

UNIDADE VIII - PROPRIEDADES FÍSICAS DOS SOLOS

1. Textura do solo
2. Densidade
3. Porosidade
4. Umidade
5. Aeração
6. Estrutura

1. Textura do solo

É determinada através da análise granulométrica, por meio da qual obtém-se a porcentagem de areia, silte e argila.

São dois os principais métodos empregados na análise granulométrica:

- Método da pipeta
- Método do densímetro

Importância da Análise Granulométrica:

- Diagnóstico de translocação de argila no perfil;
- Presença de B textural ou B latossólico;
- Presença de mudança textural abrupta;
- Ocorrência de descontinuidade litológica;
- Superfície Específica: por exemplo, a argila e a matéria orgânica têm valores de S.E. mais elevados que os da fração areia. Isto se deve ao fato de que quanto mais fina for a partícula do solo, maior a superfície específica.

○

2. Densidades

2.1. Densidade Global

Solo = Sistema trifásico = sólido + líquido + gasoso

$$\mathbf{V_t = V_g + V_l + V_s}$$

$$\mathbf{V_p = V_l + V_g}$$

Sendo:

- **V_g** – volume da fase gasosa

- **Vl** – volume da fase líquida
- **Vs** – volume da fase sólida
- **Vt** – volume total
- **Vp** – volume de poros

A densidade global relaciona a massa do solo seco por unidade de volume (em amostra indeformada).

$$\mathbf{dg = ms / Vt}$$

dg – densidade global

ms – massa do solo seco a 105°C

Vt – volume total

p.s.s – peso do solo seco

$$\mathbf{dg = p.s.s./Vt}$$

A densidade global é variável, manifestando a influência da compactação, estrutura, adensamentos e textura. Normalmente fica em torno de 1,1 a 1,6 g.cm⁻³, com valores menores até, caso de solos orgânicos, ou maiores, até 1,9 g.cm⁻³, para solos argilosos compactados.

Unidades: g.cm⁻³; kg. m⁻³ e Mg.m⁻³

Métodos de determinação:

- Anel volumétrico
- Torrão parafinado

2.2. Densidade de Partícula ou Real

É a relação entre a massa de sólidos e o volume de sólidos:

$$\mathbf{dr = ms/Vs}$$

$$\mathbf{dr = p.s.s./Vs}$$

sendo **p.s.s.** – peso do solo seco.

A **dr** é bastante estável, sendo influenciada pela composição da fração sólida, principalmente em relação ao teor de matéria orgânica e dos constituintes mineralógicos do solo. O valor médio da dr é de 2,65 g.cm⁻³.

Unidades: g.cm⁻³; kg.dm⁻³ e Mg.m⁻³

Métodos de determinação:

- Do picnômetro
- Do Balão volumétrico

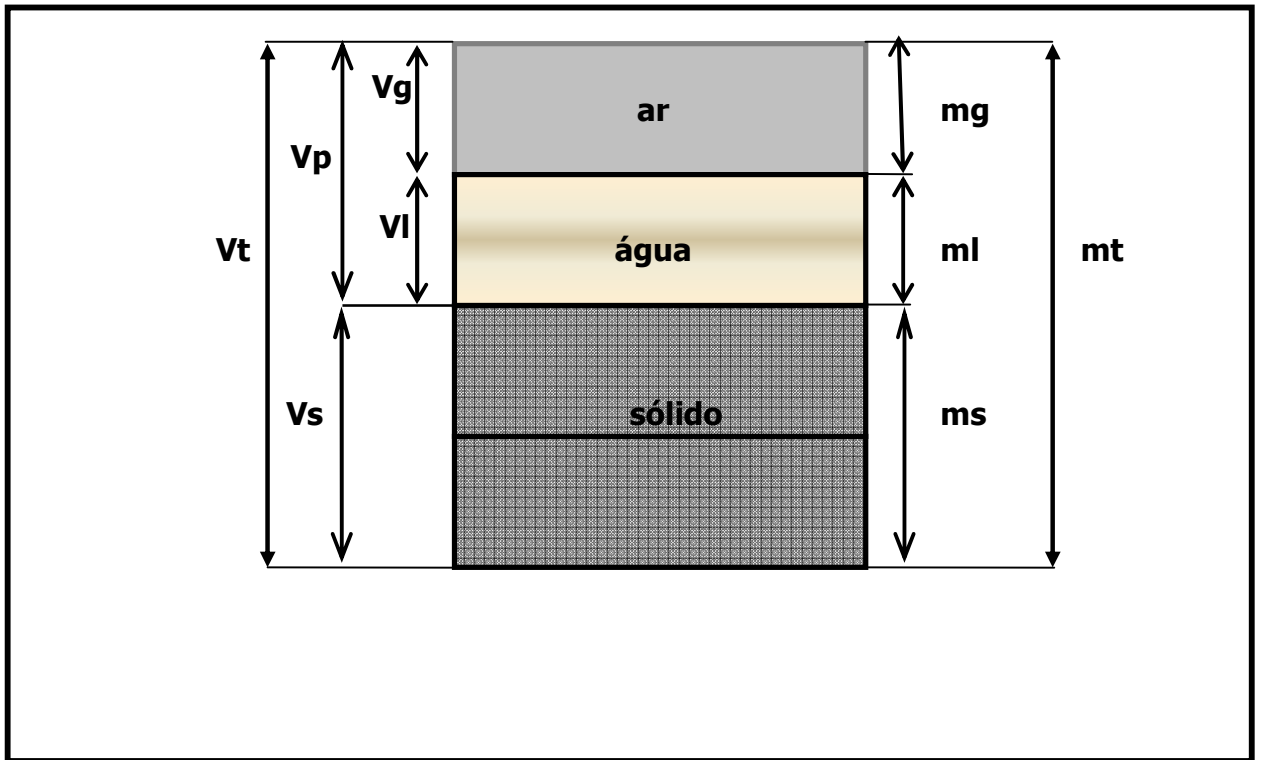


Figura 1: Relações massa x volume dos componentes do solo

3. POROSIDADE TOTAL

Corresponde à porção do solo em volume não ocupada por materiais sólidos.

Considerando:

- **Vp** – Volume dos poros (cm^{-3});
- **Vs** – Volume das partículas sólidas (cm^{-3});
- **Vt** – Volume total (cm^{-3});
- Porosidade total:

$$\mathbf{Pt = Vp/Vt}$$

Da figura: **Vt = Vp + Vs**

Assim **Vp = Vt – Vs**, que substituindo na expressão da **Pt**, tem-se:

$$Pt = (Vt - Vs)/Vt \text{ e,}$$

$$Pt = 1 - Vs/Vt \quad (\text{I})$$

Com base na figura, as densidades podem ser escritas assim:

$$\text{Densidade real - } dr = ms/Vs, \text{ tem-se } Vs = ms/dr \quad (\text{II})$$

Densidade global: $dg = ms/Vt$, tirando o valor de $Vt = ms/dg$ (III)

Substituindo II e III na expressão I:

$$Pt = 1 - (ms/dr) / (ms/dg)$$

Operando a divisão de fração:

$Pt = 1 - (ms/dr) \times (dg/ms)$, a ms desaparece e a expressão fica

$$Pt = 1 - dg/dr$$

Transformando em percentual a expressão da porosidade total:

$$Pt = (1 - dg/dr) \times 100$$

Porosidade Total: é uma medida do volume de poros ou do espaço poroso do solo, sem referir-se a tamanho e distribuição dos mesmos. A porosidade total varia de 30 % a 80%.

Relações entre dg , Pt e o tamanho de poros em função da textura do solo

Textura	Densidade global	Porosidade total	Varição da dg	Tamanho de Poros
Arenosa	Maior	menor	1,4 a 1,8	Macroporos
Argilosa	menor	maior	0,9 a 1,6	Microporos

A compactação do solo afeta a porosidade total.

4. UMIDADE DO SOLO

A água contida no solo ocorre nas formas líquida e de vapor, sob a ação das forças de adesão (atração entre uma superfície sólida e moléculas de água) e de coesão (atração entre as moléculas de água).

CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA DO SOLO

4.1. CLASSIFICAÇÃO DA ÁGUA DO SOLO

4.1.1. ÁGUA GRAVITACIONAL – é a fração da água do solo submetida a tensões abaixo de 0,1 atm

- Teor acima da capacidade de campo
- Localizada nos macroporos
- Permanência efêmera no solo
- Removida facilmente por drenagem
- Causa a lixiviação do solo (cátions e ânions)

4.1.2. ÁGUA CAPILAR – É água do solo compreendida entre umidade higroscópica e a capacidade de campo. Está retida sob tensões entre 0,1 a 31 atm.

- Localizada nos microporos
- Parcialmente permanente no solo
- Não removida por drenagem
- Atua como solução do solo

4.1.3. ÁGUA HIGROSCÓPICA – É a fração de água retida sob elevadas tensões, de 31 a 10000 atm.

- Teor abaixo da umidade higroscópica
- Localizada próxima da superfície das partículas do solo
- Fica permanentemente no solo
- É removida apenas no estado de vapor (gasoso)

4.2. CONSTANTES DE UMIDADE DO SOLO

4.2.1. UMIDADE HIGROSCÓPICA

É a quantidade máxima de água (%) que o solo é capaz de absorver da atmosfera em forma de vapor e manter em equilíbrio com o ambiente

Método de determinação: pesagem do solo, antes e depois da secagem na estufa a 110°C.

4.2.2. UMIDADE DE MURCHAMENTO

É a umidade que o solo conserva quando ocorre, e se mantém, o murchamento das plantas. É considerada como a umidade do solo submetida a tensões de 15 atm. Representa o limite inferior de disponibilidade de água para as plantas.

4.2.3. CAPACIDADE DE CAMPO

É considerada como a máxima quantidade de água que um solo é capaz de reter, nas condições normais de campo. Corresponde ao limite superior da faixa de disponibilidade de água para as plantas.

5. PRÁTICAS DE FÍSICA DE SOLO

DETERMINAÇÕES

1) PREPARO DA AMOSTRA – MÉTODO 1 (EMBRAPA, 1997)

Princípio: consiste na separação das frações do solo seco ao ar ou estufa a 40°C por tamisação. Visa determinar a proporção dos constituintes finos e grossos do solo, antes das demais análises.

Procedimento:

Espalhar a amostra em bandeja ou jornal para secar à sombra, desfazendo os torrões maiores, facilitando a secagem;

Pesar a amostra a ser preparada, e, com o rolo de destorroamento, desfazer os torrões, evitando quebrar pedras e concreções;

Despejar a amostra nas peneiras, em que a de 20mm retém a fração calhau e a de 2mm, por sua vez, retém a fração cascalho e deixa passar os constituinte da Terra Fina Seca ao Ar (areia, silte e argila).

Cálculos:

Sendo: **a** – peso total da amostra

b – peso do cascalho

c – peso dos calhaus

Cascalho (g/kg) = 1000 x b/a; Calhaus (g/kg) = 1000 x c/a

TFSA (G/KG) = 1000 – (g/kg cascalho + g/kg calhaus)

Equipamentos: peneiras de malha de 20mm e 2mm; balança e estufa.

2) UMIDADE ATUAL – MÉTODO 3 (EMBRAPA, 1997)

Princípio: determinação da quantidade de água presente na amostra de solo na condição de campo.

Procedimento:

Secar a amostra em estufa a 105°C, por cerca de 24 horas.

Cálculos:

Umidade gravimétrica = **100 x (a – b)/b**

Umidade Volumétrica = **100 x (a – b)/c**

ou

Ug = 100 x (psu – pss)/pss

Uv = 100 x (psu – pss)/c

Sendo:

a – peso do solo úmido (g) – **psu**

b – peso solo seco (g) – **pss**

c – volume da amostra (cm³)

Equipamentos: lata de alumínio, balança e estufa.

3) UMIDADE RESIDUAL – MÉTODO 4 (EMBRAPA, 1997)

Princípio: é a umidade que permanece na amostra seca ao ar ou em estufa a 40°C.

O fator "f" é empregado na correção dos resultados das análises para a Terra Fina Seca na Estufa (TFSE).

Procedimento:

- Pesar 20g da amostra em recipiente de peso conhecido;
- Secar a amostra em estufa a 105°C, por doze horas;
- Colocar em dessecador e pesar.

Cálculos: Umidade residual = $100 \times (a - b)/b$

a – peso solo úmido (g)

b – peso solo seco (g)

$$\text{Fator } f = a/b$$

Equipamentos: balança, estufa, dessecador e béquer ou lata de alumínio

4) DENSIDADE GLOBAL – MÉTODO 7 (EMBRAPA, 1997)

A densidade global é a razão entre a massa do solo, seca em estufa a 105°C, e o volume das partículas do solo mais o espaço poroso da amostra.

4.1) Método do Anel Volumétrico

Princípio: coleta de amostras indeformadas, através de um cilindro de aço ou ferro de volume desconhecido.

Procedimento:

- Determinar o volume do cilindro ($V = \pi \cdot r^2 \cdot h$);
- Coletar a amostra e transferir para lata de alumínio numerada e de peso conhecido;
- Pesar lata + solo úmido, colocar na estufa a 105°C, por 24 horas.
- Retirar da estufa, esfriar em dessecador e pesar o conjunto.

Cálculos: Densidade global = a/b , em g.cm^{-3}

a – peso do solo seco a 105°C ;

b – volume do cilindro.

Equipamentos: balança, estufa, dissecador, cilindro e lata de alumínio.

4.2) Método do Torrão Parafinado

Princípio: impermeabilização de um torrão com parafina fundida ($\sim 60^{\circ}\text{C}$) a ser submerso em água para determinar o volume do torrão.

Procedimento:

Pesar o torrão depois de deixado secar ao ar ou mesmo com a condição de umidade com que foi coletado;

Imergir o torrão na parafina fundida até perfeita impermeabilização;

Pesar o torrão parafinado, depois de ser resfriado;

Aferir o volume de um béquer de 250ml através de um instrumento de ponta fina, de maneira que a ponta toque o nível da água;

Retirar o torrão e pesar o béquer + água;

Partir o torrão com faca e transferir uma parte deste, sem parafina, para lata de alumínio para determinação da umidade.

Cálculos: calcular o peso correspondente do torrão utilizado, seco a 105°C , em função da umidade obtida na subamostra, empregando a seguinte expressão:

Peso torrão a 105°C = $\text{pts}_a / (1 + \text{umidade da subamostra})$;

Calcular o volume da parafina, pela expressão:

Volume parafina = $\text{peso parafina} / 0,9$ (resultado em cm^3)

Calcular o volume do torrão:

Volume torrão = vol. de aferição – vol. de água sem torrão – vol. da parafina;

Calcular a dg:

Densidade global = peso seco do torrão/volume do torrão

Equipamentos: balança, estufa, dessecador, béquer, placa aquecedora, termômetro.

5) DENSIDADE DE PARTÍCULAS – MÉTODO 8 (EMBRAPA, 1997)

Princípio: Determinação do volume de álcool etílico necessário para completar a capacidade de um balão volumétrico (50ml), contendo solo seco em estufa.

Procedimento: pesar 20g de solo em lata de alumínio e secar a 105°C, de 6 a 12 horas. Retirar da estufa, por em dessecador e pesar novamente;

Transferir a amostra para o balão volumétrico;

Adicionar o álcool etílico;

Anotar o volume gasto.

Cálculos: Densidade de partículas = $a/50 - b$

a – peso da amostra seca a 105°C;

b – volume de álcool gasto.

Equipamentos: balança, estufa, dessecador, béquer, balão volumétrico.

Reagente: álcool etílico.

6) DETERMINAÇÃO DE GRANULOMETRIA MÉTODO 12 (EMBRAPA, 1997)

Introdução:

A textura do solo pode ser definida como sendo a proporção relativa dos diferentes grupos de partículas primárias, ou seja, areia, silte e argila, nele existentes. Também é referida como distribuição do tamanho das partículas do solo.

Em campo é avaliada pela sensibilidade ao tato, enquanto em laboratório a determinação é feita pela análise granulométrica, também conhecida como análise mecânica.

Princípio: as partículas suspensas em água decantam diferencialmente dependendo da sua área por unidade de volume. As partículas de areia decantam rapidamente devido a sua baixa superfície específica, enquanto as partículas de argila sedimentam vagorosamente por causa da grande área superficial por unidade de volume. Depois que os agregados do solo forem dispersos pelo agente químico (NaOH 1 mol/L), separa-se as frações grossas por tamisação e a argila é determinada na alíquota de 50ml da suspensão que é colocada em béquer e posta para secar na estufa. O silte corresponde ao complemento dos percentuais para 100%.

Procedimento:

Pesar 20g de solo em copo plástico, adicionar 100ml de água mais 10ml do dispersante. Agitar e deixar em repouso por 12 horas.

Colocar no copo do agitador com ajuda de jato de água (volume de 300ml) e proceder a agitação de 5 minutos para solos arenosos e 15 minutos para solos argilosos.

Passar todo o conteúdo pela peneira nº 270 (abertura de 0,053mm) que vai reter a fração areia. O que passa, silte + argila vai para uma proveta de 1000ml. Lavar bem as areias e completar o volume da proveta.

Agitar a suspensão por 20 segundos (e também o branco) e marcar o tempo após a agitação ser concluída.

Transcorrido o tempo indicado na tabela, introduzir uma pipeta de 50ml até a profundidade de 5cm, e coletar a suspensão que, posta

em um béquer previamente pesado, é colocado para secar na estufa sob temperatura de 105°C.

Transferir as areias para peneira nº 70, malha 0,2mm, que servirá para separar areia fina (passa) de areia grossa (retida). Colocar em béquer, previamente pesados, com AF e AG na estufa a 105°C.

Cálculos:

$$\text{Teor de argila} = [\text{arg. (g)} + \text{disp. (g)} - \text{disp. (g)}] \times 1000$$

$$\text{Teor de areia fina} = \text{areia fina (g)} \times 50$$

$$\text{Teor de areia grossa} = \text{areia grossa (g)} \times 50$$

$$\text{Teor de silte} = 1000 - [\text{argila (g)} + \text{AG (g)} + \text{AF (g)}]$$

Equipamentos: balança, estufa, dessecador, béquer, pipeta volumétrica, peneiras, Stirrer provetas de 1000 ml.

Reagente: NaOH 1mol/L.

7) DETERMINAÇÃO DA ARGILA NATURAL MÉTODO 13 (EMBRAPA,1997)

Princípio: A argila dispersa em água, argila natural, não sedimenta durante o período para a coleta do material. A argila floculada por sua vez sedimenta.

Procedimento: idêntico ao da determinação da argila total, sem, entretanto, o emprego do dispersante, e apenas a adição de 100ml de água. Após a separação e lavagem das areias, estas podem ser descartadas. Completar o volume para 1 litro.

Cálculos: Teor de Argila Natural = (Leitura Amostra – LB) x 1000

Considere LB = 0

$$\text{GF} = 100 \times (\text{Arg.Total} - \text{Arg.Natural}) / \text{Arg.Total}$$

