



UNIVERSIDADE FEDERAL

DA PARAIBA

CAMPUS II – CAMPINA GRANDE – PB

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNO: ERIVALDO NOBREGA CABRAL

MATRÍCULA: 7911285-3

ORIENTADOR: MARCOS ANTONIO FIRMINO BATISTA

CAMPINA GRANDE-PB
ABRIL-1985.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA

AVENIDA APRÍGIO VELOSO, 862 - Cx. Postal 518

TELEX: 0832211 - FONE: (083) 321.7222

58.100 - CAMPINA GRANDE – PB

BRASIL



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Engenharia Agrícola por ter proporcionado estágio na Área de Engenharia Agrícola.

A Chefia do Laboratório de Irrigação e Salinidade.

Ao professor MARCOS ANTONIO FIRMINO BATISTA pela orientação dos trabalhos, trazendo sua colaboração através do acompanhamento traduzido em observações, críticas e sugestões que, em muito, contribuíram para aquilo que foi visto e feito, através dos livros e aulas, fossem traduzidas em experiências práticas. Por ter colocado a nossa disposição muitos dos seus recursos humanos e materiais afim de que este estágio pudesse ser realizado com proveito.

A professora NORMA CESAR DE AZEVEDO que oportunamente também contribuiu com sua orientação.

Aos laboratoristas: GLAUCO GOMES DE ALMEIDA, MARIA DAS DORES SILVA E JOSÉ WILSON DA SILVA BARROS.

A SUÊNIA ARAÚJO que me orientou na confecção do presente relatório.

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.

I N D I C E

- Declaração
- Requerimento
- Agradecimentos
- Introdução

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

1 - ANÁLISE DE SOLO

1.1 - Coleta e preparo da amostra de solo

1.2 - Análise física do solo

1.2.1 - Umidade natural - Método da estufa a 105-110°C

1.2.2 - Umidade equivalente - M. de centrifugação

1.2.3 - Ponto de murchamento - M. umidade a 15 a.t.m.

1.2.4 - Capacidade de campo - M. do eq. de umidade

1.2.5 - Densidade aparente - M. da proveta

1.2.6 - Densidade real - M. do pnenômetro

1.2.7 - Porosidade - M. indireto

1.2.8 - Textura - M. do Hidrômetro de Bonyoncons

1.3 - Análise química do solo

1.3.1 - Potencial hidrogeniômico - PH - M. do poten
ciômetro

1.3.2 - Condutividade Elétrica - CE - M. do condu^ti
vím^etro

1.3.3 - Carbonato de Cálcio - M. qualitativo

1.3.4 - Carbono orgânico

1.3.5 - Matéria orgânica

- 1.3.6 - Nitrogênio
- 1.3.7 - Fósforo assimilável
- 1.3.8 - Alumínio
- 1.3.9 - Cálcio + Magnésio
- 1.3.10- Cálcio
- 1.3.11- Acidez trocável (hidrogênio + Alumínio)
- 1.3.12- Magnésio
- 1.3.13- Sódio e Potássio

1.4 - Análise de Salinidade do Solo - Sais Solúveis

- 1.4.1 - Generalidade
- 1.4.2 - Preparo da pasta e do extrato de saturação
- 1.4.3 - PH da pasta de saturação
- 1.4.4 - Condutividade Elétrica do extrato de saturação - CE
- 1.4.5 - Cálcio e Magnésio
- 1.4.6 - Cálcio
- 1.4.7 - Magnésio
- 1.4.8 - Sódio
- 1.4.9 - Potássio
- 1.4.10- Cloretos
- 1.4.11- Carbonatos
- 1.4.12- Bicarbonatos
- 1.4.13- Sulfatos
- 1.4.14- Percentagens de Sódio Intercambiável - P.S.I
- 1.4.15- Classificação do Solo

2 - ANÁLISE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

- 2.1 - Diagrama para classificação da água de irrigação

2.2 - Condutividade elétrica

2.3 - PH

2.4 - Cálcio e Magnésio

2.4.1 - (Ca + My)

2.4.2 - (Ca)

2.4.3 - (Mg)

2.5 - Sódio e Potássio

2.6 - Alcalinidade

2.6.1 - Carbonatos

2.6.2 - Bicarbonatos

2.7 - Sulfatos

2.8 - Cloretos

2.9 - Relação de Adsorção de Sódio - RAS

2.10- Classe da Água

2.11- Recomendação para uso da água analisada em irrigação

3 - CONCLUSÃO

4 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE SOLO

5 - RESULTADOS DA ANÁLISE DE ÁGUA

6 - ANEXOS

7 - BIBLIOGRAFIA

INTRODUÇÃO

O planejamento e operação de um projeto de irrigação em que visem a máxima produção no menor espaço de tempo e com qualidade ao produto usando de maneira eficiente e adequada a água, requer conhecimentos das inter-relações existentes entre solo-água-clima-planta e o devido manejo da irrigação (**SALASSIER**, 1983).

Em regiões áridas e semi-áridas que abrangem 55% da área continental do globo, onde a água quase sempre é fator limitante e existem problemas de acumulação de sais e de alcalis solúveis no solo (**SALASSIER**, 1983), as análises de solo e de água são de fundamental importância para determinação do tipo de irrigação e culturas a serem implantadas em áreas que se queira irrigar.

Analisando o solo do ponto de vista Físico-Químico e de salinidade dispõe de informações necessárias para diagnosticar seu uso como suporte para as culturas, principalmente quando se aplica irrigação. Por outro lado, a água é analisada visando formar informações sobre os perigos de salinização e sodificação que a mesma poderá acarretar ao solo.

No presente trabalho, realizado de 24/10 a 20/12 de 1984, dentre as demais amostras estudadas selecionaram-se para fins de cálculos as de números 2698 correspondendo aos ensaios Físico-Químicos e de salinidade e o 369 em determinação da qualidade da água utilizada para irrigação.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

1 ANÁLISES DE SOLO

1.1 COLETA E PREPARO DA AMOSTRA

A coleta e o preparo de amostras de solo tem como objetivo obter material adequado para ser encaminhado ao laboratório para estudos Físicos-Químicos e de salinidade com fins agrícolas.

A coleta das amostras se faz retirando-se de camada superficial ou a várias profundidades do solo, percorrendo a área em zigue-zague para se coletar, ao acaso. As amostras são retiradas com traços ou abrindo-se perfis. Após coletada as amostras de maneira representativa, faz-se a devida identificação referentes a gleba amostrada, ou seja: Nome e endereço da propriedade, área, situação topográfica da gleba, cultura anterior, produção, fertilização e correção empregada; se cultura perene, idade, variedade e espaçamento; além de solicitar observações que o interessado deseje acrescentar.

Ao dar entrada no laboratório, as amostras são devidamente protocoladas, para em seguida serem destorradas com rolo de madeira e espalhadas em bandeja; deixar em local seco ou ventilado até completar a dessecação ao ar; pesar e anotar o peso total da amostra coletada; peneirar a amostra em malha de 2mm; colocar a terra fina seca ao ar (TFSA) em depósito ou saco plástico com etiqueta de identificação da amostra coletada no campo feito este procedimento o solo estará devidamente apto às determinações, de laboratório.

CÁLCULO DA TERRA FINA SECA AO AR - TFSA

- 1 Eliminação de umidade da amostra, ou secagem ao ar,
- 2 Separação do esqueleto de terra das raízes e outros fragmentos orgânicos,
- 3 Destorramento da amostra, isto é, destruição dos torrões,
- 4 Passagem da parte destorrada através de uma peneira de 2,0mm de malha,
- 5 Separação da fração retida na peneira para determinação de pedregulho e cascalho,
- 6 Colocação da terra fina seca ao ar em depósito ou saco plástico com sua etiqueta de identificação,
- 7 Cálculo final da percentagem de terra fina seca ao ar pela expressão:

$\% \text{ Terra fina seca ao ar - TFSA} = 100 - (\% \text{ cascalho} + \% \text{ pedregulho})$

1.2 ANÁLISE FÍSICA DO SOLO

1.2.1 UMIDADE NATURAL DO SOLO

O conhecimento do teor de umidade do solo em dado momento é imprescindível ao bom planejamento dos projetos de irrigação, portanto se aplicar a água quando esta realmente se fizer necessária.

Do ponto de vista das determinações físicas do solo, possibilita quantificar em termos percentuais a quantidade de água existente em cada pesagem efetuada para as determinações físicas.

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO (Estufa a 105 - 110°C)

Este método consiste em colocar parte da amostra coletada com ou sem estrutura deformada em lata de alumínio devidamente numerada e de peso conhecido, pesar o conjunto lata + solo úmido, anotar a pesagem e levar a estufa a 105 - 110°C, por 24 horas. Retirar da estufa, colocar em dessecador, esfriar e pesar o conjunto lata + solo seco. Portanto obtém-se o teor de água ou a umidade natural em percentagem de peso seco da amostra.

RESULTADOS

Umidade Natural: $100 \left(\frac{\text{peso da amostra úmida} - \text{peso da amostra seca a } 105 - 110^\circ\text{C}}{\text{peso da amostra seca a } 105 - 110^\circ\text{C}} \right)$

Umidade Natural: 3,57%

1.2.2 UMIDADE EQUIVALENTE DO SOLO

A umidade equivalente do solo é a quantidade de água expressa em porcentagem, retida pelo solo quando o mesmo, previamente encharcado, é submetido a uma força centrífuga de 1000 vezes a aceleração de gravidade.

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Centrifugação

Este método consta do seguinte procedimento:

Colocar parte da amostra (TFSA) em caixas metálicas, com fundo de tela, embebendo-as com água por capilaridade, numa bandeja durante aproximadamente 6 horas, após a saturação, colocar sobre uma toalha de feltro para eliminar o excesso d'água, transferir para a centrífuga com velocidade de 2440 r.p.m por um período de 30 minutos, retirar as caixas da centrífuga e transferir para latas de alumínio de número e peso conhecidos, levar a estufa durante 24 horas e determinar a umidade retida.

RESULTADOS

% Umidade Equivalente: $100 * (\text{peso da amostra centrifugada} - \text{peso da amostra seca a } 105 - 110^{\circ}\text{C}) / (\text{peso da amostra seca a } 105 - 110^{\circ}\text{C})$

Umidade Equivalente: 15,20%

1.2.3 PONTO DE MURCHAMENTO

O ponto de murchamento é uma constante de umidade do solo que representa o teor de umidade que abaixo do qual a planta não consegue retirar água do solo para sua sobrevivência, na mesma intensidade em que ela transpira, aumentando a cada instante a deficiência d'água na planta, levando-a a morte. Sendo assim é o limite mínimo da água armazenada no solo usada pelos vegetais.

A determinação do ponto de murchamento é difícil em condições de campo, dado o teor de umidade no solo ou a sua tensão variar com a profundidade e sempre haver movimento d'água de outros pontos, para o sistema radicular da planta indicada do Pm. Entretanto o teor de umidade de uma amostra de solo destorrado e submetida a 15 atmosferas é bem próximo do valor em determinações de campo.

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO

Colocar 25 a 30g de TFSA em anéis de 1 cm de altura , por 6 cm de diâmetro, distribuídos sobre placas de cerâmicas, de 15 Bar, previamente saturada, por a placa em bandeja com água destilada, com nível próximo aos bordos dos anéis. Deixar as amostras nestas condições até completar a saturação , geralmente durante 12 horas retirar a placa, eliminar o excesso d'água e colocar no extrator de Richard, apertar bem os parafusos e abrir os reguladores de pressão até que o manômetro acuse a pressão de 15 Bar ou atm, deixar a amostra submetida a essa tensão até que toda água retida nos poros capilares seja drenado, descarregar a pressão, retirar a placa , com anéis e transferir as amostras para latas, efetuar as pesagens e colocar na estufa por 24 horas, dessecar e pesar normalmente para ao final determinar o ponto de murchamento.

RESULTADOS

$$\% \text{ PM a 15 atm} = 100 \left(\frac{\text{peso da amostra a 15 atm} - \text{peso da amostra seca a } 105 - 110^{\circ}\text{C}}{\text{peso da amostra seca a } 105 - 110^{\circ}\text{C}} \right)$$

Ponto de Murchamento = 10,34%

1.2.4 CAPACIDADE DE CAMPO

A capacidade de campo é a quantidade de água retida pelo solo previamente saturado, após haver cessado o movimento, de água gravitacional e o movimento capilar descendente ter se tornado praticamente nulo. A água do solo na capacidade de campo estar retida com mais força de absorção ou de capilaridade que varia de 1/4 a 1/2 de atmosfera.

A capacidade de campo (Cc) em condições de laboratório pode ser determinada pelos métodos do equivalente de unidade - método indireto, ou pelo método da curva de tensão. A presente determinação foi efetuada pelo primeiro método, ten-

do em vista que para o segundo método o laboratório não dispunha das condições necessárias em termos de equipamentos para tal determinação.

O método usado, o do equivalente de umidade é pouco preciso, mais de rápida execução e consiste no método já descrito no item 1.2.2. Este procedimento traz a amostra no mesmo teor de umidade, caso ela fosse submetida a uma tensão equivalente a 0,4 atm, porém este valor é maior que a tensão equivalente a "Cc" no campo, mas devido a amostra não ter as mesmas condições de campo, este procedimento corresponde a "Cc" principalmente para solos de textura fins.

A "Cc" determinado pelo equivalente de umidade é expresso pela seguinte expressão:

$$\% Cc = 1,3 \times Um.Eq (\%),$$
 sendo 1,3 o valor de transformação p/ solos de textura média

RESULTADOS

$$\% Cc = 1,3 \times U.Eq (\%) \quad Cc = 19,77\%$$

1.2.5 DENSIDADE APARENTE DO SOLO

A densidade aparente do solo pode ser definida como sendo a redução entre a massa de uma amostra de solo seca a 105-110°C e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros. A densidade aparente aumenta com a profundidade do perfil do solo, devido as pressões exercidas pelas camadas superiores, sobre as subjacentes provocarem o fenômeno de compactação, reduzindo a porosidade.

A densidade aparente pode ser também referenciada como massa específica aparente ou ainda como peso específico aparente. As densidades aparentes são expressas em (g/cm³; Kg/1 Ton/m³). As amplitudes de variação das densidades aparentes, situam-se dentro dos seguintes limites médios:

SOLOS	DENSIDADE APARENTE EM (g/cm ³)
Argilosos	1,00 - 1,25
Arenosos	1,25 - 1,40
Humíferos	0,75 - 1,00
Turfosos	0,20 - 0,40

De um modo geral, pode-se afirmar que quanto mais elevado a "Da", maior será sua compactação, menor será sua estruturação, menor será sua porosidade total e, conseqüentemente, maiores restrições ao desenvolvimento das culturas.

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Proveta

Consiste em pesar numa proveta de 100ml, com aproximação de 0,5 a 1,0g, enche-la com TFSA em três partes, cada parte com aproximadamente 35 ml, e em seguida compactar batendo a proveta por 10 vezes sobre o lençol de borracha de 5mm de espessura, com distância de queda de \pm 10cm. Repetir tal procedimento por mais duas vezes, até que se nivele com o traço de aferimento da proveta, pesar a proveta com a amostra e calcular a densidade aparente pela expressão:

$$Da = \frac{\text{Peso da amostra seca a } 105 - 110^{\circ}\text{C}}{\text{Volume da Proveta}}$$

RESULTADOS

$$Da = 1,32 \text{ g/cm}^3$$

1.2.6 DENSIDADE REAL DO SOLO

A densidade real do solo (Dr), refere-se ao volume de sólidos de uma amostra de terra, isentando a porosidade. É a relação existente entre a massa de uma amostra de solo e o vo-

lume ocupado pelas partículas sólidas. É também designada de massa específica real, peso específico real.

Nos solos, seus valores variam entre os limites de : 2,30 e 2,90 e é expressa em: g/cm^3 , Kg/litro, Ton/ m^3 , tendo valor médio de $2,65g/cm^3$ em função dos constituintes minerais predominantes do solo, tais como: Quartzo, feldspatos e os silicatos de alumínio coloidais, cujas densidades reais estão em torno de $2,65g/cm^3$. A "Dr" é portanto a média ponderada de todos os componentes minerais e orgânicos do solo. A presença de matéria orgânica no solo altera consideravelmente sua densidade real fazendo-a baixar, enquanto que a presença de óxido de ferro e outros minerais pesados, elevam a densidade, para valores ao redor de $3,0g/cm^3$.

A relação da "Dr" com as plantas pode ser considerada, como sendo indireta, pois seus valores altos ou baixos estão ligados a presença de componentes minerais ou orgânicos os quais podem influenciar mais diretamente no comportamento das plantas.

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO : Picnômetro

Neste método utilizam-se picnômetros de peso e volume conhecido e consiste em pesar 5g da amostra de TFSA, com 0,05 g de aproximação, colocar no picnômetro, completar até 2/3 do mesmo com água destilada e isenta de CO_2 , levar para placa de aquecimento e em banho maria, deixar que entre em ebulição por 5 minutos, retirar da placa, deixar esfriar à temperatura ambiente, completar o picnômetro com água destilada fervida e efetuar a pesagem do conjunto pic. + solo + água. Após esta operação, medir a temperatura da solução água-solo do interior do picnômetro anotar e determinar a densidade pela seguinte sequência:

- 1 Peso do solo seco = 5,0g - % umidade do solo
- 2 Massa de água = (peso pic. + solo + H_2O) - (peso pic.) - (Peso solo seco)

3 Volume de água = Massa de água/Densidade da H₂O a temperatura determinada

4 Volume do solo = Volume Pic. - Volume H₂O

5 Dr = Peso do solo seco/ Volume do solo

RESULTADOS

Dr = 2,51

1.2.7 POROSIDADE (P)

A porosidade de um solo é o espaço não ocupado por partículas do solo. A porosidade pode ser calculada, conhecendo-se a densidade aparente e a densidade real, pela fórmula:

$$P = \frac{dr - da}{dr} \times 100$$

RESULTADOS

47,41

1.2.8 TEXTURA DO SOLO

A parte sólida do solo é constituída por material inorgânico e orgânico, intimamente ligados. A textura do solo é estudada pela análise granulométrica do solo a qual permite, classificar os componentes sólidos em classe de acordo com os seus diâmetros.

A textura do solo engloba material com diferentes composições e características, abrangendo partículas denominadas, de areia, argila e limo ou silte. É definida como sendo a proporção relativa dos diferentes grupos de partículas primárias existentes no solo.

A avaliação da classe textural de uma amostra de solo é feita no campo pela segregação que uma pequena porção de ter-

ra endurecida e trabalhada entre os dedos dá ao tato e a observação visual. Dos vários métodos de determinação de textura em laboratório no presente trabalho foi usado o método expedido do "Hidrômetro ou densímetro de Bouyoucous".

Feita a análise granulométrica, baseado nos critérios deste método, transporta-se os resultados analíticos para um diagrama triangular onde as diferentes classes texturais estão delimitadas segundo as proporções de área total, silte ou limo e argila.

OBS Ver diagrama triangular com a devida classificação no ANEXO I.

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Hidrômetro de Bouyoucous

Colocar 50g de TFSA em bequer de 250ml, adicionar 50 ml de água destilada e 50ml de hidróxido de sódio a 0,1N, agitar e deixar em repouso por 12 horas para dispersar as partículas, transferir o conteúdo para o copo metálico do agitador elétrico "STIRRER", com auxílio de um jato d'água da pisseta, deixar o volume em torno de 300ml, colocar o copo no agitador e proceder a agitação durante 3 a 5 minutos, passar o conteúdo para uma proveta de 1000ml com auxílio da pisseta e completar até o aferimento da proveta com água, agitar a suspensão por 30 segundos, inserir o Hidrômetro na proveta e após 40 segundos efetuar a primeira leitura (L40") fazendo-se o registro da temperatura da amostra.

Esta 1ª leitura corresponde a fração de argila + limo contido no solo, após transcorrer 2 horas da 1ª leitura, faz-se a 2ª leitura (L2h) que equivale a fração de argila, lendo-se novamente a temperatura da amostra.

PROCEDIMENTO DOS CÁLCULOS PARA DETERMINAÇÃO DA TEXTURA

- 1 Concentração inicial do solo - $C_0 = 50g$
- 2 Correção das leituras devido a temperatura (ClT)..
Como o hidrômetro é calibrado para 68°F, corrige-se a temperatura

Seja :

- . T_1 - Temperatura de calibração do hidrômetro
- . T_2 - Temperatura da amostra
- . Converte-se a temperatura da amostra $P/°F - C/5 = (F - 32)/9$
- . Se $T_2 > 68°F$ $\Delta T \times (0,2) = ClT$
- . $T_2 < 68°F$ $\Delta T \times (-0,2) = ClT$
- . $\Delta T = T_2 - T_1 (°F)$ $\therefore ClT = \Delta T \times (\pm 0,2)$
- 3 Correção devido ao dispersante (C2D)
 - . 1000 ml ————— 40g/l
 - . 50 ml ————— X = 2g/l = C2D
- 4 Leituras corrigidas de 40s e de 2 hs (LC40" e LC2h)
 - . LC40" = L40" + (ClT - C2D)
 - . LC2hs = L2hs + (ClT - C2D)
- 5 Cálculo do valor das funções do solo
 - . % argila + limo ou silte = $\frac{LC40''}{Co} \times 100$
 - . % argila = $\frac{LC2hs}{Co} \times 100$
 - . % silte ou limo = (% argila + limo) - %argila
 - . % areia = 100 - % argila + silte

Feito este procedimento faz-se a classificação textural do solo utilizando-se o diagrama triangular do ANEXO I

RESULTADOS

- . Argila + silte = 25,64%
- . Argila = 5,96
- . Silte ou limo = 19,68%
- . Areia = 74,36%

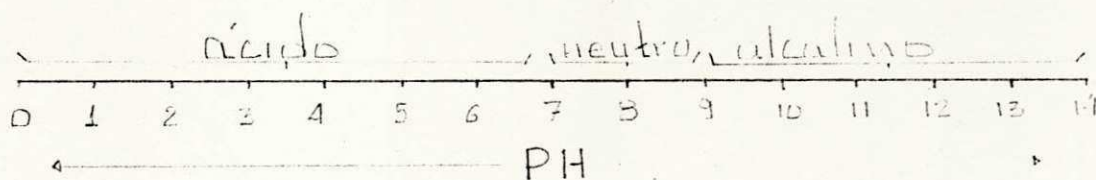
1.3 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO

1.3.1 POTENCIAL HIDROGENIONICO (PH)

O potencial hidrogenionico (PH) do solo é considerado como uma importante determinação inicial que se deve fazer em uma amostra de solo, pois reflete determinadas condições existentes no solo. O PH do solo obedece a uma tabela de classificação que consta de solo ácidos, básicos ou alcalinos e neutros.

O PH do solo obedece a uma escala que varia de 1 a 14 , sendo sua interpretação da seguinte maneira:

INTERPRETAÇÃO	PH
Acidez Elevada	Abaixo de 5,0
Acidez Média	5,0 - 6,0
Acidez Fraca	6,0 - 7,0
Neutro	7,0
Alcalinidade Fraca	7,0 - 7,8
Alcalinidade Elevada	Acima de 7,8



FONTE: Bernard, 1982

A reação do solo é um importante fator na produção agrícola, influenciando na disponibilidade de nutrientes às raízes das plantas. Os solos que tem PH entre 5,8 e 7,5 tendem ser livres de problemas do ponto de vista do crescimento das plantas. Portanto para PH abaixo ou acima deste nível podem trazer problemas de deficiência de elementos nutritivos ou de tóxicos para

as culturas.

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Potenciômetro

Colocar 10ml de TFSA em bequer de 100ml e adicionar 25ml de água destilada, agitar a amostra com bastão de vidro e deixar em repouso no máximo por uma hora, ligar o potenciômetro, pelo menos 30 minutos antes de começar a ser usado, aferir o potenciômetro com as soluções tampão PH 4,0 e PH9,0, agitar a amostra com bastão de vidro, mergulhar o eletrodo na suspensão e proceder a leitura.

RESULTADO

PH = 9,0

1.3.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA (CE)

A condutividade elétrica da água ou do extrato de saturação, como é o caso, é por definição o valor recíproco da sua resistência elétrica, tendo como unidade $\text{Cm}^{-1}/\text{cm}^{-1}$ ou "mho". A determinação desta propriedade pode servir para indicar com certa aproximação a concentração de sais inorgânicos dissolvidos no extrato de saturação do solo.

A determinação da CE é feita de forma rápida e simples, por meio de uma ponta de condutividade elétrica, provida de uma célula de pipeta. Da leitura obtida no condutivímetro se multiplica por um fator K de correção do aparelho (para células que não tenham 1 cm^2 de superfície) e um fator ft de correção de temperatura a 25°C .

MÉTODO DE DETERMINAÇÃO: Condutivímetro

Pesar 10g de TFSA, colocar em erlenmeyer de 100ml e adicionar 25ml de água destilada, agitar e deixar em repouso por uma noite, filtrar em papel de filtro comum, utilizar o extrato mesmo turvo e medir a condutividade elétrica na parte de condu-

tividade, calcular o valor da CE correspondente ao extrato de saturação pela expressão:

$$CE = \text{leitura} \times Kc \times ft,$$

Onde:

Kc - fator de correção do aparelho

ft - fator de correção da temperatura

RESULTADOS

$$CE = 0,86 \text{ mmhos/cm}$$

1.3.3 CARBONATO DE CÁLCIO: Método Qualitativo

Colocar pequena quantidade de TFSA em vidro de relógio umedecer parcialmente com água destilada, adicionar gota a gota da solução de HCl a 30% e observar a efervescência, indicar em função do grau de efervescência a reação da amostra com as seguintes convenções:

- . Fraca (*)
- . Moderada (**)
- . Forte (***)

Esta determinação só deve ser realizada em amostras com PH superior a 7,0, ou quando solicitada especialmente. O umedecimento feito à amostra é para eliminar o ar existente e não confundir a expulsão deste, por ocasião da adição do ácido, com a efervescência, caso haja presença de carbonato de cálcio.

RESULTADOS

Registrou-se presença (**)

1.3.4 CARBONO ORGÂNICO

MÉTODO VOLUMÉTRICO PELO BICROMATO DE POTÁSSIO E TITULAÇÃO PELO SULFATO FERROSO AMONÍACAL

Colocar 0,5g de TFSA em erlenmeyer de 250/300ml, adicionar 10ml de bicromato de potássio a 0,4N, aquecer em placa elétrica até fervura branda, durante 5min, deixar esfriar e juntar 80ml de água, 2 ml de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador difenilamina, titular com sulfato ferroso amoniaca a 0,1N até que a cor azul mude para verde, anotar o volume gasto, fazer prova em branco com 10ml do bicromato de potássio, fazer o cálculo do teor de carbono pela fórmula:

$$\% \text{ carbono} = 0,006V (40 - nf)$$

Onde:

V - Volume do bicromato de potássio a 0,4N

n - Volume gasto na titulação da amostra

f - Fator de correção para 105°C - $f = 40/n'$

n' - Volume gasto na titulação com a prova em branco

1.3.5 MATÉRIA ORGÂNICA

A matéria orgânica é uma determinação que também pode ser determinada indiretamente em função do resultado, em percentagem, de carbono orgânico e é dado pela fórmula:

- $M.O = \% C.O \times 1,724$, pois segundo as literaturas, 58% do solo teoricamente é constituído de matéria orgânica.

RESULTADOS

$$M.O = \% C.O \times 1,724$$

$$M.O = 1,39\%$$

1.3.6 NITROGÊNIO

Também é uma determinação que se obtém indiretamente, em função do carbono orgânico pela relação:

$$\%N = \% C.O / 10$$

RESULTADOS

$$\%N = C./10$$

$$\%N = 0,08$$

1.3.7 FÓSFORO ASSIMILÁVEL

MÉTODO COLORIMÉTRICO

Colocar 10ml de TFSA em erlenmeyer de 125ml e adicionar 100ml da solução extratora (Hcl + H₂SO₄), agitar durante 5 minutos, deixar a amostra em repouso durante 12 horas, pipetar 5 ml e colocar em erlenmeyer de 125ml, adicionar ácido ascórbico em pó, deixar a amostra desenvolvendo a cor durante 1 hora e em seguida proceder a leitura no fotocolorímetro.

RESULTADOS

$$\text{Fósforo Assimilável} = 3,94\text{mg}/100\text{g}$$

1.3.8 ALUMÍNIO

Em uma das aliquotas de 100ml para determinação dos cations trocáveis de Ca + Mg adicionar 3 gotas do indicador azul de bromotimol e titular com solução de NaOH a 0,050N, até a porcentagem de alumínio extraível pela expressão:

$$\text{meq}/100\text{g de Al}^{***} = V$$

Onde:

V - Volume gasto na titulação com NaOH a 0,1N

RESULTADOS

$$\text{Al}^{***} = 0,0$$

1.3.9 CÁLCIO + MAGNÉSIO (Ca^{++} + Mg^{++})

MÉTODO COMPLEXOMÉTRICO E TITULAÇÃO PELO EDTA

No erlenmeyer onde foi feita a titulação do alumínio, adicionar 1 gota de água de bromo para destruir o azul do bromotimol, pipetar 50ml e adicionar 6,5ml do coquetel tampão e 4 gotas do indicador eriocromo negro T e titular com solução de EDTA a 0,025N até viragem da cor vermelha arroxeada para azul puro ou esverdeado (com esta titulação são determinados conjuntamente (Ca^{++} + Mg^{++})), anotar o volume de EDTA gasto.

RESULTADOS

$$[\text{Ca} + \text{Mg} = V \times N \text{ meq}/100\text{g}] \quad V \times N = \text{meq}$$

Onde:

V - Volume gasto na titulação

N - Normalidade de EDTA a 0,025N

$$(\text{Ca} + \text{Mg}) = 22,62 \text{ meq}/100\text{g}$$

1.3.10 CÁLCIO (Ca^{++})

Pipetar 50ml da amostra onde foi determinado o alumínio, colocar 2ml de trietanolâmina a 50%, 2ml de KOH a 10% e uma pipetada (\pm 30mg) de murexida, titular com solução de EDTA a 0,025N até viragem da cor rósea para roxa, anotar o volume de EDTA gasto, que corresponde ao cálcio existente, calcular a percentagem de cálcio pela expressão:

$$. [(\text{Ca}) = V \times N \text{ me}/1] \quad V \times N = \text{meq de } \text{Ca}^{++}$$

Onde:

V e N - idem ao item anterior

RESULTADOS

$$(\text{Ca}^{++}) = 13,92 \text{ me}/100\text{g}$$

1.3.12 MAGNÉSIO (Mg)

$$\text{Mg} = \text{Ca} + \text{Mg} - \text{Ca} \quad \text{Mg} = 8,7 \text{ me}/100\text{g}$$

1.3.11 ACIDEZ TROCÁVEL (Hidrogênio + Alumínio)

MÉTODO VOLUMÉTRICO E TITULAÇÃO PELO HIDRÓXIDO DE SÓDIO

Colocar 10g de TFSA em erlenmeyer de 250ml e juntar 150ml de solução de acetato de cálcio PH 7,0, fechar com rólha e agitar por 30 minutos deixando em repouso por uma noite, pipetar 100ml da solução sobrenadante e transferir para erlenmeyer de 250 ml, adicionar 5 gotas da solução fenolftaleína a 3% e titular com a solução de NaOH a 0,1N até a cor rósea, fazer testemunha, calcular a percentagem de ($\text{H}^+ + \text{Al}^{+++}$) pela expressão:

$$\text{me}/100\text{g de } (\text{H} + \text{Al}) = 1,65 (n - T)$$

Onde:

T - Volume gasto com a testemunha

n - Volume gasto na amostra

RESULTADOS

$$\text{Hidrogênio } (\text{H}^+) = 0,0 \text{ meq}/100\text{g}$$

1.3.13 SÓDIO E POTÁSSIO

MÉTODO FOTOMÉTRICO OU ESPECTOMÉTRICO DE CHAMA

Pesar 12,5g de TFSA e transferir para coluna de percolação, previamente preparada, adicionar 125ml de $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ (acetato de amônia). Após ter cessado a filtração colocá-la em balão de 250ml e completar seu volume com água destilada, retirar uma aliquota necessária e levar ao fotômetro de chama para se obter a leitura.

RESULTADOS

Projetar a leitura do fotômetro de chama, no gráfico, obtendo-se assim os valores de sódio e potássio em meq/l, assim:

Sódio: Na^+ - 1meq/l de Na^+ — 100 leitura
Xmeq/l de Na^+ — 1 leitura

$$X = \text{Na}^+ = \frac{\text{leitura} \times 1}{100} \therefore \text{Na}^+ = 3,0\text{meq/l}$$

Potássio: K^+ - 0,5meq/l de K^+ — 50 leitura
Ymeq/l de K^+ — 1 leitura

$$Y = \text{K}^+ = \frac{\text{leitura} \times 0,5}{50} \therefore \text{K}^+ = 0,16\text{meq/l}$$

OBS Caso as concentrações destes elementos sejam altos, é necessário que se faça diluição da mesma, sendo seu resultado final multiplicado pelo respectivo fator de diluição.

1.4 ANÁLISE DE SALINIDADE DO SOLO - SAIS SOLÚVEIS

1.4.1 GENERALIDADE

Para fins agrícolas os solos salinos representam problemas que requerem a aplicação de medidas especiais e práticas de manejo adequadas. Os sais solúveis produzem efeitos maléficos às plantas ao aumentar o conteúdo de sal na solução do solo e o grau de saturação dos materiais intercambiáveis do solo com sódio intercambiável.

Solo salino é aquele que contém sais solúveis em tal quantidade que altera desfavoravelmente a sua produtividade quando servindo de suporte as culturas. De igual maneira solos sódicos pode definir-se em termos do efeito do sódio intercambiável que altera sua produtividade. Estas duas propriedades inerentes aos dois tipos de solo referentes interferem em um

terceito tipo de solo dando origem ao solo salino-sódico.

Segundo o "Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos" existem quatro classes de solos quanto a salinização e sodificação, que são: solos normais, solos salinos, solos salinos-sódicos ou salinos alcalinos e solos sódicos ou alcalinos. Pelo ANEXO II tem-se uma tabela onde são apresentados parâmetros básicos para a classificação de solo segundo as sugestões desse Laboratório.

Os solos salinos, que tem $CE > 4,0$ e $PSI < 15$, podem ser recuperados por simples lavagens acompanhadas de drenagem onde os sais são eliminados e o solo se torna normal. Os solos salino-sódicos, que têm $CE > 4,0$ e $PSI \geq 15$, são de difícil manejo, se o excesso de sais solúveis fossem lavados pela água de irrigação, o prejuízo seria grande, pois os mesmos, a menos que houvesse gesso presente, passariam a sódicos resultando pois em um solo impermeável, pesado e de difícil trabalhabilidade. Já os solos sódicos ou alcalinos, que tem $CE < 4,0$ e $PSI > 15$, de modo geral são encontrados em regiões áridas e semi-áridas. São solos de baixa permeabilidade, com estrutura prismática ou colunar, enquanto que a camada superficial pode apresentar textura grossa, dando a impressão de um perfil de boa drenagem. Sempre que o material originário do solo ou a água para irrigação não contenham gesso, a lavagem dos solos salinos-sódicos, por meio de lixiviação dos sais solúveis, conduz a formação de solos sódicos. Para recuperar esses solos aplicam-se corretivos.

No ANEXO III tem-se uma generalização de influência da salinidade no crescimento das plantas.

1.4.2 PREPARO DA PASTA E DO EXTRATO DE SATURAÇÃO

No preparo da pasta de saturação, primeiro adiciona-se água destilada na amostra de solo até a formação de uma pasta de saturação. Ao saturar-se a pasta brilha pela reflexão da luz e flui ligeiramente ao se inclinar o recipiente. Consolidada a saturação da pasta, deve-se deixar em repouso aproximadamente por 12 horas para comprovar a saturação. A pasta não acumulando água

na superfície, não perdendo o brilho ou não endurecendo durante o repouso, terá preenchido os critérios de saturação, do contrário deve-se adicionar mais água ou acrescentar mais solo de acordo com a necessidade, se está seca ou com excesso d'água, proceder de acordo com o descrito acima.

Caracterizando os critérios de saturação da pasta, após o repouso de uma noite, parte-se para a extração do extrato da pasta, que consiste em se filtrar a pasta por meio de uma bomba de vácuo.

1.4.3 PH DA PASTA DE SATURAÇÃO - MÉTODO DO POTENCIÔMETRO

Preparar uma pasta de saturação de solo com água destilada como se indica no item 1.4.2, deixar a pasta em repouso durante uma hora, em seguida mergulhar o eletrodo do potenciômetro diretamente na pasta e efetuar a leitura. Deve-se ligar o potenciômetro pelo menos 30 minutos antes de começar a ser usado e fazer aferição com as soluções tampão PH 4,0 e PH 9,0.

RESULTADOS

PH = 8,5

1.4.4 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DO EXTRATO DE SATURAÇÃO - CE

É feita de maneira simples e rápida no condutivímetro, pela imersão da célula do aparelho no extrato de saturação. A leitura obtida é multiplicada por um fator K_c de correção do aparelho e um fator f_t de correção da temperatura a 25°C.

A figura 4.2 do ANEXO IV mostra a relação entre a percentagem de sais no solo, a pressão osmótica, a condutividade elétrica do extrato de saturação e a resposta da planta à salinidade, conforme a tabela 2 do ANEXO II, com solos contendo diversas porcentagens de água na umidade de saturação, ou seja, por exemplo, um solo argiloso com porcentagem de umidade do solo saturado igual a 75% e CE igual a 2 mmhos/cm, contém 0,1%

de sais e é considerado um solo não salino, enquanto que a mesma dosagem de 0,1% em um solo barro-arenoso com porcentagens de saturação de 25%, corresponde a uma condutividade de 6 mmhos/cm sendo considerado um solo salino. (DAKER, Alberto, 1984)

RESULTADOS

$$CE = \text{leitura} \times Kc \times ft$$

$$CE = 4,99 \text{ mmhos/cm}$$

Onde:

Kc - Fator de correção do aparelho

ft - Fator de correção da temperatura a 25°C

OBS Deixamos de apresentar os métodos de determinação dos itens seguintes, pois já os fornecemos na parte de Química do solo, evitando-se assim a redundância.

1.4.5 CÁLCIO + MAGNÉSIO

$$Ca^{++} + Mg^{++} = 20,50 \text{ mc/l}$$

1.4.6 CÁLCIO

$$Ca^{++} = 11,25 \text{ meq/l}$$

1.4.7 MAGNÉSIO

$$Mg^{++} = 9,25 \text{ meq/l}$$

1.4.8 SÓDIO

$$1 \text{ meq/l de Na} \quad \text{-----} \quad 100 \text{ de leitura}$$

$$X \text{ meq/l de Na} \quad \text{-----} \quad 1 \text{ de leitura}$$

$$X = Na^{++} = \frac{\text{leitura}}{100} \text{ (meq/l)}$$

$$Na^{++} = 24,0 \text{ meq/l}$$

1.4.9 **POTÁSSIO**

0,5 meq/l de K⁺ ——— 50 de leitura

Y meq/l de K⁺ ——— 1 de leitura

$$Y = K^+ = \frac{0,5 \times L}{50} \text{ (meq/l)}$$

$$K = 0,16 \text{ meq/l}$$

1.4.10 **CLORETOS**

$$Cl^- = 45,00 \text{ meq/l}$$

1.4.11 **CARBONATOS**

Ausente na amostra

1.4.12 **BICARBONATOS**

$$\text{Bicarbonato} = 4,0 \text{ meq/l}$$

1.4.13 **SULFATO**

$$\text{Sulfato} = 0,0$$

1.4.14 **PERCENTAGEM DE SÓDIO INTERCAMBIÁVEL (PSI)**

O PSI, pode ser dado em função dos teores de Na e de Ca + Mg, que é baseado nas fórmulas (i e ii) ou pelo norma - grama do ANEXO III

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

Onde:

RAS - Relação de absorção de sódio, ou seja, é a proporção relativa de sódio, em relação a outros sais podendo ser expressa adequadamente em função das concentrações de Na, Ca

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

RESULTADOS

$$RAS = 7,50$$

$$PSI = 8,93$$

1.4.15 CLASSIFICAÇÃO DO SOLO

Conhecendo-se os valores da CE e o PSI, de acordo com tabela 1 do ANEXO 2, pode-se classificar o solo como sendo **SALINO**.

Em se tratando de um solo salino a sua recuperação pode ser feita por simples lavagens, acompanhadas de drenagem, onde os sais serão eliminados e o solo se tornará normal.

Na tabela 3 do ANEXO 3 têm-se uma lista de tolerância das principais culturas em condições normais de irrigação. As plantas são dispostas em ordem decrescente de sua tolerância a salinidade e os valores da CE que aparecem na parte superior e inferior de cada coluna representam o teor de salinidade que deve ocasionar diminuição de 50% nos rendimentos em comparação com os obtidos em solos não salinos, sob condições idênticas.

Os solos salino-sódicos, exigem um manejo especial e são normalmente recuperados com o auxílio de corretivos químicos que possam eliminar o sódio do complexo do solo. Nas tabelas 4 e 5 do ANEXO 6 dão, segundo o U.S Salinity Laboratory (1969, p.49), as quantidades de corretivos necessários ao solo para corrigi-lo quanto a sodificação.

2. ANÁLISE DE ÁGUA PARA IRRIGAÇÃO

2.1 DIAGRAMA PARA CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO

O diagrama usado para a classificação da água neste trabalho foi segundo o "US Salinity Laboratory (1969, p.80). A classificação proposta é baseada na condutividade elétrica (CE) como indicadora do perigo de salinização do solo e na Relação de Absorção de Sódio (RAS) como indicador do perigo de sodificação ou alcalinização do solo.

No ANEXO 7 encontra-se o modelo de classificação de água quanto ao perigo de salinização e sodificação.

No ANEXO 8 é apresentado o normograma para determinar o RAS da água de irrigação e estimar o valor correspondente a percentagem de sódio trocável do solo que está em equilíbrio com a referida água e no ANEXO 9 se apresenta o diagnóstico e recomendações a respeito dos perigos de salinização e sodificação do solo respectivamente.

2.2 CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - CE

A finalidade desta determinação é medir o teor de sais contidos na amostra. É determinada diretamente no condutímetro se introduzindo a célula do mesmo na amostra de modo que as placas internas fiquem imersa na amostra. Gira-se o botão do marcador para se obter a leitura. Sendo a temperatura de ensaio diferente de 25°C, deve-se fazer correção da temperatura.

RESULTADOS

$$CE = \text{leitura} \times \text{escala} \times ft$$

$$T = 29^{\circ}C \quad ft = 0,925 \quad (\text{correção da temperatura})$$

$$\text{Escala} = 1mS = 1 \text{ mmho} = 10^3 \text{ } \mu\text{mhos}$$

$$CE = 1,036 \text{ mmhos/cm}$$

$$CE = 1,036 \text{ mmhos/cm}$$

2.3 PH - MÉTODO DO POTENCIÔMETRO

Através do PH da água se determina o caráter ácido ou básico contido na amostra. É determinado diretamente pelo potenciômetro ao se imergir o eletrodo na amostra. O procedimento de determinação segue os mesmos critérios vistos para análise química do solo.

RESULTADOS

PH = 84

2.4 DETERMINAÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO

Tomar 25ml da amostra, adicionar 3ml da solução tampão, e em seguida colocar gotas do indicador eriocromo blaK T, titular com EDTA a 0,025N até mudança da cor para azul. Metodologia para Ca + Mg. Para o cálcio: tomar 25ml da amostra, adicionar 2 ml de hidróxido de potássio a 10%, colocar uma pipetada (0,05g) de murexida, titular com EDTA a 0,025N até mudança da cor para lilás.

2.4.1 (Ca + Mg)

$V \times N = me/l$
V - Leitura de (Ca + Mg)
N - normalidade de EDTA
(Ca + Mg) = 4,05 meq/l

2.4.2 (Ca)

$V \times N = me/l$
(Ca) = 1,7 meq/l

2.4.3 (Mg)

$Mg = (Ca + Mg) - (Ca)$

$$\text{Mg} = 2,35$$

2.5 SÓDIO E POTÁSSIO

Método de Determinação já visto

2.5.1 Na^{++}

$$1 \text{ me/l de NaCl} \quad \text{-----} \quad 100 \text{ leitura}$$

$$X \quad " \quad " \quad " \quad " \quad \text{-----} \quad 5 \text{ leitura}$$

$$X = 0,05 \text{ meq/l}$$

$$\text{Na}^{++} = 0,05 \times \text{Fd} \quad \text{-----} \rightarrow \quad \text{Na} = 6,25 \text{ meq/l}$$

Onde:

Fd - Fator de diluição da amostra

2.5.2 K^{++} . . . leitura = 21

S/d (sem diluição)

$$0,05 \text{ meq/l de K} \quad \text{-----} \quad 50 \text{ leitura}$$

$$Y \quad " \quad " \quad \text{-----} \quad 21$$

$$Y = \text{K}^{++} = 0,021 \text{ meq/l}$$

2.6 ALCALINIDADE

Alcalinidade é a capacidade de uma água contendo um ou mais composto com ou sem hidrólise, neutralizar um ácido forte. A determinação da alcalinidade é uma medida do excesso de constituinte básico acima da quantidade necessária para equilibrar, os constituintes ácidos fortes. A alcalinidade da água é ocasionada principalmente pela presença de concentração de bicarbonatos, carbonatos e hidróxidos. Estas concentrações são função da temperatura, PH e concentração de outros dissolvidos.

A determinação analítica do tipo de alcalinidade presente na água só se torna possível por meio de titulação com um

ácido fraco em presença de indicadores, fenolftaleína e metilorange, cujos pontos de viragens são de 8,3 e 4,4 respectivamente, isto se dá, pelo fato da fenolftaleína apresentar cor vermelha somente com o hidróxido ou o carbonato, e o metilorange com qualquer dos três tipos, apresentar cor amarelada, passando para vermelho no meio ácido.

2.6.1 CARBONATOS ($\text{CO}_3^{=}$)

Coloca-se 20ml da amostra em um erlenmeyer de 125ml, adiciona-se 2 a 3ml de fenolftaleína. Se houver formação de uma coloração rosea, representará presença de carbonatos na amostra analisada. 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 prova em branco.

RESULTADOS

$$1 \text{ meq/l } \text{CO}_3 = \frac{28 \times N \times 100}{V_a}$$

Onde:

V - Volume gasto na titulação

N - Normalidade de $\text{H}_2\text{SO}_4 = 0,02\text{N}$ ∴ $\text{CO}_3^{=}$ = 0,5
mc/l

V_a - Aliquota usada = 20ml

2.6.2 BICARBONATOS (HCO_3^{-})

De posse da amostra usada para carbonatos, adiciona-se a mesma, 2 a 3 gotas de metilorange, titular com H_2SO_4 a 0,02N. Fazer prova em branco.

RESULTADOS

$$\text{me/l de } \text{HCO}_3^{-} = \frac{(Z - 2V) N \times 1000}{V_a}$$

Onde:

Z - Volume gasto na titulação de HCO_3^- ; $Z = 1 - V_b$

l - Aliquota usada = 4ml

Vb - Volume gasto na prova em branco

V - Volume gasto de CO_3 com H_2SO_4

Va - Volume da amostra

$\text{HCO}_3^- = 2,85 \text{ mc/l}$

2.7 SULFATOS (M. qualitativo)

Coloca-se 20ml da amostra em erlenmeyer e adiciona-se 2 a 3 gotas de Hcl concentrado, após o aquecimento em placa, coloca-se cloreto de bário (BaCl_2) a 10%, e verifica-se a formação de precipitado (BaSO_4).

Na amostra analisada verificou-se formação. Logo, há sulfato presente.

2.8 CLORETOS (Cl^-)

A finalidade da determinação do cloreto na amostra se faz pela informação que se tira a respeito do grau de mineração ou indícios de poluição que possa ocorrer na água.

Faz inicialmente uma prova em branco, em seguida toma-se 20ml da amostra e adiciona-se 1ml de cromato de potássio a 5%, titula-se com nitrato de prata (AgNO_3 a 0,05N) e anota-se o volume gasto.

RESULTADOS

$$\text{meq/l Cl}^- = V \times N \quad \text{onde: } V = V_t - V_b$$

Onde:

Vt - Volume gasto na leitura

Vb - Volume gasto na prova em branco

N - Normalidade de $\text{AgNO}_3 = 0,05\text{N}$

$$\text{Cl}^- = 5,0 \text{ meq/l}$$

2.9 RELAÇÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO (RAS)

Esta relação é dada em função dos teores de sódio e cálcio + magnésio, que é determinada pela expressão:

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

2.10 CLASSE DA ÁGUA

Após ter sido feita a análise química da água e de posse de todos os dados analíticos, tem-se condição de se classificar a água para fins de irrigação. Esta classificação é feita para se conhecer o perigo de salinização e sodificação que a água pode oferecer ao solo, caso esta seja aplicada ao mesmo tempo como água de irrigação.

De acordo com o diagrama do ANEXO 7, conhecendo-se a CE e o RAS da água em ensaio, podemos classificar-la, como sendo uma água tipo C3S1 ou seja, água com salinidade alta (CE entre 750 e 2250 micronhos/cm a 25°C) e baixa concentração de sódio ($RAS \leq 18,87 - 4,44 \log CE$).

2.11 RECOMENDAÇÕES PARA USO DA ÁGUA UTILIZADA EM IRRIGAÇÃO

Quanto ao perigo de salinização, a água analisada (tipo C3S1) não pode ser usada em solos cuja drenagem seja deficiente mesmo nos solos de drenagens adequadas, pode necessitar de práticas especiais de controle da salinidade, devendo-se selecionar unicamente vegetais muito tolerantes a sais.

Quanto ao perigo de sodificação pode ser usada para irrigação em quase todos os solos, com pequena possibilidade de alcançar níveis perigosos de sódio trocável.

Na tabela 6 do ANEXO 10, temos segundo o Laboratório de Salinidade dos Estados Unidos, uma classificação de plantas

segundo sua tolerância ao boro, como na tabela 7 do mesmo ANEXO os limites permissíveis de boro para as águas de irrigação.

3 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos nas análises de solo e água, reservados para este trabalho, pode-se concluir que:

- 3.1 A análise de solo revelou níveis alto de fósforo (39,4 ppm), médio de potássio (62,4 ppm) e baixo em matéria orgânica (1,39%). Recomenda-se adubação para a maioria das culturas na proporção 2:2:2. Com relação a salinidade o solo apresentou, condutividade elétrica no extrato de saturação 4,99 mmhos/cm e percentagem de sódio intercambiável 8,93. Podendo ser classificado como salino. Para sua recuperação se faz necessário a implantação de um sistema de drenagem eficiente e irrigação com água preferencialmente de excelente qualidade (C₁S₁).
- 3.2 A análise de água apresentou condutividade elétrica 1036 mmhos/cm e RAS 4,40, sendo classificado como C₃S₁. Esta água é de alta salinidade e baixo teor de sódio, poderá ser usada quando houver no solo um grau moderado de lixiviação e em culturas tolerantes aos sais.

4. RESULTADO DA ANÁLISE DE SOLO

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA LABORATÓRIO DE IRRIGAÇÃO E SALINIDADE CAMPINA GRANDE – PARAÍBA		Interessado: Propriedade: Proprietário: N.º da(s) Amostra(s): Data de Entrega:		
ANÁLISE DE SOLO				
Características Químicas		Profundidade (cm)		
Complexo Sortivo meq / 100g de Solo	Cálcio	13,92		
	Magnésio	8,70		
	Sódio	3,00		
	Potássio	0,16		
	Σ Bases	25,78		
	Hidrogénio	0,00		
	Alumínio	0,00		
	Cátions	25,78		
Carbonato de Cálcio Qualitativo		Presença		
Carbono Orgânico %		0,81		
Matéria Orgânica %		1,39		
Nitrogénio %		0,09		
Fósforo Assimilável mg/100g		3,94		
pH (Suspensão Solo-Água)		9,00		
Condutividade Elétrica – mmhos/cm (Suspensão Solo-Água)		0,86		
pH (Extrato de Saturação)		8,50		
Condutividade Elétrica – mmhos/cm (Extrato de Saturação)		4,99		
meq / l	Cloreto	45,00		
	Carbonato	0,00		
	Bicarbonato	4,00		
	Sulfato	0,00		
	Cálcio	11,25		
	Magnésio	9,25		
	Potássio	0,16		
	Sódio	24,00		
Porcentagem de Saturação		34,66		
Salinidade		média		
Alcalinidade		ligeira		
Classe do Solo		salino		
RECOMENDAÇÕES				
	RAS	7,50		
	PSI	8,93		
			_____ Analista	
			_____ Visto	

5. RESULTADO DA ANÁLISE DE ÁGUA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA LABORATÓRIO DE IRRIGAÇÃO E SALINIDADE CAMPINA GRANDE – PARAÍBA		Interessado: Propriedade: Proprietário: N.º da(s) Amostra(s): Data de Entrega:
ANÁLISE DE ÁGUA		
Condutividade Elétrica – mmhos/cm a 25°C		10,36
Potencial Hidrogeniônico (p ^H)		8,40
meq / l	Cloretos	5,00
	Sulfatos	Presença
	Carbonatos	0,50
	Bicarbonatos	2,85
	Cálcio	1,70
	Magnésio	2,35
	Sódio	6,25
	Potássio	0,02
Recomendações RAS		4,40
C ₃ S ₁ Classificação da Água		
_____ Analista		_____ Visto

ANEXO 1

EMBRAPA - SNLCS Manual de métodos de análise de solo

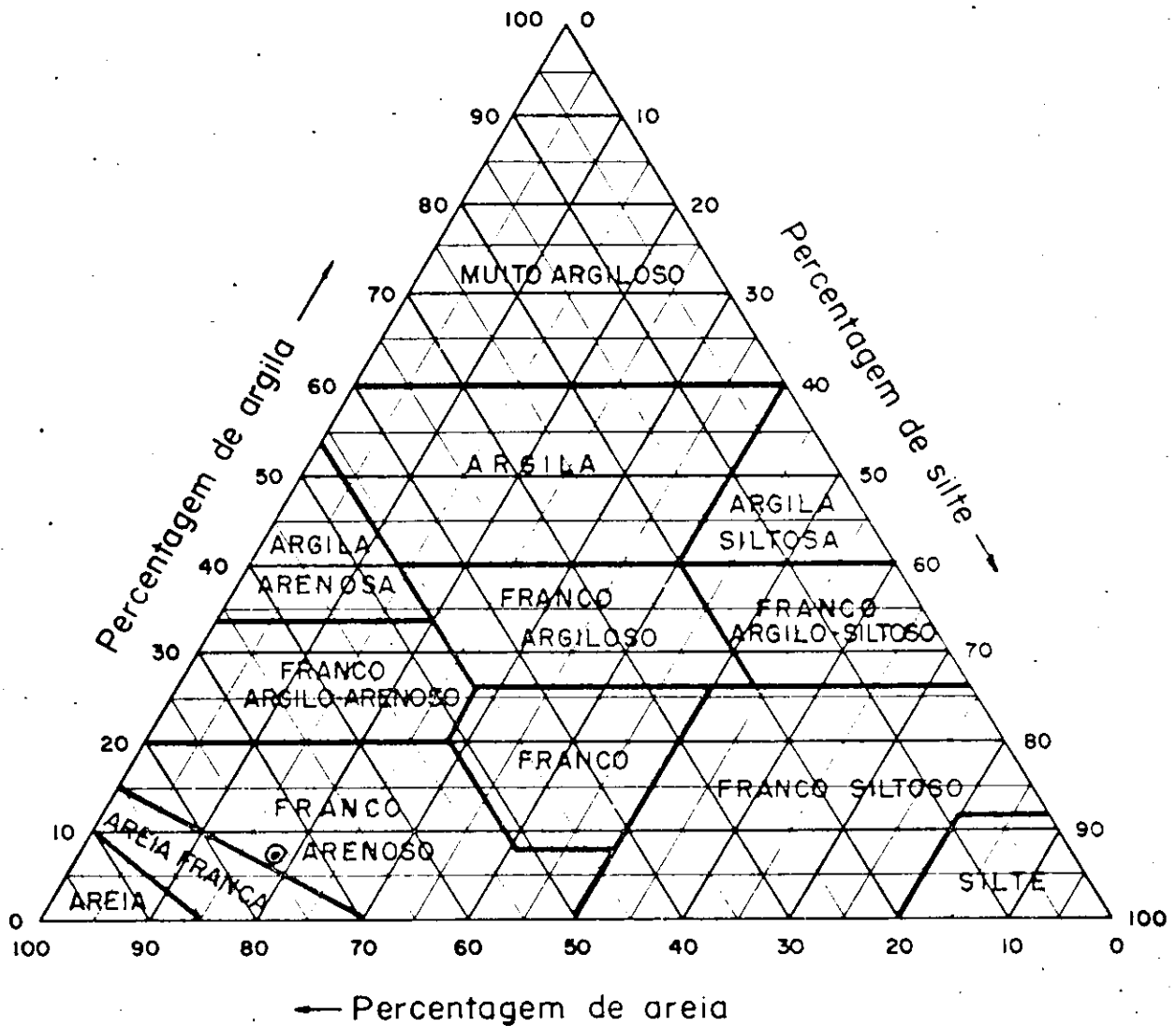
Parte 1 - Análises físicas

Método 1.19

CLASSIFICAÇÃO TEXTURAL

Figura 1
1.19 (cont.)

CLASSES TEXTURAIS DO SOLO — Triângulo Americano
U.S. DEPT. AGRICULTURE



NOME :	LIMITES :
Areia grossa	2,00 — 0,2 mm
Areia fina	0,20 — 0,05 mm
Silte	0,05 — 0,002 mm
Argila	menor que 0,002 mm

ANEXO 2

TABELA 1

CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS SALINOS E ALCALINOS

Denominação	Nome vulgar	C.E. ⁽¹⁾ mmhos/cm	P.S.I. ⁽²⁾	pH	Recuperação
Salino	Alcali branco	> 4	< 15	≤ 8,5	Lixiviação dos sais
Salino-alcalino ou salino sódico		> 4	> 15	Próximo de 8,5	Aplicação de corretivos e lixiviação
Alcalino ou sódico	Alcali negro ⁽³⁾	< 4	> 15	Em geral de 8,5 a 10,0	Aplicação de corretivos e lixiviação
Normais ou não-salinos		< 4	< 15	4 a 8,5	

Obs.: 1) C.E. - condutividade elétrica do extrato de saturação do solo.
 2) P.S.I. - porcentagem de sódio intercambiável.
 3) Há formação de crosta negra na superfície unicamente quando existe matéria orgânica suficiente em um solo alcalino.

TABELA 2

INFLUÊNCIA DA SALINIDADE NO CRESCIMENTO DAS PLANTAS (Veja fig. 2)

Classes	Categoria ⁽¹⁾	C.E. ⁽²⁾	Influência para as plantas
A	Não salinos	0 a 2	A salinidade é praticamente imperceptível
B	Ligeiramente salinos	2 a 4	O rendimento de plantas muito sensíveis pode ser afetado
C	Medianamente salinos	4 a 8	O rendimento de várias plantas é afetado
D	Fortemente salinos	8 a 16	Somente as plantas tolerantes produzem satisfatoriamente
E	Muito fortemente salinos	> 16	Pouquíssimas plantas tolerantes se desenvolvem satisfatoriamente

1) A rigor, só se considera que um solo seja salino quando o extrato de saturação apresenta uma condutividade elétrica superior a 4 mmhos/cm a 25°C.
 2) C.E.: condutividade elétrica do extrato de saturação em milimhos por centímetro a 25°C.

Tipo de cultura	Muito tolerantes	Medianamente tolerantes	Pouco tolerantes
Culturas comuns	(CE x 10 ³ = 16) Cevada (grãos) Beterraba açucareira Colza Algodão (CE x 10 ³ = 10)	(CE x 10 ³ = 10) Centeio (grãos) Trigo (grãos) Aveia (grãos) Arroz Sorgo (grãos) Milho Linho Girassol Mamona (CE x 10 ³ = 6)	(CE x 10 ³ = 4) Feijões
Hortaliças	(CE x 10 ³ = 12) Beterraba Couve Espargo Espinafre (CE x 10 ³ = 10)	(CE x 10 ³ = 10) Tomate Brócolos Repolho Pimenta "Bell" Couve-flor Alface Milho doce Batata Cenoura Cebola Ervilha Abóbora Pepino (CE x 10 ³ = 4)	(CE x 10 ³ = 4) Rabanete Aipo Feijões verdes (CE x 10 ³ = 3)
Plantas forrageiras	(CE x 10 ³ = 18) "Alkali sacaton" "Saltgrass" "Nuttall alkaligrass" Capim bermuda Capim rhodes "Canada wildye" "Western wheatgrass" Cevada (feno) Trevo (CE x 10 ³ = 12)	(CE x 10 ³ = 12) Trevo branco Trevo amarelo Azevém perene "Mountain brome" Trevo-morango Capim "Dallis" Capim sudão Trevo "hubam" Alfafa "Tall fescue" Centeio (feno) Trigo (feno) Aveia (feno) Capim "Orchard" Grama azul "Meadow fescue" "Reed canary" Trevo grande Capim-cevadinha "Tall meadow oatgrass" "Cicer milk vetch" "Sourclover" "Likle milk wetch" (CE x 10 ³ = 4)	(CE x 10 ³ = 4) Trevo branco holandê Capim rabo de raposa Trevo "Alsike" Trevo vermelho Trevo ladino Pimpinela (CE x 10 ³ = 2)
Árvores frutíferas	Tâmara	Romã Figo Oliva Uva Melão	Pera Maçã Laranja Toranja Ameixa Amêndoa Damasco Pêssego Morango Limão Abacate

Obs.: CE x 10³ = Condutividade elétrica do extrato de saturação do solo, em milimhos/cm a 25°C.

ANEXO 4

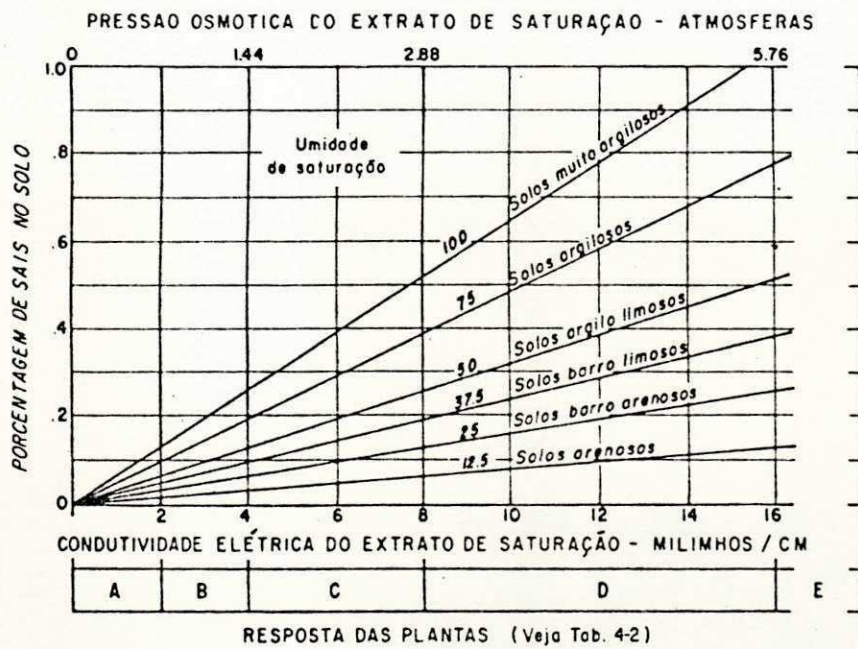


Fig. 2 - Relação entre a porcentagem de sais no solo, a pressão osmótica, a condutividade elétrica do extrato de saturação e a resposta da planta à salinidade (representada por letras) conforme a tabela 4-2, com solos contendo diversas porcentagens de água na umidade de saturação

ANEXO 5

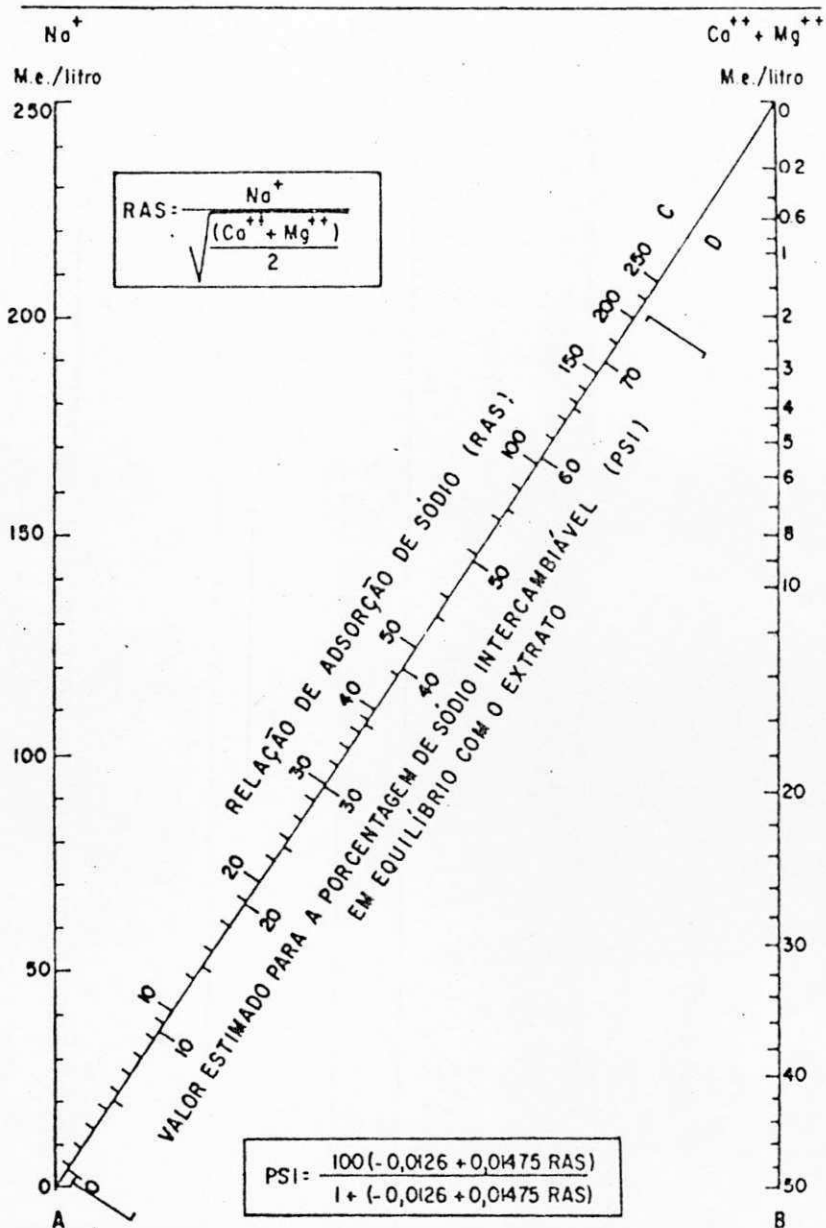


Fig. 1 - Nomograma para determinar o valor da relação de adsorção de sódio (RAS) no extrato de saturação e para estimar o valor correspondente à percentagem de sódio intercambiável (PSI) do solo em equilíbrio com o extrato

ANEXO 6

TABELA 4-0

QUANTIDADES DE GESSO E DE ENXOFRE NECESSÁRIAS
PARA SUBSTITUIR O SÓDIO INTERCAMBIÁVEL

Sódio Intercambiável me/100 g de solo	Gesso ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$) (t/hectare)		Enxofre (S) (t/hectare)	
	30 cm	15 cm	30 cm	15 cm
1	4,2	2,1	0,77	0,38
2	8,4	4,2	1,55	0,77
3	12,5	6,3	2,33	1,16
4	16,8	8,4	3,10	1,55
5	20,9	10,5	3,88	1,94
6	25,0	12,5	4,66	2,33
7	29,2	14,6	5,43	2,71
8	33,4	16,8	6,21	3,10
9	37,5	18,8	6,99	3,49
10	41,8	20,9	7,77	3,88

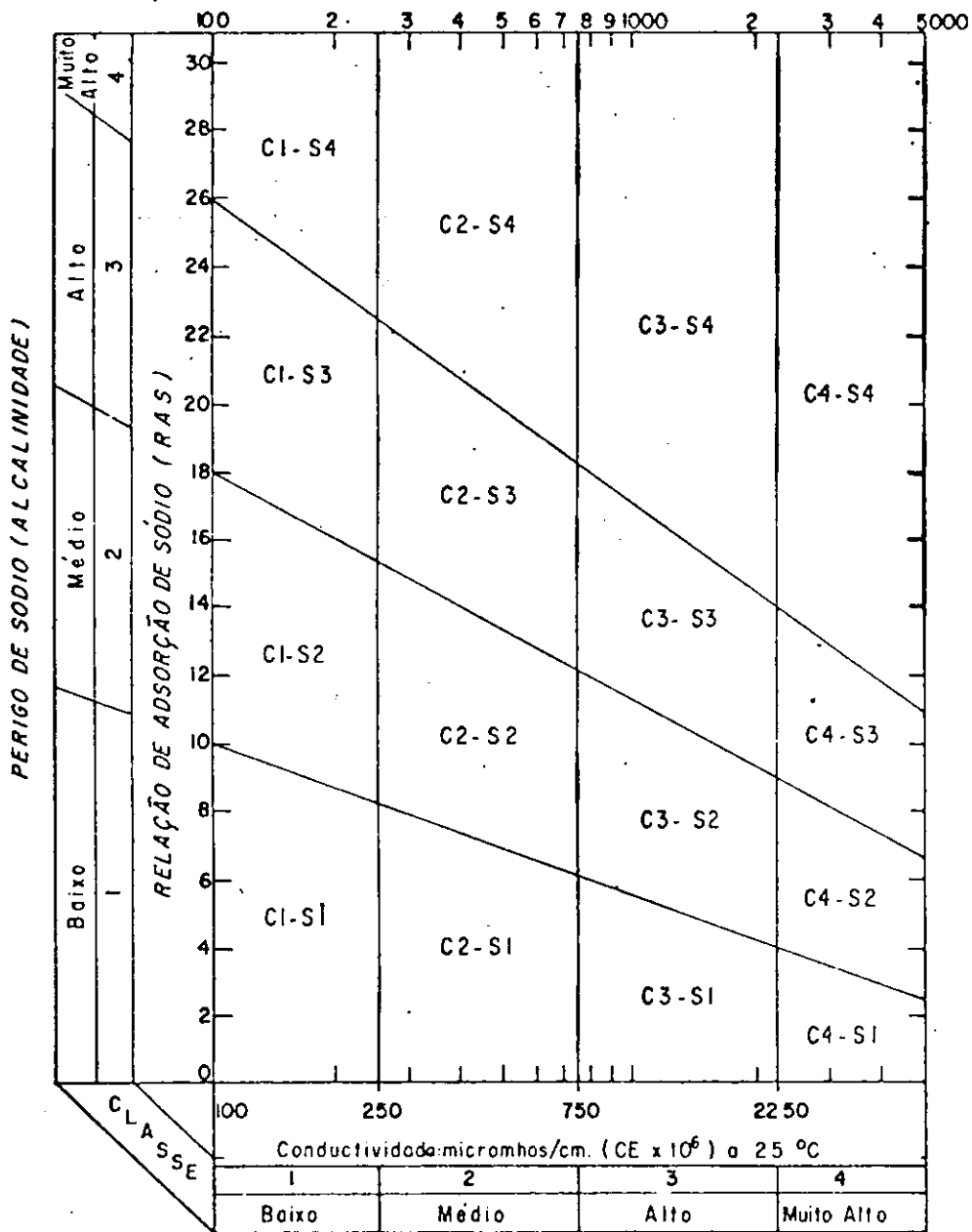
Obs.: Considera-se o volume de 1 ha/30 cm de solo pesando cerca de 4.400 t (Densidade aparente \approx 1,47).

TABELA 4-1

EQUIVALENTES DE OUTROS CORRETIVOS AO ENXOFRE

Corretivos	Toneladas equivalentes a 1 tonelada de enxofre
Enxofre (S)	1,00
Solução de cal e enxofre, com 24% de enxofre	4,17
Ácido sulfúrico ($\text{H}_2 \text{SO}_4$)	3,06
Gesso ($\text{Ca SO}_4 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$)	5,38
Sulfato ferroso ($\text{Fe}_2 \text{SO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$)	8,69
Sulfato de alumínio ($\text{Al}_2 (\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$)	6,94
Calcário (Ca CO_3)	3,13

ANEXO 7



PERIGO DE SALINIDADE

Fig. 4-6 - Diagrama para a classificação da água de irrigação, segundo o "U. S. Salinity Laboratory" (1969, p. 80)

ANEXO 8

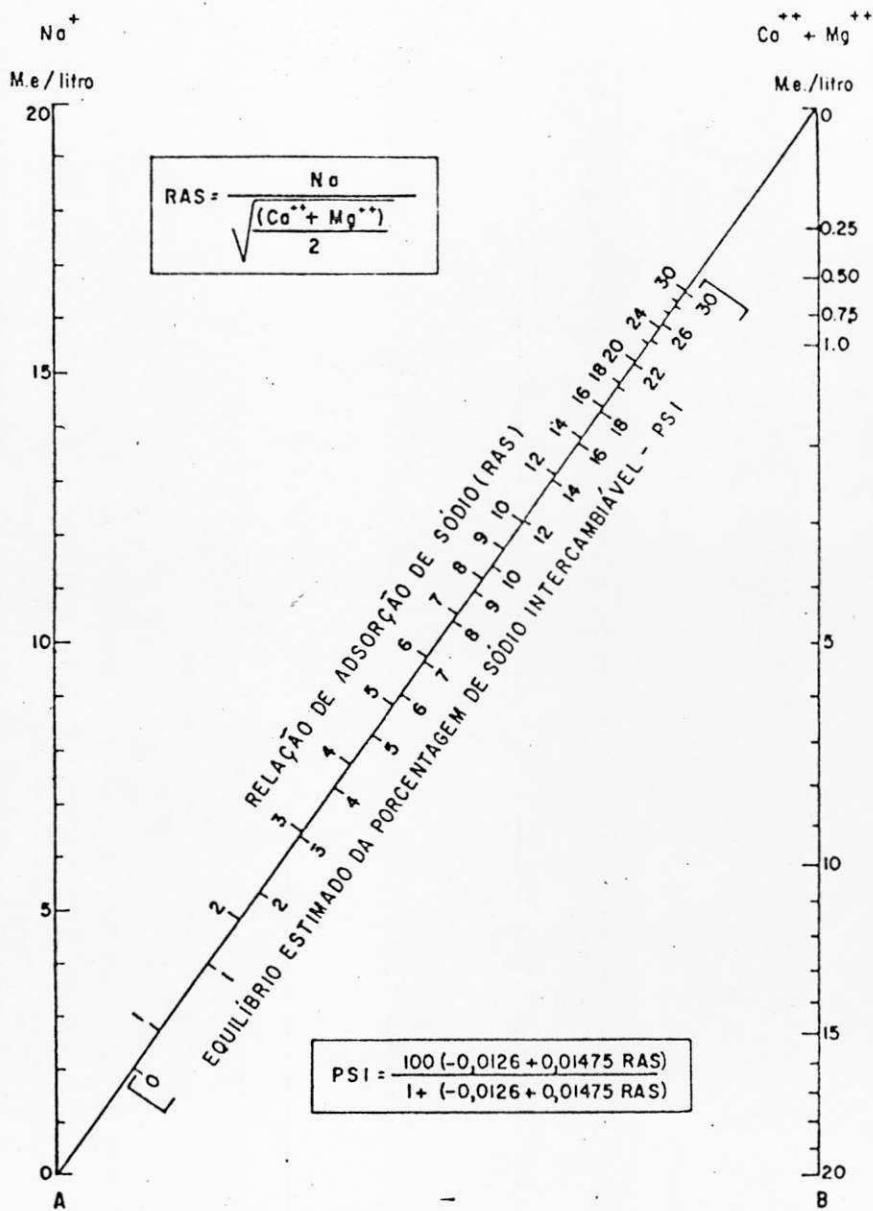


Fig. 4-5 - Nomograma para a determinação de RAS da água de irrigação e para estimar o valor correspondente para a PSI do solo que está em equilíbrio com a referida água

ANEXO 9

a) Perigo de salinidade:

- C1** (de 0 a 250 micromhos). Água de salinidade baixa -- Pode ser usada na irrigação da maioria das culturas, em quase todos os tipos de solos, com pouca probabilidade de ocasionar salinidade. Há necessidade de alguma lixiviação, mas isso se consegue em condições normais de irrigação, com exceção feita aos solos de muito baixa permeabilidade.
- C2** (de 250 a 750 micromhos). Água de salinidade média -- Pode ser usada sempre que haja um grau moderado de lixiviação. Sem necessidade de práticas especiais de controle da salinidade, pode-se, em quase todos os casos, produzir plantas moderadamente tolerantes aos sais.
- C3** (de 750 a 2.250 micromhos). Água de salinidade alta -- Não pode ser usada em solos de drenagem deficiente. Mesmo nos de boa drenagem, pode-se necessitar de práticas especiais de controle da salinidade e se deve plantar somente os vegetais muito tolerantes aos sais.
- 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.

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 de sódio intercambiável sejam baixos para deteriorar as condições físicas do solo.

- S1.** Água com baixa concentração de sódio -- Pode ser usada para a irrigação da maioria dos solos com pequena probabilidade de alcançar níveis perigosos de sódio intercambiável, embora as plantas sensíveis, como algumas fruteiras, possam acumular quantidades prejudiciais de sódio.
- S2.** Água com média concentração de sódio -- Só deve ser usada em solos de textura grossa ou em solos orgânicos de boa permeabilidade. Em solos de textura fina, o sódio constitui um perigo considerável, principalmente se eles têm uma alta capacidade de intercâmbio catiônico, baixa condição de lixiviação e não contêm gesso.
- S3.** Água com alta concentração de sódio -- Pode produzir níveis tóxicos de sódio intercambiável na maioria dos solos, havendo necessidade de práticas especiais de manejo, como boas condições de lixiviação e de drenagem e adição de matéria orgânica. Os solos com muito gesso podem não ser prejudicados. Esta água geralmente requer o uso de corretivos químicos para substituir o sódio intercambiável, embora tal prática possa não ser econômica quando a água é de salinidade muito alta.
- S4.** Água com muito alta concentração de sódio -- É água geralmente imprópria para a irrigação, exceto quando a salinidade é baixa ou média e a dissolução do cálcio do solo é alta ou a aplicação de gesso ou outro corretivo não seja antieconômica.

ANEXO 10

TABELA 06

TOLERÂNCIA DAS PLANTAS AO BORO, SEGUNDO O
"U. S. SALINITY LABORATORY" (1969, p. 67)

Tolerantes	Semitolerantes	Sensíveis
"Athel" (Tamarix aphylla)	Girassol nativo	Noz
Espargo	Batata	Noz preta
Palma (Phoenix canariensis)	Algodão Acala	Noz persa
Tâmara (P. dactylifera)	Algodão Pima	Alcachofra
Beterraba açucareira	Tomate	Feijão "Navy"
Beterraba forrageira	Ervilha doce	Olmo americano
Beterraba de jardim	Rabanete	Ameixa
Alfafa	Ervilha do campo	Pera
Gladiolo	"Ragged robin rose"	Maçã
Feijão-java	Oliva	Uva
Cebola	Cevada	Figo "Kadoka"
Nabo	Milho	Dióspiro
Repolho	Trigo	Cereja
Alface	Sorgo	Pêssego
Cenoura	Aveia	Damasco
	Zinia	Amora-preta
	Pepino	Laranja
	Pimenta "Bell"	Abacate
	Batata-doce	Toranja
	Feijão Lima	Limão

Obs.: Em cada grupo, as plantas colocadas mais acima são consideradas mais tolerantes e as mais abaixo mais sensíveis.

TABELA 0-7

LIMITES PERMISSÍVEIS DE BORO PARA AS ÁGUAS DE IRRIGAÇÃO

Classe por boro	Plantas tolerantes (ppm)	Plantas semitolerantes (ppm)	Plantas sensíveis (ppm)
1. Excelente	< 1,00	< 0,67	< 0,33
2. Boa	1,00 a 2,00	0,67 a 1,33	0,33 a 0,67
3. Permissível	2,00 a 3,00	1,33 a 2,00	0,67 a 1,00
4. Duvidosa	3,00 a 3,75	2,00 a 2,50	1,00 a 1,25
5. Inadequada	> 3,75	> 2,50	> 1,25

ANEXO 11

		NÍVEIS CRÍTICOS			
		ELEMENTOS			
INTERPRETAÇÃO	FÓSFORO	POTÁSSIO <small>ppm</small>	CÁLCIO + MAGNÉSIO	ALUMÍNIO	
	Teor em ppm	Teor em mg/100ml	Teor em mg/100ml	Teor em mg/100ml	
Baixo	0 - 10	0 - 45	0 - 2,0	0 - 0,3	
Médio	11 - 20	46 - 99	2,1 - 5,0		
Alto	21 - 30	91 - 135	6,1 - 10,0	0,3	
Muito alto	30	135	10,0		

ANEXO 12

Proporções N: P₂O₅: K₂O, em função da análise do solo

Nível de Potássio	Nível do Fósforo		
	Baixo	Médio	Alto
Baixo	2:4:4	2:3:4	2:2:4
Médio	2:4:2	2:3:2	2:2:2
Alto	2:4:1	2:3:1	2:2:1
Muito Alto	2:4:0	2:3:0	2:2:0

ANEXO 13

Classificação das culturas de acordo com os níveis de adubação:

NÍVEL	CULTURAS	UNIDADE BÁSICA
A	Milho, pastagens (incluindo capineiras) mandioca, batata-doce, feijão, arroz, algodão, amendoim, fava, fumo, avela, café (instalação), sorgo, soja, agrião, eucalipto, xuxu, kiki.	20Kg/ha
B	Batatinha, cana, banana, cebola	30Kg/ha
C	Abacate, caqui, cítricos, maçã, pêra, coco-da-bahia, figo, marmelo, melancia, pêssego, uva, abacaxi, goiaba, manga, maracujá, ameixa, mamão, melão, abil, fruta-de-conde, nêspera, alho, alface, chicória, almeirão, cenoura, abobora, espinafre, aspargo, café, (manutenção).	40KG/ha
D	Repolho, couve-flor, brócolos, quiabo, ervilhas.	50Kg/ha
E	Tomate, pimentão, beringela, jiló, maxixe, flores em geral.	60Kg/ha

7 BIBLIOGRAFIA

- 7.1 BERNARD, Salassier. Manual de irrigação. 2 ed. Imprensa Univer-
sitária da Universidade Federal de Viçosa. Minas Gerais .
1982.
- 7.2 DAKER, Alberto. A água na agricultura. Irrigação e Drenagem .
3ª Vol. 6ª ed. rev e amp. Editora Freitas Bastos. Rio de Ja-
neiro. 1984
- 7.3 KIEHL, Edmar José. Manual de Edafologia, Relações Solo-Planta.
1ª ed. Editora Agronômica Ceres Ltda - São Paulo, SP - Bra-
sil - 1979.
- 7.4 Manual de Métodos de Análises de Solo - EMBRAPA- Rio de Janei-
ro - 1979.
- 7.5 RICHARDS, L. A. et alli. Diagnóstico y rehabilitacion de suelos
salinos y sódicos. Personal del laboratorio de Salinidade,
de los Estados Unidos de America. 6ª ed. Editorial Limusa .
México.1977
- 7.6 VETTORI, Leandro. Métodos de Análises de solo. Boletim Técnico
Nº 07 do Ministério da Agricultura (equipe de pedagogia e
fertilidade do solo).

De acordo com as atividades desenvolvidas pelo aluno ERIVALDO NÓBREGA CABRAL, matrícula 7911285-3, durante a realização do Estágio Supervisionado realizado no laboratório de Irrigação e Salinidade durante o período 24/10/84 a 21/12/84, totalizando 200 (duzentas horas) atribuídas 04 (quatro) créditos e conceito ótimo.

C. Grande, 12 de maio de 1985



Ao Coordenador do Curso de Engenharia Agrícola
para as devidas providências

