



MT - DEPARTAMENTO NACIONAL DE ESTRADAS DE RODAGEM
DIRETORIA DE DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO - IPR
DIVISÃO DE CAPACITAÇÃO TECNOLÓGICA
Rodovia Presidente Dutra km 163 - Centro Rodoviário, Parada de Lucas
Rio de Janeiro, RJ - CEP 21240-330
Norma rodoviária
Método de Ensaio
DNER-ME 091/98
p. 01/06

Concreto - ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos

RESUMO

Este documento apresenta o método de ensaio para determinação da resistência à compressão de corpos-de-prova cilíndricos de concreto, inclusive de testemunhos de estruturas. Prescreve a aparelhagem, o procedimento, e as condições para obtenção dos resultados.

ABSTRACT

This document covers determination of compressive strength of cylindrical concrete specimens and samples of structures. It presents the apparatus, proceedings and conditions for obtaining results.

SUMÁRIO

- 0 Prefácio
- 1 Objetivo
- 2 Referências
- 3 Aparelhagem
- 4 Corpos-de-prova e testemunhos de estruturas
- 5 Procedimento
- 6 Cálculos

7 Relatório

0 PREFÁCIO

Esta Norma tem por fim a substituição da DNER-ME 091/94, que adotava a ABNT NBR 5739/94 no DNER pelo Processo de Referência, por outro texto descritivo correspondente, com aperfeiçoamento técnico, e em conformidade com a DNER-PRO 101/97.

1 OBJETIVO

1.1 Fixar o método de ensaio para determinação da resistência à compressão de corpos-de-prova cilíndricos de concreto.

1.2 Esta Norma também se aplica ao ensaio de testemunhos cilíndricos de estruturas de concreto, obtidos de acordo com a NM 69.

2 REFERÊNCIAS

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

- a) DNER-ME 046/98 - Concreto - moldagem e cura de corpos-de-prova cilíndricos ou prismáticos;

Macrodescriptores MT : cimento, concreto, ensaio de laboratório, ensaio mecânico

Microdescriptores DNER : cimento, concreto, corpo-de-prova, compressão, ensaio de laboratório

Palavras-chave IRRD/ IPR : cimento (4758), concreto (4755), compressão (5532), cilindro (mat) (6458), ensaio (6255)

Descritores SINORTEC : cimentos, ensaio de laboratório, ensaio de compressão, ensaio mecânico

Aprovada pelo Conselho Administrativo em 13/08/98, Resolução nº 26/98, Sessão nº CA/12/98

Autor: DNER/DrDTc (IPR) Revisão da DNER-ME 091/94 e

Processo nº 51100004470/98.60 Adaptação à DNER-PRO 101/97

- b) ABNT NBR 6156/83 - Máquina de ensaio de tração e compressão - verificação;
- c) ABNT NM 69:96 - Concreto endurecido - extração, preparação e ensaio de testemunhos de estruturas de concreto;
- d) ABNT NM 77:96 - Concreto - preparação das bases de corpos-de-prova e testemunhos cilíndricos para ensaio de compressão;
- e) ABNT NM 101:96 - Concreto - ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos;
- f) Projeto de Norma Mercosul (NM) 05:03-0136 - Concreto - procedimento para moldagem e cura de corpos-de-prova.

3 APARELHAGEM

3.1 Máquina de ensaio

3.1.1 Tipo

A máquina de ensaio poderá ser de qualquer tipo, de capacidade suficiente e que cumpra com as exigências definidas a seguir.

3.1.2 Sistema de regulagem de aplicação de cargas

Deve ser provida de um sistema de regulagem que possibilite a aplicação de carga continuamente e sem choques, de acordo com os limites definidos em 5.2.1.

3.1.3 Pratos de carga

3.1.3.1 A máquina de ensaio deve dispor de dois pratos de aço, entre os quais os corpos-de-prova de ensaio são submetidos à compressão. A superfície de contato dos pratos deve ter dureza Rockwell igual ou superior e 55 HCR e a profundidade da capa de aço tratada não deve ser inferior a 5 mm.

3.1.3.2 As superfícies dos pratos que ficarão em contato com as bases do corpo-de-prova no ensaio devem ser planas e estar retificadas. Não devem apresentar afastamento de contato, em relação a uma superfície plana tomada como referência, superior a 0,01 mm para cada 100 mm de diâmetro do corpo-de-prova. Em máquinas usadas, os pratos devem ser submetidos a uma nova retificação quando apresentarem um afastamento com relação à superfície plana de referência que seja o dobro do valor especificado.

3.1.3.3 A menor dimensão da superfície dos pratos deve ser superior em 3%, no mínimo, ao diâmetro do corpo-de-prova a ser ensaiado. O prato inferior deve ter marcas de referência para centralização do corpo-de-prova. No caso dessas marcas serem feitas em baixo relevo na superfície do prato, sua medida transversal não deve ser superior a 1 mm.

3.1.3.4 A espessura dos pratos deve ser tal que assegure sua indeformabilidade durante o ensaio. As dimensões mínimas são as seguintes:

- a) prato inferior: 25 mm quando novo e 22,5 mm quando usado;
- b) prato superior: quando o raio da rótula for inferior ao do corpo-de-prova a ser ensaiado, a parte do prato fora da esfera da rótula deve ter espessura igual ou superior à diferença entre o raio do corpo-de-prova e o raio da esfera.

3.1.4 Rótula

3.1.4.1 O prato superior deve assentar-se em uma rótula ou calota esférica, que permita efetuar movimento de rotação não inferior a 4° ao redor de seu eixo vertical e rotação completa sobre seu eixo horizontal.

3.1.4.2 O centro da esfera da rótula deve coincidir com o centro da superfície de apoio do prato superior sobre o corpo-de-prova de ensaio, com uma tolerância de 1/200 da diagonal ou do diâmetro do prato, conforme seja este, quadrado ou circular. Por sua vez, o centro da rótula deve coincidir verticalmente com o centro do elemento que transmite a carga aos pratos, com uma tolerância de $\left(0,2 + \frac{h}{20}\right)$ mm, sendo h a distância entre pratos expressa em milímetros, no ensaio considerado.

3.1.4.3 A rótula deve ter diâmetro superior a 75% do diâmetro do corpo-de-prova a ser ensaiado.

3.1.5 Elementos de leitura de cargas

3.1.5.1 A leitura das cargas deve ser realizada com resolução de, no mínimo, 1% do resultado do ensaio. Dessa forma, o resultado mínimo aceitável deve corresponder a 100 vezes a resolução do elemento de leitura.

3.1.5.2 Para que sejam válidas as leituras obtidas, estas devem estar compreendidas entre 20% e 90% da capacidade máxima da escala utilizada.

3.1.5.3 A resolução do elemento de leitura deve ser superior a 1,5% da capacidade máxima da escala utilizada.

3.1.5.4 O elemento de leitura deve dispor de um indicador da carga máxima alcançada.

3.1.6 Verificação e exatidão da máquina de ensaio

3.1.6.1 Verificação

A máquina de ensaio deve ser verificada de acordo com a Norma NBR 6156, de forma rotineira em intervalos de tempo não superiores a um ano. De forma extraordinária, deve ser verificada sempre que se suspeite da existência de algum erro ou quando for realizada qualquer operação de reparação de algum mecanismo da máquina, toda vez que ela seja movimentada (transportada).

3.1.6.2 Exatidão

O erro de leitura dentro das escalas em que a máquina de ensaio pode ser utilizada deve ser inferior a 1%.

4 CORPOS-DE-PROVA E TESTEMUNHOS DE ESTRUTURAS

4.1 Corpos-de-prova

Os corpos-de-prova para a realização deste ensaio devem cumprir com o estabelecido no Projeto de Norma MERCOSUL 05:03-0136, conforme corresponda.

4.2 Testemunhos de estruturas de concreto

Os testemunhos de estruturas de concreto endurecido para este ensaio devem cumprir com o estabelecido na NM 69.

4.3 Preparação das bases

Antes da execução do ensaio devem ser preparadas as bases dos corpos-de-prova e dos testemunhos, de acordo com o estabelecido na NM 77.

4.4 Condições de ensaio

Os corpos-de-prova curados em câmara úmida ou submersos em água devem ser ensaiados imediatamente após serem retirados de seu local de cura. Se por algum motivo houver necessidade de aguardar algum tempo entre a cura e o ensaio, intervalo de tempo que não deve exceder a 3 h, os corpos-de-prova devem ser mantidos úmidos sendo cobertos com panos úmidos até o instante de ensaio, a fim de evitar evaporação.

4.5 Medições

4.5.1 O diâmetro do corpo-de-prova de ensaio deve ser determinado como a média aritmética de dois diâmetros nominais medidos, com precisão de 1 mm, na metade da altura do corpo-de-prova.

4.5.2 A altura do corpo-de-prova de ensaio incluindo o capeamento, deve ser medida sobre seu eixo longitudinal, com precisão de 1 mm.

5 PROCEDIMENTO

5.1 Colocação do corpo-de-prova na máquina de ensaio

5.1.1 Antes de iniciar cada ensaio, devem ser cuidadosamente limpas as superfícies planas de contato dos pratos superior e inferior da máquina de ensaios e também as bases de cada corpo-de-prova.

5.1.2 Colocar o corpo-de-prova sobre a base de apoio e centrá-lo sobre sua superfície, tomando como referência as marcas definidas em 3.1.3.3.

5.1.3 Ao ser iniciada a aproximação do prato superior com o corpo-de-prova, a parte móvel deste deve ser rodada manualmente, com a finalidade de facilitar o contato uniforme e sem choques com a base superior do corpo-de-prova.

5.2 Aplicação da carga

5.2.1 A seguir se aplica a carga de forma contínua e sem choques bruscos, de forma que o aumento da tensão média sobre o corpo-de-prova seja de (0,15 a 0,35) MPa/s.

5.2.2 A carga deve ser aplicada sem variação das condições definidas em 5.2.1, até que ocorra a ruptura. Registrar o valor da máxima carga alcançada, o tipo de ruptura e toda informação relacionada com o aspecto do concreto na região da ruptura.

5.2.3 Os corpos-de-prova devem ser rompidos à compressão para uma dada idade especificada, com as tolerâncias de tempo descritas na Tabela 1. Em se tratando de corpos-de-prova moldados de acordo com o Projeto de Norma Mercosul 05:03-0136, a idade deve ser contada a partir do momento que o cimento é posto em contato com a água de mistura.

Tabela 1 - Tolerância de tempo para o ensaio de compressão em função da idade de ruptura

Idade de ensaio	Tolerância permitida
24 h	± 30 min ou 2,1%
3 d	± 2 h ou 2,8%
7 d	± 6 h ou 3,6%
28 d	± 20 h ou 3,0%
60 d	± 36 h ou 2,5%
90 d	± 2 d ou 2,2%

6 CÁLCULOS

A resistência à compressão do corpo-de-prova deve ser calculada, aproximando a 0,1 MPa, através da fórmula seguinte:

$$f_c = \frac{4Q}{\pi d^2}$$

onde:

f_c - é a resistência à compressão, em megapascais;

Q - é a carga máxima alcançada, em Newtons;

d - é o diâmetro do corpo-de-prova, em milímetros.

7 RELATÓRIO

O relatório do ensaio deve incluir o seguinte:

- a) identificação do corpo-de-prova;
 - b) diâmetro e altura do corpo-de-prova, em milímetros;
 - c) carga máxima, em Newtons;
 - d) resistência à compressão, em megapascais;
 - e) idade do corpo-de-prova;
 - f) defeitos observados no corpo-de-prova;
 - g) tipo de ruptura;
 - h) data do ensaio.
-