



DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE REAL EM SOLOS

1. Objetivo

Determinar a densidade real dos solos pelo método do picnômetro.

2. Definição

A Densidade Real de solos é a relação entre o peso específico das partículas sólidas (γ_g), e o peso específico de igual volume de água pura a 4° C (γ_a). Também é chamada de densidade relativa das partículas que constitui o solo.

Por definição:

$$\delta = \frac{\gamma_g}{\gamma_a}$$

Como, a 4° C, $\gamma_a = 1 \text{ g/cm}^3$, logo, a densidade real (δ) e o peso específico das partículas (γ_g) são numericamente iguais, sendo que (δ) é adimensional e (γ_g) tem dimensão.

O peso específico dos sólidos varia pouco de solos para solo, é função dos minerais constituintes e da porcentagem de cada um deles no solo. Por si, não permite identificar o solo em questão, mas é necessário para caracterizá-lo quanto aos seus valores de índices físicos.

3. Métodos de Determinação

Existem dois ensaios para a determinação da densidade real dos solos. Em um deles aquece-se o picnômetro para se retirar o ar existente no solo. No outro ensaio, usa-se uma bomba de vácuo para o mesmo fim.

O ensaio descrito abaixo trata da determinação com o aquecimento do picnômetro.

4. Referências

- DNER – ME 093/64 – “Densidade real dos solos”.
- NBR 6457 – ABNT – “Amostras de Solo – Preparação para Ensaios de Compactação e Ensaios de Caracterização”.

5. Equipamentos e acessórios

- Peneira de 2,00 mm (N° 10);
- Estufa capaz de manter a temperatura entre 105° e 110° C;
- Balança com capacidade de 200 g, sensível a 0,01 g;
- Picnômetro com capacidade de 50 ml;



- Termômetro graduado em 0,5° C, de 0° a 60° C;
- Bico de gás ou outra fonte de calor;
- Cápsula de porcelana com 5,0 cm de diâmetro;
- Funil de 5 cm diâmetro;
- Espátula de madeira;
- Pinça metálica.

6. Procedimento

Utiliza-se 10g de solo seco preparado de acordo com o método de preparação de amostra de solo para ensaios de caracterização.

- Pesa-se o picnômetro vazio, seco e limpo (P1);
- Coloca-se a amostra (em torno de 10g) no picnômetro até cobrir, com excesso, a amostra;
- Coloca-se água destilada no picnômetro até cobrir, com excesso, a amostra;
- Aquece-se o picnômetro, deixando a água ferver, pelo menos durante 15 minutos, para expulsar todo o ar existente entre as partículas do solo, agitando-se para evitar o superaquecimento;
- Deixa-se o picnômetro esfriar ao ambiente;
- Completa-se o volume do picnômetro com água destilada, coloca-se em banho d'água à temperatura ambiente, arrolha-se o picnômetro e anota-se a temperatura do banho;
- Retira-se o picnômetro, enxuga-se e pesa-se com o conteúdo (P3);
- Retira-se todo o material de dentro do picnômetro, lava-se e encha-se completamente com água destilada. Arrolha-se e pesa-se o conjunto picnômetro mais água (P4).

7. Cálculos e Resultados

A densidade real do solo à temperatura (t) do ensaio é calculada pela seguinte relação:

$$\delta t = \frac{P2 - P1}{(P4 - P1) - (P3 - P2)}$$

Onde:

δt = Densidade real do solo à temperatura t do ensaio;

P₁ = Peso do picnômetro vazio;

P₂ = Peso do picnômetro mais amostra, em gramas;

P₃ = Peso do picnômetro mais amostra mais água, em gramas;

P₄ = Peso do picnômetro mais água, em gramas.

- O resultado final é expresso em número adimensional com aproximação de centésimos.
- O resultado será considerado quando obtido pela média de duas determinações, no mínimo, e quando não diferem de 0,009.

O valor da densidade real deverá ser referido à temperatura de 20° C, calculado do valor referido à água à temperatura (t).



Utiliza-se a seguinte relação:

$$\delta_{20} = K_{20} \cdot \delta t$$

Onde:

δt = densidade real do solo a 20° C;

K_{20} = razão entre a densidade relativa da água à temperatura (t) e a densidade relativa da água a 20° C.

Temperatura em ° C	Densidade Relativa da Água	Fator de correção (K20)	Temperatura em ° C	Densidade Relativa da Água	Fator de correção (K20)
4	1,0000	1,0018	19	0,9984	1,0002
5	1,0000	1,0018	20	0,9982	1,0000
6	0,9999	1,0017	21	0,998	0,9998
7	0,9999	1,0017	22	0,9978	0,9996
8	0,9999	1,0017	23	0,9976	0,9993
9	0,9998	1,0016	24	0,9973	0,9991
10	0,9997	1,0015	25	0,9971	0,9989
11	0,9996	1,0014	26	0,9968	0,9985
12	0,9995	1,0013	27	0,9965	0,9983
13	0,9994	1,0012	28	0,9963	0,9980
14	0,9993	1,0011	29	0,995	0,9977
15	0,9991	1,0009	30	0,9957	0,9974
16	0,9990	1,0008	31	0,994	0,9972
17	0,9988	1,0006	32	0,9951	0,9969
18	0,9986	1,0004	33	0,9947	0,9965

Valores de K20 (fator de correção) em função da temperatura.

Nota: Para referir o valor da densidade real do solo com temperatura diferente de 20° C, deverá ser calculado o valor de K para temperatura desejada.

Tipo de Solo	δ
Areia	2,65 a 2,67
Areia Siltosa	2,67 a 2,70
Argila Inorgânica	2,70 a 2,80
Solos com mica e ferro	2,75 a 3,00
Solos orgânicos	Variável, chegando a < 2,0

Densidade real para alguns tipos de solo.



8. Anexos



Figura 1: Picnômetro.