

# UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAIBA

CAMPUS II - CAMPINA GRANDE - PB

## ESTÁGIO SUPERVISIONADO

ALUNO : DACILDO DE SOUZA LIMA SOBRINHO

ORIENTADORES: HANS RAJ GHEYI

e

NORMA CÉSAR DE AZEVEDO

PERÍODO : De JULHO a DEZEMBRO de 1981

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

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

ESTÁGIO SUPERVISIONADO

Aluno: DACILDO DE SOUZA LIMA SOBRINHO

Orientadores: HANS RAJ GHEVI

e

NORMA CÉSAR DE AZEVEDO

Período: de Julho a Dezembro de 1981

1 -

D E C L A R A Ç Ã O

DECLARO para os devidos fins que DACILDO DE SOUZA LIMA SOBRINHO, estudante do Curso de Engenharia Agrícola do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba - Campus II - Campina Grande, e sob número de matrícula 8011288-8, estagiou no Laboratório de Irrigação e Salinidades deste Centro, na parte de Solos Agrícolas, desenvolvendo em paralelo uma pesquisa sobre "LIBERAÇÃO DE VAZÃO NA CÁPSULA POROSA SCB - PRESSÃO HIDROSTÁTICA", no período de 06.07.81 a 30.12.81, cumprindo 10 (cento e dez) horas integrais no mês de julho e 12 horas semanais nos meses restantes, perfazendo um total de 350 (trezentos e cinquenta) horas.

Campina Grande, 30 de julho de 1982

NORMA CÉSAR DE AZEVEDO



Ilmo Sr  
Chefe do Laboratório de Irrigação e Salinidades  
Universidade Federal da Paraíba  
Centro de Ciências e Tecnologia  
Campus II  
Campina Grande - Paraíba

Eu, DACILDO DE SOUZA LIMA SOBRINHO, alu  
no do Curso de Engenharia Agrícola deste Centro, regu  
larmente matriculado sob número 8011288-8, solicito  
que Vossa Senhoria se digne apreciar este relatório,  
relativo ao estágio realizado neste Laboratório no pe  
ríodo de 06.07.1981 a 30.12.1981, supervisionado pelos  
digníssimos professores, HANS RAJ GHEVI e NORMA CÉSAR  
DE AZEVEDO, encaminhando-o portanto, a quem de direi  
to possa atribuir a quantidade de créditos que lhe fi  
zer jus.

Nestes Termos  
Pede Deferimento,

Campina Grande,

**DACILDO DE SOUZA LIMA SOBRINHO**

### 3 - Apresentação

O estágio foi realizado no período de 06.07 a 30.12.1981, perfazendo um total de 350 (trezentos e cinquenta) horas, e teve lugar no Laboratório de Irrigação e Salinidades do Departamento de Engenharia Agrícola, localizado no Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba - Campus II - Campina Grande - Paraíba.

Durante a realização do estágio, procurei adquirir uma série de conhecimentos práticos, a cerca das determinações necessárias à classificação de solos e águas para irrigação. Uma vez que como futuro profissional dessa área, de certo muito me interessarão tais conhecimentos.

Vale salientar que durante o estágio, estive desenvolvendo uma pesquisa sobre "LIBERAÇÃO DE VAZÃO NA CÁPSULA POROSA SOB PRESSÃO HIDROSTÁTICA" foi realizada também, uma experiência no campo, determinando-se a capacidade de infiltração do solo pelo método do cilindro infiltrômetro.

## ÍNDICE

- 1 - Declaração
- 2 - Requerimento
- 3 - Apresentação
- 4 - Introdução
- 5 - Atividades desenvolvidas
- 5.1 - Análise da água
- 5.2 - Determinação do PH (Método do picnômetro)
- 5.3 - Condutividade elétrica (C.E.)
- 5.4 - Determinação do cálcio (titulação com EDTA a 0,025N)
- 5.5 - Determinação do Cálcio+Magnésio (titulação com EDTA a 0,025N)
- 5.6 - Determinação de Cloretos
- 5.7 - Determinação de Carbonetos
- 5.8 - Determinação de Bicarbonatos
- 5.9 - Determinação de Sódio
- 5.10 - Determinação de Potássio
- 5.11 - Determinação da Relação de Adsorção de Sódio (RAS)
- 5.12 - Perigo de Salinidade
- 5.13 - Perigo de Sódio (Alcalinidade)
- 5.14 - Classe de água
- 5.15 - Conclusão
- 6 - Análises físicas do solo
- 6.1 - Preparo da amostra e cálculo da terra fina
- 6.2 - Análise granulométrica (Método do hidrômetro de Bouyoucos)
- 6.3 - Classificação textual
- 6.4 - Grau de Flocculação e Dispersão
- 6.5 - Densidade Aparente ou Global (Da) Método de Torção
- 6.6 - Densidade Real (Dr) Método do picnômetro
- 6.7 - Porosidade Total
- 6.8 - Determinação da Umidade Atual (Método da Estufa)
- 6.9 - Determinação da Umidade a 15atmosferas - U.M.
- 6.10 - Determinação da Umidade a 1/3atmosferas - Cc.

- 6.11 - Determinação da Capacidade de Água Disponível CAD
- 6.12 - Condutividade Hidráulica usando Terra Fina
  - 7 - Análises Químicas do Solo
    - 7.1 - Potencial Hidrogeniônico (método do Picnômetro)
    - 7.2 - Determinação de Cálcio e Magnésio Trocáveis
    - 7.3 - Determinação de Sódio e Potássio Trocáveis
    - 7.4 - Capacidade total de troca de Cátions - T
    - 7.5 - Condutividade Elétrica no Extrato de Saturação
    - 7.6 - Determinação de Sódio no Extrato de Saturação
    - 7.7 - Determinação de Potássio no Extrato de Saturação
    - 7.8 - Determinação de Carbonatos no Extrato de Saturação
    - 7.9 - Determinação de Bicarbonatos no Extrato de Saturação
    - 7.10 - Determinação de Cloretos no Extrato de Saturação
    - 7.11 - Determinação de Sulfatos no Extrato de Saturação
  - 8 - Experiência de Campo
    - 8.1 - Capacidade de Infiltração (método de cilindro infiltrômetro)
  - 9 - Considerações Gerais
    - 9.1 - Pesquisa realizada durante o estágio  
"LIBERAÇÃO DE VAZÃO NA CÂPSULA POROSA SOB PRESSÃO HIDROSTÁTICA"
    - 9.2 - Agradecimentos
  - 10 - Conclusão
  - 11 - Bibliografia

## 5 - Atividades desenvolvidas

### 5.1 - Análise da água

Procedência: CATOLÉ DO ROCHA-PARAIBA

Propriedade: FAZENDA CACHOEIRA DO SAL

### 5.2 - Determinação do PH (Método do potenciômetro)

A finalidade do PH é determinar o caráter ácido ou básico de uma amostra. Zera-se o potenciômetro passando-se duas soluções tampão de PH conhecidos (4 e 7). Em seguida, imerge-se o eletrodo na amostra e faz-se a leitura no aparelho. E, evidentemente toda vez que se tira o eletrodo da imersão, lava-se o mesmo com água destilada e limpa-se com papel de filtro, para imergí-lo novamente em outra solução de outra amostra. O potenciômetro é aferido para 25°C.

Obs.: Liga-se o potenciômetro, pelo menos 30 minutos antes de começar a ser usado.

### 5.3 - Condutividade elétrica

A finalidade da condutividade elétrica é medir o teor de sais contido na amostra. É determinado diretamente pelo condutivímetro de maneira bastante simples, uma vez que, basta-se introduzir a célula do mesmo na amostra de modo que as placas internas da cêlula fiquem imersas. Gira-se o botão do marcador para que

se possa obter a leitura. Esta leitura é dada em milimhos/cm a 25°C. Sendo a temperatura diferente de 25°C, deve-se fazer uma correção.

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

$$CE = 860 \text{ milimhos/cm}$$

#### 5.4 - Determinação de Cálcio

##### a) Procedimento

Tomam-se 25ml da amostra e adiciona-se 2ml de KOH a 10%. Como indicador, adiciona-se uma pitada de Murexida que dá à solução uma coloração vermelha. Então, passa-se a titular a solução com EDTA (Ácido etilenodiaminotetracetato) a 0,25N, até que se verifique a virada da coloração de vermelho para violeta. Anota-se o volume gasto na titulação.

##### b) Cálculo

Como  $V_a$  = Volume da amostra = 25ml, tem-se:

$$40VN = \text{m.e/l de cálcio}$$

onde: 40 = cte devido o valor de  $V_a$

$$V = \text{volume gasto de EDTA} = 1,10\text{ml}$$

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

Portanto:

$$\begin{aligned} \text{Cálcio (Ca}^{++}\text{)} &= 40 \times 1,1 \times 0,025 = \\ &= 1,10\text{m.e/l} \end{aligned}$$

#### 5.5 - Determinação de Cálcio + Magnésio

##### a) Procedimento

Toma-se 25ml da amostra e adiciona-se 3ml de uma solução tampão de PH 10. Como indicador, adiciona-se 3 a 4 gotas de Eriocromo Negro - T que dá à solução, uma coloração roxo vinho. Daí, passa-se a titular a solução com EDTA a 0,025N, até que se verifique a mudança da cor roxo vinho para azul. Anota-se o volume de EDTA gasto na titulação.

b) Cálculo

Análogo ao de Cálcio

Obs.: A determinação do magnésio é feita por diferença, ou  $\text{Magnésio (Mg}^{++}) = (\text{Volume gasto na titulação para o Cálcio e Magnésio}) - (\text{volume gasto na titulação para o Cálcio})$ .

Cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) = 1,10me/l

Cálcio + Magnésio = 2,60m.e/l

Magnésio ( $\text{Mg}^{++}$ ) = 2,6 - 1,1 = 1,5meq/l

5.6 - Determinação de Cloretos

a) Procedimento

Faz-se uma prova em branco usando-se 1 ml de cromato de potássio a 5% em água destilada. Depois toma-se 50ml da amostra e adiciona-se 1ml de cromato de potássio a 5% que dá à solução uma coloração amarela clara. Daí passa-se a titular a solução com nitrato de prata a 0,05N, até que se verifique a mudança de cor de amarelo claro para cor de tijolo queimado. Anota-se o volume de nitrato de prata gasto na titulação.

b) Cálculo



Como  $V_a$  = volume da amostra = 50ml, tem-se:

$20VN$  = m.eq/l de cloretos

onde:

20 = cte devido o valor de  $V_a$

$V$  = Volume gasto de nitrato de prata na titulação  
= 2,5

$N$  = Normalidade de nitrato de prata = 0,05N

Portanto:

$20 \times 2,5 \times 0,05$  = m.eq/l de cloretos

Cloretos ( $Cl^-$ ) = 2,5 m.eq/l

#### 5.7 - Determinação de Carbonatos

##### a) Procedimento

Toma-se 50ml da amostra e como indica dor adiciona-se 3 a 4 gotas de fenolftalina. Se a amostra permanecer incolor, indica ausência de carbonatos e havendo uma mudança de incolor para róseo indica presença. Daí passa-se a titular a solução com ácido sulfúrico a 0,02N, até que se verifique a mudança de cor róseo para incolor. Anota-se o volume de ácido sulfúrico gasto na titulação.

##### b) Cálculo

Como  $V_a$  = volume da amostra = 50ml, tem-se:

$20VN$  = m.eq/l de carbonatos

onde:

20 = cte devido ao valor de  $V_a$

$V$  = 2P

$P$  = volume gasto de ácido sulfúrico = 1,10ml

$N$  = normalidade de ácido sulfúrico = 0,02N

Portanto:

$20 \times VN$  = me/l de carbonatos

$$20 \times 2 \times 1,1 \times 0,02 = \text{me/l de Carbonatos}$$

$$\text{Carbonatos } (\text{CO}_3^{--}) = 0,88 \text{ me/l}$$

### 5.8 - Determinação de Bicarbonatos

#### a) Procedimento

Toma-se 50ml da amostra e como indica  
dor, adiciona-se 3 a 4 gotas de metil-orange, que dã  
ã solução uma coloração. Daí passa-se a titular a so  
lução com ácido sulfúrico ã 0,02N, até que se verifi  
que a mudança de cor.

Anotá-se o volume gasto de ácido sulfu  
rico na titulação.

#### b) Cálculo

Como  $V_a = \text{volume da amostra} = 50\text{ml}$ , tem-se:

$20\text{VN} = \text{me./l de Bicarbonatos}$

Onde:

$20 = \text{cte devido ao valor valor de } V_a$

$V = (T - 2P) - T_b$

$T = \text{volume total gasto de ácido sulfúrico} = 15,7$

$2P = \text{volume gasto de ácido sulfúrico para carbonatos}$   
 $= 2P = 2,2$

$N = \text{normalidade do ácido sulfúrico} = 0,02\text{N}$

$T_b = \text{volume gasto de ácido sulfúrico no teste em bran}$   
 $\text{co} = 0,2\text{ml}$

Portanto:

$20 \times (15,7 - 0,2 - 2,2) \times 0,02 \text{ me./l de bicarbonatos}$

Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3$ ) =  $20 \times (15,5 - 2,2) \times 0,02$

Bicarbonatos ( $\text{HCO}_3$ ) =  $5,32 \text{ me./l}$

$\text{HCO}_3 = 5,32 \text{ meq/l}$

## 5.9 - Determinação do Sódio

### a) Procedimento

Esta determinação é feita usando-se o fotômetro de chamas. Principiando-se, zera-se o aparelho com solução de sódio e água destilada. Em seguida imerge-se uma haste do fotômetro na amostra contida em um becker e determina-se a leitura.

### b) Cálculo

$$\text{Na}^+ = \text{Leitura} \times \text{diluição} \times \text{fator de célula}$$

$$\text{Leitura} = \text{Na}^+ = 61,0$$

$$\text{Diluição} = 1:10$$

$$\text{Fator de célula} = 0,01$$

$$\text{Na}^+ = 61 \times 10 \times 0,01 = 6,1 \text{ meq/l}$$

## 5.10 - Determinação de potássio

### a) Procedimento

Esta determinação é feita com o fotômetro de chamas. Zera-se o aparelho com solução de potássio a 0,05N e água destilada. Em seguida, imerge-se uma haste do fotômetro na amostra contida num becker e determina-se a leitura.

### b) Cálculo

$$\text{K}^+ = \text{Leitura} \times \text{diluição} \times \text{fator de célula K}^+$$

$$\text{Leitura} = 9,0$$

$$\text{Diluição} = 1:10$$

$$\text{Fator de célula} = 0,001$$

$$\text{K}^+ = 9 \times 10 \times 0,001 = 0,09 \text{ meq/l}$$

### 5.11 - Determinação da Relação de Adsorção de Sódio (RAS),

A RAS, é dada pela seguinte fórmula:

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

Onde:

$Na^+$  = Teor de Sódio (resultado do item 5.9)

$Ca^{++}$  = Teor de Cálcio (resultado do item 5.4)

$Mg^{++}$  = Teor de Magnésio (resultado do item 5.5 me  
nos o resultado do item 5.4)

Portanto:

$$RAS = \sqrt{\frac{6,1}{\frac{1,1 + 1,5}{2}}} = 5,35$$

### 5.12 - Perigo de Salinidade

Quanto ao perigo de salinidade, as águas de irrigação se distribuem em quatro classes que são: C1, C2, C3 e C4. Tais classes são definidas em relação à condutividade elétrica, conforme pode-se observar no resumo que apresentamos logo a seguir:

<u>Classes</u>	<u>CE(milimhos/cm)</u>	<u>Perigo de salinidade</u>
C1	0 - 250	baixo
C2	250 - 750	médio
C3	750 - 2.250	alto
C4	2.250 - 5.000	muito alto

Como encontramos uma condutividade elétrica igual a 860milimhos/cm, temos uma água com ALTO perigo de salinidade.

#### 5.13 - Perigo de Sódio (Alcalinidade)

Quanto ao perigo de sódio, as águas se distribuem em quatro classes que são: S1, S2, S3 e S4. Tais classes são definidas em relação ao valor da Relação de Adsorção de Sódio (RAS) conforme pode-se observar no resumo apresentado abaixo:

<u>Classes</u>	<u>RAS</u>	<u>Perigo de Sódio</u>
S1	0 - 10	baixo
S2	10 - 18	médio
S3	18 - 26	alto
S4	26	muito alto

Como encontramos a RAS igual a 5,35, temos uma água com BAIXO perigo de sódio.

#### 5.14 - Classe de Água

Para se obter a classe de água, entra-se com os valores da Condutividade Elétrica (CE) e da Relação de Adsorção de Sódio (RAS) no diagrama para classificação da água de irrigação que apresenta mos anexo.

Portanto a classe de água é C3 S1.

#### 5.15 - Conclusão

A água com alta salinidade, 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 só se deve plan tar os vegetais muito tolerantes aos sais. Todavia, existem vários trabalhos experimentais, realizados em diversos países, como em Israel, nos Estados Unidos e na União Soviética no sentido de utilizar águas sa linas, devido a necessidade de novas áreas de culti vos.

## 6 - ANÁLISES FÍSICAS DO SOLO

### 6.1 - Preparo de amostra e cálculo da Terra Fina

Uma amostra de solo ao dar entrada no laboratório, primeiramente, faz-se seu registro em livros especiais ou em fichas de registro de resulta



dos. Faz-se o registro para possibilitar sua segura identificação posterior. Cada amostra recebe o número de ordem que será usado como identificação em todas as determinações conduzidas sobre esta amostra.

A heterogeneidade do material, ou seja, presença de plantas, fragmentos de rochas, variação de umidade, causa variações nos resultados analíticos. Esta variação é reduzida pelo preparo da amostra que consta, em geral, das seguintes etapas de operação:

- a) Eliminação de umidade da amostra, ou secagem ao ar;
- b) Separação do esqueleto da terra das raízes e outros fragmentos orgânicos;
- c) Destorroamento da amostra, isto é, destruição dos torrões;
- d) Passa-se a parte destorroada através de uma peneira de 2,0mm de malha;
- e) Separa-se a fração retida na peneira para determinação de pedregulhos e cascalhos;
- f) Coloca-se a terra fina em um depósito com sua etiqueta de identificação;
- g) Calcula-se a porcentagem de terra fina pela expressão;

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

$$\text{Peso da amostra} = 1000\text{g}$$

$$\text{Quantidade retida na malha de 2mm} = 9,7645\text{g}$$

$$\% \text{ terra fina} = 100 - \frac{9,7645 \times 100}{1000} = 99\%$$

$$1000$$

## 6.2 - Análise granulométrico (Método de Hidrômetro de Bouyoucos)



a) Comentário

A determinação da percentagem de areia, limo e argila é chamada análise mecânica. Os dois métodos comumente usados, são o da pepita e o do hidrômetro. Ambos os métodos dependem das razões diferenciais de sedimentação das partículas do solo em suspensão na água. No método do hidrômetro de Bouyoucos, a concentração das partículas do solo que permanecem em suspensão é determinada usando um hidrômetro projetado para medir a densidade da suspensão. A concentração das partículas de solo em suspensão em um determinado tempo depende da razão na qual as partículas sedimentam-se. As partículas maiores sedimentam mais rapidamente que as pequenas. A velocidade de sedimentação é descrita pela Lei de Stokes.

b) Procedimento

Pesa-se 50 gramas de solo de textura fina, transfere-se para um recipiente (becker) adicionando 50ml da solução hidróxido de sódio a 0,1N e deixa-se em repouso por aproximadamente 12 horas, a fim de que as partículas do solo sejam dispersadas. Transfere-se a solução cima descrita para um copo de um agitador mecânico e adiciona-se aproximadamente 2/3 de água destilada e agita-se por 2 (dois) minutos. Em seguida, transfere-se a amostra para uma proveta de 1000ml e completa-se o volume com água destilada. Lê-se a temperatura da amostra. Homogeneiza-se a solução durante 30 (trinta) segundos, insere-se o hidrômetro e depois de 40 (quarenta) segundos, faz-se a leitura. Essa leitura corresponde à fração de argila + limo contida no solo. Depois, deixa-se transcorrer 2 (duas) horas e torna-se a inserir o hidrômetro, anotando-se o resultado. Torna-se a ler no

vamente a temperatura. Essa leitura de 2 (duas) horas corresponde à fração de argila.

a) Cálculos das correções

Peso inicial da amostra = Concentração inicial

$$C_0 = 50$$

Leitura corrigida aos 40 (quarenta) segundos = Concentração de argila + limo =  $C_{40}$

$$C_{40} = 25$$

Leitura corrigida às 2 (duas) horas = Concentração de argila =  $C_2$  horas

$$C_2 \text{ horas} = 10$$

$$\% \text{ argila + limo} = \frac{C_{40}}{C_0} \times 100$$

$$\% \text{ argila} = \frac{C_2 \text{ hs}}{C_0} \times 100$$

$$\% \text{ Areia} = 100 - (\% \text{ argila} + \text{ limo})$$

$$T \text{ amostra} = 23^\circ\text{C}$$

Nota: Como o hidrômetro é usualmente calibrado para a temperatura de 67 ou 68°F, para temperaturas maiores corrige-se as leituras com o fator + 0,2g/°F.

. Correção das leituras devido à temperatura

$$\frac{C}{5} = \frac{F - 32}{9} \therefore \frac{23}{5} = \frac{F - 32}{9} \therefore T = 86^\circ\text{F}$$

$$T_c = 67^\circ\text{C}$$

Como  $T > T_c$ , tem-se:

$$\Delta T = 86 - 67 = 19^\circ\text{F}$$

Correção

$$T_c = T \times 0,2 = 19 \times 0,2 = 3,8$$

Portanto:

$$C_{40s} = C_{40s} + \text{correção} \quad C_{40s} = 25 + 3,8 = 28,8 \text{ g/l}$$

$$C_{2hs} = C_{2hs} + \text{correção} \quad C_{2hs} = 10 + 3,8 = 13,8 \text{ g/l}$$

- Correção das leituras em relação ao dispersante.

50ml de NaOH - 40g/l

$$1000\text{ml}^- \quad 40\text{g/l} \quad X = 2\text{g/l}$$

$$50\text{ml}^- \quad X$$

Correção

$$C_{40s} = C_{40s} - X \quad C_{40s} = 28,8 - 2 = 26,8 \text{ g/l}$$

$$C_{2hs} = C_{2hs} - X \quad C_{2hs} = 13,8 - 2 = 11,8 \text{ g/l}$$

b) Cálculo das percentagens

$$\% (\text{límo} + \text{argila}) = \frac{C_{40s}}{C_o} \times 100 = \frac{26,8}{50} \times 100 = 53,6\%$$

$$\% \text{ areia} = 100 - (\% \text{ argila} + \text{límo}) = 100 - 53,6 = 46,4\%$$

$$\% \text{ argila} = \frac{C_{2hs}}{C_o} \times 100 = \frac{11,8}{50} \times 100 = 23,6\%$$

$$\% \text{ límo} = (\text{argila} + \text{límo}) - \% \text{ argila} = 53,6 - 23,6 = 30\%$$

### 6.3.- Classificação Textual

Para se obter a textura do solo, entra-se com as percentagens encontradas anteriormente no diagrama trilinear (anexo).

O solo em estudo apresentou-se como

BARRO.

#### 6.4 - Graus de Floculação e Dispersão

##### 6.4.1 - Grau de Floculação

###### a) Procedimento

Calcula-se as funções das percentagens de argila total e argila dispersa em água, de acordo com a seguinte expressão

$$\text{Grau de floculação} = 100 \frac{\text{argila total} - \text{argila dispersa em água}}{\text{argila total}}$$

Nota: A argila dispersa em água é obtida pelo mesmo procedimento da dispersão total, sendo que o dispersante é água destilada.

Portanto, observe-se:

$$C_{2hs} = 5$$

###### b) Cálculos

- Correção devido à temperatura

$$T = 23^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 86 - 67 = 19^{\circ}\text{F}$$

$$T_c = 19 \times 0,2 = 3,8$$

$$C_{2hs} = C_{2hs} + \text{correção} = 5 + 3,8 = 8,8\text{g/l}$$

$$C_{2ks} = \frac{C_{2hs}}{C_0} \times 100 = \frac{8,8}{50} \times 100 = 17,6\%$$

$$\text{Grau de floculação} = \frac{100 (23,6 - 17,6)}{23,6} = 25,4\%$$

#### 6.4.2 - Grau de Dispersão

##### a) Cálculo

$$\begin{array}{rcl} \text{Grau de dispersão} & = & 100 - \text{Grau de floculação} \\ Gd & = & 100 - 25,4 = 74,6\% \end{array}$$

#### 6.5 - Densidade Aparente ou Global (Da) - Método do torrão

Obtem-se 3 (três) torrões nas condições naturais do campo com diâmetro de 3 a 5 cm. Amarra-se o torrão numa linha fina e pesa-se o mesmo. Mergulha-se o torrão em parafina fervendo a uma temperatura de aproximadamente (80°C) por 20 ou 30 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 do 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, leva-se à estufa por 24 horas. Uma vez conhecidos o peso seco e o volume do torrão, calcula-se a densidade aparente.

##### Cálculos:

$$\text{Peso do torrão} = 9,5\text{g}$$

$$\text{Peso do torrão} + \text{parafina} = 9,8\text{g}$$

$$\begin{array}{l} \text{Peso do torrão} + \text{parafina na água} \\ = 4,2\text{g} \end{array}$$

### Determinação da umidade

$$\text{Peso do v\u00eddeo do rel\u00f3gio} = 39,22\text{g}$$

$$\text{Peso do solo \u00famido} = 16,28\text{g}$$

$$\text{Peso do solo seco } (54,25 - 39,22)$$

$$= 15,73\text{g}$$

$$H\% = \frac{P_a}{P_s} \times 100 = \frac{0,55}{15,73} \times 100 \quad h\% = 3,5\%$$

$$\text{Temperatura da \u00e1gua} = 24^{\circ}\text{C} \quad d_a = 0,997\text{g/cm}^3$$

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

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

$$D_a = \frac{m_s}{V}$$

### C\u00e1lculo de $m_s$

$$m_a = P_{\text{umido}} - P_{\text{seco}}$$

$$m_a = 9,5 - m_s$$

$$h\% = \frac{m_a}{m_s} \times 100$$

$$m_s = \frac{m_a}{h\%} \times 100$$

$$m_s = \frac{9,5 - m_s}{h\%} \times 100 \quad 9,5 \times 100 - 100m_s = m_s h(\%)$$

$$m_s h(\%) + 100m_s = 950$$

$$m_s = \frac{950}{100 + h\%} = 9,178\text{g}$$

### C\u00e1lculo da Densidade Aparente

$$D_a = \frac{m_s}{V} = \frac{9,178}{5,6} \quad D_a = 1,63\text{g/cm}^3$$

## 6.6 - Densidade Real ( $D_r$ ) - método do picnômetro

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

Cálculos:

$$\begin{aligned}T \text{ interna} &= 23^{\circ}\text{C} & d' \text{ água} &= 0,9975 \\ \text{Peso do picnômetro} &= P_p = 31,55\text{g} \\ \text{Volume do picnômetro} &= 54,78\text{cm}^3 \\ \text{Peso (solo + picnômetro + água)} &= P_t = 88,85\text{g}\end{aligned}$$

Cálculo da umidade

$$\begin{aligned}\text{Peso do vidro do relógio} &= 9,7719\text{g} \\ \text{Peso do vidro + solo úmido} &= 13,7434\text{g} \\ \text{Peso do vidro + solo seco} &= 13,5260\text{g} \\ \%/h &= \frac{P_a}{P_s} \times 100 = \frac{0,2174}{3,6541} \times 100 = 5,9\%\end{aligned}$$

Cálculo da densidade real

$$\begin{array}{l}100\text{g de solo} \text{ ————— } 5,8\text{g de água} \times 0,29 \\ 5\text{g de solo} \text{ ————— } \times \text{ de água}\end{array}$$

Peso seco do solo

$$P_s = 5\text{g} - 0,29\text{g} = 4,71$$

Peso da água

$$P_a = P_t - P_p - P_s = 88,85 - 31,55 - 4,71$$

$$P_a = 52,59\text{g}$$

$$V \text{ água} = \frac{M \text{ água}}{S \text{ água}} = \frac{52,59}{0,9975} = 52,72$$



$$V_{\text{ solo }} = V_p - V_a = 54,78 - 52,72$$

$$V_{\text{ solo }} = 2,06 \text{ cm}^3$$

$$D_r = \frac{m}{V} = \frac{4,71}{2,06} = 2,28 \text{ g/cm}^3$$

#### 6.7 - Porosidade total (N)

A porosidade consiste dos espaços vazios que ficam entre as partículas de solo, e pode esta ser determinada a partir da seguinte expressão:

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

Onde:

$D_a$  = densidade aparente ou global

$D_r$  = densidade real ou das partículas

$$N = \left(1 - \frac{1,63}{2,28}\right) \times 100 = 28,5\%$$

#### 6.8 - Determinação da Umidade Atual (método da estufa)

Obtem-se uma pequena amostra de solo seco e coloca-se em vidro de relógio previamente numerado e de peso conhecido, pesa-se o solo e anota-se o seu valor, levando-se à estufa por 24 horas. Em segú

da retira-se da estufa e coloca-se num dessecador para esfriar, pesa-se e obtem-se o peso do vidro mais o solo seco. Daí, determina-se a umidade.

Dados obtidos:

Peso do vidro de relógio =  $P_v = 9,209g$

Peso do vidro + solo =  $12,6114g$

Peso do vidro + solo =  $12,4086g$

Peso do solo úmido =  $3,1996g$

Peso do solo seco =  $3,0917$

Cálculo da umidade

$$\%h = \frac{P_u}{P_s} \times 100 = \frac{(3,1996 - 3,0917)}{3,0917} \times 100 = 3,48\%$$

#### 6.9 - Determinação da Umidade a 15 atmosferas - U.M.

Coloca-se 25 a 30g de terra fina em anéis de borracha distribuídos sobre uma membrana que se encontra em uma bandeja e adiciona-se água destilada até saturar a amostra de solo, deixando-se por um período de 20 a 24 horas. Submete-se a mesma a uma pressão de 15 atmosferas, 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 à estufa por 24 horas a uma temperatura de  $105^{\circ}C$  aproximadamente. Pesa-se novamente a la

com o solo seco.

Dados obtidos:

Número de lata = 155

Peso da lata = 30,61

Tara da lata + solo úmido = 49,74g

Tara da lata + solo seco em estufa = 48,45g

% U.M. =  $\frac{(TFSA + \text{água})}{TFSE}$

TFSE

TFSA = (Tara da lata + solo úmido) - tara da lata

TFSA = 49,74 - 30,61 = 19,13g

TFSA = 48,45 - 30,61 = 17,84

% U.M. =  $\frac{19,13 - 17,84}{17,84} \times 100$  U.M. 7,23%

17,84

#### 6.10 - Determinação da Umidade a 1/3atmisfêras - Cc.

Coloca-se 25 a 30g de terra fina em anéis de borracha distribuídos sobre uma placa de cerâmica e satura-se a amostra. Transfere-se a placa porosa para a panela de pressão e aplica-se a pressão de 1/3 de atmosferas, até que toda a água seja drenada (20 a 24 horas).

Coloca-se coloca-se a amostra em latas de alumínio numeradas e de peso conhecido e leva-se à estufa por 24 horas a uma temperatura de 105°C aproximadamente. Pesa-se novamente a lata com o solo seco.

Dados obtidos: Nº de latas = 177

Tara da lata = 30,56g

Tara da lata + solo úmido = solo úmido = 53,23g

Tara da lata + solo seco em estufa = 50,16g

Cálculos:

$$\% Cc = \frac{(TFSA + \bar{a}gua) - TFSE}{TFSE}$$

$$TFSA + \bar{a}gua = 53,23 - 30,16 = 23,07g$$

$$TFSA = 50,16 - 30,16 = 20g$$

$$\% Cc = \frac{23,07 - 20}{20} \times 100$$

$$Cc = 15,35\%$$

#### 6.11 - Determinação da Capacidade de Água Disponível - CAD

$$\% CAD = \% Cc - \% U.M.$$

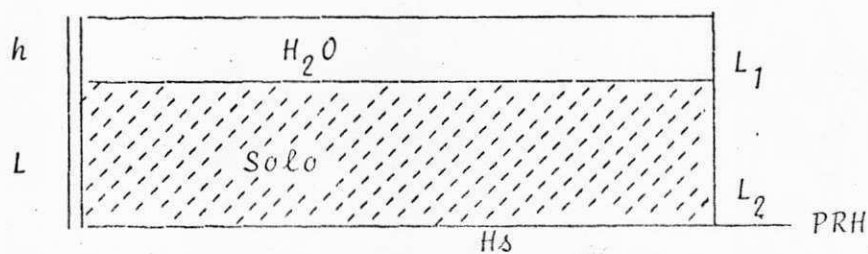
$$\% CAD = 15,35 - 7,23$$

$$CAD = 8,12\%$$

#### 6.12 - Condutividade hidráulica usando terra fina Método do permeâmetro de carga constante

##### 6.12.01 - Introdução

Neste método se tem o movimento de água numa coluna em posição vertical, conforme a figura abaixo:



A carga hidráulica (H) é dada por:

$$H = h_g + h_p$$

Onde:

$h_g$  = carga de posição

$h_p$  = carga de pressão

A lei de Darcy, é dada por:

$$Q = KAi$$

Onde:

$Q$  = vazão

$A$  = seção transversal, por onde flui a vazão

$K$  = condutividade hidráulica

$i$  = gradiente hidráulica

A densidade de fluxo expressa a velocidade com que o fluido, no caso, a água, movimenta-se no meio e, é dada por:

$$q = \frac{Q}{A} = \frac{V}{At}$$

Pela equação de Darcy, tem-se:

$$q = \frac{V}{At} = Ki$$

$$\text{Donde } K = \frac{V}{Ati} \quad \text{eq. 1}$$

Para a coluna vertical, tem-se que:

$$i = \frac{H}{L} = \frac{H_e - H_s}{L_1 - L_2} \quad \text{Onde: } \begin{array}{l} H_e = L + h \\ H_s = 0 + 0 \end{array}$$

Portanto:

Substituindo-se na equação (1) tem-se:

$$K = \frac{VL}{At(L+H)}$$

#### 6.12.02 - Metodologia aplicada

Estabeleceu-se uma carga constante de 2,3cm no permeâmetro, e se fez três medições de volumes escoados pela coluna de solo, em três intervalos de tempo diferentes. Isto para se ter um valor médio da condutividade hidráulica.

#### 6.12.03- Dados obtidos

Carga -  $h = 2,3\text{cm}$

Comprimento da amostra -  $L = 65,5\text{cm}$

Diâmetro do permeâmetro -  $\varnothing = 100\text{mm}$

Seção transversal da amostra -  $A = 78,5\text{cm}^2$

#### 6.12.04 - Resultados

$t$ (min)	volume coletado ( $\text{cm}^3$ )	condutividade hidráulica (cm/Min)	condut. média
3	84	0,344	0,343cm/min
6	167	0,343	20,58cm/h
10	278	0,342	

$$K = \frac{V L}{A t (L+h)} = \frac{84 \times 65,5}{78,5 (65,5+2,3)} \quad K = \frac{1,03376\text{cm/min}}{3}$$

#### 6.12.05 - Conclusão

Com os dados obtidos, verifica-se que o ensaio foi satisfatório, e que a variação ocorrida nos três valores da condutividade hidráulica é atribuída a erros sistemáticos.

Para  $K = 20,58\text{cm/h}$ , tem-se a condu

tividade hidráulica como MUITO RÁPIDA.

## 7 - Análises químicas do solo

### 7.1 - Potencial Hidrogeniônico - PH (Método do potenciômetro)

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

#### a) Procedimento

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

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



O PH é determinado diretamente do extrato de saturação ou mesmo da amostra saturada, sendo necessário 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 PH 4,0 e 9,0 para solos mais elevados. Faz-se a leitura diretamente no aparelho.

Leitura obtida: PH = 9,6

#### 7.2 - Determinação de Cálcio e Magnésio Trocáveis

Pesa-se 12,5g de Terra Fina Seca ao Ar (TFS!) e coloca-se num tubo de percolação previamente preparado. Adiciona-se 250ml de KCL (cloreto do potássio) 1N e deixa-se passar todo o líquido através do solo para um balão de 250ml, completando-se em seguida o volume com KCL 1N. Determina-se o cálcio e o magnésio de acordo com os métodos abaixo:

##### Cálcio

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

## Magnésio

Esta determinação é realizada indiretamente. Faz-se a determinação do cálcio + magnésio e por diferença se encontra o teor de magnésio contido na amostra.

Pega-se 50ml do extrato e transfere-se para um ERLLENMEYER de 125ml. Adiciona-se 2ml da solução tampão PH 10. Coloca-se de 2 a 5 gotas do indicador eriocromo negro T e titula-se com EDTA 0,025N até a mudança de cor roxo vinho para azul. Anota-se o volume gasto na titulação.

## Cálculos

Volume Gasto de EDTA

Cálcio ( $\text{Ca}^{++}$ ) = 3,1ml

Cálcio + Magnésio ( $\text{Ca}^{++}$  +  $\text{Mg}^{++}$ ) = 3,3ml

N = normalidade do EDTA = 0,025N

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

12,5g - 250ml                      X = 2,5

X = 50ml

Obs.: O valor X correspondente à massa de TFSA contida no extrato.

$VN = \text{meq/2,5g de solo}$                        $40VN = \text{meq/100g de solo}$

$\text{Ca}^{++} = 3,1 \times 0,025 \times 40 = 3,1\text{meq/100g de solo}$

$\text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++} = 3,3 \times 0,25 \times 40 = 3,3\text{meq/100g de solo}$

$\text{Mg}^{++} = (\text{Volume gasto na titulação para } \text{Ca}^{++} + \text{Mg}^{++})$   
- (volume gasto na titulação para o  $\text{Ca}^{++}$ )

$\text{Mg}^{++} = 3,3 - 3,1 = 0,2\text{meq/100g de solo}$

### 7.3 - Determinação de Sódio e Potássio Trocáveis

Pesa-se 12,5g de TFSA (Terra Fina Se-  
ca ao Ar) e coloca-se em um tubo de percolação  
previamente preparado. Adiciona-se 125ml da solu-  
ção extratora de acetato de amônio normal PH 7 e  
deixa-se passar todo líquido através do solo para  
um balão volumétrico de 250ml que posteriormente  
será completado com água destilada e agitado para  
que haja uma boa homogeneização. Leva-se uma alí-  
quota do extrato para o fotômetro de chama e se  
faz as leituras para o sódio e o potássio. Se a  
leitura ultrapassar a escala do aparelho, dilui-  
se a solução.

#### Cálculos

$$\text{Sódio (Na}^+) = \text{Leitura} \times \text{diluição} \times \text{Na}^+$$

$$\text{Leitura} = 67$$

$$\text{Diluição} = 1:10$$

$$\text{Na}^+ = 0,01$$

$$\text{Na}^+ = 67 \times 10 \times 0,01 = 6,7 \text{ meq/l}$$

$$1000 \text{ ml } - 6,7 \text{ X} = \frac{6,7 \times 250}{1000} = 1,675 \text{ meq Na/250ml}$$

$$250 \text{ ml} - \text{X}$$

ou

$$12,5 \text{ g de solo} - 1,675 \text{ meq/Na} \quad \text{Y} = 13,4 \text{ me/100g de solo}$$

$$100 \text{ g de solo} - \text{Y} \quad \text{Y} = 13,4 \text{ me/100g de solo}$$

$$\text{Na}^+ = 1,67 \text{ meq/ Na/250ml ou Na}^+ = 13,4 \text{ meq Na/100g}$$

#### Cálculo do Potássio do Potássio

$$\text{K}^+ = \text{Leitura} \times \text{diluição} \times \text{fator} \times \frac{250 \times 100}{1000 \cdot 12,5}$$

Leitura = 15; diluição; fator = 0,001

$$K^+ = 15 \times 10 \times 0,001 \times \frac{250}{1000} \times \frac{100}{12,5}$$

$$K^+ = 0,3 \text{ meq K/100g de solo}$$

#### 7.4 - Capacidade Total de Troca de Cátions - T

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

Portanto:

$$T = Na^+ + K^+ + Ca^{++} + Mg^+$$

$$T = 13,4 + 0,3 + 3,1 + 0,2$$

$$T = 17 \text{ meq/100g de solo}$$

#### 7.5 - Condutividade Elétrica no Extrato de Saturação - CE

Pega-se uma alíquota do extrato de saturação, aproximadamente 10ml e coloca-se em um pequeno becker, verifica-se a temperatura da amostra. Faz-se a leitura no condutivímetro, devendo-se antes; lavar bem a célula do aparelho com água destilada. A leitura é dada em milimhos por centímetro a 25°C.

### Cálculos

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

Dados:

$$\text{Leitura} = 3,9$$

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

$$K \text{ célula} = 0,905$$

$$CE = 3,9 \times 1,043 \times 0,905 \times 1$$

$$CE = 3,6812 \text{ milimhos/}$$

### 7.6 - Determinação de Sódio no Extrato de Saturação

Método do fotômetro de chamas. Pega-se uma alíquota do extrato de saturação, leva-se ao fotômetro, que deve ser aferido previamente com água destilada e a solução padrão padronizada. Utiliza-se o filtro do íon indicado. Se a leitura ultrapassar a escala do aparelho, dilui-se a solução.

### Cálculos

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

$$\text{Leitura} = 53$$

$$\text{Diluição} = 1:100$$

$$\text{Na}^+ = 53 \times 100 \times 0,01 = 53 \text{ meq/l}$$

### 7.7 - Determinação de Potássio no Extrato de Saturação

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

#### Cálculos

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

$$\text{Leitura} = 14$$

$$\text{Diluição} = 1:10$$

$$K^+ = 0,001$$

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

$$K^+ = 0,14 \text{ meq/l.}$$

### 7.8 - Determinação de Carbonatos no Extrato de Saturação

Pipeta-se uma alíquota de 5 a 25ml do extrato e coloca-se em um ERLLENMEYER, adiciona-se 2 a 3 gotas de fenolftalina se a solução não apresentar uma coloração vermelha, indica ausência de bicarbonatos. Se apresentar uma mudança na cor, titula-se com  $H_2SO_4$  (ácido sulfúrico) a 0,025N até voltar à coloração inicial. Anota-se o volume gasto de  $H_2SO_4$ . Volume da alíquota = 5ml. Na amostra em estudo, não houve mudança de cor, indicando assim, ausência de carbonatos.

#### 7.9 - Determinação de Bicarbonatos no Extrato de Saturação

Segue-se o mesmo procedimento da de terminação de carbonatos, sō que neste caso, usa-se como indicador 2 a 3 gotas de matil-orange. Anota-se o volume gasto de  $H_2SO_4$ .

#### 7.10 - Determinação de Coretos no Extrato de Saturação

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

#### 7.11 - Determinação de Sulfatos no Extrato de Saturação

Teste qualitativo - Pepita-se apro ximadamente 20ml do extrato de saturação, coloca-se em um BECKER, adiciona-se 2 a 3 gotas de HCL concen trado, coloca-se  $BaCl_2$  a 10%. Observa-se se hã ou não precipitação, havendo indica presença de sulfato.



## 8 - Experiência de Campo

### 8.1 - Capacidade de Infiltração (método do Infiltrômetro)

Determinação da velocidade de infiltração e da infiltração acumulada pelo método do cilindro infiltrômetro

Equipamento utilizado

. 2 (dois) cilindros de  $\phi_1 = 25\text{cm}$  e  $\phi_2 = 50\text{cm}$   
- Altura = 30cm

- . Prancha de aço
- . Marreta
- . Plástico
- . Régua ou recipiente para medir o volume aduzido
- . Balde
- . Cronômetro

Procedimento

Os cilindros devem ser instalados concêntricos, na vertical e enterrados 15cm do solo com auxílio de marreta em local previamente escolhido.

Coloca-se água ao mesmo tempo nos dois cilindros (anéis), mantendo-se uma lâmina mais ou menos constante no interior e no exterior do cilindro infiltrômetro para evitar a infiltração lateral da água.

Coloca-se um plástico no interior do cilindro infiltrômetro, antes de colocar a água. Quando coloca-se água neste cilindro retira-se o plástico imediatamente, anotando-se a lâmina d'água e o tempo.

Com auxílio de um recipiente de volu

me conhecido, acompanha-se a infiltração vertical no cilindro interno em intervalos de tempo (1, 2, 4, 6, 10, 14, 22, 30, 45, 60, 90 e 180 minutos). Anota-se também o volume aduzido.

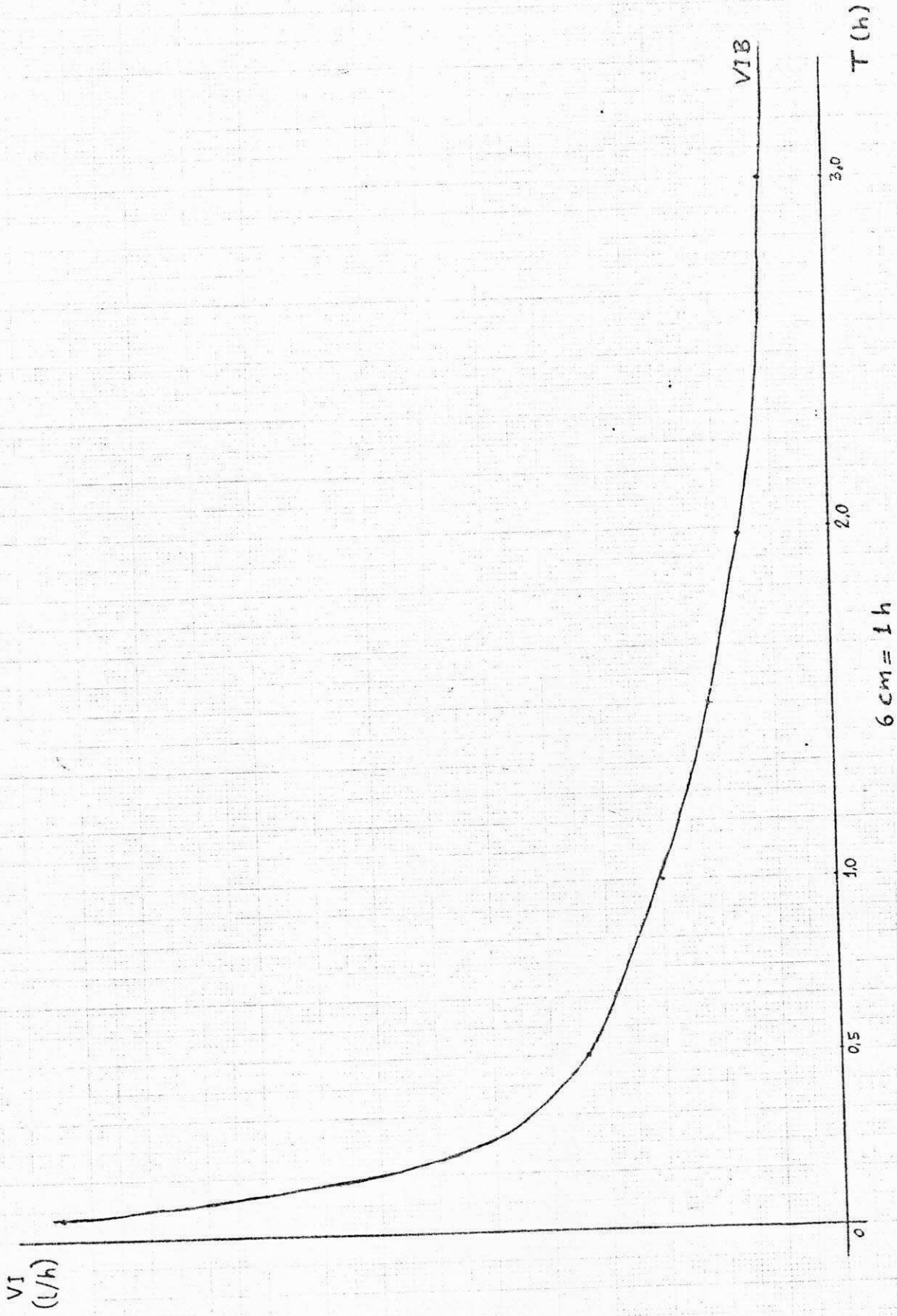
Dados obtidos

Hora	Tempo		Infiltração		VIM (l/h)	VIa (l/h)
	Inst. (min)	acum. (min)	Instant. (l)	acum. (l)		
10:30	-	-	3,00	-	-	-
10:31	1	1	3,60	0,60	36,0	36,0
10:32	1	2	3,80	0,80	24,0	12,0
10:34	2	4	3,90	0,90	13,5	3,0
10:36	2	6	4,10	1,10	11,0	3,0
10:40	4	10	4,30	1,30	7,8	3,0
10:44	4	14	4,50	1,50	6,4	0,75
10:52	8	22	4,60	1,60	4,4	3,0
11:00	8	30	5,00	2,00	4,2	1,60
11:15	15	45	5,50	2,50	3,5	1,60
11:30	15	60	5,90	2,90	2,9	0,4
12:00	30	90	6,10	3,10	2,1	0,2
12:30	30	120	6,20	3,20	1,6	0,0
13:30	60	180	6,20	3,20	1,06	-

$$VI = \frac{\Delta I}{\Delta T}$$

$$VIm = \frac{I}{T}$$

VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO X TEMPO.



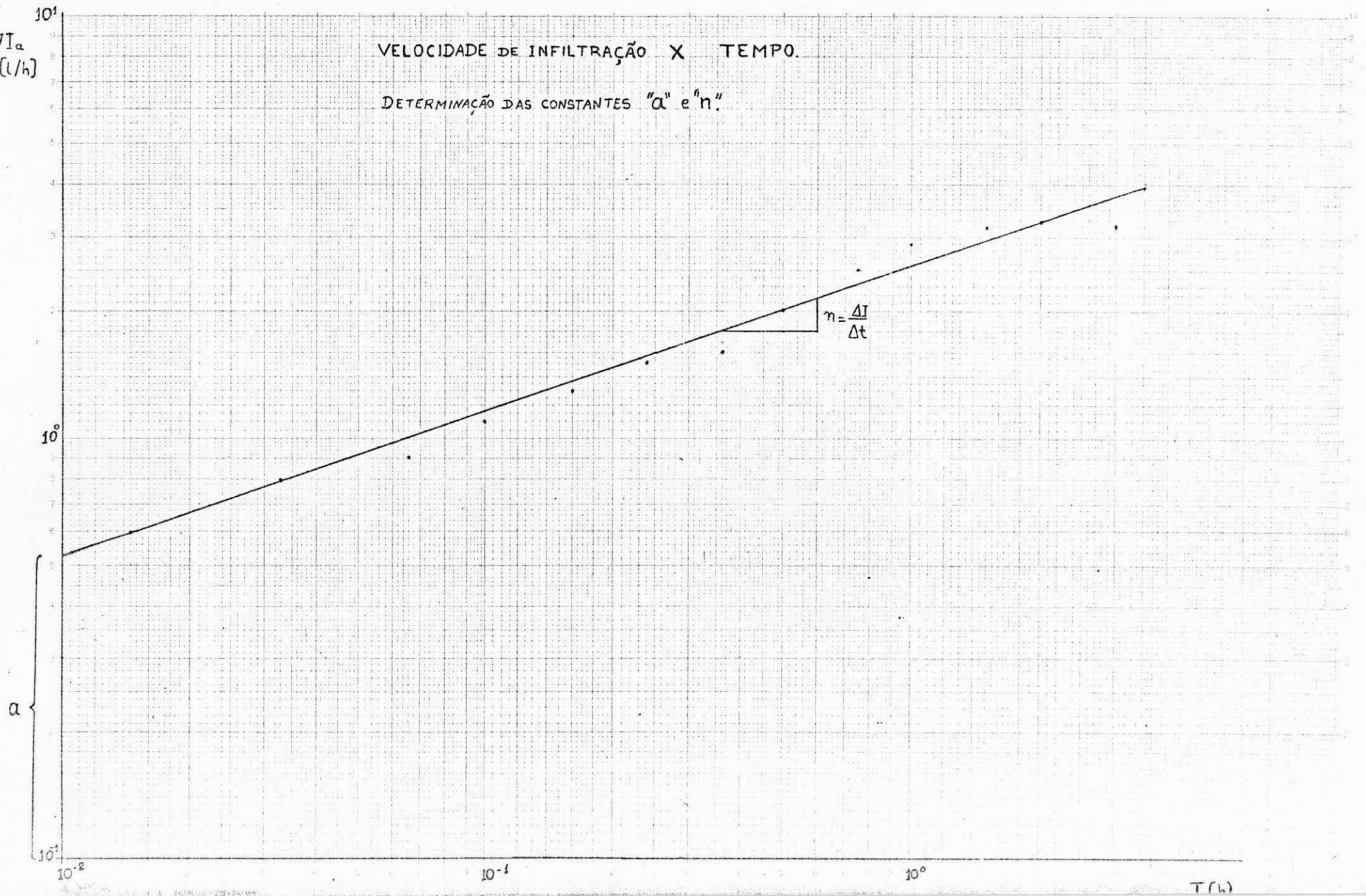
1 cm = 1 L/h

6 cm = 1 h

$VI_a$   
[l/h]

VELOCIDADE DE INFILTRAÇÃO X TEMPO.

DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES "a" e "n".



T (h)

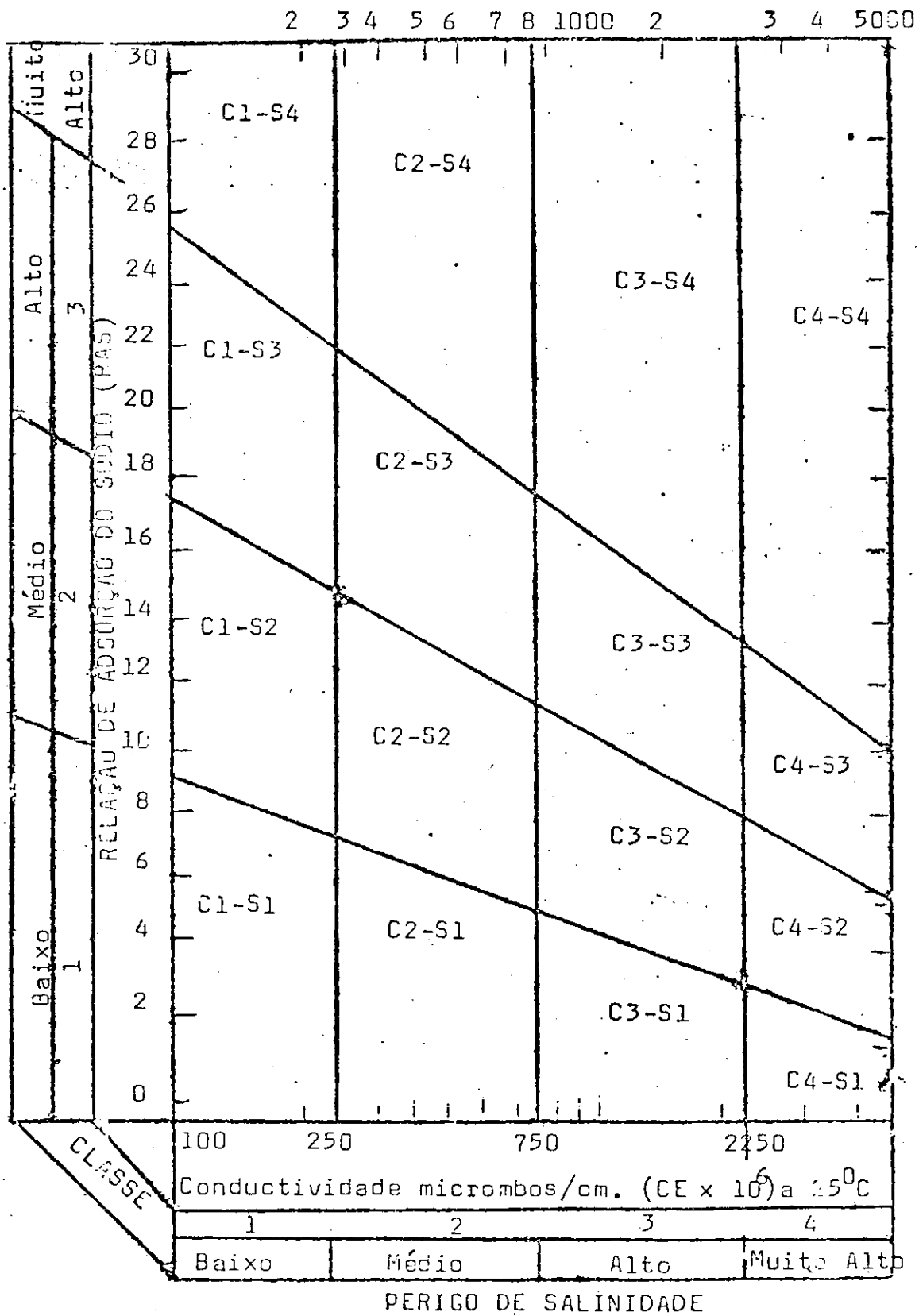


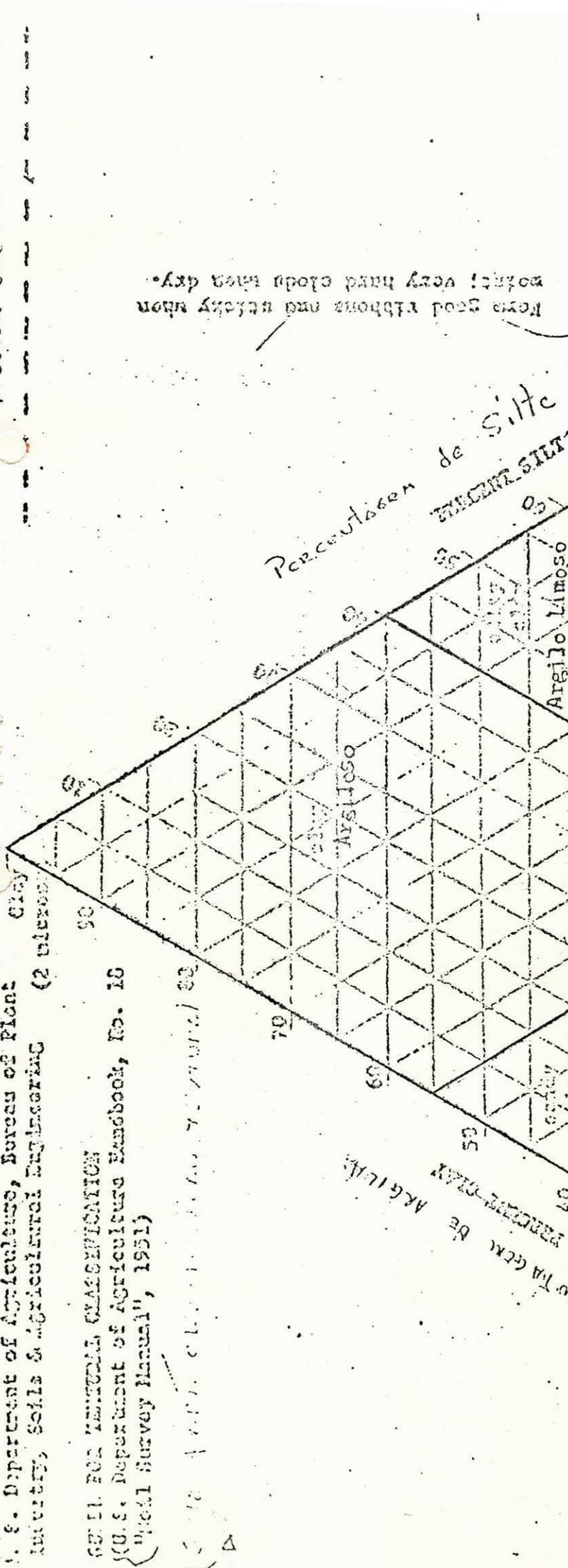
Diagrama para classificação de águas para irrigação  
(DO USDA Hdb.60)



Mapa da sãlle silva

U. S. Department of Agriculture, Bureau of Plant Industry, Soils & Agricultural Engineering (2 sheets)

SOILS FOR RENTALS CLASSIFICATION (U. S. Department of Agriculture Handbook, No. 16 "Soil Survey Manual", 1951)



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

Form pan  
ribbons when moist; hard clods when dry.  
Form medium  
ribbons when moist; very hard clods when dry.

Form hard  
ribbons when moist; very hard clods when dry.

PERCENTAGE SAND

PERCENTAGEM DE AREIA

1709

100ml

$$\frac{222}{1000} \times 10 = 2,22$$

↓

K = 2,2

NÍVEIS CRÍTICOS

INTERPRETAÇÃO	ELEMENTO			
	FÓSFORO	POTÁSSIO	CÁLCIO + MAGNÉSIO	ALUMÍNIO
	TEOR EM PPM	TEOR EM mg/100ml	TEOR EM mg/100ml	TEOR EM mg/100ml
B A I X O	0 - 10	0 - 45	0 - 2,0	0 - 0,3
M É D I O	11 - 20	46 - 90	2,1 - 6,0	
A L T O	21 - 30	91 - 135	6,1 - 10,0	> 0,3
MUITO ALTO	> 30	> 135	> 10,0	



## 9 - Considerações Gerais

### 9.1 - Pesquisa realizada durante o estágio

Os resultados da pesquisa sobre "LIBERAÇÃO DE VAZÃO NA CÂPSULA POROSA SOB PRESSÃO HIDROSTÁTICA" serão apresentados posteriormente em relatório.

### 9.2 - Agradecimentos

Quero registrar os mais sinceros agradecimentos às pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do meu estágio, como também, na confecção deste relatório:

- . Professor HUGO ORLANDO CARVALHO GUERRA
- . Professor HANS RAJ GHEVI
- . Professora NORMA CÉSAR DE AZEVEDO

e, às pessoas de:

- . EDSON SOARES FRANCO
- . MARIA LÚCIA CRUZ SILVA
- . MARIA DO SOCORRO
- . RUBENS GERMANO COSTA
- . ROBERTO JOSÉ JOSÉ GUSMÃO

Aproveitando ainda, para agradecer aos colegas estagiários MARCOS ANTONIO DA SILVA, LUIZA TEIXEIRA DE LIMA, MARIA DO SOCORRO F. LIMA e JOÃO DE FARIAS FILHO, pela contribuição prestada, no decorrer da realização do referido estágio.

## 10 - Conclusão

Ao concluir o estágio apresentado através deste relatório, tenho a certeza de que aprendi coisas da mais alta significação, dentro da nossa área de especialização. Registro aqui, a importância que têm os conhecimentos a cerca da qualificação do solo e da água de irrigação, para a prática racional de uma agricultura irrigada.

Através de conhecimentos a cerca dos materiais e métodos que estive em permanente contato, tanto na realização de análises físicas e químicas bem como, através de experiências realizadas no campo através de pesquisa realizada paralelamente ao estágio, senti a importância dos conhecimentos adquiridos para a complementação acadêmica, na parte de Engenharia de Água e Solo.

Campina Grande-PB, 30.07.1982

  
DACILDO DE SOUZA LIMA SOBRINHO

11 - BIBLIOGRAFIA

1. CAPUTO, HOMERO PINTO - Mecânica dos Solos e suas aplicações  
Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.  
5<sup>a</sup> Edição, 1980
2. MANUAL DE ANÁLISES QUÍMICAS E FÍSICAS DE SOLO -  
EMBRAPA
3. OLITTA, ANTONIO FERNANDO LORDELO - Os métodos de irrigação - LIVRARIA NOBEL - SÃO PAULO - SP
4. BRADY, NYLE C - Natureza e propriedades dos Solos  
Livraria FREITAS BASTOS S.A.
5. DAKER, ALBERTO - A água na agricultura - 3º volume  
Irrigação e Drenagem - Livraria FREITAS BASTOS S.A.  
Terceira Edição.
6. MILLAR, AGUSTIN A. - Drenagem de Terras Agrícolas  
Editora McGraw - HILL DO BRASIL LTDA. -  
1978