite de quantificação.

Os efluentes tratados que apresentaram nitrito em concentrações mensuráveis foram das amostras de efluente tratado A, F e H, que podem ser provenientes do processo de nitrificação, assim como os nitratos. Isso ocorre porque o nitrito é formado primeiro no processo de oxidação da amônia, antes de se obter o nitrato, podendo ser um indicativo de que os efluentes têm um tratamento que utiliza o processo de nitrificação.

A única amostra de efluente bruto que apresentou nitrito quantificável foi a amostra E, sendo também o efluente bruto que apresentou a maior concentração de nitrato. Isso pode ser um indicativo de que a matéria orgânica presente na amostra pode já estar sofrendo o processo de oxidação da amônia, levando aos resultados obtidos.

#### 6.4 ANÁLISE DE DQO - FAIXA ALTA

Na realização do ensaio de DQO, tanto na etapa de preparo dos tubos quando na etapa de adição da amostra, ocorria aquecimento dos tubos de vidro, devido à reação dos reagentes e da amostra aquosa adicionada em uma solução ácida concentrada.

A coloração da solução dos tubos varia de alaranjado para verde, devido à redução do Cr (VI) para Cr (III). As diferentes colorações podem ser visualizadas na Figura 5, que representa as soluções de calibração preparadas para a faixa alta do método.

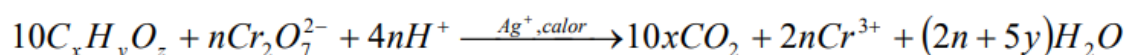
**Figura 5:** Soluções de calibração para determinação da DQO na faixa alta, com concentrações de 50 mg L<sup>-1</sup> a 1000 mg L<sup>-1</sup>, da esquerda para a direita.



Fonte: Autor (2024)

Na reação que ocorre na análise, o número de mol de dicromato de potássio reduzido representa o número de mol oxigênio consumido. A reação ocorrida é vista na Equação 4 a seguir.

**Equação 4:** Equação representativa da reação da análise de demanda química de oxigênio



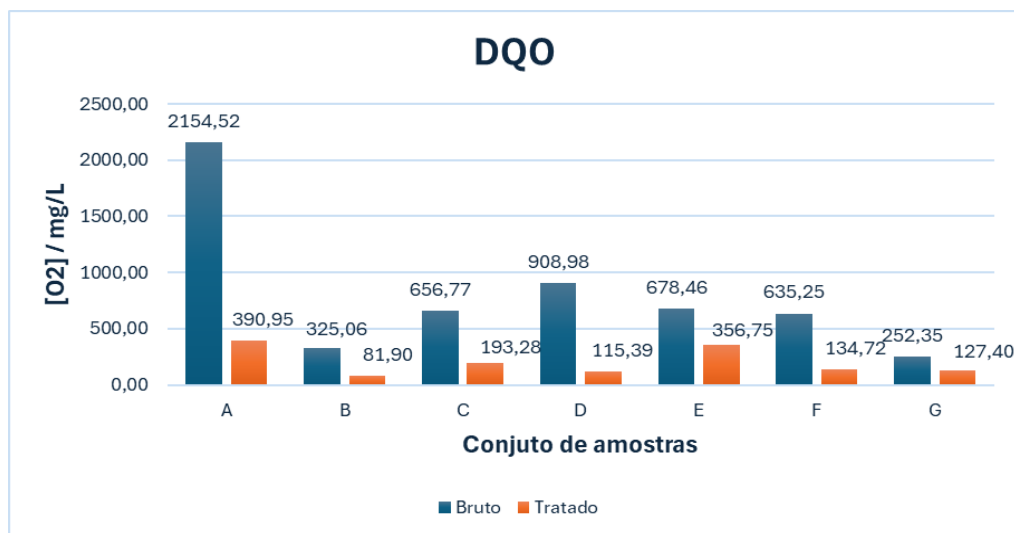
Onde:

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

**Fonte:** Zuccari *et al* (2005)<sup>22</sup>

Os íons cloreto são interferentes nessa análise, sendo possível ver quando amostras apresentam altas concentrações de cloreto quando eram pipetadas nos tubos e a solução ficava turva e com uma coloração esbranquiçada. O sulfato de mercúrio presente na solução é usado para remover íons cloreto pela formação do cloreto de mercúrio. Porém, em concentrações muito altas como em amostras de águas salinas, por exemplo, a concentração de mercúrio não seria suficiente para a remoção de interferência. As amostras com alta concentração de cloretos eram pré-tratadas colocando uma alíquota de amostra em um tubo de ensaio e adicionando pequena quantidade de sulfato de mercúrio, seguida por agitação. Com isso, era esperada a remoção do excesso de íons cloreto.

Os resultados apresentados são separados em conjuntos de amostras, nomeadas de A até G, sendo o conjunto composto do efluente bruto e o efluente tratado. Esses resultados se encontram na Figura 6.

**Figura 6:** Resultados de DQO para amostras de efluente bruto e tratado

Fonte: Autor (2024)

Para todas as amostras foram determinados valores de DQO no efluente bruto acima daqueles determinados nas amostras de efluentes tratados. Isso se deve ao fato de que o efluente bruto apresenta a carga de matéria orgânica que é descartada como rejeito, fazendo com que haja uma maior demanda de oxigênio para a oxidação completa da matéria orgânica existente na amostra. O tratamento reduz a concentração de matéria orgânica residual, o que faz com que a DQO diminua e se tenha uma menor demanda de oxigênio devido à maior concentração de oxigênio disponível no efluente.

O Estado de Santa Catarina define concentrações máximas de DQO para efluentes tratados através da resolução CONSEMA 189/2021<sup>39</sup>, sendo a concentração variada conforme a categoria da ETE, que é diferenciada pela sua vazão. As categorias são ETE 1, ETE 2 e ETE 3, tendo como limite máximo de DQO 210, 200 e 150 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente, diminuindo o limite conforme a vazão da ETE aumenta.

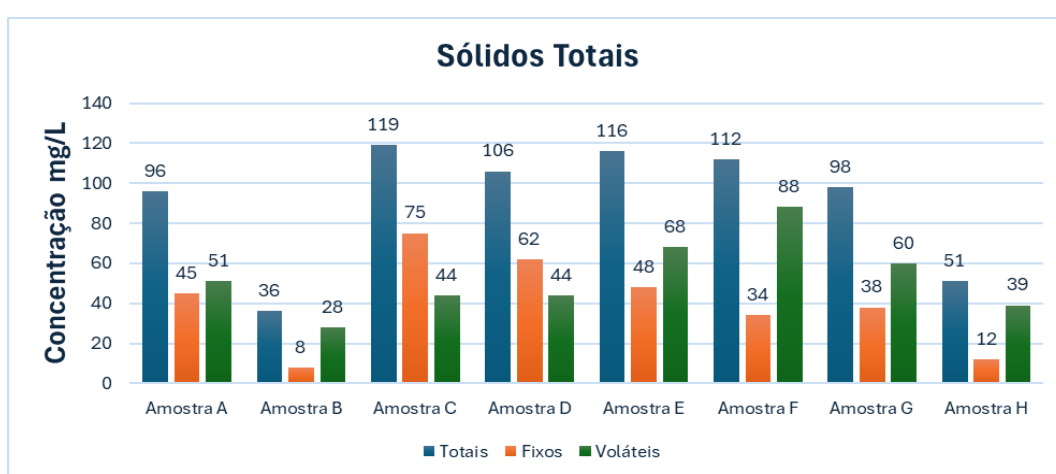
A partir dos resultados é possível afirmar que os efluentes tratados dos conjuntos B, D, F e G atendem o padrão de tratamento das três categorias de ETE, enquanto o conjunto C atende somente da ETE 1 e 2. Os efluentes tratados do conjunto A e E apresentaram valores superiores a 210 mg L<sup>-1</sup>, excedendo o limite máximo para as categorias estabelecidas.

## 6.5 SÓLIDOS TOTAIS

O resultado para sólidos totais corresponde ao somatório dos sólidos suspensos e dissolvidos, e suas parcela fixas e voláteis representam a parcela inorgânica e orgânica, respectivamente.

Os resultados na Figura 7 são referentes aos sólidos totais, fixos e voláteis de amostras de água doce que estão nomeadas de A até H.

**Figura 7:** Resultados de Sólidos Totais, nas frações fixas e voláteis, para amostras de água doce



**Fonte:** Autor (2024).

A partir dos resultados é possível observar que apenas nas amostras C e D os sólidos totais fixos apresentam uma fração maior que os voláteis, indicando que a composição em sua maioria é inorgânica. As demais amostras tiveram uma perda maior de sólidos fixos, indicando que a composição dos sólidos quantificados é volátil e de caráter mais orgânico.

## 6.6 SÓLIDOS SUSPENSOS

Os sólidos suspensos são referentes à parcela orgânica dos sólidos, sendo o que está em suspensão na amostra e o que fica retido em uma fibra de vidro após o processo de filtração.

Os resultados na Figura 8 são referentes aos sólidos suspensos totais, fixos e voláteis das mesmas amostras de água dos sólidos totais.

**Figura 8:** Resultados de Sólidos Suspensos Totais, nas frações fixas e voláteis, para amostras de água doce



**Fonte:** Autor (2024).

As amostras A, B, G e H não apresentaram resultados detectáveis para sólidos suspensos fixos, indicando que todo o sólido suspenso total é volátil e apresenta um caráter predominantemente orgânico.

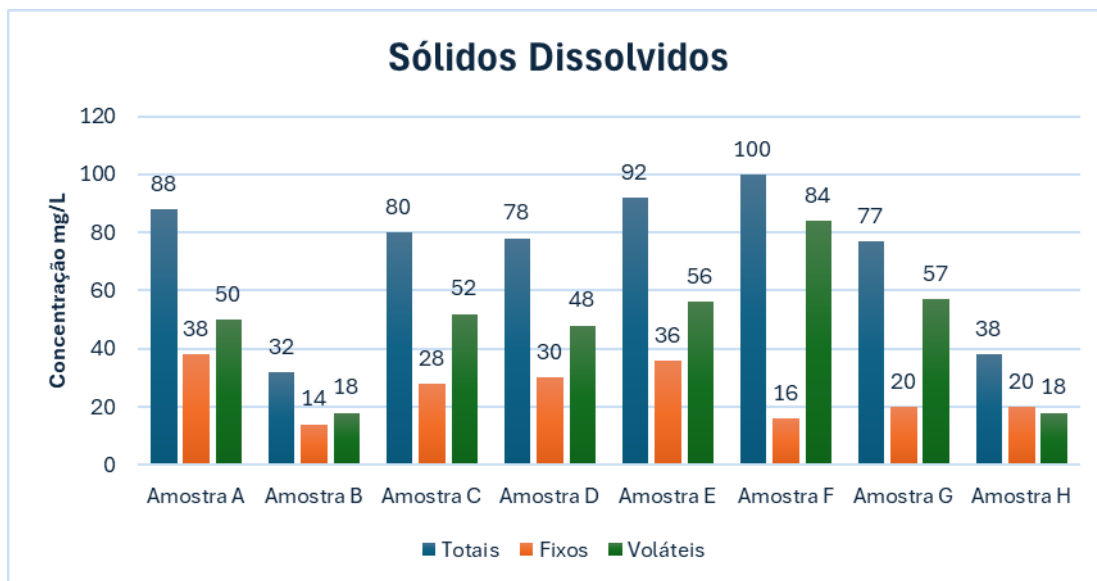
Os resultados das demais amostras mostram que a composição dos sólidos suspensos em sua maioria é orgânica, podendo ser atribuído a resíduos de vegetação, por exemplo, da região onde a amostra foi coletada.

## 6.7 SÓLIDOS DISSOLVIDOS

Os sólidos dissolvidos são referentes à parcela inorgânica dos sólidos, sendo o que está dissolvido na amostra, como sais minerais. Os sólidos quantificados são referentes à parcela de amostra filtrada em membrana de 0,45 µm, sendo retidos os sólidos em suspensão na membrana e ficando somente os de interesse da análise.

Os resultados na Figura 9 são referentes aos sólidos dissolvidos totais, fixos e voláteis das mesmas amostras de água dos sólidos totais e suspensos.

**Figura 9:** Resultados de Sólidos Dissolvidos Totais, nas frações fixas e voláteis, para amostras de água doce



**Fonte:** Autor (2024).

Os resultados para sólidos dissolvidos são maiores que o de suspensos, o que mostra que a maior parcela dos sólidos é composta de uma fração inorgânica. A soma dos resultados de sólidos dissolvidos com os suspensos resulta em valores próximos aos obtidos para sólidos totais, indicando resultados coerentes entre si.

Apesar de haver uma parcela significativa com caráter inorgânico, as concentrações de sólidos voláteis foram maiores, mostrando que boa parte dos sólidos dissolvidos é volatilizada na temperatura de 550 °C. Os resultados também indicam que as amostras são de água doce, visto que apresentaram valores concentrações de sólidos dissolvidos inferiores a 500 mg L<sup>-1</sup>, podendo se associar a baixos valores de salinidade e condutividade.

## 7 CONCLUSÃO

O monitoramento de efluentes e águas superficiais é crucial para garantir a qualidade e a minimização dos impactos causados pelo homem ao meio ambiente. Através de ensaios realizados por laboratórios acreditados é possível realizar esse tipo de monitoramento, podendo diagnosticar se o tratamento do efluente está atendendo a eficiência necessária ou se o corpo d'água que recebe o efluente tratado está sendo afetado de alguma maneira.

Os resultados obtidos para as amostras de efluentes para a série nitrogenada permitem observar o comportamento dos compostos de nitrogênio tanto em amostras brutas quanto tratadas, e qual a relação com a composição de matéria orgânica presente, podendo indicar a fase em que o processo oxidativo se encontra. Os parâmetros de nitrato e nitrito não são regulamentados para efluentes, porém, o de N-NH<sub>3</sub> sim, e três amostras excederam o limite máximo estabelecido. A análise de DQO indica a demanda de oxigênio causada pela presença de matéria orgânica na amostra, sendo observado de modo comparativo as amostras de entrada e saída de ETE, e obtendo resultados que indicam boas reduções de material orgânico dos efluentes. Por não se saber informações sobre a localidade de origem e categoria das ETE's, não é possível afirmar se estão atendendo ou não a legislação estadual.

Para as amostras de água doce, os resultados da série de sólidos se mostraram satisfatórios, permitindo uma noção da característica dos sólidos quantificados, indicando uma fração mais inorgânica. Todas as amostras comprovaram ser do tipo doce, resultando em valores baixos de sólidos dissolvidos, que em sua maioria representam os sais dissolvidos na água.

## 8 CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL

O estágio desenvolvido no laboratório Aquavita permitiu o conhecimento de uma das variadas áreas em que um profissional da química pode atuar, sendo possível conhecer e aprender sobre a rotina e demanda existentes em um laboratório acreditado pela ISO 17025, desenvolvendo ensaios principalmente para fins de monitoramento ambiental.

Durante esse período, a execução das atividades do estágio permitiu aplicar conhecimentos adquiridos durante o curso, assim como ver algumas teorias sendo aplicada na prática. O estágio trouxe um entendimento sobre as análises ali realizadas

como também como estão relacionadas e o que indicam sobre uma determinada amostra.

A realização do estágio permite o contato com questões de hierarquia, demanda e gestão de tempo, sendo pontos importantes para a formação profissional e que se tornam fundamentais quanto se tornar atuante no mercado de trabalho.

## 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/aceso-a-informacao/acoes-e-programas/cooperacao-internacional/agua-no-mundo#:~:text=Estima%2Dse%20que%2097%2C5,%25%20encontra%2Dse%20nos%20rios>. Acesso em: 20 out. 2024.
- <sup>2</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\\_wnload&id=18082](https://conama.mma.gov.br/index.php?option=com_sisconama&task=documento.do_wnload&id=18082). Acesso em: 20 out. 2024.
- <sup>3</sup>UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 4: o manejo dos recursos hídricos em condições de incerteza e risco**. Brasília: UNESCO, 2012. 17 p. Disponível em: [https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/rio\\_20/wwdr4-fatos-e-dados.pdf](https://www.icmbio.gov.br/educacaoambiental/images/stories/biblioteca/rio_20/wwdr4-fatos-e-dados.pdf). Acesso em: 20 out. 2024.
- <sup>4</sup>ARAÚJO, Renata R. de et al. **Água: tratamento, efluentes e lodos**. Tupã: Anap, 2015. 129 p. Disponível em: [https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib\\_top/Comite%20Rio%20Chapeco/Irani/Publicacoes/LIVRO---Agua-tratamento-efluentes-e-lodos.pdf](https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/Comite%20Rio%20Chapeco/Irani/Publicacoes/LIVRO---Agua-tratamento-efluentes-e-lodos.pdf). Acesso em: 20 out. 2024.
- <sup>5</sup>BELTRAME, Thiago Favarini *et al.* 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, jan.-abr. 2016.
- <sup>6</sup>VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 2. ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental – UFMG, 1996.
- <sup>7</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>8</sup>ABRAHÃO, Raphael. **Impactos do lançamento de efluentes na qualidade da água do riacho Mussurú**. 2006. Dissertação (Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.
- <sup>9</sup>FU, W. et al. Transcriptomics reveals the effect of ammonia nitrogen concentration on *Pseudomonas stutzeri* F2 assimilation and the analysis of *amtB* function. **Synthetic and Systems Biotechnology**, v. 8, n. 2, p. 262–272, 6 mar. 2023.
- <sup>10</sup>KUNZ, Airton *et al.* **Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato**. Concórdia: Sbera - Embrapa Suínos e Aves, 2019. 214 p.

<sup>11</sup>ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. The occurrence of nitrogen compounds in well water. **Revista de Saúde Pública**, v. 32, n. 2, p. 160–165, 1 abr. 1998.

<sup>12</sup>BRASIL. **Resolução CONAMA nº 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2011. Disponível em: [https://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/CONAMA\\_n.430.2011.pdf](https://www.suape.pe.gov.br/images/publicacoes/CONAMA_n.430.2011.pdf). Acesso em: 22 out. 2024.

<sup>13</sup>WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Nitrate and Nitrite in Drinking-water: background document for development of who guidelines for drinking-water quality**. Suíça: Who Press, 2016. 41 p. Disponível em: [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/nitrate-nitrite-background-jan17.pdf?sfvrsn=1c1e1502\\_4](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/wash-documents/wash-chemicals/nitrate-nitrite-background-jan17.pdf?sfvrsn=1c1e1502_4). Acesso em: 23 out. 2024.

<sup>14</sup>SAWYER, Clair N. *et al.* **Chemistry for Environmental Engineering and Science**. 5. ed. New York: McGraw-Hill, 2003. 768

<sup>15</sup>SPIRO, Thomas G.; STIGLIANI, William M. **Química Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2009. 337 p.

<sup>16</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>17</sup>E. LATVYTE *et al.* Rapid and Selective Quantitative Colourimetric Analysis of Nitrite in Water Using a S-Nitrosothiol Based Method. **Water Research X**, p. 100265–100265, 1 out. 2024.

<sup>18</sup>CHENG, S. *et al.* Fast and simultaneous detection of dissolved BOD and nitrite in wastewater by using bioelectrode with bidirectional extracellular electron transport. **Water Research**, v. 213, p. 118186–118186, 12 fev. 2022.

<sup>19</sup>TCHOBANOGLIOUS, George *et al.* **Wastewater Engineering: treatment and resource recovery**. 5. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2014. 2044 p.

<sup>20</sup>BRAILE, Pedro Marcio; CAVALCANTI, José Eduardo W. A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: CETESB, 1993.

<sup>21</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: 25 out. 2024.

<sup>22</sup>ZUCCARI, Marcia Lucia *et al.* Determinação da demanda química de oxigênio (DQO) em águas e efluentes por método colorimétrico alternativo. **Engenharia Agrícola Botucatu**, Botucatu, v. 20, n. 4, p. 69-82, jan. 2005.

- <sup>23</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>24</sup> WORSFOLD, Paul *et al.* **Encyclopedia of Analytical Science**. 2. ed. Oxford: Elsevier, 2005.
- <sup>25</sup> GHOSH, Supriya; SAHA, Soumik; BERA, Biswajit. Dynamics of total suspended solid concentrations in the lower Raidak river (Himalayan foreland Basin), India. **Advances In Space Research**, [S.L.], v. 71, n. 6, p. 2846-2861, mar. 2023.
- <sup>26</sup>ZHANG, X. *et al.* Remote sensing monitoring of total suspended solids concentration in Jiaozhou Bay based on multi-source data. **Ecological Indicators**, v. 154, p. 110513, 1 out. 2023.
- <sup>27</sup>SUN, Q. *et al.* Landsat observations of total suspended solids concentrations in the Pearl River Estuary, China, over the past 36 years. **Environmental Research**, p. 118461–118461, 1 fev. 2024.
- <sup>28</sup>BRAGA, E. DE A. S. *et al.* Classificação da água subterrânea com base nos sólidos totais dissolvidos estimado. **Águas Subterrâneas**, v. 35, n. 2, 10 jul. 2021.
- <sup>29</sup>FELIPPE, M. F.; ALMEIDA NETO, J. O. DE. Comparação de técnicas de obtenção de sólidos totais dissolvidos nas águas: contribuição para os estudos de desnudação geoquímica. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 20, n. 1, 2 jan. 2019.
- <sup>30</sup>PIVELI, Roque P. **Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos - Aula 5 - Características físicas das águas: cor, turbidez, sólidos, temperatura, sabor e odor**. [São Paulo], 26 p. Disponível em: <http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Fernando/leb360/Fasciculo%205%20-%20Caracteristicas%20Fisicas%20das%20Aguas.pdf>. Acesso em: 26 out. 2024
- <sup>31</sup>Skoog, D. A. *et al.* **Fundamentos de Química Analítica**, Editora Thomson, tradução da **8ª edição**, 2006.
- <sup>32</sup>SKOOG, D. A.; HOLLER, J. F.; CROUCH, S. R. **Principles of Instrumental Analysis**. 7. ed. Boston, Mass.: Cengage Learning, 2007.
- <sup>33</sup>PAVIA, Donald L. *et al.* **Introdução à espectroscopia**. 2. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2015. 734 p.
- <sup>34</sup>ROSA, Camilla L. *et al.* Construção de espectrofotômetro visível para fins didáticos. **Journal Of Exact Sciences**, Paraná, v. 21, n. 1, p. 20-25, jun. 2019.
- <sup>35</sup>RODRIGUES, A. F.. Método do INDOFENOL para determinação de nitrogênio em amostras de solo. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 12., Rio de Janeiro. **Anais [...]**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2004.
- <sup>36</sup> VON WOEDTKE, Thomas *et al.* Plasma-Liquid Interactions: chemistry and antimicrobial effects. **Nato Science For Peace And Security Series A: Chemistry and Biology**, [S.L.], p. 67-78, 23 dez. 2011.

<sup>37</sup>RAMOS, L. A.; CAVALHEIRO, C. C. S.; CAVALHEIRO, É. T. G. Determinação de nitrito em águas utilizando extrato de flores. **Química Nova**, v. 29, n. 5, p. 1114–1120, out. 2006.

<sup>38</sup>VÁRADI, L. et al. Evaluation of novel Griess-reagent candidates for nitrite sensing in aqueous media identified via molecular fingerprint searching. **RSC Advances**, v. 9, n. 7, p. 3994–4000, 25 jan. 2019.

<sup>39</sup>GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Resolução CONSEMA nº 189, de 04 de março de 2022**. Altera a Resolução CONSEMA nº 181, de 02 de agosto de 2021, que “Estabelece as diretrizes para os padrões de lançamento de efluentes” e a Resolução CONSEMA nº 182, de 06 de agosto de 2021, que “Estabelece as diretrizes para os padrões de lançamento de esgotos domésticos de sistemas de tratamento públicos e privados”. Florianópolis, SC: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável, 2022. Disponível em: <https://www.semae.sc.gov.br/download/resolucao-consema-no-189/>. Acesso em: 02 nov. 2024.

## 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) **GUILHERME DE SOUSA SERAFIM**, CPF n.: [REDACTED] número de matrícula da UFSC [REDACTED], realizou estágio **OBRIGATÓRIO** referente a disciplina **Estágio Supervisionado (QMC 5515)** no **Laboratório Físico Químico** entre o período de **01/08/2024 a 10/12/2024**, 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 n.: [REDACTED]

Atenciosamente,

AQUAVITA  
LABORATORIO DE  
ANALISES QUIMICAS E  
MICRO:20656089000156

Assinado de forma digital por  
AQUAVITA LABORATORIO DE  
ANALISES QUIMICAS E  
MICRO:20656089000156  
Dados: 2024.12.10 15:02:49 -0300

**AQUAVITA LABORATÓRIO**  
**CNPJ n.: 20.656.089/0001-56**

ANA PAULA GONCALVES  
BOHM:05006170905

Assinado de forma digital por ANA  
PAULA GONCALVES  
BOHM:05006170905  
Dados: 2024.12.10 15:03:01 -0300

**ANA PAULA GONÇALVES BÖHM**  
**CPF n.: [REDACTED]**