

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
SÓLOS AGRÍCOLAS

SUPERVISORES: Norma Cezar de Azevedo
Hans Raj Gheyi

ALUNA: MARIA DO SOCORRO FERREIRA LIMA

CAMPINA GRANDE

JANEIRO/1982



Biblioteca Setorial do CDSA. Julho de 2023.

Sumé - PB

I N D I C E

- DECLARAÇÃO
- REQUERIMENTO
- AGRADECIMENTOS
- APRESENTAÇÃO
- INTRODUÇÃO E OBJETIVO

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS:

-I- ANÁLISES DE ÁGUA

- 1 - pH (Método do Potenciômetro).
- 1.1- Condutividade Elétrica (Condutivímetro).
- 1.2- Determinação de $Ca^{++}+Mg^{++}$ (Titulação com EDTA 0,025N).
- 1.3- Determinação de Na^{+} e K^{+} (Fotômetro de chama).
- 1.4- Carbonatos e Bicarbonatos (Titulação com H_2SO_4 0,02N).
- 1.5- Cloretos (Titulação com $AgNO_3$ 0,05N).
- 1.6- Sulfatos (Teste Qualitativo).
- 1.7- Relação de Adsorção de sódio - RAS.
- 1.8- Classes de Água.

-II-ANÁLISES DE SOLO: - FÍSICAS

- 2 - Preparo de amostra e cálculo da terra fina.
- 2.1- Análise granulométrico (Método do Hidrômetro de Bouyoucos).
- 2.2- Densidade Aparente (Método da Parafina).
- 2.3- Densidade das partículas (Método do Picnômetro).
- 2.4- Determinação da unidade atual (Método da Estufa).
- 2.5- Determinação da unidade a 15 atmosferas.
- 2.6- Porosidade total.
- 2.7- Graus de Flocculação e Dispersão.

2.8- Classificação Textural.

2.9- Condutividade hidráulica, usando terra fina.

- QUÍMICAS

2.10- pH (Método do Potenciômetro).

2.11- Trocáveis- Extração com KCL normal (Ca+Mg).

2.12- Trocáveis- Extração com Acetado de Amônio normal,
pH7 (Na e K).

2.13- Valor de T - (Capacidade total de troca de Cátions).

2.14- Condutividade elétrica no extrato de Saturação.

2.15- Sódio no extrato de Saturação.

2.16- Potássio no extrato de Saturação.

2.17- Carbonatos extrato de Saturação.

2.18 Bicarbonatos extrato de Saturação.

2.19- Cloretos extrato de Saturação.

2.20- Sulfatos extrato de Saturação.

2.21- Relação de Adsorção de Sódio.

2.22- Percentagem de Sódio Intercambiável.

- III- EXPERIÊNCIA DE CAMPO

Capacidade de infiltração (Cilindro infiltrômetro).

- IV - PESQUISA REALIZADA DURANTE O ESTÁGIO

"Estudo da variação da condutividade elétrica no setor ' 10 do Projeto de Irrigação de São Gonçalo."

- V - CONCLUSÃO

DECLARAÇÃO:

Declaro para os devidos fins que Maria do Socorro Ferreira Lima, estudante do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba - UFPb, Campina Grande, e sob o nº de matrícula 7711198-1, estagiou no Laboratório de Irrigação e Salinidade deste Centro, na parte de Solos Agrícolas' desenvolvendo em paralelo uma pesquisa sobre "Estudo da variação da condutividade elétrica no setor 10 do Projeto de Irrigação de São Gonçalo", no período de 25/05/81 a 30/12/81, cumprindo 176 horas integrais no mês de julho e 12 horas semanais nos meses restantes, fazendo um total de 476 horas.

Campina Grande, 15 de janeiro de 1982.



Norma César de Azevedo

Ilmo. Sr.

Chefe do Laboratório de Irrigação e Salinidade do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba - Campus II - Campina Grande - Pb.

Eu, Maria do Socorro Ferreira Lima, regularmente matriculada no Curso de Engenharia Agrícola, sob nº de matrícula 7711198-1, solicita que Vossa Senhoria se digne apreciar o relatório anexo, relativo ao estágio realizado neste Laboratório no período de junho a dezembro de ano de 1981 e supervisionado pelos digníssimos professores, Norma César Azevedo e Hans Raj Gheyi, encaminhando-o portanto, a quem de direito possa atribuir a quantidade de créditos que lhe fizer jus.

Nestes termos

Pede deferimento

Campina Grande 15 de janeiro de 1982.

Maria do Socorro Ferreira Lima

Maria do Socorro Ferreira Lima

A G R A D E C I M E N T O S

- Ao chefe do Laboratório de Irrigação e Salinidade, Professor Hugo Orlando Carvalho Guerra.

- A Professora Norma Cézar de Azevedo, que me orientou durante este trabalho, trazendo sua colaboração através do acompanhamento traduzido em observações críticas e sugestões que, em muito, contribuíram para que aquilo que foi visto em livros e aulas fosse traduzido em experiência prática. Por ter colocado à nossa disposição muitos dos seus recursos humanos e materiais a fim de que este Estágio pudesse ser efetivado com proveito.

- Ao Professor Hans Raj Gheyf e ao mestre Rubens Germano Costa, meus agradecimentos pela atenção dispensada.

- Para finalizar, quero agradecer à Deus, meus pais, irmãos e demais pessoas que de alguma forma contribuíram para a confecção deste relatório.

Maria do Socorro Ferreira Lima

Maria do Socorro Ferreira Lima

APRESENTAÇÃO

Aqui está uma síntese do Estágio Supervisionado, que teve início no dia 25 de maio e chegou ao seu término a 30 de dezembro de 1981.

Mesmo sem ter a pretensão de apresentar agora um trabalho de pesquisa em escala fundamentalmente científica, não posso deixar de testemunhar a seriedade e o compromisso que foi uma constante nestes 07 meses.

O estágio limitou-se fundamentalmente a análises física e química do solo, onde determinou-se os principais parâmetros que o caracterizam. Análises de água, classificando-a mediante o perigo de salinidade e de sódio.

Realizou-se também uma experiência no campo, determinando-se a capacidade de infiltração do solo pelo método do Cilindro Infiltrômetro. Desenvolveu-se durante o estágio, uma pesquisa sobre "Estudo da variação da condutividade elétrica no setor 10 do Projeto de Irrigação de São Gonçalo", sendo os resultados apresentados posteriormente.

Nas páginas seguintes está contida, uma resenha daqueles elementos que, ao meu ver, se constituíram em pontos básicos.

INTRODUÇÃO E OBJETIVO

O conhecimento de várias características, como textura, densidade, ponto de murcha, capacidade de / campo, etc, através de determinações de parâmetros físicos e químicos do solo é de grande importância para uma boa irrigação para as culturas. É imprescindível se conhecer através de análises de laboratório a qualidade da água e do solo.

As análises de solo são necessárias, para determinação do tipo de cultura a ser implantada, quanto, quando e como irrigar. As de água, são necessárias visando prevenir problemas de salinidade no solo, considerando-se que toda água, contém certa quantidade de sais solúveis.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

I - ANÁLISES DE ÁGUA

1 - POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - pH

A finalidade do pH é determinar o caráter, ácido ou básico de uma amostra. É determinado diretamente pelo potenciômetro, quando colocamos o eletrodo na amostra. Deve-se ligar o aparelho, pelo menos 30 minutos antes de ser usado. Aferir o potenciômetro com as soluções tampão PH 4,0 e PH 7,0. Agitar cada amostra com bastão de vidro, mergulhar os eletrodos na suspensão homogeneizada e proceder a leitura do PH. Deve-se ter o cuidado de quando tirar o eletrodo de imersão, lavá-lo com água destilada e limpá-lo com papel de filtro, para poder imergi-lo em outra amostra. A amostra em estudo apresentou PH= 8,8 significando ter caráter alcalino.

1.1 - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - CE

A finalidade da condutividade elétrica é medir o teor de sais contido na amostra. É determinada diretamente pelo condutivímetro de maneira bastante simples, uma vez que basta introduzir a célula do mesmo na amostra de modo que as placas internas da célula fiquem imersas. Gira-se o botão do marcador para que se possa obter a leitura. Leitura esta, que é dada em milinhos/cm a 25°C. Sendo a temperatura diferente de 25°C, deve-se fazer uma correção.

$$T = 25^{\circ}\text{C}$$

$$\text{CE} = \text{Leitura} \times \text{escala} \times \text{Ft} \times \text{constante de célula}$$

$$\text{CE} = 7,0 \times 1 \times 0,925 = 5,86 \text{ msh/cm} = 5860 \text{ \mu mhos/cm}$$

1.2 - CÁLCIO

Toma-se 25 ml da amostra e coloca-se em um er-

... ou pH 4,0 para saber salino e/ou sódico.

100ml de 125 ml, adicionando-se 2ml de KOH a 10%. Como indicador usa-se uma pitada de murexida que dá a solução uma coloração vermelha. Em seguida titula-se com EDTA à 0,025N até que a solução fique com uma coloração lilás. Anota-se o volume gasto.

$$\text{Cálculo: } 40 \text{ VN} = \text{meq/l}$$

$$\text{onde: } V = \text{volume gasto de EDTA} = 1,2 \text{ ml}$$

$$N = \text{normalidade do EDTA} = 0,025 \text{ N}$$

$$\text{então: } \text{Ca}^{++} = 1,2 \times 0,025 \times 40 = 1,2 \text{ meq de Ca}^{++}/\text{l}$$

CÁLCIO + MAGNÉSIO.

Toma-se 25ml da amostra e adiciona-se 3ml de solução tampão de pH 10. Como indicador adiciona-se 3 a 4 gotas de Eriocromo Negro, dando a solução uma coloração lilás. Em seguida titula-se com EDTA a 0,025 N até que a solução fique com uma coloração azul claro. Anota-se o volume gasto.

$$\text{Cálculo: } 40 \text{ VN} = \text{meq/l}$$

$$\text{onde: } V = \text{volume gasto de EDTA} = 2,3 \text{ ml}$$

$$N = \text{normalidade do EDTA} = 0,025 \text{ N}$$

$$\text{então: } \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} = 2,3 \times 0,025 \times 40 = 2,3 \text{ meq de Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}/\text{l}$$

A quantidade de magnésio é encontrada por diferença; então: $\text{Mg}^{++} = \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} - \text{Ca}^{++} = 2,3 - 1,2 = 1,1 \text{ meq de Mg}^{++}/\text{l}$

1.3 - SÓDIO E POTÁSSIO

Esta determinação é feita pelo Fotômetro de Chamas. Primeiramente zera-se o aparelho com solução de sódio e potássio respectivamente. Em seguida imerge uma haste do fotômetro na amostra contida em um becker e determina-se as respectivas leituras.

$$\text{Cálculo: } \text{Na}^+ = \text{Leitura} \times \text{diluição} \times \text{fator de célula.} \quad \text{aparelho}$$

$$\text{Leitura: } \text{Na}^+ = 20$$

$$\text{Diluição: } 1:10$$

$$\text{Fator de célula: } 0,01 \quad \text{aparelho para sódio}$$

$$\text{então: } \text{Na}^+ = 20 \times 10 \times 0,01 = 2 \text{ meq de Na}^+/\text{l}$$

Cálculo : K^+

Leitura : $K^+ = 35$

então : $K^+ = 35 \times 0,001 = 0,035$ meq de K^+ / l

1.4 - CARBONATO -

Coloca-se 50ml da amostra em um erlenmeyer de 125ml e como indicador adiciona-se 2 a 3 gotas de fenolftaleína. Se houver formação de uma coloração rósea, representará que a amostra contém carbonatos. Titular a amostra com H_2SO_4 a 0,02 N cuidadosamente até o desaparecimento da cor. Anotar o volume gasto na titulação. Antes deve-se fazer uma prova em branco.

Cálculo: $20VN = meq/l$

onde: $V = 2P = 1,8$ mL

$P = vol. de H_2SO_4 = 0,9$ ml

$N = normalidade do H_2SO_4 = 0,02N$

então: $CO_3 = 20 \times 1,8 \times 0,02 = 0,72$ meq de CO_3 / l

BICARBONATO -

Cóloca-se 50ml da amostra em um erlenmeyer de 125ml, como indicador adicionando-se 2 a 3 gotas de metil-orange tornando a solução uma cor alaranjada. Titula-se com H_2SO_4 a 0,02N até que a solução fique com uma coloração amarela. Anota-se o volume gasto.

Cálculo: $V = (T - 2P) - 0,2$

onde: $T = volume total de H_2SO_4$ incluindo bicarbonato = 9,0ml

$2P = volume do H_2SO_4$

então: $V = (9 - 2 \times 0,9) - 0,2 = 7,0$ ml

$HCO_3 = 20 \times 7 \times 0,02 = 2,8$ meq de HCO_3 / l

1.5 - CLORETOS -

A finalidade desta determinação é saber o teor de cloretos na amostra, a fim de se obter informações sobre o grau

de mineralização ou indícios de poluição. Faz-se uma prova em branco usando-se 1ml de cromato de potássio a 5%, em 50ml de água destilada. Em seguida toma-se 50ml da amostra e adiciona-se 1ml de cromato de potássio a 5%, que dá a solução uma coloração amarela. Titula-se com nitrato de prata (AgNO₃) a 0,05N até que a solução fique com uma coloração vermelha tijolo. Anota-se o volume gasto.

Cálculo: $20VN = \text{meg/l}$

onde: V=volume gasto de AgNO₃=3,5ml

N=normalidade do AgNO₃=0,05N

então: $CL_2 = 20 \times 3,5 \times 0,05 = 3,5 \text{ meg de cloreto/l}$

1.6 - SULFATOS -

Para determinação de sulfato, coloca-se em um becker 20 ml da amostra e adiciona-se 2 a 3 gotas de HCL concentrado, após o aquecimento coloca-se cloreto de bário Ba Cl₂ a 10%. Na amostra em estudo, como não houve formação de precipitado, significa que não existe sulfato na mesma. Esta foi uma determinação qualitativa.

1.7 - RELAÇÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO - RAS

Esta relação é dada em função dos teores de Sódio, Cálcio e Magnésio e expressa pela seguinte relação:

$$RAS = \frac{Na^+}{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}} = \frac{2}{\frac{1.2 + 1.1}{2}} = 1,87$$

1.8 - CLASSES DE ÁGUA -

Após ter sido feita a análise química da água, tem-se condições de fazer a sua classificação.

A classificação da água para irrigação, pode ser feita mediante ao perigo de salinidade e de sódio. De acordo com o diagrama que segue em anexo, desenvolvido pelo U.S. Salinity

Laboratory Staff, pode-se classificar a água conhecendo-se a condutividade elétrica e o RAS. A amostra em estudo, apresentou CE=543 micromhos/cm e RAS =1,87, podendo-se classificá-la como C₂-S₁, o que significa média salinidade, podendo ser usada sempre que haja um grau moderado de lixiviação. Pode ser usada para a irrigação da maioria dos solos com pequena probabilidade de alcançar níveis perigosos de sódio intercambiável.

II - ANÁLISES DE SOLO -

FÍSICAS:

2 - PREPARO DE AMOSTRA E CÁLCULO DA TERRA FINA

Uma amostra de solo ao dar entrada no laboratório, primeiramente faz-se seu registro em livros especiais ou em fichas de registro de resultados. O registro é feito para possibilitar a sua segura identificação posterior. Cada amostra recebe o número de ordem que será usado como identificação em todas as determinações conduzidas sobre essa amostra.

Após o registro a amostra é preparada para as determinações analíticas. Este preparo é necessário porque as amostras trazidas do campo contêm quantidades muito variáveis de umidade, fragmentos de rochas e raízes de plantas. A heterogeneidade do material causa variações nos resultados analíticos. Esta variação é reduzida pelo preparo da amostra que consta, em geral, das seguintes operações:

- 1- Eliminação de umidade da amostra, ou secagem ao ar;
- 2- Separação do esqueleto de terra das raízes e outros fragmentos orgânicos;
- 3- Destorroamento da amostra, isto é, destruição dos torrões;
- 4- Passa-se a parte destorroada através de

peneira de 2,0 mm de malha;

5- Separa-se a fração retida na peneira para a determinação de pedregulhos e cascalhos;

6- Coloca-se a terra fina em um depósito com sua etiqueta de identificação;

7- Calcula-se a porcentagem de terra fina pela expressão: % terra fina = $100 - (\% \text{cascalho} + \% \text{pedregulho})$ - Análises físicas.

2.1 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA - HIDRÔMETRO DE BOUYOUCOS -

Pesa-se 50 gramas de solo de textura fina e leva-se para um becker, adicionando 50ml da solução de Na OH a 0,1N e deixa-se em repouso por 12 horas, a fim de que as partículas de solo sejam dispersadas. Em seguida transfere-se a solução acima descrita para um copo de um agitador mecânico, adicionando aproximadamente 2/3 de água destilada, agitando por 2 minutos. Transfere-se novamente a amostra para uma proveta de 1000ml, completando o volume com água destilada. Homogeneiza-se a solução por 30 segundos. Insere-se o hidrômetro e depois 40 segundos faz-se a leitura que corresponderá a fração de argila+limo contida no solo. Após transcorrer 2 horas torna-se a inserir novamente o hidrômetro e anota-se o resultado. Lê novamente a temperatura. Essa nova leitura corresponderá a fração de argila.

CÁLCULOS:

Concentração inicial - C_0

Leitura corrigida aos 40 segundos = $C_{40s} = 25^{\circ}\text{C}$

Leitura corrigida a 2 horas = $C_{2h} = 25^{\circ}\text{C}$

Leitura - 37 (40s)

10 (2h)

1) Cálculo da transformação da temperatura:

Como $T_i = T_f = 25^{\circ}\text{C}$, tem-se

$$\frac{C}{5} = \frac{F-32}{9} = \frac{25}{5} = \frac{F-32}{9} \therefore T = 77^{\circ}\text{F}$$

2) Correção das leituras em relação à temperatura:

$$T \text{ (calibração)} = 67,7^{\circ}\text{F}$$

$$\Delta T = 77 - 67,7 = 9,3^{\circ}\text{F}$$

$$\text{Correção: } \Delta T \times 0,2 = 9,3 \times 0,2 = 1,86$$

$$C(40s) = C_{40} + \text{correção} = 37 + 1,86 = 38,86 \text{ g/l}$$

$$C(2h) = C_{2h} + \text{correção} = 10 + 1,86 = 11,86 \text{ g/l}$$

3) Correção das leituras em relação ao dispersante:

$$\text{Equivalente grama (NaOH)} = 40\text{g}$$

$$N = \frac{m}{V(1) \times \text{Eq. grama}} \quad \dots \quad m = 40\text{g}$$

$$1000\text{ml NaOH} \text{ --- } 40 \text{ g/l}$$

$$50\text{ml} \text{ --- } X \quad \dots \quad X = 2\text{g/l}$$

$$C(40s) = C_{40s} - X = 38,86 - 2 = 36,86 \text{ g/l}$$

$$C(2h) = C_{2h} - x = 11,86 - 2 = 9,86\text{g/l}$$

4) Cálculo das percentagens:

$$\% \text{ (limo+argila)} = \frac{C_{40s}}{C_0} \times 100 = \frac{36,86 \times 100}{50} = 73,7\%$$

$$\% \text{ argila} = \frac{C_{2h}}{C_0} \times 100 = \frac{9,86}{50} \times 100 = 19,7\%$$

Obs: $C_0 = 50$, quando o solo é seco a estufa.

$$\% \text{ areia} = 100 - 73,7 = 26,3\%$$

$$\% \text{ silte} = 100 - 26,3 - 19,7 = 54\%$$

Com as frações determinadas, utilizou-se o diagrama triangular e classificou-se o solo como franco siltoso.

2.2 - DENSIDADE APARENTE OU GLOBAL (D_a) - MÉTODO DA PARAFINA

Obtém-se 3 torrões nas condições naturais do campo com diâmetro de 3 a 5 cm. Amarra-se o torrão na parafina o qual deverá estar a uma temperatura de 20°C acima de seu ponto de fusão. Deixa-se o torrão dentro da parafina durante 10 a 20 segundos. Retira-se e espera-se que esta se solidifique. Pesa-se o torrão agora com a película, em seguida coloca-se dentro de uma proveta com água

e determina-se o aumento de volume que a introdução do torrão produziu. Este aumento corresponde ao volume do torrão.

Determina-se o conteúdo de água do torrão retirando-se uma pequena amostra do mesmo, pesa-se e leva-se à estufa por 24 horas. Uma vez conhecido o peso seco e o volume do torrão, calcula-se a densidade aparente:

Cálculos:

$$\text{Peso do torrão} = 12,4\text{g}$$

$$\text{Peso do torrão} + \text{parafina} = 12,4\text{g}$$

$$\text{Peso do torrão} + \text{parafina na água} = 5,0\text{g}$$

Determinação da umidade

$$\text{Peso do vidro do relógio} = 39,22\text{g}$$

$$\text{Peso do solo úmido} = 16,28\text{g}$$

$$\text{Peso do solo seco} = (54,95 - 39,22) = 15,73\text{g}$$

$$\%h = \frac{P_h - P_s}{P_h} \times 100 = \frac{16,28 - 15,73}{16,28} \times 100 = 3,5\%$$

$$\text{Temperatura da água} = 24^\circ\text{C} \quad \therefore \text{Água} = 1\text{g/cm}^3$$

$$d = \frac{m}{v}; \text{ como } d = 1 \quad \therefore m = v$$

$$m = v = (12,7 - 5,0) = 7,4\text{cm}^3$$

$$D_a = \frac{m}{v} = \frac{12,4 - (12,4 \times 0,0349)}{7,4} = \frac{11,967}{7,4} = 1,62\text{g/cm}^3$$

2.3- DENSIDADE REAL (Dr) - MÉTODO DO PICNÔMETRO

Inicialmente pesa-se e enumera-se o picnômetro, enche-se com água destilada e coloca-se em uma bacia também com água destilada para ferver em banho-maria por 10 minutos. Em seguida retira-se 1/3 da água do mesmo e coloca-se 5g de terra fina e volta-se a ferver por mais 5 minutos, deixa-se esfriar, completa-se seu volume com a própria água da bacia, mede-se sua temperatura interna, seca-o com uma flanela e volta-se a pesar. Retira-se uma pequena amostra do solo, leva-se à estufa para determinação da umidade.

$$T_{\text{interna}} = 23^\circ\text{C} \quad \text{d}_{\text{água}} = 0,9975$$

$$\text{Peso do Picnômetro} = P_p = 32,30\text{g}$$

$$\text{Volume do Picnômetro} = 51,10\text{cm}^3$$

Obs: Este procedimento só é válido quando se conhece o volume do picnômetro.

$$\text{Peso (solo + Picnômetro+água)} = P_t = 86,12g$$

Cálculo de umidade

$$\text{Peso do vidro do relógio} = 9,6945g$$

$$\text{Peso do vidro + solo úmido} = 14,5061g$$

$$\text{Peso do vidro + solo seco} = 14,3750g$$

$$\%h = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100 = \frac{0,1311}{4,6811} \times 100 = 2,8\%$$

Cálculo de densidade real

$$100g \text{ de solo} \quad \underline{\quad\quad\quad} 2,8 \text{ de água}$$

$$5g \text{ de solo} \quad \underline{\quad\quad\quad} X \text{ de água} \quad \cdot \cdot \cdot \quad X 0,14g \text{ de água}$$

Peso seco do solo

$$P_s = 5g - 0,14g \quad \cdot \cdot \cdot \quad P_s = 4,86g$$

Peso da água (Pa)

$$P_a = P_t - P_p - P_s = 86,12 - 32,30 - 4,86$$

$$P_a = 48,96g$$

$$V_{\text{água}} = \frac{M_{\text{água}}}{d_{\text{água}}} = \frac{48,96}{0,9975} = 49,083 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{solo}} = V_p - V_{\text{água}}$$

$$V_s = 51,10 - 49,083 \quad \cdot \cdot \cdot \quad V_s = 2,017 \text{ cm}^3$$

$$D_r = \frac{m}{v} = \frac{4,86}{2,017} \quad \cdot \cdot \cdot \quad D_r = 2,41g/cm^3$$

2.4- DETERMINAÇÃO DA UMIDADE - BASE SOLO SECO

Método da Estufa - Pega-se uma pequena amostra de solo seco e coloca-se em vidro de relógio previamente numerado e de peso conhecido, pesa-se o solo e anota-se seu valor, levando-se a estufa por 24 horas. Em seguida retira-se da estufa e coloca-se em um dessecador para esfriar, pesa-se e obtem-se o peso do vidro mais o solo seco. Daí, determina-se a umidade.

Dados:

$$\text{Peso do vidro} = P_v = 9,209g$$

Peso do vidro + solo = 13,7013g

Peso do vidro + solo seco=13,5897g

Peso do solo úmidp = 4,4923g

Peso do solo seco = 4,3807g

Cálculo da umidade:

$$\%h = \frac{P_{u} \times 100}{P_{s}} = \frac{(4,4923 - 4,3807)}{4,3807} \times 100$$

$$\%h = 2,547\%$$

2.5- DETERMINAÇÃO DA UMIDADE A 15 ATMOSFERAS - U.M

Coloca-se 25 a 30g de terra fina em anéis de borracha destribuidos sobre uma membrana. Transfere-se esta para uma ' bandeja com água destilada e adiciona-se até saturar a amostra de solo, e deixa-se por uma noite. Submete-se esta a uma pressão de 15 atm, até que toda água seja drenada, por dois ou três dias aproximadamente. Coloca-se a amostra em latas de alumínio numeradas e de peso conhecido e leva-se a estufa por 24 horas a uma temperatura de aproximadamente 105°C. Pesa-se novamente a lata com o solo seco.

Cálculos:

Dados:

Nº da lata - 130

Peso da lata - 30,89g

Peso da lata + solo úmido = 47,20g

Peso da lata + solo seco = 40,50g

$$\% \text{ U.M} = \frac{(P_{l+Su}) - (P_{l+Ss})}{(P_{l+Ss} - P_{l})} \times 100$$

$$\% \text{ U.M} = \frac{(47,20 - 44,50)g}{(44,50 - 20,35)g} \times 100 \quad \therefore \% \text{ U.M} = 11,18\%$$

2.6- POROSIDADE TOTAL (N)

Consiste dos espaços vazios que ficam entre as ' partículas de solo, e pode ser determinada a partir dos valores de

densidade global e real, pela expressão abaixo:

$$N = \left(1 - \frac{D_a}{D_r} \right) \times 100$$

Dados:

$$D_a = 2,46$$

$$D_r = 3,43$$

Então:

$$N = \left(1 - \frac{2,46}{3,43} \right) \times 100 \therefore N = 28,279\%$$

2.7- GRAUS DE FLOCULAÇÃO E DISPERSÃO.

É determinado em função das porcentagens de argila total e dispersa em água. O procedimento é análogo o de análise granulométrica, usando-se apenas água destilada.

Dados:

$$C(2h) + \text{Correção} = 8,0 + 1,2 = 9,2$$

$$C(2h) = \frac{9,2}{50} \times 100 = 18,4\%, \text{ porcentagem correspondente ao valor da argila dispersa.}$$

$$GF = \frac{(\text{Argila total} - \text{argila dispersa})}{\text{Argila total}} \times 100$$

$$GF = \frac{(24,0 - 18,4)}{24,0} \times 100 = 23,333\%$$

Cálculo do Grau de Dispersão (GD)

$$GD = 100\% - GF$$

$$GD = 100\% - 23,333 \therefore GD = 76,667\%$$

2.8- CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA -

Usando terra fina - A condutividade hidráulica é, provavelmente, a característica dos solos mais importante quando se trata de irrigação e/ou drenagem.

Seu valor depende das características físico-químicas do solo, e também da qualidade da água que flue através

deste. Com relação ao fluido varia com sua viscosidade e densidade. Quando se trata de solo pode-se dizer que varia diretamente com o tamanho e arranjo dos grãos, índice de vazios, quantidade de matéria orgânica, etc.

A condutividade hidráulica pode ser definida como a propriedade física que se pode medir e expressar por meio de um fator de proporcionalidade da equação de Darcy, este fator é chamado coeficiente de proporcionalidade, denotado pela letra "K".

$$\text{Lei de Darcy: } V = \frac{Q}{A \Delta t}; V = Ki, \text{ onde } i = \frac{\Delta H}{L}$$

destas fórmulas, chega-se a:

$$K = \frac{QL}{A \Delta t (h+L)}, \text{ onde:}$$

K - Coeficiente de proporcionalidade (cm/min)

Q - volume percolado (cm³)

L - altura de solo

h - altura da coluna d'água

A - área do cilindro

Δt - intervalo de tempo para medição

i - gradiente hidráulico.

Existem vários métodos de determinação, tanto em campo como em laboratório, do valor de K. Esta experiência consistiu do método do permeâmetro de carga constante e de acordo com os dados o valor de K foi:

$$\emptyset \text{ tubo} = 10 \text{ cm}$$

$$L = 55 \text{ cm}$$

$$h = 10 \text{ cm}$$

$$t = 15 \text{ cm}$$

$$Q = 20 \text{ ml} = 20 \times 10^{-3} \text{ cm}^3$$

$$A = \pi R^2 = \pi (5)^2 = 78,54 \text{ cm}^2$$

$$K = \frac{QL}{At(h+1)} = \frac{20 \times 25}{78,54 \times 15(10+55)} = 1,4 \times 10^2 \text{ cm/min.}$$

$$K = 8,6 \times 10^{-1} \text{ cm/h}$$

De acordo com o manual de Drenagem agrícola de Grassi C.J., esta permeabilidade se classifica como muito lenta.

DETERMINAÇÕES QUÍMICAS

2.10- POTENCIAL HIDROGÊNICO - pH

Método do Potenciômetro - Faz-se uma pasta de saturação para a determinação do extrato da amostra. Esta pasta é feita agregando-se água destilada à amostra de solo e agitando com uma espátula. De vez em quando a amostra deve consolidar-se golpeando o recipiente com cuidado sobre a mesa de trabalho. Ao saturar-se a pasta, esta brilha pela reflexão da luz, flui ligeiramente se inclina o recipiente e a pasta desliza facilmente da espátula, exceto no caso de solos com alto teor de argila. Depois de homogeneizar a amostra deve-se deixá-la em repouso durante 4 horas ou uma noite. A pasta não deve acumular água na superfície, perder seu brilho, ou se a pasta endurece, é necessário misturar novamente agregando-se água.

Procedimento: Pesa-se 300 a 400g de solo e coloca-se em um recipiente (copo plástico). Em seguida adiciona-se cuidadosamente água destilada até saturar a amostra. Lê-se os ml gastos e anota-se para saber a percentagem de saturação.

Transfere-se a massa de solo para um funil Buckner, contendo papel de filtro adaptado a um Kitassato e aplica-se a sucção com uma bomba a vácuo. Em seguida transfere-se o extrato para um depósito com tampa e anota-se o número da amostra.

O pH é determinado diretamente do extrato de saturação ou mesmo da amostra saturada, sendo necessário ter-se que ligar o aparelho pelo menos 30 minutos antes. O potenciô

metro deve ser aferido com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 para solos de pH ácidos ou ligeiramente básicos e 4 a 9 para solos de pH mais elevados. Faz-se a leitura diretamente no aparelho.

2.11- DETERMINAÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO - TROCÁVEIS

Pesa-se 7,5 gramas de TFSA (Terra Fina Seca ao Ar) e coloca-se em um erlenmeyer de 250 ml. Adiciona-se 150 ml de KCl (cloreto de Potássio) 1 normal; leva-se ao agitador por 30 minutos e deixa-se durante 12 horas aproximadamente. Retira-se 100 ml do líquido sobrenadante, onde se vai determinar Ca e Mg.

CÁLCIO - Pega-se 40 ml do extrato e transfere-o para um erlenmeyer de 125 ml. Adiciona-se 2 ml de KOH (Hidróxido de Potássio) 10%. Coloca-se um pouco do indicador murexida e titula-se com EDTA (Ácido Etilenodiaminotetraacético) 0,025N até mudança da cor vermelha para violeta. Anota-se o volume gasto na titulação.

MAGNÉSIO - Esta determinação é realizada indiretamente. Faz-se a determinação do cálcio mais magnésio, e por diferença é possível encontrar o teor de magnésio contido na amostra.

Ca + Mg - Pega-se 50 ml do extrato e transfere-o para um erlenmeyer de 125 ml. Adiciona-se 3 ml da solução tampão pH 10 ($NH_4Cl + NH_3$). Coloca-se 5 gotas do indicador eriocromo negro T e titula-se com EDTA a 0,025N até mudança de cor roxo vinho para azul. Anota-se o volume de EDTA gasto na titulação.

Cálculos:

Volume gasto de EDTA:

$$Ca^{++} + Mg^{++} = 18,5$$

$$Ca^{++} = 14,4$$

$$\text{então: } VN = \text{meq/l}$$

$$Ca^{++} + Mg^{++} = 18,5 \times 0,025 = \text{meq/50ml ou } 2,5\text{g de}$$

solo.

$$0,463 \text{ meq/50ml ou } 2,5\text{g de solo.}$$

pois: 150ml - 7,5g de solo

50ml - xg de solo

∴ X = 2,5g de solo

logo: 0,463 - 2,5g de solo

y - 100g de solo

$Ca^{++} + Mg^{++} = y = 18,5$ meq/100g de solo

$Ca^{++} = 14,4 \times 0,025 =$ meq/50ml ou 2,5g de solo

0,36meq/50ml ou 2,5g de solo

logo: 0,36 - 2,5g

y - 100g

∴ $Ca^{++} = y = 14,4$ meq/100g de solo

$Mg^{++} = 4,1$ meq/100g de solo.

2.12- DETERMINAÇÃO DE SÓDIO E POTÁSSIO - TROCÁVEIS

Pesa-se 12,5 gramas de TFSA (Terra Fina¹ Seca ao Ar) e coloca-se em um tubo de percolação previamente preparado. Adiciona-se 125ml de solução extratora de acetado de amônio normal pH7 e deixa-se passar todo o líquido através do solo para um balão volumétrico de 250ml que posteriormente será completado com água destilada e agitado para que haja uma boa homogeneização. Leva-se uma alíquota do extrato para o fotômetro de chama e se faz as leituras para o sódio e potássio. Se a leitura ultrapassar a escala do aparelho, dilui-se a solução.

Cálculos:

$Na^+ =$ Leitura \times diluição $\times fNa^+$; $fNa^+ = 0,01$

vol. do balão 250ml

$K^+ =$ Leitura \times diluição $\times fK^+$; $fK^+ = 0,001$

$Na^+ = 13 \times 0,01 = 0,13$ meq/l

$XNa^+ = 250ml$ ∴ $Na^+ = 0,0325$ meq/250ml ou

12,5g de solo.

Logo: 0,0325 - 12,5g de solo

$xNa^+ = 100g$ de solo ∴ $Na^+ = 0,26$ meq/100g

de solo.

$$K^+ - 35 \times 10 \times 0,001 = 0,35 \text{ meq/l}$$

$$0,35 \text{ meq} - 1000 \text{ ml}$$

$$xK^+ - 250 \text{ ml} \therefore K^+ = 0,087 \text{ meq}/250 \text{ ml ou}$$

12,5g de solo.

$$\text{logo: } 0,0875 - 12,5 \text{ g}$$

$$xK^+ - 100 \text{ g} \therefore K^+ = 0,7 \text{ meq}/100 \text{ g de solo}$$

2.13- CAPACIDADE TOTAL DE TROCA DE CÁTIONS - T

É dada pelo somatório dos cátions de cálcio, magnésio, sódio e potássio trocáveis.

Portanto:

$$T = 14,4 + 4,1 + 0,26 + 0,7$$

$$T = 19,46 \text{ meq}/100 \text{ g de solo}$$

2.14- CONDUTIVIDADE ELÉTRICA NO EXTRATO DE SATURAÇÃO -

Pega-se uma alíquota do extrato de saturação, aproximadamente 10ml e coloca-se em um pequeno becker. Verifica-se a temperatura da amostra. Faz-se a leitura no condutivímetro, devendo-se antes, lavar bem a célula do aparelho com água destilada. A leitura é dada em milimhos por centímetro.

Cálculos:

$$CE = \text{Leitura} \times FT \times K_{\text{célula}} \times \text{escala}$$

Dados:

$$\text{Leitura} = 2,9$$

$$T = 23^{\circ}\text{C} - Ft = 1,043$$

$$K_{\text{célula}} = 0,905$$

$$\text{então: } CE = 2,9 \times 1,043 \times 0,905 \times 1$$

$$CE = 2,7374 \text{ mmhos/cm}$$

2.15- DETERMINAÇÃO DE SÓDIO NO EXTRATO DE SATURAÇÃO -

Método do fotômetro de chama - Pega-se uma alíquota do extrato de saturação, leva-se ao fotômetro, este já deve ter sido previamente aferido com água destilada e a solução pa-

drão correspondente. Utiliza-se o filtro do ion indicado, Se a leitura ultrapassar a escala do aparelho, dilui-se a solução.

Cálculos:

$$\text{Na}^+ = \text{Leitura} \times \text{diluição} \times f\text{Na}^+$$

$$\text{Na}^+ = 18 \times 10 \times 0,01 \therefore \text{Na}^+ = 1,8 \text{ meq/l}$$

Percentagem de saturação da pasta

$$\%h = \frac{Pa}{Ps} \times 100$$

$$\text{Peso do vidro do relógio} = 9,6907\text{g}$$

$$\text{Peso do solo úmido} + \text{Peso do vidro} = 21,1914\text{g}$$

$$\text{Peso do solo seco} + \text{Peso do vidro} = 18,0866\text{g}$$

$$\therefore h = 37\%$$

$$\text{Logo: } 1,8\text{meq} - 1000\text{ml}$$

$$x\text{Na}^+ - 37\text{ml} \therefore \text{Na}^+ = 0,0666\text{meq}/100\text{g de solo}$$

2.16- DETERMINAÇÃO DE POTÁSSIO NO EXTRATO DE SATURAÇÃO -

O procedimento é semelhante ao do sódio no extrato, tendo-se apenas de aferir o aparelho com a solução padrão para o potássio, utilizando-se o filtro correspondente.

Cálculos:

$$\text{K}^+ = \text{Leitura} \times \text{diluição} \times f\text{K}^+$$

$$\text{K}^+ = 12 \times 100 \times 0,001$$

$$\text{K}^+ = 1,2 \text{ meq/l}$$

então:

$$1,2\text{meq} - 1000\text{ml}$$

$$x\text{K}^+ - 37 \therefore \text{K}^+ = 0,0444\text{meq}/100\text{g de solo.}$$

2.17- DETERMINAÇÃO DE CARBONATOS NO EXTRATO DE SATURAÇÃO -

Pipeta-se uma alíquota de 5 a 25ml do extrato e coloca-se em um erlenmeyer, adiciona-se 2 a 3 gotas de fenolftaleína se a solução não apresentar uma coloração vermelha, indica ausência de carbonatos. Se apresentar uma mudança na cor, titula-se com H_2SO_4 a 0,025N até voltar a coloração inicial. Anota-se o volu

me gasto de H_2SO_4 . Volume da alíquota = 5,0ml. Na amostra em estudo não houve mudança de cor, indicando assim, ausência de carbonatos.

2.18- BICARBONATOS NO EXTRATO DE SATURAÇÃO -

Segue-se o mesmo procedimento da determinação de carbonatos, só que neste caso, usa-se como indicador 2 a 3 gotas de metil-orange. Anota-se o volume gasto de H_2SO_4 .

2.19- CLORETOS NO EXTRATO DE SATURAÇÃO -

Pipeta-se uma alíquota do extrato de saturação, coloca-se em um erlenmeyer, faz-se a prova em branco usando-se 1 ml de cromato de potássio a 5%, titula-se com $AgNO_3$ a 0,05N até apresentar mudança da cor amarelo para vermelho, anota-se o volume gasto na titulação.

2.20- SULFATOS NO EXTRATO DE SATURAÇÃO -

Teste qualitativo - Pipeta-se aproximadamente 20ml do extrato de saturação, coloca-se em um becker, adiciona-se 2 a 3 gotas de Hcl concentrado, coloca-se em uma placa elétrica, e iniciando-se a ebulição, coloca-se $BaCl_2$ a 10%. Observa-se se há ou não precipitado, havendo indica presença de sulfato.

2.21- RELAÇÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO - RAS

Este índice é calculado a partir dos teores de sódio, cálcio e magnésio contidos na amostra de solo

$$RAS = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{++} + Mg^{++}}{2}}} = \frac{2}{\sqrt{\frac{1,2 + 1,1}{2}}} = 1,87$$

Cátions Solúveis

$Na^+ = 2,0$ meq/l

$Ca^{++} = 1,2$ meq/l

$Mg^{++} = 1,1$ meq/l

2.22- PORCENTAGEM DE SÓDIO INTERCAMBIÁVEL - PIS

Índice que indica os efeitos sobre as propriedades do solo. É determinado a partir da relação de adsorção de sódio.

$$\text{PIS} = \frac{100(-0,0126+0,01475\text{RAS})}{1+(-0,0126+0,01475\text{RAS})} = 2,735 ; \text{ PIS} = 2,66$$

III - CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO:

Método do cilindro infiltrômetro - A água penetra no solo por infiltração e, dentro deste, se move pela força da gravidade e pela tensão capilar auxiliadas pela pressão hidrostática enquanto a água cobria a superfície do solo.

A infiltração no início é muito rápida especialmente se o solo se encontra relativamente seco. Sob a influência da gravidade a água penetra nos poros capilares, dos quais não mais sairá com a ação da gravidade. Com a continuação a infiltração vai diminuindo até atingir um valor quase constante. A infiltração inicial depende de vários fatores tais como: estrutura do solo, textura, porosidade, tamanho dos poros, percentagem de umidade na capa superficial, presença de ar, etc.

Para determinação da infiltração, usou-se o método do cilindro infiltrômetro que compõe-se dos seguintes passos:

EQUIPAMENTO: Este método utiliza cilindros de no mínimo 20 centímetros de diâmetro e uns 30cm de altura, de aço de 1/8 de espessura, de maneira que este material possa sofrer percussão e penetrar no solo sem disturbá-lo. Para tanto é conveniente num dos bordos do cilindro chanfrá-lo em ângulo de 30 graus. Uma prancha de aço e uma marreta perfazem o conjunto.

INSTALAÇÃO - Seleciona-se o local onde vai ser colocado os cilindros, observando que a área onde se instala seja representativa das condições do campo onde se pretende irrigar.

Colocam-se os cilindros sobre o solo e com a marreta golpea-se sobre a prancha assentada sobre os cilindros. Os cilindros devem ser enterrados a uns 15 centímetros de profundidade.

OPERAÇÃO - Enche-se com água a zona exterior do cilindro infiltrômetro;

- Coloca-se um plástico no interior do cilindro infiltrômetro e enche-se com água a uma determinada altura;

- Retira-se o plástico e imediatamente determina-se a altura da lâmina d'água.

- Anota-se a altura do nível da água e a hora em que se faz a medição repetindo estas determinações a intervalos de 1,2,2,4,4,8,8,15,15,30,30,1h e 1h.

A tabela abaixo, mostra os dados como também os resultados obtido, em anexo a curva de infiltração.

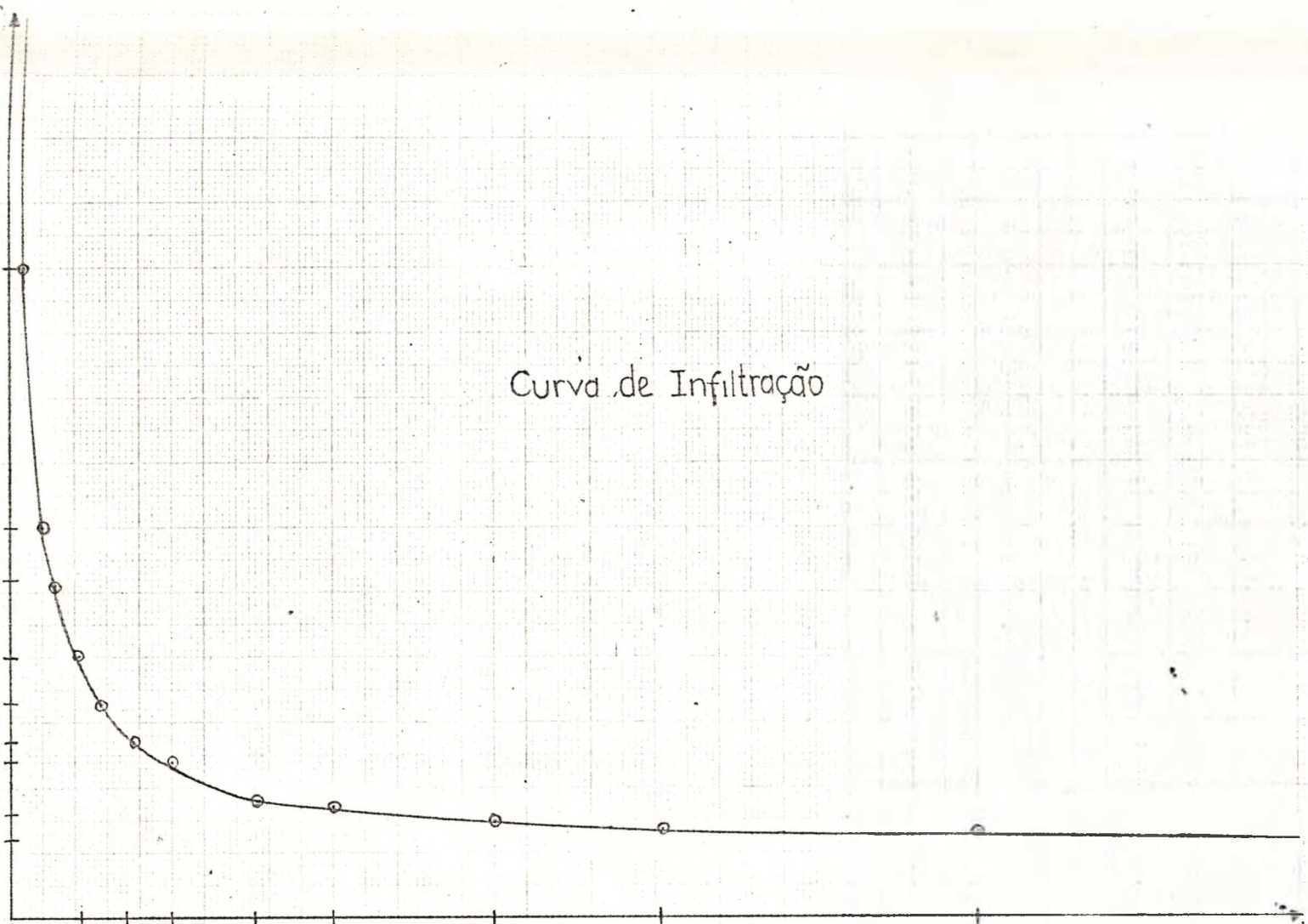
T A B E L A

TEMPO		LEITURAS ACUMULADAS (l/min)	VELOC. DE INFILTRAÇÃO - (l/min)
HORAS	ACUMULADO_min		
10:30	0	0	0
10:31	1	1,75	1,75
10:32	2	2,50	1,25
10:34	4	3,00	0,75
10:36	6	3,90	0,65
10:40	10	4,75	0,50
10:44	14	5,70	0,41
10:52	22	7,50	0,34
11:00	30	9,10	0,30
11:15	45	11,65	0,26
11:30	60	14,00	0,23
12:00	90	18,50	0,20
12:30	120	22,75	0,19
13:30	180	31,55	0,17
14:30	240	39,55	0,16

$f(z)/\text{min}$

Curva de Infiltração

$t(\text{min})$



CONCLUSÃO:

Ao concluir o estágio que deu margem ao presente relatório, e que foi de valiosa importância para mim, fiquei com a certeza de que adquiri conhecimentos bastantes significativos no que diz respeito a prática de laboratório nas análises físicas e químicas de solos e de água, para que posteriormente faça-se sua classificação, já que para se irrigar é de fundamental importância conhecer a qualidade do solo, e da água, com a qual se vai irrigar, evitando assim, que consequências futuras venham ocorrer.

Para se fazer qualquer projeto agrícola é imprescindível conhecer através de análises de laboratório a qualidade da água e do solo.

Portanto, este estágio me foi muito proveitoso, pois me permitiu ampliar e desenvolver meus conhecimentos práticos e teóricos, dando-me uma visão futura das minhas responsabilidades profissionais.

Dai, conclue-se que, o estágio é indispensável a formação de um engenheiro, como complemento dos conceitos teóricos obtidos na Escola.

Sugiro que seja feito um relatório de todo o programa que o estagiário deve cumprir para que o mesmo possa analisar e ficar sabendo previamente das atividades a serem desenvolvidas.

Maria do Socorro Ferreira Lima

Maria do Socorro Ferreira Lima

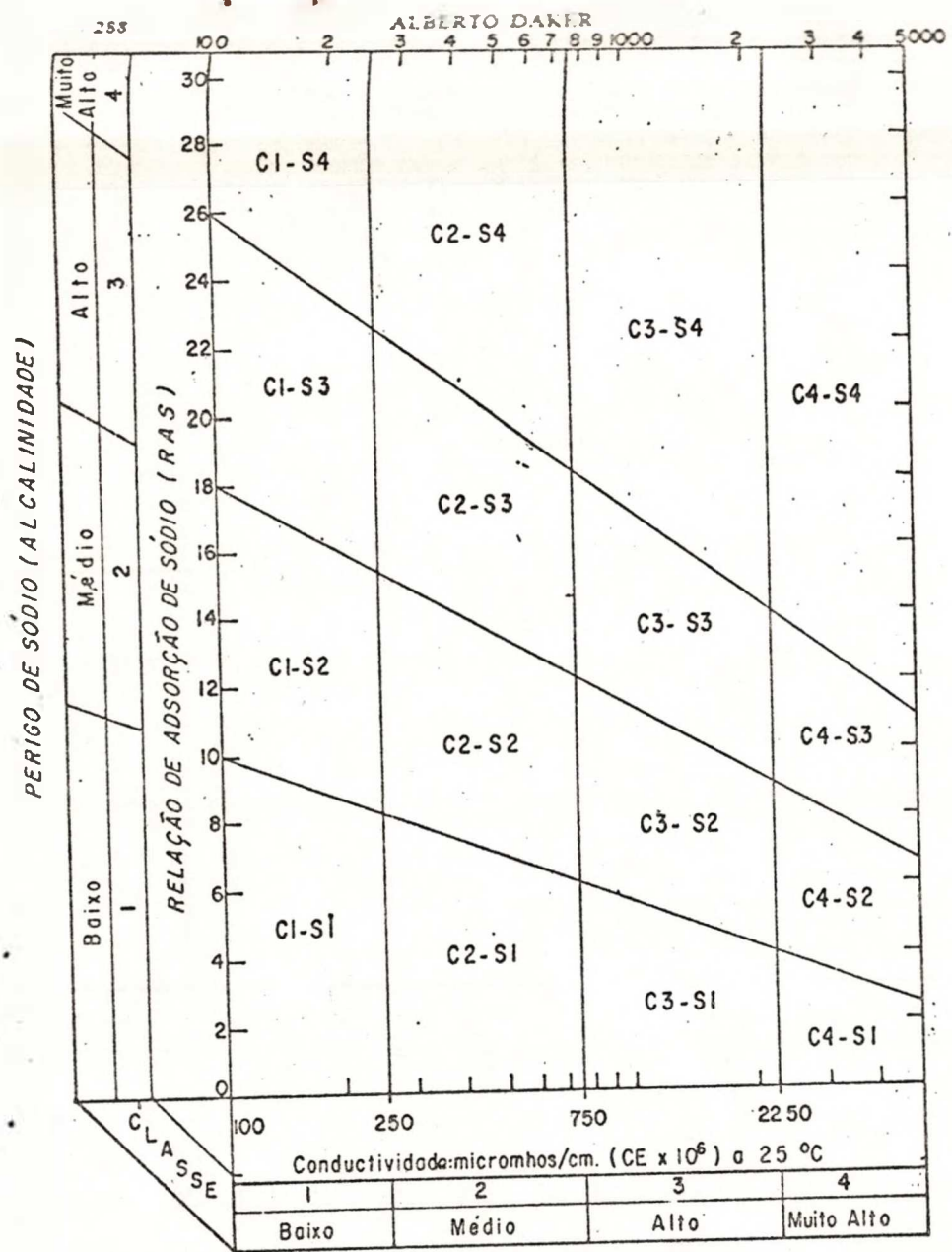


Fig. 4-6 — Diagrama para a classificação da água de irrigação, segundo o "U. S. Salinity Laboratory" (1954, p. 80)

C4 (de 2.250 a 5.000 micromhos). Água de salinidade muito alta — Sob condições normais, não é apropriada para a irrigação. Ocasionalmente pode ser usada em circunstâncias especiais, como em solos muito permeáveis com adequada drenagem, devendo aplicar-se um excesso de água para uma boa lixiviação e só plantar culturas altamente tolerantes aos sais.

Obs.: 1. Certos autores, como Thorne and Peterson (1965, p. 147 a 151), propõem modificar a última categoria (C4) desta classificação, dividindo-a em:

- C4 (de 2.250 a 4.000 micromhos) — Salinidade elevada.
- C5 (de 4.000 a 6.000 micromhos) — Salinidade muito elevada.
- C6 (mais de .. 6.000 micromhos) — Salinidade excessivamente elevada (nunca deve ser usada).

2. Um levantamento minucioso de numerosas águas utilizadas na irrigação no Oeste dos Estados Unidos mostrou os seguintes resultados:

1) Água de salinidade baixa (C1) (< 250 μmhos/cm)	9%
2) Água de salinidade média (C2) (250 — 750 μmhos/cm)	48%
3) Água de salinidade alta (C3) (750 — 2.250 μmhos/cm)	33%
4) Água de salinidade muito alta (C4) (2.250 — 5.000 μmhos/cm)	10%
	100%

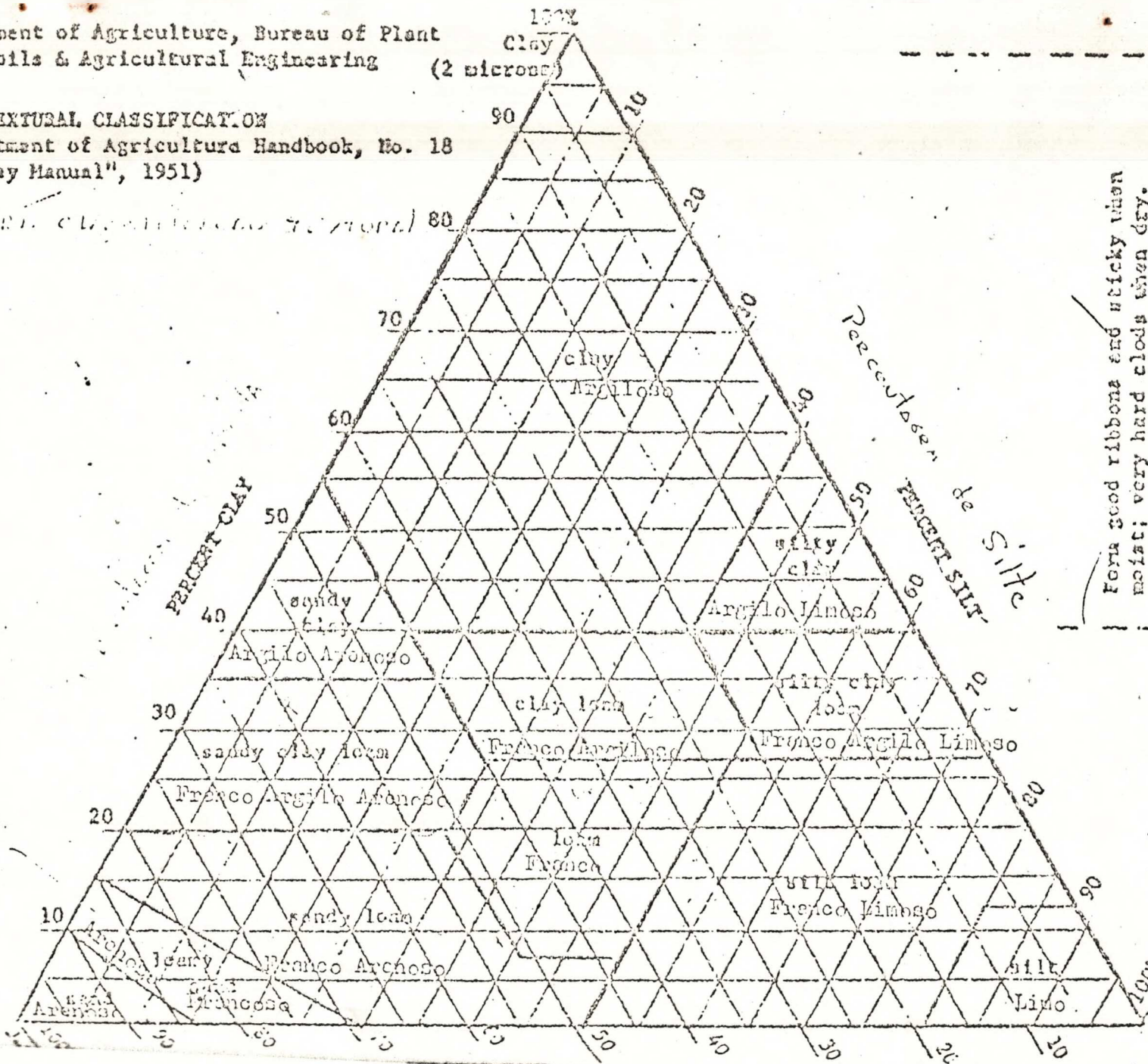
b) Perigo de sódio:

A classificação quanto ao perigo de sódio se refere principalmente ao efeito que tem o sódio intercambiável sobre as condições físicas do solo. As plantas sensíveis a esse elemento, todavia, podem sofrer perdas ocasionadas pela sua acumulação nos tecidos vegetais, ainda que os valores

GUIDE FOR TEXTURAL CLASSIFICATION

(U.S. Department of Agriculture Handbook, No. 18 "Soil Survey Manual", 1951)

Soil texture classification (textural)



Forma good ribbons and sticky when moist; very hard clods when dry.

Forma medium ribbons when moist; hard clods when dry.

Forma pan or no ribbons when moist; soft clods when dry.
 Forma fine-grained.