



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
CURSO DE BACHARELADO EM QUÍMICA TECNOLÓGICA

Bruno Rostirolla Zavarise

**Relatório de estágio supervisionado desenvolvido na Indústria Carbonífera Rio  
Deserto LTDA – RDLab Referência Laboratorial**

Florianópolis  
2024  
Bruno Rostirolla Zavarise

**Relatório de estágio supervisionado desenvolvido na Indústria Carbonífera Rio  
Deserto LTDA – RDLab Referência Laboratorial**

Relatório de estágio supervisionado submetido ao Departamento de química do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em química tecnológica.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Luiz Braga  
Supervisora: Gabriela Mensor Rocha

Florianópolis  
2024

Rostirolla Zavarise, Bruno

Relatório de estágio supervisionado desenvolvido na indústria carbonífera Rio Deserto LTDA - RD Laboratório / Bruno Rostirolla Zavarise ; orientador, Antonio Luiz Braga, coorientadora, Gabriela Mensor Rocha, 2024.

32 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Graduação em Química - Bacharelado, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Química - Bacharelado. 2. Fertilizante. 3. Foliar. 4. Fósforo. I. Luiz Braga, Antonio. II. Mensor Rocha, Gabriela. III. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Química - Bacharelado. IV. Título.

Bruno Rostirolla Zavarise

**Título:** Relatório de estágio supervisionado desenvolvido na indústria carbonífera Rio Deserto LTDA – RDLab Referência Laboratorial

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 Química

Florianópolis, 02 de 02 de 2024.

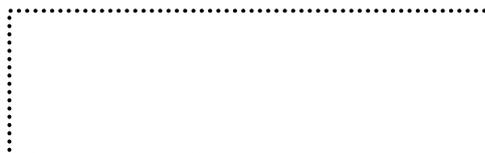


Prof. Miguel Soriano Balparda Caro  
Coordenador do Curso

**Banca examinadora**



Prof. Antonio Luiz Braga, Dr.  
Orientador



Prof. João Paulo Winiarski, Dr.  
Instituição Química/UFSC



Prof.(a) Luciano Vitali, Dr.  
Instituição Química/UFSC

Florianópolis, 2024.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus sinceros agradecimentos a todos que contribuíram para a conclusão deste trabalho. À minha família, pela constante demonstração de amor e apoio.

À UFSC, professor Braga e demais docentes, pelo compartilhamento de conhecimento, experiência e orientações valiosas que foram essenciais para a minha formação. Aos colegas de curso, pela troca de experiências e apoio mútuo ao longo dessa jornada.

À empresa Rio Deserto, agradeço pelas oportunidades proporcionadas durante o estágio. À Malu, Rosi, Mari, Gabi e Gustavo, expesso minha gratidão pelo companheirismo, auxílio e orientação essencial no desenvolvimento deste trabalho. Cada um de vocês contribuiu significativamente para o sucesso deste projeto.



## RESUMO

O estágio supervisionado foi realizado em parceria com a Indústria Carbonífera Rio Deserto LTDA, a primeira carbonífera de Santa Catarina com certificação nas três normas de gestão: ISO 9001 (Gestão de Qualidade), ISO 14001 (Gestão Ambiental) e ISO 45001 (Gestão de Saúde e Segurança Ocupacional). Pioneira também como Empresa Signatária do Movimento Nacional ODS Santa Catarina. A empresa tem foco na extração de carvão mineral e produção de recursos para fortalecimento vegetal e nutrição animal. O RDLab Referência Laboratorial, localizada em Urussanga/SC, unidade responsável pelas análises necessárias para produção, controle de qualidade e pesquisa e desenvolvimento. Para demonstrar um pouco das atividades realizadas no RDLab, neste trabalho, aplicou-se o método analítico instrumental quantitativo para a determinação de fósforo solúvel em água em fertilizantes de aplicação foliar, seguindo o Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos. Os resultados apresentados referem-se às análises realizadas nos fertilizantes e matérias-primas da Ragro Mineral Solutions, unidade do grupo Rio Deserto, acompanhados por uma breve revisão bibliográfica e metodológica.

**Palavras-chave:** Fertilizante; foliar; fósforo.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Imagem do RDLab Referência Laboratorial em Urussanga, SC. ....	11
<b>Figura 2.</b> Agitador personalizado semelhante ao tipo Wagner. ....	18
<b>Figura 3.</b> Em A uma amostra de fertilizante antes de homogeneizar e em B depois de agitar manualmente. Em C o agitador personalizado construído sob medida para agitar frascos de fertilizante. ....	24
<b>Figura 4.</b> A esquerda, filtração da solução-amostra de fertilizante (5.3.1 c). ....	24
<b>Figura 5.</b> A esquerda, Becker com mistura da etapa 5.3.1. e), após adição do “ <i>Quimociac</i> ”. A direita, Becker com a mistura da etapa 5.3.2. g), após adição do “ <i>Quimociac</i> ”. ....	24
<b>Figura 6.</b> A esquerda o cadinho após filtração (5.3.1. f) e a direita o mesmo após secagem (5.3.2. h). ....	25
<b>Figura 7.</b> Reação de oxidação do fosfito. ....	25
<b>Figura 8.</b> Becker com mistura da etapa 5.3.2. b) em aquecimento. ....	26

## LISTA DE EQUAÇÕES E TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Soluções extratoras e suas funções .....	16
<b>Tabela 2.</b> Dados obtidos das análises de fósforo solúvel em água em fertilizantes (F) e matérias-primas (G, H).....	27
<b>Tabela 3.</b> Média e desvio dos resultados apresentados na tabela 1. ....	27
<b>Eq. (1)</b> .....	17
<b>Eq. (2)</b> .....	25
<b>Eq. (3)</b> .....	26
<b>Eq. (4)</b> .....	27
<b>Eq. (5)</b> .....	28

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

ETE – Estação de Tratamento de Esgoto

ETA – Estação de Tratamento de Água

IMA – Instituto do Meio Ambiente

EPI – Equipamentos de Proteção Individual

CNA – Citrato Neutro de Amônio

## SUMÁRIO

RESUMO.....	8
LISTA DE FIGURAS .....	9
LISTA DE EQUAÇÕES E TABELAS.....	10
LISTA DE ABREVIATURAS.....	11
1. JUSTIFICATIVA .....	10
2. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO .....	11
3. REVISÃO DA LITERATURA.....	12
3.1. Fertilizantes.....	12
3.2. Fósforo .....	12
3.2.1. Adubação foliar .....	13
3.3. Regulamentação .....	14
3.4. Determinação de fósforo em fertilizante.....	15
3.5. Método gravimétrico.....	16
4. OBJETIVOS.....	17
4.1. Objetivo geral .....	17
4.2. Objetivos específicos .....	17
5. METODOLOGIA .....	17
5.1. Organização e controle .....	17
5.2. Equipamentos e vidrarias.....	18
5.2.1. Reagentes e soluções .....	19
5.3. Procedimento experimental.....	19
5.3.1. Fósforo solúvel em água.....	19
5.3.2. Fósforo solúvel em água em amostras contendo fosfito .....	20
5.4. Descarte de resíduos e segurança do trabalho.....	21
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	22
6.1. Organização do laboratório .....	22
6.2. Controle de qualidade .....	22
6.3. Fósforo solúvel em água.....	23
7. CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS .....	29
8. CONTRIBUIÇÃO DO ESTÁGIO À FORMAÇÃO PROFISSIONAL.....	30
9. REFERÊNCIAS .....	31



## 1. JUSTIFICATIVA

O bacharel em química tecnológica possui um amplo campo de atuação, podendo desenvolver, estudar e planejar operações industriais, conduzir e controlar processos de operações, tratar resíduos, desenvolver pesquisa, além de poder desempenhar cargos técnicos e realizar análises químicas, físico-químicas e de padronização.

Nesse contexto, destaca-se a importância do estágio supervisionado como ferramenta essencial para a finalização do ciclo de graduação e ganho de experiência profissional. A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) disponibiliza um conjunto de empresas parceiras para possibilitar a realização do estágio, entre elas a Indústria Carbonífera Rio Deserto LTDA – RDLab Referência Laboratorial, empresa escolhida para o desenvolvimento deste trabalho.

Durante o período de estágio, foi possível vivenciar diversos setores do laboratório, conduzir uma ampla gama de experimentos e participar das atividades laboratoriais rotineiras, onde se colocou em prática os conhecimentos adquiridos durante curso. Durante essa experiência, teve-se a oportunidade de interagir com profissionais experientes e altamente qualificados, o que resultou em um significativo enriquecimento do conhecimento e na expansão substancial da rede de contatos profissionais.

Essa imersão no cotidiano do químico proporcionou um entendimento mais aprofundado das demandas desse campo, assim como das competências fundamentais para se tornar um profissional destacado e progredir na trajetória profissional. Ademais, essa vivência contribuiu para a formulação de uma visão mais clara acerca dos passos necessários para avançar de forma bem-sucedida na carreira.

## 2. APRESENTAÇÃO DO LOCAL DE ESTÁGIO

Desde 1918, as empresas Rio Deserto têm desempenhado um papel fundamental na extração de carvão mineral, com um total de 16 unidades produtivas, administrativas e de pesquisa. A empresa tem diversificado suas atividades ao longo dos anos, abrangendo setores como a indústria carbonífera, florestamento e reflorestamento, metalurgia, agronegócio, entre outros.<sup>1</sup>

Situada na região Sul de Santa Catarina, as empresas Rio Deserto trazem consigo uma história marcada pelo empreendedorismo dos irmãos gêmeos João e Gabriel Zanette (*in memoriam*). Atualmente, a família Zanette, já na terceira geração, continua liderando a organização, mantendo viva a visão e os valores que impulsionaram seu sucesso.

*Ragro Mineral Solutions* é uma unidade da Rio Deserto, produtora de recursos para fortalecimento vegetal e nutrição animal, oferecendo soluções ao agronegócio.<sup>2</sup> Todos os seus produtos são desenvolvidos no RDLab Referência Laboratorial. Situada em Urussanga, Santa Catarina, integra o Grupo Rio Deserto e possui mais de quatro décadas de experiência em análises químicas e físico-químicas. Profissionais capacitados se dedicam à pesquisa, desenvolvimento e inovação, atendendo uma ampla clientela.<sup>3</sup>

Entre as amostras analisadas, incluem-se fertilizantes, carvão, argilominerais, produtos derivados do petróleo, águas provenientes de estações de tratamento de efluentes (ETE) e de estações de tratamento de água (ETA), além de desenvolvimento de novos produtos.



**Figura 1.** Imagem do RDLab Referência Laboratorial em Urussanga, SC.

### **3. REVISÃO DA LITERATURA**

#### **3.1. Fertilizantes**

Na agricultura, a eficácia dos fertilizantes desempenha um papel crucial no cultivo sustentável e na maximização da produção agrícola. Para que cresçam e se desenvolvam de maneira adequada e saudável, as plantas precisam de nutrientes. Entre os cerca de 17 minerais que são essenciais para as plantas, destacam-se os macronutrientes: nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio, magnésio.<sup>4</sup>

Os macronutrientes e micronutrientes são elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. A distinção entre eles reside na quantidade necessária, sendo os macronutrientes exigidos em g/kg, enquanto os micronutrientes em mg/kg. Ambos são vitais para garantir uma oferta equilibrada de nutrientes, assegurando a saúde e o crescimento adequado das plantas.<sup>4</sup>

Os fertilizantes minerais podem ser obtidos do solo, minas e rochas, podendo ser apenas processado fisicamente por moagem, lavagem do minério original ou produzidos pela indústria química. Uma das vantagens é que possuem concentração de nutrientes conhecida, o que permite quantificar com maior precisão a dose para atender as necessidades específicas das culturas agrícolas. Existem diversas classificações, entre elas os fertilizantes minerais simples, misto, complexo e organomineral.<sup>5</sup> O fosfato natural é uma fonte primária de fósforo mineral, geralmente extraído de depósitos de rochas fosfáticas.

#### **3.2. Fósforo**

O fósforo é um elemento de destaque, desempenha funções vitais em diversos processos biológicos. É fundamental na formação da clorofila e aumenta a capacidade da planta para absorver os elementos férteis do solo, uma vez que age no desenvolvimento radicular. Ele tem papel essencial na qualidade dos frutos e maturação das sementes, devendo ser mais utilizado em culturas com o objetivo de criação de raízes, aumento de floradas e frutificação e produção de sementes.<sup>6</sup>

Dentre os nutrientes vegetais, o fósforo é singular devido à sua apresentação em diversas formas químicas, que respondem de maneira variável a fatores como tipo de solo, clima, cultura e método de aplicação. Essa complexidade é em parte

atribuída à fixação do fósforo pelos óxidos e hidróxidos de ferro e alumínio, tornando-o muitas vezes inacessível para as plantas.<sup>7</sup>

A expressão do conteúdo de fósforo em percentual de  $P_2O_5$  é uma convenção da indústria de fertilizantes que facilita a comunicação, comparação e regulamentação dos produtos entre os produtores, distribuidores, agricultores e reguladores, embora a forma química real do fósforo nos fertilizantes possa variar<sup>8</sup>. A conversão da quantidade de fósforo em pentóxido de fósforo é estabelecida como  $P = P_2O_5 \times 0,436$  de acordo com a instrução normativa N° 39.<sup>9</sup>

Devido à forte demanda de fósforo na agricultura brasileira e à limitada produção de fertilizantes fosfatados no país, o Brasil figura como um significativo importador de rocha fosfática e fertilizantes associados. No ano de 2017, o país adquiriu aproximadamente 69% do fósforo utilizado em território nacional, conforme dados internacionais.<sup>8</sup>

### **3.2.1. Adubação foliar**

Diante dos crescentes custos dos fatores de produção e da incerteza climática na agricultura, a eficiência na aplicação de fertilizantes assume um papel crucial para uma produção agrícola mais eficaz. Agricultores buscam otimizar não apenas a quantidade, mas também os custos associados à aplicação de fertilizantes. No entanto, a eficácia das estratégias de fertilização com fósforo no solo pode ser limitada, uma vez que os fertilizantes reagem com elevados teores de alumínio, cálcio e ferro, formando compostos insolúveis que restringem a plena eficácia dessas práticas.<sup>10,11</sup>

A adubação foliar, por sua vez, representa uma técnica de fornecimento de nutrientes para as plantas por meio da aplicação direta de fertilizantes sobre as folhas. Nesse método, os nutrientes são absorvidos pela planta através dos estômatos e da cutícula foliar, sendo empregado quando a absorção de nutrientes pelas raízes está comprometida ou quando é necessário fornecer nutrientes de forma rápida e eficiente.<sup>12</sup>

Os fertilizantes utilizados geralmente são solúveis em água e podem conter diversos nutrientes essenciais, como nitrogênio, fósforo, potássio e micronutrientes. A aplicação é realizada por meio de pulverização para assegurar uma cobertura uniforme nas folhas. A eficácia é influenciada pela carga de sal, pH e composição de

nutrientes. Contudo, é crucial aderir às recomendações específicas de dosagem e aplicação para evitar problemas e assegurar benefícios nutricionais eficazes.

A adubação foliar, embora eficaz em determinadas circunstâncias, é uma prática complementar à adubação do solo, sendo empregada em situações específicas, como deficiência nutricional, estresse ambiental ou quando se busca uma resposta rápida da planta. Cabe ressaltar que, apesar de sua eficácia, a adubação foliar não substitui a necessidade de uma fertilização equilibrada no solo.<sup>10</sup>

### **3.3.Regulamentação**

O Ministério da Agricultura e Pecuária e Abastecimento (MAPA) possui diversas funções e responsabilidades essenciais para o setor agrícola brasileiro. Ele é responsável por formular políticas e regulamentações que visam promover o desenvolvimento sustentável da agricultura e pecuária, garantindo a segurança alimentar, a qualidade dos produtos agropecuários e a competitividade do setor no mercado nacional e internacional.<sup>13</sup>

O MAPA estabelece normas e regulamentos técnicos que determinam os métodos de análise e os critérios de qualidade para os diversos tipos de fertilizantes. Além disso, certifica laboratórios e instituições que realizam essas análises, garantindo a confiabilidade dos resultados. O Ministério também realiza fiscalizações periódicas para verificar o cumprimento das regulamentações por parte dos fabricantes e distribuidores de fertilizantes. As metodologias são adotadas pelos laboratórios da Rede Nacional de Laboratórios, incluindo os Lanagros e Laboratórios credenciados pela Coordenação Geral de Apoio Laboratorial – CGAL, da Secretaria de Defesa Agropecuária – DAS.<sup>14</sup>

O manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos apresenta procedimentos analíticos para avaliação da conformidade de fertilizantes e corretivos agrícolas em relação a teores de nutrientes e detecção de contaminantes químicos. Destinado à fiscalização pelos Laboratórios do MAPA e entidades credenciadas, seu uso em laboratórios privados é facultativo. Caso optem por procedimentos distintos, estes devem ser comprovadamente equivalentes e validados. O manual apresenta técnicas amplamente aceitas, algumas clássicas na Química Analítica, todas em conformidade com a legislação brasileira. Tais métodos

são, em essência, os mesmos métodos adotados globalmente por entidades reguladoras, com o mesmo propósito.<sup>14</sup>

### 3.4. Determinação de fósforo em fertilizante

No manual do MAPA as análises de fertilizantes e corretivos são divididas em 6 categorias, aplicados de acordo com a classificação e composição dos insumos, sendo elas:

**Tabela 1.** Capítulos do Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes e Corretivos do MAPA 2017.

<b>Capítulo I</b>	Análise de fertilizantes minerais destinados à aplicação via solo.
<b>Capítulo II</b>	Análise de fertilizantes minerais destinados à aplicação foliar, cultivo hidropônico, fertirrigação, aplicação via semente e das soluções para pronto uso.
<b>Capítulo III</b>	Análise dos fertilizantes orgânicos e organominerais destinados à aplicação via solo.
<b>Capítulo IV</b>	Análise dos fertilizantes orgânicos ou organominerais destinado à aplicação foliar, cultivo hidropônico, fertirrigação, aplicação via semente e das soluções para pronto uso.
<b>Capítulo V</b>	Análise dos corretivos de acidez.
<b>Capítulo VI</b>	Métodos complementares.

Cada capítulo apresenta algumas alternativas de análise, variando principalmente no método de extração. Geralmente para cada metodologia, são oferecidas duas opções de análise: o método gravimétrico “Quimociac” e o método espectrométrico do ácido molibdovanadofosfórico.

O método espectrométrico fundamenta-se no ataque químico fortemente ácido e a quente da amostra, visando extrair o seu conteúdo de fósforo. Em seguida procede-se à formação de um complexo colorido entre o fosfato e os reagentes vanadato e molibdato de amônio, de cor amarela, cuja absorvância é medida a 400-420nm. Teor expresso como  $P_2O_5$ .<sup>14</sup>

A análise de fósforo solúvel envolve o uso de diferentes soluções extratoras para determinar a quantidade de fósforo disponível para as plantas. Algumas das soluções mais comuns e suas funções incluem:<sup>15</sup>

Tabela 2. Soluções extratoras e suas funções.

<b>Água</b>	Extraí o fósforo solúvel em água presente no fertilizante. Indica a disponibilidade imediata do fósforo para as plantas.
<b>Ácido Cítrico a 2%</b>	Extraí o fósforo solúvel em água. Adequado para solos com diferentes características e pH, simulando as condições de solubilidade do fósforo no solo.
<b>Ácido Fórmico</b>	Extraí fósforo de fontes insolúveis em água. Útil para solos onde há presença de fontes de fósforo menos solúveis, melhorando a eficiência da extração.
<b>Ácido Cítrico a 2%</b>	Determina a solubilidade de fosfatos insolúveis em água. Especialmente útil para avaliar a eficiência de fontes de fósforo que não são prontamente solúveis.
<b>Solução de Citrato Neuto de Amônio (CNA)</b>	Avalia a solubilidade de fosfatos solúveis em citrato. Indicado para avaliar a disponibilidade de fósforo em solos ácidos.
<b>Solução de Resinas Aniônicas</b>	Avalia a quantidade de fósforo retido por resinas aniônicas, proporcionando uma visão da disponibilidade no solo. Usado em análises mais detalhadas da dinâmica do fósforo no solo.

Cada solução tem sua aplicação específica, e a escolha depende das características do solo e do tipo de fertilizante. A variedade de soluções permite uma análise abrangente da disponibilidade de fósforo, contribuindo para uma gestão mais eficiente da fertilidade do solo.

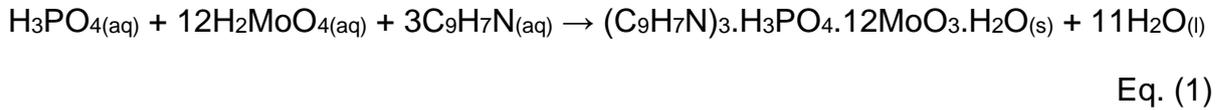
### 3.5. Método gravimétrico

No RDLab Referência Laboratorial é utilizado o método gravimétrico, este se baseia na solubilização do fósforo da amostra e na posterior precipitação do íon ortofosfato como fosfomolibdato de quinolina. A primeira etapa consiste em solubilizar o fósforo presente na amostra, ele precisa estar na forma de ortofosfato ( $\text{PO}_4^{-3}$ ). Para isso, é feita uma extração fortemente ácida, utilizando ácido clorídrico ou ácido nítrico para promover a oxidação ou hidrólise.<sup>14</sup>

O próximo passo é precipitá-lo como fosfomolibdato de quinolina, para isso é adicionado o reagente "Quimociac", que é uma solução de quinolina, molibdato e ácido cítrico, concebido por *Hoffman e Wiles (1963)*, isto é, "*quinoline, molybdate and citric acid*". Para evitar interferências de íons silicato e amônio, presentes em certos tipos de amostras, são adicionados ácido cítrico e acetona.<sup>16</sup>

Na preparação há um repouso de 24 horas para precipitar o fósforo, importante para evitar contaminação dos reagentes e outras impurezas, a acetona deve ser adicionada ao reagente após a filtração. Isso se deve à sua alta

concentração e ao seu poder de dissolver impurezas que poderiam ser precipitadas. A quantidade recomendada do reagente “Quimociac” é de 50 mL para um máximo de 25 mg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, o que é suficiente para a precipitação.<sup>14</sup>



Após a reação (Eq. (1)), o precipitado é filtrado e submetido à secagem a 250°C, resultando em um sólido amarelo anidro. O fósforo possui uma massa molar de 31 g/mol, enquanto o precipitado possui uma massa molar de 2213 g/mol, aproximadamente 72 vezes maior. Isso implica que 1g de fósforo presente na amostra geraria 72 g de precipitado, conferindo ao método uma boa sensibilidade a metodologia.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo geral

Revisar na literatura metodologias de determinação de fósforo em fertilizantes de aplicação via foliar. Demonstrar resumidamente a rotina laboratorial das atividades realizadas durante o período de estágio.

### 4.2. Objetivos específicos

- Analisar amostras de fertilizante;
- Limpeza do laboratório, vidrarias e frascos;
- Controle de qualidade de matérias-primas e produtos;
- Determinação de fósforo solúvel em fertilizante.

## 5. METODOLOGIA

### 5.1. Organização e controle

A organização e limpeza do laboratório fizeram parte da rotina do estágio, o qual é mantido limpo e organizado diariamente pelos membros da equipe, recebendo também uma limpeza abrangente em intervalos regulares. Dentro do laboratório é necessário colocar jaleco, luvas (nitrílicas e/ou térmicas) e óculos de

proteção laboratorial. Os almoxarifados e os equipamentos são limpos e organizados periodicamente. Ao entrar no laboratório existem pequenas atividades diárias que são necessárias, como, anotar temperatura das estufas e geladeiras, calibração do pHmetro, condutivímetro e medidor de oxigênio dissolvido, fazer a aferição de todas as balanças, guardar vidrarias secas, e limpar as bancadas. Somente após isso são iniciadas as demais atividades.

## 5.2. Equipamentos e vidrarias

Equipamentos utilizados para análise de fósforo solúvel em água em fertilizantes:

- Bomba de vácuo – Biomec ECO-260 Lab/BC ;
- Balança analítica – Ohaus Modelo PR224BR/E;
- Chapa Aquecedora de Alumínio – Quimis Q313A;
- Fornos para Cerâmica 1300 °C – Fornos Jung Ltda;
- Cadinho *Gooch Schott* de 30 mL com porosidade média-fina (16 a 40  $\mu\text{m}$ );
- Papel filtro faixa branca;
- Becker, 250mL;
- Balão volumétrico, 250 mL;
- Pipetas, 10mL;
- Kitasato, 1L;



**Figura 2.** Agitador personalizado semelhante ao tipo Wagner.

Foi utilizado um agitador rotativo semelhante ao tipo Wagner (**Figura 2**) feito sob medida para suportar os frascos de fertilizante de 1, 5 e 10 litros. Este foi fabricado pela Metalpasso Industria e Comercio LTDA.

### 5.2.1.

### 5.2.2. Reagentes e soluções

Nos procedimentos foram utilizados os seguintes reagentes de padrão analítico e suas respectivas marcas:

- Ácido Clorídrico (HCl) 37% p.a. – Supelco;
- Ácido Nítrico (HNO<sub>3</sub>) 65% p.a. – Química Moderna;
- Molibdato de Sódio di-hidratado (Na<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>.2H<sub>2</sub>O) p.a. – Neon;
- Ácido Cítrico cristalizado (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>.H<sub>2</sub>O) p.a. – Neon;
- Quinolina (C<sub>9</sub>H<sub>7</sub>N) p.a. – Sigma-Aldrich;
- Acetona (C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O) p.a – Química Moderna.

### 5.3. Procedimento experimental

A solução “Quimociac” foi preparada dissolvendo 70 g de molibdato de sódio em 150 mL de água destilada. Em seguida, dissolver 60 g de ácido cítrico cristalizado em uma mistura de 85 mL de ácido nítrico concentrado e 150 mL de água. Esfriar e adicionar aos poucos, com agitação, a solução de molibdato à mistura de ácido cítrico e nítrico. Dissolver 5 mL de quinolina, em uma mistura de 35 mL de ácido nítrico e 100 mL de água. Adicionar esta solução, aos poucos, à solução de molibdato, ácido cítrico e nítrico. Homogeneizar e deixar em repouso durante 24 horas. Filtrar, adicionar 280 mL de acetona, completar a 1 L com água e homogeneizar. Guardar esta solução em frasco de polietileno.<sup>14</sup>

#### 5.3.1. Fósforo solúvel em água

- a) Homogeneizar o fertilizante líquido no agitador por 5 minutos;
- b) Pesar de 1,000 grama (G) de amostra e transferir para um balão volumétrico de 100 mL. Completar o volume com água, homogeneizar e deixar em repouso por 15 minutos;
- c) Filtrar em papel filtro faixa branca, para obter a solução amostra, lavar com pequenas porções sucessivas de água tendo o cuidado de promover a suspensão da amostra e de adicionar nova porção somente após a anterior ter passado completamente. Se o filtrado apresentar turbidez, adicionar ao

mesmo 1 a 2 mL de ácido nítrico concentrado. Caso não seja obtido filtrado isento de partículas sólidas em suspensão, recorrer à centrifugação do extrato aquoso ou à filtração a vácuo;

- d) Pipetar uma alíquota (A) de 10 mL da solução-amostra e transferir para um béquer de 250 mL, diluindo com água até 50 mL. Acrescentar 10 mL de ácido nítrico (1+1) e ferver suavemente por 10 minutos;
- e) Diluir a 100 mL com água e adicionar com cuidado 50 mL do reagente “Quimociac”. Ferver por 1 minuto dentro da capela;
- f) Esfriar até temperatura ambiente, agitando 3 a 4 vezes durante o resfriamento. Filtrar sob ação de vácuo no cadinho nº 3, previamente seco e pesado ( $P_1$ ) por 30 minutos a  $240 \pm 10$  °C. Lavar o precipitado com 5 porções de 25 mL de água, tendo cuidado de adicionar cada porção após a anterior ter passado completamente;
- g) Secar por 30 minutos a  $240 \pm 10$ °C. Deixar esfriar em dessecador por 30 minutos e pesar ( $P_2$ ) o precipitado de fosfomolibdato de quinolina.

### **5.3.2. Fósforo solúvel em água em amostras contendo fosfito**

- a) Homogeneizar o fertilizante líquido no agitador por 5 minutos;
- b) Pesar de 1,0 grama (G) de amostra e transferir para um balão volumétrico de 100 mL. Completar o volume com água, homogeneizar e deixar em repouso por 15 minutos;
- c) Filtrar em papel filtro faixa branca, para obter a solução amostra, lavar com pequenas porções sucessivas de água tendo o cuidado de promover a suspensão da amostra e de adicionar nova porção somente após a anterior ter passado completamente; proceder à extração até obter um volume de quase 250 mL. A extração deve estar completa em 1 hora, caso contrário, usar vácuo no final da extração. Se o filtrado apresentar turbidez, adicionar ao mesmo 1 a 2 mL de ácido nítrico concentrado. Caso não seja obtido filtrado isento de partículas sólidas em suspensão, recorrer à centrifugação do extrato aquoso ou à filtração a vácuo;
- d) Pipetar uma alíquota (A) de 10 mL da solução-amostra e transferir para um béquer de 250 mL, diluindo com água até 50 mL. Acrescentar 30 mL de ácido nítrico e 5 mL de ácido clorídrico concentrados e promover a fervura vigorosa da mistura até reduzir o volume a cerca de 2-3 mL;

- e) Após esfriar, adicionar aproximadamente 50 mL água e adicionar 10 mL de ácido nítrico (1+1). Ferver suavemente por 10 minuto dentro da capela;
- f) Ajustar o volume a aproximadamente 100 mL pela adição de água e aquecer até o início da ebulição;
- g) Adicionar, com cuidado, 50 mL do reagente “Quimociac” e ferver durante 1 minuto, dentro da capela;
- h) Esfriar até temperatura ambiente, agitando 3 a 4 vezes durante o resfriamento. Filtrar sob ação de vácuo no cadinho nº 3, previamente seco e pesado ( $P_1$ ) por 30 minutos a  $240 \pm 10$  °C. Lavar o precipitado com 5 porções de 25 mL de água, tendo cuidado de adicionar cada porção após a anterior ter passado completamente;
- i) Secar por 30 minutos a  $240 \pm 10$ °C. Deixar esfriar em dessecador por 30 minutos e pesar ( $P_2$ ) o precipitado de fosfomolibdato de quinolina.

#### **5.4. Descarte de resíduos e segurança do trabalho**

Todo e qualquer procedimento realizado no laboratório necessita da utilização de todo equipamento de proteção individual (EPI) (luvas, jaleco, óculos de proteção e eventualmente máscara), capela de exaustão para direcionar os gases e vapores para fora do laboratório. Barrilha e ácido clorídrico diluído são indicados em lugares de destaque para neutralizar ácido/base em caso de derramamento/acidentes pequenos. O laboratório é equipado com saídas de emergência, extintores de incêndio e chuveiros de emergência com lava olhos em caso de qualquer acidente.

No laboratório os resíduos químicos sólidos são descartados em latões e os líquidos são em bombonas. A coleta é feita pela RAC Saneamento<sup>17</sup>, que ocorre em intervalos de 15 dias. Este procedimento assegura o posterior descarte e tratamento apropriado desses materiais, em conformidade com as diretrizes estabelecidas pelo Instituto do Meio Ambiente - IMA.

## **6. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **6.1. Organização do laboratório**

Dentro do laboratório existem três almoxarifados, um destinado às matérias-primas e produtos a serem analisados, organizados em prateleiras por ordem numérica de registro, contendo informações como registro, nome, lote e data de fabricação. Ao finalizar a análise de matérias-primas e produtos de lotes diferentes, os mesmos são armazenados em um armário separado, juntamente com uma pequena amostra, designada como contra amostra, com o intuito de atender a possíveis necessidades futuras, como em situações de questionamentos, ao longo de um período de dois anos.

Reagentes controlados pela Polícia Federal são armazenados em um almoxarifado fechado com chave.<sup>18</sup> Também há uma geladeira para guardar amostras de águas da ETE/ETA enquanto estão sendo analisadas. Após validação e envio dos resultados estes são descartados.

Todos os dados de análises e registros de amostras são feitos em um programa interno denominado RDLab, contendo aproximadamente 87.000 registros de amostras no laboratório químico e 248.000 no laboratório de carvão.

### **6.2. Controle de qualidade**

Cada lote de matéria-prima recebida pela empresa é identificado e submetido a um controle de qualidade interno. A verificação envolve assegurar a conformidade de todos os dados presentes no rótulo com as informações fornecidas na ficha técnica. São realizadas análises conforme os métodos analíticos oficiais para fertilizantes delineados no Manual do MAPA 2017,

Conforme estabelecido pela Instrução Normativa Nº 39 do MAPA<sup>9</sup>, que regula a legislação para matérias-primas e fertilizantes. Caso haja alguma não conformidade, é necessário abrir um registro formal de não conformidade junto ao fornecedor. Somente após isso a matéria-prima é liberada para o uso nas produções.

Os fertilizantes possuem uma validade de dois anos a partir da data de fabricação, e devem ser armazenados adequadamente em recipientes adequados, protegidos da luz, do calor e da umidade. Uma amostra de cada lote é armazenada

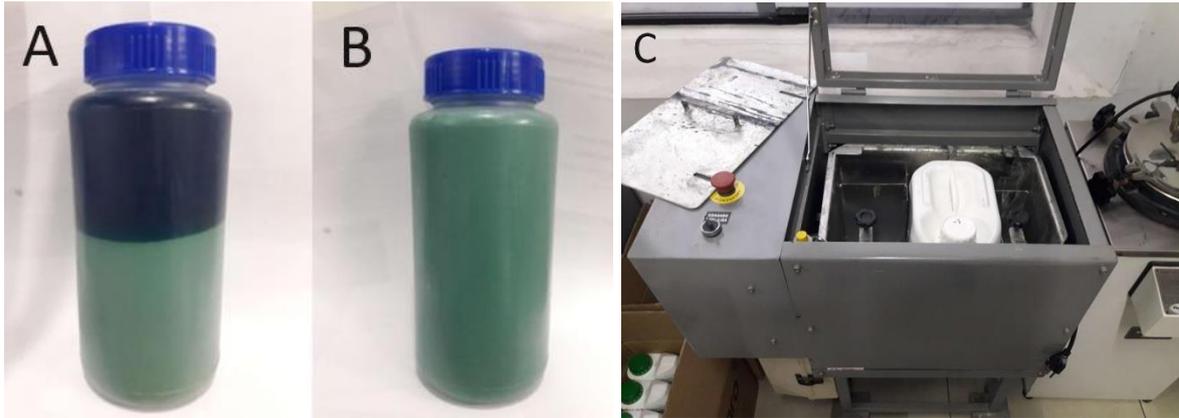
em uma prateleira submetida a análises de estabilidade a cada três meses, para verificar se o produto que está em estoque atende aos padrões de qualidade exigidas.

A estabilidade de um fertilizante é a capacidade que ele tem de conservar suas propriedades e características originais, desde o momento que foi fabricado até o final de sua validade. A estabilidade é um indicador da qualidade do produto pois garante que ele não sofra alterações físicas, químicas e biológicas que possam comprometer sua eficácia. As análises de teste de estabilidade são as mesmas análises feitas após produção do mesmo, mas em um período de 3 em 3 meses.

### **6.3. Fósforo solúvel em água**

Os resultados aqui expostos são referentes às análises realizadas no RDLab Referência Laboratorial, sendo que as amostras de fertilizante foram obtidas da *Ragro Mineral Solutions*. O experimento refere-se à extração do fósforo da amostra solúvel em meio aquoso, precipitando o íon ortofosfato como fosfomolibdato de quinolina, o qual é filtrado, secado e pesado a fim de determinar a quantidade de fósforo. Devido ao termo de confidencialidade que foi estabelecido no início do estágio, as amostras não serão especificadas.

Foi realizada a análise do fósforo solúvel em água de 5 fertilizantes da mesma marca e lotes diferentes. Esse método de extração em água é adequado, pois o fertilizante é líquido e de aplicação foliar, contendo fósforo de fácil solubilidade e rápida absorção pelas folhas. Antes de coletar uma alíquota é necessário homogeneizá-lo, para isso, utilizamos um agitador personalizado que gira o recipiente (1, 5 ou 10 L) lentamente por 5 minutos. Para visualizar a relevância desse procedimento (**Figura 3**), depositamos o fertilizante em um recipiente transparente, permitindo um repouso de 1 dia. Após agitação manual por 1 minuto, o fertilizante alcança uma homogeneidade consistente.



**Figura 3.** Em **A** uma amostra de fertilizante antes de homogeneizar e em **B** depois de agitar manualmente. Em **C** o agitador personalizado construído sob medida para agitar frascos de fertilizante.

Após filtração em papel filtro de faixa branca (**Figura 4**), obteve-se um filtrado límpido, o qual foi coletado uma alíquota de 10 mL e transferido para um Becker. Na etapa **5.3.2. e**), após adicionar o reagente “Quimociac”, observa-se o aparecimento do precipitado amarelado característico do fosfomolibdato de quinolina (**Figura 5**).

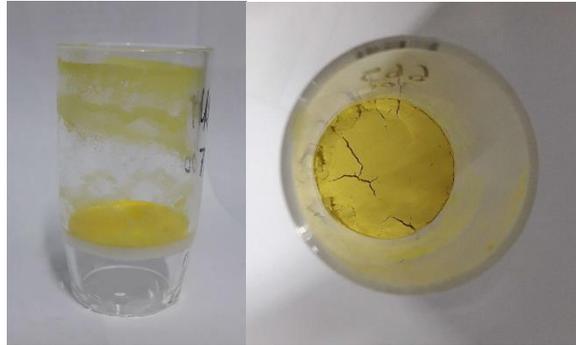


**Figura 4.** A esquerda, filtração da solução-amostra de fertilizante (**5.3.1 c**).



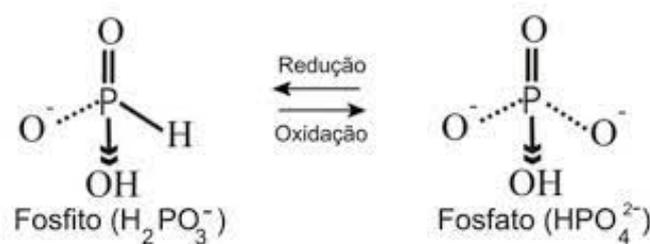
**Figura 5.** A esquerda, Becker com mistura da etapa **5.3.1. e**), após adição do “Quimociac”. A direita, Becker com a mistura da etapa **5.3.2. g**), após adição do “Quimociac”.

Posteriormente, realiza-se a filtragem e secagem em um cadinho *Gooch Schott* (**Figura 6**), obtendo assim o fosfomolibdato de quinolina anidro. Ao ser retirado da mufla a 250 °C, o cadinho é colocado no dessecador até atingir a temperatura ambiente para que a pesagem seja efetuada.



**Figura 6.** A esquerda o cadinho após filtração (5.3.1. f) e a direita o mesmo após secagem (5.3.2. h).

Apesar de não ser exigido em legislação, é realizado a distinção entre fosfato e fosfito para controle interno. Para o procedimento em amostras contendo fosfito (derivado do ácido fosforoso,  $\text{H}_3\text{PO}_3$ ) é necessária uma etapa com uma mistura de ácidos mais fortes para promover a oxidação do fosfito a fosfato (derivado do ácido fosfórico,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ), conforme **Figura 7**. Neste procedimento o teor de  $\text{P}_2\text{O}_5$  (%m/m) expressa a quantidade total de fósforo na forma de fosfato e fosfito. Para fazer a distinção entre eles, basta subtrair o resultado das duas análises.<sup>14</sup>



**Figura 7.** Reação de oxidação do fosfito.

$$\text{P}_2\text{O}_5 \text{ (fosfito)} = \text{P}_2\text{O}_5 \text{ (fosfato + fosfito)} - \text{P}_2\text{O}_5 \text{ (fosfato)} \quad \text{Eq. (2)}$$

Durante o processo de oxidação há o aparecimento de uma coloração alaranjada e formação de gás castanho (**Figura 8**), característico do dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ). Este é formado pela desidratação do ácido nítrico em alta

temperatura, outra alternativa é a redução do ácido nítrico concentrado por metais, como o cobre que está presente nos fertilizantes.<sup>19</sup> Na **Figura 5** é possível visualizar que a etapa extra de oxidação proporcionou uma quantidade maior do precipitado.



**Figura 8.** Becker com mistura da etapa 5.3.2. b) em aquecimento.

Para calcular o percentual de fósforo, expresso como  $P_2O_5$  (%m/m), substitui-se os valores na equação Eq. (3):

$$P_2O_5 \text{ (\% m/m)} = 3,207 \cdot (P_2 - P_1) \cdot V / (A \cdot G) \quad \text{Eq. (3)}$$

Onde:

- $P_1$  = peso inicial do cadinho previamente seco, em gramas
- $P_2$  = peso do cadinho + precipitado, em gramas
- $V$  = volume do balão volumétrico utilizado para preparação da solução-amostra, em mL
- $A$  = volume da alíquota tomada do extrato, em mL
- $G$  = massa inicial da amostra, em gramas

Os resultados obtidos estão sumarizados na **Tabela 3**, no qual  $m_p$  é a massa do precipitado seco ( $P_2 - P_1$ ) e  $d$  é a densidade. Também foram analisados dois tipos diferentes de matérias-primas denominados por **G** e **H**, ambos contêm apenas fosfito em sua formulação. Em todas as análises foram utilizados um balão volumétrico de 100 mL e retirado uma alíquota de 10 mL.

**Tabela 3.** Dados obtidos das análises de fósforo solúvel em água em fertilizantes (F) e matérias-primas (G, H).

Amostra	Método	P1	P2	m <sub>p</sub>	G	d (g/mL)	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (m/m)	g/L	% P
F1	5.3.1	26,5690	26,7413	0,1723	1,0000		5,52	72,31	2,41
	5.3.2	27,4580	27,8658	0,4078	1,0000	1,31	13,08	171,35	5,70
	Fosfito	-	-	-	-		7,56	99,04	3,30
F2	5.3.1	24,2000	24,3695	0,1695	1,0193		5,33	69,82	2,32
	5.3.2	32,3373	32,7995	0,4622	1,0419	1,31	14,23	186,41	6,20
	Fosfito	-	-	-	-		8,90	116,59	3,88
F3	5.3.1	24,1976	24,3728	0,1752	1,0478		5,36	71,29	2,34
	5.3.2	24,1257	24,5556	0,4299	1,0478	1,33	13,16	175,03	5,74
	Fosfito	-	-	-	-		7,80	103,74	3,40
F4	5.3.1	32,3405	32,5009	0,1604	1,0031		5,13	67,20	2,24
	5.3.2	24,2058	24,6258	0,4200	1,0031	1,31	13,43	175,93	5,86
	Fosfito	-	-	-	-		8,30	108,73	3,62
F5	5.3.1	32,3401	32,5065	0,1664	1,0379		5,14	68,36	2,24
	5.3.2	24,2039	24,6565	0,4526	1,0379	1,33	13,98	185,93	6,10
	Fosfito	-	-	-	-		8,84	117,57	3,85
G1		24,1938	25,8622	1,6684	1,0233	1,30	52,29	679,77	22,80
G2		32,3478	33,9851	1,6373	1,0015	1,30	52,43	681,59	22,86
G3	5.3.2	31,8819	33,5553	1,6734	1,0019	1,30	53,56	696,28	23,35
G4		32,4125	34,0636	1,6511	1,0041	1,30	52,73	685,49	22,99
G5		24,2013	25,8834	1,6821	1,0050	1,30	53,68	697,84	23,40
H1		26,8793	27,4941	0,6148	1,0118	1,33	19,49	259,22	8,50
H2		21,0023	21,6269	0,6246	1,0012	1,30	20,01	260,13	8,72
H3	5.3.2	24,2069	24,8714	0,6645	1,0407	1,30	20,48	266,24	8,93
H4		38,4569	39,1258	0,6689	1,0016	1,30	21,42	278,46	9,34
H5		21,4646	22,1313	0,6667	1,0000	1,30	21,38	277,94	9,32

**Tabela 4.** Média e desvio dos resultados apresentados na tabela 1.

Amostra	Método	% P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (m/m)	Desvio %	g/L	Desvio %
F	5.3.1	5,30 ± 0,15	3,09	69,80 ± 1,86	2,98
	5.3.2	13,58 ± 0,45	3,74	178,93 ± 6,11	3,82
	Fosfito	8,28 ± 0,54	7,26	109,13 ± 7,18	7,36
G	5.3.2	52,94 ± 0,58	1,22	688,19 ± 7,49	1,22
H	5.3.2	20,56 ± 0,76	4,12	268,40 ± 8,36	3,48

Apesar de não ser muito utilizada, é possível fazer a conversão da porcentagem de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> em P, aplicando a seguinte equação:

$$P = P_2O_5 \cdot 0,436 \quad \text{Eq. (4)}$$

No relatório de análise do laboratório, os resultados são apresentados em g/L e % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, para fazer a conversão utiliza-se a densidade conforme a equação:

$$P \text{ (g/L)} = 1000 \text{ mL} \cdot d \cdot \% \text{ P}_2\text{O}_5 / 100 \quad \text{E}$$

q. (5)

Onde:  $d$  = densidade, em g/mL  
 $\% \text{ P}_2\text{O}_5$  = percentual de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

Para os fertilizantes analisados, o valor médio de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total e de fosfato é 13,58 ± 0,45 e 5,30 ± 0,15 (% m/m), respectivamente (

Tabela 4). Este produto está de acordo com o parâmetro estabelecido pela empresa, de no mínimo 5% de fosfato.

As matérias-primas seguem a Instrução Normativa N° 39, que estipula o valor mínimo de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(% m/m). Para **G (Tabela 4)** a média foi de 52,94 ± 0,58 (% m/m), satisfazendo o requisito mínimo de 52 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Já em relação ao **H**, é estipulado um mínimo de 7% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> oriundo exclusivamente do fosfito, a média foi de 20,56 ± 0,76 (% m/m). Ambos demonstraram plena conformidade com a legislação vigente.

Entre os diferentes lotes analisados, observou-se uma consistente homogeneidade nos percentuais de fósforo, indicando uma estabilidade significativa ao longo das diferentes amostras. Essa constância fortalece a confiabilidade dos resultados obtidos, destacando a consistência da metodologia e do produto ao longo do processo produtivo.

## 7. CONCLUSÃO E PERSPECTIVAS

Dentre os diversos experimentos realizados no RDLab Referência Laboratorial, destaca-se aqui a análise de fósforo solúvel em água em fertilizantes de aplicação foliar, o qual foi feito uma breve revisão bibliográfica afim de compreender as características básicas e necessidades para produção e análise em laboratório. Os parâmetros químicos citados foram analisados a partir de fertilizantes produzidos pela *Ragro Mineral Solutions*, os resultados obtidos foram satisfatórios, atendendo a legislação em vigor.

A experiência de trabalhar neste local foi de suma importância para carreira profissional do estagiário, agregando maior capacitação e confiança para atuar em laboratórios de análise química e físico-química. Os benefícios não se limitam apenas a bagagem profissional, mas também as novas conexões com queridos colegas de trabalho.

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

O estágio na RDLab Referência Laboratorial proporcionou uma experiência profissional abrangente e uma introdução ao mercado de trabalho no setor de química. Os conhecimentos adquiridos durante a graduação foram aplicados de maneiras diversas, desde fundamentos teóricos até habilidades críticas para abordar desafios diários.

Na empresa, foi possível explorar diferentes setores do laboratório, conduzir uma ampla variedade de experimentos e participar ativamente das rotinas laboratoriais. A interação com profissionais experientes resultou em um enriquecimento substancial do conhecimento e na expansão significativa da rede de contatos profissionais. A imersão no ambiente químico cotidiano proporcionou uma compreensão mais profunda das demandas da área, destacando as competências essenciais para tornar-se um profissional bem-sucedido. Essa vivência também contribuiu para a formulação de uma visão mais clara sobre os passos necessários para avançar na carreira de maneira assertiva.

## 9. REFERÊNCIAS

- (1) Relatório de sustentabilidade da Rio Deserto, 2022. Disponível em: <<https://www.riodeserto.com.br/uploads/relatorios/relatorio-de-sustentabilidade-2022.pdf>> Acesso em: 08 de out. de 2023.
- (2) Ragro Mineral Solutions. Disponível em: <[www.ragro.com.br](http://www.ragro.com.br)> Acesso em: 08 de out. de 2023.
- (3) RDLab referência laboratorial. Disponível em: <<https://rdlab.com.br/>> Acesso em: 08 de out. de 2023.
- (4) Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/8A79657EA91F52F483257AA10060FACB/\\$FILE/Encarte-118.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/8A79657EA91F52F483257AA10060FACB/$FILE/Encarte-118.pdf)> Acesso em: 20 de nov. de 2023.
- (5) MENDONÇA, Ana Karoline Miranda. Revisão Sobre Mistura de Fertilizantes, Geração e Alternativas de Minimização de Finos. 2023. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação Em Engenharia Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.
- (6) Kulcheski, F. R.; Côrrea, R.; Gomes, I. A.; De Lima, J. C.; Margis, R. NPK Macronutrients and microRNA Homeostasis. *Front. Plant Sci.* **2015**, 6. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00451>.
- (7) Fósforo e potássio exigem manejos diferenciados. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Fertilidade04.pdf>> Acesso em: 10 de out. 2023.
- (8) Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá; Borges, A. L., Ed.; Embrapa: Brasília, DF, 2021.
- (9) INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 39, DE 8 DE AGOSTO DE 2018. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-39-2018-fert-minerais-versao-publicada-dou-10-8-18.pdf>> Acesso em 20 de out. de 2023.
- (10) Noack, S. R.; McBeath, T. M.; McLaughlin, M. J. Potential for Foliar Phosphorus Fertilisation of Dryland Cereal Crops: A Review. *Crop Pasture Sci.* **2010**, 61 (8), 659. <https://doi.org/10.1071/CP10080>.
- (11) Vilar, C. C.; Vilar, F. C. M. COMPORTAMENTO DO FÓSFORO EM SOLO E PLANTA. *Rev. Campo Digit.* **2013**, 8 (2).
- (12) Adubo foliar: entenda o que é e quando utilizar. Disponível em: <<https://nutricaodesafras.com.br/adubo-foliar-principios-e-praticas>> Acesso em: 10 de out. de 2023.
- (13) Ministério da agricultura e pecuária. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br>> Acesso em: 25 de nov. de 23.
- (14) Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos. Disponível em: <[https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/manual-de-metodos\\_2017\\_isbn-978-85-7991-109-5.pdf](https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/manual-de-metodos_2017_isbn-978-85-7991-109-5.pdf)> Acesso em: 08 de out. de 2023.
- (15) DE, P., Roberta Miguel. Comparação de Metodologia Analítica Na Determinação de Fósforo Em Fertilizante. 2005.
- (16) Shaver, L. A. Determination of Phosphates by the Gravimetric Quimociac Technique. *J. Chem. Educ.* **2008**, 85 (8), 1097. <https://doi.org/10.1021/ed085p1097>.

- (17) RAC Saneamento. Disponível Em: <<https://Www.Racsaneamento.Com.Br/>>  
Acesso Em: 08 de out. de 2023.
- (18) Diário Oficial Da União, PORTARIA Nº 240, DE 12 DE MARÇO DE 2019.  
Disponível Em: <[https://Www.in.Gov.Br/Materia/-/Asset\\_publisher/Kujrw0TZC2Mb/Content/Id/66952742/Do1-2019-03-14-Portaria-n-240-de-12-de-Marco-de-2019-66952457](https://Www.in.Gov.Br/Materia/-/Asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/Content/Id/66952742/Do1-2019-03-14-Portaria-n-240-de-12-de-Marco-de-2019-66952457)> Acesso Em: 20 de Nov. de 2023.
- (19) Morris, M. H. Química Geral - V.2; Makron Books, 1996.

## DECLARAÇÃO DE ESTÁGIO OBRIGATÓRIO



Declaração de realização do estágio emitida pelo supervisor do local do estágio atestando o cumprimento das 450h referentes ao estágio supervisionado obrigatório.

O **laboratório da Indústria Carbonífera Rio Deserto Ltda.**, inscrita no CNPJ n. [REDACTED] localizado na Rua Avenida Presidente Vargas, número 434, bairro Centro, na cidade de **Urussanga/SC**, declara que o aluno **Bruno Rostirolla Zavarise**, CPF [REDACTED] número de matrícula da UFSC [REDACTED] realizou estágio **OBRIGATÓRIO** referente a disciplina **Estágio Supervisionado (QMC 5515)** no Laboratório químico entre o período de **26/09/2023** a **16/01/2024**, totalizando 450 horas.

A Instituição de Ensino UFSC em que o aluno estuda possui vínculo com esta empresa e o aluno tem seu projeto de estágio de conclusão de curso supervisionado pela Supervisora Gabriela Mensor Rocha, CRQ nº [REDACTED], CREA [REDACTED], CPF [REDACTED].

Atenciosamente,



Gabriela Mensor Rocha  
Indústria Carbonífera Rio Deserto Ltda.