

UNIVERSIDADE FEDERAL

DA PARAIBA

CAMPUS II – CAMPINA GRANDE – PB

R E L A T Ó R I O

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

JOÃO DE FARIAS FILHO

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

AVENIDA APRÍGIO VELOSO, 882 - Cx. Postal 518

TELEX: 0832211 - FONE: (083) 321.7222

58.100 - CAMPINA GRANDE – PB

BRASIL

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

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

SOLDS AGRÍCOLAS

SUPERVISORES: HANS RAJ GHEYI

NORMA CEZAR DE AZEVEDO

Aluno: JOÃO DE FARIAS FILHO

MATRÍCULA: 7811250-7

CAMPINA GRANDE

NOVEMBRO / 1982



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

ÍNDICE

- DECLARAÇÃO
- REQUERIMENTO
- AGRADECIMENTO
- APRESENTAÇÃO
- INTRODUÇÃO E OBJETIVO

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

1 - ANÁLISES DO SOLO

1.1 - Preparo de Amostra e Cálculo de Terra Fina

1.2 - ANÁLISES FÍSICAS

1.2.1 - Análise Granulométrica (Hidrometro de Bouyoucos)

1.2.2 - Densidade Aparente ou Global - (Método da Parafina)

1.2.3 - Densidade Real - (Método do Picnômetro)

1.2.4 - Determinação da Umidade - (Método da Estufa)

1.2.5 - Determinação da Umidade a 15 Atmosfera - UM

1.2.6 - Porosidade Total (N) e Espaço Aéreo (e)

1.2.7 - Grau de Flocculação e Dispersão

1.2.8 - Condutividade Elétrica (CE) - Usando-se Terra Fina

2. - DETERMINAÇÕES QUÍMICAS

1.2.9 - Potencial Hidrogeniônico - pH - Método do Potenciômetro

1.2.10- Determinação de Cálcio e Magnésio - Trocáveis

1.2.11- " " Sódio e Potássio - "

1.2.12- Capacidade Total de Troca de Cations - T

1.2.13- Condutividade Elétrica no Extrato de Saturação - CE

1.2.14- Determinação Sódio no Extrato de Saturação - Solúvel

1.2.15- " de Potássio no Extrato de Saturação - Solúvel

1.2.16- " " Carbonatos no Extrato de Saturação

1.2.17- Bicarbonatos no Extrato de Saturação

1.2.18- Cloreto no Extrato de Saturação

1.2.19- Sulfatos no " " "

1.2.20- Relação de Adsorção de Sódio - RAS

1.2.21- Percentagem de Sódio Intercambiável - PSI

1.2.22- Capacidade de Infiltração - Método do Cilindro Infiltrômetro

2 - ANÁLISES DE ÁGUA

2.1 - pH (potencial Hidrogeniônico) - Método do Potenciômetro

2.2 - Condutividade Elétrica (CE)

2.3 - Determinação de Cálcio e Magnésio

2.4 - Determinação de Sódio e Potássio

2.5 - Carbonatos e Bicarbonatos

2.6 - Cloretos

2.7 - Sulfatos

2.8 - Relação de Adsorção de Sódio - RAS

2.9 - Classe da Água

CONCLUSÃO

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que João de Farias Filho, Estudante do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Paraíba - UFPb - Campus II, Campina Grande, e sob o número de matrícula 7811250-7, estagiou no Laboratório de Irrigação e Salinidade deste Campus na parte de Solos Agrícolas, desenvolvendo em paralelo uma pesquisa sobre "Recuperação de Solo Salino-Sódico com diferentes dosagens de Gesso e Ácido Sulfúrico e Irrigação Intermitente" do Projeto de Irrigação de São Gonçalo, no Período de 06/07/81 a 30/01/82, cumprindo 160 horas integrais no mês de julho e 12 horas semanais nos meses restantes, fazendo um total de 460 horas.

Campina Grande, 25 de novembro de 1982

Hans Raj Gheyi.

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, João de Farias Filho, regularmente matriculado no curso de Engenharia Agrícola, sob nº de matrícula 7811250-7, solicita de Vossa Senhoria que se digne apreciar o relatório anexo, relativo ao estágio realizado neste Laboratório no período de julho/81 a janeiro/82 e supervisionado pelos digníssimos professores Hans Raj Gheyi e Norma César de Azevedo, encaminhando-o portanto, a quem de direito possa atribuir a quantidade de créditos que lhe fizer jus.

Nestes Termos

Pede deferimento

Campina Grande, 19 de novembro de 1982.

João de Farias Filho

AGRADECIMENTOS

- Ao chefe do Laboratório de Irrigação e Salinidade, Professora Norma Cézar de Azevedo.

- Ao professor Hans Raj Gheyi 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 e feito, através de livros e aulas, fossem traduzidos em experiências práticas. Por ter colocado à nossa disposição muitos dos seus recursos humanos e materiais a fim de que este estágio pudesse ser efetuado com proveito.

- Ao laboratorista e aos mestrandos, pela atenção dispensada.

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

João de Farias Filho

A P R E S E N T A Ç Ã O

Aqui está em síntese o Estágio Supervisionado, que teve início no dia 06 de julho/81 e chegou ao seu término a 30 de janeiro/82.

Mesmo sem ter 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 durante a execução das pesquisas durante este estágio.

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

Realizou-se também uma experiência de campo, determinando-se a capacidade de infiltração do solo pelo método do Cilindro Infiltrômetro. Ainda foi desenvolvida durante o estágio, uma pesquisa sobre "Recuperação de solo Salino-sódico com diferentes dosagens de Gesso e Ácido Sulfúrico e Irrigação Intermitente", do Projeto de São Gonçalo, sendo os resultados da mesma apresentados posteriormente, como também a conclusão da mesma.

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

INTRODUÇÃO E OBJETIVO

Qualquer planejamento e operação de um projeto de irrigação em que se visem a máxima produção e boa qualidade do produto, usando maneira eficiente a água, requer conhecimentos das inter-relações entre solo-água-clima-planta e manejo de irrigação.

As análises de solo são de fundamental importância para determinação do tipo de irrigação e cultura a ser implantada na área a irrigar-se.

Analisando-se a água com que deverá irrigar a área, nos dará condições de conhecimentos dos perigos de salinidade e de sodificação da mesma, bem como, após a análise desta, encaminhar algumas recomendações quando do manejo desta água e sua utilização na irrigação.

Portanto, é imprescindível se conhecer através de análises de laboratório e de campo, a qualidade da água e do solo.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

1 - ANÁLISES DO SOLO

1.1 - Preparo de amostra e cálculo de terra fina:

Uma amostra de solo ao dar entrada no laboratório, primeiramente, faz-se o registro da mesma em livros especiais ou em fichas de registros de resultados. Estes registros são feitos para dar maior segurança em sua identificação posterior. Neste registro 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:

- i - Eliminação de umidade da amostra, ou secagem ao ar;
- ii - Separação do esqueleto de terra das raízes e outros fragmentos orgânicos.
- iii - Destorroamento da amostra, isto é, destruição dos torrões.
- iv - Passagem da parte destorroada através de uma peneira de 2mm de malha.
- v - Separação da fração retida na peneira para determinação de pedregulho e cascalho;
- vi - Colocação da terra fina em um depósito com sua etiqueta de identificação;
- vii - Cálculo da percentagem de terra fina pela expressão:
$$\% \text{ terra fina} = 100 - (\% \text{ Cascalho} + \% \text{ Pedregulho}) .$$

1.2 - ANÁLISES FÍSICAS

1.2.1 - Análise Granulométrica - (Hidrômetro de Bouyoucos)

Pesa-se 50 gramas de terra fina e leva-se para um becker, adicionando-se 50 ml de solução de NaOH a 1,0 N e deixa-se em repouso por 12 horas, a fim de que as partículas de solo sejam dispersas. Em seguida transfere-se a solução acima descrita para um copo de agitação mecânica, adicionando apro

ximadamente meio de água destilada, agitando-se por 2 minutos, transfere-se em seguida, para uma proveta de 1000 ml, completando-se o volume com água destilada. Homogeneiza-se a solução por 30 segundos. Insere-se o hidrômetro na proveta e após 40 segundos faz-se a primeira leitura que corresponderá a fração de argila + limo contida no solo. Após transcorrer 2 horas, insere-se novamente o hidrômetro na proveta e faz-se a segunda leitura, anota-se o resultado que corresponde a fração de argila. Lê-se novamente a temperatura.

CÁLCULOS:

Concentração inicial da suspensão - $C_0 = 50 \text{ g/l}$

Leitura corrigida aos 40 segundos - C_{40s} ,

" " a 2 Horas - C_{2h}

Leituras: aos 40s = 37 , $T_i = 25^\circ\text{C}$

a 2h = 10 , $T_f = 25^\circ\text{C}$

I - Cálculo da transformação de temperatura:

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

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} ; \quad \frac{25}{5} = \frac{F - 32}{9} ; \quad F = 77,0^\circ\text{F}$$

II - Correção das leituras em relação à temperatura:

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

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

$$\text{Fator de correção: } T \times 0,2 = 9,3 \times 0,2 = 1,86$$

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

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

III - Correção das leituras em relação ao dispersante:

Equivalente grama (NaOH) = 40g

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

$$V(l) \times \text{Eq. grama}$$

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

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

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

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

IV - Cálculo das percentagens:

$$\% (\text{limo + argila}) = \frac{C_{40s}}{C_0} \times 100 = \frac{36,86}{50,0} \times 100 = 73,7\%$$

$$\% \text{ argila} = \frac{C_{2h}}{C_o} \times 100 = \frac{9,86}{50,0} \times 100 = 19,7\%$$

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

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

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

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

Obs: Quando precisa, fração de areia pode ser determinado no laboratório, passando-se a solução sobre uma peneira de 0,2 mm e lavando com água destilada. Uma vez lavada o material é transferido com água no becker e secado à temperatura de 105°C , durante 24 horas.

1.2.2 - Densidade Aparente ou Global (D_a) - (Método da Parafina).

Obtem-se 3 torrões nas condições naturais do campo com diâmetro de 3 a 5 cm. Mergulha-se o torrão na parafina, a qual deverá estar a uma temperatura de 20°C acima de seu ponto de (ebulição) 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 (105 a 110°C). Uma vez conhecida o peso seco e o volume do torrão, calcula-se a densidade aparente:

Cálculos: Peso do Torrão = 12,4g

Peso do torrão + parafina = 12,4 g

Peso do torrão + parafina na água = 5,0 g

Determinação da umidade:

Peso do vidro do relógio = 39,22 g

Peso do solo úmido = 16,28 g

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

$\% h = (P_h - P_s) \times 100 = (16,28 - 15,73) \times 100 = 3,5\%$

Temperatura da água = 24°C .°. Água = 1 g/cm^3

$d = \frac{m}{v}$; como $d = 1$.°. $m = v$

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

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

1.2.3 - Densidade Real (Dr) - (Método do Picnômetro)

Inicialmente pesa-se e enumera-se o picnômetro, enche-o com água destilada e coloca-se em uma bacia também com água destilada, e põe-os para ferver em banho maria (por 10 minutos, após abrir a fervura), depois retira-se 1/3 da água contida no picnômetro e põe 5 gramas de TFSA e põe a ferver em seguida por 5 minutos. Depois deixa esfriar, completa-se seu volume com água da própria bacia, mede-se sua temperatura interna, seca-o com uma flanela e volta-se a pesar. Retira-se uma pequena amostra do solo, levando-se a estufa para determinação da umidade.

$$T(\text{interna}) = 23^{\circ}\text{C} ; \quad d(\text{água}) = 0,9975 \text{ g/cm}^3$$

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

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

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

Cálculo da umidade

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

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

$$\text{Peso " " + " seco} = 14,3750 \text{ g}$$

$$\%h = \frac{P_u - P_s}{P_s} \times 100 = \frac{4,8116 - 4,6805}{4,6805} \times 100 = 2,8\%$$

Cálculo da densidade real:

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

$$5 \text{ g " " ---- } X \text{ " " } \quad \therefore X = 0,14 \text{ g de água}$$

Peso do solo seco

$$P_s = 5 \text{ g} - 0,14 \text{ g} \quad \therefore P_s = 4,86 \text{ g}$$

Peso da água (Pa)

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

$$P_a = 48,96 \text{ g}$$

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

$$V_{\text{solo}} = V_p - V_{\text{água}} = 51,10 - 49,083 \quad \therefore V_s = 2,017 \text{ cm}^3$$

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

1.2.4 - Determinação da Umidade - Base Solo Seco

Método da Estufa - Pega-se uma pequena amostra de solo seco e coloca-se em vidro de relógio, este numerado e de peso conhecido, pesa-se o solo levando em seguida à estufa por 24 horas. Em seguida retira-se da estufa e coloca-se em um dessecador para esfriar (sem adquirir umidade), pesa-se e ob-

tem-se assim o peso do solo seco mais peso do vidro .

Dai determina-se a humidade:

Peso do vidro (Pv) = 9,6945 g

" " " + Solo úmido = 14,5061 g

" " " + " seco = 14,3750 g

" " solo úmido = 14,5061 - 9,6945 = 4,8116 g

" " " seco = 14,3750 - 9,6945 = 4,6805 g

Cálculo da umidade

$$\%h = \frac{P_u}{P_s} \times 100 = \frac{(P_u - P_s)}{P_s} \times 100 = \frac{(4,8116 - 4,6805)}{4,6805} \times 100$$

$$\%h = 2,8\%$$

1.2.5 - Determinação da Umidade a 15 atmosferas - UM

Coloca-se 25 a 30 gramas de terra fina em anéis de plástico distribuídos sobre uma membrana. Transfere-se esta para uma bandeja com água destilada e adiciona-se mais água até saturar a amostra de solo, em seguida deixa-se por uma noite. Submete-se esta a uma pressão de 15 atmosferas, até que toda a água seja drenada. Coloca-se a amostra em latas de alumínio numeradas e de peso conhecido e leva-se a estufa por 24 horas (105 a 110°C). Após retirar-se da estufa, pesa-se novamente a lata com o solo seco.

Cálculos:

Nº da lata - 130

Peso da lata = 30,89 g

" " " + solo úmido = 47,20 g

" " " + " seco = 40,50 g

$$\%U.M = \frac{(P_l + S_u) - (P_l + S_s)}{(P_l + S_s) - P_l} \times 100$$

$$\%U.M = \frac{(47,20 - 40,50)}{(40,50 - 30,89)} \times 100 = 11,18\%$$

1.2.6 - Porosidade Total (N)

Consiste dos espaços vazios que ficam entre as partículas do solo, pode ser determinado a partir dos valores de densidade global e real, pela expressão abaixo:

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

Dados: $D_a = 1,62 \text{ g/cm}^3$

$D_r = 2,41 \text{ "}$

então :

$$N = \left(1 - \frac{1,62}{2,41} \right) \times 100 = 32,78\%$$

Espaço Aéreo (e)

Consiste do espaço de vazios que é ocupado pelo ar.

Pode ser calculado a partir da porosidade total, pela seguinte expressão:

$$e = \left(\frac{N}{100-N} \right) \times 100$$

Como também pode ser determinado a partir da densidade global e real, pela expressão abaixo:

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

$$e = \left(\frac{2,41}{1,62} - 1 \right) \times 100 = 48,76\%$$

1.2.7 - Grau de floculação e dispersão (GD)

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

Dados:

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

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

argila dispersa.

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

$$GF = \left(\frac{24,0 - 18,4}{24,0} \right) \times 100 = 23,33\%$$

Cálculo do grau de Dispersão (GD)

$$GD = 100 - GF$$

$$GD = 100 - 23,33 = 76,67\%$$

Condutividade Hidráulica:

Usando-se 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 flui através deste. Com relação ao fluido, varia com sua viscosidade e densidade. Em se tratando 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 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".

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

Destas fórmulas, chega-se a:

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

K - Coeficiente de proporcionalidade (cm/min) ou (cm/h), etc.

Q - Volume percolado (cm³), etc.

L - Altura do solo

h - " 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 permeametro' de carga constante e de acordo com os dados o valor de K foi:

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

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

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

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

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

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

$$K = \frac{QL}{A t (h + L)} = \frac{20 \times 10^3 \times 55}{78,54 \times 15 \times (10 + 55)}$$

$$K = 1,4 \times 10^2 \text{ cm/min} \quad \text{ou} \quad K = 8,6 \times 10^{-1} \text{ cm/h}$$

DETERMINAÇÕES QUÍMICAS

1.2.9 -Potencial Hidrogeniônico - pH

Método do potenciômetro

Inicialmente preparamos a pasta de saturação para a determinação do extrato, que deveremos utilizar para as determinações desejadas. P

Preparo da Pasta:

Pesa-se 200 a 300g de solo e coloca-se em um recipiente (copo plástico). Em seguida adiciona-se cuidadosamente água até saturar a amostra. Lê-se os ml gastos e anota-se para saber a percentagem de saturação. Ao saturar-se a pasta, homogeneizamos a amostra e a deixamos em repouso durante 4 horas ou uma noite.

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 no extrato de saturação ou mesmo na pasta, sendo necessário ter-se que ligar o aparelho pelo menos 30 minutos antes. O potenciômetro deve se aferido com solução tampão de pH 4,0 e pH 7,0 para solo de pH ácido ou ligeiramente básico e pH 4,0 e pH 9,0 para solos de pH mais elevados. Faz-se a leitura diretamente no aparelho.

O pH também pode ser determinado em suspensão de 2 : 1 (água e solo) .

1.2.10 - Determinação de Cálcio e Magnésio - Trocáveis

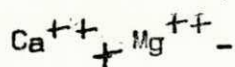
Pesa-se 7,5 gramas de TFSA (Terra fina Seca ao Ar) e coloca-se em um erlenmeyer de 250 ml. Adiciona-se 150 ml de KCl (Cloreto de Potássio) 1N; leva-se ao agitador mecânico por 30 minutos e deixa-se durante 12 horas aproximadamente em repouso. Retira-se 100ml do líquido sobrenadante, onde vai se determinar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

Cálcio (Ca^{++}) -

Pega-se 50 ml do líquido sobrenadante e transfere-o para um erlenmeyer de 125 ml. Adiciona-se 2 ml de KOH (Hidróxido de potássio) 10%. Coloca-se uma pitada do indicador murexida e titula-se com EDTA (Ácido Etilenodiaminotetraacético) 0,025N até a mudança da cor vermelha para violeta. Anota-se o volume gasto na titulação.

Magnésio (Mg^{++})

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



Pega-se 50 ml da solução e transfere-o para um erlenmeyer de 125ml. Adiciona-se 3 ml de solução Tampão pH 10 ($NH_4Cl + NH_3$). Coloca-se 5 gotas do indicador eriocromo negro T e titular com EDTA 0,025N. Anota-se o volume de EDTA gastos na titulação.

Cálculos:

Volume gastos de EDTA:

$$Ca^{++} + Mg^{++} = 7,7 \text{ ml}$$

$$Ca^{++} = 6,0 \text{ ml}$$

então:

150 ml ----- 7,5 g de solo

50 ml ----- X " ∴ X = 2,5 g de solo

assim temos:

$Ca^{++} + Mg^{++} = 7,7 \times 0,025 = 0,193 \text{ meq}/50\text{ml}$ ou 2,5g de solo.

2,5 g de solo ----- 0,193 meq

100g de " ----- Y ∴ Y = 7,7 meq/100g de solo

$Ca^{++} + Mg^{++} = 7,7 \text{ meq}/100\text{g}$ de solo

$Ca^{++} = 6,0 \times 0,025 = 0,15 \text{ meq}/2,5 \text{ g}$ de solo

2,5 g de solo ----- 0,15 meq

100 g de " ----- Z ∴ Z = 6,0 meq/100g de solo

logo temos:

$Ca^{++} = 6,0 \text{ meq}/100\text{g}$ de solo

$Ca^{++} + Mg^{++} = 7,7 \text{ meq}/100\text{g}$ de solo

$Mg^{++} = (Ca^{++} + Mg^{++}) - Ca^{++} = (7,7) - 6,0$

$Mg^{++} = 1,7 \text{ meq}/100 \text{ g}$ de solo.

1.2.11 - Determinação do Sódio (Na^+) e Potássio (K^+) - Trocáveis

Pesa-se 12,5 g de solo ou TFSA e coloca-se em um tubo de percolação previamente preparado. Adiciona-se 125 ml de solução extratora de Acetato de Amônio Normal pH7,0 e deixa-se passar todo o líquido através do solo para um balão volumétrico de 250 ml que posteriormente será completado com água destilada e agitado para que haja uma boa homogeneização. Leva-se uma alíquota do extrato para o fotometro de chama e faz-se as leituras para o Sódio e Potássio. Se a leitura ultrapassar a escala do aparelho, dilui-se a solução.

Calculos:

$Na^+ = \text{Leitura} \times \text{Diluição} \times fNa^+ \quad \therefore fNa^+ = 0,01$

$K^+ = \text{ " } \times \text{ " } \times fK^+ \quad \therefore fK^+ = 0,001$

Volume do balão = 250 ml

Leituras: $Na^+ = 81$

$K^+ = 14$; diluição = 1 : 10

$Na^+ = 81 \times 1 \times 0,01 = 0,81 \text{ meq}/1$

$K^+ = 14 \times 10 \times 0,001 = 0,14 \text{ meq}/1$

Assim: Para o Na^+ -

1000 ml ----- 0,81 meq

250 ml ----- X ∴ X = 0,202 meq/250ml ou por 12,5g de solo

0,202 meq ----- 12,5 g de solo

Y " ----- 100 g de solo ∴ Y = 1,62 meq/100g de solo

logo : $\text{Na}^+ = 1,62 \text{ meq/100 g de solo}$

Para o Potássio, segue os mesmos passos:

1000 ml ---- 0,14 meq

250 ml ---- X $\therefore X = 0,035 \text{ meq/250ml ou } 12,5 \text{ g de solo}$

0,035 meq ---- 12,5 g de solo

Y " ---- 100 g de solo

$Y = K^+ = 0,28 \text{ meq/100 g de solo}$

1.2.12 - Capacidade total de troca de Cations - T

É dada pelo somatório dos cátions de Cálcio, Magnésio, Sódio e Potássio trocáveis. ($\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ quando estas presentes)

Portanto :

$$T = \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} + \text{Na}^+ + \text{K}^+ = 6,0 + 1,7 + 1,62 + 0,28$$

$$T = 9,6 \text{ meq/100g de solo.}$$

1.2.13 - Condutividade Elétrica no Extrato de Saturação - CE

Pega-se uma alíquota do extrato de saturação, aproximadamente 10 ml 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 centímetros.

Cálculos:

$$\text{CE} = \text{Leitura} \times \text{Kcélula} \times \text{Ft} \times \text{Escala}$$

Dados:

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

$$\text{Kcélula} = 0,905 \quad ; \quad \text{Leitura} = 2,85$$

então:

$$\text{CE} = 2,85 \times 0,905 \times 1,043 \times 1$$

$$\text{CE} = 2,69 \text{ mmhos/cm}$$

1.2.14 - Determinação de Sódio no Extrato de Saturação (Na^+ Solúvel)

Método do Fotômetro de chama

Pega-se uma alíquota do extrato de saturação, leva-se ao fotometro, este já deve ter sido previamente aferido com água destilada e a solução padrão correspondente. Utiliza-se o filtro de ion indicado. Se a leitura ultrapassar a escala do aparelho, dilui-se a solução, e afere-se novamente o aparelho.

Cálculos:

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

$$Na^+ = 13 \times 10 \times 0,01 = 1,3 \text{ meq/l}$$

Porcentagem de saturação da pasta (P.S.)

$$P.S. \% = \frac{Pa}{Ps} \times 100$$

Peso do vidro do relógio = 9,6907 g

" " solo úmido + vidro = 21,1914g

" " " seco + " = 18,0866g

$$P.S. \% = 37\%$$

logo: 1,3 meq ----- 1000ml

Na⁺ " ----- 37 ml

Na⁺ = 0,048 meq/100 g de solo

1.2.15 - 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:

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

$$K^+ = 10 \times 10 \times 0,001 = 0,1 \text{ meq/l}$$

assim:

0,1 meq ----- 1000ml

K⁺ " ----- 37 ml

K⁺ = 0,0037 meq/100g de solo.

1.2.16 - Determinação de Carbonatos no Extrato de Saturação

Pipeta-se uma alíquota de 5 a 25 ml do extrato e coloca-se em um erlenmeyer, adicionando-se 2 a 3 gotas de fenolftaleína, se a solução não apresentar uma coloração vermelho, indica ausência de Carbonatos. Se apresentar uma mudança de cor, titula-se com H₂SO₄ a 0,025N até voltar a coloração inicial. ^(inicial) Anota-se o volume gasto de H₂SO₄. Volume da alíquota igual a 5,0 ml. Na amostra em estudo não houve mudança de cor, indicando assim, ausência de Carbonatos.

1.2.17 - 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 H₂SO₄. *Mudança de Cor?*

1.2.18 -

1.2.18 - Cloreto 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 10ml de ^{água destilada mais algumas gotas de} cromato de potássio a 5% ~~titula-se~~ titula-se com AgNO₃ (Nitrato de Prata) a 0,05N. Anota-se o volume gasto na titulação. *Mundança de cor?*

1.2.19 - Sulfatos no extrato de saturação

Teste qualitativo:

Pipeta-se aproximadamente 20 ml do extrato de saturação ^{diluído,} 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 BaCl₂ a 10%. Observa-se se há ou não precipitado, havendo, indica presença de Sulfato.

1.2.20 - Relação de Adsorção de Sódio - RAS

Este índice é calculado a partir dos teores ^{solúveis} de Sódio, Cálcio e Magnésio contidos na amostra de solo.

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

Cations Solúveis:

Na = 0,048 meq/100 g de solo = 1,3 meq/l

Ca = 1,2 meq/l

Mg = 1,1 "

$$RAS = \frac{1,3}{\sqrt{\frac{1,2 + 1,1}{2}}} = 1,21$$

1.2.21 - Percentagem de Sódio Intercambiável - PSI (Empírica)

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

$$PSI = \frac{100(-0,0126 + 0,01475RAS)}{1 + (-0,0126 + 0,01475RAS)}$$

$$PSI = \frac{100(-0,0126 + 0,01475 \times 1,21)}{1 + (-0,0126 + 0,01475 \times 1,21)}$$

$$PSI = 0,56$$

CAPACIDADE DE INFILTRAÇÃO

Cilindro Infiltrômetro

A Infiltração é o nome dado ao processo pelo qual a água penetra no solo, através de sua superfície. A velocidade de infiltração (VI) da água em um solo é fator muito importante na irrigação, visto que ela determina o tempo em que se deve manter a água na superfície do solo ou a duração da aspersão, de modo que se aplique uma quantidade desejada de água. Ela expressa em termos de altura de lâmina d'água ou volume d'água por unidade de tempo, em geral, nas unidades de cm/h ou l/s.

A velocidade de infiltração depende diretamente da textura e da estrutura dos solos. Em geral, ou seja, em solos arenosos, em razão de sua maior percentagem de poros grandes, têm maior velocidade de infiltração.

Em um mesmo tipo de solo a VI varia com:

- A % de umidade do solo, na época de irrigação
- A porosidade do solo
- A existencia da camada menos permeável, ao longo do perfil.

Método do Cilindro Infiltrômetro:

Os equipamentos para este método, consistem em dois anéis, sendo o menor com diâmetro de 25cm e o maior de 50cm, ambos com 30 cm de altura. Devem ser instalados concêntricos, na vertical e enterrados 15 cm no solo, com o auxílio de uma marreta. Para isso, as bordas inferiores dos dois anéis devem ser finas e com corte em forma de bixel, para facilitar a penetração no solo.

Coloca-se água, ao mesmo tempo, nos dois anéis, e com uma régua graduada acompanha-se a infiltração vertical no cilindro interno, com intervalos de tempo de: 1; 2; 2; 4; 4; 8; 8; 15; 15; 30; 30 minutos, 1 h e 1 Hora.

A importância do anel externo é evitar que a água do anel interno infiltre lateralmente. A altura da lâmina d'água nos dois anéis deve ser de 5 cm, permitindo-se uma oscilação máxima de 2 cm. Para facilitar as leituras medem-se as distâncias entre a borda superior do anel e a superfície d'água dentro do anel.

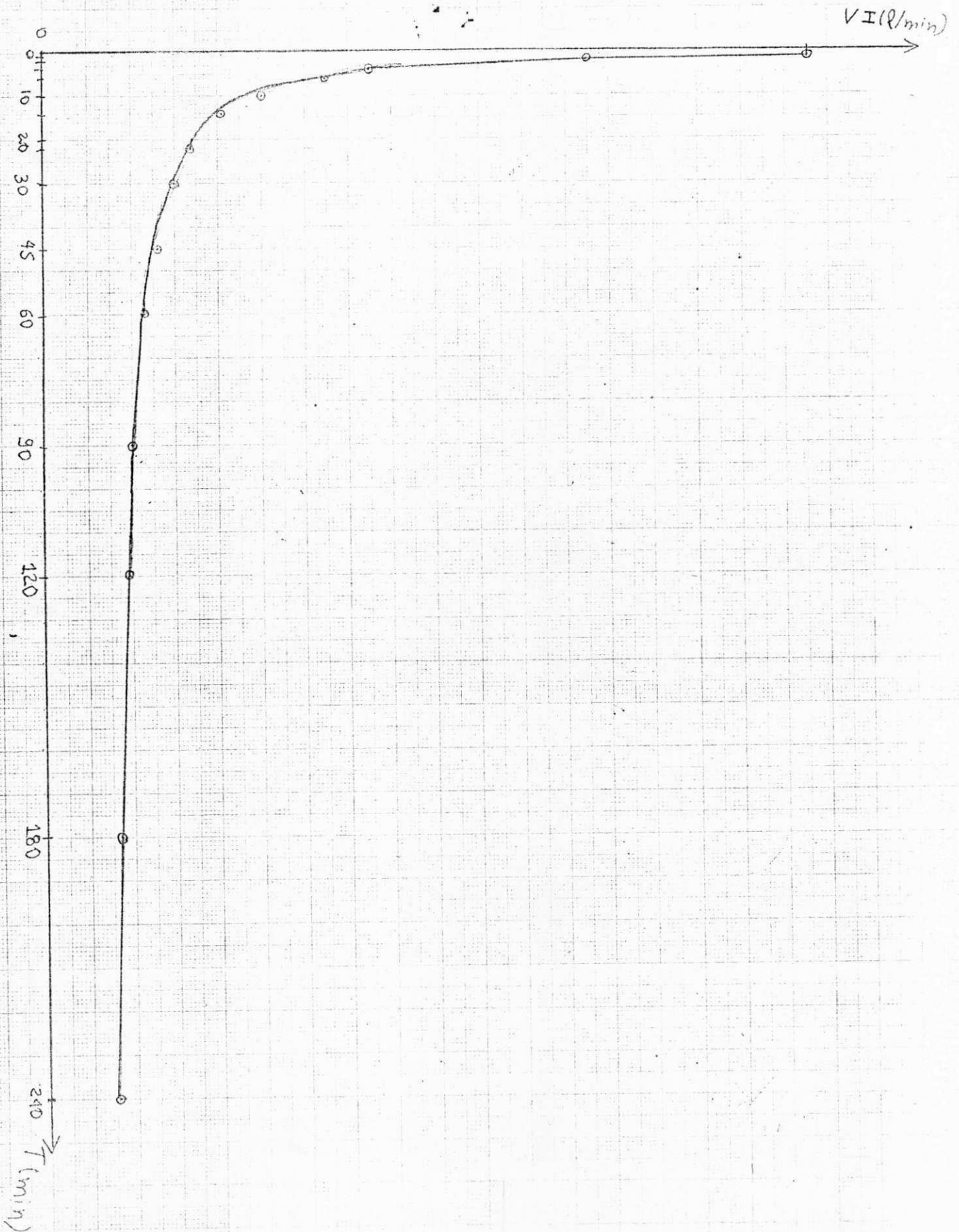
Para a construção da curva da infiltração acumulada, basta plotar os dados da VI "versus" o Tempo Acumulado.

Os dados referentes a prática, seguem na TABELA A

TABELA A

| TEMPO | | LEITURAS | VELOCIDADE DE INFIL- |
|-------|----------------|--------------------|----------------------|
| HORAS | ACUMULADO: min | ACUMULADAS (l/min) | TRACÃO (l/min) |
| 10:30 | 0 | 0,00 | 0,00 |
| 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 |

10 mm \Rightarrow 0,1 P/min :



2 - ANÁLISES DE ÁGUA

2.1 - pH (Método do Potenciômetro)

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 9,0. Agitar cada amostra com um bastão de vidro, mergulhar o eletrodo 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 enxugá-lo com papel de filtro, para poder imergí-lo em outra amostra.

A amostra analisada apresentou:

pH = 8,8

2.2 - Condutividade Elétrica (CE)

A finalidade da condutividade elétrica é medir o teor de sais contidos 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 fiquem-na imersas. Gira-se o botão do marcador para que se possa obter a leitura. Esta leitura é dada em milimhos /cm a 25°C. Sendo a temperatura diferente de 25°C, deve-se fazer uma correção.

CE = Leitura x Escala x ft x Kcélula

CE = 7,0 x 1 x 0,925 = 5,86 mmhos/cm ou

CE = 5860 μ mmhos/cm

Obs: A temperatura quando foi feita a leitura foi: $T = 25^{\circ}\text{C}$. e assim $k_t = 1,0$

2.3 - Determinação do Cálcio e Magnésio

Cálcio (Ca^{++})

Toma-se 25 ml da amostra e coloca-se em um erlenmeyer de 125ml da amostra e coloca-se 2 ml de KOH (Hidróxido de potássio) a 10%. Como indicador usa-se uma pitada de murexida. Em seguida titular com EDTA a 0,025N. Anotar o volume gasto.

Cálculos:

Volume gasto de EDTA - $V = 1,2$ ml

Normalidade do EDTA = 0,025N

Aliquota usada na determinação = 40 ml

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

Magnésio + Cálcio

Toma-se 25 ml da amostra e adiciona-se 3 ml de solução Tampão pH 10. Como indicador 3 a 5 gotas de Eriocromo Black. Em seguida titula-se com EDTA a 0,025N. Anota-se o volume gasto.

Cálculos:

$$40 \times VN = \text{meq/l} \quad \therefore V = 2,3 \text{ ml} \quad ; N = 0,025$$

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

A quantidade de Magnésio é determinado por diferença:

$$Mg^{++} = (Ca^{++} + Mg^{++}) - Ca^{++}$$

$$Mg^{++} = 2,3 - 1,2 = 1,1 \text{ meq/l}$$

2.4 - Determinação de Sódio (Na^+) e Potássio (K^+)

Esta determinação é feita diretamente através do fotômetro de chamas, sendo necessário antes de se efetuar a leitura, fazer-se uma aferição no aparelho, através de água destilada e a solução padrão para Sódio e Potássio respectivamente. Em seguida imerge uma haste do fotometro na amostra contida em um becker e determinar as respectivas leituras. Caso ultrapasse a escala faz-se necessário diluir-se a amostra, como também proceder-se nova aferição no aparelho, como medida de segurança.

Cálculos:

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

$$\text{Dados: } Na^+ (\text{leitura}) = 20,0$$

$$\text{Diluição: } 1 : 10$$

$$fNa = 0,01$$

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

Para o Potássio:

$$\text{Dados: Leitura} = 35$$

$$\text{Diluição} = 1$$

$$fK^+ = 0,001$$

$$K^+ = \text{Leitura} \times \text{Diluição} \times fK^+$$

$$K^+ = 35 \times 1 \times 0,001 = 0,035 \text{ meq/l}$$

2.5 - Carbonatos e Bicarbonatos:

Carbonatos:

Coloca-se 50 ml da amostra em um erlenmeyer de 125 ml e como indicador adiciona-se 2 a 3 gotas de fenolftaleína. Se houver formação de uma coloração rósea, representará que há presença de carbonatos na amostra anali

zada. Titular a amostra com H_2SO_4 a 0,02N cuidadosamente até o desaparecimento da cor. Anotar o volume gasto na titulação. Antes deve-se fazer uma prova em branco.

Cálculos: $20VN = \text{meq/l}$

Na amostra analisada não houve presença de carbonato.

Bicarbonatos

De posse da amostra que foi analisada anteriormente a presença de carbonato, adiciona-se a mesma 2 a 3 gotas de metil-orange. Titular-se com H_2SO_4 à 0,02N. Anotar-se o volume gasto.

Cálculos:

$$V = (T - 2P) - 0,2$$

Onde: T = Volume total de H_2SO_4 incluído bicarbonato = 9,0 ml

2P = " do H_2SO_4

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

$$HCO_3 = 20 \times V \times N$$

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

2.6 - Cloretos

A finalidade da determinação de cloretos na amostra, é obter-se informações sobre o grau de mineração ou indícios de poluição. Faz-se uma prova em branco, inicialmente. Em seguida toma-se 50 ml da amostra e adiciona-se 1 ml de cromato de Potássio a 5%. Titular-se com Nitrato de Prata $AgNO_3$ à 0,05N. Anota-se o volume gasto.

Cálculos:

$$20 \times V \times N = \text{meq/l}$$

$$V = \text{volume gasto de } AgNO_3 = 3,5 \text{ ml}$$

$$N = \text{normalidade do } AgNO_3 = 0,05N$$

então:

$$Cl_2 = 20 \times 0,05 \times 3,5 = 3,5 \text{ meq de cloreto/l}$$

2.7 - Sulfatos

Coloca-se 20 ml da amostra e adiciona-se 2 a 3 gotas de HCl concentrado, após o aquecimento coloca-se cloreto de Bário $BaCl_2$ a 10%, e verifica-se a formação de precipitado.

Na amostra analisada não houve formação de precipitado, logo não há sulfato na mesma (teste qualitativo).

2.8 - Relação de Adsorção de Sódio - RAS.

Esta relação é dada em função dos teores de sódio (Na^+), Cálcio (Ca^{++}) e magnésio (Mg^{++}), onde determinamos pela seguinte expressão:

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}}$$

$$\text{RAS} = \frac{2}{\sqrt{\frac{2,3}{2}}} = 1,87$$

2.9 - Classe da Água

Após ter sido feita a análise química da água, tem-se condições para fazermos agora a sua classificação.

A classificação da água para irrigação é feita para conhecermos o perigo de salinidade e de sódio, que a água pode oferecer.

De acordo com o diagrama que segue anexo, desenvolvido pelo U.S. Salinity Laboratory Staff, pode-se classificar a água, conhecendo-se a sua condutividade elétrica e o RAS.

A amostra em estudo, apresentou:

CE = 5660 micromhos/cm

RAS = 1,87

Assim a água pode ser classificada como: CS1

Quanto ao perigo de salinidade - CS - água com salinidade muito alta.

Recomendações: é geralmente indesejável para irrigação, e pode ser usada somente em solos mais impermeáveis, com lixiviação frequente e com culturas muito tolerante aos sais.

Quanto ao perigo de Sodificação - S1 - perigo de sodificação baixo.

Recomendações: pequena probabilidade de alcançar níveis perigosos de Sódio intercambiável.

CONCLUSÃO

Ao concluir este estágio que deu margem ao presente relatório, deu-me condições de uma nova e ampla visão sobre a importância e responsabilidade que qualquer profissional deve assumir quando deva implantar um projeto de irrigação, por pequena que seja, em uma determinada área.

Deve o profissional analisar a viabilidade do projeto, tanto do ponto de vista econômico, como do ponto de vista social.

Assim sendo, qualquer profissional, antes de implantar um determinado método de irrigação, na área a irrigar-se, deverá encaminhar amostra do solo para uma análise das condições físicas (análise granulométrica, densidade aparente e real, etc) e químicas (pH, sais trocáveis e solúveis, etc) do solo, bem como uma análise da água que utilizará para irrigação, a fim de que assegure-se da viabilidade de utilização da mesma.

Portanto, o estágio dos mais proveitosos para mim, isto porque me permitiu uma ampliação e desenvolvimento dos meus conhecimentos práticos e teóricos, dando-me assim uma nova visão das futuras responsabilidades profissionais.

Assim, o estágio é indispensável à formação de qualquer profissional, como também ampliação e aplicação dos seus conhecimentos teóricos obtidos da escola.

João de Farias Filho

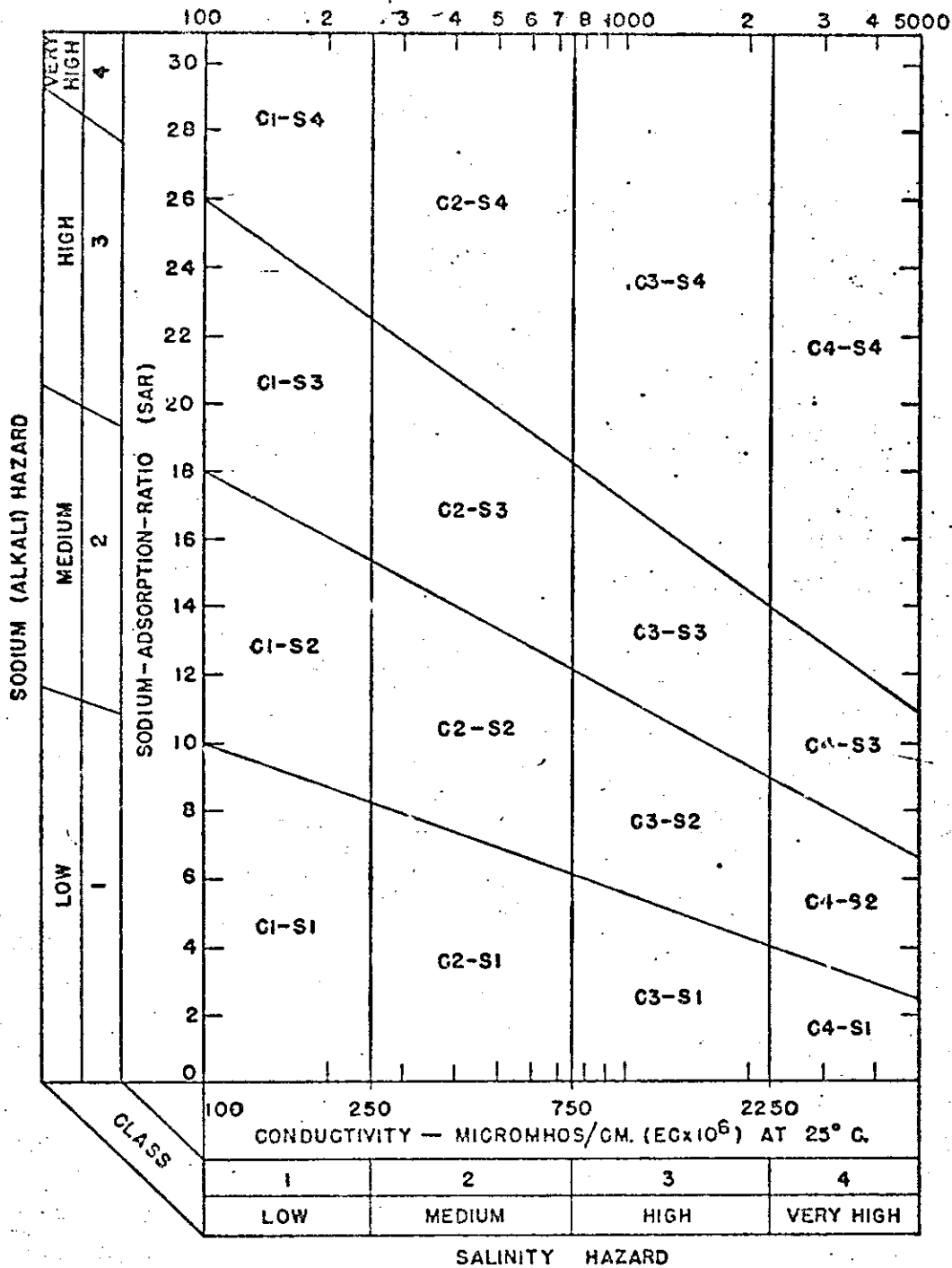


FIGURE 25.—Diagram for the classification of irrigation waters.

moderate salt without special
 HIGH-SALINE with restricted
 age, special m required and p
 selected.
 VERY HIGH irrigation und
 occasionally a soils must be
 irrigation wa considerably
 should be sele

Sodium.

The classifi-
 SAR is based
 sodium on the
 sensitive plan-
 of sodium acc-
 able sodium
 causing deter-
 soil.
 LOW-SODIUM on almost all
 of harmful le-
 sodium-sensit-
 cados may a
 sodium.

MEDIUM-SODIUM
 able sodium
 cation-exchang-
 ing conditior
 This water m
 soils with go

HIGH-SODIUM
 levels of exc-
 require speci-
 leaching, and
 soils may no-
 sodium from
 be required
 except that a
 of very high

VERY HIGH
 factory for i-
 haps mediu-
 from the soh
 may make th

Sometimes
 cient calciu-
 sodium haza
 into account
 For calcare-

