

Comparação das Normas: ACI, CEB e NBR

Cobrimentos Nominais

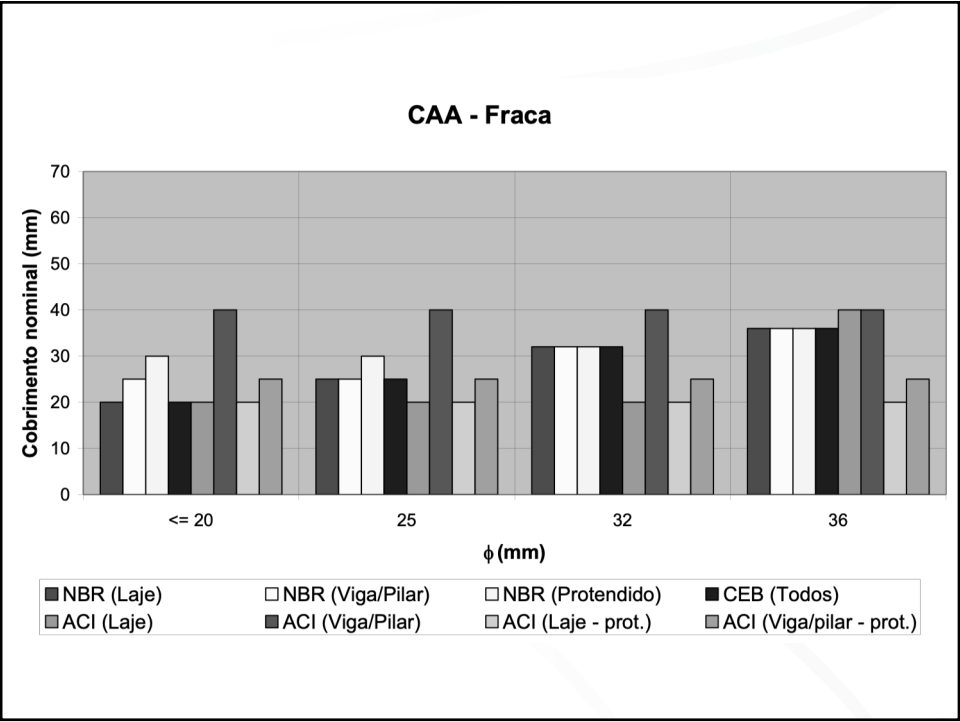
1

Variáveis que influem na determinação do Cobrimento nominal

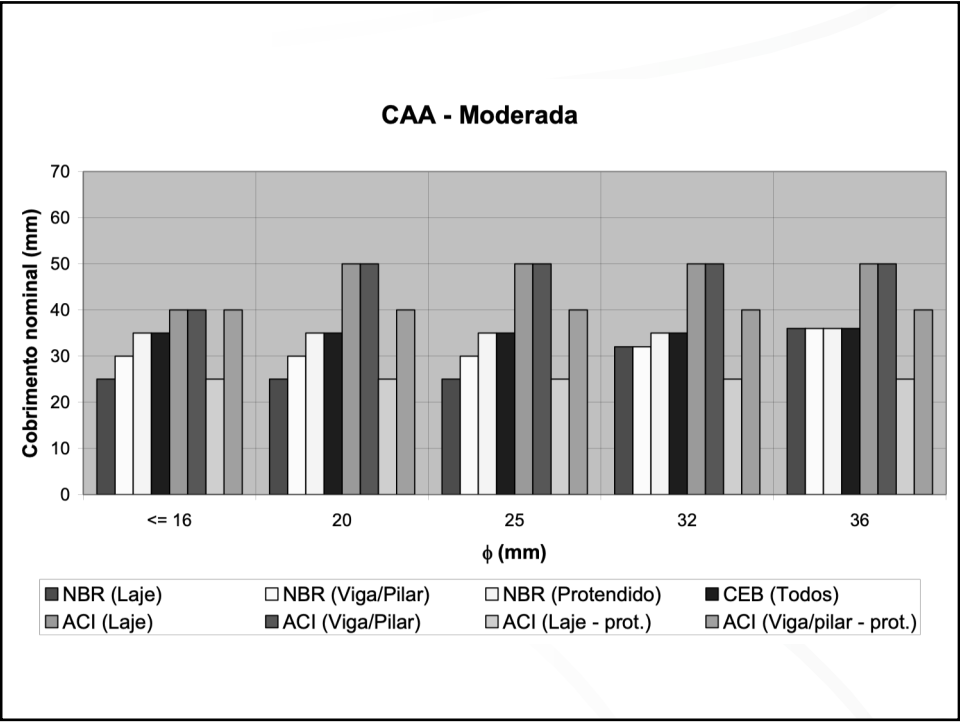
NBR	CEB	ACI
CAA	CAA	CAA
Elemento estrutural	Limites construtivos	Elemento estrutural
Presença de protensão		Presença de protensão
Limites construtivos		Limites construtivos
<i>Limites construtivos</i>	<i>Limites construtivos</i>	<i>Limites construtivos</i>
$\geq \phi_{\text{barra}}$	$\geq \phi_{\text{barra}}$	$f(\phi)$
$\geq \phi_{\text{feixe}}$	$\geq \phi_{\text{feixe}}$	
$\geq 0,5 \phi_{\text{bainha}}$	Na ancoragem = 3ϕ	
$d_{\text{max}} \leq 1,2 c_{\text{nom}}$		

CAA - Classe de agressividade Ambiental

2



3



4

CAA Forte e CAA Muito Forte

	CAA	
	III	IV
NBR (Laje)	35	45
NBR (Viga/Pilar)	40	50
NBR (Protendido)	45	55
CEB (Todos)	50	***
ACI (Laje) *	50	50
ACI (Viga/Pilar) *	60	60
ACI (Laje - prot.) **	37,5	37,5
ACI (Viga/pilar - prot.) **	60	60

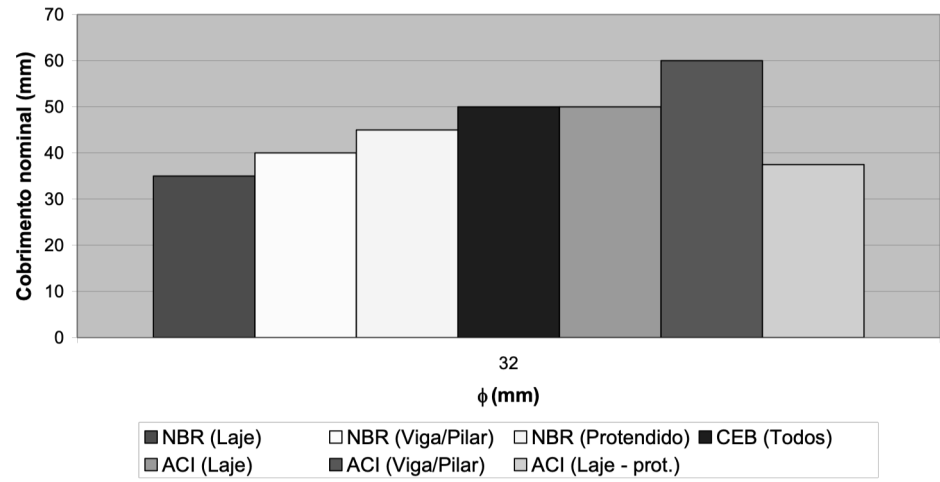
* Valores retirados dos comentários / a norma só cita que os valores devem ser aumentados

** Valores calculados / a norma diz que os valores devem ser acrescidos em 50% p/ essas CAA

*** Deve ser estudado de acordo com o ambiente ao qual a obra é exposta

5

CAA - Forte



6

Comparação das Normas: ACI, CEB e NBR

Classes de exposição

7

Classes de agressividade ambiente

(adaptado das normas originais)

Norma	Classe de Agressividade*			
	<i>Fraca</i>	<i>Moderada</i>	<i>Forte</i>	<i>Muito forte</i>
ACI 318-02	--	--	**	**
CEB	I	II	III e IV	V
	Ambiente seco	Ambiente úmido	Ambiente úmido+ Saís de degelo / Marinho	Ambiente agressivo
NBR 6118-03	I	II	III	IV
	Rural / Submerso	Urbana	Marinha / Industrial	Industrial / Respingos de Maré

* Segundo a NBR 6118-03

** O ACI apresenta apenas ressalvas e cuidados gerais relativos à situações de exposição muito agressivas (presença de cloretos, sulfatos etc).

8

Comparação das Normas: ACI, CEB e NBR

Flechas máximas

9

Flechas

- NBR
 - Caso geral: $l/250$
 - Caso especial: $l/350$
- CEB
 - P/ simples verificação: $l/300$
 - Limitada indiretamente pela relação altura/vão do elemento estrutural
- ACI
 - Limitada indiretamente pela relação altura/vão do elemento estrutural

10

Relação altura/vão (CEB)

$$\frac{l}{d} \leq \lambda = \lambda_0 k_T k_l \left(\frac{400}{f_{yk}} \right)$$

Onde:

λ_0 : f (sistema estrutural e nível de tensão no concreto)

$k_T = 1.0$ p/ relação mesa/alma < 3 ;

$= 0,8$ p/ relação mesa/alma > 3

$k_l = 7/l \leq 1$, com l em metros

f_{yk} : tensão limite do aço

11

Relação altura/vão (ACI)

TABLE 9.5(a)—MINIMUM THICKNESS OF NONPRESTRESSED BEAMS OR ONE-WAY SLABS UNLESS DEFLECTIONS ARE COMPUTED

	Minimum thickness, h			
	Simply supported	One end continuous	Both ends continuous	Cantilever
Member	Members not supporting or attached to partitions or other construction likely to be damaged by large deflections.			
Solid one-way slabs	$l/20$	$l/24$	$l/28$	$l/10$
Beams or ribbed one-way slabs	$l/16$	$l/18.5$	$l/21$	$l/8$

* Span length l is in millimeters.

Values given shall be used directly for members with normal weight concrete ($w_c = 2300 \text{ kg/m}^3$) and Grade 420 reinforcement. For other conditions, the values shall be modified as follows:

a) For structural lightweight concrete having unit weight in the range 1500–2000 kg/m^3 , the values shall be multiplied by $(1.65 - 0.0003 w_c)$ but not less than 1.09, where w_c is the unit weight in kg/m^3 .

b) For f_y other than 420 MPa, the values shall be multiplied by $(0.4 + f_y / 700)$.

12

Relação altura/vão (ACI)

TABLE 9.5(c)—MINIMUM THICKNESS OF SLABS WITHOUT INTERIOR BEAMS

Yield strength, f_y , MPa*	Without drop panels†			With drop panels†		
	Exterior panels		Interior panels	Exterior panels		Interior panels
	Without edge beams	With edge beams‡		Without edge beams	With edge beams‡	
300	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{40}$	$\frac{\ell_n}{40}$
420	$\frac{\ell_n}{30}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{33}$	$\frac{\ell_n}{36}$	$\frac{\ell_n}{36}$
520	$\frac{\ell_n}{28}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{31}$	$\frac{\ell_n}{34}$	$\frac{\ell_n}{34}$

* For values of reinforcement yield strength between the values given in the table, minimum thickness shall be determined by linear interpolation.

† Drop panel is defined in 13.3.7.1 and 13.3.7.2.

‡ Slabs with beams between columns along exterior edges. The value of α for the edge beam shall not be less than 0.8.

13

Comparação das Normas: ACI, CEB e NBR

Aberturas de fissuras máximas toleradas

14

Variáveis que influem na determinação do Limite Máximo de Abertura de Fissuras		
NBR	CEB	ACI
CAA	CAA	CAA
Presença de protensão	Presença de protensão	Presença de protensão
<i>Presença de Protensão</i>	<i>Presença de Protensão</i>	<i>Presença de Protensão</i>
Pré ou Pós-Tração	Pré ou Pós-Tração	
Nível de Protensão		Nível de Protensão

CAA - Classe de agressividade Ambiental

15

w_k – Concreto Armado Simples

Norma	Classe de Agressividade ⁽¹⁾			
	<i>Fraca</i>	<i>Moderada</i>	<i>Forte</i>	<i>Muito Forte</i>
CEB	⁽²⁾	0,3	0,3	⁽³⁾
ACI	⁽⁴⁾	⁽⁴⁾	⁽⁵⁾	⁽⁵⁾
NBR	0,4	0,3	0,2	0,2

⁽¹⁾ Segundo a NBR 6118-03

⁽²⁾ Permite relaxar os valores de aberturas de fissuras para valores maiores

⁽³⁾ A ser definido em acordo com o cliente dependendo da espessura e qualidade do concreto e camadas de proteção adicionais

⁽⁴⁾ Para agressividades ambientais fraca e moderada controla-se o espaçamento do reforço mais próximo à face em tensão do elemento

⁽⁵⁾ Precisa-se de precauções e investigações especiais

16

w_k – Concreto Protendido

Norma	Classe de Agressividade			
	Fraca	Moderada	Forte	Muito Forte
CEB (pré)	0,2	0	0 e/ou prot adic	0 e/ou prot adic
CEB (pós)	0,2	0,2	0 e/ou prot adic	0 e/ou prot adic
ACI (fissurada)	⁽¹⁾	⁽¹⁾	⁽²⁾	⁽²⁾
ACI (transição)	nihil	nihil	nihil	nihil
ACI (ñ fissurada)	nihil	nihil	nihil	nihil
NBR (pré-nível 1)	0,2	nd	nd	nd
NBR (pós-nível 1)	0,2	0,2	nd	nd
NBR (pré- nível 2)	nihil	⁽³⁾	nd	nd
NBR (pós-nível 2)	nihil	nihil	⁽³⁾	⁽³⁾
NBR (pré-nível 3)	nihil	nihil	⁽⁴⁾	⁽⁴⁾
NBR (pós-nível 3)	nihil	nihil	nihil	nihil

⁽¹⁾ Para agressividades ambientais fraca e moderada controla-se o espaçamento do reforço mais próximo à face em tensão do elemento

⁽²⁾ Precisa-se de precauções e investigações especiais (redução da tensão nos níveis de serviço ou aumento nos cobrimentos de concreto)

⁽³⁾ Verificar ELS-F em regime freqüente de cargas e ELS-D em regime quase permanente de cargas

⁽⁴⁾ Verificar ELS-F em combinação rara de carregamento e ELS-D em regime freqüente de carregamento