

NORMA
BRASILEIRA

**ABNT NBR
7182**

Segunda edição
29.09.2016

Versão corrigida
22.01.2020

Solo — Ensaio de compactação

Soil — Compaction test



ICS 13.080.01

ISBN 978-85-07-06574-6



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

Número de referência
ABNT NBR 7182:2016
9 páginas

© ABNT 2016



© ABNT 2016

Todos os direitos reservados. A menos que especificado de outro modo, nenhuma parte desta publicação pode ser reproduzida ou utilizada por qualquer meio, eletrônico ou mecânico, incluindo fotocópia e microfilme, sem permissão por escrito da ABNT.

ABNT

Av. Treze de Maio, 13 - 28º andar

20031-901 - Rio de Janeiro - RJ

Tel.: + 55 21 3974-2300

Fax: + 55 21 3974-2346

abnt@abnt.org.br

www.abnt.org.br

Sumário

Página

Prefácio	iv
1 Escopo	1
2 Referências normativas	1
3 Aparelhagem	1
4 Energias de compactação	5
5 Método de ensaio	6
5.1 Ensaio realizado com reuso de material, sobre amostras preparadas com secagem prévia até a umidade higroscópica	6
5.2 Ensaio realizado sem reuso de material, sobre amostras preparadas com secagem prévia até a umidade higroscópica	7
5.3 Ensaio realizado com reuso de material, sobre amostras preparadas a 5 % abaixo da umidade ótima presumível	7
5.4 Ensaio realizado sem reuso de material, sobre amostras preparadas a 5 % abaixo da umidade ótima presumível	7
5.5 Ensaio realizado sem reuso de material, sobre amostras preparadas a 3 % acima da umidade ótima presumível	8
6 Cálculos	8
7 Expressão dos resultados	9
7.1 Curva de compactação	9
7.2 Massa específica aparente seca máxima	9
7.3 Umidade ótima	9
7.4 Curva de saturação	9
7.5 Características do ensaio	9
Figuras	
Figura 1 – Cilindro pequeno (Proctor)	2
Figura 2 – Cilindro grande (ISC)	3
Figura 3 – Soquete pequeno	4
Figura 4 – Soquete grande	5
Tabela	
Tabela 1 – Energias de compactação	5

ABNT NBR 7182:2016

Prefácio

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) é o Foro Nacional de Normalização. As Normas Brasileiras, cujo conteúdo é de responsabilidade dos Comitês Brasileiros (ABNT/CB), dos Organismos de Normalização Setorial (ABNT/ONS) e das Comissões de Estudo Especiais (ABNT/CEE), são elaboradas por Comissões de Estudo (CE), formadas pelas partes interessadas no tema objeto da normalização.

Os Documentos Técnicos ABNT são elaborados conforme as regras da Diretiva ABNT, Parte 2.

A ABNT chama a atenção para que, apesar de ter sido solicitada manifestação sobre eventuais direitos de patentes durante a Consulta Nacional, estes podem ocorrer e devem ser comunicados à ABNT a qualquer momento (Lei nº 9.279, de 14 de maio de 1996).

Ressalta-se que Normas Brasileiras podem ser objeto de citação em Regulamentos Técnicos. Nestes casos, os Órgãos responsáveis pelos Regulamentos Técnicos podem determinar outras datas para exigência dos requisitos desta Norma.

A ABNT NBR 7182 foi elaborada no Comitê Brasileiro de Civil (ABNT/CB-002), pela Comissão de Estudo de Identificação e Compactação de Solos (CE-002:004.002). Esta Norma teve seu conteúdo técnico confirmado e adequado à Diretiva ABNT, Parte 2:2011, pela Comissão de Estudo Especial de Solos (ABNT/CEE-221). O seu Projeto de adequação circulou em Consulta Nacional conforme Edital nº 08, de 15.08.2016 a 13.09.2016.

Esta segunda edição cancela e substitui a edição anterior (ABNT NBR 7182:1986), sem mudanças técnicas.

Esta versão corrigida da ABNT NBR 7182:2016 incorpora a Errata 1, de 22.01.2020.

O Escopo em inglês desta Norma Brasileira é o seguinte:

Scope

This Standard specifies the method to determine the relationship between moisture content and dry specific gravity of soils, when compacted according to the specified procedures.

Solo — Ensaio de compactação

1 Escopo

Esta Norma especifica um método para determinação da relação entre o teor de umidade e a massa específica aparente seca de solos, quando compactados, de acordo com os procedimentos especificados.

2 Referências normativas

Os documentos relacionados a seguir são indispensáveis à aplicação deste documento. Para referências datadas, aplicam-se somente as edições citadas. Para referências não datadas, aplicam-se as edições mais recentes do referido documento (incluindo emendas).

ABNT NBR 6457, *Amostras de solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização*

ABNT NBR 6458, *Grãos de pedregulho retidos na peneira de abertura 4,8 mm – Determinação da massa específica, da massa específica aparente e da absorção de água*

ABNT NBR NM ISO 3310-1, *Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação Parte 1: Peneiras de ensaio com tela de tecido metálico*

ABNT NBR NM ISO 3310-2, *Peneiras de ensaio – Requisitos técnicos e verificação Parte 2: Peneiras de ensaio de chapa metálica perfurada*

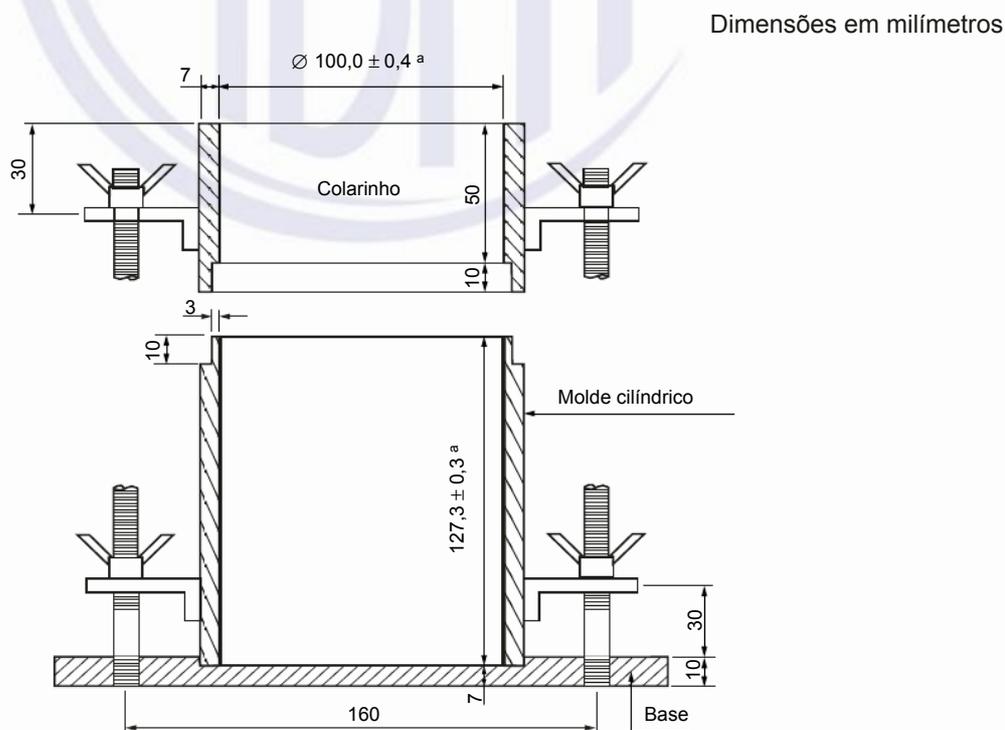
3 Aparelhagem

A aparelhagem necessária para execução do ensaio é a seguinte:

- a) balanças que permitam pesar nominalmente 10 kg e 200 g, com resoluções de 1 g e 0,01 g, respectivamente e com sensibilidades compatíveis;
- b) peneiras de 19 mm e 4,8 mm, de acordo com as ABNT NBR NM ISO 3310-1 e ABNT NBR NM ISO 3310-2;
- c) estufa capaz de manter a temperatura entre 105 °C e 110 °C;
- d) cápsulas metálicas (com tampa, se necessário), para determinação da umidade;
- e) bandejas metálicas (por exemplo 75 cm × 50 cm × 5 cm);
- f) régua de aço biselada (por exemplo com comprimento de 30 cm);
- g) espátulas de lâmina flexível (por exemplo com aproximadamente 2 cm de largura e 12 cm de comprimento);
- h) cilindro metálico pequeno (cilindro de Proctor), compreendendo o molde cilíndrico, sua base e o cilindro complementar de mesmo diâmetro (colarinho); as dimensões especificadas estão indicadas na Figura 1;

ABNT NBR 7182:2016

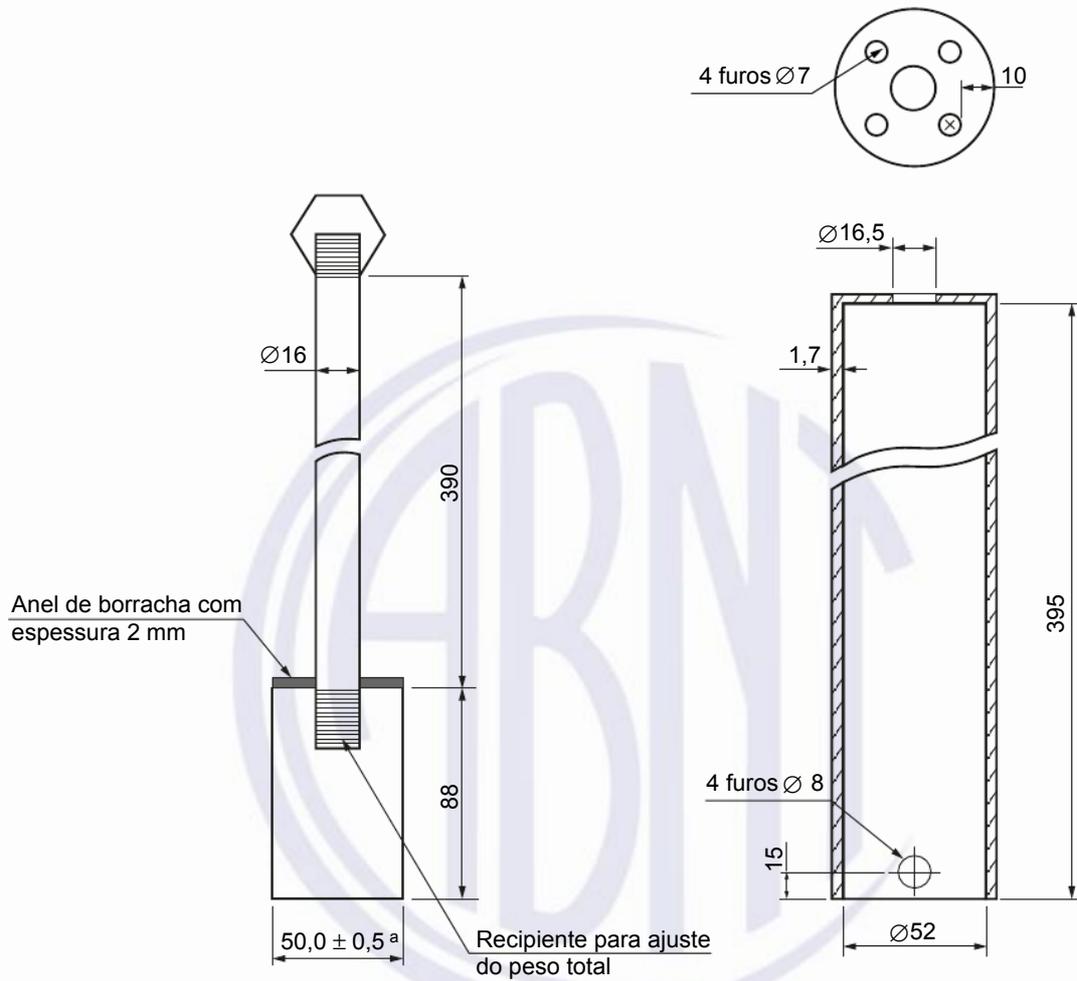
- i) cilindro metálico grande [cilindro de ISC (CBR – *California bearing ratio*)], compreendendo o molde cilíndrico, sua base, cilindro complementar de mesmo diâmetro (colarinho) e disco espaçador metálico; as dimensões especificadas estão indicadas na Figura 2;
- j) soquete pequeno, consistindo em um soquete metálico com massa de $(2\,500 \pm 10)$ g e dotado de dispositivo de controle de altura de queda (guia), que é de (305 ± 2) mm; as dimensões especificadas estão indicadas na Figura 3;
- k) soquete grande, consistindo em um soquete metálico com massa de $(4\,536 \pm 10)$ g e dotado de dispositivo de controle de altura de queda (guia), que é de (457 ± 2) mm; as dimensões especificadas estão indicadas na Figura 4;
- l) provetas de vidro com capacidade de $1\,000\text{ cm}^3$, 200 cm^3 e 100 cm^3 e com graduações de 10 cm^3 , 2 cm^3 e 1 cm^3 , respectivamente;
- m) desempenadeira de madeira (por exemplo, com $13\text{ cm} \times 25\text{ cm}$);
- n) extrator de corpo de prova;
- o) conchas metálicas (por exemplo, com capacidade de $1\,000\text{ cm}^3$ e 500 cm^3);
- p) base rígida, preferencialmente de concreto;
- q) papel-filtro com diâmetro igual ao do molde empregado;
- r) sacos plásticos.



^a Volume útil do molde cilíndrico igual a $(1\,000\text{ cm}^3 \pm 10\text{ cm}^3)$.

Figura 1 – Cilindro pequeno (Proctor)

Dimensões em milímetros



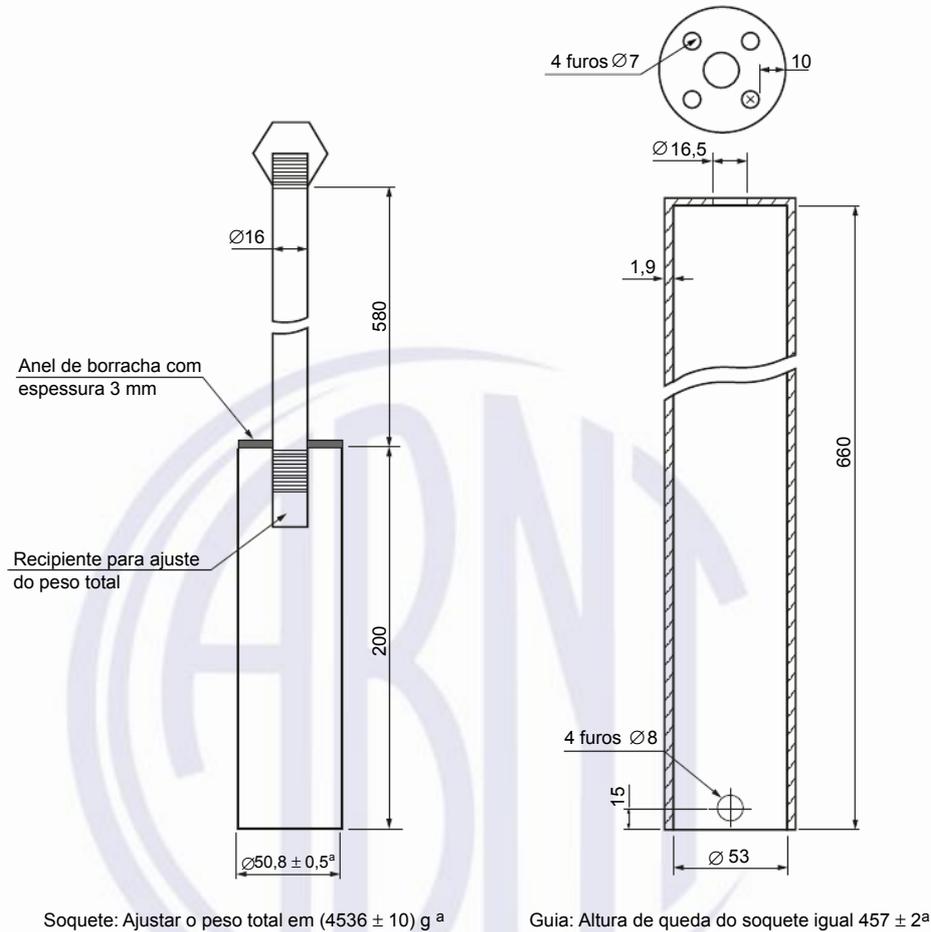
Soquete: Ajustar o peso total em $(2\ 500 \pm 10)$ g^a

Guia: Altura de queda do soquete igual 305 ± 2^a

^a Dimensões essenciais

Figura 3 – Soquete pequeno

Dimensões em milímetros



^a Dimensões essenciais.

Figura 4 – Soquete grande

4 Energias de compactação

4.1 As energias de compactação especificadas nesta Norma são: normal, intermediária e modificada. Na Tabela 1 estão assinaladas as características inerentes a cada energia.

Tabela 1 – Energias de compactação

Cilindro	Características inerentes a cada energia de compactação	Energia		
		Normal	Intermediária	Modificada
Pequeno	Soquete	Pequeno	Grande	Grande
	Número de camadas	3	3	5
	Número de golpes por camada	26	21	27

Tabela 1 (continuação)

Cilindro	Características inerentes a cada energia de compactação	Energia		
		Normal	Intermediária	Modificada
Grande	Soquete	Grande	Grande	Grande
	Número de camadas	5	5	5
	Número de golpes por camada	12	26	55
	Altura do disco espaçador mm	63,5	63,5	63,5

4.2 O cilindro pequeno pode ser utilizado somente quando a amostra, após a preparação, passa integralmente na peneira 4,8 mm.

5 Método de ensaio

5.1 Ensaio realizado com reuso de material, sobre amostras preparadas com secagem prévia até a umidade higroscópica

5.1.1 Fixar o molde cilíndrico à sua base, acoplar o cilindro complementar e apoiar o conjunto em uma base rígida. Caso se utilize o cilindro grande, colocar o disco espaçador. Colocar uma folha de papel filtro com diâmetro igual ao do molde utilizado, de modo a evitar a aderência do solo compactado com a superfície metálica da base ou do disco espaçador.

5.1.2 Tomar a amostra preparada para ensaios com reuso de material, de acordo a ABNT NBR 6457.

5.1.3 Na bandeja metálica, com auxílio da proveta de vidro, adicionar água destilada, gradativamente e revolvendo continuamente o material, de forma a se obter teor de umidade em torno de 5 % abaixo da umidade ótima presumível.

5.1.3.1 Para determinados solos, a uniformização da umidade, quando da incorporação da água no material seco até a umidade higroscópica, pode apresentar algumas dificuldades.

5.1.3.2 No caso de problemas na uniformização da umidade, recomenda-se que a amostra a ser ensaiada, após a adição da água e o revolvimento do material, seja colocada em saco plástico vedado e mantida em processo de cura em uma câmara úmida durante 24 h. Antes do processo de compactação, deve ser realizado um revolvimento da amostra adicional.

5.1.4 Após completa homogeneização do material, proceder à sua compactação, atendo-se ao soquete, número de camadas e número de golpes por camada correspondentes à energia desejada, como especificado na Tabela 1.

5.1.4.1 Os golpes do soquete devem ser aplicados perpendicularmente, certificando-se de que o soquete deslize na haste em queda livre, distribuídos uniformemente sobre a superfície de cada camada, sendo que as alturas das camadas compactadas devem resultar aproximadamente iguais. A compactação de cada camada deve ser precedida de uma ligeira escarificação da camada subjacente.

5.1.4.2 Quando o corpo de prova estiver sendo moldado para a realização de outros ensaios (ISC, compressão simples, permeabilidade), a determinação do teor de umidade (w) deve ser feita

com uma porção da amostra remanescente na bandeja, retirada imediatamente após a compactação da segunda camada, e de acordo com ABNT NBR 6457. Neste caso, fica sem efeito o procedimento preconizado em 5.1.7.

5.1.5 Após a compactação da última camada, retirar o cilindro complementar depois de escarificar o material em contato com a sua parede, com auxílio de espátula. Deve haver um excesso de no máximo 10 mm de solo compactado acima do molde que deve ser removido e rasado com auxílio de régua biselada. Feito isso, remover o molde cilíndrico de sua base e, no caso do cilindro pequeno, rasar também a outra face.

5.1.6 Pesar o conjunto, com resolução de 1 g, e, por subtração da massa do molde cilíndrico, obter a massa úmida do solo compactado (M_u).

5.1.7 Com auxílio do extrator, retirar o corpo de prova do molde e do seu centro, e tomar uma amostra para determinação da umidade (w), de acordo com a ABNT NBR 6457.

5.1.8 Destorroar o material, com auxílio da desempenadeira e da espátula, até que passe integralmente na peneira de 4,8 mm ou na de 19 mm, respectivamente, conforme a amostra, após preparada, tenha ou não passado integralmente na peneira de 4,8 mm.

5.1.9 Juntar o material assim obtido com o remanescente na bandeja e adicionar água destilada, revolvendo o material, de forma a incrementar o teor de umidade em aproximadamente 2 %.

5.1.10 Repetir conforme especificado em 5.1.1 e de 5.1.4 em diante, até que sejam obtidos cinco pontos, sendo dois no ramo seco, um próximo à umidade ótima, preferencialmente no ramo seco e dois no ramo úmido da curva de compactação.

5.2 Ensaio realizado sem reuso de material, sobre amostras preparadas com secagem prévia até a umidade higroscópica

5.2.1 Tomar a amostra preparada para ensaio sem reuso de material, de acordo com a ABNT NBR 6457, e dividi-la em cinco porções iguais.

5.2.2 Em seguida, com cada uma dessas porções, proceder como descrito em 5.1.1 e 5.1.3 a 5.1.7, ressaltando-se que a primeira porção deve estar com teor de umidade em torno de 5 % abaixo da umidade ótima presumível, a segunda com umidade 2 % superior à primeira, e assim por diante.

5.2.3 As porções ensaiadas devem ser desprezadas e dos cinco pontos obtidos ao final do ensaio, dois devem estar no ramo seco, um próximo à umidade ótima, preferencialmente no ramo seco, e dois no ramo úmido da curva de compactação.

5.3 Ensaio realizado com reuso de material, sobre amostras preparadas a 5 % abaixo da umidade ótima presumível

5.3.1 Tomar a amostra preparada para ensaios com reuso de material, de acordo com a ABNT NBR 6457.

5.3.2 Em seguida, proceder conforme 5.1.1 e 5.1.4 a 5.1.10.

5.4 Ensaio realizado sem reuso de material, sobre amostras preparadas a 5 % abaixo da umidade ótima presumível

5.4.1 Tomar a amostra preparada para ensaios sem reuso de material, de acordo com a ABNT NBR 6457, e dividi-la em cinco porções iguais.

5.4.2 Com a primeira porção, proceder como descrito em 5.1.1 e de 5.1.4 a 5.1.7. Para as demais porções, proceder conforme descrito em 5.1.1 e 5.1.3 a 5.1.7, ressalvando-se que a segunda porção deve estar com teor de umidade 2 % superior à primeira, e assim por diante.

5.4.3 As porções ensaiadas devem ser desprezadas e, dos cinco pontos obtidos no final do ensaio, dois devem estar no ramo seco, um próximo à umidade ótima, preferencialmente no ramo seco, dois no ramo úmido da curva de compactação.

5.5 Ensaio realizado sem reuso de material, sobre amostras preparadas a 3 % acima da umidade ótima presumível

5.5.1 Tomar a amostra preparada de acordo com a ABNT NBR 6457 e dividi-la em cinco porções iguais.

5.5.2 Com a primeira porção, proceder como descrito em 5.1.1 e 5.1.4 a 5.1.7. Para as demais porções, proceder da mesma forma, ressalvando-se que a segunda deve estar com umidade 2 % inferior à primeira, e assim por diante. As condições de umidade preconizadas devem ser obtidas por secagem das porções ao ar.

5.5.3 As porções ensaiadas devem ser desprezadas e, dos cinco pontos obtidos ao final do ensaio, dois devem estar no ramo seco, um próximo à umidade ótima, preferencialmente no ramo seco, e dois no ramo úmido da curva de compactação.

6 Cálculos

6.1 Determinar a massa específica aparente seca, utilizando-se a equação a seguir:

$$\rho_d = \frac{M_u \times 100}{V(100 + w)}$$

onde

ρ_d é a massa específica aparente seca, expressa em gramas por centímetro cúbico (g/cm³);

M_u é a massa úmida do solo compactado, expressa em gramas (g);

V é o volume útil do molde cilíndrico, expresso em centímetros cúbicos (cm³);

w é o teor de umidade do solo compactado, expresso em porcentagem (%).

6.2 Recomenda-se determinar a curva de saturação (relação entre a massa específica aparente seca e o teor de umidade, para grau de saturação do solo igual a 100 %), utilizando-se a equação a seguir:

$$\rho_d = \frac{S}{\frac{w}{\rho_w} + \frac{S}{\rho_s}}$$

onde

ρ_d é a massa específica aparente seca, expressa em gramas por centímetro cúbico (g/cm³);

S é o grau de saturação, igual a 100 %;

w é o teor de umidade, arbitrado na faixa de interesse, expresso em porcentagem (%);

ρ_s é a massa específica dos grãos do solo, conforme a ABNT NBR 6458, expressa em gramas por centímetro cúbico (g/cm^3);

ρ_w é a massa específica da água, expressa em gramas por centímetro cúbico (g/cm^3) (considerar igual a $1,00 \text{ g/cm}^3$).

7 Expressão dos resultados

7.1 Curva de compactação

Utilizando-se coordenadas cartesianas normais, traçar a curva de compactação, marcando-se em abscissas os teores de umidade, w , e em ordenadas as massas específicas aparentes secas correspondentes, ρ_d . A curva resultante deve ter um formato aproximadamente parabólico.

7.2 Massa específica aparente seca máxima

Valor correspondente à ordenada máxima da curva de compactação, expresso com aproximação de $0,001 \text{ g/cm}^3$.

7.3 Umidade ótima

Valor da umidade correspondente, na curva de compactação, ao ponto de massa específica aparente seca máxima, expresso com aproximação de 0,1 %.

7.4 Curva de saturação

Recomenda-se traçar a curva de saturação, no mesmo desenho da curva de compactação.

7.5 Características do ensaio

No documento de apresentação dos resultados, indicar o processo de preparação e a energia adotada no processo de execução do ensaio.