

Critérios de cálculo: Prescrições de cálculo e detalhamento de vigas - NBR 6118:2003

//

Aplica-se às versões: EBv5, EBv5Gold, EBv6, EBv6Gold, EBv7, EBv7Gold

Assunto

Quais as prescrições utilizadas para o dimensionamento e detalhamento das vigas no Eberick?

Artigo

A NBR-6118:2003 define prescrições a serem obedecidas durante as etapas de dimensionamento e detalhamentos de vigas, com o intuito de levar em conta diversos fatores que possuem influência direta nestas etapas e que serão citados durante o decorrer do artigo para cada caso.

Dimensões mínimas

Conforme o item 13.2.2, a largura mínima das vigas deve ser de 12 cm e das vigas-parede de 15 cm. É possível admitir uma redução respeitando-se um mínimo absoluto de 10 cm em casos excepcionais, sendo obrigatoriamente respeitadas as condições seguintes:

- Alojamento das armaduras e suas interferências com as armaduras de outros elementos estruturais, respeitando os espaçamentos e coberturas estabelecidos;
- Lançamento e vibração do concreto de acordo com a NBR 14931.

No Eberick a largura mínima possível para a seção da viga é de 10 cm.

Vigas-parede devem seguir as prescrições do capítulo 22 da NBR-6118:2003, cujas hipóteses de dimensionamento e comportamento estrutural diferem de vigas usuais, não se aplicando ao dimensionamento efetuado pelo Eberick.

O Eberick fará a verificação do elemento e, se for o caso, será apresentado uma mensagem [Aviso 2 - Viga parede](#) durante seu detalhamento e neste caso, pode ser necessário fazer verificações adicionais (por exemplo, concentrações de tensão e prescrições de armaduras).

Controle da fissuração

Como a ocorrência de fissuração em elementos estruturais de concreto é inevitável, o item 13.4.1 busca controlar a abertura das fissuras, visando bom desempenho quanto à proteção das armaduras à corrosão e quanto à aceitabilidade sensorial dos usuários.

Na tabela 13.3 são apresentados os valores limites da abertura característica w_k das fissuras. Abaixo, é apresentada esta tabela com as prescrições restritas ao concreto armado.

Critérios de cálculo: Prescrições de cálculo e detalhamento de vigas - NBR 6118:2003

Tipo de concreto estrutural	Classe de agressividade ambiental (CAA)	Exigências relativas à fissuração	Combinação de ações em serviço a utilizar
Concreto armado	CAA I	ELS-W $w_k \leq 0,4\text{mm}$	Combinação freqüente
	CAA II a CAA III	ELS-W $w_k \leq 0,3\text{mm}$	
	CAA IV	ELS-W $w_k \leq 0,2\text{mm}$	

ELS-W: Estado Limite de Serviço de abertura de fissuras

Fonte: Tabela 13.3 da NBR 6118:2003

No item 17.3.3.2 são apresentados critérios para estimativas de aberturas de fissuras. Devido ao estágio atual dos conhecimentos e da alta variabilidade das grandezas envolvidas nesta análise, estes limites obtidos devem ser vistos apenas como critérios para um projeto adequado de estruturas, não devendo-se esperar que as aberturas de fissuras reais eventualmente não ultrapassem estes limites.

O Eberick utiliza os critérios de estimativa de fissuras conforme o item 17.3.3.2, comparando então com o valor definido em "Abertura máxima das fissuras", existente em Configurações-Materiais e durabilidade. Caso o valor calculado da abertura de fissura seja maior que o limite configurado, a armadura de tração da viga é aumentada automaticamente até que este implique em uma abertura menor ou igual ao limite. Caso a armadura não possa ser aumentada por algum critério de dimensionamento ou detalhamento, será apresentado Erro A12 - Fissuras nocivas.

Armaduras longitudinais

A recomendação de uma armadura mínima nas seções transversais tem o intuito de evitar a ruptura frágil destas seções ao se formar a primeira fissura. Esta armadura mínima é calculada para um momento mínimo que produziria a ruptura da seção de concreto simples, supondo que a resistência à tração do concreto seja dada por $f_{ctk,sup}$.

A especificação de armaduras máximas nas seções transversais visa assegurar condições de utilidade para estas seções, além de respeitar o campo de validade dos ensaios que deram origem às prescrições de funcionamento do conjunto aço-concreto.

Armadura mínima de tração:

Critérios de cálculo: Prescrições de cálculo e detalhamento de vigas - NBR 6118:2003

A armadura mínima de tração deve ser determinada pelo dimensionamento ao momento mínimo, respeitando uma taxa mínima absoluta de 0,15%. A NBR-6118:2003, em seu item 17.3.5.2.1, define o momento fletor mínimo pela seguinte expressão:

$$M_{d,min} = 0,8 W_0 f_{ctk,sup}$$

onde:

$f_{ctk,sup}$ é a resistência característica superior do concreto à tração (item 8.2.5);

W_0 é o módulo de resistência da seção transversal bruta de concreto, relativo à fibra mais tracionada, sendo:

$$W_0 = \frac{I}{y_t}$$

I é a inércia da seção

y_t é a distância do centro de gravidade à fibra mais tracionada da seção

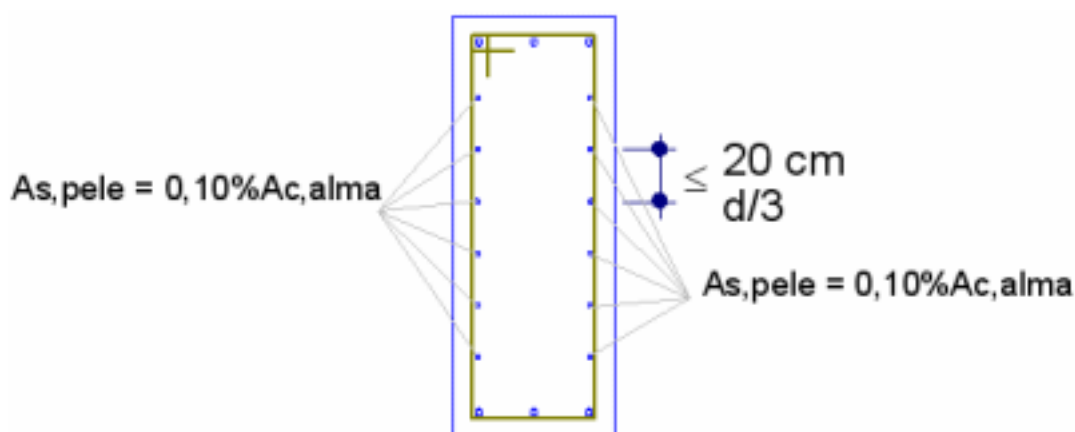
A tabela 17.3 da norma apresenta taxas mínimas de armadura de flexão para vigas que, se respeitadas, considera-se atendido o dimensionamento por $M_{d,min}$.

O cálculo de $A_{s,min}$ é feito através do dimensionamento à flexão da seção de concreto armado, realizado para o Estado Limite Último.

O Eberick determina as armaduras mínimas pelo dimensionamento ao momento mínimo, respeitando a taxa mínima de 0,15%.

Armadura de pele:

Segundo o item 17.3.5.2.3, a armadura de pele mínima deve ser de 0,10% $A_{c,alma}$ em cada face da alma da viga e composta por barras de alta aderência ($\tau_1 = 2,25$) com espaçamento não maior que 20 cm. No item 18.3.5 recomenda-se que o afastamento entre barras também não seja maior que $d/3$ (d é a [altura útil](#) da seção).



Critérios de cálculo: Prescrições de cálculo e detalhamento de vigas - NBR 6118:2003

Para vigas com altura igual ou inferior a 60 cm pode ser dispensada a utilização de armadura de pele.

Em Configurações-Dimensionamento-Vigas, grupo "Armadura de pele", é possível configurar diâmetro mínimo, espaçamento máximo e altura inicial para detalhamento da armadura de pele nas vigas.

No caso de vigas submetidas à torção também será colocada uma armadura de pele necessária à este esforço de torção, caso a altura da viga supere o valor definido no item "Espaçamento máximo" do grupo "Armadura de torção".

Armadura máxima longitudinal:

A NBR 6118, em seu item 17.3.5.2.4, define como sendo 4% A_c a taxa geométrica máxima da soma das armaduras de tração e compressão ($A_s + A'_s$) em relação à área da seção transversal, para região fora da zona de emendas.

No Eberick, tal limite é definido no item "Taxa de armadura máxima", em Configurações-Dimensionamento-Vigas, grupo "Limites".

Caso a viga se encontre na situação de taxa de armadura necessária para os esforços maior que a máxima configurada, a mesma será apresentada na janela de dimensionamento, em Tabela-Resultado, com Erro D15 - Erro na armadura positiva (vão ***) ou Erro D16 - Erro na armadura negativa (nó ***).

Distribuição transversal:

O espaçamento entre faces da armadura longitudinal, medido no plano da seção transversal, deve ser igual ou superior ao maior dos seguintes valores:

- Na direção horizontal:
 - 2 cm;
 - diâmetro da própria barra;
 - 1,2 vez o diâmetro máximo do agregado.

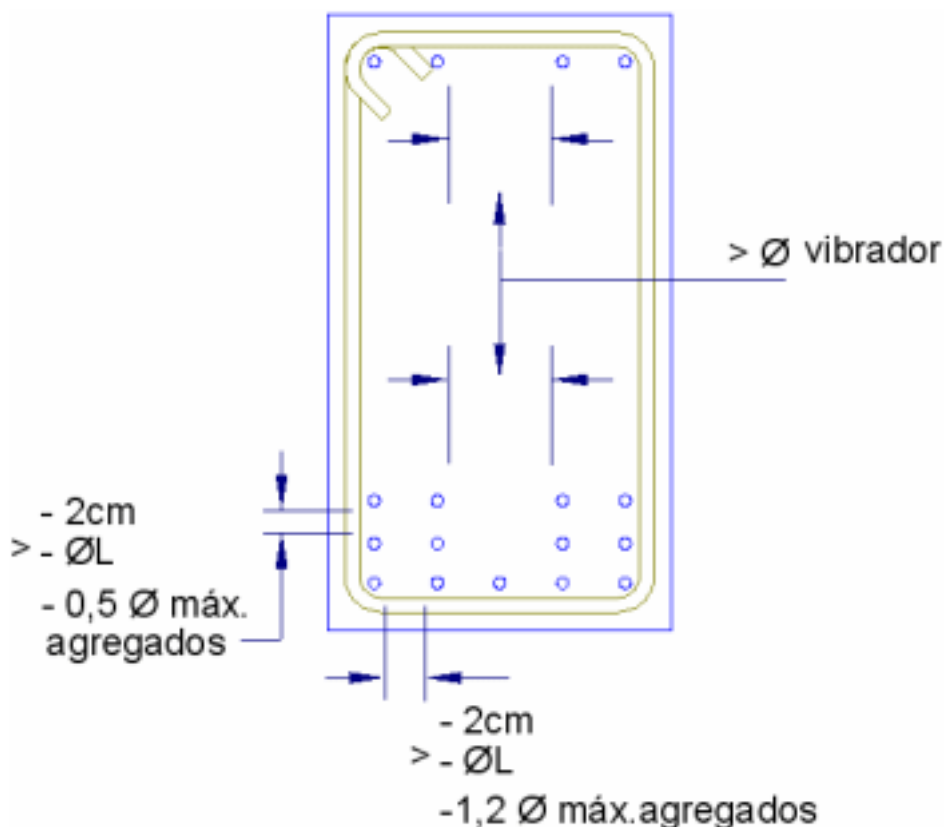
- Na direção vertical:
 - 2 cm;
 - diâmetro da própria barra;

Critérios de cálculo: Prescrições de cálculo e detalhamento de vigas - NBR 6118:2003

- 0,5 vez o diâmetro máximo do agregado.

Esta prescrição é de ordem construtiva, visando condições adequadas de execução, particularmente com relação ao lançamento e ao adensamento do concreto.

Existe ainda a verificação dos espaçamentos em relação a necessidade de introdução do vibrador. No Eberick, define-se no item "Diâmetro do vibrador", em Configurações-Dimensionamento-Vigas, este parâmetro para verificação dos espaçamentos. Será aplicada para a distribuição das armaduras longitudinais negativas e para as positivas situadas a partir da segunda camada.



Espaçamentos mínimos da armadura longitudinal

O espaçamento mínimo entre barras é verificado pelo Eberick automaticamente. Para situações em que a quantidade de barras necessárias gera espaçamento entre as barras longitudinais menor que o mínimo, o elemento apresentará os erros D15 ou D16, de acordo com o local onde este erro ocorrer.

Relação entre altura da viga e CG das armaduras:

Conforme o item 17.2.4.1 da NBR-6118:2003, a distância do centro de gravidade das armaduras até o ponto da seção da armadura mais afastado da linha neutra não pode ser superior a 10% de h , sendo o parâmetro " h " correspondente a altura da viga.

Em casos que esta distância seja superior ao limite de 10% de h para todas as bitolas, o programa

Critérios de cálculo: Prescrições de cálculo e detalhamento de vigas - NBR 6118:2003

impede o detalhamento, apresentando Erro A04-CG da armadura muito alto.

Em Configurações-Dimensionamento-Vigas, grupo "Limites", item "Relação máxima entre altura e CG da armadura", permite-se, a critério do usuário, configurar valores compreendidos entre 5% e 10% de h.

Armaduras para torção:

Segundo o item 18.3.4, as barras longitudinais da armadura de torção podem ser distribuídas ou concentradas ao longo do perímetro interno dos estribos, mas devem respeitar um espaçamento máximo entre elas de 350 mm.

Em Configurações-Dimensionamento-Vigas, grupo "Armadura de torção", item "Espaçamento máximo", define-se a altura máxima de viga a partir da qual o programa colocará, se houverem esforços de torção, armadura de pele na viga a fim de distribuir a armadura. Para vigas com altura abaixo do configurado neste item, a armadura longitudinal de torção será concentrada nos cantos da seção transversal.

Armaduras transversais

Diâmetros e espaçamentos:

Conforme o item 18.3.3.2 da norma o diâmetro das barras dos estribos não deve ser inferior a 5 mm, nem superior a 1/10 da largura da alma da viga.

Fica a critério do usuário do Eberick a definição de quais barras serão utilizadas para os estribos de vigas, habilitando as desejadas em Configurações-Materiais e Durabilidade, botão Bitolas. Quando a barra configurada possuir diâmetro superior 1/10 da largura da alma da viga será apresentado erro para estas bitolas.

O espaçamento mínimo entre estribos deve ser suficiente para permitir a passagem do vibrador, garantindo um bom adensamento do concreto. No Eberick, define-se através do item "Espaçamento mínimo", existente em Configurações-Dimensionamento-Vigas-Estribos, grupo "Espaçamento".

O espaçamento máximo dos estribos, segundo o eixo longitudinal do elemento estrutural, deve atender às seguintes condições:

- Se $V_d = 0,67 V_{Rd2}$, então $s_{m\acute{a}x} = 0,6 d = 300$ mm;
- Se $V_d > 0,67 V_{Rd2}$, então $s_{m\acute{a}x} = 0,3 d = 200$ mm.

Quando a armadura de cisalhamento calculada implica em espaçamentos superiores a estes limites, o programa então adotará estes limites como espaçamentos dos estribos para a viga (Ver 437-Dimensionamento de vigas ao cisalhamento - NBR 6118/2003).

O espaçamento transversal entre ramos sucessivos dos estribos não deve ser superior aos

Critérios de cálculo: Prescrições de cálculo e detalhamento de vigas - NBR 6118:2003

seguintes valores:

- Se $V_d = 0,20 V_{Rd2}$, então $s_{t,máx} = d = 800$ mm;
- Se $V_d > 0,20 V_{Rd2}$, então $s_{t,máx} = 0,6 d = 350$ mm.

Nos casos em que a distância entre os ramos do mesmo estribo é superior a estes limites, o estribo será alterado para 4 ramos.

Armadura transversal para torção:

As prescrições do item 18.3.3.2, relativas ao diâmetro e espaçamentos dos estribos, são válidas também para os estribos necessários para os esforços de torção.

O item 18.3.4 prescreve que pode-se considerar efetivos na resistência à torção os ramos dos estribos e as armaduras longitudinais contidos no interior da parede fictícia da seção vazada equivalente (item 17.5.1.4) (Ver "[Dimensionamento de vigas à torção conforme a NBR 6118:2007](#)").

[Referências bibliográficas](#)

[1] NBR-6118:2003 - Projeto de estruturas de concreto - Procedimento - ABNT.

ID de solução único: #1655

Autor: : Eng.º Nilson Cezar Mattos

Última atualização: 2018-01-16 17:22