

RELATÓRIO TÉCNICO DO ENSAIO LABORATORIAL: DENSIDADE REAL DOS GRÃOS

Isabella Rose Dantas da Silva¹

Kaio de Carvalho Dias²

Werner Farkatt Tabosa³

RESUMO

Este relatório expõe a descrição do ensaio técnico laboratorial desenvolvido, de acordo com as explicações obtida nas aulas práticas e teóricas da disciplina de Geologia para Engenharia, ministrada no curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Rio Grande do Norte – UNI/RN. A densidade real é definida como a relação entre o peso específico (densidade) do grão e o peso específico (densidade) da água. O picnômetro é um aparelho especialmente utilizado para a determinação da densidade de líquidos ou sólidos. São frascos de vidro, calibrados e com tampa. A densidade do solo é definida como sendo a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seco a 105°C e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros. Assim, conhecendo-se a densidade do solo, é possível, além de otimizar custos, definir diversas características do mesmo, como por exemplo: drenagem, porosidade, condutividade hidráulica, permeabilidade, grau de saturação, etc. Neste relatório, uma amostra de solo será estudada através do procedimento experimental realizado em laboratório intitulado Densidade Real dos Grãos, preconizado pelas normas DNER – ME 093/94 – “Densidade real dos solos”. - NBR 6457 – ABNT – “Amostras de Solo – Preparação para Ensaio de Compactação e Ensaio de Caracterização”, no qual apresenta como objetivo geral, a determinação da densidade dos grãos da amostragem para identificação das propriedades do solo.

Palavras-chave: Solo. Densidade Real dos Grãos. Construção Civil.

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Rio Grande do Norte – E-mail: arqcontato.isabelladantas@gmail.com

² Acadêmico do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Rio Grande do Norte – E-mail: kaiocarvalhodias@hotmail.com

³ Professor Orientador do Curso de Engenharia Civil do Centro Universitário do Rio Grande do Norte.

ABSTRACT

This report presents the description of the technical laboratory test developed, according to the explanations obtained in the practical and theoretical classes of the discipline of Geology for Engineering, taught in the Civil Engineering course of the University Center of Rio Grande do Norte - UNI / RN. The actual density is defined as the ratio between the specific weight (density) of the grain and the specific gravity (density) of the water. The pycnometer is an apparatus specially used for determining the density of liquids or solids. They are glass jars, calibrated and with a lid. Soil density is defined as the ratio between the mass of a dry soil sample at 105 ° C and the sum of the volumes occupied by the particles and the pores. Thus, in order to optimize costs, it is possible to define several soil characteristics, such as drainage, porosity, hydraulic conductivity, permeability, degree of saturation, etc. In this report, a soil sample will be studied through the experimental procedure performed in the laboratory titled Real Density of Grains, recommended by the norms DNER - ME 093/94 - "Real soil density". - NBR 6457 - ABNT - "Soil Samples - Preparation for Compaction Tests and Characterization Tests", in which the general objective is to determine the density of the grains of the sample to identify soil properties.

Keywords: Ground. Real Density of Grains. Construction.

1 INTRODUÇÃO

Elemento fundamental no âmbito da Construção Civil, o solo, é de grande importância nas obras de engenharia civil, pois, de uma forma ou de outra, apoiam-se sobre o solo, e muitas delas, além disso, utilizam o próprio solo como elemento de construção, como por exemplo, as barragens e os aterros de estradas. Portanto, segundo Lagetec (2018), a estabilidade e o comportamento funcional e estético da obra serão determinados, em grande parte, pelo desempenho dos materiais usados nos maciços terrosos.

Nesse panorama, o Solo consiste em matéria-prima base de inúmeros procedimentos laboratoriais, dentre eles o ensaio da Densidade Real dos Grãos, no qual equivale à temática analisada e experimento executado que embasou o

desenvolvimento deste relatório técnico.

Conforme a DNER-ME (1994), a densidade real, é definida como a relação entre o peso específico (densidade) do grão e o peso específico (densidade) da água. O picnômetro é um aparelho especialmente utilizado para a determinação da densidade de líquidos ou sólidos. São frascos de vidro, calibrados e com tampa. A densidade do solo é definida como sendo a relação existente entre a massa de uma amostra de solo seco a 105°C e a soma dos volumes ocupados pelas partículas e pelos poros. Assim, conhecendo-se a densidade do solo, é possível, além de otimizar custos, definir diversas características do mesmo, como por exemplo: drenagem, porosidade, condutividade hidráulica, permeabilidade, grau de saturação, etc. (LAGETEC, 2018)

Nesse panorama, neste relatório, uma amostra de solo será estudada através do procedimento experimental realizado em laboratório intitulado Densidade Real dos Grãos, no qual apresenta como objetivo geral, a determinação da densidade dos grãos da amostragem para identificação das propriedades do solo.

Portanto, o presente relatório apresenta uma estrutura textual na qual pontuam, ao longo das seções do corpo do estudo, descrições sobre a definição técnica do ensaio, os métodos de determinação, a metodologia adotada, o procedimento de execução experimental concebido (operações preliminares, equipamentos e acessórios, procedimentos do ensaio), além da apresentação dos resultados obtidos com análise e conclusões técnicas do Ensaio Laboratorial da Densidade Real dos Grãos.

2 DEFINIÇÃO

De acordo com a DNER-ME (1994), 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. (DNER-ME, 1994)

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 (LAGETEC, 2018).

2.1 MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO

Existem dois ensaios para a determinação da densidade real dos solos. Em um deles aquecesse 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 (LAGETEC, 2018).

Segundo Lagetec (2018), os agregados são classificados em Naturais, nos quais são aqueles que não sofreram nenhum processo de beneficiamento, sendo encontrada na natureza já na forma particulada e com dimensões aplicáveis a produção de produtos da construção, como argamassas e concretos; como por exemplo: areia de rio e seixos.

Além dessa classificação, os agregados podem ser qualificados como Artificiais, nos quais são os agregados que sofreram algum processo de beneficiamento por processos industriais, como por exemplo, britagem. Desse modo, têm-se como exemplo: britas, argilas expandidas, escória granulada de alto forno, vermiculita (LAGETEC, 2018).

3 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado através do conhecimento das normas para a realização de tal ensaio, junto com o conhecimento adquirido em sala de aula e material didático. O desenvolvimento deste partiu-se do método da demonstração. Na oportunidade a Técnica de Laboratório realizou as operações explicando-as passo-a-passo aos alunos, seguindo as especificações ditadas pelas normas DNER (Atual DNIT) – ME 093/94 – “Densidade real dos solos”. - NBR 6457 – ABNT – “Amostras de Solo – Preparação para Ensaio de Compactação e Ensaio de Caracterização”.

4 EXECUÇÕES DO ENSAIO

4.1 OPERAÇÕES PRELIMINARES

A amostra de solo seco (Figura 1) é preparada de acordo com o ensaio de preparação de amostra para determinação de umidade (DNER-ME 041/94), isto é, 24 horas na estufa a uma temperatura aproximadamente de 105°C e passando na peneira de 2,0 mm, na seguinte quantidade: picnômetro de 50 ml — 10g (Instrumento utilizado no Procedimento Laboratorial). (DNER-ME, 1994)

Figura 1 - Amostra utilizada no experimento laboratorial



Fonte: Acervo Pessoal (2018)

4.2 EQUIPAMENTOS E ACESSÓRIOS

A aparelhagem com a qual se executa o ensaio é a que se segue:

- Peneira de 2,00 mm (Nº 10);
- Estufa capaz de manter a temperatura entre 105º e 110º C;
- Balança com capacidade de 200 g, sensível a 0,01 g;
- Picnômetro com capacidade de 50 ml;
- Termômetro graduado em 0,5º C, de 0º a 60º C;
- Fonte de calor (Para aquecimento da solução Água + Solo);
- Cápsulas para abrigo do solo;
- Funil de 05 (cinco) cm de diâmetro;
- Espátula;
- Pinça metálica.

4.3 PROCEDIMENTOS DO ENSAIO

O procedimento do experimento laboratorial realizado, em linhas gerais, e a aparelhagem com o qual se foi executado o ensaio, disponibilizada pela instituição UNI-RN, é a que se segue descrita no processo elencado abaixo, no qual apresentam as

diretrizes que nortearam o exame realizado. Portanto, deve-se utilizar 10g de solo seco preparado de acordo com o método de preparação de amostra de solo para ensaios de caracterização. (DNER-ME, 1994)

a) Pesa-se o picnômetro vazio, seco e limpo (P1 - Peso do picnômetro vazio);

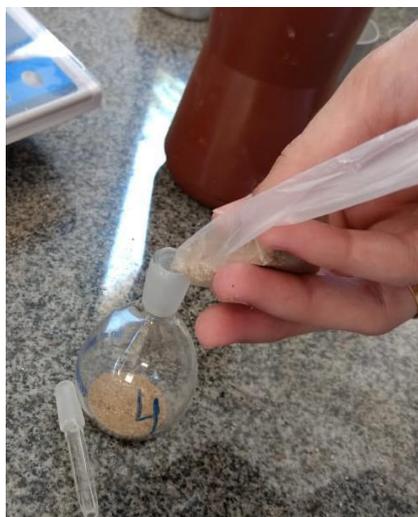
Figura 2 – Pesagem do Picnômetro vazio



Fonte: Acervo Pessoal (2018)

b) Coloca-se a amostra (em torno de 10g) no picnômetro (Figura 3) até cobrir, com excesso, a amostra;

Figura 3 – Inserção da Amostra no Picnômetro



Fonte: Acervo Pessoal (2018)

c) Coloca-se água destilada no picnômetro até cobrir (Figura 4), com excesso, a amostra;

Figura 4 – Enchimento do picnômetro com Água destilada



Fonte: Acervo Pessoal (2018)

d) Aquece-se o picnômetro (Figura 5), 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;

Figura 5 – Aquecimento da Solução contida no Picnômetro por 15 minutos



Fonte: Acervo Pessoal (2018)

e) Deixa-se o picnômetro esfriar ao ambiente (Figura 6);

Figura 6 - Esfriamento dos Picnômetros



Fonte: Acervo Pessoal (2018)

f) Completa-se o volume do picnômetro com água destilada (Figura 7);

Figura 7 - Inserção de Água destilada para complemento do volume do Picnômetro



Fonte: Acervo Pessoal (2018)

g) Enxuga-se o picnômetro e pesa-se com o conteúdo (P3 - Peso do picnômetro mais amostra mais água) - (Figura 8);

Figura 8 – Peso do picnômetro mais amostra mais água



Fonte: Acervo Pessoal (2018)

h) Retira-se todo o material de dentro do picnômetro (Figura 9), lava-se e encha-se completamente com água destilada. Arrolha-se e pesa-se o conjunto picnômetro mais água (P4 - Peso do picnômetro mais água).

Figura 9 – Retirada do material contido no Picnômetro e enchimento completo do instrumento com água destilada



Fonte: Acervo Pessoal (2018)

5 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e analisados os cálculos e resultados dos ensaios expostos na metodologia.

5.1 CÁLCULOS E RESULTADOS

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

Onde:

δ_t = 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.

De acordo com a DNER-ME (1994) e a NBR 6457 – ABNT – “Amostras de Solo – Preparação para Ensaio de Compactação e Ensaio de Caracterização” torna-se importante ressaltar as seguintes considerações:

- 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.

Nessa perspectiva, 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:

$$\delta_{20} = \delta_t \cdot K_{20}$$

Onde:

δ_t = 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.

Dessa forma, para critério de classificação do tipo de solo da amostra analisada pelo procedimento experimental, utilizou-se o Quadro 1, determinado pelas referidas normas que preconizam o ensaio de Densidade Real dos Grãos.

Quadro 1 – Densidade Real para alguns tipos de Solo

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

Fonte: DNER – ME 093/64

5.2 ANÁLISE DE RESULTADOS

Durante o experimento laboratorial tornou-se possível aferir determinações para 05 (cinco) unidades de Picnômetros (Quadro 2), observou-se, portanto, através dos dados da tabela que os instrumentos 1 e 5 divergiram dos demais ultrapassando o limite estabelecido em norma de 0,009.

Quadro 2 – Determinações colhidas durante o desenvolvimento do Procedimento Laboratorial

Determinação da Densidade Real dos Solos					
<i>Ficha do Ensaio</i>					
DETERMINAÇÕES	1	2	3	4	5
(P1) Peso do Picnômetro (g)	31,199	31,39	33,903	30,735	30,52
(P2) Peso do Picnômetro + Solo (g)	41,243	41,485	43,933	40,883	40,754
(P3) Peso do Picnômetro + Solo + Água (g)	86,151	90,437	92,663	92,549	89,744
(P4) Peso do Picnômetro + Água (g)	79,963	84,013	86,292	86,091	83,147
Correção devido a Temperatura (°C)	20°C 1	20°C 1	20°C 1	20°C 1	20°C 1
Densidade Real do Agregado (g/cm ³)	2,605	2,75	2,741	2,75	2,814
Densidade Real Média (g/cm ³)	-	2,747	2,747	2,747	-

Fonte: Quadro elaborado pelos autores (2018)

Nessa perspectiva, segundo o Quadro 1 (Pág. 17), constatou-se uma amostra de solo predominantemente rica em mica e ferro, por apresentar densidade real média entre 2,70-2,80.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Solo, examinado através deste ensaio de Densidade Real dos Grãos, preconizado pelas normas DNER – ME 093/94 – “Densidade real dos solos”. - NBR 6457

– ABNT – “Amostras de Solo – Preparação para Ensaio de Compactação e Ensaio de Caracterização” proporcionou a observação, principalmente, do tipo de solo da amostra utilizada no experimento.

Nessa perspectiva, constatou-se em laboratório que o solo é um material de grande importância para a engenharia civil e que pode apresentar vários tipos de comportamentos. Assim é necessário um estudo mais aprofundado de suas características para que possamos dominá-lo de maneira eficiente. A densidade do solo é uma dessas características que devemos ter conhecimento para a utilização do solo na engenharia civil. Portanto, podemos concluir que, a partir deste ensaio, quanto mais alta for a densidade do solo, maior será sua compactação e a estrutura degradada, menor sua porosidade total.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **AMOSTRAS DE SOLO – PREPARAÇÃO PARA ENSAIOS DE COMPACTAÇÃO E ENSAIOS DE CARACTERIZAÇÃO - NBR 6457 – ABNT**: Amostras de Solo – Preparação para Ensaio de Compactação e Ensaio de Caracterização. [s. L.]: Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1986. 9 p. Disponível em: <http://files.ilcoribeiro.webnode.com.br/200000081-91bdd92b8f/NBR_6457.pdf>. Acesso em: 20 maio 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM. **SOLOS–DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE REAL-DNER-ME 093/94**: Densidade real dos Solos. Mato Grosso: Departamento Nacional de Estradas de Rodagem, 1994. 4 p. Disponível em: <http://www.ippuc.org.br/cd_caderno_de_encargos/volume_03_PDF/DNER-ME_093-94.pdf>. Acesso em: 16 maio 2018.

LAGETEC. **DETERMINAÇÃO DA DENSIDADE REAL EM SOLOS**. Disponível em: <<http://www.lagetec.ufc.br/wp-content/uploads/2017/07/Determinação-da-densidade-real-em-solos1.pdf>>. Acesso em: 15 maio 2018.