



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL**

**MAXMILIANY MENDES FERREIRA QUERIDO**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO**

**RECIFE  
2022.1**

**MAXMILIANY MENDES FERREIRA QUERIDO**

**RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO**

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE ARGISSOLO AMARELO  
E LUVISSOLO CRÔMICO PARA CONDUÇÃO DE EXPERIMENTO  
COM SALINIDADE**

Relatório apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como pré-requisito para obtenção de nota da disciplina Estágio Supervisionado Obrigatório, sob orientação da Professora Dr. Edivan Rodrigues de Souza.

**RECIFE**

**2022.1**

# **RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO OBRIGATÓRIO**

## **CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE ARGISSOLO AMARELO E LUVISSOLO CRÔMICO PARA CONDUÇÃO DE EXPERIMENTO COM SALINIDADE**

---

Maxmiliany Mendes Ferreira Querido  
(Estagiária)

---

Edivan Rodrigues de Souza  
(Orientador)

---

Edivan Rodrigues de Souza  
(Supervisor)

## **INFORMAÇÕES ACERCA DO ESTÁGIO**

**Empresa:** Universidade Federal Rural de Pernambuco

**Local:** Av. Dom Manoel de Medeiros S/N - Dois Irmãos, Recife, PE - CEP: 52171-900

**Supervisor:** Edivan Rodrigues de Souza

**Período de vigência:** 01/10/2021 a 26/05/2022

**Período da disciplina matriculada:** 2021.2

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por confortar meu coração nos momentos de angústia e inquietação; por ter sido minha fortaleza e meu refúgio nas fases difíceis em que pensei em desistir. Além, de fazer compreender nessa fase final da graduação, conforme Filipenses 4:13 que “Tudo posso naquele que me fortalece”.

Agradeço a minha irmã Maxmiliana Mendes Ferreira Querido por me matricular no curso e acreditar em mim, quando nem mesmo eu acreditava, e por me ajudar nos momentos difíceis que passei no finalzinho.

Aos meus pais Edvaldo Ferreira Querido e Maria Gorete Mendes da Silva por sempre incentivar desde a infância os meus estudos, fazendo inúmeros sacrifícios para que tivesse oportunidade de estudar, sem a preocupação de ajudar nas despesas no lar, em especial a minha mãe que escutou todos meus desabafos sobre as dificuldades enfrentadas durante minha jornada acadêmica, e me acalmava com suas palavras sábias e acolhedoras.

Aos meus irmãos Edvilmax Mendes Ferreira Querido, José Hamilton Ferreira Monteiro Junior e a toda minha família materna por acreditarem em mim e estarem presente comigo na minha caminhada.

Ao Gabriel Lucas Santiago Pinto por ter acompanhado a maior parte da minha jornada universitária e apoiado diante das dificuldades.

A minha turma por tanto companheirismo, por ajudarem, apoiarem e incentivarem uns aos outros, e isso é muito importante e acolhedor diante os momentos de insegurança e de medo, uma turma unida faz toda a diferença durante a graduação.

Ao meu cunhado Enilto Cosmo de Santana, que se tornou um irmão, amigo, conselheiro, e com toda sua psicologia me incentivou a não desistir de mim.

A minha sobrinha Aylla Maria Galdino Ferreira Monteiro por ter sido minha alegria, companhia e estar bem presente na minha vida, sendo a luz nos meus dias.

Ao orientador e professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Edivan Rodrigues de Souza, o qual abriu as portas para meu desenvolvimento profissional, sendo sempre acolhedor e disponível ao diálogo.

Um agradecimento a Jaciane Rosa Maria de Souza, Aluna do Doutorado, na qual me deu a oportunidade de acompanhá-la em seu experimento e desde o início esteve disponível e disposta a ensinar, instruir e aconselhar.

Deixo também um agradecimento em especial para Jaci da Silva Medeiros e Elaine Galdino da Silva, ambas foram importantes nessa fase final para aumentar minha autoestima e terminar o ESO.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Localização do Município de Itapirema-Goiana-Estação do IPA

Figura 2 - Localização do Município de Belém de São Francisco

Figura 3 - Umidade em base gravimétrica

Figura 4 - Umidade em base volumétrica

Figura 5 - Massa residual de água por diferença

Figura 6 - Conteúdo gravimétrico de água

Figura 7 - Conteúdo volumétrico de água

Figura 8 - Massa de torrão seco, massa de parafina, volume de parafina, volume do torrão e densidade do solo

Figura 9 - Densidade de partícula

Figura 10 - Porosidade método direto

Figura 11 - Porosidade método indireto

Figura 12 - Somatório da massa das frações

Figura 13 - Concentração de areia fina

Figura 14 - Concentração de areia grossa

Figura 15 - Concentração de argila

Figura 16 - Concentração de silte

Figura 17 - Relação silte/argila

Figura 18 - Concentração de fósforo disponível no solo

Figura 19 - Concentração da solução padronizada de NaOH

Figura 20 - Concentração de alumínio trocável no solo

Figura 21 - Concentração da solução padronizada de EDTA

Figura 22 - Concentração de cálcio mais magnésio trocáveis

Figura 23 - Concentração de cálcio trocável no solo

Figura 24 - Concentração de magnésio trocável no solo

Figura 25 - Acidez potencial do solo

Figura 26 - Concentração de hidrogênio extraível

Figura 27 - Estufa

Figura 28 - Dessecador

Figura 29 - Amostra-cilindro-tecido-liga

Figura 30 - Agitador tipo Wagner

Figura 31 - Densímetro

Figura 32 - pHmetro

Figura 33 - Casa-de-vegetação do Departamento de Agronomia - UFRPE

Figura 34 - Divisão em bloco do experimento

Figura 35 - Vasos irrigados

Figura 36 - Infra Red Gas Analyzer (IRGA Modelo Analyzer LICOR XT6400)

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 - Correção de temperatura para o método densímetro

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

TFSA - Terra Fina Seca ao Ar

UFRPE - Universidade Federal Rural de Pernambuco

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b>	12
<b>1. INTRODUÇÃO</b>	13
<b>2. OBJETIVO</b>	14
<b>3. METODOLOGIA</b>	14
<b>4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS</b>	31
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	45
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	46

## **RESUMO**

Os sistemas de cultivo modificam os atributos do solo e podem alterar sua qualidade. A análise de solos é o único método que permite, antes do plantio, conhecer a capacidade de um determinado solo suprir nutrientes para as plantas. Para a escolha do melhor uso e manejo do solo é necessário conhecer suas características químicas e físicas. Exclusivamente avaliados por métodos laboratoriais, os atributos do solo vêm sendo empregados como indicadores de qualidade e, apesar de bastante exatos, são de difícil acesso ou apresentam custos elevados em avaliações de grande proporção. Nessa perspectiva, o presente relatório desenvolveu atividades laboratoriais para avaliar as análises física e química de um Argissolo Amarelo e de um Luvisolo Crômico, para posteriormente ser conduzido um experimento de salinidade que envolve solo e planta, onde os atributos físico e químico desempenham papéis de suma importância para realizar qualquer prática de manejo do solo sob diferentes condições extrema. Os solos em questão foram coletados nos municípios de Itapirema-Goiana-Estação do IPA (Argissolo Amarelo) e de Belém de São Francisco (Luvisolo Crômico).

Palavras-chave: Atributos do solo, Análises do solo, Salinidade.

## 1. INTRODUÇÃO

O solo é a base de sustentação de todo habitat vegetal e animal, decorrente da interação dos fatores de sua formação: clima, relevo, organismos e tempo sob um material de origem, garantindo a sustentação da vegetação. O solo é considerado um recurso natural, de suma importância, porque possui a capacidade de proporcionar a produção de alimentos, sendo fundamental na proteção ambiental e exercendo funções importantes, como: meio para o crescimento vegetal, estoca e promove a ciclagem de nutrientes e a regulação do fluxo da água para o lençol freático (SILVA et al., 2020).

A qualidade do solo pode ser determinada como a capacidade deste funcionar dentro do ecossistema, dispondo-se a sustentar a produtividade biológica e manter a qualidade ambiental. Engloba o equilíbrio entre fatores ambientais, físicos, químicos e biológicos e pode ser avaliado por meio das propriedades físicas e químicas do solo e de indicadores ambientais (BUSSINGUER, 2018).

O estudo dos atributos do solo ao longo do tempo possibilita quantificar a magnitude das alterações ocasionadas por diferentes sistemas de manejo. O conhecimento do comportamento dos atributos do solo permite o estabelecimento de práticas adequadas em seu manejo que proporcionam a produtividade e qualidade das culturas (BARBERI, 2020).

A qualidade de um solo é definida por meio da interação entre atributos químicos, físicos e biológicos, os quais são fundamentais como indicadores de sustentabilidade dos sistemas agrícolas. As propriedades químicas se relacionam com a qualidade e disponibilidade de água e nutrientes para as plantas, da mesma forma, as características físicas refletem na maneira como o solo armazena e fornece água às plantas e, permite o desenvolvimento das raízes (CALDERÓN-MEDINA et al., 2018).

O solo quando submetido ao processo de produtividade sofre alterações em sua característica física, essa degradação é um dos principais processos responsáveis pela perda da qualidade do solo, para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, a avaliação e monitoramento das características físicas é de grande relevância (FREITAS et al., 2017).

A retirada da vegetação natural e o cultivo alteram consideravelmente as propriedades químicas do solo, especialmente na camada arável, em consequência do uso da adição de corretivos e fertilizantes e de operações agrícolas. A cultura implantada e o manejo utilizado, a classe e a fertilidade inicial do solo, o comportamento físico-químico de cada nutriente e suas interações com o meio são fatores que interferem nessas alterações (FREITAS et al., 2017; JORDÃO, 2018).

Há um amplo e complexo conjunto de indicadores do solo que podem ser utilizados, nos quais podem ser químicos, físicos e biológicos. Os estudos relacionados à qualidade do solo por meio desses indicadores têm se tornado um relevante instrumento de suma importância no desenvolvimento agrícola e em práticas conservacionistas, cada vez mais eficazes para definir a capacidade do sistema de se manter e de se viabilizar no presente e no futuro. Diante do pressuposto, a avaliação conjunta dos atributos físicos e químicos do solo é indispensável para verificar prováveis causas da falta de sustentabilidade de cultivos sucessivos e averiguar a qualidade daquele solo.

Com isso, o presente relatório visa descrever as atividades desenvolvidas pela discente Maxmiliany Mendes Ferreira Querido durante seu período de estágio no Laboratório de Física do Solo na Universidade Federal Rural de Pernambuco- Sede, Recife/PE, sob orientação do Professor Dr. Edivan Rodrigues de Souza. O Estágio Supervisionado foi realizado como uma disciplina obrigatória do curso de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal Rural de Pernambuco ao longo do semestre de 2021.2.

## **2. OBJETIVO**

Obter as análises física e química do solo, para realizar a instalação e condução de um experimento de salinidade.

## **3. METODOLOGIA**

### **3.1 Área de Estudo**

As atividades foram desenvolvidas na Universidade Federal Rural de Pernambuco - Sede, localizada no município do Recife, no bairro de Dois Irmãos, a 11,9 km do Marco Zero da cidade.

### **3.2 Método**

Através das amostras de solos do Argissolo Amarelo e do Luvissole Crômico coletados respectivamente nos municípios de Itapirema-Goiana-Estação do IPA (Figura 1) e Belém de São Francisco (Figura 2), foram desenvolvidas as seguintes atividades:

**Figura 1-** Localização do Município de Itapirema-Goiana-Estação do IPA



Fonte: Google Maps

**Figura 2-** Localização do Município de Belém de São Francisco



Fonte: Google Maps

### 3.2.1 Análise Física

#### 3.2.1.1 Preparo de Amostras e Separação de Terra Fina

Para a realização da análise física, as amostras em questão foram identificadas, depositadas, espalhadas e desboroadas numa bancada sobre uma lona em um galpão, na qual foram secas ao ar livre durante um período de quatro dias, já secas as amostras são destorroadas com um auxílio de um martelo de borracha, para em seguidas serem peneirados nas peneiras de malha de 20 mm e de 2 mm, obtendo-se as frações calhaus (>20,0 mm), cascalhos (>2,00 mm a <20,00 mm) e TFSA (<2,00 mm), onde vão serem pesadas, para análise granulométrica.

As amostras de TFSA devem ser homogeneizadas e quarteadas, para se retirar as subamostras para as análises, logo, são acondicionadas em recipientes com a devida identificação e pesadas.

#### 3.2.1.2 Umidade Atual

Para determinar a massa de água presente, as amostras são mantidas sob condições de coleta, transportadas para o laboratório em embalagem impermeável e vedadas, e pesadas, e devidamente identificadas, em seguida vão para estufa (Figura 27) a 105 °C, deixando-as nessa condição por 24 horas, após esse tempo são colocadas em um dessecador (Figura 28), frias são novamente pesadas. Logo, a massa de água presente na amostra é então obtida por diferença.

Para os seguintes cálculos:

**Figura 3-** Umidade em base gravimétrica

$$CGA = \left( \frac{a - b}{b} \right)$$

Em que:

CGA – conteúdo gravimétrico de água (umidade em base gravimétrica), em  $kg\ kg^{-1}$ .

a – massa da amostra úmida, em g.

b – massa da amostra seca a 105 °C até atingir peso constante, em g.

**Fonte:** EMBRAPA

**Figura 4-** Umidade em base volumétrica

$$CVA = \left( \frac{a-b}{c} \right)$$

ou

$$CVA = (CGA \cdot D_s)$$

Em que:

CVA – conteúdo volumétrico de água (umidade em base volumétrica), em  $m^3 m^{-3}$ . Normalmente assume-se que o valor da densidade da água é igual a  $1,00 g cm^{-3}$ .

CGA – conteúdo gravimétrico de água (umidade em base gravimétrica), em  $kg kg^{-1}$ .

a – massa da amostra úmida, em g.

b – massa da amostra seca a  $105 ^\circ C$  até atingir peso constante, em g.

c – volume da amostra, em  $cm^3$ .

$D_s$  – densidade do solo, em  $g cm^{-3}$  (equivalente a  $kg dm^{-3}$ )

**Fonte:** EMBRAPA

### 3.2.1.3 Umidade Residual e Fator “f”

Para determinar a massa das amostras de solo, após preparadas e secas ao ar, são colocadas num recipiente identificado e de massa conhecida, para serem pesadas e transferidas para estufa a  $105 ^\circ C$ , deixando-as nessa condição por 24 horas, após esse tempo são colocadas em um dessecador (Figura 28), frias são novamente pesadas. Logo, obtém-se a massa residual de água por diferença.

Para o seguinte cálculo:

**Figura 5-** Massa residual de água por diferença

$$Ur = \left( \frac{a-b}{b} \right)$$

$$f = \frac{a}{b}$$

Em que:

Ur – umidade residual, em  $kg kg^{-1}$ .

f – fator usado para correção da massa de solo utilizada para a massa de solo seca nas determinações em laboratório com a utilização de TFSA (Fator “f”).

a – massa da amostra seca ao ar, em g.

b – massa da amostra seca a  $105 ^\circ C$  até atingir peso constante, em g.

**Fonte:** EMBRAPA

### 3.2.1.4 Retenção de Água no Solo Pelo Método Psicrômetro

O método consiste em três etapas: a preparação e umedecimento da amostra (TFSA), o período de equilíbrio (redistribuição da água na amostra) e a determinação propriamente dita. Os potenciais da água no solo, que podem ser aplicados por sucção (tensão) ou pressão, serão tratados com seus valores em módulo. A determinação do potencial mátrico de água em potenciais maiores que 1.000 kPa é obtida pela medida da umidade do ar em equilíbrio com a amostra.

O psicrômetro consta de um sistema cuja gaveta conduz uma amostra de solo úmido, com estrutura deformada, para dentro de uma câmara hermeticamente fechada. A umidade na câmara equilibra-se com o potencial da água no solo, sendo este calculado com base na temperatura do solo e do ar, no ponto de orvalho. Obtém-se assim o potencial mátrico da água no solo em distintas umidades de uma amostra de solo.

Para os seguintes cálculos:

**Figura 6-** Conteúdo gravimétrico de água

$$CGA_i = \frac{m_{ag}}{m_s}$$

Em que:

$CGA_i$  – conteúdo gravimétrico de água a determinado potencial (kPa), em  $kg\ kg^{-1}$ .

$m_{ag}$  – massa de água, em g.

$m_s$  – massa de solo seco a 105 °C após atingir peso constante, em g.

**Fonte:** EMBRAPA

**Figura 7-** Conteúdo volumétrico de água

$$CVA_i = CGA_i \cdot D_s$$

Em que:

$CVA_i$  – conteúdo volumétrico de água a determinado potencial (kPa), em  $m^3\ m^{-3}$  (normalmente assume-se que o valor da densidade da água é igual a 1,00  $g\ cm^{-3}$ ).

$CGA_i$  – conteúdo gravimétrico de água a determinado potencial (kPa), em  $kg\ kg^{-1}$ .

$D_s$  – densidade do solo calculada usando amostra com estrutura indeformada, em  $kg\ dm^{-3}$  (equivalente a  $g\ cm^{-3}$ )

**Fonte:** EMBRAPA

### 3.2.1.5 Densidade do Solo Método do Torrão Parafinado

Com os torrões secos ao ar devidamente pesados, com diâmetros variando entre 4 a 7 cm, serão mergulhados em parafina fundida (60 °C – 65 °C), para que seja completamente recoberto por ela, envolvidos a um laço de fio amarrado em cada torrão para auxiliar o processo, em seguida os torrões são removidos, colocados para escorrer o excesso de parafina e deixar esfriar. Após o resfriamento os torrões impermeabilizados serão pesados.

Colocar um béquer graduados de tamanho suficiente para que o torrão parafinado se situe abaixo da marca graduada máxima sobre a balança e zerá-la, para que posteriormente seja cheio com água até a marca graduada máxima, na qual será medida a massa e a temperatura da água. Logo depois, o béquer será esvaziado e seco, para assim ser introduzido o torrão parafinado no béquer e zerar a balança, no final o béquer é completo com água até a marca graduada máxima, como isso tem o peso obtido.

Retirar o torrão, partir com uma faca e transferir uma parte dele, sem resíduos da parafina, para uma lata de alumínio, para determinar a umidade por secagem em estufa (Figura 27) a 105 °C até o peso constante.

Para os seguintes cálculos:

**Figura 8-** Massa de torrão seco, massa de parafina, volume de parafina, volume do torrão e densidade do solo

$$P_{\text{tor}} = \left( \frac{m_{\text{tu}}}{1 + b} \right)$$

$$P_{\text{parafina}} = (m_{\text{tp}} - m_{\text{tor}})$$

$$V_{\text{parafina}} = \frac{P_{\text{parafina}}}{0,9}$$

$$V_{\text{tor}} = ((V_a - V_{\text{at}}) - V_{\text{parafina}})$$

$$Ds = \frac{P_{\text{tor}}}{V_{\text{tor}}}$$

Em que:

$P_{\text{tor}}$  – massa do torrão seco a 105 °C, em kg.

$m_{\text{tu}}$  – massa do torrão úmido, em kg.

$b$  – umidade da subamostra, em kg kg<sup>-1</sup>.

$P_{\text{parafina}}$  – massa da parafina, em kg.

$V_{\text{parafina}}$  – volume da parafina, em dm<sup>3</sup>.

$m_{\text{tp}}$  – massa do torrão parafinado, em kg.

$m_{\text{tor}}$  – massa do torrão seco ao ar, em kg.

Valor 0,9 – densidade da parafina comercial (0,89 a 0,93 g cm<sup>-3</sup>).

$Ds$  – densidade do solo, em kg dm<sup>-3</sup> (equivalente a g cm<sup>-3</sup>).

$P_{\text{tor}}$  – massa do torrão seco a 105 °C até peso constante, em kg.

$b$  – volume do torrão, em dm<sup>3</sup>.

**Fonte:** EMBRAPA

### 3.2.1.6 Densidade de Partículas - Método do Balão Volumétrico

A determinação envolve duas etapas: a obtenção da massa da amostra por pesagem e a determinação de seu volume. Para a massa da amostra, é pesado 20 g de solo e colocado em um recipiente de massa conhecida, para ser seco em estufa (Figura 27) a 105 °C até peso constante, é deixado esfriar em dessecador (Figura 28) e pesado, obtendo-se a massa da amostra seca. Quanto a determinação do volume da amostra, é aferido o balão volumétrico de 50 mL com água deionizada e desaerada, posteriormente com o auxílio de um funil a amostra é transferida, onde será adicionado o álcool etílico até cobrir a amostra, balão é agitado para eliminar as bolhas de ar que se formam, e deixado em repouso por meia hora. Prosseguiu a operação, vagarosamente, até completar o volume do balão, verificando-se a ausência de bolhas. Por fim, é obtido o volume de álcool gasto.

Para o seguinte cálculo:

**Figura 9-** Densidade de partícula

$$D_p = \frac{m_a}{(V_T - V_u)}$$

Em que:

$D_p$  – densidade de partículas, em  $\text{kg dm}^{-3}$  (equivalente a  $\text{g cm}^{-3}$ ).

$m_a$  – massa da amostra seca a 105 °C, em g.

$V_T$  – volume total aferido do balão, em mL.

$V_u$  – volume utilizado para completar o balão com a amostra, em mL.

**Fonte:** EMBRAPA

### 3.2.1.7 Porosidade

Com a amostra de solo contida no cilindro (previamente pesada), niveladas as duas superfícies e colocada na sua parte inferior um tecido apropriado preso com liga de borracha, anteriormente pesados, obtém-se assim o conjunto amostra-cilindro-tecido-liga (Figura 29). O conjunto amostra-cilindro-tecido-liga é colocado em uma tampa de lata de alumínio numerada, previamente pesada.

O conjunto amostra-cilindro-tecido-liga é transferido para bandeja plástica com altura superior à do cilindro, é adicionado água (previamente desaerada) até atingir uma coluna de cerca de 1 cm no anel. Aguarda-se a ascensão capilar da água até o topo da amostra, quando a água atingir o topo, completar a bandeja com água até que o nível desta fique bem próximo da borda do cilindro. Não submergir completamente as amostras. É deixado nessas condições até

que todas as amostras apresentem a sua superfície brilhante, condição obtida, geralmente, em torno de 12 horas.

Posteriormente, é retirado rapidamente o conjunto amostra-cilindro-tecido-liga (Figura 29), colocado na respectiva tampa e pesado. Ao lidar com várias amostras, manter constante o nível de água na bandeja plástica. Posteriormente, retirar o elástico, reservar, colocar na tampa da lata correspondente e transferir para estufa (Figura 27) a 105 °C até atingir peso constante. Depois, é retirado da estufa, para esfriar em um dessecador (Figura 28), o conjunto e o respectivo elástico são pesados, para obter a massa do conjunto amostra-cilindro-tecido-liga (Figura 29). Retirar a amostra do cilindro, separando o tecido, lavando-o e reservando-o, juntamente com a liga, para os próximos procedimentos.

O conjunto cilindro-tecido-elástico é montado, imergindo-o em água, separando uma tampa de lata de alumínio numerada, previamente pesada, rapidamente o conjunto cilindro-tecido-liga é retirado e colocado na respectiva tampa e pesado, obtendo-se assim a massa do conjunto cilindro-tecido-liga saturado. Essa operação é necessária para eliminar, nos cálculos, a massa de água que não estava contida nos poros do solo, e sim adsorvida ao conjunto cilindro-tecido-elástico.

Assim, é possível calcular o volume de poros assumindo a densidade de solo como resultado de uma média ponderada das densidades de partículas e do ar, desprezando-se a massa de ar.

Para os seguintes cálculos:

**Figura 10-** Porosidade método direto

$$P_t = \frac{[(a - b) - (c - d)]}{e}$$

Em que:

P<sub>t</sub> – Porosidade total, em m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>.

a – massa do conjunto amostra-cilindro-tecido-liga saturado, em kg.

b – massa do conjunto amostra-cilindro-tecido-liga seco a 105 °C, em kg.

c – massa do conjunto cilindro-tecido-liga saturado, em kg.

d – massa do conjunto cilindro-tecido-liga seco a 105 °C, em kg.

e – volume total da amostra, em m<sup>3</sup>. Nesse caso, assume-se que o volume total da amostra é igual ao volume do cilindro, que pode ser estimado por:

**Fonte:** EMBRAPA

**Figura 11-** Porosidade método indireto

$$P_t = \left[ \frac{(D_p - D_s)}{D_p} \right]$$

Em que:

$P_t$  – porosidade total, em  $m^3 m^{-3}$ .

$D_p$  – densidade de partículas sólidas do solo, em  $kg dm^{-3}$

$D_s$  – densidade do solo, em  $kg dm^{-3}$

**Fonte:** EMBRAPA

### 3.2.1.8 Análise Granulométrica

A princípio são pesados 20 g de cada solo (TFSA), e transferido para garrafa do agitador por meio do funil, adicionado 100 mL de água deionizada e 10 mL de solução de hidróxido de sódio  $1 \text{ mol } L^{-1}$  no caso do Argissolo, enquanto para o Luvisolo é usado hexametáfosfato de sódio  $0,058 \text{ mol } L^{-1}$  tamponada com carbonato de sódio  $0,075 \text{ mol } L^{-1}$  como dispersante. O volume final não se aproxima dos 150 mL nas garrafas, com as garrafas devidamente tampadas são colocadas no agitador tipo Wagner (Figura 30), acionar o agitador e proceder à agitação por 16 horas a 50 rpm. Decorrido o tempo, o agitador é desligado e são retiradas as garrafas.

#### 3.2.1.8.1 Separação de Areia

Montado sobre um funil a peneira de malha 0,053 mm, apoiada em um suporte, colocados o conjunto funil e peneira sobre a o cilindro de sedimentação, em seguida a amostra da garrafa é transferida para a peneira, a garrafa, a rolha e todo o material retido são lavadas com água deionizada para transferir todo o conteúdo, o cilindro de sedimentação é completo de água deionizada até a marca de 1 L.

A areia retida na peneira é retirada e transferida para uma lata seca e limpa, previamente tarada e identificada, e depois encaminhada para secar em estufa (Figura 27) a  $105 \text{ }^\circ\text{C}$ , por 24 horas, após o período é retirado deixado esfriar em dessecador (Figura 28) e pesar em balança semianalítica, logo, tem a massa areia total.

#### 3.2.1.8.2 Determinação de Areia Fina e de Areia Grossa

Transfere-se a areia total para peneira de malha 0,212 mm, com o fundo conectado. A areia grossa fica retida na peneira, enquanto a fina será recolhida no fundo, mais tarde a areia fina é transferida para a mesma lata usada anteriormente e pesada numa balança analítica com precisão de 0,01 g.

### 3.2.1.8.3 Determinação de Silte e de Argila - Método do Densímetro

Utiliza-se 50 g de amostra, com 250 mL de água e 10 mL de solução de hidróxido de sódio  $1 \text{ mol L}^{-1}$  para o Argissolo, enquanto para o Luvisolo 100 mL de hexametáfosfato de sódio  $0,038 \text{ mol L}^{-1}$  + hidróxido de sódio  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ . Logo após, prepara-se uma prova controle (todos os reagentes exceto o solo) com solução dispersante no cilindro de sedimentação e completa com água deionizada até a marca de 1 L.

Depois, agita-se a suspensão de cada amostra, inclusive da prova controle, utilizando-se do bastão com a tampa de borracha, é feita uma agitação vigorosa por 1 minuto, ao finalizar a agitação, é introduzido imediatamente e cuidadosamente o densímetro (Figura 31) na suspensão para fazer a leitura da concentração de silte + argila. Após uma hora e meia de sedimentação, transferir o volume de suspensão de 5 cm (após o traço de aferição) para copo plástico de 300 mL. Isso pode ser feito por sifonamento, pela torneira do cilindro de sedimentação ou pelo tubo plástico do cilindro de sedimentação.

É transferido para a proveta de 250 mL e faz a agitação. Introduce o densímetro (Figura 31) e efetua a leitura com aproximação de  $1 \text{ g L}^{-1}$ . Se houver dificuldade de leitura do densímetro, como bolhas geradas durante o processo de agitação, colocar álcool etílico, duas a três gotas, junto à sua haste, para proceder à leitura do controle.

Para os seguintes cálculos:

**Figura 12-** Somatório da massa das frações

$$S_m = \left( \frac{m_{af} \cdot f}{m_i} \right) + \left( \frac{(m_{at} - m_{af}) \cdot f}{m_i} \right) + [(L_{d(s+a)} - L_{d(a)}) \cdot f] + [(L_{d(a)} - L_{d(b)}) \cdot f]$$

Em que:

$S_m$  – somatório das massas das frações, em g.

$m_{af}$  – massa de areia fina, em g.

$m_{at}$  – massa de areia total, em g.

$m_i$  – massa inicial da amostra, em g.

$f$  – fator de correção de umidade para a massa inicial

$L_{d(s+a)}$  – leitura do densímetro na suspensão de silte + argila, em  $\text{g L}^{-1}$ .

$L_{d(a)}$  – leitura do densímetro na suspensão de argila, em  $\text{g L}^{-1}$ .

$L_{d(b)}$  – leitura do densímetro na suspensão do branco, em  $\text{g L}^{-1}$ .

**Fonte:** EMBRAPA

**Figura 13-** Concentração de areia fina

$$T_{af} = \left( \frac{m_{af} \cdot f}{m_i} \right) \cdot \left( \frac{1000}{S_m} \right)$$

Em que:

$T_{af}$  – concentração de areia fina, em g kg<sup>-1</sup>.

$m_i$  – massa inicial da amostra, em g.

$m_{af}$  – massa de areia fina, em g.

$f$  – fator de correção de umidade para a massa inicial

$S_m$  – somatório das massas das frações, em g

**Fonte:** EMBRAPA

**Figura 14-** Concentração de areia grossa

$$T_{ag} = \left( \frac{(m_{at} - m_{af}) \cdot f}{m_i} \right) \cdot \left( \frac{1000}{S_m} \right)$$

Em que:

$T_{ag}$  – concentração de areia grossa, em g kg<sup>-1</sup>.

$m_i$  – massa inicial da amostra, em g.

$m_{at}$  – massa de areia total, em g.

$m_{af}$  – massa de areia fina, em g.

$f$  – fator de correção de umidade para a massa inicial

$S_m$  – somatório das massas das frações, em g

**Fonte:** EMBRAPA

**Figura 15-** Concentração de argila

$$T_{arg} = [(L_{d(a)} - L_{d(b)} + C_T) \cdot f] \cdot \left( \frac{1000}{S_m} \right)$$

Em que:

$T_{arg}$  – concentração de argila, em g kg<sup>-1</sup>.

$L_{d(a)}$  – leitura do densímetro na suspensão de argila, em g L<sup>-1</sup>.

$L_{d(b)}$  – leitura do densímetro no branco, em g L<sup>-1</sup>.

$C_T$  – correção da temperatura (Tabela 1).

$f$  – fator de correção de umidade para a massa inicial

$S_m$  – somatório das massas das frações, em g

**Fonte:** EMBRAPA

**Figura 16-** Concentração de silte

$$T_s = [(L_{d(s+a)} - L_{d(a)}) + C_T] \cdot f \cdot \left( \frac{1000}{S_m} \right)$$

Em que:

$T_s$  – concentração de silte, em  $g\ kg^{-1}$ .

$L_{d(s+a)}$  – leitura do densímetro na suspensão de silte + argila, em  $g\ L^{-1}$ .

$L_{d(a)}$  – leitura do densímetro na suspensão de argila, em  $g\ L^{-1}$ .

$C_T$  – correção da temperatura (Tabela 1).

$f$  – fator de correção de umidade para a massa inicial

$S_m$  – somatório das massas das frações, em g

**Fonte:** EMBRAPA

**Figura 17-** Relação silte/argila

$$R_{S/A} = \frac{T_S}{T_A}$$

Em que:

$R_{S/A}$  – relação silte/argila.

$T_S$  – concentração de silte, em  $g\ kg^{-1}$

$T_A$  – concentração de argila, em  $g\ kg^{-1}$

**Fonte:** EMBRAPA

**Tabela 1-** Correção de temperatura para o método densímetro

Temperatura (°C)	Fator de correção
16,0	-1,44
16,5	-1,26
17,0	-1,08
17,5	-0,90
18,0	-0,72
18,5	-0,54
19,0	-0,36
19,5	-0,18
20,0	0,00
20,5	0,18
21,0	0,36
21,5	0,54
22,0	0,72
22,5	0,90
23,0	1,08
23,5	1,26
24,0	1,44
24,5	1,62
25,0	1,80
25,5	1,98
26,0	2,16
26,5	2,34
27,0	2,52
27,5	2,70
28,0	2,88
28,5	3,06
29,0	3,24
29,5	3,42
30,0	3,60

**Fonte:** EMBRAPA

## 3.2.2 Análise Química

### 3.2.2.1 pH do Solo

Antes de iniciar a medição é ligado o potenciômetro 30 minutos antes para estabilizar a eletrônica do instrumento, prontamente é feita a lavagem do eletrodo com água destilada, após isso, é feita a calibração do aparelho com as soluções padrão pH 4,00 e pH 7,00.

Em um copo plástico de 100 mL é adicionado 10 g de solo (TFSA) e 25 mL de água destilada, a amostra é agitada com bastão de vidro individual por cerca de 60 s e fica em repouso por 1 hora.

Após o repouso, a amostra é agitada ligeiramente com bastão de vidro, e são mergulhados os eletrodos na suspensão homogeneizada e procede a leitura do pH.

### 3.2.2.2 Fósforo Disponível

É feito a pesagem de 10 g de solo (TFSA) e colocado em Erlenmeyer de 125 mL junto a 100 mL de solução extratora Mehlich-1 ( $HCl$   $0,05 \text{ mol L}^{-1}$  e  $H_2SO_4$   $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ ), onde é agitado durante 5 minutos em agitador circular horizontal, após isso, deixa-se decantar durante uma noite.

Em seguida, é feita a pipetagem sem filtrar de 5 mL do extrato e colocado num Erlenmeyer de 125 mL junto a 10 mL de solução ácida de molibdato de amônio diluída e aproximadamente 30 mg de ácido ascórbico em pó, como redutor, para ser agitado durante 2 minutos em agitador circular horizontal, onde é deixado desenvolver a cor durante 1 hora. Posteriormente, é feita a leitura da densidade óptica no espectrofotômetro-UV-Vis, usando filtro vermelho (comprimento de onda de 660 nm).

Para o seguinte cálculo:

**Figura 18-** Concentração de fósforo disponível no solo

$$P = \frac{(L - b)}{a} \cdot d \cdot 10$$

Em que:

P – concentração de fósforo disponível no solo, em  $\text{mg kg}^{-1}$ .

L – leitura da amostra, em absorbância.

a – coeficiente angular da reta dos padrões (intercepto).

b – coeficiente linear da reta dos padrões.

d – fator de diluição do extrato de Mehlich (se não for necessária a diluição, considerar  $d = 1$ ).

Valor 10 – fator que leva em consideração a diluição solo:extrator.

**Fonte:** EMBRAPA

### 3.2.2.3 Cátions Trocáveis

Pesar 10 g de solo (TFSA), colocar em Erlenmeyer de 125 mL e adicionar 100 mL de solução de  $KCl$  1 mol  $L^{-1}$ . Agitar durante 5 minutos em um agitador horizontal circular. Depois da agitação, deixado em repouso durante uma noite. Pipetar para Erlenmeyers de 125 mL três alíquotas de 25 mL da parte sobrenadante da solução extratora, para determinação do alumínio extraível, cálcio + magnésio e cálcio trocável.

#### 3.2.2.3.1 Alumínio Trocável

É feito a pipetagem 25 mL da solução padrão de biftalato de potássio 0,025 mol  $L^{-1}$  e transferido para Erlenmeyer de 125 mL e adicionar três gotas do indicador fenolftaleína, para titular com a solução de  $NaOH$  0,025 mol  $L^{-1}$  até o surgimento da cor levemente rosada.

**Figura 19-** Concentração da solução padronizada de NaOH

$$[NaOH_{pad}] = \frac{[BifK] \cdot 25}{V}$$

Em que:

$[NaOH_{pad}]$  – concentração da solução padronizada de NaOH, em mol  $L^{-1}$ .

$[BifK]$  – concentração da solução padrão primário de biftalato de potássio = 0,0250 mol  $L^{-1}$ .

$V$  – volume da solução de NaOH 0,025 mol  $L^{-1}$  gasto na padronização, em mL.

**Fonte:** EMBRAPA

Em uma das alíquotas de 25 mL obtidas na extração com  $KCl$  1 mol  $L^{-1}$ , adicionado três gotas do indicador azul de bromotimol e titular com solução padronizada de  $NaOH$  0,025 mol  $L^{-1}$ , até que a coloração passe de amarelo para verde-azulada persistente.

Para o seguinte cálculo:

**Figura 20-** Concentração de alumínio trocável no solo

$$Al^{3+} = V \cdot f$$

Em que:

$Al^{3+}$  – concentração de alumínio trocável no solo, em cmol<sub>c</sub>  $kg^{-1}$ .

$V$  – volume da solução padronizada de NaOH gasto na titulação, em mL.

$f$  – fator de correção considerando a padronização da solução de NaOH em que  $f = [NaOH_{pad}] \times 40$

$[NaOH_{pad}]$  – concentração da solução padronizada de NaOH, em mol  $L^{-1}$ .

Valor 40 – equivale a  $4 \times 100 / 10$ , sendo o 4 vindo da divisão de 100 mL da solução extratora por 25 mL pipetado, 100 vindo da mudança de 10 g para 1 kg de solo e 10 da mudança de mmol<sub>c</sub>  $kg^{-1}$  para cmol<sub>c</sub>  $kg^{-1}$ .

**Fonte:** EMBRAPA

### 3.2.2.3.2 Cálcio + Magnésio Trocáveis Determinados por Complexometria

É feita a Pipetagem de 25 mL da solução padrão de  $CaCO_3$   $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$  e transferida para Erlenmeyer de 125 mL e adicionado 4 mL do coquetel tampão, 30 mL de água destilada, três gotas do indicador negro de eriocromo, para titular a solução de EDTA  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$  até que a cor vire de vermelho vinho para azul.

**Figura 21-** Concentração da solução padronizada de EDTA

$$[EDTA_{\text{pad}}] = \frac{[CaCO_3] \cdot 25}{V}$$

Em que:

$[EDTA_{\text{pad}}]$  – concentração da solução padronizada de EDTA, em  $\text{mol L}^{-1}$ .

$[CaCO_3]$  – concentração da solução padrão primário de carbonato de cálcio  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ .

V – volume da solução de EDTA gasto na padronização/titulação, em mL.

**Fonte:** EMBRAPA

Em uma das alíquotas de 25 mL obtida na extração com  $KCl$   $1 \text{ mol L}^{-1}$ , é adicionado 4 mL do coquetel tampão (cianeto de potássio, trietanolamina e solução tampão), em seguida, adicionado aproximadamente 30 mg de ácido ascórbico e três gotas do indicador negro de eriocromo. Depois é titulado após a adição do indicador com a solução padronizada de EDTA  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ , até a viragem da cor vermelho-arroxeadado para azul puro ou esverdeado (com essa titulação são determinados conjuntamente  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$ ). Com isso, é anotado o volume da solução de EDTA gasto na titulação.

Para o seguinte cálculo:

**Figura 22-** Concentração de cálcio mais magnésio trocáveis

$$[Ca^{2+} + Mg^{2+}] = V \cdot f$$

Em que:

$[Ca^{2+} + Mg^{2+}]$  – concentração de  $Ca^{2+} + Mg^{2+}$  trocáveis no solo, em  $\text{cmolc kg}^{-1}$ .

V – volume da solução padronizada de EDTA gasto na titulação, em mL.

f – fator de correção considerando a padronização da solução de EDTA  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ .

f –  $[EDTA_{\text{pad}}] \times 80$ .

$[EDTA_{\text{pad}}]$  – concentração da solução padronizada de EDTA, em  $\text{mol L}^{-1}$ .

**Fonte:** EMBRAPA

### 3.2.2.3.3 Cálcio e Magnésio Trocável

Em uma das alíquotas de 25 mL obtida na extração com  $KCl$   $1 \text{ mol L}^{-1}$ , é adicionado 3 mL de  $KOH$  a 10% e uma “pitada” de ácido ascórbico (aproximadamente 30 mg) e uma “pitada” do indicador ácido calconcarbônico + sulfato de sódio. Em seguida, é feita a titulação com solução padronizada de EDTA  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$  até a viragem da cor de vermelho intenso para azul intenso. Anotar o volume de EDTA gasto.

Para o seguinte cálculo:

**Figura 23-** Concentração de cálcio trocável no solo

$$\text{Ca}^{2+} = V \cdot f$$

Em que:

$\text{Ca}^{2+}$  – concentração de cálcio trocável no solo, em  $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$ .

$V$  – volume da solução padronizada de EDTA gasto na titulação, em mL.

$f$  – fator de correção considerando a padronização da solução de EDTA  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ .

$f = [\text{EDTA}_{\text{pad}}] \times 80$ .

$[\text{EDTA}_{\text{pad}}]$  – concentração da solução padronizada de EDTA, em  $\text{mol L}^{-1}$ .

**Fonte:** EMBRAPA

### 3.2.2.3.4 Magnésio Trocável Determinado por Complexometria

É a diferença entre os valores de  $(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$  e  $\text{Ca}^{2+}$ , determinados por complexometria.

Para o seguinte cálculo:

**Figura 24-** Concentração de magnésio trocável no solo

$$\text{Mg}^{2+} = (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}) - \text{Ca}^{2+}$$

Em que:

$\text{Mg}^{2+}$  – concentração de  $\text{Mg}^{2+}$  trocável no solo, em  $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$ .

$(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})$  – concentração de  $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$  trocáveis no solo, em  $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$ .

$\text{Ca}^{2+}$  – concentração de  $\text{Ca}^{2+}$  trocável no solo, em  $\text{cmol}_e \text{ kg}^{-1}$ .

**Fonte:** EMBRAPA

### 3.2.2.4 Acidez Potencial do Solo

É feito a pesagem de 5 g de solo (TFSA) colocado em Erlenmeyer de 125 mL e junto a 75 mL de solução de acetato de cálcio  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  pH 7,0. Agitar durante 10 minutos em um agitador horizontal circular. Depois da agitação, é deixado em repouso durante uma noite.

Posteriormente, é feito a pipetagem 25 mL da solução sobrenadante obtida com acetato de cálcio e transferida para Erlenmeyer de 125 mL, onde é adicionar três gotas da solução de

fenolftaleína e titular com solução padronizada de  $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  de  $\text{NaOH}$  até o desenvolvimento da cor rósea persistente. É fundamental usar uma prova em branco para cada série de amostras.

Para o seguinte cálculo:

**Figura 25-** Acidez potencial do solo

$$\boxed{(\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}) = (V_a - V_b) \cdot 1,65 \cdot f}$$

Em que:

$(\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$  – acidez potencial do solo, em  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ .

$V_a$  – volume da solução padronizada de  $\text{NaOH}$   $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  gasto na titulação da amostra, em mL.

$V_b$  – volume da solução padronizada de  $\text{NaOH}$   $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  gasto na titulação da prova em branco, em mL.

Valor 1,65 – fator de correção, decorrente das alíquotas tomadas e da extração de apenas 90% da acidez por este método.

$f$  – fator de correção considerando a padronização da solução de  $\text{NaOH}$ , em que  $f = 0,025 / [\text{NaOH}_{\text{pad}}]$ .

$[\text{NaOH}_{\text{pad}}]$  – concentração da solução padronizada de  $\text{NaOH}$ .

**Fonte:** EMBRAPA

### 3.2.2.5 Hidrogênio Extraível

O hidrogênio extraível corresponde à diferença entre a acidez potencial e o alumínio trocável do solo.

Para o seguinte cálculo:

**Figura 26-** Concentração de hidrogênio extraível

$$\boxed{\text{H}^+ = (\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}) - (\text{Al}^{3+})}$$

Em que:

$\text{H}^+$  – concentração de hidrogênio extraível, em  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ .

$(\text{H}^+ + \text{Al}^{3+})$  – acidez potencial do solo, em  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$

$\text{Al}^{3+}$  – concentração de alumínio trocável do solo, em  $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$

**Fonte:** EMBRAPA

## **4. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

Durante o período do ESO, desenvolvi atividades de rotina laboratorial de análises do solo, na qual abrangia análises físicas e químicas, montagem e acompanhamento de experimentos. Os solos em questão foram o Argissolo Amarelo e o Luvisolo Crômico, esses foram estudados e submetidos a análises, para a condução de um experimento de salinidade que envolve solo e planta.

Para o desenvolvimento das atividades, faz-se necessário coletar amostras, utilizar normas técnicas, seguir o manual de métodos de análises do solo da EMBRAPA, preparar reagentes, utilizar e calibrar instrumentos de medição e controle, preparar amostras, registrar resultados de análises.

As atividades davam-se início através da coleta dos solos, onde os solos eram devidamente identificados, e encaminhados para o galpão, na qual passavam pelo processo de secagem ao ar livre, destorroamento e peneiramento, em peneira de 2 mm obtinha-se a TFSA, as amostras daqueles solos eram encaminhadas para o laboratório.

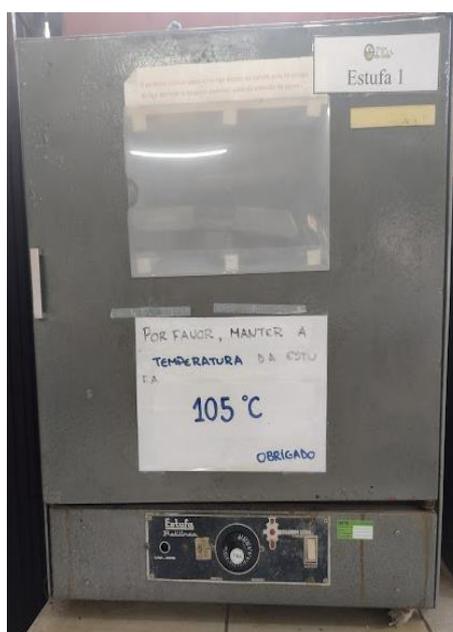
### **4.1 Análise Física**

Todas as análises físicas foram conduzidas pelo Manual de Métodos de Análises do Solo da EMBRAPA e executadas no Laboratório de Física dos Solos, nas quais, realizaram-se as seguintes análises:

#### **4.1.1 Umidade em Base Gravimétrica**

Com as amostras de solos sob condições de coleta, devidamente identificadas, pesadas obteve-se a massa úmida, posteriormente as amostras foram colocadas na estufa (Figura 27) a 105 °C por 24 horas, após isso, colocadas no dessecador (Figura 28) e pesadas novamente, obtendo a massa seca, com isso foi possível determinar a umidade em base gravimétrica de cada solo.

**Figura 27-** Estufa



#### 4.1.2 Umidade Residual e Fator “F”

As amostras de TFSA foram colocadas em recipientes identificados e de massas conhecidas, seguidas encaminhadas para pesar e colocadas em estufa (Figura 27) a 105 °C por 24 horas, após esse tempo, colocadas no dessecador (Figura 28) e pesadas novamente, obtendo a massa residual de água por diferença.

**Figura 28-** Dessecador



#### 4.1.3 Retenção de Água no Solo - Método Psicrômetro

Consiste em três etapas: preparação e umedecimento da amostra de TFSA, redistribuição de água na amostra e determinação.

O psicrômetro foi ligado 30 minutos antes do início das leituras, na gaveta do psicrômetro foi inserido a amostra de solo, determinado a temperatura da amostra no solo e no interior do psicrômetro. Em alguns momentos foi feito ajuste no aparelho, pois é importante manter o equilíbrio entre a temperatura da amostra e do bloco do psicrômetro. O potencial foi anotado, assim como o peso da amostra com a cápsula, vale ressaltar que o procedimento foi realizado para as duas amostras de solos.

Logo após, as amostras foram levadas para estufa (Figura 27) a 105 °C para secagem até peso constante e obtenção da massa de solo seco. A partir de um conjunto de pontos de potencial e conteúdo gravimétrico de água, foi possível obter a curva característica da retenção de água no solo.

#### 4.1.4 Densidade do Solo - Método do Torrão Parafinado

Para densidade do solo utilizou-se o método do torrão parafinado, com os torrões seco ao ar com diâmetro entre 4 a 7 cm e devidamente pesados, envolvidos a um laço de fio amarrado, foram mergulhados em parafina líquida numa temperatura variando entre 60 e 65 °C, colocados para escorrer e esfriar, e pesados novamente.

Com um béquer graduado com água até a marca graduada máxima, foi medida a massa e a temperatura, depois foi esvaziado e seco, em seguida introduziu os torrões parafinados no béquer um por vez e zerou a balança, posteriormente completou o béquer com água até a marca graduada máxima e anotou o peso obtido.

Logo após, com o auxílio de uma faca, foi partido e retirado dos torrões o resíduo de parafina, e transferido para uma lata de alumínio para determinar a umidade por secagem em estufa (Figura 27) a 105 °C até peso constante, lembrando que o procedimento ocorre da mesma forma para os dois solos.

#### 4.1.5 Densidade de Partícula - Método Balão Volumétrico

Foram pesados 20 g de amostras de cada solo, colocados em recipientes de massas conhecidas e encaminhados para estufa (Figura 27) a 105 °C até peso constante, após retirados, foram colocados no dessecador (Figura 28) para esfriar, em seguida pesados para obter a massa seca.

A amostra foi transferida para balão volumétrico de 50 mL aferido com água deionizada e desaerada com o auxílio de um funil, posteriormente, foi adicionado álcool etílico até cobrir a amostra, agitou bem o balão para eliminar as bolhas de ar que se formam, e deixou em repouso por meia hora. A operação foi repetida aos poucos, até completar o volume do balão, verificando-se a ausência de bolhas, e anotado o volume gasto. Para as duas amostras foram seguidas os mesmos procedimentos.

#### 4.1.6 Porosidade

Foi determinada a partir da amostra de solo contida no cilindro previamente pesada, niveladas às duas superfícies e colocada na sua parte inferior um tecido apropriado preso com liga de borracha, anteriormente pesados, obtendo o conjunto amostra-cilindro-tecido-liga (Figura 29), em seguida, colocado em uma tampa de lata de alumínio numerada, previamente pesada.

O conjunto amostra-cilindro-tecido-liga (Figura 29) foi transferido para bandeja plástica, adicionado água previamente desaerada, até atingir uma coluna de cerca de 1 cm no anel, durante um tempo ocorre ascensão capilar da água até o topo da amostra, quando a água atingiu o topo completou-se a bandeja com água até que o nível próximo da borda do cilindro, sob essas condições por volta de 12 horas.

Posteriormente, foi retirado rapidamente o conjunto amostra-cilindro-tecido-liga (Figura 29), colocado na respectiva tampa e pesado. Como foram realizadas várias amostras, manteve-se constante o nível de água na bandeja plástica.

Depois, foram retirados os elásticos, reservados e colocados na tampa da lata correspondente e transferidos para estufa (Figura 27) a 105 °C até atingir peso constante. Mais tarde, foram retirados da estufa, para esfriar em um dessecador (Figura 28), os conjuntos e os respectivos elásticos são pesados, para obter a massa do conjunto amostra-cilindro-tecido-liga (Figura 29). Retirar a amostra do cilindro, separando o tecido, lavando-o e reservando-o, juntamente com a liga, para os próximos procedimentos.

O conjunto cilindro-tecido-elástico foi montado, imergindo em água, separando uma tampa de lata de alumínio numerada, previamente pesada, rapidamente o conjunto cilindro-tecido-liga foi retirado e colocado na respectiva tampa e pesado, obtendo a massa do conjunto cilindro-tecido-liga saturado.

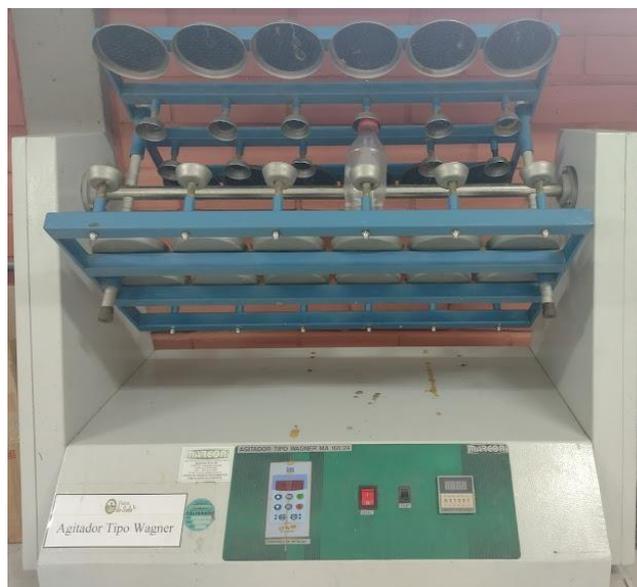
**Figura 29-** Amostra-cilindro-tecido-liga



#### 4.1.7 Análise Granulométrica

A princípio foram feitas a pesagem de 20 g de TFSA de cada solo, e transferido para garrafa do agitador por meio do funil, adicionou 100 mL de água deionizada e 10 mL de solução de hidróxido de sódio  $1 \text{ mol L}^{-1}$  para o Argissolo, no entanto, para o Luvisolo foi usado hexametáfosfato de sódio  $0,058 \text{ mol L}^{-1}$  tamponada com carbonato de sódio  $0,075 \text{ mol L}^{-1}$  como dispersante. O volume final das garrafas não excederam os 150 mL, devidamente tampadas foram colocadas no agitador tipo Wagner (Figura 30), acionado o agitador, procedeu-se à agitação por 16 horas a 50 rpm. Decorrido o tempo, o agitador é desligado e retiradas as garrafas.

**Figura 30-** Agitador tipo Wagner



#### 4.1.7.1 Separação de Areia

Montado sobre um funil a peneira de malha 0,053 mm, apoiados em um suporte, colocados o conjunto funil e peneira sobre a o cilindro de sedimentação, logo a amostra da garrafa foi transferida para a peneira. A garrafa, a rolha e todo o material retido foram lavados com água deionizada para transferir todo o conteúdo, o cilindro de sedimentação foi completo de água deionizada até a marca próxima de 1 L.

A areia retida na peneira foi retirada e transferida para uma lata seca e limpa, previamente tarada e identificada, e depois encaminhada para secar em estufa (Figura 27) a 105 °C, por 24 horas, após o período foi retirado deixado esfriar em dessecador (Figura 28) e pesado em balança semianalítica, logo, obteve a massa areia total.

#### 4.1.7.2 Determinação de Areia Fina e de Areia Grossa

A areia total foi transferida para peneira de malha 0,212 mm, com o fundo conectado. A areia grossa ficou retida na peneira, enquanto a fina foi recolhida no fundo, mais tarde a areia fina foi transferida para a mesma lata e pesada numa balança analítica com precisão de 0,01 g.

#### 4.1.7.3 Determinação de Silte e de Argila - Método do Densímetro

Foram pesadas 50 g de cada amostra, adicionados 250 mL de água e 10 mL de solução de hidróxido de sódio 1 mol  $L^{-1}$  para o Argissolo, enquanto para o Luvisolo 100 mL de hexametáfosfato de sódio 0,038 mol  $L^{-1}$  + hidróxido de sódio 0,1 mol  $L^{-1}$ . Logo após, cada solo foi preparado para provas de controle com todos os reagentes, exceto o solo nos cilindros de sedimentação e completados com água deionizada até a marca de 1 L.

Depois, agitou a suspensão de cada amostra, inclusive as das provas controle, com o auxílio do bastão com a tampa de borracha, agitadas vigorosamente por 1 minuto, ao finalizar a agitação, foi introduzido imediata e cuidadosamente o densímetro na suspensão para fazer a leitura da concentração de silte + argila. Após uma hora e meia de sedimentação, o volume de suspensão de 5 cm foi transferido para um copo plástico de 300 mL. Transferiu para a proveta de 250 mL e fez a agitação. Introduziu o densímetro (Figura 31) e efetuou a leitura com aproximação de 1 g  $L^{-1}$ .

**Figura 31-** Densímetro



## 4.2 Análise Química

Todas as análises químicas foram conduzidas pelo Manual de Métodos de Análises do Solo da EMBRAPA e executadas no Laboratório de Química do Solo, exceto o pH. Realizaram-se as seguintes análises:

### 4.2.1 pH do Solo

Foi feita a pesagem de 10 g de cada solo de TFSA, cada amostra foi colocada em um copo plástico de 100 mL, em ambos os copos foram adicionados a 25 mL de água destilada, as amostras foram agitadas com bastão de vidro individual por cerca de 60 s e deixadas em repouso por 1 hora.

Após o repouso, acontece nas duas amostras a agitação com bastão de vidro, e são mergulhados os eletrodos na suspensão homogeneizada e procede a leitura do pH.

Vale enfatizar, que antes de iniciar a medição, o potenciômetro foi ligado 30 minutos antes para estabilizar a eletrônica do instrumento, depois foi feita a lavagem do eletrodo com água destilada, após isso, foi feita a calibração do aparelho com as soluções padrão pH 4,00 e pH 7,00.

**Figura 32-** pHmetro



#### 4.2.2 Fósforo Disponível

Foram pesadas 10 g de TFSA de cada solo e colocados cada um em Erlenmeyer de 125 mL junto a 100 mL de solução extratora Mehlich-1, onde foram agitados durante 5 minutos em agitador circular horizontal, após isso, deixados decantar durante uma noite.

Em seguida, foram feitas a pipetagem sem filtrar de 5 mL do extrato em cada amostra e cada um direcionadas para um Erlenmeyer de 125 mL distinto, junto a 10 mL de solução ácida de molibdato de amônio diluída e aproximadamente 30 mg de ácido ascórbico em pó, como redutor, e agitados durante 2 minutos em um agitador circular horizontal, onde foram deixados desenvolver a cor durante 1 hora. Posteriormente, foram feitas as leituras da densidade óptica no espectrofotômetro-UV-Vis, usando filtro vermelho (comprimento de onda de 660 nm).

#### 4.2.3 Cátions Trocáveis

Primeiramente foi feito o preparo da solução de  $KCl$   $1 \text{ mol } L^{-1}$ , pesou 74,56 g de cloreto de potássio (KCl), previamente seco em estufa, para cada litro de solução a ser preparada

Posteriormente, foi pesado 10 g de TFSA, colocado em Erlenmeyer de 125 mL e adicionado 100 mL de solução de  $KCl$   $1 \text{ mol } L^{-1}$ , logo após agitado durante 5 minutos em um agitador horizontal circular. Depois da agitação, foi deixado em repouso durante uma noite.

Pipetou para Erlenmeyers de 125 mL três alíquotas de 25 mL da parte sobrenadante da solução extratora, para determinação do alumínio extraível, cálcio + magnésio e cálcio trocável.

#### 4.2.3.1 Alumínio Trocável

A princípio foram feitos o preparo das soluções e dos reagentes:

- Indicador azul de bromotimol – pesou 0,1 g do indicador, colocou em gral de quartzo e adicionou 1,6 mL de  $NaOH$   $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ . Triturou até a dissolução completa. Passou o resíduo para balão volumétrico de 100 mL e completou o volume com água, até homogeneizar;
- Solução de  $NaOH$   $1,0 \text{ mol L}^{-1}$  – pesou 40 g de  $NaOH$  sólido e transferiu para balão volumétrico de 1 L. Após dissolvido, completou o volume com água destilada, até homogeneizar;
- Solução de  $NaOH$   $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  – pipetou 25 mL da solução de  $NaOH$   $1 \text{ mol L}^{-1}$  e transferiu para balão volumétrico de 1 L, completando o volume com água destilada, até homogeneizar. Padronizar a solução;
- Solução padrão primário de biftalato de potássio ( $KHC_8H_4O_4$ )  $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  – pesou 0,5106 g de biftalato de potássio (hidrogeno ftalato de potássio), previamente seco em estufa a  $100 \text{ }^\circ\text{C}$  por 2 horas. Adicionou aproximadamente 20 mL de água destilada e aqueceu até  $40 \text{ }^\circ\text{C}$ . Transferiu para balão volumétrico de 100 mL. Completou o volume com água destilada, até homogeneizar;
- Indicador fenolftaleína 1% – dissolveu 1 g do indicador em álcool etílico, completando o volume para 100 mL com álcool etílico em balão volumétrico, até homogeneizar.

Após o preparo das soluções dos reagentes. Foi feita a padronização da solução de  $NaOH$   $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ , pipetou de 25 mL da solução padrão de biftalato de potássio  $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  e transferiu para Erlenmeyer de 125 mL e adicionou três gotas do indicador fenolftaleína, para titular com a solução de  $NaOH$   $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  até atingir a cor levemente rosada.

Em uma das alíquotas de 25 mL obtidas na extração com  $KCl$   $1 \text{ mol L}^{-1}$ , adicionou três gotas do indicador azul de bromotimol e titulou com solução padronizada de  $NaOH$   $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ , até que a coloração passasse de amarelo para verde-azulada persistente.

#### 4.2.3.2 Cálcio + Magnésio Trocáveis Determinados por Complexometria

A princípio foram feitos o preparo das soluções e dos reagentes:

- Solução tampão pH 10 – dissolveu 67,5 g de  $NH_4Cl$  em 200 mL de água destilada e colocou em um balão volumétrico de 1 L. Adicionou 600 mL de  $NH_4OH$  concentrado, 0,616 g de  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$  e 0,930 g de EDTA, sal dissódico. Agitou bem até dissolver e completou o volume com água. Verificou a neutralidade da solução em relação ao EDTA e ao magnésio, adicionou 50 mL de água em Erlenmeyer de 125 mL, 3 mL da solução tampão e quatro gotas de negro de eriocromo; a cor avermelhada da solução ficou azul puro após a adição de uma gota do EDTA  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ ;
- Coquetel tampão (Solução tampão, trietanolamina e cianeto de potássio) – misturou 300 mL da solução tampão pH 10 com 300 mL de trietanolamina e 50 mL de cianeto de potássio a 10%. Agitou e guardou em frasco próprio;
- Solução de EDTA  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$  – pesou 4,653 g de EDTA p.a. previamente seco em estufa (Figura 27) e dissolveu em água destilada contida em balão volumétrico de 1 L, completando o volume, até padronizar a solução;
- Indicador negro de eriocromo – dissolveu 100 mg do indicador em 25 mL de álcool metílico contendo 16 g de bórax por litro;
- Murexida – pesou 0,5 g do indicador, colocou em gral de porcelana e misturou com 100 g de sulfato de potássio seco em pó, triturando bem. Guardou em vidro escuro.
- Solução de  $KCN$  ou  $KOH$  a 10% – pesou 100 g do sal, colocou em um balão volumétrico de 1 L contendo água destilada, após dissolvido completamente, completou o volume, até homogeneizar;
- Solução padrão de  $CaCO_3$   $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$  – pesou 1,250 g de  $CaCO_3$ , colocou em um béquer de 400 mL. Umedeceu com água destilada. Adicionou, gota a gota de  $HCl$  p.a. concentrado ( $d = 1,19 \text{ g cm}^{-3}$  e 37%), até cessar a efervescência. Aqueceu ligeiramente para facilitar a dissolução. Deixou esfriar. Transferiu para um balão volumétrico de 1 L, lavando o béquer várias vezes com água. Completou o volume com água destilada, até homogeneizar.

Após o preparo das soluções dos reagentes. Foi feita a padronização da solução de EDTA  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ , pipetou de 25 mL da solução padrão de  $CaCO_3$   $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$  e transferiu para Erlenmeyer de 125 mL, adicionou 4 mL do coquetel tampão, 30 mL de água destilada, três gotas do indicador negro de eriocromo, para titular a solução de EDTA  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$  até que a coloração passasse de vermelho vinho para azul.

Em uma das alíquotas de 25 mL obtida na extração com  $KCl$   $1 \text{ mol L}^{-1}$ , foi adicionado 4 mL do coquetel tampão (cianeto de potássio, trietanolamina e solução tampão), em seguida,

adicionou aproximadamente 30 mg de ácido ascórbico e três gotas do indicador negro de eriocromo. Depois, foi titulado após a adição do indicador com a solução padronizada de EDTA  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$ , até que a coloração passasse de vermelho-arroxeadado para azul, logo, foi anotado o volume da solução de EDTA gasto na titulação.

#### 4.2.3.3 Cálcio e Magnésio Trocável

A princípio foram feitos o preparo das soluções e dos reagentes:

- Solução de EDTA  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$  – pesou 4,653 g de EDTA p.a. previamente seco em estufa e dissolveu em água destilada contida em balão volumétrico de 1 L, completando o volume;
- Solução de *KOH* 10% – pesou 100 g de *KOH*. Passou para balão volumétrico de 1 L, adicionou água destilada, até homogeneizar e completar o volume com água;
- Indicador ácido calconcarbônico + sulfato de sódio – pesou 99 g de sulfato de sódio anidro p.a. e colocou em gral de porcelana. Adicionou 1 g de ácido calconcarbônico ( $C_{21}H_{14}N_2O_7S$ ). Triturou bem a mistura até obter um pó fino e homogêneo. Guardou em frasco escuro.

Em uma das alíquotas de 25 mL obtida na extração com *KCl*  $1 \text{ mol L}^{-1}$ , foi adicionado 3 mL de *KOH* a 10% e uma “pitada” de ácido ascórbico de aproximadamente 30 mg e uma “pitada” do indicador ácido calconcarbônico + sulfato de sódio. Em seguida, foi feita a titulação com solução padronizada de EDTA  $0,0125 \text{ mol L}^{-1}$  até que a coloração passasse da cor de vermelho intenso para azul intenso, logo, anotou o volume de EDTA gasto.

#### 4.2.3.4 Magnésio Trocável Determinado por Complexometria

Foi determinada através da diferença entre os valores de  $(Ca^{2+} + Mg^{2+})$  e  $Ca^{2+}$ , determinados por complexometria.

#### 4.2.4 Acidez Potencial do Solo

A princípio foram feitos o preparo das soluções e dos reagentes:

- Indicador fenolftaleína 1% – dissolveu 1 g do indicador em álcool etílico, em um balão volumétrico de 100 mL, completando o volume com álcool etílico. Armazenou a solução em frasco protegido da luz;

- Solução de hidróxido de sódio  $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  – pesou 1 g de *NaOH* sólido e transferiu para um balão volumétrico de 1 L, completando o volume com água destilada, até padronizar a solução;
- Solução de *NaOH*  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  – pesou 0,1 g de *NaOH* sólido e transferiu para um balão volumétrico de 250 mL, completando o volume com água destilada.
- Solução de *HCl*  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  – pipetou 2,1 mL de *HCl* concentrado ( $d = 1,19 \text{ g cm}^{-3}$  e 37%) e transferiu para um balão volumétrico de 250 mL previamente preenchido até a metade com água destilada. Completou o volume com água até homogeneizar;
- Solução extratora de acetato de cálcio  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  pH 7,1- 7,2 – pesou 88,1 g de acetato de cálcio  $[(\text{CH}_3\text{COO})_2\text{Ca} \cdot \text{H}_2\text{O}]$  p.a. Colocou em um balão volumétrico de 1 L. Após dissolvido, completou o volume com água destilada. Transferiu para um béquer e corrigiu o pH para 7,1 com ácido acético glacial, pingando gota a gota e agitando com bastão de vidro.

Após o preparo das soluções dos reagentes. Foi feita a padronização da solução de *NaOH*  $0,025 \text{ mol L}^{-1}$ , pipetou de 25 mL da solução padrão de biftalato de potássio  $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  e transferiu para Erlenmeyer de 125 mL e adicionou três gotas do indicador fenolftaleína, para titular com a solução de *NaOH*  $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  até atingir a cor levemente rosada.

Logo após, foi feita a pesagem de 5 g de TFSA e colocado em Erlenmeyer de 125 mL e junto a 75 mL de solução de acetato de cálcio  $0,5 \text{ mol L}^{-1}$  pH 7,0. Agitou durante 10 minutos em um agitador horizontal circular. Depois da agitação, foi deixado em repouso durante uma noite. Esse procedimento aconteceu para os dois tipos de solo.

Posteriormente, foi feito a pipetagem 25 mL da solução sobrenadante obtida com acetato de cálcio e transferida para Erlenmeyer de 125 mL, onde foi adicionado três gotas da solução de fenolftaleína e tituló com solução padronizada de  $0,025 \text{ mol L}^{-1}$  de *NaOH* até o desenvolvimento da cor rósea persistente.

#### 4.2.5 Hidrogênio Extraível

Foi determinada através da diferença entre a acidez potencial e o alumínio trocável do solo.

### 4.3 Montagem e Acompanhamento de Experimento

Durante o estágio acompanhei a instalação do experimento de salinidade envolvendo solo e planta, da aluna de doutorado Jaciane Rosa Maria de Souza.

As amostras de Argissolo Amarelo e Luvisolo Crômico coletadas foram peneiradas na peneira de 5 mm. A instalação do experimento foi realizada na Casa-de-vegetação (Figura 33). Para a condução do experimento foram utilizados 48 vasos de massas conhecidas e com as devidas identificações, foram adicionados em 24 vasos 10,220 Kg de Argissolo Amarelo e na outra metade 13,160 Kg de Luvisolo Crômico, junto a quatro sementes de feijão-caupi. Divididas em quatro blocos de 3 X 4 (Figura 34), onde cada bloco era composto de 6 vasos de Argissolo Amarelo e 6 vasos de Luvisolo Crômico.

**Figura 33-** Casa-de-vegetação do Departamento de Agronomia - UFRPE



**Figura 34-** Divisão em blocos do experimento



Nos finais de tarde, era irrigado o volume de água perdido durante a evaporação, onde era feito a pesagem dos vasos em uma balança, e colocado a quantidade de água necessária até atingir a massa determinada dos solos em questão, mantendo sempre a umidade. Vale ressaltar, que acompanhei esse procedimento por 27 dias.

**Figura 35 -** Vasos irrigados



25 dias após o plantio, foram efetuadas as medições de trocas gasosas, nas quais iam determinar a fotossíntese líquida, transpiração, condutância estomática, concentração interna de CO<sub>2</sub> em folhas maduras, por meio de um analisador de gás no infravermelho na faixa com

Faixa PAR de 1500 uml entre 9 e 12 horas da manhã (IRGA, Modelo Li-6400xt, LI-COR) (Figura 36), no entanto, as plantas estavam sofrendo estresse e não foi possível dar continuidade.

**Figura 36** - Infra Red Gas Analyzer (IRGA Modelo Analyzer LICOR XT6400)



**Fonte:** <https://www.licor.com>

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao decorrer do estágio supervisionado obrigatório no Laboratório de Física do Solo - UFRPE fez-se possível vivenciar as atividades desenvolvidas quanto às amostras de solo, adquirindo conhecimentos prático e teórico com a equipe de profissionais e alunos presentes. Nesse tempo, sob a supervisão do Professor Edivan Rodrigues de Souza, acompanhei as análises de solo da aluna do doutorado Jaciane Rosa Maria de Souza, grande importância no meu desenvolvimento profissional, trazendo aprendizado e compreensão acerca da qualidade do solo, na qual faz-se importante as análises física e química do solo para entender o comportamento de um cultura.

As atividades durante o período de estágio foram voltadas para análises físicas e químicas do solo, onde a análise física permite conhecer a estrutura do solo, quanto à análise química permite conhecer os componentes químicos do solo, ambos de suma importância para entender o comportamento e a necessidade de uma cultura.

Neste estágio, foi possível fazer referências e colocar em prática conhecimentos desenvolvidos nas disciplinas: Pedologia, Mecânica dos Solos e Fundamentos da Química Analítica.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBIERI, R. S. (2020). Recuperação de uma pastagem degradada e variação de atributos do solo: um estudo geoestatístico e econômico. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/191420>> Acesso em 10 Abr. 2022.

BUSSINGUER, A. P. (2018). Efeito de diferentes usos do solo no cerrado sobre a composição da fauna edáfica. Disponível em: <<https://repositorio.unb.br/handle/10482/32987>> Acesso em 15 Abr 2022.

CALDERÓN-MEDINA, C. L., BAUTISTA-MANTILLA, G. P., & ROJAS-GONZÁLEZ, S. (2018). Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta. *Orinoquia*, 22(2), 141-157. Disponível em : <[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0121-3709201800020014](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-3709201800020014)> Acesso em 15 Abr. 2022.

DE FREITAS, L., DE OLIVEIRA, I. A., SILVA, L. S., FRARE, J. C. V., FILLA, V. A., & GOMES, R. P. (2017). Indicadores da qualidade química e física do solo sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Unimar Ciências*, 26(1-2). Disponível em: <<http://201.62.80.75/index.php/ciencias/article/view/511>> Acesso em: 16 Abr. 2022.

DE OLIVEIRA SILVA, M., VELOSO, C. L., DO NASCIMENTO, D. L., DE OOLIVEIRA, J., DE FREITAS PEREIRA, D., & DA SILVA COSTA, K. D. (2020). Indicadores químicos e físicos de qualidade do solo. *Brazilian Journal of Development*, 6(7), 47838-47855. Disponível em <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/13360/11223>> Acesso em: 14 Abr. 2022.

JORDÃO, H. W. C. (2018). Atributos químicos de solos sob ambientes naturais e antropizados no município de Humaitá, AM. Disponível em: <<https://tede.ufam.edu.br/handle/tede/6316>> Acesso em: 12 Abr. 2022.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., & TEXEIRA, W. G. (2017). *Manual de métodos de análise de solo*.