

CONSIDERAÇÕES SOBRE O PROJETO DE NORMA 18:600.23 PARA ESTACAS PRÉ-FABRICADAS DE CONCRETO

Eng. Msc. Luis Fernando de Seixas Neves

6 de Junho de 2013 – Construction Expo 2013 – São Paulo/SP

NORMA: ESTACAS PRÉ-FABRICADAS DE CONCRETO – REQUISITOS

ABNT/CB-18

Projeto 18:600.23-001

Coordenador: Cláudio Gonçalves (SOTEF)

Secretário: Luis Fernando de Seixas Neves (CEPOLLINA ENG. CONS.)

INICIATIVA

Comitê de Estacas Pré-fabricadas

ABCIC

Associação Brasileira de Construção Industrializada de Concreto

NÚMEROS

- Primeira Reunião: 26 de Outubro de 2011;
- Última Reunião: 22 de Maio de 2013;
- Total de 18 reuniões;
- Total de 54 horas;
- 18 páginas;



NÚMEROS

- 42 participantes (26 produtores, 10 consumidores, 6 neutros)



OBJETIVO

- ~~Padronização?~~
- Qualidade do Produto;
 - Matéria prima;
 - Parâmetros de cálculo;
 - Controle de qualidade;
 - Manuseio, estocagem e transporte;
- Qualidade do material de suporte do produto;
- “Prezar pela boa engenharia”



PRINCIPAIS NORMAS DE REFERÊNCIA

- NBR 6118 - Projeto de estruturas de concreto – Procedimento;
- NBR 9062 - Projeto e execução de estruturas de concreto pré-moldado;
- NBR 6122 - Projeto e execução de fundações;

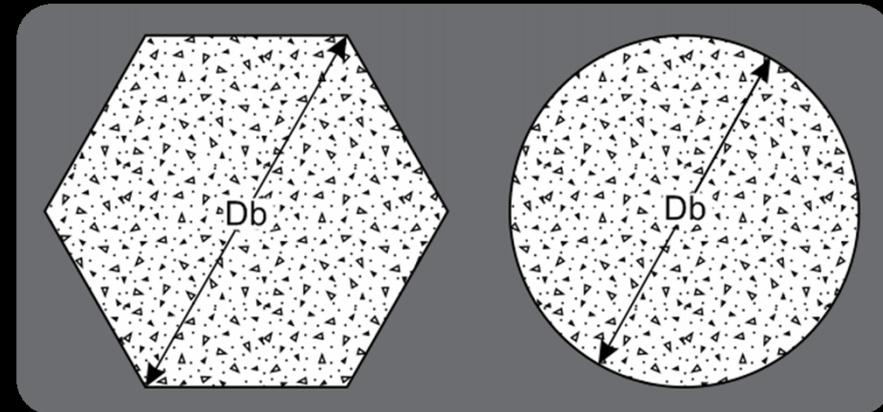
"Para situações não cobertas por esta Norma, devem ser seguidos os procedimentos estabelecidos nas Normas NBR 6118 e NBR 9062."

DEFINIÇÕES

- **“Dimensão básica ou bitola**
Dimensão que melhor representa a seção transversal da estaca. Por exemplo, em uma estaca triangular ou quadrada, a lateral. Em uma estaca com 6 ou mais lados, a maior diagonal. Em uma estaca circular, o diâmetro.”
- **“Estacas padrão**
Estacas fabricadas em conformidade com o padrão industrial de cada empresa, atendendo todos os requisitos normativos, porém sem atender esforços específicos de determinado projeto.”
- **“Estacas especiais**
Estacas fabricadas para suportarem esforços específicos de determinado projeto quando utilizadas como elemento de fundação.”

REQUISITOS GERAIS

- formato;
- dimensão básica;
- carga estrutural admissível;
- maciça ou vazada;
- armada ou protendida;
- vibrada ou centrifugada.



INFORMAÇÕES DO PRODUTO

- dimensão básica;
- comprimento do elemento;
- data de fabricação (concretagem);
- número do lote.



ACABAMENTO

- “As estacas devem apresentar superfícies externas suficientemente lisas, sem apresentar ninhos de concretagem, armadura estrutural aparente, fendas ou fraturas (exceto pequenas fissuras capilares, não orientadas segundo o comprimento da estaca, inerentes ao próprio material)”

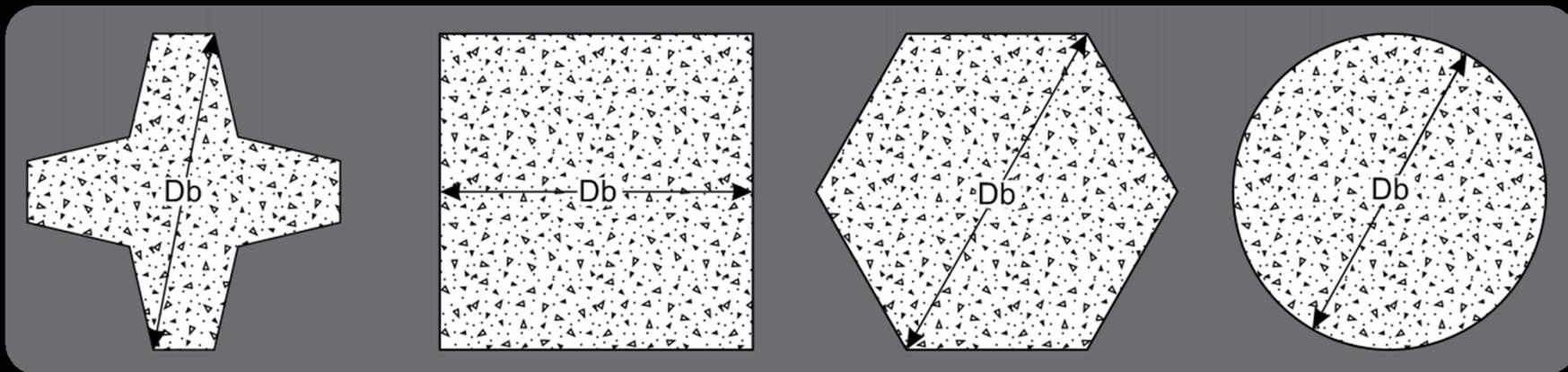


TOLERÂNCIAS

Dimensão	Tolerância
Dimensão básica	$\pm 3 \%$
Comprimento do elemento	$\pm 0,5 \%$
Abertura da falta de esquadro	$\leq 2,5 \text{ mm}$
Excesso de concreto além da borda externa do anel	$\leq 6 \text{ mm}$
Dimensão básica do anel com relação à dimensão básica da estaca para medidas tiradas entre cantos diametralmente opostos (por exemplo estacas hexagonais, octogonais etc.)	$> -15 \text{ mm}$
Dimensão básica do anel com relação à dimensão básica da estaca para medidas tiradas entre arestas diametralmente apostas ou no caso de estacas circulares (por exemplo estacas quadradas e circulares)	$> -6 \text{ mm}$
Deslocamento do anel com relação à seção transversal da estaca	$\leq 6 \text{ mm}$
Linearidade do elemento de estaca	$\leq 0,2 \%$
Espessura de parede em estacas vazadas	$> -20 \text{ mm}$
Desvio de geometria para anéis de mesma seção (com relação à espessura da chapa de aço)	$\pm 50 \%$
Desalinhamento de fôrmas	$\leq 5 \%$ Db $\leq 2 \text{ cm}$

TOLERÂNCIAS

	Dimensão	Tolerância
Dimensão básica		$\pm 3 \%$



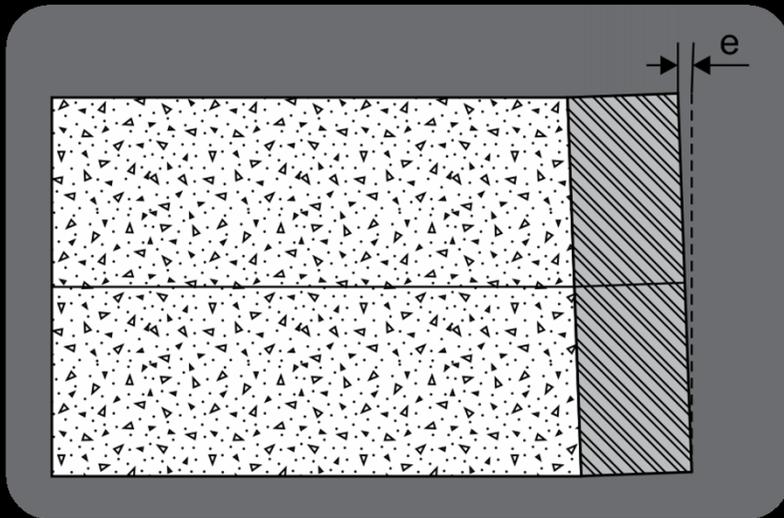
TOLERÂNCIAS

Dimensão	Tolerância
Comprimento do elemento	$\pm 0,5 \%$



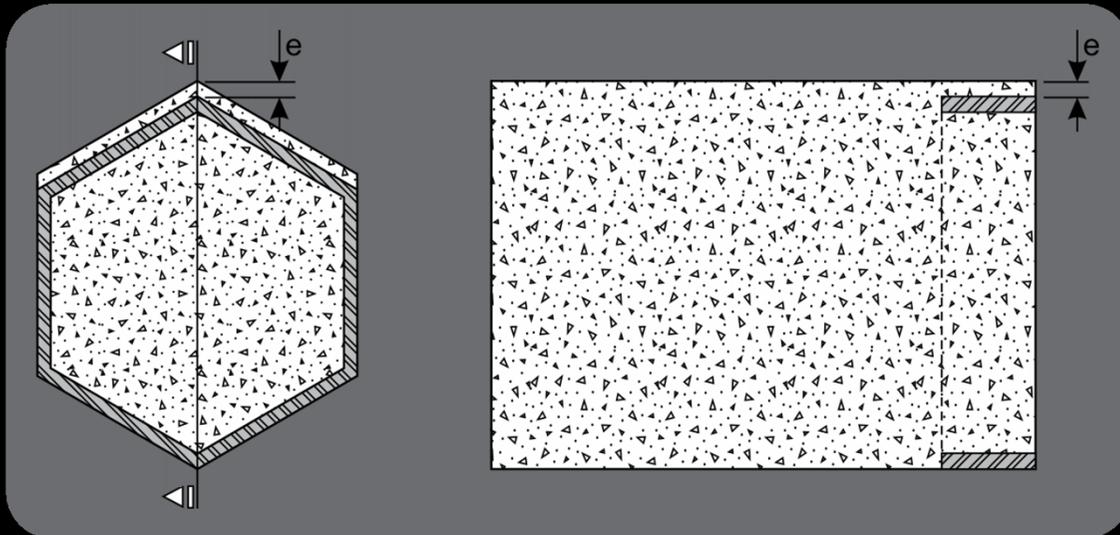
TOLERÂNCIAS

	Dimensão	Tolerância
Abertura da falta de esquadro		$\leq 2,5$ mm



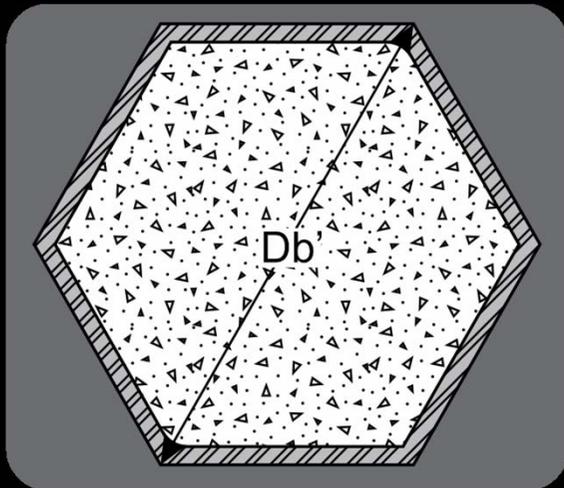
TOLERÂNCIAS

Dimensão	Tolerância
Excesso de concreto além da borda externa do anel	$\leq 6 \text{ mm}$



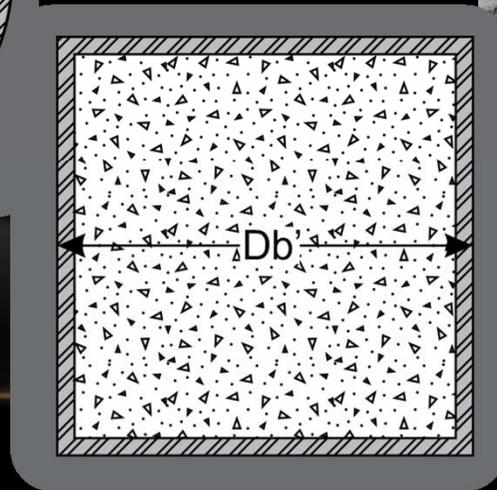
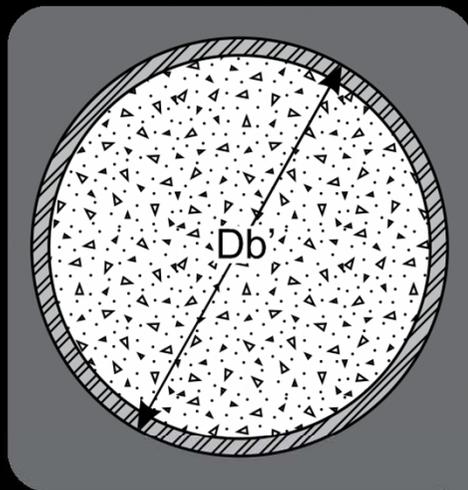
TOLERÂNCIAS

Dimensão	Tolerância
Dimensão básica do anel com relação à dimensão básica da estaca para medidas tiradas entre cantos diametralmente opostos (por exemplo estacas hexagonais, octogonais etc.)	> -15 mm



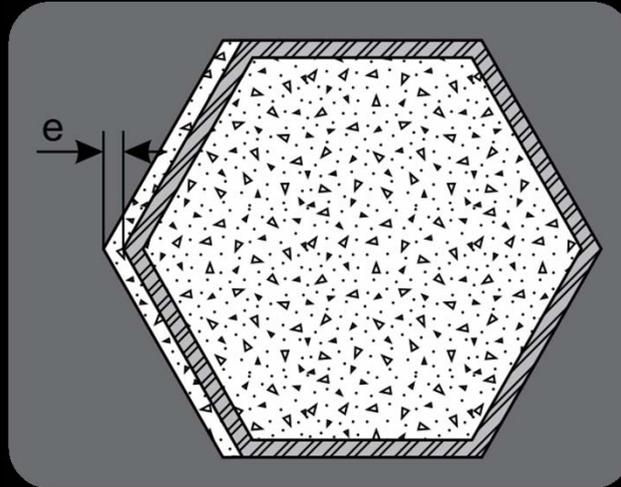
TOLERÂNCIAS

Dimensão	Tolerância
Dimensão básica do anel com relação à dimensão básica da estaca para medidas tiradas entre arestas diametralmente apostas ou no caso de estacas circulares (por exemplo estacas quadradas e circulares)	> -6 mm



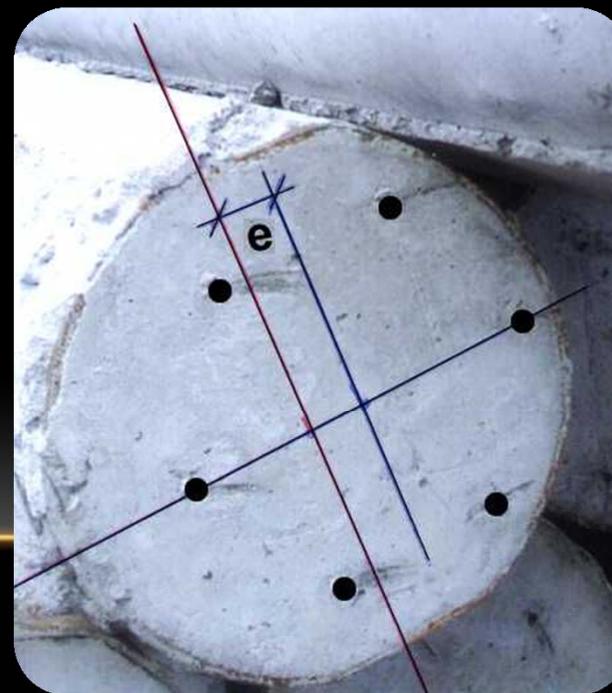
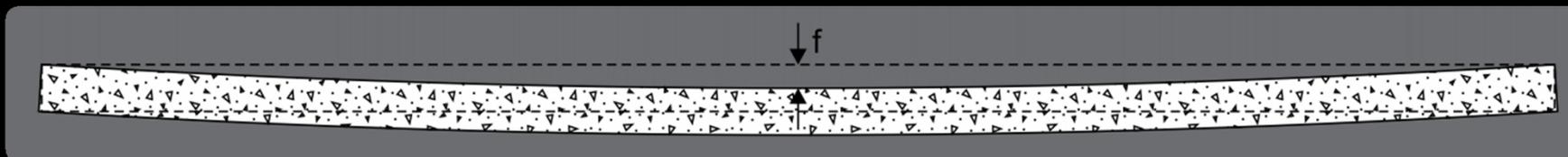
TOLERÂNCIAS

Dimensão	Tolerância
Deslocamento do anel com relação à seção transversal da estaca	≤ 6 mm



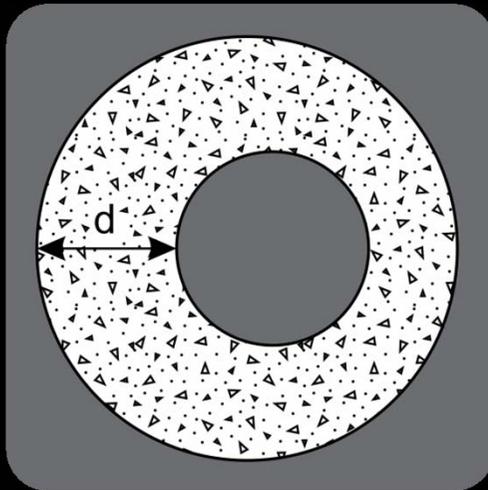
TOLERÂNCIAS

Dimensão	Tolerância
Linearidade do elemento de estaca	$\leq 0,2 \%$



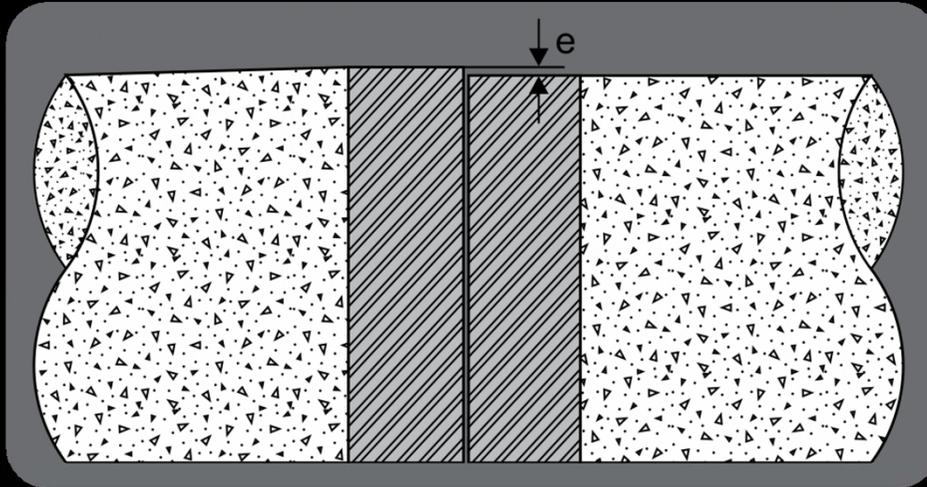
TOLERÂNCIAS

Dimensão	Tolerância
Espessura de parede em estacas vazadas	> -20 mm



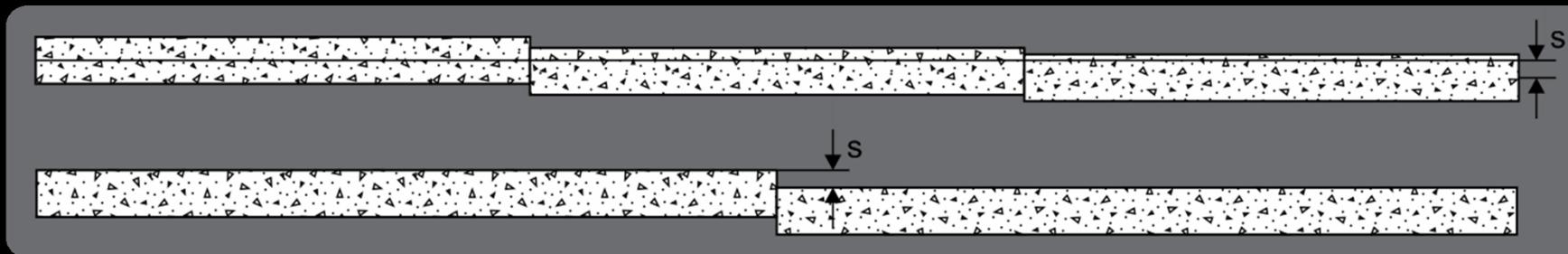
TOLERÂNCIAS

Dimensão	Tolerância
Desvio de geometria para anéis de mesma seção (com relação à espessura da chapa de aço)	$\pm 50\%$



TOLERÂNCIAS

Dimensão	Tolerância
Desalinhamento de fôrmas	$\leq 5 \% D_b$ $\leq 2 \text{ cm}$



FISSURAS E TRINCAS

- Fissura: $w \leq 1 \text{ mm}$



- Trinca: $w > 1 \text{ mm}$



FISSURAS E TRINCAS

Fissura	Transversal	$w \leq 0,4 \text{ mm}$	Prosseguir com a cravação desde que sejam obedecidos os critérios de agressividade do meio	
		$w > 0,4 \text{ mm}$	Em estoque	Teste do levantamento
			Durante a cravação	Rejeitar a estaca
	Longitudinal	Em estoque	Rejeitar a estaca	
		Durante a cravação	Provavelmente irá causar o colapso estrutural da peça durante o restante da cravação	
		Em final de cravação	Verificação do caminhamento da fissura	

FISSURAS E TRINCAS

Trinca	Transversal	Protendida	Em estoque	Teste do levantamento
			Durante a cravação	Rejeitar a estaca
		Armada	Rejeitar a estaca	
	Longitudinal	Em estoque	Rejeitar a estaca	
		Durante a cravação	Provavelmente irá causar o colapso estrutural da peça durante o restante da cravação.	
		Em final de cravação	Verificação do caminhamento da trinca e/ou ação corretiva	

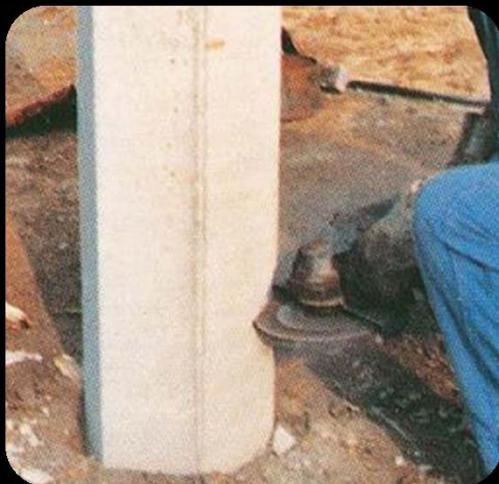
TRINCAS E FISSURAS

NOTA 1 Estacas rejeitadas podem ser cortadas com o auxílio de ferramentas de corte e o trecho danificado deve ser desprezado antes mesmo do levantamento da estaca na torre do bate-estacas.

NOTA 2 Estacas rejeitadas podem ter o trecho danificado adequadamente protegido ou reconstituído por ações estruturais corretivas.

NOTA 3 Quando o comprimento final da estaca for conhecido (no caso de comprimentos relativamente homogêneos de estacas vizinhas) a cravação de estacas com descontinuidades transversais pode ser efetuada independente da abertura da trinca ou fissura desde que a mesma encontre-se a cima da cota de arrasamento quando do término da cravação.

NOTA 4 Fissuras ou trincas de retração não justificam a rejeição de estacas.



CRITÉRIOS DE AGRESSIVIDADE

- $w \leq 0,4$ mm para estacas não protegidas e cravadas em meio de agressividade fraca;
- $w \leq 0,3$ mm para estacas não protegidas e cravadas em meio de agressividade moderada a forte;
- $w \leq 0,2$ mm para estacas não protegidas e cravadas em meio de agressividade ambiental muito forte.

“Estacas cuja integridade estrutural esteja garantida por proteção contra agressividade do meio não sofrem restrições de cravação.”

ESPECIFICAÇÕES DO CONCRETO

- $f_{ck} \geq 40$ MPa;
- E_{sc} (módulo de elasticidade secante) ≥ 28 GPa;
- teor de argamassa: $40 \% \leq TA \leq 50 \%$;
- fator água cimento: $a/c \leq 0,45$;
- absorção de água por imersão $\leq 6 \%$;



RESISTÊNCIA A COMPRESSÃO

“As estacas estarão liberadas para a cravação quando a resistência do concreto for maior que 35 MPa e o tempo de fabricação for maior ou igual a 7 dias.”

MÓDULO DE ELASTICIDADE SECANTE

Devem ser feitos ensaios para se determinar o módulo de elasticidade secante:

- Pelo menos uma vez ao mês;
- Quando houver mudança no traço do concreto ou nos materiais;
- Quando solicitado pelo cliente.



ABSORÇÃO DE ÁGUA POR IMERSÃO

Devem ser feitos ensaios para se determinar a taxa de absorção de água por imersão:

- Pelo menos uma vez ao mês;
- Quando houver mudança no traço do concreto ou nos materiais;
- Quando solicitado pelo cliente.



ESFORÇOS DE MANUSEIO

$$M_{k,\min,1} = 0,05 \times q \times L^2 \times \beta_a$$

$$M_{k,\min,2} = 0,02 \times q \times L^2 \times \beta_a$$

- q é o peso por metro linear de estaca
- L é o comprimento do elemento de estaca;
- β_a é o coeficiente de ampliação dinâmica, cujo valor mínimo é igual a 1,3;
- $M_{k,\min,1}$ → Içamento por 1 ponto → Resistência final do concreto
- $M_{k,\min,2}$ → Içamento por 2 pontos → Resistência no momento da desmoldagem

ESFORÇOS DE CRAVAÇÃO

- “Para estacas armadas, as tensões de compressão não devem ultrapassar 85 % da resistência do concreto no momento da cravação. Para estacas protendidas devem ser subtraídas as tensões decorrentes da protensão;”
- “Para estacas armadas, as tensões de tração na armadura longitudinal não devem ultrapassar 70 % da tensão de escoamento desde que a tensão na seção de concreto não ultrapasse 10 % da sua resistência característica.”

ESFORÇOS DE CRAVAÇÃO

- “Para estacas protendidas, o acréscimo de tensões de tração no concreto não deve ultrapassar 90 % da sua tensão de protensão mais 50 % da resistência nominal do concreto à tração.”

“Os limites de tensões fixados acima podem ser aumentados caso sejam feitas medições das tensões durante a cravação e posteriores análises de cravabilidade que atestem a compatibilidade das tensões medidas com os limites estruturais da estaca em estudo.”

ALÇAS DE IÇAMENTO

$$P_{i_{k,\min}} = R_i \times \gamma_i$$

- $P_{i_{k,\min}}$ é força considerada no cálculo da alça;
- R_i é a parcela do peso próprio da estaca, no gancho mais carregado, durante o içamento;
- γ_i é o coeficiente de ponderação de manuseio da estaca, cujo valor mínimo é igual a 1,3.

ANEL DE EMENDA

“Os anéis de emenda devem ter o mesmo formato e dimensões da peça e devem estar dispostos perpendicularmente ao eixo da estaca.”

ANEL DE EMENDA (FORMATO DIFERENTE DO DA ESTACA)



ANEL DE EMENDA (FORMATOS NÃO USUAIS)



ARMADURA TRANSVERSAL (ESTRIBAGEM)

- Etribagem em todo o comprimento do elemento de estaca.
- $\varnothing \geq 3,4 \text{ mm}$
- Taxa mínima de armadura = $0,90 \text{ cm}^2/\text{m}$ ($\varnothing 3,4 \text{ mm c/ } 20 \text{ cm}$).
- Taxa mínima de armadura nas extremidades = $2,4 \text{ cm}^2/\text{m}$ em um comprimento mínimo de 50 cm ($\varnothing 3,4 \text{ mm c/ } 7,5 \text{ cm}$).



“FALTA” DE ARMADURA TRANSVERSAL



COBRIMENTO

- $e \geq 2,0$ cm.
- Para estribos não estruturais não há a necessidade de cobrimento.



ARRANQUE (CABELEIRA)

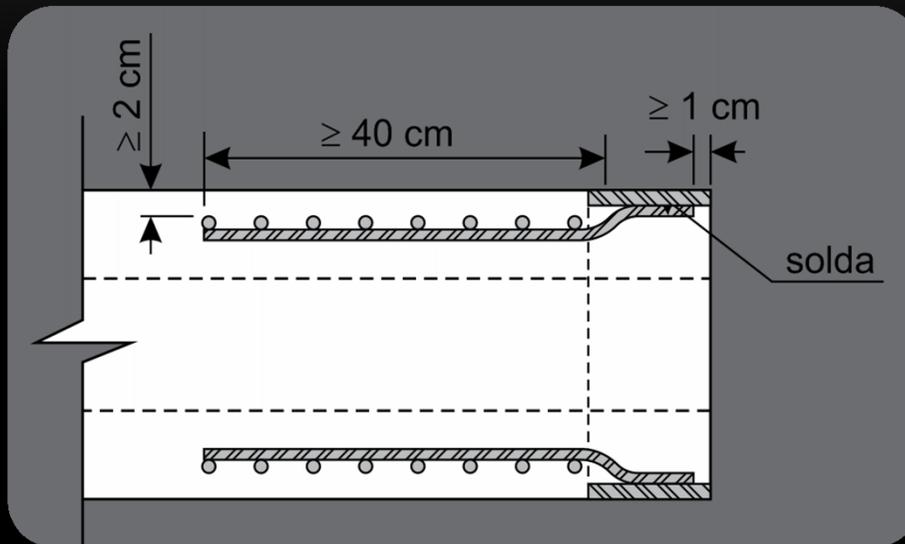
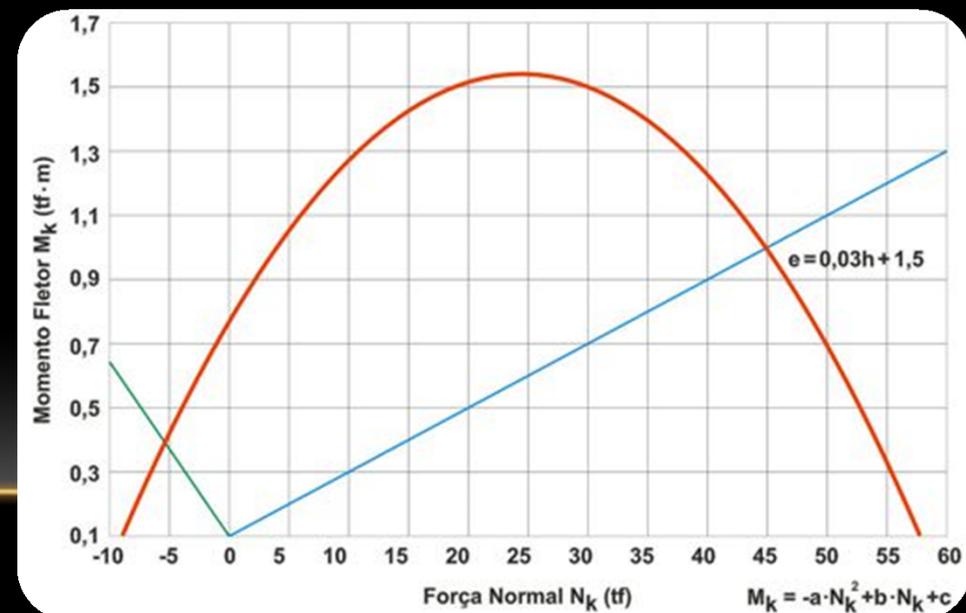


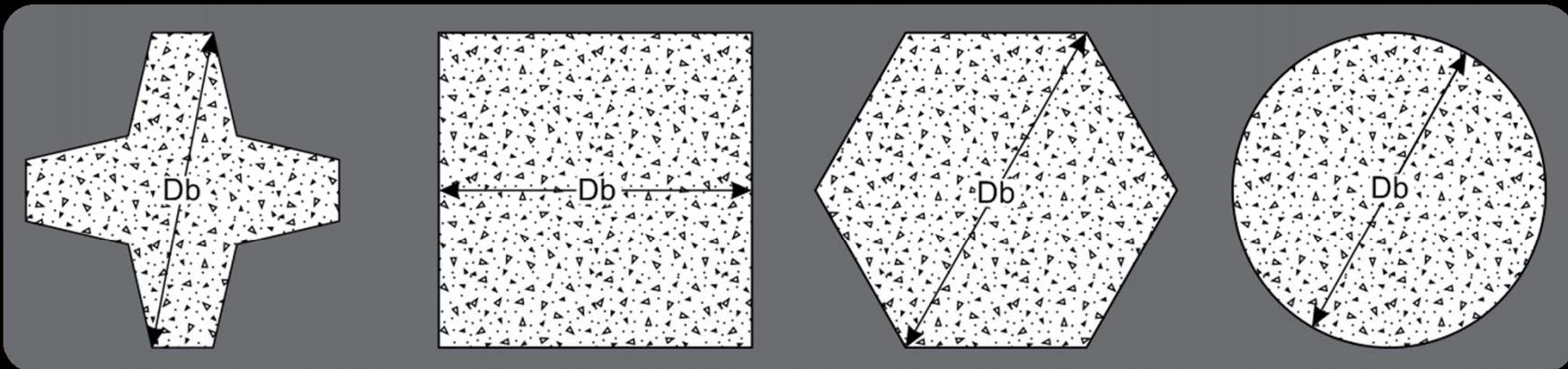
GRÁFICO DE RESISTÊNCIA

- Valores de momento e normal admissíveis para entrada em valores característicos;
- Trechos comprimido e tracionado da curva;
- Linha de limite de fissuração máximo: $w_k = 0,2 \text{ mm}$;
- Linha de excentricidade mínima de cálculo, de acordo com a ABNT NBR 6118;



DADOS TÉCNICOS ADICIONAIS

- Dimensão básica da seção da estaca;
- Área de concreto;
- Área da seção cheia;
- Perímetro da estaca;
- Momento de inércia da seção transversal;



DADOS TÉCNICOS ADICIONAIS

- Raio de giração da seção transversal;
- Carga estrutural admissível à compressão e à tração;
- Resistência característica do concreto e do aço;
- Índice de minoração de resistência, tanto do concreto quanto do aço;
- Diâmetro e número de barras que compõem a armadura longitudinal de cada estaca.

OBRIGADO!