



**SENAPPEN**

**MINISTÉRIO DA JUSTIÇA E SEGURANÇA PÚBLICA**

# **CENTRO COMUNITÁRIO PELA VIDA CONVIVE**

**ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA**

**ESTRUTURA EM CONCRETO ARMADO**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>OBJETIVO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>APLICAÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b>	<b>DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA.....</b>	<b>1</b>
<b>4</b>	<b>REQUISITOS GERAIS.....</b>	<b>2</b>
4.1	CLASSIFICAÇÃO QUANTO À AGRESSIVIDADE AMBIENTAL.....	2
4.2	MATERIAIS.....	3
4.2.1	Concreto / Concreto Armado .....	3
4.2.2	Grauteamento .....	4
<b>5</b>	<b>ESFORÇOS SOLICITANTES.....</b>	<b>5</b>
5.1	CARGAS PERMANENTES .....	5
5.2	CARGAS ACIDENTAIS .....	8
5.3	AÇÃO DO VENTO .....	8
5.4	TEMPERATURA.....	8
5.5	RETRAÇÃO .....	8
5.6	CARGAS DEVIDO AO SOLO E ÁGUA.....	9
5.6.1	Empuxo de Terra.....	9
5.6.2	Empuxo de Água.....	9
5.6.3	Sobrecarga no Terreno .....	9
<b>6</b>	<b>MÉTODO DE CÁLCULO .....</b>	<b>10</b>
6.1	ESTADO LIMITE ÚLTIMO .....	10
6.2	ESTADO LIMITE DE SERVIÇO .....	11
6.3	FISSURAÇÃO .....	12
6.4	DEFORMAÇÃO.....	12
6.5	PROTEÇÃO DAS ARMADURAS .....	12

## **1 OBJETIVO**

Este documento tem como objetivo a apresentação dos requisitos adotados para desenvolvimento de projetos em estruturas de concreto pertencentes ao Projeto Centro Comunitário pela Vida - Convive.

## **2 APLICAÇÃO**

Aplica-se ao desenvolvimento dos projetos executivos relacionados ao escopo descrito no campo acima.

## **3 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA**

As seguintes normas foram utilizadas na elaboração deste documento e devem ser adotadas na sua revisão mais atualizada:

NBR 6118	Projeto e Execução de Obras de Concreto Armado
NBR 6120	Cargas para Cálculo de Estruturas de Edificações
NBR 6122	Projeto e Execução de Fundações
NBR 6123	Forças devidas ao Vento em Edificações
NBR 7480	Aço destinado a armaduras para estruturas de concreto armado - Especificação
NBR 14931	Execução de estruturas de Concreto - Procedimento

Além dos códigos e normas acima citados, o projeto deverá cumprir com todas as leis e regulamentações das autoridades locais. Em caso de conflito, o mais estrito prevalecerá.

## 4 REQUISITOS GERAIS

### 4.1 CLASSIFICAÇÃO QUANTO À AGRESSIVIDADE AMBIENTAL

Conforme NBR 6118, a agressividade ambiental está relacionada às ações físicas e químicas que atuam sobre as estruturas de concreto, independentemente das ações mecânicas, das variações volumétricas de origem térmica, da retração hidráulica e outras previstas no dimensionamento das estruturas. Nos projetos das estruturas correntes, a agressividade ambiental deve ser classificada de acordo com o apresentado na Tabela 6.1 da norma citada e pode ser avaliada, simplificada, segundo as condições de exposição da estrutura ou de suas partes:

**Tabela 6.1 – Classes de agressividade ambiental (CAA)**

Classe de agressividade ambiental	Agressividade	Classificação geral do tipo de ambiente para efeito de projeto	Risco de deterioração da estrutura
I	Fraca	Rural	Insignificante
		Submerso	
II	Moderada	Urbano <sup>a, b</sup>	Pequeno
III	Forte	Marinho <sup>a</sup>	Grande
		Industrial <sup>a, b</sup>	
IV	Muito forte	Industrial <sup>a, c</sup>	Elevado
		Respingos de maré	

<sup>a</sup> Pode-se admitir um microclima com uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) para ambientes internos (salas, dormitórios, banheiros, cozinhas e áreas de serviço de apartamentos residenciais e conjuntos comerciais ou ambientes com concreto revestido com argamassa e pintura).

<sup>b</sup> Pode-se admitir uma classe de agressividade mais branda (uma classe acima) em obras em regiões de clima seco, com umidade média relativa do ar menor ou igual a 65 %, partes da estrutura protegidas de chuva em ambientes predominantemente secos ou regiões onde raramente chove.

<sup>c</sup> Ambientes quimicamente agressivos, tanques industriais, galvanoplastia, branqueamento em indústrias de celulose e papel, armazéns de fertilizantes, indústrias químicas, elementos em contato com solo contaminado ou água subterrânea contaminada.

O Projeto Convive será implantado em zonas de vulnerabilidade dos centros urbanos. Desta forma, foi adotada a Classe de Agressividade II no dimensionamento das estruturas. Essa Classe também será atendida em cidades litorâneas, uma vez que a Norma permite que se adote uma classe de agressividade mais branda para o concreto revestido de argamassa e pintura.

## 4.2 MATERIAIS

### 4.2.1 Concreto / Concreto Armado

Os projetos deverão seguir a NBR 6118.

#### 4.2.1.1 Concreto C10

- Consumo mínimo de cimento: 150 kg/m<sup>3</sup> de concreto;
- Resistência característica à compressão:  $f_{ck} \geq 10$  MPa;
- Aplicação: lastros de concreto simples para fundações, pisos e outras estruturas enterradas.

#### 4.2.1.2 Concreto C30

- Consumo mínimo de cimento: 320 kg/m<sup>3</sup> de concreto;
- Fator água-cimento  $\leq 0,55$ ;
- Resistência característica a compressão:  $f_{ck} \geq 30$  MPa;
- Aplicação: fundações e estruturas na classe de agressividade ambiental II.
- Nas estruturas dos reservatórios de água e piscina, deverá ser adicionado ao concreto aditivo cristalizante tipo ADMIX da Penetron ou XYPEX ADMIX C-500 NF ou EQUIVALENTE, segundo as recomendações dos fabricantes. Trata-se de um tratamento químico cristalizante para impermeabilização e proteção química de estruturas de concreto em exposição contínua de água.

#### 4.2.1.3 Armaduras para concreto

As categorias de aço a serem utilizadas como armaduras para as estruturas de concreto armado são as seguintes:

- Aço CA-50: armaduras longitudinais em geral (vigas, pilares, fundações, lajes, galerias, caixas, canaletas, muros de arrimo, etc), armaduras transversais (estribos), etc;
- Aço CA-60: telas soldadas para piso, além de armaduras transversais, armaduras de distribuição, etc (quando especificado);
- Aço CA-25: armaduras construtivas, chumbadores, espaçadores para pisos, grampos, insertos, etc.

Obs.:

- Para o aço CA-50, o coeficiente de conformação superficial deverá ser  $\eta_b \geq 2,25$ ;

- Para o aço CA-60, o coeficiente de conformação superficial deverá ser  $\eta_b \geq 1,0$ ;
- Tratando-se de barras lisas CA-25, o coeficiente de conformação superficial deverá ser  $\eta_b \geq 1,0$ .

O comprimento máximo das barras de armadura, para fins de detalhamento, deverá ser adotado com sendo 12m.

#### 4.2.2 Grauteamento

O grauteamento entre as fundações e a placa de estruturas ou suportes deverá ser executado de acordo com especificações pertinentes. Para a instalação de placas de base de colunas sugere-se adotar os limites fornecidos a continuação, como sendo os valores mínimos para espessura e resistência do graute.

Para a placa de base para a instalação das colunas, o grauteamento deverá obedecer às seguintes condições:

- Espessura: para grauteamento por gravidade, espessura mínima é de 25mm, até 60mm de base. Para cada 60mm ou mais, a espessura deve ser aumentada em 10mm, até um limite total de espessura de 100mm.

## 5 ESFORÇOS SOLICITANTES

### 5.1 CARGAS PERMANENTES

As cargas permanentes abrangerão, além do peso próprio da estrutura, todos os elementos destinados a revestimentos, enchimentos, alvenaria e divisórias, além de todos os elementos que por ela forem permanentemente suportados. Deverão seguir a ABNT NBR 6120.

A tabela 5.1 contém os pesos específicos dos materiais comumente empregados no projeto conforme a NBR 6120:

Tabela 5.1 - Pesos Específicos de Materiais

MATERIAL	PESO ESPECÍFICO (kN /m <sup>3</sup> )
- Concreto simples.	24,0
- Concreto armado.	25,0
- Argamassas em geral.	22,0
- Água.	10,0
- Solo (camadas superficiais argilosas c /pedregulho).	18,5
- Solo (demais camadas).	20,0
- Aço (para concreto estrutural).	78,5
- Alvenaria em bloco de concreto vazado.	14,0
- Alvenaria em bloco cerâmico maciço.	18,0
- Alvenaria em bloco cerâmico vazado.	14,0

Para as lajes de cobertura, foram adotadas as seguintes cargas:

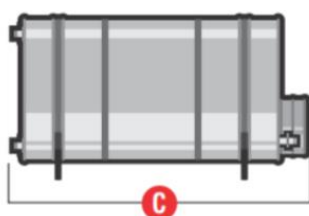
Tabela 5.2 - Pesos Específicos de Materiais

MATERIAL	PESO (kN /m <sup>2</sup> )
- Forro de gesso acartonado, inclui estrutura de suporte.	0,25
- Impermeabilizações em coberturas com manta asfáltica e proteção mecânica, sem revestimento ( $\gamma_{ap} = 18 \text{ kN/m}^3$ ).	1,25

Nas lajes de cobertura do Vestiário, foram previstos boilers de aquecimento de água. Os dados abaixo foram fornecidos pela equipe hidráulica:

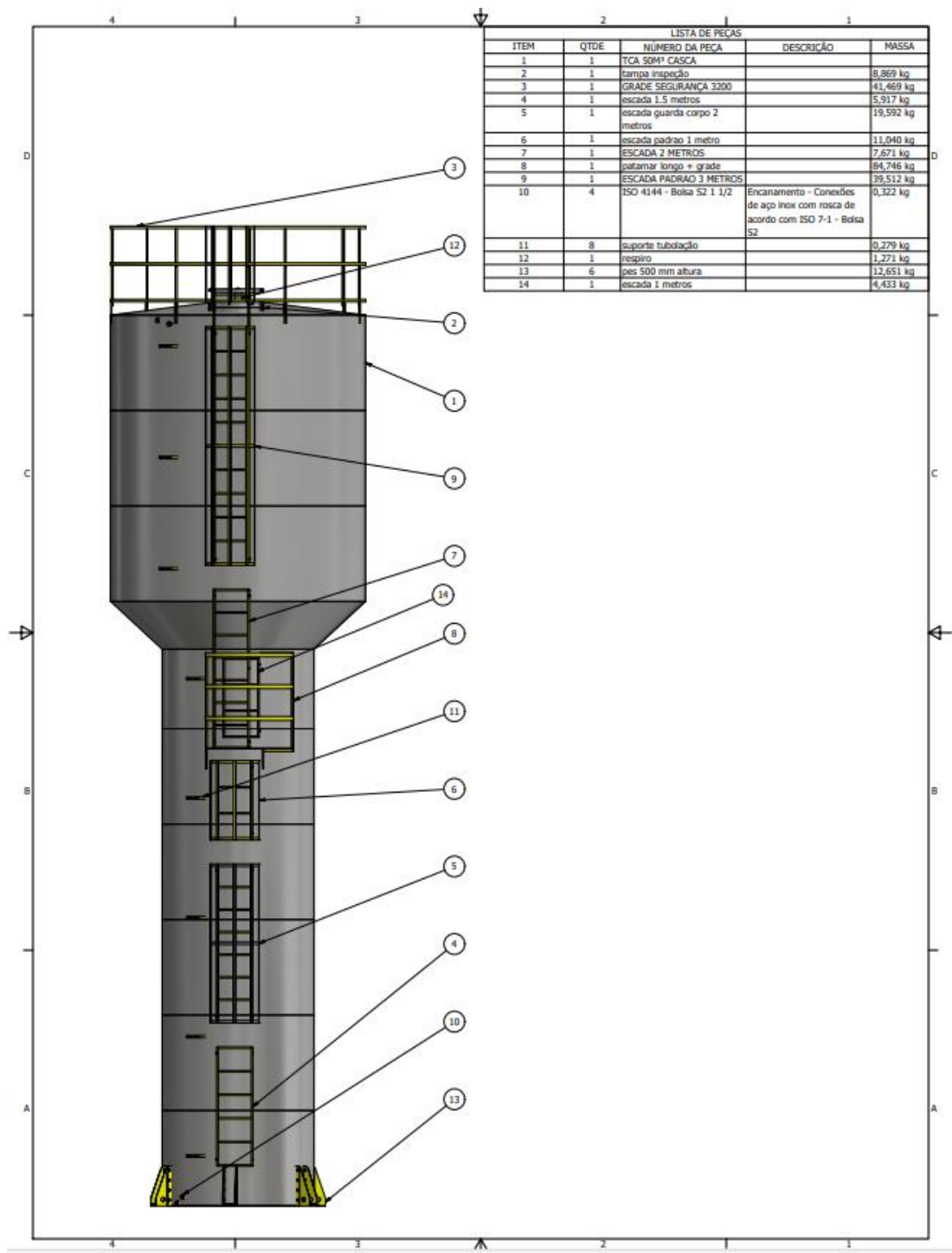
AÇO 304 / 316 - ALTA-PRESSÃO 40mca							
CAPACIDADE	POTÊNCIA VOLTS-FASE	DISJUNTOR (AMPERE)	BITOLA SAÍDA ENTRADA	A (MM)	B (MM)	C (MM)	PESO
100 Lts.	03kw 127/220 BIF	15	3/4	470	480	1050	36,000kg
150 Lts.	03kw 127/220 BIF	15	3/4	470	480	1390	45,000kg
200 Lts.	03kw 127/220 BIF	15	1"	570	600	1250	53,000kg
300 Lts.	03kw 220 BIF	20	1"	600	650	1750	63,000kg
400 Lts.	06kw 220 BIF/TRIF	20	1"	650	700	1650	75,000kg
500 Lts.	06kw 220 BIF/TRIF	20	1"	650	700	2000	97,000kg
600 Lts.	06kw 220 BIF/TRIF	20	1"	650	700	2350	109,000kg
800 Lts.	06kw 220 BIF/TRIF	40	1 1/2"	850	900	2000	121,000kg
1000 Lts.	09kw 220 BIF/TRIF	40	1 1/2"	850	900	2300	132,000kg

Anodo instalado 3/4"



Já o reservatório elevado será tipo “taça” com as seguintes características:





## 5.2 CARGAS ACIDENTAIS

As sobrecargas de utilização serão consideradas de acordo com a última revisão da norma NBR 6120.

Tabela 5.3 - Sobrecargas Mínimas

LOCAL	kN /m <sup>2</sup>
- Áreas técnicas.	4,0
- Coberturas com acesso para manutenção.	1,0
- Coberturas sem acesso.	0,5

## 5.3 AÇÃO DO VENTO

Para a análise dos esforços de vento serão seguidos os parâmetros da norma ABNT NBR-6123 (Forças Devidas ao Vento em Edificações - Procedimento).

A velocidade básica do vento a ser considerada será  $V_0 = 40$  m/s.

Os valores adotados dos coeficientes S1, S2 e S3 são os seguintes:

- S1 = 1,0 (fator topográfico);
- S2 = Categoria III da Norma NBR-6123;
- S3 = 1,0 (fator estatístico).

## 5.4 TEMPERATURA

Nas estruturas, em que os esforços devidos às variações de temperatura sejam significativos, deverão ser adotados os critérios listados na ABNT Norma NBR 6118 – item 11.4.2.

## 5.5 RETRAÇÃO

Deverão ser considerados no cálculo das estruturas os efeitos desfavoráveis da retração. É importante a consideração deste fator no caso de estruturas hidráulicas cuja estanqueidade se faça necessária.

Os efeitos desfavoráveis de retrações diferenciais das estruturas, quando as concretagens se processarem em intervalos de tempo diferentes, deverão ser

igualmente consideradas. Para o cálculo destas solicitações deverá ser considerado o momento de inércia da peça de concreto armado no Estágio II.

## 5.6 CARGAS DEVIDO AO SOLO E ÁGUA

### 5.6.1 *Empuxo de Terra*

Para determinação dos empuxos deverá ser usado o coeficiente de empuxo ativo ( $k_a$ ) ou repouso ( $k_0$ ) em função da deslocabilidade da estrutura e método executivo.

O cálculo do empuxo deverá ser baseado na teoria de Rankine.

### 5.6.2 *Empuxo de Água*

Deverão ser considerados no cálculo o empuxo d'água e a subpressão para a combinação mais desfavorável à estrutura ou fundação. O coeficiente de segurança a flutuação, quando forem desconsiderados atrito e coesão, deverá ser  $\geq 1,10$ .

### 5.6.3 *Sobrecarga no Terreno*

Deverá ser considerada uma sobrecarga mínima de  $5 \text{ kN/m}^2$  para determinação das pressões horizontais e verticais em paredes de subsolo, muros de arrimo e canaletas.

O efeito da compactação deverá ser considerado em função do tipo de terreno, equipamento utilizado e grau de confinamento conferido pelos prédios adjacentes.

## 6 MÉTODO DE CÁLCULO

O cálculo dos esforços reativos e dos esforços solicitantes nas peças de concreto armado será feito no regime elástico.

Em todas as considerações relativas à torção, força cortante, punção, ancoragens, aderência, variação de temperatura, emendas das barras etc., serão obedecidas às prescrições da NBR 6118.

Deverão ser feitas todas as verificações relativas ao estado limite último e estados limites de serviço.

### 6.1 ESTADO LIMITE ÚLTIMO

Conforme a NBR 6881, a ABNT NBR 8681 deve ser consultada para determinação de coeficientes de ponderação. Os valores-base para verificação são os apresentados nas Tabelas 11.1 e 11.2, para  $\gamma_{f1}$ - $\gamma_{f3}$  e  $\gamma_{f2}$ , respectivamente.

Para elementos estruturais esbeltos críticos para a segurança de estrutura, como pilares e pilares-paredes com espessura inferior a 19 cm e lajes em balanço com espessura inferior a 19 cm, os esforços solicitantes de cálculo devem ser multiplicados pelo coeficiente de ajustamento  $\gamma_n$ .

**Tabela 11.1 – Coeficiente  $\gamma_f = \gamma_{f1} \cdot \gamma_{f3}$**

Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
<b>Normais</b>	1,4 <sup>a</sup>	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
<b>Especiais ou de construção</b>	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
<b>Excepcionais</b>	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

onde  
D é desfavorável, F é favorável, G representa as cargas variáveis em geral e T é a temperatura.

<sup>a</sup> Para as ações permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3. Neste caso, as demais ações permanentes devem ser ponderadas conforme a ABNT NBR 8681:2003 Versão Corrigida:2004, Tabela 1.

**Tabela 11.2 – Valores do coeficiente  $\gamma_{f2}$**

Ações		$\gamma_{f2}$		
		$\psi_0$	$\psi_1^a$	$\psi_2$
<b>Cargas de utilização de edificações</b>	Locais em que não há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas <sup>b</sup>	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevada concentração de pessoas <sup>c</sup>	0,7	0,6	0,4
	Biblioteca, arquivos, oficinas e garagens	0,8	0,7	0,6
<b>Vento</b>	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
<b>Temperatura</b>	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3
<sup>a</sup> Para os valores de $\psi_1$ relativos às pontes e principalmente para os problemas de fadiga, ver Seção 23. <sup>b</sup> Áreas com ocupação residencial ou hospedagem e áreas de acesso restrito. <sup>c</sup> Áreas com ocupação comercial, de escritórios, lojas, estações de passageiros, edifícios públicos e áreas de acesso público.				

Os valores das Tabelas 11.1 e 11.2 podem ser modificados em casos especiais aqui não contemplados, de acordo com a ABNT NBR 8681.

O valor do coeficiente de ponderação de cargas permanentes de mesma origem, em um dado carregamento, deve ser o mesmo ao longo de toda a estrutura. A única exceção é o caso da verificação da estabilidade como corpo rígido.

## 6.2 ESTADO LIMITE DE SERVIÇO

As verificações referentes aos estados limites de utilização deverão ser feitas de acordo com o que prescreve a NBR 6118, ou seja, o coeficiente de ponderação das ações para estados-limites de serviço é dado pela expressão:  $Y_t = Y_{t2}$ .

### 6.3 FISSURAÇÃO

Conforme a tabela 13.4 (Exigências mínimas de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental) da NBR 6118, têm-se os seguintes valores:

Concreto armado	–	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4$ mm	Combinação frequente
	–	CAA II e CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3$ mm	
	–	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2$ mm	

### 6.4 DEFORMAÇÃO

Os valores máximos das deformações não deverão ultrapassar os valores indicados na tabela 4.4.

Tabela 4.4 - Deformações Máximas

PEÇA ESTRUTURAL	DEFORMAÇÃO MÁXIMA	OBSERVAÇÕES
Lajes, escadas, muros de arrimo, paredes.	L/150 (Balanço) L/300	Estádio II
Vigas em geral.	L/150 (Balanço) L/300	Estádio II

### 6.5 PROTEÇÃO DAS ARMADURAS

Para efeito de cobrimento das armaduras das estruturas de concreto armado deverão ser seguidos os valores mínimos nominais especificados na tabela 7.2 do item 7.4.7.6 da NBR 6118, levando-se em consideração que as estruturas serão executadas com controle rigoroso e rígidos limites de tolerância conforme exposto.



**Tabela 7.2 – Correspondência entre a classe de **agressividade** ambiental e o cobrimento nominal para  $\Delta c = 10$  mm**

Tipo de estrutura	Componente ou elemento	Classe de <b>agressividade</b> ambiental (Tabela 6.1)			
		I	II	III	IV <sup>c</sup>
		Cobrimento nominal mm			
Concreto armado	Laje <sup>b</sup>	20	25	35	45
	Viga <sup>b</sup> /pilar	25	30	40	50
	Elementos estruturais em contato com o solo <sup>d</sup>	30		40	50
Concreto protendido <sup>a</sup>	Laje	25	30	40	50
	Viga/pilar	30	35	45	55

<sup>a</sup> Cobrimento nominal da bainha ou dos fios, cabos e cordoalhas. O cobrimento da armadura passiva deve respeitar os cobrimentos para concreto armado.

<sup>b</sup> Para a face superior de lajes e vigas que serão revestidas com argamassa de contrapiso, com revestimentos finais secos tipo carpete e madeira, com argamassa de revestimento e acabamento, como pisos de elevado desempenho, pisos cerâmicos, pisos asfálticos e outros, as exigências desta Tabela podem ser substituídas pelas de 7.4.7.5, respeitado um cobrimento nominal  $\geq 15$  mm.

<sup>c</sup> Nas superfícies expostas a ambientes agressivos, como reservatórios, estações de tratamento de água e esgoto, condutos de esgoto, canaletas de efluentes e outras obras em ambientes química e intensamente agressivos, devem ser atendidos os cobrimentos da classe de **agressividade** IV.

<sup>d</sup> No trecho dos pilares em contato com o solo junto aos elementos de fundação, a armadura deve ter cobrimento nominal  $\geq 45$  mm.

Para concretos de classe de resistência superior à mínima exigida, os cobrimentos definidos na Tabela 7.2 podem ser reduzidos em até 5 mm.