



ABNT NBR 9062

Projeto e Execução de Estruturas de Concreto Pré-moldado

Marcelo Cuadrado Marin

24/08/2017

DESENVOLVIMENTO

- ABNT/CB-02(Comitê Brasileiro da Construção Civil)
- Participaram ao menos uma vez das reuniões da comissão de estudos - 79 profissionais
- Comissão, formada pela participação ativa de 16 profissionais
- Representatividade: (Produtores)Fabricantes, (Neutros)Membros das Academia e (Consumidores)Engenheiros de Estruturas
- Estudo dos temas por Grupos de Trabalho
- Reuniões (21/Nov/2012 – 25/Fev/2015): Total de 25 reuniões
- Consulta Nacional (12/Abr/2016 – 12/Jun/2016)
- Análise de votos (29/Ago/2016 - 14/Set/2016): Total de 2 reuniões
- 89 comentários aceitos na Consulta Nacional
- Publicação (15/03/2017)

QUAL O OBJETIVO DA REVISÃO DA NORMA ?

- PROMOVER O SISTEMA CONSTRUTIVO NA SOCIEDADE
- SER UM INSTRUMENTO DE REGULAÇÃO ENTRE CONSUMIDORES E PRODUTORES
- PROMOVER AS MELHORES PRÁTICAS
- REUNIR OS ESTUDOS MAIS RECENTES PARA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA
- PRESERVAR A SEGURANÇA DE TODAS AS ETAPAS DO SISTEMA
- SE ADEQUAR AS NORMAS PERTINENTES
- SUBSIDIAR COM INFORMAÇÕES A EXECUÇÃO DE UMA ESTRUTURA EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO

HISTÓRICO

ABNT NBR 9062:1985 - 36 páginas

ABNT NBR 9062:2006 – 59 páginas

ABNT NBR 9062:2017 – 86 páginas

- Preservada a estrutura da norma
- Adequação a novas tecnologias e normas
- Evolução do sistema construtivo
- Experiência acumulada ao longo dos anos
- Ampliação da utilização do sistema construtivo
- Maior abrangência e didática na abordagem dos temas

SEÇÃO 1: ESCOPO

- Alterado de Objetivo para Escopo
- Primeira decisão na Revisão, não separar :

Projeto

Execução (fabricação)

Montagem

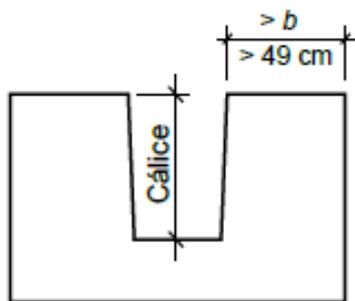
- Aplicação para Concreto Leve, desde que consideradas as propriedades dos materiais no projeto e execução

SEÇÃO 2 : REFERÊNCIAS NORMATIVAS

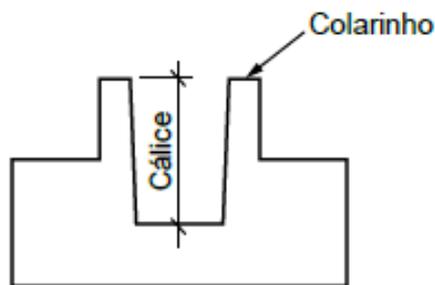
- Atualizado o Estado Atual das Normas Vigentes. Acréscimo:
- ABNT NBR 6120 – Cargas para cálculo de estruturas de edificações
- ABNT NBR 8800 – Projeto de estruturas em aço ...
- ABNT NBR 14323 – Projeto de estruturas de aço ... em situação de incêndio
- ABNT NBR 14827 – Chumbadores instalados em concreto ...
- ABNT NBR 14861 – Lajes Alveolares pré-moldadas ...
- ABNT NBR 15823 – Concreto Auto-Adensável – Parte 1
- ABNT NBR 15421 – Projeto de estruturas resistentes a sismos ...
- ABNT NBR 15575 – Edificações habitacionais – Desempenho partes 1 e 2
- ABNT NBR 16475 – Painéis de Parede de Concreto pré-moldado...
- ABNT NBR 19783 – Aparelhos de apoio de elastômero fretado...
- ASTM A36 – *Specification for carbon structural steel*

SEÇÃO 3 : TERMOS E DEFINIÇÕES

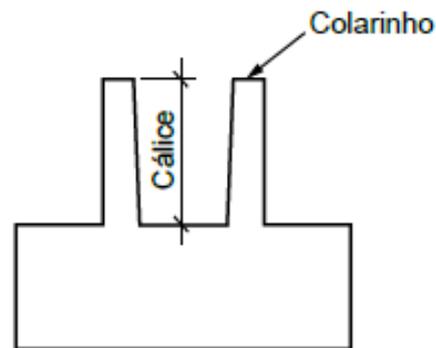
- ❑ Desvio, Folga e Tolerância (Ajuste foi eliminado)
- ❑ Plano de *Rigging*
- ❑ Altura da laje alveolar (com ou sem capa).
- ❑ Elemento delgado passou de 10 cm para 12 cm
- ❑ Desenho e Definição de Colarinho



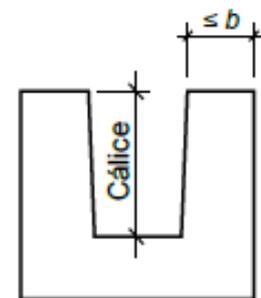
a) Sem colarinho



b) Colarinho semiembutido



c) Colarinho externo



d) Bloco só de colarinho

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS



5.1 Processos de Cálculo

- Critério de Projetos
- Classificação das estruturas segundo a sua deslocabilidade:
Influência na análise do efeito de 2ª ordem e na metodologia de cálculo
- Retirado do Texto a necessidade de se considerar um esforço horizontal mínimo de 0,005 vezes o somatória das cargas verticais.
- Introdução do Conceito da Rigidez Secante que varia com os esforços Normais da Edificação.

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

□ CONSIDERAÇÃO APROXIMADA DA NÃO LINEARIDADE FÍSICA NA ANÁLISE GLOBAL DE 2ª ORDEM (ANEXO A)

d) pilares, valores médios ao longo da altura :

$(EI)_{sec} = 0,4 E_{ci} I_c$, para estruturas com ligação viga-pilar articulada com um pavimento ou galpões;

$(EI)_{sec} = 0,55 E_{ci} I_c$, para estruturas com ligações semirrígidas com até quatro pavimentos;

$(EI)_{sec} = 0,7 E_{ci} I_c$, para estruturas com ligações semirrígidas com cinco ou mais pavimentos;

$(EI)_{sec}$: para estruturas com ligações rígidas (item 5.1.2.8), seguir a ABNT NBR 6118.

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

Classificação das Ligações:

- ❑ Evolução dos critérios de projeto para classificação das ligações quanto a rigidez: articulada, semirrígida e rígida (momentos limites, cuidados e recomendações ...)
- ❑ Melhor definição para utilização do α_R na ligação semirrígida, a partir do cálculo da Rigidez Secante a flexão negativa da Ligação.

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

□ Rigidez secante a flexão negativa em ligações:

$$R_{\text{sec}} = k \cdot \frac{A_s E_s d^2}{L_{\text{ed}}}$$

k é o coeficiente de ajustamento da rigidez secante (conforme Tabela 1);

L_{ed} é o comprimento efetivo de deformação por alongamento da armadura de continuidade (conforme Tabela 1);

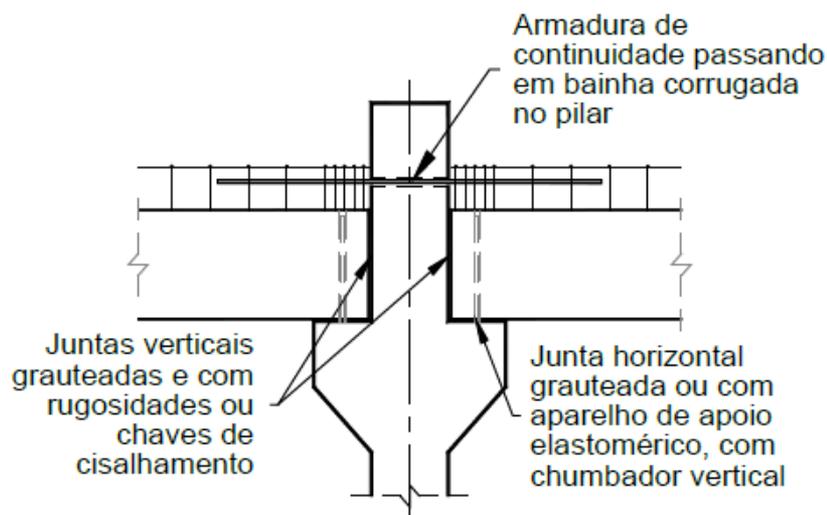
d é a altura útil da seção resistente na ligação negativa;

E_s é o módulo de elasticidade do aço;

A_s é a armadura de continuidade negativa, respeitando o limite $M_{y,\text{lim}}$, conforme 5.1.2.9.

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

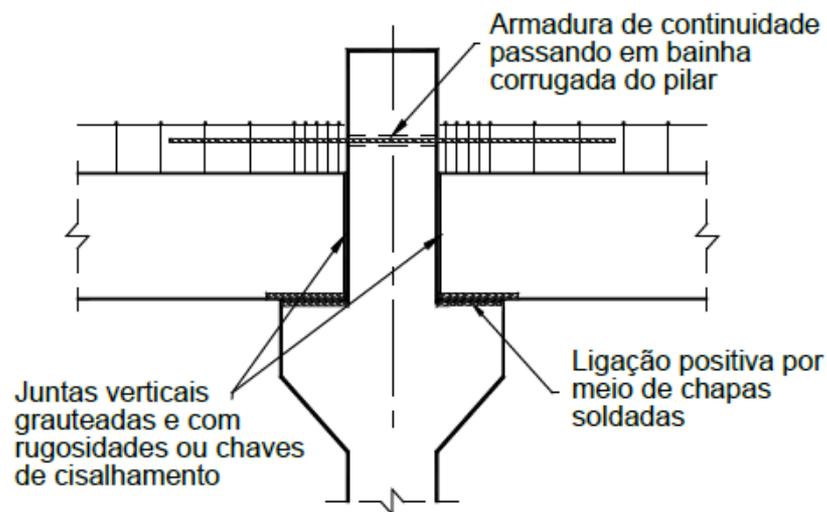
Tipologia 1



$$k = 0,75$$

$$L_{ed} = 25 \phi + L_a$$

Tipologia 2



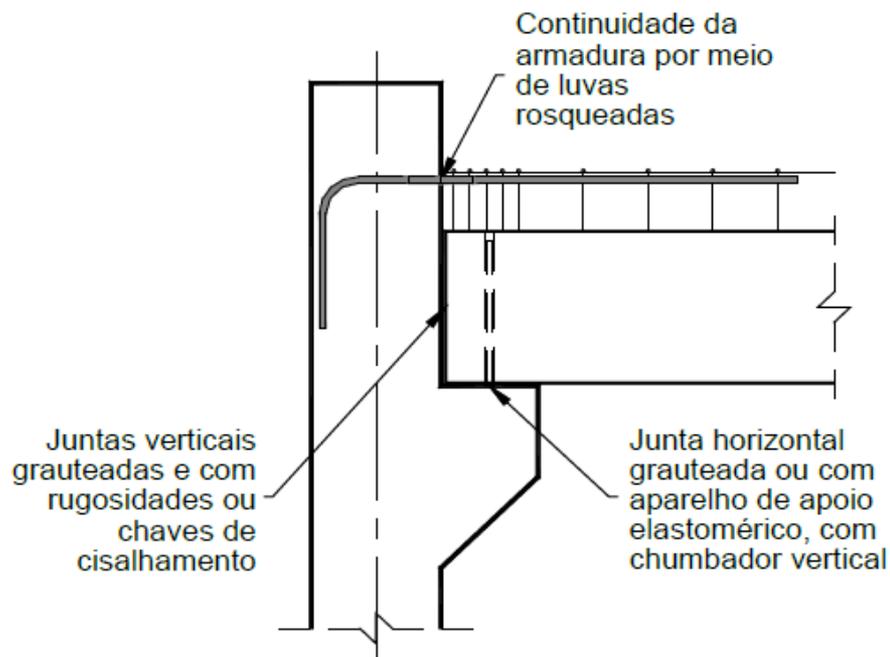
$$k = 1,0$$

$$L_{ed} = 20 \phi + L_a$$

L_a é a distância da face do pilar até o centro de rotação no consolo.

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

Tipologia 3

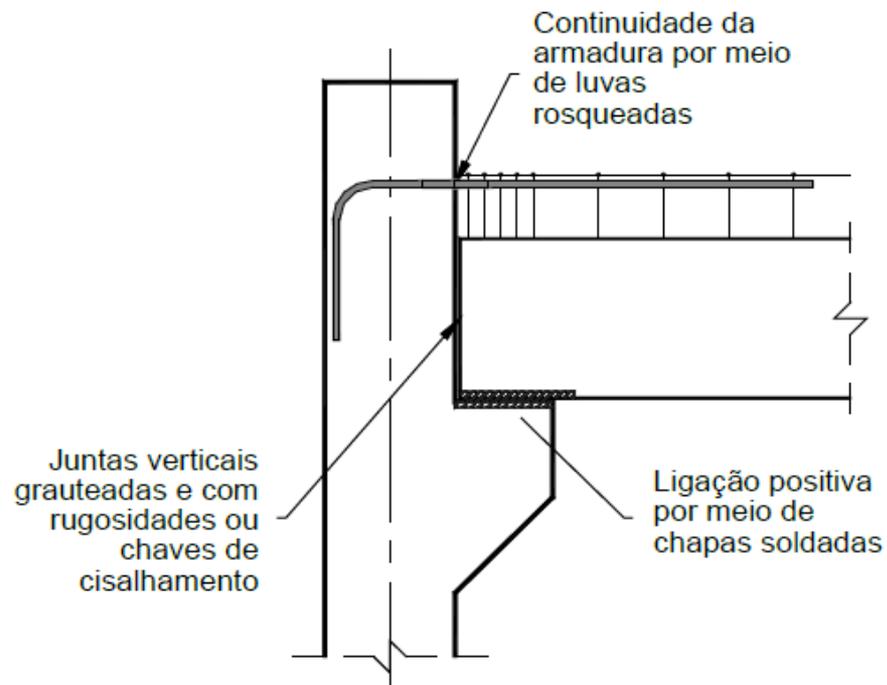


$$k = 0,75$$

$$L_{ed} = 30 \phi + L_a$$

L_a é a distância da face do pilar até o centro de rotação no consolo.

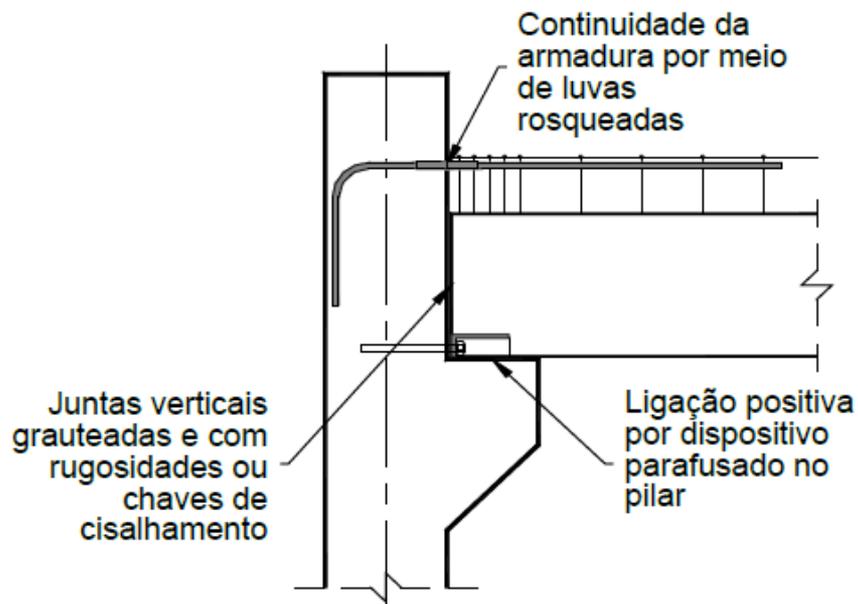
Tipologia 4



$$\alpha_R = 0,85, \text{ atendendo ao disposto em 5.1.2.8.}$$

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

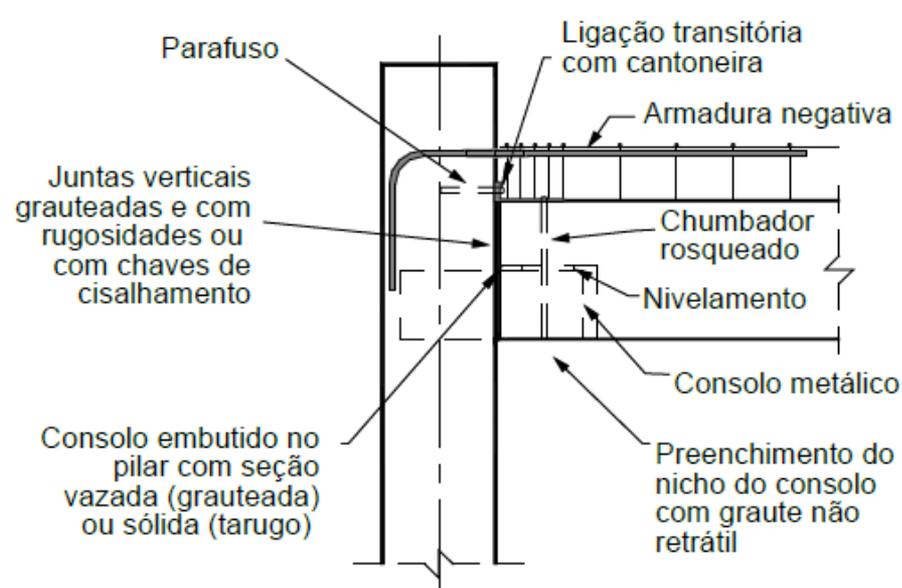
Tipologia 5



$$k = 0,85$$

$$L_{ed} = 30 \phi + L_a$$

Tipologia 6



$$k = 0,75$$

$$L_{ed} = 25 \phi \text{ (continuidade com bainha grauteada)}$$

$$L_{ed} = 30 \phi \text{ (continuidade com luvas rosqueadas)}$$

L_a é a distância da face do pilar até o centro de rotação no consolo.

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

Anexo A(Informativo):

Sugestões:

b) Vigas em concreto Armado

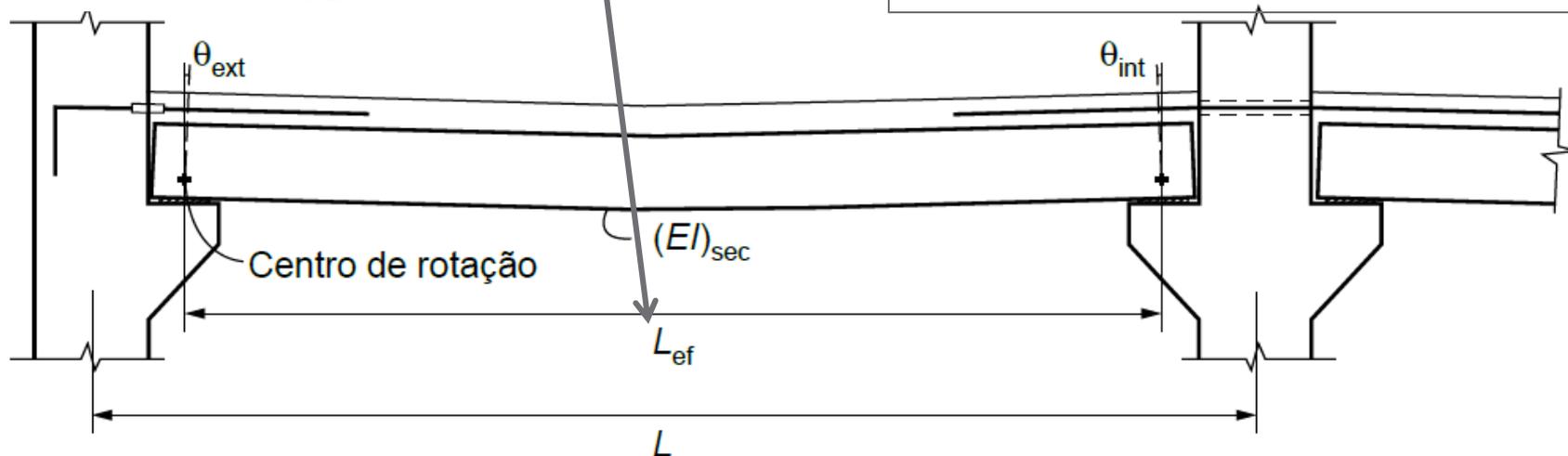
$$(EI)_{sec} = 0,5E_{ci}I_c$$

c) Vigas em concreto Protendido,
considerando toda a seção composta

$$(EI)_{sec} = 0,8E_{ci}I_c$$

$$\alpha_R = \frac{\theta_1}{\theta_2} = \left[1 + \frac{3(EI)_{sec}}{R_{sec}L_{ef}} \right]^{-1}$$

$$R_{sec} = k \cdot \frac{A_s E_s d^2}{L_{ed}}$$



SEÇÃO 5 :

PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

Possibilidade da Utilização do coeficiente γ_z para estruturas com menos de 4 pavimentos

Condições:

Geometria da estrutura apresente regularidade, não ocorrendo discrepâncias significativas entre pés-direitos dos pavimentos sucessivos.

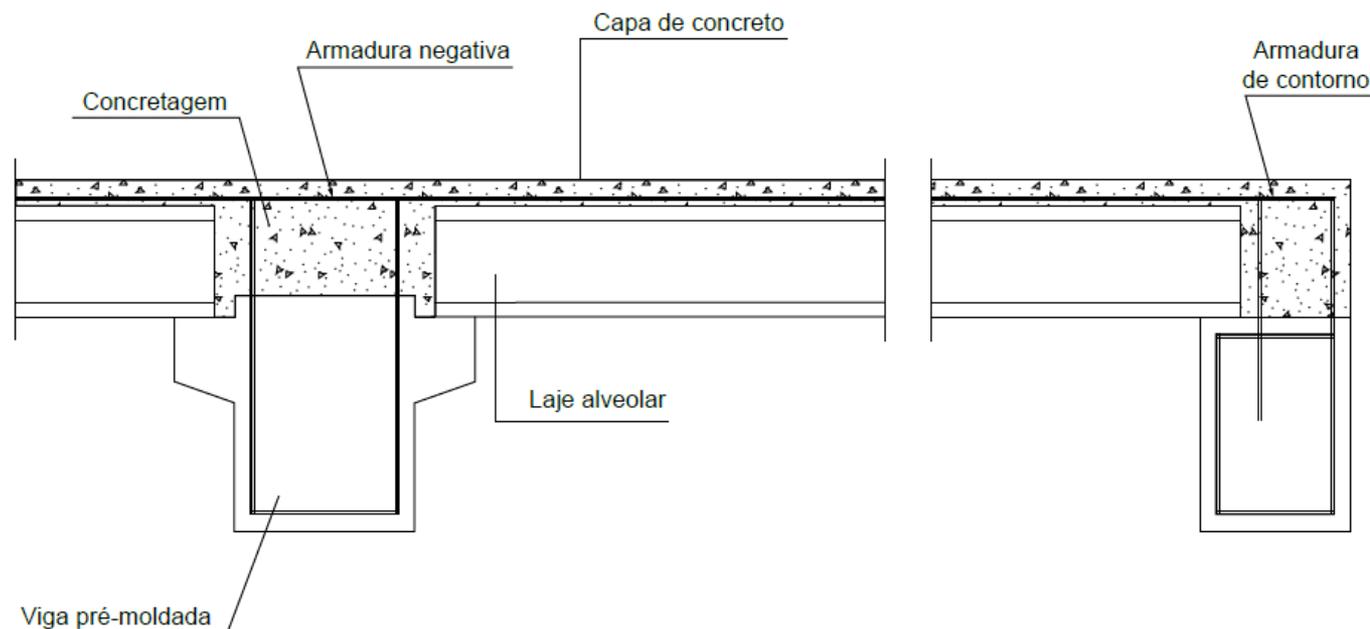
Sem variações bruscas de momento de inércia dos pilares nos pavimentos sucessivos.

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

5.3 Esforços Solicitantes

5.3.1.5 Projeto da estrutura em situação de incêndio:

- ❑ Tabela para Laje Alveolar – TRRF 30 a 180
 - ❑ Laje Alveolar biapoiada
 - ❑ Laje Alveolar contínua
 - ❑ Laje Alveolar confinada (com armadura mínima)



SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

Tabela 3 – Características para lajes biapoiadas

TRRF	Espessura mínima total de laje (com ou sem capa)/distância c_1 mínima mm/mm			
	$M_{sd} \text{ incêndio} / (M_{Rd})$ %			
	30-39	40-49	50-59	> 60
30				Todas as lajes/30
60				150/30
90		200/35 265/35 320/35 400/35	200/40 265/40 320/40 400/40	200/40
120		200/40 265/40 320/40 400/40		200/50
180	200/50 265/50 320/50 400/50	200/60	265/60 320/60 400/60	

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

Tabela 4 – Características para lajes contínuas e confinadas

TRRF	Espessura mínima total de laje (com ou sem capa)/distância c_1 mínima mm/mm			
	$M_{Sd \text{ incêndio}}/(M_{Rd})$ %			
	30-39	40-49	50-59	> 60
30				Todas as lajes/25
60				150/25
90			200/25 265/25 320/25 400/25	200/30
120		200/25 265/25 320/25 400/25		250/35
180	200/30 265/30 320/30 400/30	265/35	320/40 400/40	300/45

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

Tabela 5 – Relação da redução de cortante

TRRF	Espessura da lajes (com ou sem capa) mm		
	$V_{Rd \text{ incêndio}} / (V_{Rd})$ em %		
	≤ 210	220 - 350	> 350
30	100	100	100
60	80	75	70
90	75	70	65
120	70	60	55
180	50	45	45

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

□ Tabela para Painéis maciços em função do TRRF e tipo de agregado

Tabela 6 – Espessura mínima do painel maciço em função do TRRF e tipo de agregado

Tipo de agregado	Espessura efetiva em função da resistência ao fogo mm				
	1 h (60 min)	1,5 h (90 min)	2 h (120 min)	3 h (180 min)	4 h (240 min)
Argila expandida, vermiculita ou ardósia expandida	65	80	90	115	130
Pedras calcárias	75	90	110	135	160
Pedras silicosas (quartzos, granitos ou basaltos)	80	100	120	150	175

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

5.3.2 Solicitações dinâmicas no manuseio, transporte e montagem dos elementos:

- Melhor apresentação da expressão para obtenção da carga estática equivalente (importante para o dimensionamento de dispositivos de içamento)
- Limitação da tensão da armadura do pilar no ato do transporte e içamento (tensão máxima de $0,5 f_{yk}$).

5.3.3 Projeto de alças e dispositivos de içamento:

- Vedada a utilização de aço CA25, alternativa seria a utilização do ASTM A36

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

5.4 Dimensionamento e verificação dos elementos

5.4.2 Estados-limites de serviço

Estimativa de flechas:

(esquema estático, carregamento para cada etapa construtiva, eventual contribuição da seção composta e histórico de carregamento)

5.4.3 Estados-limites de deformação

Consideração do módulo de elasticidade secante do concreto

Deslocamentos horizontais: Combinação de ações frequente

Deslocamentos verticais: Combinação de ações quase permanente

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

5.4.3 Estados Limites de deformação

Deslocamentos horizontais

	ABNT NBR 9062:2006	ABNT NBR 9062:2017
Galpão	H/600	H/400 ^a
Edifício com um pavimento	H/600	H/500

^a Altura da viga de rolamento da ponte rolante, caso exista, ou altura total do galpão

Deslocamentos verticais: valores definidos em função do momento da medição

- a) Fabricação do elemento
- b) Montagem do elemento
- c) Após a estrutura solidarizada
- d) Diferido no tempo

SEÇÃO 5 : PROJETO DE ESTRUTURAS PRÉ-MOLDADAS

5.7 Avaliação de conformidade de projeto

- A ABNT NBR 9062 não tratou da obrigatoriedade de se realizar a Avaliação da conformidade de projeto. Segue a ABNT NBR 6118.

- É recomendável que o profissional escolhido para realizar a avaliação da conformidade do projeto possua experiência em estruturas de concreto pré-moldadas

SEÇÃO 7 : LIGAÇÕES

7.2.1.6 Aparelho de apoio elastomérico simples ou fretado

- Deixou de ser um anexo
- Mantido os critérios das normas anteriores (vigente desde 1985).
- Mudança de nomenclaturas

Almofada de apoio \Rightarrow Aparelho de apoio

Cintado \Rightarrow Fretado

- Maior restrição do escorregamento do Aparelho de Apoio
- Impacto nas juntas de dilatação.
- Melhor definição das tensões máximas nos fretados, variando conforme o fator de forma.
- Existe uma comissão para Aparelhos de apoio estruturais, que abordará o assunto.

SEÇÃO 7 : LIGAÇÕES

7.2.2.3 Fixação de vergalhões com adesivos químicos injetáveis

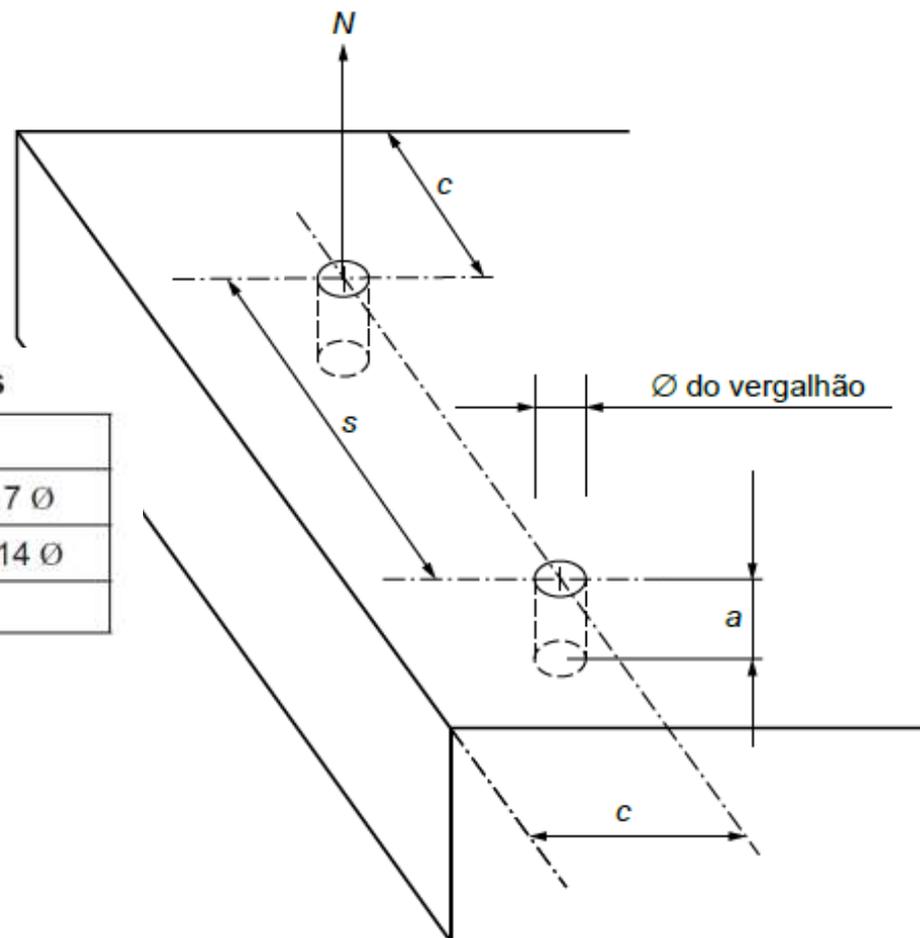
- Diretrizes
 - Definição de máxima e mínima profundidade
 - Máximo diâmetro do furo
 - Definição de distância mínima para a borda e em relação a outros chumbadores
 - Definição de distância crítica para a borda e em relação a outros vergalhões chumbados
 - Definição de fatores de redução influenciados pela distância crítica de borda e/ou em relação a outros vergalhões.
 - Obrigatoriedade de um projeto com as indicações de execução
 - Responsabilidade técnica do executor no local, com a elaboração de documentação de inspeção.

SEÇÃO 7 : LIGAÇÕES

7.2.2.3 Fixação de vergalhões com adesivos químicos injetáveis

Tabela 12 – Especificações dos chumbadores

a	entre 8 \varnothing a 20 \varnothing	
c	Mínimo 4 \varnothing	Crítico = 7 \varnothing
s	Mínimo 4 \varnothing	Crítico = 14 \varnothing
\varnothing Diâmetro do vergalhão		



SEÇÃO 7 : LIGAÇÕES

7.2.2.3 Fixação de vergalhões com adesivos químicos injetáveis

Tabela 13 – Relação entre a distância da borda e o coeficiente redutor

Distância da borda	Valor de γ_{m1}
4 ϕ	0,7
5 ϕ	0,75
6 ϕ	0,8
7 ϕ	0,9
> 7 ϕ	1,0

$$\sigma = \gamma_m f_{yd}$$

$$\gamma_m = \gamma_{m1} \gamma_{m2}$$

Tabela 14 – Relação entre a distância de vergalhões chumbados e o coeficiente redutor

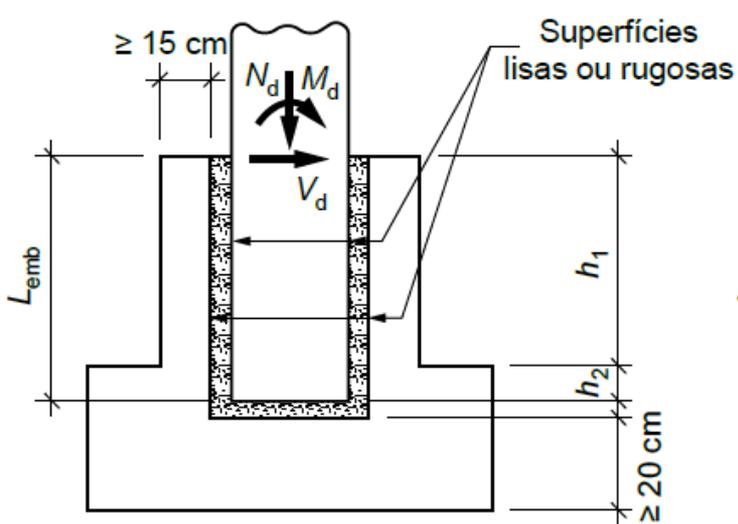
Distância entre vergalhões chumbados	Valor de γ_{m2}
4 \emptyset	0,7
5 \emptyset	0,72
6 \emptyset	0,74
7 \emptyset	0,76
8 \emptyset	0,78
9 \emptyset	0,80
10 \emptyset	0,82
11 \emptyset	0,84
12 \emptyset	0,86
13 \emptyset	0,88
14 \emptyset	0,90
> 14 \emptyset	1,0

Esta operação deve ser feita quantas vezes a simultaneidade de efeitos ocorrer

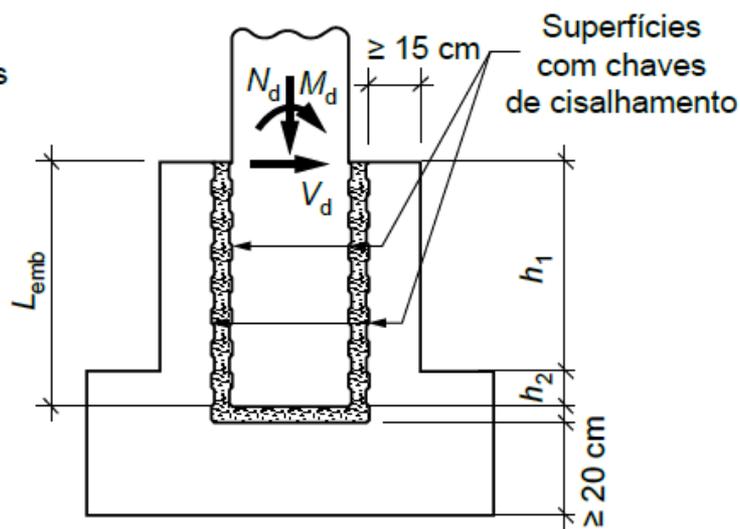
SEÇÃO 7 : LIGAÇÕES

7.7 Ligações de pilar com a fundação por meio de cálice

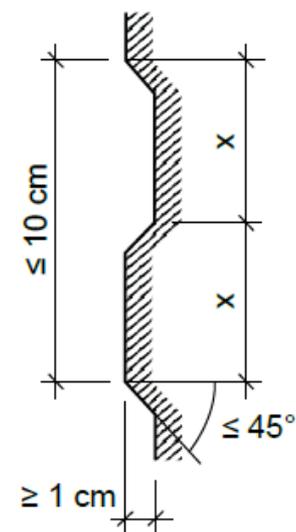
7.7.1 Generalidades



a) Interfaces lisas ou rugosas



b) Interfaces com chaves
de cisalhamento



c) Chaves de cisalhamento

- ❑ Interface rugosa: rugosidade de 3 mm em 3 cm
- ❑ Interface com chave de cisalhamento: profundidade de 1 cm em 5 cm

SEÇÃO 7 : LIGAÇÕES

7.7 Ligações de pilar com a fundação por meio de cálice

- Para dimensionamento do colarinho o coeficiente de ajustamento $\gamma_n=1,2$ para estruturas com pilares engastados na fundação e vigas articuladas

7.7.2 Embutimento na base

Tabela 15 – Comprimentos mínimos de embutimento do pilar

Interfaces	$\frac{M_d}{N_d h} \leq 0,15$	$\frac{M_d}{N_d h} \geq 2$
Lisas ou rugosas (ver NOTA 3)	1,5 h	2,0 h
Com chaves de cisalhamento	1,2 h	1,6 h

NOTA 1 h é a dimensão da seção transversal do pilar, paralela ao plano de ação do momento M_d .

NOTA 2 Interpolar valores intermediários da relação $M_d/(N_d h)$.

NOTA 3 Valores menores de embutimento para interface rugosa podem ser utilizados desde que validados experimentalmente (ver 5.5).

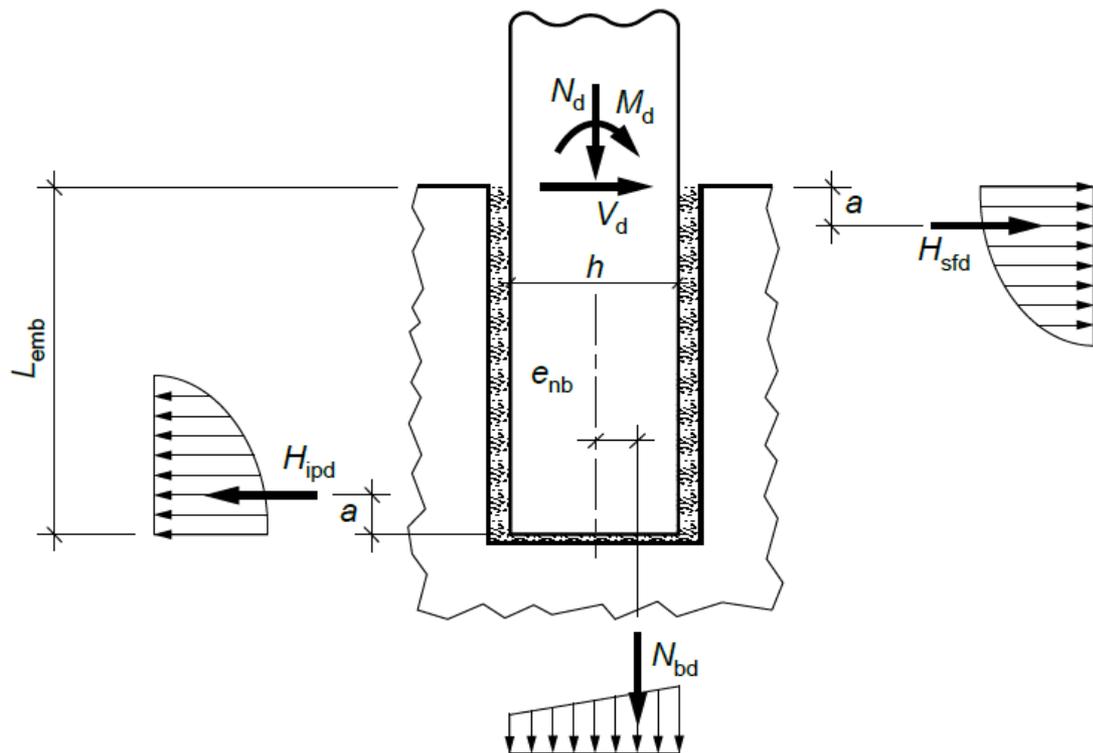
SEÇÃO 7 : LIGAÇÕES

7.7 Ligações de pilar com a fundação por meio de cálice

7.7.3 Cálices de interfaces lisas ou rugosas

$$H_{sfd} = \frac{M_d - N_d \left[0,25 h + \mu \left(\frac{0,1L_{emb} - 0,75\mu \cdot h}{1 + \mu^2} \right) \right] + V_d \left[L_{emb} - \left(\frac{0,1L_{emb} - 0,75\mu \cdot h}{1 + \mu^2} \right) \right]}{1 + \mu^2}$$

$$N_{bd} = \frac{N_d - \mu \cdot V_d}{1 + \mu^2}$$



SEÇÃO 7 : LIGAÇÕES

7.7 Ligações de pilar com a fundação por meio de cálice

7.7.3 Cálices de interfaces lisas ou rugosas

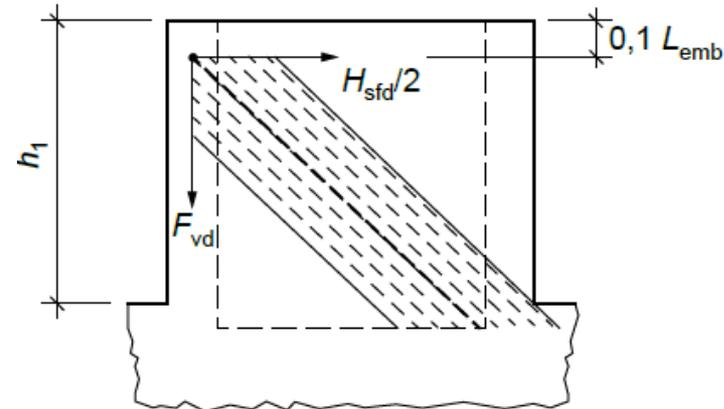
	e_{nb}	a	μ (Interface lisa)	μ (Interface Rugosa)
Grandes excentricidades $((M_d/(N_d h)) \geq 2$	$h/4$	$L_{emb}/10$	$\leq 0,3$	$\leq 0,6$
Pequenas excentricidades $((M_d/(N_d h)) \leq 0,15$	0	$L_{emb}/6$	0	$\leq 0,3$

- ❑ Para excentricidades intermediárias os valores podem ser interpolados

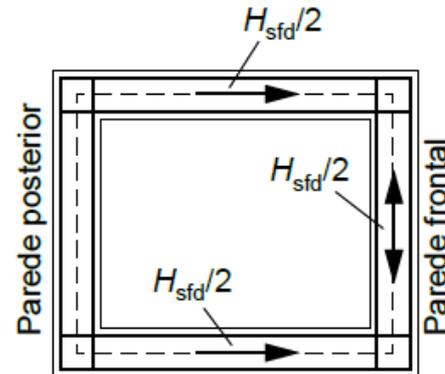
SEÇÃO 7 : LIGAÇÕES

7.7 Ligações de pilar com a fundação por meio de cálice

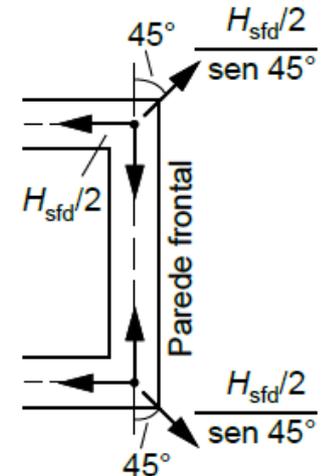
7.7.3 Cálices de interfaces lisas ou rugosas



a) Paredes longitudinais



b) Planta



c) Planta da parede frontal

☐ Verificação da punção e armadura adicional nas paredes do cálice

$$A_s = \alpha \times N_d / f_{yd} \quad \alpha \leq 0,5$$

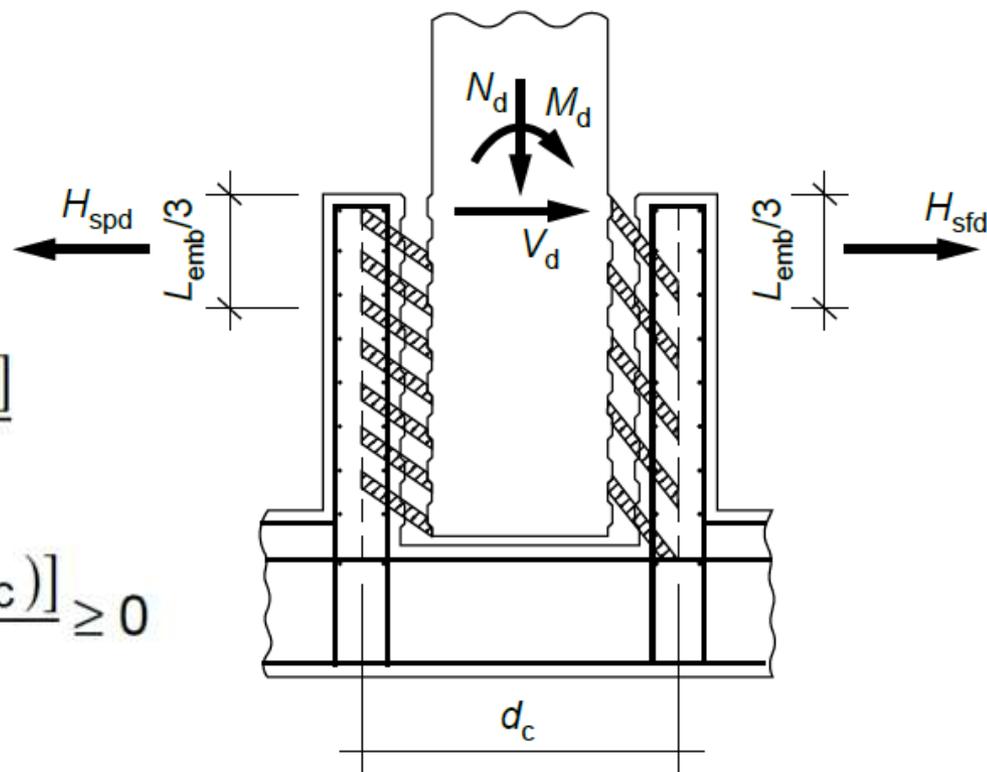
SEÇÃO 7 : LIGAÇÕES

7.7 Ligações de pilar com a fundação por meio de cálice

7.7.4 Cálices de interfaces com chaves de cisalhamento

$$H_{sfd} = \frac{[M_d + V_d L_{emb} + N_d (0,5.d_c)]}{2,60.d_c}$$

$$H_{spd} = \frac{[M_d + V_d L_{emb} - N_d (0,4.d_c)]}{0,63.d_c} \geq 0$$



SEÇÃO 7 : LIGAÇÕES

7.7 Ligações de pilar com a fundação por meio de cálice

7.7.4 Cálices de interfaces com chaves de cisalhamento

- Dimensionamento da armadura vertical:

$$M_{bd} = M_d + V_d \times L_{emb}$$

consideração do colarinho como seção resistente vazada

- Verificação da punção:

Força de compressão é transferida pela seção formada pelo pilar mais o concreto de enchimento e mais o colarinho

7.7.5 Disposições construtivas

- Armadura mínima
- Ancoragem da armadura longitudinal
- Cobrimento na face interna do cálice

SEÇÃO 8 : MATERIAIS

8.2 Concreto

- Adequação a ABNT NBR 12655.
- Dosagem: Introdução do Concreto autoadensável (ABNT NBR 15823)
- Melhor orientação quanto ao controle tecnológico do concreto
- Definição de Lote e amostragem em função das características de uma indústria de pré-fabricados, e não pelo caminhão betoneira.
- Tamanho máximo do Lote:

50 m³ para pilares

100 m³ para vigas e lajes

Uma pista concretada

SEÇÃO 11 : MONTAGEM DE ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS



- ❑ Na ABNT NBR 9062:2006 o tema era abordado em 2 itens com 10 linhas, na versão da ABNT NBR 9062:2017 o tema tem 4 páginas.
- ❑ Importância do Engenheiro de montagem
- ❑ Relação da etapa de montagem com os demais itens da norma, como em alças, tolerâncias e situações transitórias
- ❑ Obrigatoriedade do Plano de montagem
- ❑ Sequencia de trabalho de montagem ratificada em norma.

SEÇÃO 11 :

MONTAGEM DE ELEMENTOS PRÉ-MOLDADOS

- Planejamento de montagem
- Procedimentos de montagem
- Carregamento crítico
- Contraventamento e apoios
- Calços para nivelamento
- Escoramentos

AGRADECIMENTOS



ASSOCIAÇÃO
BRASILEIRA
DE NORMAS
TÉCNICAS

