

Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas

Norma Rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 129/94

Página 1 de 8

RESUMO

Este documento, que é uma norma técnica, estabelece um método para determinar a correlação entre o teor de umidade e a massa específica aparente do solo seco, quando a fração do solo que passa pela peneira de 19 mm é compactada nas energias de compactação normal, intermediária e modificada, usando amostras não trabalhadas.

ABSTRACT

This document presents the procedure for determining the relation ship between the moisture content and density of soil material passing a 19 mm sieve, when compacted on the normal, intermediate and modified energies and when using undisturbed samples. It describes the apparatus and the required calculations.

SUMÁRIO

0 APRESENTAÇÃO

1 OBJETIVO

2 REFERÊNCIAS

3 APARELHAGEM

4 PREPARAÇÃO DA AMOSTRA

5 EXECUÇÃO DO ENSAIO

6 ENERGIAS DE COMPACTAÇÃO

7 CÁLCULOS

8 RESULTADOS

Anexo Normativo

0 APRESENTAÇÃO

Esta Norma decorreu da necessidade de se adaptar, quanto à forma, a DNER-ME 129/89 à DNER-PRO 101/93, mantendo-se inalterável o seu conteúdo técnico.

Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas

Norma Rodoviária

DNER-ME 129/94

Método de Ensaio

Página 2 de 8

1 OBJETIVO

Esta Norma fixa um método de determinação da correlação entre o teor de umidade de solo e sua massa específica aparente seca, quando a fração de solo que passa na peneira de 19 mm é compactada nas energias normal, intermediária e modificada, utilizando amostras não trabalhadas.

2 REFERÊNCIAS

2.1 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

No preparo desta Norma foram consultados os seguintes documentos:

- a) DNER-ME 129/89, designada Compactação de solos;
- b) DNER-ME 047/64, designada Compactação de solos – método A;
- c) DNER-ME 048/64, designada Compactação de solos – método B;
- d) ABNT MB-33, de 1984, registrada no SINMETRO como NBR-7182, designada Solo – ensaio de compactação;
- e) AASHTO T 180-86, designada Moisture – density relations of soils using a 10 lb (4,54 kg) rammer and an 18 in drop;
- f) ASTM D 1557-78, designada Moisture – density of soils and soil-aggregate mixture using 10 lb (4,54 kg) rammer and 18 in (45,7 cm) drop.

3 APARELHAGEM

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) molde cilíndrico metálico de 15,24 cm \pm 0,05 cm de diâmetro interno e 17,78 cm \pm 0,02 cm de altura, com entalhe superior externo em meia espessura, cilindro complementar com 6,08 cm de altura e com o mesmo diâmetro do molde, com entalhe inferior interno em meia espessura e na altura de 1 cm; base metálica com dispositivo de fixação ao molde cilíndrico e ao cilindro complementar, tudo conforme a Figura 1 em anexo. O molde cilíndrico e o complementar devem ser constituídos do mesmo material;
- b) disco espaçador metálico de 15,00 cm \pm 0,05 cm de diâmetro e de altura igual a 6,35 cm \pm 0,02 cm, conforme Figura 2 em anexo;
- c) soquete metálico cilíndrico, de face interior plana de diâmetro igual a 5,08 cm \pm 0,01 cm, massa de 4,536 kg \pm 0,01 kg, e com a altura de queda igual a 45,72 cm \pm 0,15 cm, conforme Figura 3 em anexo. A camisa cilíndrica do soquete deve possuir pelo menos 4 (quatro) orifícios de 1 cm de diâmetro, em cada extremidade, separados entre si de 90° e aproximadamente a 20 cm das extremidades. Instrumental mecanizado para desempenho das mesmas funções pode ser usado, devendo para esse fim ser sempre ajustada a altura de queda do soquete, por meio de dispositivo regulador próprio, para aplicação dos golpes;
- d) extrator de amostra do molde cilíndrico, para funcionamento por meio de macaco hidráulico, com movimento alternativo de uma alavanca;
- e) balança com capacidade de 20 kg, com sensibilidade de 1 g;

Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas

Norma Rodoviária

DNER-ME 129/94

Método de Ensaio

Página 3 de 8

- f) balança com capacidade de 1 kg, com sensibilidade de 0,1 g;
- g) estufa capaz de manter a temperatura a $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- h) almofariz e mão de gral recoberta de borracha, com capacidade para 5 kg de solo;
- i) régua de aço biselada, rija, de cerca de 30 cm de comprimento;
- j) repartidor de amostras de 5,0 cm de abertura;
- k) cápsula de alumínio com tampa, ou de outro material adequado, capaz de impedir a perda de umidade durante a pesagem;
- l) peneiras de 50 mm, 19 mm e 4,8 mm, conforme ABNT EB-22, de 1988, registrada no SINMETRO como NBR-5734, designada Peneiras para ensaio;
- m) proveta graduada, com capacidade para 1 000 ml;
- n) papel de filtro circular com 15 cm de diâmetro;
- o) acessórios, tais como bandeja, espátula, colher de pedreiro, etc. Dispositivo mecânico, capaz de realizar a mistura do solo para cada acréscimo de umidade, pode ser usado.

4 PREPARAÇÃO DA AMOSTRA

- 4.1 A amostra de solo como recebida é seca ao ar, destorroada no almofariz pela mão de gral, homogeneizada e reduzida com o auxílio do repartidor de amostras ou por quarteamento, até se obter uma amostra representativa de aproximadamente 6 kg para solos siltosos ou argilosos, e aproximadamente 7 kg para solos arenosos ou pedregulhosos. A secagem também pode ser realizada por aparelhagem de secagem, desde que a temperatura não exceda a 60°C .
- 4.2 A amostra representativa é passada, a seguir, na peneira de 19 mm; havendo material retido nesta peneira, é procedida a substituição do mesmo por igual quantidade em peso do material passando na de 19 mm e retido na de 4,8 mm, obtida de amostra representativa conforme 4.1.
- 4.3 Repetem-se as operações referidas nos itens 4.1 e 4.2 tantas vezes quanto corpos-de-prova tiverem de ser moldados, geralmente cinco.

Nota : A operação descrita no item 4.2 é realizada após eliminação prévia de agregado retido na peneira de 50 mm, caso exista.

5 EXECUÇÃO DO ENSAIO

- 5.1 Fixar o molde à base metálica, ajustar o cilindro complementar e apoiar o conjunto em base plana, resistente e firme, tal como a de um cilindro ou cubo de concreto pesando não menos que 90 kg. Compactar o material no molde com o disco espaçador, como fundo falso, em cinco camadas iguais, de forma a se obter uma altura total do corpo-de-prova de cerca de 12,5 cm, após compactação.
- 5.2 Aplicar em cada camada golpes com o soquete caindo de 45,72 cm, distribuídos uniformemente sobre a superfície da camada. Por ocasião da compactação deve ser assente, previamente, sobre o disco espaçador, um papel de filtro circular de 15 cm de diâmetro.

Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas

Norma Rodoviária

DNER-ME 129/94

Método de Ensaio

Página 4 de 8

- 5.3 Remover o cilindro complementar, tomando-se o cuidado de destacar com a espátula o material a ele aderente. Com a régua de aço biselada rasar o excesso de material na altura exata do molde e determinar com aproximação de 1 g, a massa do material úmido compactado mais a do molde; por dedução da massa do molde, determinar a massa do material úmido compactado, P_h .
- 5.4 Remover, com o extrator de amostra, o corpo-de-prova do molde cilíndrico e retirar de sua parte central duas amostras representativas de cerca de 250 g cada uma para determinação da umidade. Pesar estas amostras e secar em estufa temperaturas de $110^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$, até constância de massa. Fazer as pesagens com a aproximação de 0,01 g e tomar a média como a umidade representativa do corpo-de-prova compactado.
- 5.5 Repetem-se as operações referidas nos itens 5.1, 5.2, 5.3 e 5.4, para teores crescentes de umidade, utilizando amostras de solo não trabalhadas, tantas vezes quantas necessárias para caracterizar a curva de compactação do material, no mínimo, cinco vezes.

6 ENERGIAS DE COMPACTAÇÃO

6.1 MÉTODO A - NORMAL

Realizar todas as operações indicadas nos Capítulos 4 e 5, sendo que, para o especificado no item 5.2, referente a número de golpes, aplicar 12 golpes por camada.

6.2 MÉTODO B - INTERMEDIÁRIA

Realizar todas as operações indicadas nos Capítulos 4 e 5, sendo que, para o especificado no item 5.2, referente a número de golpes, aplicar 26 golpes por camada.

6.3 MÉTODO C - MODIFICADA

Realizar todas as operações indicadas nos Capítulos 4 e 5, sendo que, para o especificado no item 5.2, referente a número de golpes, aplicar 55 golpes por camada.

7 CÁLCULOS

7.1 UMIDADE

A partir da fase do ensaio descrito em 5.4, calcular os teores de umidade (h) referentes a cada compactação, pela fórmula:

$$h = \frac{P_h - P_s}{P_s} \times 100$$

Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas

Norma Rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 129/94

Página 5 de 8

Onde:

h = teor de umidade em percentagem;

P_h = massa da amostra úmida, como obtida em 5.4;

P_s = massa da amostra seca em estufa na temperatura de $110\text{ }^\circ\text{C} \pm 5^\circ\text{C}$, até constância de peso.

7.2 MASSA ESPECÍFICA APARENTE DO SOLO SECO COMPACTADO

a) calcular primeiramente a massa específica aparente do solo úmido, após cada compactação, pela fórmula:

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

Onde:

g_h = massa específica aparente do solo úmido, em g/cm^3 ;

P_h = massa do solo úmido compactado, obtida como indicado em 5.3, em g;

V = volume do solo compactado, em cm^3 (capacidade do molde).

b) determinar, a seguir, a massa específica aparente do solo seco, após cada compactação, pelo fórmula:

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

Onde:

g_s = massa específica aparente do solo seco, em g/cm^3 ;

g_h = massa específica aparente do solo úmido, em g/cm^3 ;

h = teor de umidade do solo compactado, obtido como indicado em 7.1.

8 RESULTADOS

8.1 CURVA DE COMPACTAÇÃO

A curva de compactação é desenhada marcando-se, em ordenadas, as massas específicas aparentes do solo seco g_s e, em abscissas, os teores de umidade correspondentes, h .

8.2 MASSA ESPECÍFICA APARENTE MÁXIMA DO SOLO SECO

Este valor é determinado pela ordenada máxima da curva de compactação.

Solos – compactação utilizando amostras não trabalhadas

Norma Rodoviária

Método de Ensaio

DNER-ME 129/94

Página 6 de 8

8.3 UMIDADE ÓTIMA

Valor da abscissa correspondente, na curva de compactação, ao ponto da massa específica aparente máxima do solo seco.

ANEXO NORMATIVO

FIGURA 1

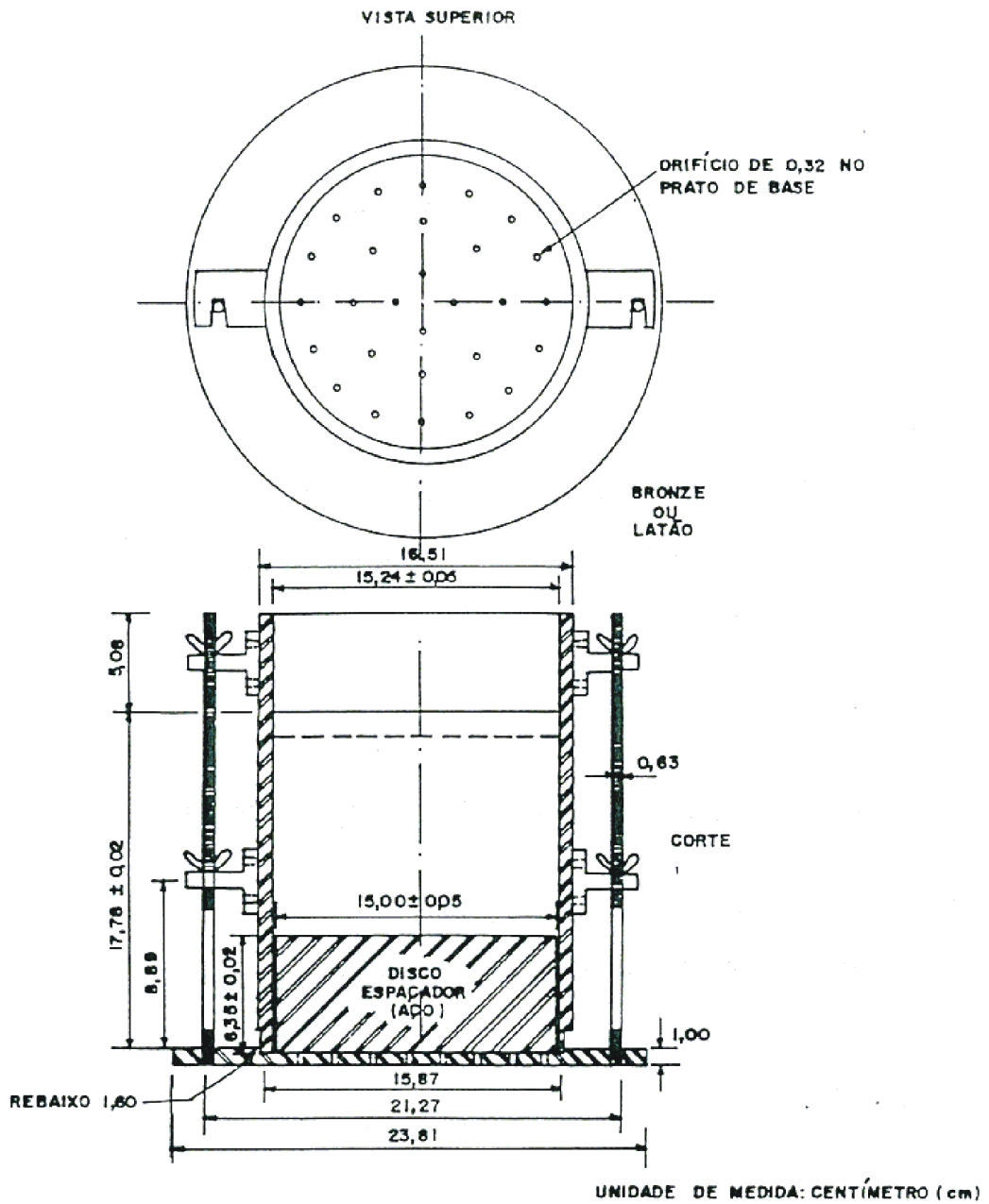


FIGURA 1 – MOLDE CILÍNDRICO, CILINDRO COMPLEMENTAR E BASE METÁLICA

FIGURAS 2 E 3

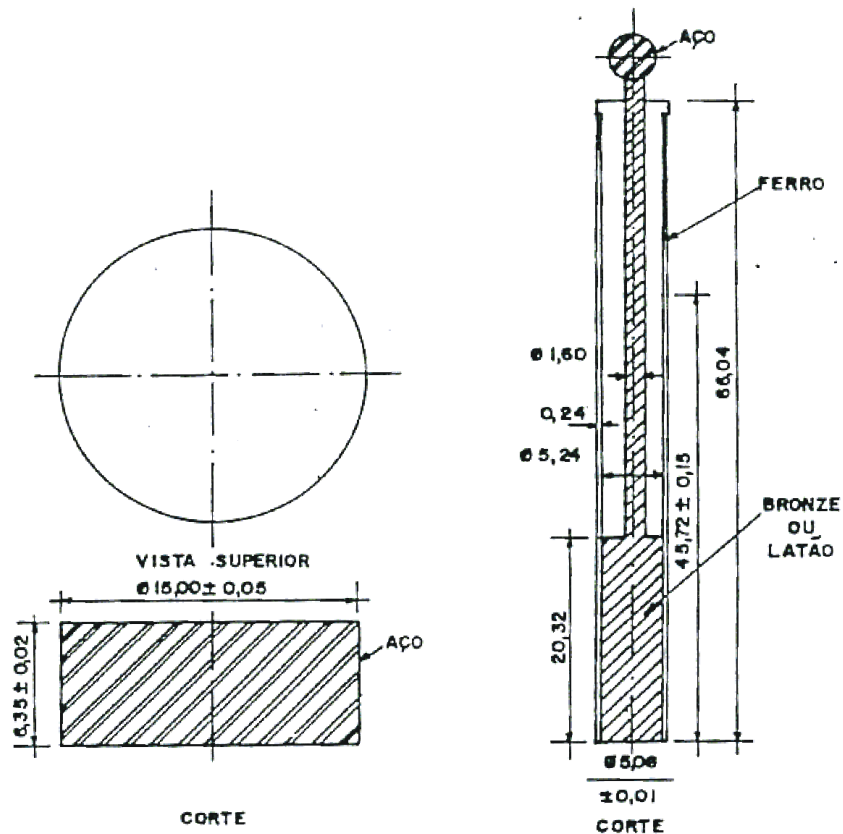


FIGURA 2 – DISCO ESPAÇADOR

FIGURA 3 – SOQUETE

UNIDADE DE MEDIDA : CENTÍMETRO (cm)