



MINISTÉRIO DOS TRANSPORTES
DEPARTAMENTO NACIONAL DE
INFRAESTRUTURA DE
TRANSPORTES
DIRETORIA-GERAL
DIRETORIA EXECUTIVA
INSTITUTO DE PESQUISAS
RODOVIÁRIAS
Rodovia Presidente Dutra, km 163
Centro Rodoviário – Vigário Geral
Rio de Janeiro – RJ – CEP 21240-000
Tel/fax: (21) 3545-4600

Abril /2012

NORMA DNIT 160/2012 - ME

Solos – Determinação da expansibilidade – Método de ensaio

Autor: Instituto de Pesquisas Rodoviárias - IPR

Processo: 50607.003126/2011-46

Revisão da Norma DNER-ME 029/94

Aprovação pela Diretoria Colegiada do DNIT na reunião de 03/04/2012

Direitos autorais exclusivos do DNIT, sendo permitida reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte (DNIT), mantido o texto original e não acrescentado nenhum tipo de propaganda comercial.

Palavras-Chave:

Solos, expansibilidade

**Nº total de
páginas**

7

Resumo

Este documento prescreve as condições requeridas na determinação da expansibilidade de solos. É aplicável para solos passando na peneira de 0,42 mm (nº 40) de abertura, sob condições especificadas de compactação. Prescreve a aparelhagem necessária, a formação da amostra, a execução do ensaio e as condições para obtenção do resultado.

Abstract

This document presents the procedure for determination of the expansibility of soils. It is applicable for soils passing the sieve with 0,42 mm opening, under specific condition of compaction. It prescribes the apparatus sampling and conditions for obtaining results.

Sumário

Prefácio.....	1
1 Objetivo	1
2 Referência normativa	1
3 Definição	1
4 Aparelhagem	2
5 Execução do ensaio.....	2
6 Resultado	3
Anexo A (normativo)	4
Anexo B (normativo)	5
Anexo C (normativo)	6
Índice geral.....	7

Prefácio

A presente Norma foi preparada pelo Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR/DIREX para servir como documento base, visando estabelecer os procedimentos para a realização do ensaio de determinação da expansibilidade de solos passando na peneira de 0,42 mm (nº 40) de abertura, sob condições especificadas de compactação.

Está formatada de acordo com a Norma DNIT 001/2009-PRO, cancela e substitui a Norma DNER – ME 029/94.

1. Objetivo

Esta Norma tem por objetivo fixar o procedimento para a determinação da expansibilidade de solos pela medida da variação de volume, expressa em percentagem, da fração do solo que passa na peneira de 0,42 mm (nº 40), quando em condições definidas de compactação absorve água por capilaridade através de uma placa porosa.

2. Referência normativa

O documento a seguir é indispensável à aplicação desta Norma; aplica-se a edição mais recente da referida norma de método de ensaio:

DNER-ME 041: Solos – Preparação de amostras para ensaios de caracterização – Método de ensaio. Rio de Janeiro: IPR.

3. Definição

Ensaio de expansibilidade de solo é o ensaio por meio do qual se determina o aumento do volume que certos solos apresentam, quando em contato com a água ou quando reduzida a pressão sobre eles.

4. Aparelhagem

A aparelhagem necessária é a seguinte:

- a) Aparelho para a determinação da expansibilidade (Anexo A – Figura 1) constituído essencialmente por: base metálica perfurada (peça 1), com uma haste para a fixação do extensômetro e duas outras para a fixação do molde cilíndrico e respectivo cilindro complementar; molde cilíndrico de 15 mm de altura e 60 mm de diâmetro interno (peça 2); cilindro complementar com o mesmo diâmetro e 20 mm de altura (peça 3); placa de plástico transparente com 59 mm de diâmetro e 4 mm de espessura (peça 4), conjunto de peças para a fixação do extensômetro à haste da base (peças 5, 5A e 5B); placa porosa com 65 mm de diâmetro e 3 mm de espessura (peça 6);
- b) Soquete de compactação (Anexo B – Figura 2) provido de uma mola que exerça uma força de 5 kgf, quando comprimida num curso de aproximadamente 25 mm. Um jogo de anilhas de compensação, de espessuras diferentes, permite, fazendo variar o curso, manter em 5 kgf a força a exercer;
- c) Extensômetro graduado em centésimos de milímetro, de curso não inferior a 10 mm, que exerça uma força de 100 gf quando se desloca a haste 2 com uma velocidade de aproximadamente 0,5 mm/min. No caso do extensômetro que não satisfaça a esta condição, deve-se retirar a mola de comando da haste e colocar uma tara calculada conforme procedimento na Nota abaixo. No caso da força da mola ser inferior a 100 gf, pode-se colocar simplesmente a sobrecarga conveniente;

NOTA: Para impedir que a haste do extensômetro esteja sujeita à força da mola é suficiente soltar um dos extremos desta última. Para proceder ao cálculo da tara, tendo já retirada a mola, começa-se por verificar a força do extensômetro, (sem mola), o que deve ser feito após a colocação do recipiente destinado a receber a tara (Anexo A – Figura 1). Para isto, faz-se baixar o extensômetro com uma velocidade constante de, aproximadamente, 0,5 mm/min, com a ponta da haste apoiada sobre o prato de uma balança sensível a 0,5 g e registram-se os valores indicados a cada volta

do ponteiro. Calcula-se a diferença para 100 g do valor obtido para um deslocamento de 2 mm, que será a sobrecarga a juntar. Uma vez colocada esta sobrecarga, convém repetir a aferição e corrigir qualquer eventual desvio.

- d) Estufa provida de termostato, capaz de manter a temperatura de $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- e) Almofariz e acessórios;
- f) Peneira de malha quadrada de 0,42 mm (Nº 40) de abertura;
- g) Frasco de vidro de aproximadamente 200 ml, provido de tampa capaz de fechar hermeticamente;
- h) Espátula com lâmina flexível de cerca de 8 cm de comprimento e 2 cm de largura;
- i) Recipiente de vidro ou de outro material adequado, de fundo plano e dimensões apropriadas para conter o aparelho para determinação da expansibilidade;
- j) Cronómetro;
- k) Pincel.

5. Execução do ensaio

5.1. Preparação da amostra

- a) A amostra, com cerca de 100 g, deve ser constituída por uma porção convenientemente homogeneizada do solo que passa na peneira de 0,42 mm (Nº 40) e preparada de acordo com a Norma DNER – ME 041/94 – Solos – Preparação de amostras para ensaios de caracterização – Método de ensaio.
- b) Secar a amostra na estufa a $60\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante cerca de 16 h e deixá-la esfriar em frasco hermeticamente fechado, sendo conveniente que se encha o frasco completamente.

5.2. Precauções na execução do ensaio

Cuidados especiais devem ser observados a respeito do emprego de materiais, equipamentos e operações que demandem perigo. Esta Norma não trata de problemas de segurança associados com seu uso. É responsabilidade do usuário estabelecer as práticas de segurança e de saúde apropriadas e determinar a aplicabilidade das limitações regulamentares, antes de seu uso.

5.3. Ensaio

- a) Montar o aparelho para a determinação da expansibilidade, colocando sobre a base a placa porosa e fixando a esta o molde e respectivo colarinho.
- b) Compactar o solo em duas camadas aproximadamente iguais, calculando cada porção, de tal modo que, após a compactação, o total exceda ligeiramente a borda do molde. Esta operação deve ser feita por meio de soquete de compactação (Anexo B – Figura 2), comprimindo-se a parte superior do soquete até que sua parte móvel (peça 2) toque na base (peça 4). Deve-se exercer apenas a força necessária para conseguir este resultado e suspender logo que o encontro se verifique. Cada camada deve ser compactada com 50 compressões aplicadas pelo processo descrito, uniformemente distribuídas e com a frequência de uma compressão por segundo.
- c) Uma vez realizada a compactação, retirar o cilindro complementar e rasar cuidadosamente o excedente de solo com a espátula, de modo a conseguir uma superfície perfeitamente plana e nivelada com as bordas do molde. Limpar com cuidado o solo em excesso, voltar a montar o cilindro complementar e pousar sobre o solo a placa de plástico.
- d) Colocar o aparelho dentro do recipiente de vidro e montar o extensômetro (equipado com a respectiva tara no recipiente próprio, se necessário), apoiando a ponta da haste do extensômetro no centro da saliência cilíndrica da placa de plástico (Anexo C – Figura 3). É conveniente, para assegurar um encontro perfeito, que a leitura inicial seja superior a zero. Anotar primeiro essa leitura.
- e) Colocar água destilada dentro do recipiente de vidro até o nível da face superior da base do aparelho (correspondente à face superior da placa porosa em contato com o solo) e pôr o cronômetro a funcionar.

- f) Fazer leituras periódicas do extensômetro até que duas leituras com o intervalo de 2h (Nota 1) dêem o mesmo valor ou valores decrescentes (Nota 2).

NOTA 1: Caso se pretenda traçar a curva de variação da expansibilidade com o tempo, é aconselhável um intervalo de 15 min durante a primeira hora, de 1 hora até o fim do primeiro dia de trabalho e de 2 horas nos dias de trabalho seguintes.

No caso de solos mais expansivos, fazer as leituras em intervalos de: 30 s, 1 min, 2 min, 3 min, 4 min, 5 min, 10 min, 15 min, 20 min, 30 min, 40 min, 50 min e 60 min. Depois, efetuar leitura de hora em hora até o fim do dia de trabalho e de duas em duas horas nos dias de trabalho seguintes.

NOTA 2: Em alguns casos, quando termina o processo de expansão do solo, ocorre uma ligeira contração, talvez devido a um melhor arranjo das partículas.

6. Resultado

A expansibilidade é dada, em percentagem, pela seguinte expressão:

$$\frac{\Delta h}{h_0} \times 100 = \frac{L_1 - L_0}{15} \times 100$$

Em que:

Δ - variação da altura

h_0 - altura inicial = 15 mm

L_0 - leitura inicial do extensômetro

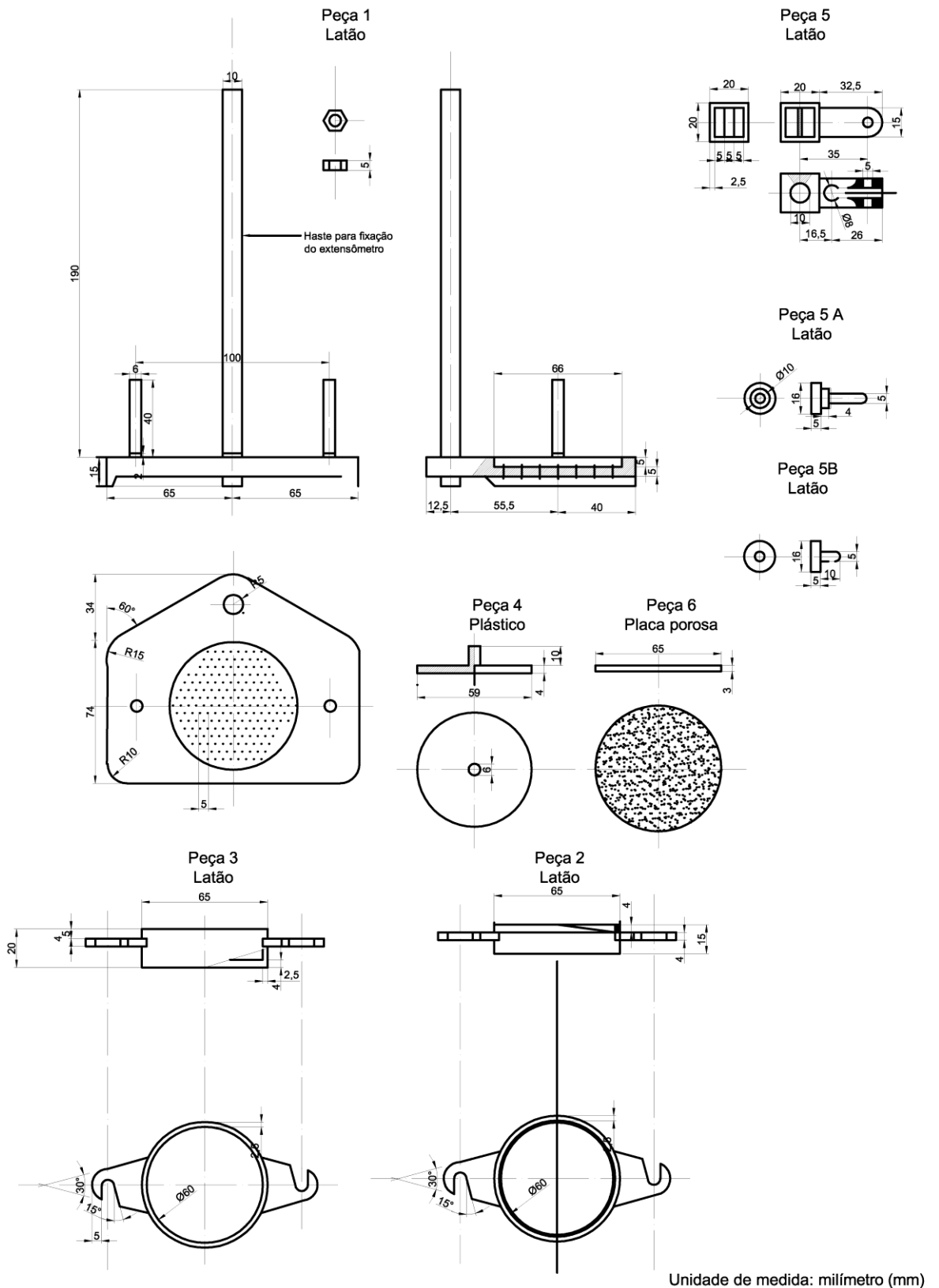
L_1 - leitura final do extensômetro

Todos os valores são expressos em milímetros.

O resultado deve ser apresentado arredondando-se a unidade.

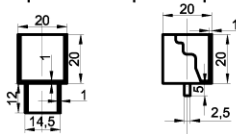
Anexo A (Normativo)

Figura 1 – Aparelho para determinação da expansibilidade



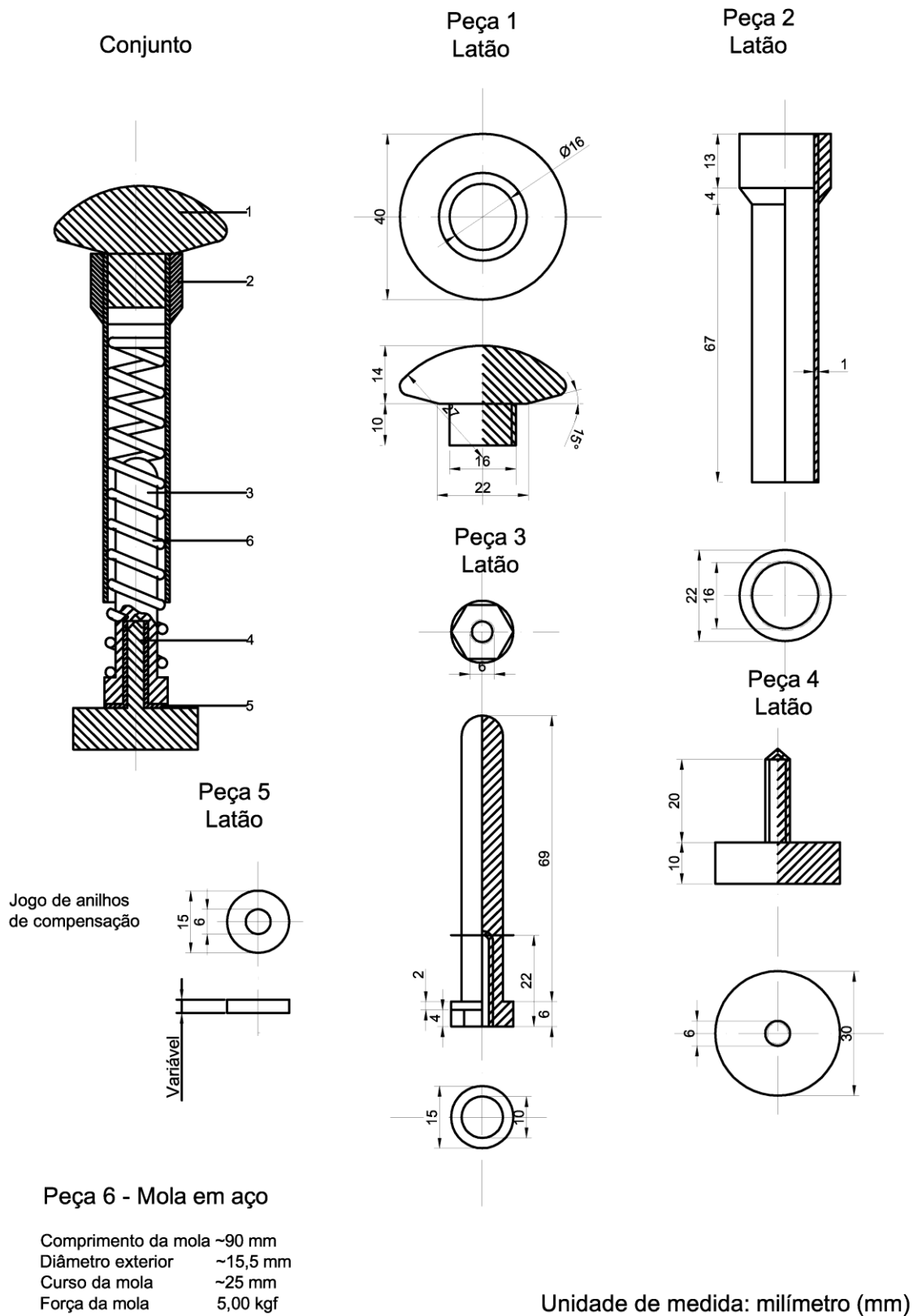
Unidade de medida: milímetro (mm)

Exemplos de recipientes para tara



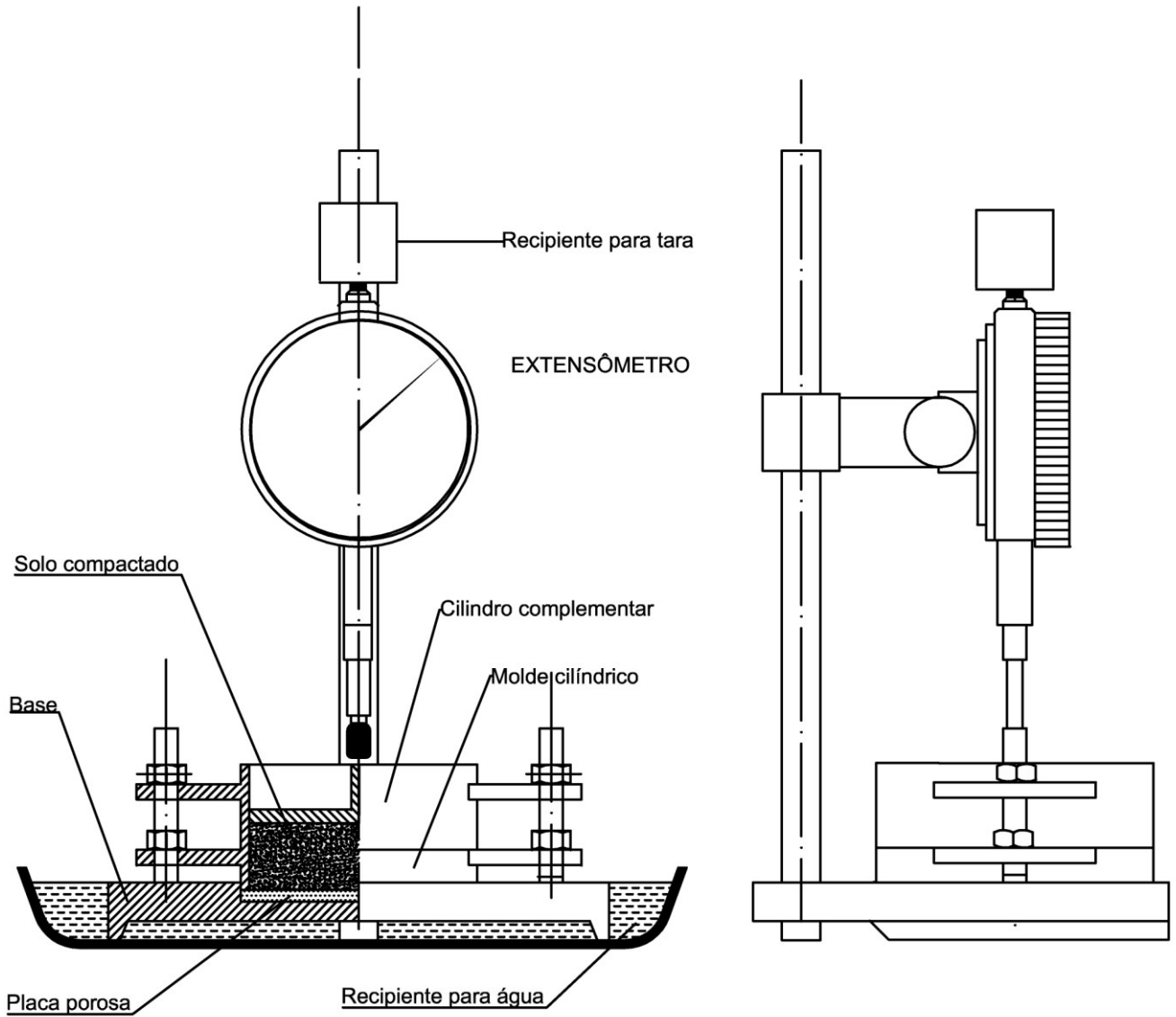
Anexo B (Normativo)

Figura 2 – Soquete de compactação



Anexo C (Normativo)

Figura 3 – Montagem do ensaio



Índice geral

Abstract		1	Objetivo	1	1
Anexo A (Normativo) Figura 1		4	Precauções na execução do ensaio	5.2	2
Anexo B (Normativo) Figura 2		5	Prefácio		1
Anexo C (Normativo) Figura 3		6	Preparação da amostra	5.1	2
Aparelhagem	4	2	Referência normativa	2	1
Definição	3	1	Resultado	6	3
Ensaio	5.3	3	Resumo		1
Execução do ensaio	5	2	Sumário		1
Índice geral		7			
