



UNIVERSIDADE FEDERAL

DA PARAIBA

CAMPUS II – CAMPINA GRANDE – PB

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
SOLOS AGRÍCOLAS

SUPERVISORES: Norma Cezar de Azevedo
Hans Raj Gheyi.

ALUNA: LUÍZA TEIXEIRA DE LIMA

CAMPINA GRANDE
DEZEMBRO / 1981.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
AVENIDA APRÍGIO VELOSO, 882 - Cx. Postal 518
TELEX: 0832211 - FONE: (083) 321.7222
58.100 - CAMPINA GRANDE – PB
BRASIL



Biblioteca Setorial do CDSA. Abril de 2021.

Sumé - PB

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

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO
SOLOS AGRÍCOLAS

SUPERVISORES: Norma Cezar de Azevedo
Hans Raj Gheyi

ALUNA: LUIZA TEIXEIRA DE LIMA

CAMPINA GRANDE

DEZEMBRO / 1981

Í N D I C E

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

- PARTE I - ANÁLISE DE SOLO
 - 1.1 - Determinações Físicas
 - 1.1.1 - Preparo de amostra e cálculo de terra fina.
 - 1.1.2 - Análise granulométrica (Método do Hidrômetro de Bouyoucos).
 - 1.1.3 - Densidade aparente (Método da parafina)
 - 1.1.4 - Densidade das partículas (Método do Picnômetro).
 - 1.1.5 - Determinação da umidade atual (Método da Estufa).
 - 1.1.6 - Determinação da umidade a 15 atmosferas.
 - 1.1.7 - Porosidade total ou espaço aéreo.
 - 1.1.8 - Graus de Flocculação e Dispersão.
 - 1.1.9 - Classificação Textural.
 - 1.1.10 - Condutividade hidráulica, usando terra fina.
 - 1.2 - Determinações Químicas
 - 1.2.1 - pH (Método do Potenciômetro).
 - 1.2.2 - Trocáveis - Extração com KCL normal (Ca+Mg).
 - 1.2.3 - Trocáveis - extração com Acetado de Amônio normal, pH7 (Na e K).
 - 1.2.4 - Valor de T - (Capacidade total de troca de Cations).
 - 1.2.5 - Condutividade elétrica no extrato de saturação.
 - 1.2.6 - Sódio no extrato de saturação.
 - 1.2.7 - Potássio no extrato de Saturação.

- 1.2.8 - Carbonatos extrato de Saturação.
- 1.2.9 - Bicarbonatos extrato de Saturação.
- 1.2.10- Cloretos extrato de Saturação
- 1.2.11- Sulfatos extrato de Saturação.
- 1.2.12- Relação de Adsorção de Sódio.
- 1.2.13- Percentagem de Sódio Intercambiável.

- PARTE II - ANÁLISES DE ÁGUA

- 2.1 - pH (Método de Potenciômetro).
- 2.2 - Condutividade elétrica (Condutivímetro).
- 2.3 - Determinação de Ca + Mg (Titula-se com EDTA 0,025N).
- 2.4 - Determinação de Na e K (Fotômetro de chama).
- 2.5 - Carbonatos e Bicarbonatos (Titulação com:
 H_2SO_4 a 0,02N).
- 2.6 - Cloretos (Titulação com $AgNO_3$ a 0,05N).
- 2.7 - Sulfatos (Teste Qualitativo).
- 2.8 - Relação de Adsorção de sódio.
- 2.9 - Classes de Água.

- PARTE III - EXPERIÊNCIA DE CAMPO

Capacidade de infiltração (Cilindro infiltrômetro).

- PARTE IV - Pesquisa a ser realizar durante o estágio.

"Efeito do uso de água à diversas concentrações salinas sobre a permeabilidade e propriedade química do solo salino Sódico".

DECLARAÇÃO

Declaro para os devidos fins que Luíza Teixeira de Lima, estudante do curso de Engenharia Agrícola da Universidade Federal da Paraíba -Campus II - Campina Grande-Pb, sob o nº de matrícula 7721227-3, estagiou no Laboratório de Irrigação e Salinidade, deste Centro, na parte de Solos Agrícolas e desenvolveu em paralelo uma pesquisa sobre "Efeito do Uso de Água e Diversas Concentrações Salinas Sobre a Permeabilidade e Propriedade Química de Solo Salino Sódico". No período de 25/05/81 a 30/12/81, cumprindo 176 horas integrais no mês de Julho e 12 horas semanais nos meses restantes, totalizando 476 horas.

Campina Grande, 19 de Janeiro de 1982.



Hugo Orlando Carvalho Guerra.

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, Luiza Teixeira de Lima, regularmente matriculada no Curso de Engenharia Agrícola, deste Centro, sob o nº de matrícula 7721227-3, solicita que Vossa Senhoria se digne a apreciar o relatório anexo, relativo ao estágio realizado neste Laboratório no período de junho a dezembro de 1981 e supervisionado pelos digníssimos professores deste Centro, Norma Cezar de Azevedo e Hans Raj Gheyi, encaminhando-o, portanto, a quem de direito possa atribuir a quantidade de créditos que lhe fizer jus.

Nestes termos

Pede deferimento

Campina Grande, 21 de dezembro de 1981

Luiza Teixeira de Lima
LUIZA TEIXEIRA DE LIMA

AGRADECIMENTOS

- À Universidade Federal da Paraíba, Campus II - Campina Grande, nas pessoas do chefe do Departamento de Engenharia Agrícola - CCT - PRAI - UFPb, Prof^o Mário Eduardo Rangel Moreira Cavalcanti Mata, do chefe do Laboratório de Irrigação e Salinidade, Prof^o Hugo Orlando Carvalho Guerra.

- Aos Professores Norma Cezar de Azevedo e Hans Raj Gheyi, pela orientação na execução deste trabalho.

- Ao mestrando Rubens Germano Costa pela valiosa colaboração na parte de análises de água para Irrigação.

- Ao casal Joel Alves da Nóbrega e Diana Maria Barbosa de Paiva Nóbrega, pela amizade sincera e dedicada, durante minha permanência em Campina Grande.

- À DEUS, meus pais, irmãos e a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste estágio e confecção deste relatório, sinceros agradecimentos.

Luiza Teixeira de Lima
LUIZA TEIXEIRA DE LIMA

A P R E S E N T A Ç Ã O

Este relatório consta de uma sequência definida do que foi exposto no programa.

De acordo com o que foi visto tem-se o relato de:

- análises física e química do solo, onde se determinam os principais parâmetros que o caracterizam;

- análises de água, classificando-se a água, para o uso na irrigação, quanto aos teores de sodicidade e alcalinidade tóxicos às culturas;

- experiência realizada no campo, na área do Laboratório de Irrigação e Salinidade desta Universidade, onde se determinou a capacidade de infiltração do solo pelo método do Cilindro Infiltrômetro;

- a quarta parte consta de uma pesquisa realizada em solos salinos sódicos do Perímetro Irrigado - Núcleo do DNOCS - Departamento Nacional de Obras Contra as Secas, em São Gonçalo - Souza-Pb, sobre "Efeito do uso de água à diversas concentrações salinas sobre a permeabilidade e propriedade química do solo salino sódico". Os resultados serão apresentados posteriormente, conforme declaração anexa.

I N T R O D U Ç Ã O E O B J E T I V O

Para que seja possível uma eficiente irrigação para as culturas, se faz necessário a determinação de parâmetros físicos e químicos do solo, onde são conhecidas características como capacidade de campo, ponto de murcha, densidade, granulometria, etc., além de se determinar todos os elementos químicos presentes, elementos estes que em demasia podem se tornar tóxicos, afetando grandemente a fertilidade do solo e contribuindo negativamente para uma baixa produtividade dos cultivos.

Também é de suma importância o conhecimento da qualidade da água a ser usada na irrigação, pois sendo esta mal aplicada ou de má qualidade poderá provocar a salinidade e/ou alcalinidade dos solos, principalmente em regiões de clima árido e semi-árido, no caso do Nordeste brasileiro, onde se tem baixas ou irregulares precipitações e alta evapotranspiração, dano este que requer altos investimentos e longo tempo para sua recuperação.

Na parte de campo determinou-se a capacidade de infiltração do solo e conseqüentemente sua infiltração básica, característica esta inerente a cada solo e de suma importância para uma eficiente irrigação.

PARTE I - ANÁLISES DE SOLO

1 - DETERMINAÇÕES FÍSICAS:

1.1 - PREPARO DE AMOSTRA E CÁLCULO DE TERRA FINA

Uma amostra de solo ao dar entrada no laboratório, primeiramente faz-se seu registro em livros especiais ou em fichas para possibilitar sua identificação posterior, coloca-se então um número de ordem que será usado em todas as determinações a que esta for conduzida.

Após este registro a amostra é preparada para as determinações analíticas. Este preparo se faz necessário porque as amostras trazidas do campo contém quantidades de umidades variáveis, fragmentos de rochas, raízes, etc., a heterogeneidade no material causa variações nos resultados analíticos, Esta variação é reduzida pelo preparo da amostra que consta em geral das seguintes operações:

- coloca-se a amostra depois de protocolada em bandeja, espalha-se e destorroa-se com as mãos;

- deixa-se em local ventilado para se fazer a secagem ao ar;

- procede-se o destorroamento colocando-se a amostra sobre um lençol de borracha e pressionando-se com um rolo de madeira até desfazer-se os torrões maiores;

- passa-se a parte destorroada através de uma peneira de 2,0mm de malha;

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

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

- calcula-se a porcentagem de terra fina pela expressão:

$$\% \text{ terra fina} = 100 - (\% \text{ cascalho} + \% \text{ pedregulho})$$

- Análises físicas.

1.2 - ANÁLISE GRANULOMÉTRICA

Método do Hidrômetro de Bouyoucos - Pesa-se 50g de solo de textura fina e transfere-se para um recipiente

piente (becker), adicione-se 50 ml da solução de NaOH (Hidróxi do de sódio) a 1,0N, juntamente com 50 ml de água destilada, deixa-se em repouso por 12 hs para que haja dispersão das partículas de solo:

- transfere-se a solução para um copo de agitador mecânica e adiciona-se aproximadamente 2/3 de água destilada. Agita-se por 2 minutos;

- transfere-se a amostra para uma proveta de 1000 ml e completa-se o volume com água destilada. Lê-se a temperatura da amostra;

- homogeneiza-se a solução por 30 segundos, insere-se o hidrômetro na proveta e depois de 40 segundos faz-se a leitura. Esta leitura corresponde a fração de argila mais limo contida no solo;

- Após 2 hs torna-se a inserir o hidrômetro e anota-se o resultado, lendo-se novamente a temperatura, esta leitura de 2 horas corrponde a fração de argila.

Dados: Amostra 1

Leitura - 37 (40s)

8 (2h)

$$T_{40s} = 25^{\circ}\text{C}$$

$$T_{2h} = 25^{\circ}\text{C}$$

Cálculos:

Concentração inicial - C_0

Leitura corrigida aos 40 segundos = C_{40s}

Leitura corrigida a 2 horas = C_{2h}

a) Transformação da temperatura

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

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

b) Correção da leituras em relação à temperatura

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

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

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

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

$$C (2h) = C_{2h} + \text{Correção} = 8 + 1,86 = 9,86\text{g/l}$$

c) Correção das leituras em relação ao dispersante

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

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

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

$$50 \text{ ml} \quad \underline{\quad\quad} \quad \times \quad \therefore \quad \times = 2\text{g/l}$$

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

$$C_{2h} = C_{2h} - x = 9,86 - 2 = 7,86 \text{ g/l}$$

d) Cálculo das porcentagens:

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

$$\% \text{ argila} = \frac{C_{2h}}{C_o} \times 100 = \frac{7,86}{50} \times 100 = 15,7\%$$

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

$$\% \text{ silte} = (100 - 26,3 - 15,7)\% = 58\%$$

Depois de calculadas estas porcentagens, usa-se o diagrama Fig.1 para se fazer a classificação textural da amostra em estudo.

e) Classificação - A amostra analisada foi classificada como um solo franco-siltoso.

$$\% \text{ argila} = 15,7\%$$

$$\% \text{ areia} = 26,3\%$$

$$\% \text{ silte} = 58\%$$

1.3 - DENSIDADE APARENTE DO GLOBAL (Da)

Método da parafina - Obtém-se 3 torrões nas condições naturais do campo (com diâmetros de 3 a 5 cm). Amarra-se o torrão com uma linha fina e pesa-se. Introduce-se o torrão na parafina, a qual deverá estar a uma temperatura de 29°C acima de seu ponto de fusão. Deixa-se o torrão dentro da parafina durante 3 a 5 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 esta e leva-se à estufa por 24 horas.

Uma vez conhecido o peso seco e o volume do torrão, calcula-se a densidade aparente:

Dados:

Peso do torrão = 9,5g

Peso do torrão + parafina = 9,8g

Peso do torrão + parafina na água = 4,2g

Determinação da umidade

Peso do vidro de relógio = 39,22g

Peso do solo úmido = 16,28g

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

$$\%h = \frac{Pa}{Ps} \times 100 = \frac{16,28 - 15,73}{15,73} \times 100 \therefore h = 3,496\%$$

Temp. água = 24°C $\therefore \rho_{\text{água}} = 1 \text{ g/cm}^3 = d$

$$d = \frac{m}{V} \text{ como } d=1 \therefore m = V$$

$$m = V = (9,8 - 4,2) \therefore V = 5,6 \text{ cm}^3$$

$$Da = \frac{m}{V} = \frac{9,5 - (9,5 \times 0,0349)}{5,6} = \frac{9,1684}{5,6} = 1,64 \text{ g/cm}^3$$

1.4 - DENSIDADE DAS PARTÍCULAS DO REAL (Dr)

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

T interna = 23°C $\rho_{\text{água}} \text{ (densidade)} = 0,9975 \text{ g/cm}^3$

Peso Picnômetro = Pp = 31,35g

Volume Picnômetro = 54,78 cm³

Peso (solo + Picnômetro + água) = Pt = 88,85g

Cálculo de umidade

Peso do vidro de relógio = 9,7719g

Peso do vidro + solo úmido = 13,7434g

Peso de vidro + solo seco = 13,6438g

$$\%h = \frac{Pa}{Ps} \times 100 = \frac{0,0996}{3,8719} \times 100 = 2,57\%$$

Cálculo da densidade real

100g de solo \therefore 2,57 g água

5g de solo \therefore x g água \therefore x = 0,1286g de água

Peso seco do solo:

$$Ps = 5g - 0,1286g = 4,871g$$

Peso da água

$$P_a = P_t - P_p - P_s = 88,85 - 31,35 - 4,871$$

$$P_a = 52,629g$$

$$V_{\text{água}} = \frac{M_{\text{água}}}{\rho_{\text{água}}} = \frac{52,629g}{0,9975} = 52,76 \text{ cm}^3$$

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

$$V_s = 54,78 - 52,76 \quad \therefore \quad V_s = 2,02 \text{ cm}^3$$

$$D_r = \frac{m}{V} = \frac{4,871}{2,02} = 2,41 \text{ g/cm}^3$$

1.5 - DETERMINAÇÃO DA UMIDADE

Método da Estufa - Pega-se uma pequena amostra de solo e coloca-se em vidro de relógio previamente numerado e de peso conhecido, pesa-se o solo e anota-se seu valor, leva-se a estufa por 24 horas. Em seguida retira-se da estufa e coloca-se em um dessecador para esfriar, logo após pesa-se e obtém-se assim o peso do vidro mais o solo seco. Determina-se então a umidade.

Dados:

$$\text{Peso do vidro} = P_v = 9,2090g$$

$$\text{Peso do vidro} + \text{solo} = 13,7013g$$

$$\text{Peso do vidro} + \text{solo seco} = 13,5897g$$

$$\text{Peso do solo úmido} = 4,4923g$$

$$\text{Peso do solo seco} = 4,3807g$$

$$\%h = \frac{P_a}{P_s} \times 100 = \frac{(4,4923 - 4,3807)}{4,3807} \times 100 = 2,55\%$$

1.6 - DETERMINAÇÃO DA UMIDADE A 15 ATMOSFERA - U.M.

Também chamada de ponto de murcha ou coeficiente de murchamento. Determina-se da seguinte maneira: Pesa-se 25 a 30 g de terra fina e coloca-se em anéis de borracha distribuídos sobre uma membrana. Transfere-se esta para uma bandeja com água destilada e adiciona-se água até saturar a amostra de solo, e deixa-se por uma noite. Submete-se esta a uma pressão de 15 atm, até que toda água seja drenada, por dois ou três dias aproximadamente. Coloca-se a amostra em latas de alumínio numeradas e de peso conhecido e leva-se a estufa por 24 horas a uma temperatura de aproximadamente 105°C. Em seguida pesa-se novamente a lata com o solo seco. Proceda-se aos cálculos da seguinte maneira:

DADOS:

$$N^{\circ} \text{ da lata} - 147$$

$$\text{Peso da lata} - 30,56g$$

Peso da lata mais solo úmido - P1 + Su = 47,16g

Peso da lata mais solo seco - P1 + Ss = 45,30g

$$\% \text{ U.M} = \frac{(P1 + Su) - (P1 + Ss)}{(P1 + Ss - P1)} \times 100$$

$$\% \text{ U.M} = \frac{(47,16 - 45,30)g}{(45,30 - 30,56)g} \times 100 \quad \therefore \quad \% \text{ U.M.} = 12,62$$

1.7 - POROSIDADE TOTAL DO ESPAÇO AÉREO (N)

A porosidade consiste dos espaços vazios que ficam entre as partículas de solo, e pode ser determinada a partir dos valores de densidade global e real, pela fórmula:

$$N = \left(1 - \frac{d_g}{d_r} \right) 100$$

$$N = \left(1 - \frac{1,63}{2,40} \right) 100 \quad \therefore \quad N = 32,08\%$$

1.8 - GRAUS DE FLOCULAÇÃO E DISPERSÃO

O grau de floculação é uma determinação que se faz em função das porcentagens de argila total e dispersa em água.

Procede-se da mesma maneira que na análise granulométrica, usando-se apenas água destilada.

Dados:

$$C(2h) = C(2h) + \text{Correção} = 5 + 3,8 = 8,8$$

$$C(2h) = \frac{8,8}{50} \times 100 = 17,6\% , \text{ que corresponde ao valor da}$$

argila dispersa.

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

$$GF = \frac{(23,6 - 17,6)}{23,6} \times 100 = 25,4\%$$

Grau de dispersão - GD

$$GD = 100\% - 25,4\% = 76,6\%.$$

1.10 - CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA

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

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

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

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

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

destas fórmulas chega-se a:

$$K = \frac{Q L}{A \Delta t (h+1)} \quad \text{onde}$$

K - coeficiente de proporcionalidade (cm/min)

Q - volume percolado (cm³)

L - altura de solo

h - altura da coluna d'água

A - área do cilindro

Δt - intervalo de tempo para medição

i - gradiente hidráulico

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2 - DETERMINAÇÕES QUÍMICAS

2.1 - POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - pH.

Método do Potenciômetro - Primeiro se faz necessário uma pasta de saturação para então se poder determi-

nar o extrato da amostra.

Pasta de saturação - pesa-se 200 a 400g de terra fina em depósito de 400 a 500 ml;

- adiciona-se água destilada através de uma bureta para que a mesma possa ser medida. Para solos arenosos uma quantidade inicial de 25ml e 50ml para solos argilosos;

- vai-se mexendo com uma espátula e adicionando-se água até que esta apresente aspecto brilhante, ou quando a água não mais está sendo absorvida pela massa de solo, ou ainda quando a massa deslizar suavemente sobre a espátula;

- anotar o volume de água gasto para saturar a amostra e deixar em repouso pelo menos durante 4 horas;

- decorrido este tempo verifica-se se a amostra de solo apresenta excesso ou falta de água, no primeiro caso, adiciona-se mais 50g de terra fina e repete-se a operação de saturação, no segundo caso adiciona-se mais água até completar a saturação;

- transfere-se a massa de solo para um funil Buckner, contendo papel de filtro adaptado a um Kitassato e aplica-se a sucção com uma bomba a vácuo;

- transfere-se o extrato para um depósito com tampa e anota-se o número da amostra.

O pH pode ser lido diretamente do extrato de saturação ou mesmo da amostra saturada, sendo necessário ter-se que ligar o aparelho pelo menos 30 minutos antes. O Potenciômetro deve ser aferido com soluções tampão de pH 4,0 e 7,0 para solos de pH ácidos ou ligeiramente básicos e 4 a 9 para solos de pH mais elevados. Faz-se a leitura diretamente no aparelho.

2.2 - DETERMINAÇÃO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO - TROCÁVEIS

Pesa-se 7,5 gramas de terra fina e coloca-se em um erlenmeyer de 250 ml. Adiciona-se 150 ml de KCl (cloreto de potássio) a 1N, leva-se ao agitador por 30 minutos e deixa-se por 12h em repouso, aproximadamente. Retira-se 100ml do líquido sobrenadante, onde se vai determinar cálcio e magnésio

Cálcio - Pega-se 50ml do extrato e transfere-se para um erlenmeyer de 125 ml. Adiciona-se 2ml de KOH (hidróxido de potássio) a 10%. Coloca-se um pouco do indicador murexida e titula-se com EDTA a 0,025N até a mudança da cor vermelha para violeta. Anota-se o volume gasto.

Magnésio - Esta determinação é realizada in diretamente. Faz-se a determinação do cálcio mais magnésio e por diferença é possível determinar o teor de magnésio contido na amostra.

Ca + Mg - Coloca-se 50 ml de extrato em um erlenmeyer de 125ml. Adiciona-se 3ml da solução pH 10 ($\text{NH}_4\text{Cl} + \text{NH}_3$). Coloca-se 2 a 4 gotas do indicador eriocromo negro e titula-se com EDTA a 0,025N até a mudança de cor de vinho para azul. Anota-se o volume gasto na titulação de EDTA.

Dados:

Leituras: Volume de EDTA gasto:

$$\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} = 13,4$$

$$\text{Ca}^{++} = 9,3$$

Cálculos:

$$\text{VN} = \text{meq} / \text{l}$$

$$\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} = 13,4 \times 0,025 = \text{meq}/50\text{ml} \text{ ou } 2,5\text{g de solo}$$

$$0,335 \text{ meq}/50\text{ml} \text{ ou } 2,5\text{g de solo}$$

pois: 150ml - 7,5g de solo

$$50\text{ml} - \text{Xg de solo} \quad \therefore \text{X} = 2,5\text{g de solo}$$

então: 2,5g - 0,335meq.

$$100\text{g} - \text{y}$$

$$\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} = \text{y} = 13,4\text{meq}/100\text{g de solo}$$

$$\text{Ca}^{++} : 9,3 \times 0,025 = \text{meq}/50\text{ml} \text{ ou } 2,5\text{g de solo}$$

$$0,2335\text{meq}/50\text{ml} \text{ ou } 2,5\text{g de solo}$$

então: 2,5g - 0,2325meq.

$$100\text{g} - \text{y} \quad \therefore \text{Ca}^{++} = \text{y} = 9,3\text{meq}/100\text{g de solo}$$

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

2.3 - DETERMINAÇÃO DE SÓDIO E POTÁSSIO - TROCÁVEIS

Pesa-se 12,5 gramas da amostra de solo, coloca-se em um tubo de percolação previamente preparado. Adiciona-se (5 x 25)ml de solução extratora de acetato de amônio normal de pH 7 e deixa-se que todo líquido passe através do solo para um balão de volume conhecido que será posteriormente completado com água destilada e agitado para que haja uma boa homogeneização. Leva-se uma alíquota deste extrato para o fotômetro de chama. Antes, é necessário que o aparelho esteja zerado com água destilada e a solução padrão indicada para cada elemento, utiliza-se o filtro próprio de cada elemento.

Se a leitura ultrapassar a escala do apare-

lho é necessário que se dilua a solução:

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

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

$$f\text{Na}^+ = 0,01 \quad \text{vol. do balão} = 250\text{ml.}$$

$$f\text{K}^+ = 0,001$$

$$\text{Na}^+ = 16 \times 0,01 = 0,16 \text{ meq/l}$$

$$0,16 \text{ meq} - 1000\text{ml}$$

$$\times \text{Na}^+ - 250\text{ml} \quad \therefore \text{Na}^+ = 0,04\text{meq}/250\text{ml ou } 12,5\text{g de solo}$$

$$\text{logo: } 0,04\text{meq} - 12,5\text{g de solo}$$

$$\times \text{Na}^+ - 100\text{g de solo}$$

$$\text{Na}^+ = 0,32\text{meq}/100\text{g de solo}$$

$$\text{K}^+ = 43 \times 10 \times 0,001 = 0,43\text{meq/l}$$

$$0,43\text{meq} - 1000\text{ml}$$

$$\times \text{K}^+ - 250\text{ml} \quad \therefore \text{K}^+ = 0,1075\text{meq}/250\text{ml ou } 12,5\text{g solo}$$

$$\text{logo: } 0,1075\text{meq} - 12,5\text{g}$$

$$\times \text{K}^+ - 100\text{g} \quad \therefore \text{K}^+ = 0,86\text{meq}/100\text{g de solo}$$

2.4 - CAPACIDADE TOTAL DE TROCA DE CÁTIOS - T

T = Somatório dos cátions de sódio, potássio, cálcio e magnésio trocáveis.

$$T = 9,3 + 4,1 + 0,38 + 0,86$$

$$T = 14,64\text{meq}/100\text{g de solo}$$

2.5 - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA NO EXTRATO DE SATURAÇÃO

Pega-se uma alíquota do extrato de saturação, aproximadamente 10ml e coloca-se em um becker pequeno. Verifica-se a temperatura da amostra. Faz-se a leitura em um condutivímetro. Deve-se lavar bem a célula do aparelho com água destilada, depois de cada determinação para evitar interferência nos resultados. A leitura é dada em milimhos por centímetro.

$$\text{CE} = \text{Leitura} \times F_t \times K_{\text{célula}} \times \text{escala do aparelho}$$

$$\text{Dados: Leitura} = 1,4$$

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

$$K_{\text{cél.}} = 0,905$$

$$\text{CE} = 1,4 \times 1,043 \times 0,905 \times 1 = 1,32\text{mmhos/cm.}$$

2.6 - DETERMINAÇÃO DE SÓDIO NO EXTRATO DE SATURAÇÃO

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

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

$$\text{Na}^+ = 25 \times 10 \times 0,01 \quad \therefore \quad \text{Na}^+ = 2,5 \text{meq/l}$$

Porcentagem de saturação da pasta ou teor de umidade.

$$\%h = \frac{P_a}{P_s} \times 100$$

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

$$\text{Peso do solo úmido} + P_{(\text{Vidro})} = 21,1914\text{g}$$

$$\text{Peso do solo seco} + P_{(\text{Vidro})} = 18,0866$$

$$h = 36,9\%$$

$$\text{Logo: } 2,5 \text{meq} - 1000\text{ml}$$

$$\quad \times \text{Na}^+ - 36,9\text{ml} \quad \therefore \quad \text{Na}^+ = 0,092 \text{meq}/100\text{g de solo}$$

2.7 - DETERMINAÇÃO DE POTÁSSIO NO EXTRATO DE SATURAÇÃO

Segue-se o mesmo procedimento do sódio no extrato, sendo apenas necessário aferir o aparelho com a solução padrão para o potássio e utilizar o filtro correspondente.

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

$$K = 8 \times 100 \times 0,001 = 0,8 \text{meq/l}$$

A umidade já foi determinada anteriormente. $h = 36,9\%$

$$0,8 \text{meq} - 1000\text{ml}$$

$$\quad \times K^+ - 36,9 \quad \therefore \quad K^+ = 0,029 \text{meq}/100\text{g de solo.}$$

2.8 - DETERMINAÇÃO DE CARBONATOS NO EXTRATO DE SATURAÇÃO

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

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

2.9 - BICARBONATOS NO EXTRATO DE SATURAÇÃO

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

Vol. gasto = 1,4

Vol. da alíquota = 5,0 ml

% umidade da pasta de saturação = 36,9

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

$1,4 \times 0,025 = \text{meq/5,0 ml}$

$200 \times 1,4 \times 0,025 = \text{meq/l} \quad \therefore \quad HCO_3^- = 7,0\text{meq/l}$

7,0meq - 1000ml

$\times HCO_3^- - 36,9\text{ml} - HCO_3^- = 0,26\text{meq/100g de solo}$

2.10 - CLORETOS NO EXTRATO DE SATURAÇÃO

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

Vol. da alíquota = 5,0ml

Vol. gasto na titulação = 1,05 ml

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

$1,05 \times 0,05 \times 200 = \text{meq/l} - Cl^- = 10,5\text{meq/l}$

10,5meq - 1000ml

$Cl^- - 36,9 - Cl^- = 0,4\text{meq/100g de solo.}$

2.11 - SULFATOS NO EXTRATO DE SATURAÇÃO

Teste qualitativo - Pipeta-se aproximadamente 20ml do extrato de saturação, coloca-se em um becker, adiciona-se 2 a 3 gotas de HCl concentrado, coloca-se em uma placa elétrica, e quando iniciar a ebulição coloca-se $BaCl_2$ (Cloreto de bário) a 10%. Observa-se se há ou não precipitado, se houver indica presença de sulfato.

Na amostra em estudo não houve precipitado conseqüentemente não tem sulfato.

2.12 - RELAÇÃO DE ADSORÇÃO DE SÓDIO - RAS

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

$$\text{RAS} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++}}{2}}} = \frac{2,5}{\sqrt{\frac{1,1 + 0,7}{2}}} = 2,64$$

Cátions Solúveis

$$\text{Na}^+ = 2,5 \text{ meq/l}$$

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

$$\text{Mg}^{++} = 0,7 \text{ meq/l}$$

2.13 - PORCENTAGEM DE SÓDIO INTERCAMBIÁVEL - PIS

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

$$\text{PIS} = \frac{100(-0,0126 + 0,01475\text{RAS})}{1 + (-0,0126 + 0,01475\text{RAS})} = \frac{2,634}{1,026} = 2,6$$

PARTE II - ANÁLISES DE ÁGUA

2 - POTENCIAL HIDROGENIÔNICO - pH

Método do Potenciômetro - Pega-se uma alíquota da amostra, leva-se ao potenciômetro, tendo sido este ligado pelo menos 30 minutos antes da realização da leitura e aferido com soluções tampão de pH conhecidos. Faz-se a leitura direto.

A finalidade do pH é determinar o caráter ácido ou alcalino de uma amostra. Na amostra em estudo o pH = 8,8, significando assim que esta tem caráter alcalino.

2.1 - CONDUTIVIDADE ELÉTRICA - (CE)

Método do condutivímetro - Pega-se uma certa quantidade da amostra, de 10 a 15ml aproximadamente, verifica-se a temperatura (para que se faça uma ajuste a temperatura-padrão que é 25°C), em seguida faz-se a leitura direta no aparelho em escala correspondente.

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

$$\text{CE} = \text{Leitura} \times \text{escala} \times F_t \times K_{\text{cél.}}$$

principalmente de experiência. Facilidade na determinação das classes é uma das primeiras coisas que um prático no terreno deve desenvolver.

MÉTODO DE LABORATÓRIO. Um método fundamental e mais acurado foi desenvolvido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos para nomenclatura de solos, baseado na análise mecânica. Este método de identificação é mostrado em forma de diagrama na Figura 3.5. No diagrama fica reassegurado que solo é uma mistura de partículas de tamanhos diferentes e que existe correlação íntima entre a distribuição do tamanho destas partículas e as propriedades. Quando um pesquisador tem acesso às análises mecânicas dos solos dos terrenos em que está trabalhando, poderá com certeza verificar imediatamente a precisão das suas designações de classe. É essencial ter conhecimento prático deste método de designação de solos. A legenda explica a utilização da carta triangular desenvolvida para esta finalidade (ver Fig. 3.5).

FIG. 1

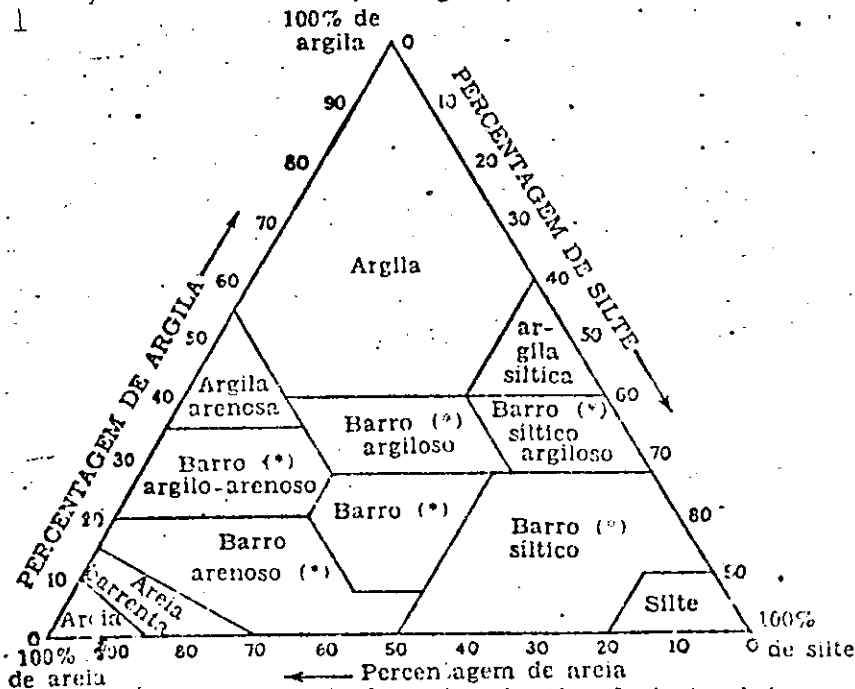


Fig. 3.5 --- Diagrama por meio do qual a classificação textural de um solo pode ser determinada com base numa análise mecânica. Na utilização do diagrama, os pontos correspondentes as percentagens de silte e de argila existentes no solo em causa são respectivamente localizadas nas linhas de silte e de argila. São traçadas então linhas internas paralelas, no primeiro caso, ao lado do triângulo correspondente à argila e, no segundo caso, paralelas ao lado da areia. O nome do compartimento em que as duas linhas se cruzam é o nome da classe em questão.

(*) A Div. de Pedologia e Fertilização do Solo do Ministério da Agricultura utiliza a denominação "franco" em vez de barro.

Propriedade

Com
de textur
gular os
nomes us
mente m

3:5 - Di

Podê
tículas sê
peso) de
densidad
geralmente
contém
partícula
Enl
númeris
faixa lin
e silte
a maior
há oco
magneti
das part
tículas e
cada tén

Já e
de sólido
maneira
superfície
que os
de mat
ou n
dos ar
densidade

(4)
de cas
solo ao
gua pe
nd: de
s na e
gravidã
de co
13: 573.
(5)
tivos e
Sólido

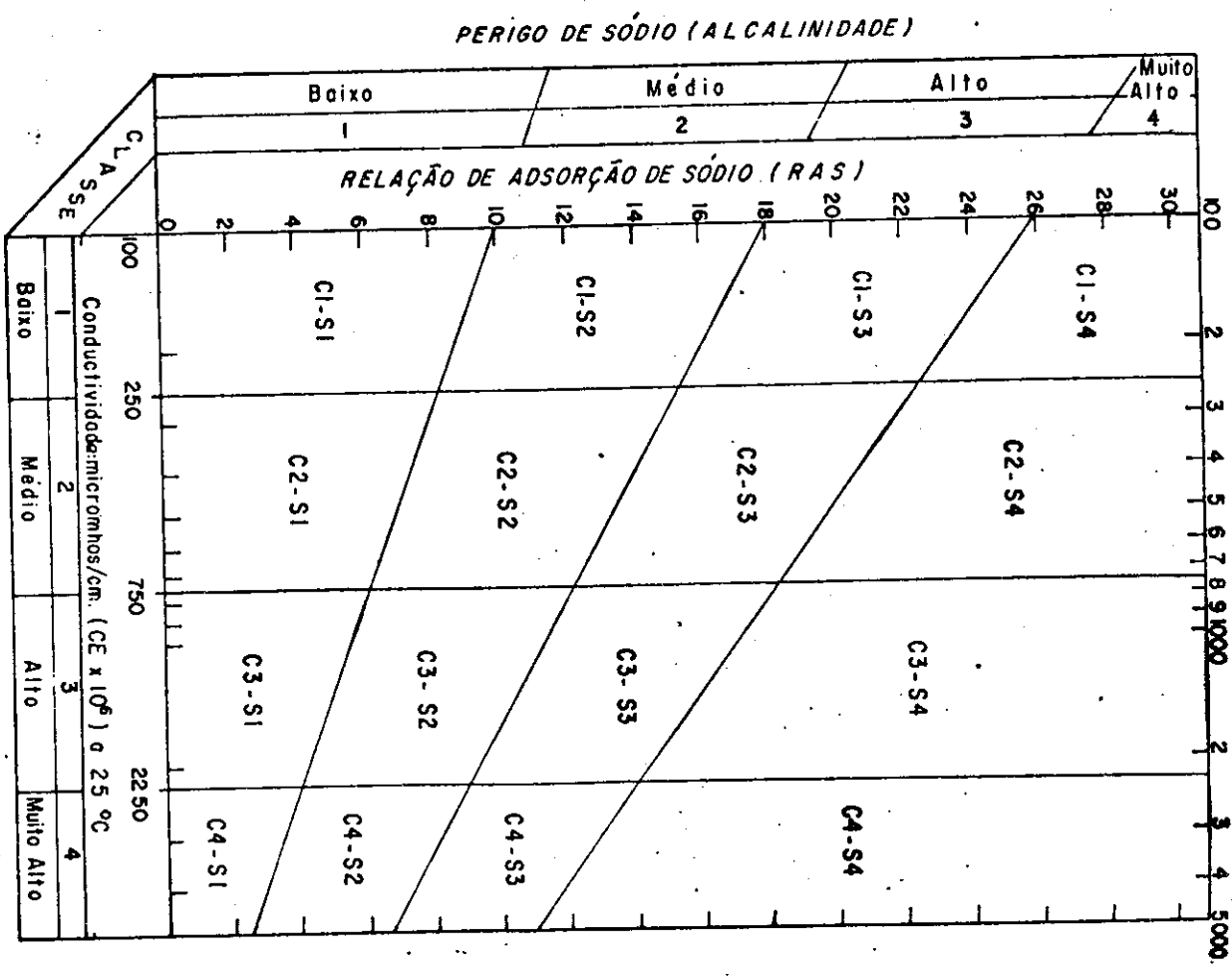


Fig. 5 — Diagrama para a classificação da água de irrigação, segundo o "U. S. Salinity Laboratory" (1954, p. 80)

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

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

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

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

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

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