

## **RESUMO**

Este documento, que é uma norma técnica, apresenta o procedimento para determinação da massa específica aparente do solo, “in situ”, com emprego do balão de borracha. Prescreve a aparelhagem, calibração e as condições para obtenção do resultado.

## **ABSTRACT**

This document covers the determination of the density of soil-in-place by the rubber-balloon apparatus. It presents requirements concerning apparatus, calibration of the volume indicator and conditions for obtaining result.

## **SUMÁRIO**

0 APRESENTAÇÃO

1 OBJETIVO

2 REFERÊNCIA

3 APARELHAGEM

4 CALIBRAÇÃO DO APARELHO

5 ENSAIO

6 CÁLCULOS E RESULTADOS

Anexo Normativo

## **0 APRESENTAÇÃO**

Esta Norma decorreu da necessidade de se adaptar, quanto à forma, a DNER-ME 036/71 à DNER-PRO 101/93, mantendo-se inalterável o seu conteúdo técnico.

## **1 OBJETIVO**

Este Método fixa o modo pelo qual se determina, por intermédio do balão de borracha, a massa específica aparente do solo, “in situ”, com partículas de diâmetro máximo de até 2,5 cm.

## 2 REFERÊNCIA

### 2.1 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

No preparo desta Norma foi consultado o seguinte documento:

DNER-ME 036/71 – designada Massa específica aparente do solo, “in situ”, com emprego do balão de borracha.

## 3 APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) conjunto para determinação de volume (Anexo – Figura 1) constituído de:
  - a.1) proveta de vidro incolor com capacidade de 1,5 litros, graduada em 5 ml;
  - a.2) tubo metálico para proteção da proveta de vidro, provido de abertura para permitir as leituras na proveta e de alça para o transporte;
  - a.3) base metálica, à qual se fixam a proveta de vidro e o tubo metálico, dotada de dispositivo para adaptação do balão de borracha e do registro da bomba destinada a produzir pressão ou vácuo no interior da proveta;
- b) bandeja metálica (Anexo – Figura 2) provida de orifício central com 10 cm de diâmetro, para adaptação da base metálica citada em a.3;
- c) pá de mão;
- d) balança com capacidade de 10 kg, sensível a 1 g;
- e) talhadeira de aço com 30 cm de comprimento;
- f) martelo de 1 kg;
- g) recipiente que permita guardar amostras sem perda de umidade antes das pesagens;
- h) estufa capaz de manter a temperatura entre 105°C – 110°C ou instrumental que permita a determinação da umidade;
- i) balança com capacidade de 1 kg, sensível a 0,1 g;
- j) reservatório para 5 litros de água.

## 4 CALIBRAÇÃO DO APARELHO

O aparelho deverá ser calibrado do seguinte modo:

- a) encher a proveta graduada até a última referência da escala;
- b) montar o aparelho sobre uma superfície plana e horizontal;
- c) ligar a bomba de borracha à base do aparelho;
- d) abrir o registro da base do aparelho;
- e) exercer pressão no interior da proveta, acionando a bomba de borracha, até ser obtida leitura constante L, (indicativa de volume igual a zero);
- f) inverter a posição da bomba de borracha no dispositivo da base, acionando-a de modo a produzir vácuo no interior da proveta, a fim de promover o retorno do balão de borracha ao interior da proveta;
- g) fechar o registro.

**5 ENSAIO**

- 5.1 Limpar a superfície do solo onde será feita a determinação, tornando-a, tanto quanto possível, plana e horizontal.
- 5.2 Colocar a bandeja nessa superfície e fazer uma cavidade cilíndrica no solo, limitada pelo orifício central da bandeja e com a profundidade que atenda ao estabelecido na Tabela a seguir:
- 5.3 Recolher na bandeja o solo extraído da cavidade, pesando-o ( $P_h$ ).
- 5.4 Tomar, imediatamente após a pesagem referida no item 5.3, uma porção de solo e determinar a umidade ( $h$ ).
- 5.5 Instalar o aparelho no rebaixo da bandeja, abrir o registro, acionar a bomba de borracha de modo a produzir pressão sobre a água até que o nível desta, na proveta, permaneça constante, indicando que o balão de borracha, cheio de água, tomou todo o volume da cavidade. Fechar o registro e anotar a leitura  $L_2$ .
- 5.6 Abrir o registro, inverter a posição da bomba de borracha, acionando-a de modo a produzir vácuo no interior da proveta, até que o balão de borracha volte para o interior da proveta.

**TABELA – PROFUNDIDADE E VOLUME DA CAVIDADE EM FUNÇÃO DO DIÂMETRO MÁXIMO DAS PARTÍCULAS DO SOLO.**

Diâmetro máximo das partículas do solo	Volume mínimo da cavidade (cm <sup>3</sup> )	Altura mínima da cavidade (cm)
Nº 4 (peneira)	450	6
1/2 pol.	600	8
3/4 pol.	700	9
1 pol	750	10

**Notas : 1)** Somente será admitido volume abaixo do mínimo especificado na Tabela, no caso em que a espessura da camada ensaiada não permita a obtenção do volume mínimo especificado;

**2)** A borracha do balão para medida de volume da cavidade deve ser adequada para medir volumes até 1 500 cm<sup>3</sup>, sem romper.

**6 CÁLCULOS E RESULTADOS**

6.1 Volume da cavidade ( $V$ ):

$$V = L_1 - L_2$$

6.2 Massa específica aparente do solo úmido, “in situ” ( $g_h$ ):

$$g_h = \frac{P_h}{V}$$

Onde:

$P_h$  = peso do solo úmido retirado da cavidade

6.3 Massa específica aparente do solo seco, “in situ” ( $g_s$ ):

$$g_s = g_h \frac{100}{100 + h}$$

Onde:

$h$  = percentagem de umidade do solo retirado da cavidade.

6.4 Grau de compactação

Obtém-se o grau de compactação pela fórmula:

$$GC = \frac{g_s}{g_{s1}} \times 100$$

Onde:

$g_{s1}$  = massa específica aparente do solo, obtida em laboratório, de acordo com o método exigido para a obra.

ANEXO NORMATIVO – FIGURAS

