

ABNT NBR 7680:2015
Concreto – Extração, preparo, ensaio e
análise de testemunhos de estruturas de
concreto – Parte 1: Resistência à
compressão

Eng.º Felipe C. Bungenstab, M.Sc.
Brascontec Engenharia e Tecnologia Ltda

ABNT NBR 7680-1:2015

- ❑ PRINCIPAIS ASPECTOS DA NBR 7680-1
 - ❑ Escopo
 - ❑ Campo de aplicação e exigências gerais
 - ❑ Equipamentos
 - ❑ Amostragem
 - ❑ Extração dos testemunhos
 - ❑ Preparo dos testemunhos
 - ❑ Determinação da resistência à compressão
 - ❑ Análise crítica
- ❑ COMENTÁRIOS SOBRE AS MUDANÇAS DA NOVA VERSÃO (2015)

INTRODUÇÃO

3



Pergunta: Extração de testemunhos =
Problemas no concreto da obra?

Resposta: Nem sempre! Como é o caso da
avaliação de estruturas antigas.

ESCOPO

NBR 7680-1/2015

- a) Aceitação do concreto, em caso de não- conformidade (NBR 12655)
- b) Avaliação da segurança estrutural de obras em andamento
- c) Verificação da segurança de obras existentes (Retrofit, mudança de uso, incêndio, acidentes, colapsos parciais, etc.)

24 páginas – somente a parte 1

NBR 7680/2007

- a) Requisitos exigíveis pra extração, preparo e ensaio de testemunhos cilíndricos e prismáticos de concreto simples, armado e protendido.

12 páginas

CAMPO DE APLICAÇÃO E EXIGÊNCIAS GERAIS



- ❑ Extração depende de aprovação prévia de um engenheiro responsável.
- ❑ No caso de mais envolvidos (buscar o planejamento em comum acordo com concreteira, projetista, construtora, laboratório).
- ❑ Extração de testemunhos de estruturas em execução:
 - O projetista deve avaliar os resultados do fck, est antes da realização de extrações, para evitar danos desnecessários à estrutura.
 - Resultado **positivo** – **OK!**
 - Resultado **negativo** – **Planejamento das extrações.**

PLANEJAMENTO



EQUIPAMENTOS

7



→ Extratora /
Caroteadora

→ Cálice

→ Coroa

→ Diamantada



AMOSTRAGEM

8

- ❑ Formação de lotes
- ❑ Quantidade de testemunhos

Tabela 1 – Mapeamento da estrutura, formação de lotes e quantidade de testemunhos a serem extraídos

Tipo de controle (conforme ABNT NBR 12655)	Mapeado (rastreadibilidade)		Formação de lotes		Quantidade de testemunhos por lote ^a
	No lançamento	Por ensaios não destrutivos			
Amostragem total	Sim	opcional	Cada lote corresponde ao volume de uma betonada ou de um caminhão-betoneira	Aplicado em um elemento estrutural	2
				Aplicado em mais do que um elemento estrutural	3
	Não	Sim	Conforme o mapeamento. Cada lote deve corresponder ao conjunto contido em um intervalo restrito de resultados dos ensaios não destrutivos ^b	Até 8 m ³	3 ^c
				Maior que 8 m ³ e menor que 50 m ³	4
Amostragem parcial	Indiferente	Sim	Conforme o mapeamento. Cada lote deve corresponder ao conjunto contido em um intervalo restrito de resultados dos ensaios não destrutivos ^b	Até 8 m ³	4
				Maior que 8 m ³ e menor que 50 m ³	6
Casos excepcionais	Vale o critério de amostragem parcial conforme ABNT NBR 12655 (concreto preparado na obra).				
^a Ver seção 6. ^b Para o índice esclerométrico e velocidade de propagação de onda ultrassônica, recomenda-se que seja adotado como dispersão máxima do conjunto de resultados o intervalo de ± 15 % do valor médio. ^c Em se tratando de um único elemento estrutural, a quantidade de testemunhos deve ser reduzida a dois, de forma a evitar danos desnecessários.					

ESCOLHA DOS LOCAIS PARA EXTRAÇÃO

9

- Distância $\geq \emptyset$ (com relação às bordas dos elementos estruturais ou juntas)
- Distância $\geq \emptyset$ (entre bordas de perfurações)
- Distância $\geq 30\text{cm}$ (dos limites superior e inferior da etapa de concretagem – exsudação concreto em elementos verticais)
- Não podem ser cortadas armaduras – necessário realizar pacometria / consulta ao projeto estrutural
- Pilares – redução de seção máxima de 10% e furos na mesma prumada (quando >1), se necessário providenciar escoramento.

EXTRAÇÃO DOS TESTEMUNHOS

10

- ❑ Testemunhos devem estar íntegros, isentos de fissuras, segregação, ondulações, etc.
- ❑ Permitido barras de aço em direção ortogonal ($80 - 100^\circ$) com $\varnothing_{\text{máx}} = 10\text{mm}$
- ❑ Não são admitidas barras cruzadas dentro do terço médio, na mesma seção



PREPARO DOS TESTEMUNHOS

11

- ❑ Corte dos testemunhos para ajuste da relação h/D
- ❑ Preparação das faces (retífica ou capeamento)
- ❑ Determinar a massa específica do concreto para cada testemunho

$$\rho = \frac{m}{v}$$

- ❑ Possível verificar a qualidade do adensamento (diferença entre a massa específica do testemunho e do concreto fresco)
- ❑ 1 – 7% a mais no índice de vazios = 5 – 7% a menos de resistência à compressão

DIMENSÕES DOS TESTEMUNHOS

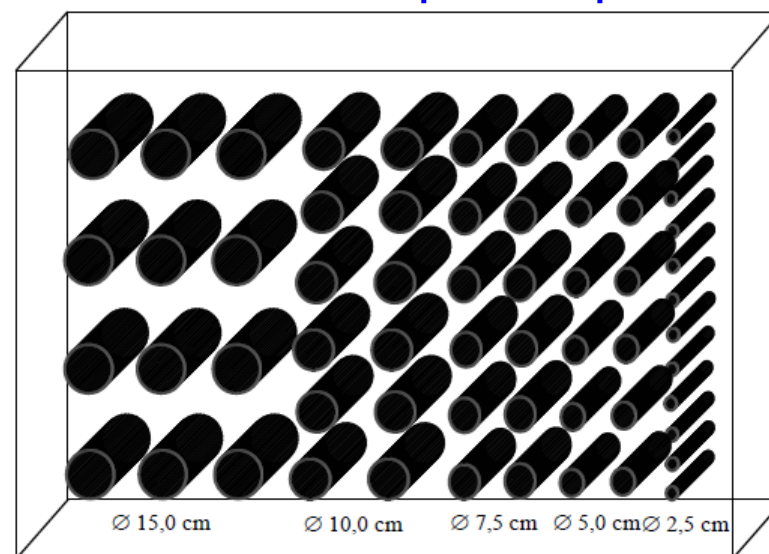
12

- ❑ $> 3x$ máxima dimensão



- ❑ $1,0 \leq h/D \leq 2,0$
- ❑ $\emptyset \geq 100$ mm (preferencialmente)
- ❑ Testemunhos com $\emptyset 75$ mm – grande concentração de armaduras

- ❑ Testemunhos com $\emptyset 50$ mm – caso extremo, deve-se utilizar o dobro de corpos de prova.



Vieira Filho, J.O (2007)

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO

13

- ❑ Procedimento da NBR 5739
- ❑ Obtenção do $f_{ci, ext, inicial}$



Necessita de correções

Testemunho



Corpo de prova moldado



COEFICIENTES DE CORREÇÃO

14

□ k_1 (relação h/D)

Tabela 2 – Valores de k_1

h/d	2,00	1,88	1,75	1,63	1,50	1,42	1,33	1,25	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00
k_1	0,00	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,05	-0,06	-0,07	-0,08	-0,09	-0,10	-0,11	-0,12	-0,13	-0,14

□ k_2 (efeito do broqueamento em função do diâmetro do testemunho)

Tabela 3 – Valores de k_2 em função do efeito do broqueamento em função do diâmetro do testemunho

Diâmetro do testemunho (d_t) mm	≤ 25	50 ^a	75	100	≥ 150
k_2	Não permitido	0,12	0,09	0,06	0,04

^a Neste caso, o número de testemunhos deve ser o dobro daquele estabelecido na Tabela 1.

COEFICIENTES DE CORREÇÃO

15

- ❑ **k3** (direção da extração em relação ao lançamento do concreto)
 - sentido paralelo de lançamento (lajes) do concreto ($k3 = 0$)
 - sentido ortogonal ao lançamento (pilares, cortinas, etc.) do concreto ($k3 = 0,05$)

- ❑ **k4** (efeito de umidade no testemunho)
 - se saturados, caso de estruturas em contato com água ($k4 = 0$)
 - se secos ao ar, caso de estruturas fora de contato com água ($k4 = -0,04$)

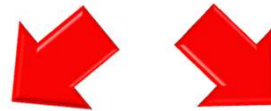
AVALIAÇÃO DE CONFORMIDADE

16

$f_{ci, ext, inicial}$



$$f_{ci, ext} = [1 + (k1 + k2 + k3 + k4)] \times f_{ci, ext, inicial}$$



- ☐ Recebimento da estrutura
(verificação da segurança estrutural)

$$f_{ck, ext, seg} = \sum_{i=1}^n f_{ci, ext} / n$$

- ☐ Avaliação da resistência do concreto entregue para aceitação

$$f_{ci, ext, pot} = f_{ci, ext}$$

$$f_{c, ext, pot} \geq f_{ck}$$

ENSAIOS NÃO-DESTRUTIVOS

17

ESCLEROMETRIA



ENSAIOS NÃO-DESTRUTIVOS

18

ULTRASSOM

Tabela 1. Qualidade do concreto em função da velocidade de onda. (Whitehurst; apud Junior, 2009).

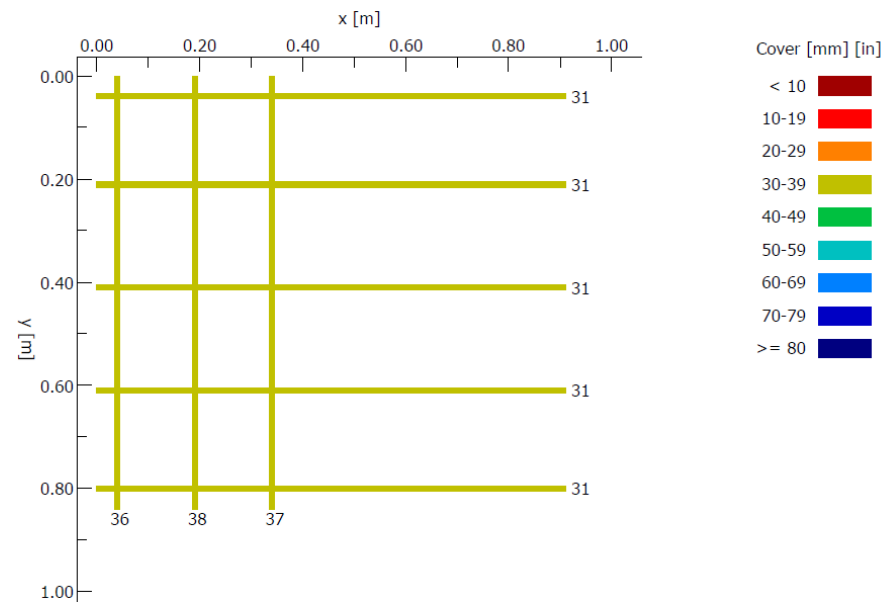
	Qualidade do concreto				
	Excelente	Boa	Duvidosa	Ruim	Muito Ruim
Velocidade $m.s^{-1}$	> 4500	3500 – 4500	3000 – 3500	2000 – 3000	< 2000



ENSAIOS NÃO-DESTRUTIVOS

19

PACOMETRIA



AQUI NO LABORATÓRIO NÓS NÃO ACREDITAMOS
EM AMOSTRAS ESTATÍSTICAS.
NÃO É SÓ UM POUQUINHO DE SANGUE QUE VAI
SER SUFICIENTE PRA PROVAR SE O SENHOR ESTÁ
OU NÃO DOENTE, NÃO É VERDADE.?



OBRIGADO!

