

professor José Celso da Cunha



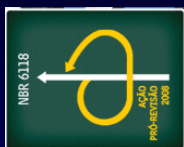
Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

OBJETIVO DA PRESENTE EXPOSIÇÃO

INTRODUÇÃO - Apresentar alguma experiência na divulgação do texto da NBR-6118/03 em vários estados brasileiros;

DESENVOLVIMENTO: Ressaltar dentre os procedimentos da NBR-6118/03 alguns itens que mereceriam uma revisão ou modificação de conteúdo, indicando alternativas para uma discussão objetiva desses itens;

CONCLUSÃO.



professor José Celso da Cunha

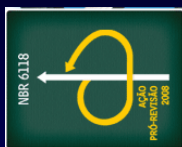


Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

INTRODUÇÃO

Alguma experiência na divulgação do texto da NBR-6118/03

Estados e cidades onde tive a satisfação de contribuir com a atualização sobre a NBR-6118/03, em que participaram **939** profissionais de engenharia de estruturas.



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

INTRODUÇÃO: Alguma experiência na divulgação do texto da NBR-6118/03

ESTADO -Ano	CIDADE
AMAZONAS - 2004	Manaus
ALAGOAS - 2005	Maceió
ESPÍRITO SANTO - 2005	Vitória
MARANHÃO - 2005	São Luís
MATO GROSSO - 2006	Cuiabá
MINAS GERAIS 2003, 2004, 2005 e 2006	Belo Horizonte, Juiz de Fora, Uberlândia, Uberaba, Governador Valadares, Poços de Caldas, Alfenas, Pouso Alegre, Pedro Leopoldo, Caratinga, Arcos,
PARÁ - 2006	Belém do Pará, Tucuruí.
PARAÍBA - 2004	João Pessoa
PERNAMBUCO - 2004	Recife
RIO DE JANEIRO - 2005	Macaé
R. GRANDE DO NORTE - 2006	Natal
R.GRANDE DO SUL - 2006	Caxias do Sul
SERGIPE 2006	Aracaju



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03



professor José Celso da Cunha



INTRODUÇÃO: Alguma experiência na divulgação do texto da NBR-6118/03

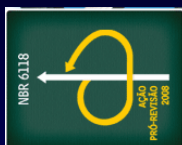
ATUALIZAÇÃO
NBR 6118/2003
Prof. José Celso da Cunha.

PATROCÍNIO

Apoio:

RECIFE 6/11/2004

José Celso da Cunha.
Eng. Civil, EE, UFMG 1975.
Dr. Mecânica dos Solos/Estruturas – ECP/CEBTP, Paris, 1985
Professor, CEFET-MG
Filiado à ABECE
jo.celso.cunha@des.cefetmg.br



professor José Celso da Cunha

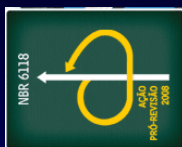


Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

INTRODUÇÃO: Alguma experiência na divulgação do texto da NBR-6118/03

PRINCIPAIS EXPERIÊNCIAS

1. O contato caloroso com colegas dos mais distantes locais do Brasil;
2. O interesse no tema observado na qualidade das questões colocadas e pelas contribuições pessoais dos profissionais participantes;
3. A resposta positiva ao conhecimento e ao desenvolvimento normativo nacional;
4. As pertinentes alegações de que as dimensões e diversidades territoriais brasileiras deveriam ser levadas em conta em um ou outro procedimento normativo, visando a corrigir exageros ou omissões;
5. A dificuldade encontrada por parte da grande maioria dos profissionais de engenharia de estruturas dessas regiões em adquirir o exemplar original da NBR-6118/03, em decorrência do seu preço elevado e desproporcional;



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

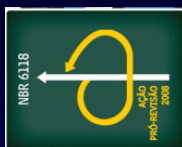
DEVE
PODE
RECOMENDA-SE

o que existe por traz das três condições distintas da
norma brasileira NBR-6118/2003 ?

DEVER: obrigação imposta ao profissional, a ser seguida sem restrições ou condições;

PODER: faculta-se ao usuário a sua utilização, reconhecendo existir outros procedimentos igualmente aceitos, ainda que não citados;

RECOMENDAR: entende-se como uma alternativa dentre outras de uso corrente já consagradas pela comunidade técnica.



professor José Celso da Cunha



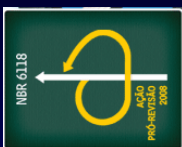
Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo

CAPÍTULOS III, V, VI e VII

ITEM 3.3. – CONTRATANTE:

“Pessoa física ou jurídica de direito público ou privado que, mediante instrumento hábil de compromisso, promove a execução de serviços e/ou obras de contratado técnica, jurídica e financeiramente habilitado.



professor José Celso da Cunha



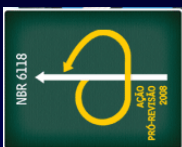
Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo – CAPÍTULO Iii, V, VI e VII

Comentário:

A definição do contratante, como apresentada no item 3.3 da NBR-6118/03, destoa das atribuições internas dispostas ao longo do texto normativo:

- a) Pela definição, item 3.3, à essa pessoa pública ou privada de definição clássica, não foram exigidos explicitamente conhecimentos técnicos de engenharia ao **contratante** que lhe possibilitassem tomar decisões técnicas junto ao projetista;
- b) Internamente ao texto da norma, à revelia da definição do item 3.3, o **contratante** é elevado à condição de co-responsável pelas decisões técnicas de engenharia de alto nível. Para isso basta observar que o que se exige do contratante no item 5.2.2.1, vinculando-o às decisões concernentes aos itens 5.2.2.2 a 5.2.2.6, vai requerer do mesmo tais conhecimentos técnicos de engenharia.



professor José Celso da Cunha

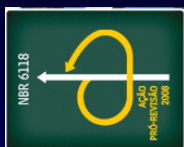


Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo – CAPÍTULO Iii, V, VI e VII

ITEM 5.1.2 - Condições gerais

As estruturas de concreto **devem** atender aos requisitos mínimos de qualidade classificados em 5.1.2, durante sua construção e serviço, e aos requisitos adicionais estabelecidos em conjunto entre o autor do projeto estrutural e o **contratante**.



professor José Celso da Cunha

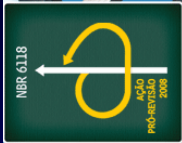


Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo – CAPÍTULO Iii, V, VI e VII

ITEM 5.2.1 - Qualidade da solução adotada

.... A qualidade da solução adotada **deve** ainda considerar as condições arquitetônicas, funcionais, construtivas (ver Projeto 02:124.16-001), estruturais, de integração com os demais projetos (elétrico, hidráulico, ar-condicionado e outros) explicitadas pelos responsáveis técnicos de cada especialidade com a anuência do **contratante**.



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo – CAPÍTULO Iii, V, VI e VII

ITEM 5.2.2.1 - Todas as condições impostas ao projeto, descritas de 5.2.2.2 a 5.2.2.6, **devem** ser estabelecidas previamente e de comum acordo entre o autor do projeto estrutural e o contratante.

ITEM 5.2.2.2 - o projeto **deve** atender a todos os requisitos estabelecidos nesta Norma e em outras complementares e especiais, conforme o caso.

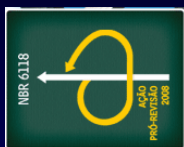
ITEM 5.2.2.3 - As exigências relativas à capacidade resistente e ao desempenho em serviço deixam de ser satisfeitas quando

ITEM 5.2.2.4 - As exigências de durabilidade deixam de ser atendidas Norma.

ITEM 5.2.2.5 - Para tipos especiais de estruturas, **devem** ser atendidas exigências particulares

NOTA - Exigências particulares podem, por exemplo, consistir em resistência a explosões, ao impacto, aos sismos,

ITEM 5.2.2.6 - Exigências suplementares podem ser fixadas em projeto.



professor José Celso da Cunha

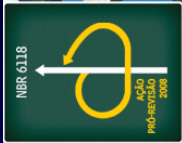


Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo – CAPÍTULO Iii, V, VI e VII

ITEM 5.3 - *Avaliação da conformidade do projeto*

ITEM 5.3.1 - *Dependendo do porte da obra (???)*, a avaliação da conformidade do projeto **deve** ser requerida e contratada pelo **contratante**, a um profissional habilitado, **devendo** ser registrada em documento específico que acompanha a documentação do projeto citada em 5.2.3.



professor José Celso da Cunha

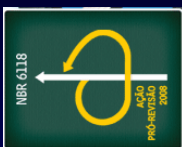


Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo – CAPÍTULO Iii, V, VI e VII

ITEM 6.2 - *Vida útil de projeto.*

ITEM - 6.2.1 *Por vida útil de projeto, entende-se o período de tempo durante o qual se mantêm as características das estruturas de concreto desde que atendidos os requisitos de uso e manutenção prescritos pelo projetista e pelo **construtor** (??), conforme 7.8 e 25.4, bem como de execução dos reparos necessários decorrentes de danos acidentais.*



professor José Celso da Cunha

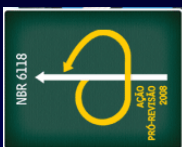


Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo – CAPÍTULO Iii, V, VI e VII

TEM - 13.4.3 - Controle da fissuração quanto à aceitabilidade sensorial e à utilização

..... Limites mais severos de aberturas de fissuras podem ser estabelecidos com o contratante, devendo, porém, ser considerado o possível aumento significativo do custo da estrutura.



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

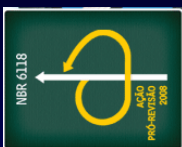
Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo – CAPÍTULO Iii, V, VI e VII

ITEM – 25.4 - Aceitação do projeto

*Cabe ao **contratante** proceder ao recebimento do projeto, quando cumpridas as exigências desta Norma, em particular aquelas prescritas na seção 5.*

Verificada a existência de não-conformidades

*Na falta de habilitação técnica do **contratante** para a aceitação do projeto, ele **deve** designar um preposto legalmente habilitado para tal.*



professor José Celso da Cunha

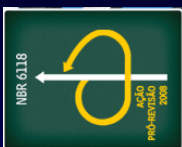


Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo – CAPÍTULO Iii, V, VI e VII

25.4 - Manual de utilização, inspeção e manutenção

*Dependendo do porte da construção e da agressividade do meio e de posse das informações dos projetos, dos materiais e produtos utilizados e da execução da obra, **deve** ser produzido por profissional habilitado, devidamente contratado pelo **contratante**, um manual de utilização, inspeção e manutenção. Esse manual“*



professor José Celso da Cunha

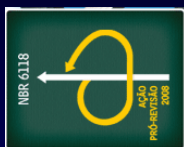


Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo – CAPÍTULO Iii, V, VI e VII

Comentário

Como se observou, segundo o texto da norma, o **CONTRATANTE** pode ser o **proprietário** da obra, numa primeira instância, desde que este se sinta em condições de compreender o que está se propondo e acertado nesse contrato, cujo conteúdo pode versar sobre termos técnicos, específicos da linguagem do engenheiro. Nesse caso, entende-se que o **proprietário** tenha conhecimentos técnicos e compreenda todo o teor técnico do contrato e o autorize. ///



professor José Celso da Cunha

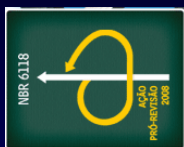


Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo – CAPÍTULO Iii, V, VI e VII

comentário

O **CONTRATANTE** pode também ser um representante ou preposto do proprietário, respondendo tecnicamente pelo que há de cunho técnico nesse contrato, substituindo esse último nas questões exigidas pela NB-1, ou seja, nas responsabilidades próprias e definidas por essa nova norma. ///



professor José Celso da Cunha

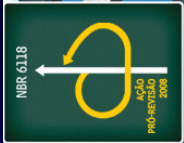


Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo – CAPÍTULO Iii, V, VI e VII

comentário

Do lado do **Proprietário**, no nosso entendimento, sempre deveria existir um engenheiro **CONTRATANTE** com conhecimento na compra desse tipo de serviços. Ele seria o que, em nome do proprietário — portanto, designado e autorizado por ele —, acordaria com o projetista nas questões pertinentes aos requisitos mínimos de qualidade, exigidos pela nova **NB-1**. ///



professor José Celso da Cunha



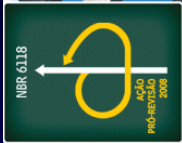
Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens ou procedimentos da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo – CAPÍTULO Iii, V, VI e VII

Comentário

Ele também definiria, de comum acordo com o projetista, as demais prerrogativas, exigências e necessidades preconizadas pelo novo texto normativo, sempre que alguma tomada de decisão resultasse em responsabilidades presentes e futuras de ambas as partes.

No bojo dessas decisões, definir, dentre outras coisas, a importância do projeto, ou “*o porte da estrutura*”, para se proceder ou não a verificação do projeto por terceiros, e quem assinaria o termo de recebimento desse projeto, conforme exigências dessa nova norma. ///



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo

CAPÍTULO VIII

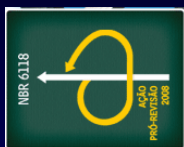
Item 8.2.8 - Módulo de elasticidade

O módulo de elasticidade ou módulo de deformação tangente inicial, **deve** ser obtido segundo ensaio descrito na NBR 8522.

Quando não forem feitos ensaios e não existirem dados mais precisos sobre o concreto usado na idade de 28 d, **pode-se** estimar o valor do módulo de elasticidade usando a expressão:

$$E_{ci} = 5600 f_{ck}^{1/2}$$

...Quando for o caso, é esse o módulo de elasticidade a ser especificado em projeto e controlado na obra.



professor José Celso da Cunha



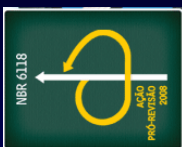
Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - **CAPÍTULO VIII**

*O módulo de elasticidade secante a ser utilizado nas análises elásticas de projeto, especialmente para determinação de esforços solicitantes e verificação de estados limites de serviço, **deve** ser calculado pela expressão :*

$$E_{cs} = 0,85 E_{ci}$$

*...Na avaliação do comportamento global da estrutura e para o cálculo das perdas de protensão, **pode** ser utilizado em projeto o módulo de deformação tangente inicial (E_{ci}).*



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

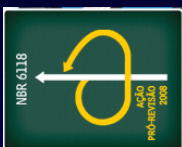
Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - **CAPÍTULO VIII**

comentário

A NBR 14931/2003, *Execução de estruturas de concreto – Procedimento*, que entrou em vigor concomitantemente com a NB-1, impõe obrigações e decisões ao projetista de estruturas, em seu item 10.1 (???), quanto à definição do valor do módulo de elasticidade do concreto na data que o construtor “*decide*” retirar o escoramento da estrutura, com implicações de retrabalho, muitas vezes não previsto no contrato entre as partes.

No meu entendimento, a menos que o projetista tenha sido contratado para definir datas de retirada total do escoramento antes dos 28 dias, e ter feito conseqüentes estudos da implicação da deformabilidade da estrutura em decorrência desse novo valor do módulo, deve prevalecer no projeto a boa alternativa da NB-1, estabelecida no Item 8.2.8, ou seja, $E_{ci} = 5600 f_{ck}^{1/2}$. Além do que é clara a prescrição da NBR-6118/03, quando prescreve: ...quando for o caso, é esse o módulo de elasticidade a ser especificado em projeto e controlado na obra.

Caso contrário, se essa data somente for conhecida ou fornecida pelo contratante fora do prazo legal estabelecido entre as partes para a entrega e recebimento do projeto, caberia ao contratante remunerar o projetista pelo retrabalho imposto ao projeto em conseqüência dessa sua nova solicitação.



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - **CAPÍTULO VIII**

Comentário (continuação)

Por outro lado, caso a data de retirada do escoramento superar os 28 dias de projeto, deveria ainda assim prevalecer o mesmo valor do módulo de elasticidade estabelecido na alternativa da NB-1 no cálculo das deformações da estruturas, ou seja, um valor constante e único para o módulo secante, $E_{c,s}$, baseado no valor do módulo tangente, função do f_{ck} , ou seja:

$$E_{c,s} = 0,85 E_{ci}$$

Isto se justifica, tendo em vista que não há nenhuma expectativa deste valor aumentar com o tempo, apesar do aumento da resistência do concreto, tendo em vista que ensaios comprobatórios demonstram que o módulo de elasticidade do concreto não aumenta o seu valor com o tempo indefinidamente como a resistência do concreto ///

Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo

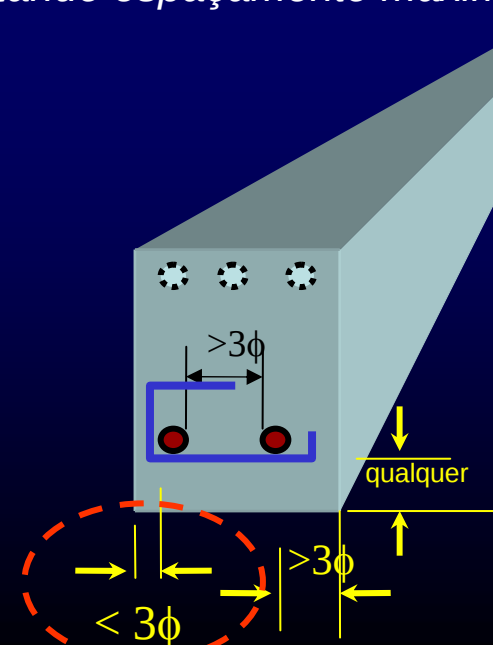
CAPÍTULO IX

ITEM 9.4.2.6 - Armadura transversal na ancoragem

9.4.2.6.2 - Para barras com $\phi \geq 32\text{mm}$

Deve ser verificada a armadura em duas direções transversais ao conjunto de barras ancoradas. Essas armaduras transversais devem suportar os esforços de fendilhamento segundo os planos críticos, respeitando espaçamento máximo de 5ϕ (onde ϕ é o diâmetro da barra ancorada).

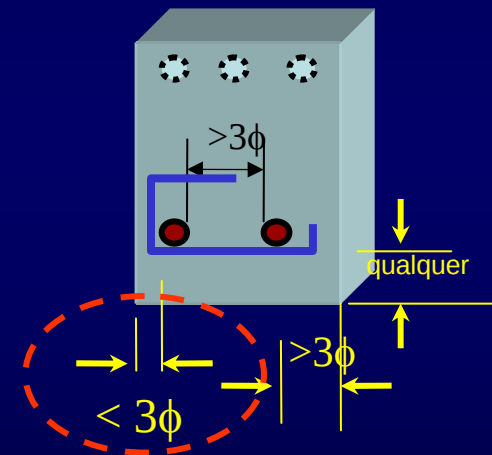
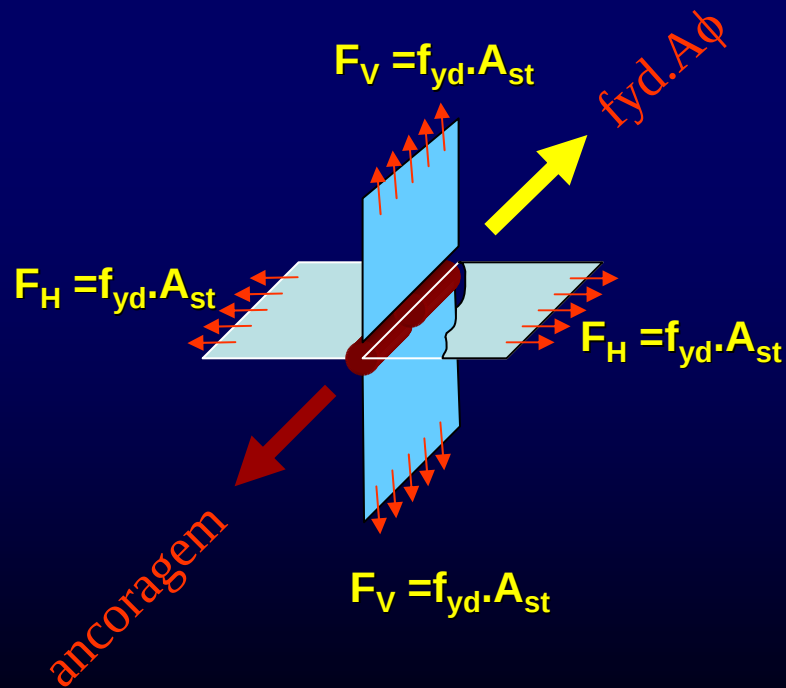
$A_{st} = ?? \geq A_{spc}$ capaz de evitar
o fendilhamento nos planos
críticos.///



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - **CAPÍTULO IX**

planos críticos!



///

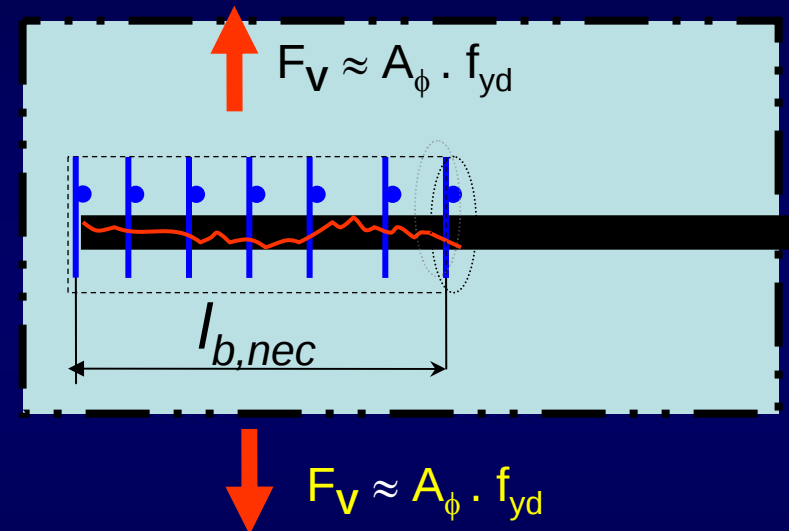
Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - **CAPÍTULO IX**

$$F_V \approx 0,3A_\phi \cdot f_{yd}$$

$$F_V \approx 0,3A_\phi \cdot f_{yd} = A_{sV} \cdot f_{yd}$$

$$\rightarrow A_{sV} = F_V / f_{yd} = 0,3A_\phi$$



Desta forma podemos concluir que a área total da armação transversal necessária, em cada direção crítica ao longo da ancoragem da barra de diâmetro $\phi \geq 32\text{mm}$, é aproximadamente igual à 30% da área do próprio diâmetro ancorado.

$$A_{spc} = A_{sV} = 0,3 A_\phi$$

///

Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

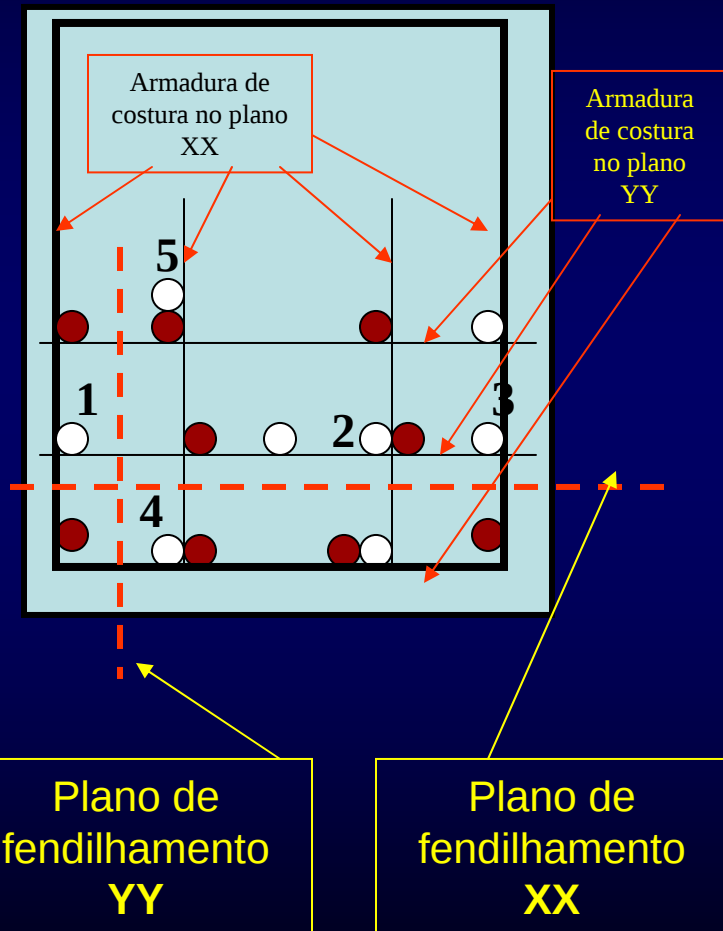
Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - **CAPÍTULO IX**

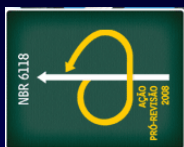
Comentário do Práticas Recomendadas IBRACON

As duas direções transversais citadas na NB-1 podem ser consideradas com indicado a seguir:

$$A_{swy} \cdot f_{yd} = 0,25 \sum R_{st} \text{ das barras 1, 2 e 3}$$

$$A_{swx} \cdot f_{yd} = 0,25 \sum R_{st} \text{ das barras 4 e 5}$$





professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - **CAPÍTULO IX**

Comentário

É necessário que evitemos no texto normativo procedimentos que exijam do usuário conhecimentos que extrapolam o objetivo do seu trabalho profissional, e que necessitem de uma interpretação complementar muitas vezes duvidosa e incompleta.

Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo

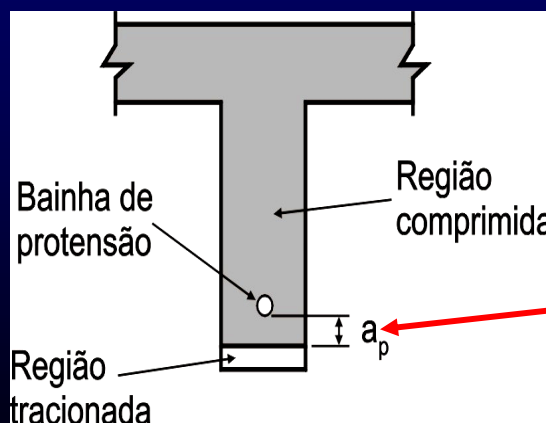
CAPÍTULO X

Item 10.4 Estado Limite de Serviço

.... A segurança das estruturas de concreto pode exigir a verificação de alguns estados limites de serviço conceituados na **seção 3**.

Item 3.2.6 - estado limite de descompressão parcial (ELS-DP):

Estado no qual garante-se a compressão na seção transversal, na região onde existem armaduras ativas. Essa região deve se estender até uma distância a_p da face mais próxima da cordoalha ou da bainha de protensão (ver figura)



De modo geral considerar $a_p=25\text{mm}$. ///

Figura 3.1 - Estado limite de descompressão parcial

Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO X

Comentário

Esse valor sugerido de a_p , citado de forma literal no item 3.1 da NBR-6118/03, somente será definido, ainda que de forma quase velada, do rodapé da Tabela 13.3

“Exigências de durabilidade relacionadas à fissuração e à proteção da armadura, em função das classes de agressividade ambiental”, que diz:

*“A critério do projetista, o ELS-D pode ser substituído pelo ELS-DP com **$a_p = 25 \text{ mm}$** (figura 3.1)”.*

Nossa sugestão é a de se colocar esse valor de **$a_p = 25 \text{ mm}$** diretamente na própria figura 3.1

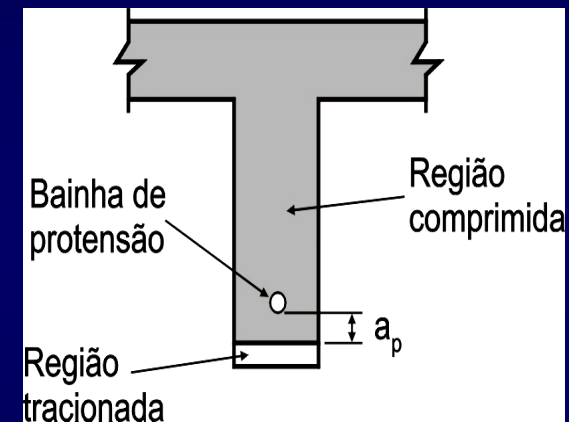
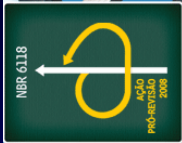


Figura 3.1 - Estado limite de descompressão parcial



professor José Celso da Cunha



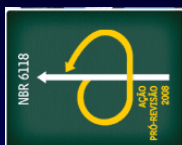
Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo

CAPÍTULOS XIII

ITEM 13.3 - Deslocamentos limites.

*Deslocamentos limites são valores práticos utilizados para verificação em serviço do estado limite de deformações excessivas da estrutura. Para os efeitos desta Norma são classificados nos quatro grupos básicos a seguir relacionados e **devem** obedecer aos limites estabelecidos na tabela 13.2: ///*



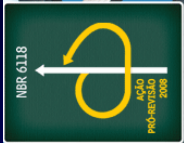
professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - **CAPÍTULOS XIII**

Efeito	Razão da limitação	Exemplo	Deslocamento a considerar	Deslocamento limite
Aceitabilidade sensorial	Visual	Deslocamentos visíveis em elementos estruturais	Total	$L/250$
	Outro	Vibrações sentidas no piso	•Devido a cargas acidentais	$L/350$
Efeitos estruturais em serviço	Superfícies que devem drenar água	Coberturas e varandas	Total	$L/250^{1)}$
	Pavimentos que devem permanecer planos	Ginásios e pistas de boliche	Total	$L/350 + \text{contraflecha}^{2)}$
			Ocorrido após a construção do piso	$L/600$
	Elementos que suportam equipamentos sensíveis	Laboratórios	Ocorrido após nivelamento do equipamento	Conforme recomendação do fabr.do equipamento
Efeitos em elementos não estruturais	Paredes	Alvenaria, caixilhos e revestimentos	Após a construção da parede	$L/500^{3)}$ ou 10 mm ou $\theta=0,0017 \text{ rad}^{4)}$
		Divisórias leves e caixilhos telescópicos	Ocorrido após a instalação da divisória	$L/250^{3)}$ ou 25 mm
		Movimento lateral de edifícios	Provocado pela ação do vento para combinação freqüente ($\psi_1=0,30$)	$H/1700$ ou $H/850^{5)}$ entre pavimentos ⁶⁾
		Movimentos térmicos verticais	Provocado por diferença de temperatura	$L/400^{7)}$ ou 15 mm
	Forros	Movimentos térmicos horizontais	Provocado por diferença de temperatura	$H_f/500$
		Revestimentos colados	Ocorrido após construção do forro	$L/350$
		Revestimentos pendurados ou com juntas	•Deslocamento ocorrido após construção do forro	$L/175$
	Pontes rolantes	•Desalinhamento de trilhos	Deslocamento provocado pelas ações decorrentes da frenagem	$H/400$
Efeitos em elementos estruturais	Afastamento em relação às hipóteses de cálculo adotadas	Se os deslocamentos forem relevantes para o elemento considerado, seus efeitos sobre as tensões ou sobre a estabilidade da estrutura devem ser considerados, incorporando-as ao modelo estrutural adotado.		



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - **CAPÍTULOS XIII**

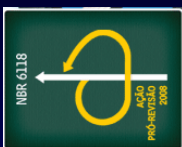
Comentário

Mais à frente, mas somente no capítulo XVII, ao propor um procedimento para o cálculo de deformações em vigas, a norma admite que é necessário ter maiores cuidados no tratamento do cálculo das deformações:

17.3.2 - Estado limite de deformação

A verificação dos valores limites estabelecidos nesta norma (tabela 13.2) para a deformação da estrutura, submetida à combinação de ações conforme seção 11, deve ser realizada através de modelos que considerem a rigidez efetiva das seções do elemento estrutural.

Isto é, modelos que levem em consideração a presença da armadura, a existência de fissuras no concreto ao longo dessa armadura e as deformações diferidas no tempo. ///



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULOS XIII

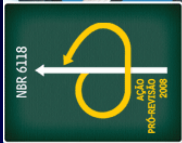
Comentário (continuação)

Ou ainda, confessa da quase impossibilidade de se obter êxito no cálculo dos deslocamentos das mesmas vigas:

17.3.2 - Estado limite de deformação

....A deformação real da estrutura depende também do processo construtivo, assim como das propriedades dos materiais (principalmente do módulo de elasticidade e da resistência à tração) no momento de sua efetiva solicitação.

Em face da grande variabilidade dos parâmetros citados, existe uma grande variabilidade das deformações reais. Não se pode esperar, portanto, grande precisão nas previsões de deslocamentos dadas pelos processos analíticos a seguir prescritos. ///



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XIII

Comentário

Alternativa proposta para o atual texto do item 13.3

ITEM 13.3 - Deslocamentos limites.

*Deslocamentos limites são valores práticos utilizados para verificação em serviço do estado limite de deformações excessivas da estrutura. Para os efeitos desta Norma são classificados nos quatro grupos básicos a seguir relacionados, **podendo-se utilizar como referência prática** os limites estabelecidos na tabela 13.2: ///*

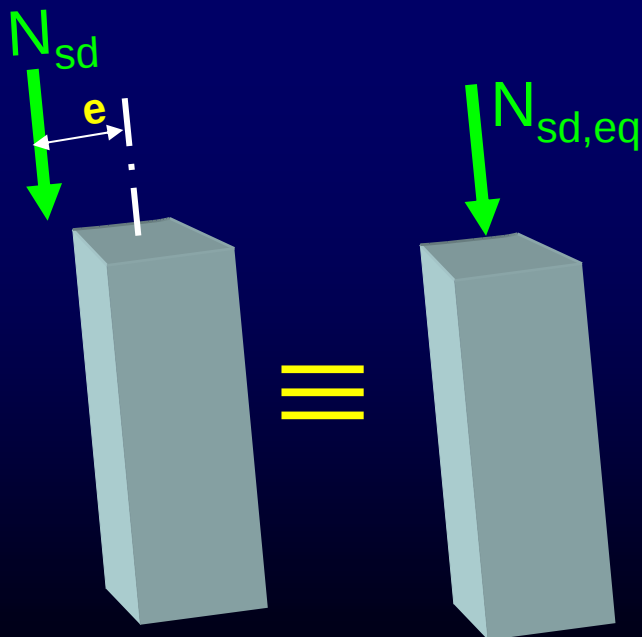
Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

CAPÍTULO XVII

ITEM 17.2 .5- Processos aproximados para o dimensionamento à flexão composta

O cálculo para o dimensionamento de seções retangulares ou circulares com armadura simétrica, sujeitas a flexo-compressão normal, em que a força normal reduzida (v) seja maior ou igual a 0,7, pode ser realizado como um caso de compressão centrada equivalente, onde:



$$N_{Sd,eq} = N_{Sd} \left(1 + \beta \frac{e}{h} \right)$$

$$M_{Sd,eq} = 0$$

$$v = \frac{N_{Sd}}{A_c f_{cd}}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{M_{Sd}}{N_{Sd} h}$$

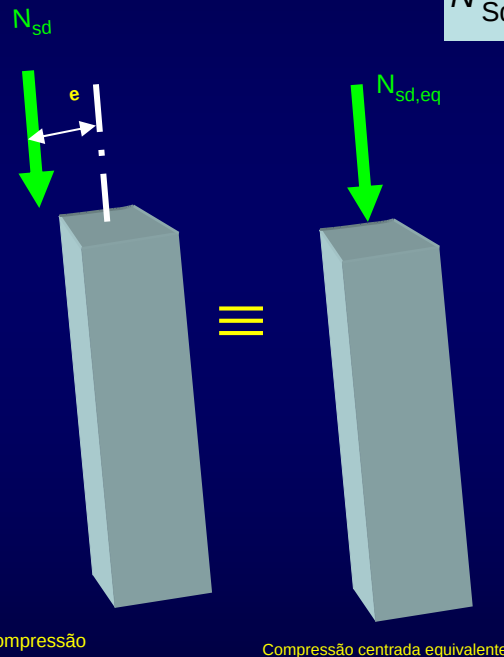
$$\beta = \frac{1}{(0,39 + 0,01\alpha) - 0,8 \frac{d'}{h}}$$

Flexo compressão

Compressão centrada equivalente.///

Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULOS Xiii e XVII



Flexo compressão

Compressão centrada equivalente

$$N_{Sd,eq} = N_{Sd} \left(1 + \beta \frac{e}{h} \right)$$

$$v = \frac{N_{Sd}}{A_c f_{cd}}$$

$$\frac{e}{h} = \frac{M_{Sd}}{N_{Sd} h}$$

$$\beta = \frac{1}{(0,39 + 0,01\alpha) - 0,8 \frac{d'}{h}}$$

sendo o valor α dado por:

$$\alpha = -1/\alpha_s$$

$$\alpha = \alpha_s$$

$$\alpha = 6$$

$$\alpha = -4$$

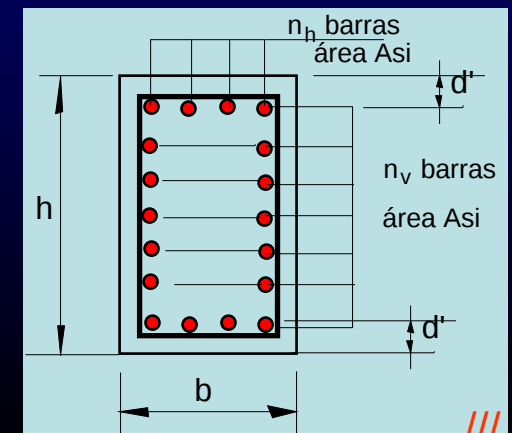
se $\alpha_s < 1$ em seções retangulares;

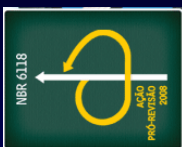
se $\alpha_s \geq 1$ em seções retangulares;

se $\alpha_s > 6$ em seções retangulares;
em seções circulares;

supondo todas as barras iguais, α_s é dado por:

$$\alpha_s = \frac{(n_h - 1)}{(n_v - 1)}$$





professor José Celso da Cunha



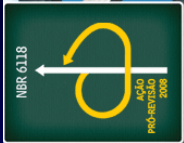
Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

Comentário

Mesmo reconhecendo o mérito técnico da solução sugerida pela NBR-6118/03, recomendaria sua supressão do texto normativo, tendo em vista que sua utilização não traz nenhum ganho de tempo ou de simplificação no dimensionamento das armaduras de pilares submetidos à flexão normal composta.

Da mesma forma, dependendo do arranjo das armaduras na seção transversal, os resultados são muito conservadores quando comparados com o cálculo manual a partir de ábacos de interação ou mesmo em relação ao dimensionamento direto. ///



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

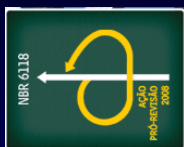
Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

Comentário (continuação)

Por outro lado, há situações de cálculo em que os valores obtidos no seu emprego traz um aumento considerável na taxa de armadura calculada.

Além do que, há uma grande quantidade de restrições ao seu uso, dificultando o seu emprego corrente no cálculo das estruturas, além de causar uma certa confusão ao usuário que considera que o valor de α aqui calculado serviria também ao cálculo da flexão oblíqua composta do parágrafo seguinte, contido na equação abaixo:

$$\left[\frac{M_{Sd,x}}{M_{Rd,xx}} \right]^{\alpha} + \left[\frac{M_{Sd,y}}{M_{Rd,yy}} \right]^{\alpha} \leq 1$$



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

CAPÍTULO XVII

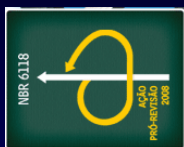
Item 17.3.5.2 – Valores limites para armaduras longitudinais de vigas

Item 17.3.5.2.1 – armaduras de tração

A armadura mínima de tração, em elementos estruturais armados ou protendidos deve ser determinada pelo dimensionamento da seção a um momento fletor mínimo dado pela expressão a seguir, respeitada a taxa mínima absoluta de 0,15 %:

$$M_{d,mín} = 0,8W_0 f_{ctk,sup}$$

...O dimensionamento para $M_{d,mín}$ deve ser considerado atendido se forem respeitadas as taxas mínimas de armadura da tabela a seguir. ///



professor José Celso da Cunha



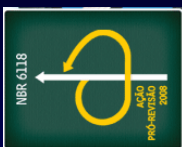
Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

Item 17.3.5.2.1 – armaduras de tração

Tabela 17.3 - Taxas mínimas de armadura de flexão para vigas

Forma da seção	Valores de $\rho_{\min} = (A_{s,\min}/A_c)$ (%)							
	$\omega_{\min} \backslash f_{ck}$	20	25	30	35	40	45	50
Retangular	0,035	0,150	0,150	0,173	0,201	0,230	0,259	0,288
T (mesa comprimida)	0,024	0,150	0,150	0,150	0,150	0,158	0,177	0,197
T (mesa tracionada)	0,031	0,150	0,150	0,153	0,178	0,204	0,229	0,255
Circular	0,070	0,230	0,288	0,345	0,403	0,460	0,518	0,575



professor José Celso da Cunha



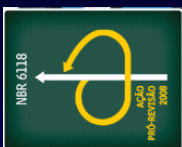
Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

Item 17.3.5 – Armadura de tração (continuação)

Em elementos estruturais superdimensionados, pode ser utilizada armadura menor que a mínima, com valor obtido a partir de um momento fletor igual ao dobro de M_d .

Neste caso, a determinação dos esforços solicitantes deve considerar de forma rigorosa todas as combinações possíveis de carregamento, assim como os efeitos de temperatura, deformações diferidas e recalques de apoio.... (???) //



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

Item 17.3.5.2.2 - Valores mínimos para a armadura de tração sob deformações impostas

Em elementos estruturais onde o controle da fissuração seja imprescindível por razões de estanqueidade ou estéticas, a armadura mínima de tração para controle da fissuração pode ser calculada pela relação:

$$A_s = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

onde:

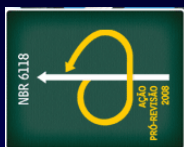
A_s = área de armadura na zona tracionada;

A_{ct} = área de concreto na zona tracionada;

σ_s = tensão máxima na armadura na formação da fissura. Um valor mais baixo que a resistência de escoamento pode ser necessário para satisfazer os limites de abertura de fissuras (ver tabela 17.2);

$f_{ct,ef}$ = resistência média à tração efetiva do concreto no instante em que se formam as primeiras fissuras.

Obs.: segundo a NB-1/2003, a resistência média à tração do concreto $f_{ct,ef}$ pode ser tomada igual a 3,0MPa (0,3kN/cm²), quando seu valor não for conhecido. ///



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

Item 17.3.5.2.2 - Valores mínimos para a armadura de tração sob deformações impostas

$$A_S = k k_c f_{ct,ef} A_{ct} / \sigma_s$$

k é um coeficiente que considera os mecanismos de geração de tensões de tração:

• **no caso de deformações impostas intrínsecas (ou internas):**

em seções retangulares:

$k = 0,8$ para $h \leq 0,3$ m

$k = 0,006(30 - h) + 0,8$ (para $30 < h < 80$)

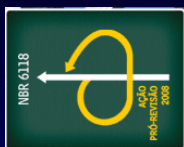
$k = 0,5$ para $h \geq 0,8$ m

• **no caso de deformações impostas extrínsecas (ou externas):**

Para qualquer seção, considerar $k = 1,0$.

k_c = depende da distribuição de tensões na seção, antes da fissuração:

$k_c = 0,4$ para flexão simples ///



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

Item 17.3.5.2.2 - Valores mínimos para a armadura de tração sob deformações impostas

Comentário

Há situações em que os valores calculados com as equações apresentadas não conduzem a uma armadura mínima capaz de atingir o objetivo proposto. Ou seja, os valores obtidos não diferem muito daqueles apresentados na tabela 17.3 de armadura mínima.

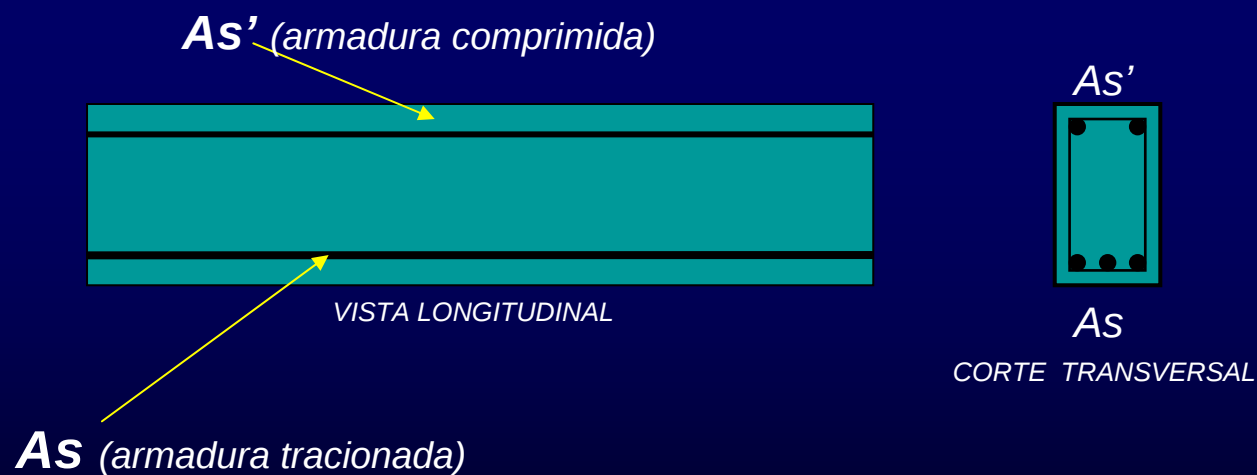
A solução seria a de se encontrar armaduras capazes de absorver a energia de ruptura proveniente do salto de tensões no momento de formação das primeiras fissuras de tração, função do módulo de ruptura do concreto, para as peças fletidas, ou da resistência característica à tração do concreto, nos demais casos. ///

Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

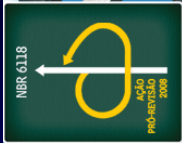
Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

17.3.5.2.4 - Armaduras de tração e de compressão

A soma das armaduras de tração e de compressão ($A_s + A_s'$) não deve ter valor maior que 4% A_c , calculada na região fora da zona de emendas



$$\rho_{\max} = (A_s + A_s') / A_c \leq 4\% \quad ///$$



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

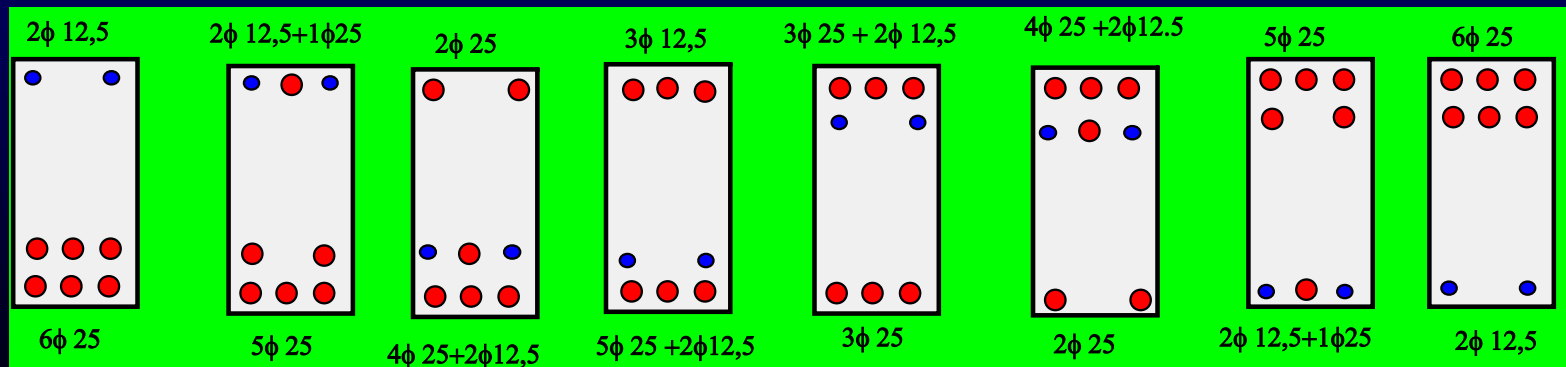
Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

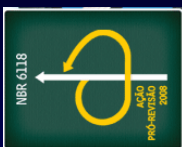
17.3.5.2.4 - Armaduras de tração e de compressão

Comentário

O valor proposto pela NBR-6118/03 de 4% para taxa de armadura máxima em vigas, dependendo do arranjo das armaduras, poderá levar a rupturas frágeis pelo concreto, distanciando da recomendação de se buscar garantir maior ductilidade aos elementos projetados.

Apenas como exemplo prático, uma simples viga de 20/40, ($A_c=800\text{cm}^2$), armada com essa recomendação de armadura máxima, teria que alojar 32cm^2 :





professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

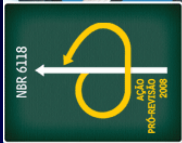
Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

17.3.5.2.4 - Armaduras de tração e de compressão

Comentário (continuação)

Nossa sugestão, no presente caso, é a de se modificar o texto, visando também nesse caso, alertar para o interesse dessa norma em se obter estruturas de comportamento dúctil na ruptura, da seguinte forma:

“A soma das armaduras de tração e de compressão ($A_s + A_s'$) não deve ter valor maior que 4% A_c , calculada na região fora da zona de emendas, e que se garanta as condições de ductilidade requeridas na Seção 14.6.4.3.” ///



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

CAPÍTULO XVII

Item 17.4 – Elementos lineares sujeitos à força cortante...

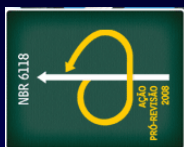
De acordo com a NB-6118/2003, o cálculo de elementos lineares de concreto armado sujeitos à força cortante, deve ser feito tendo como base a analogia com o sistema de treliça, admitindo-se dois processos de cálculo alternativos:

Um processo simplificado denominado

Modelo de Cálculo I

Um processo rigoroso, denominado

Modelo de Cálculo II. ///



professor José Celso da Cunha



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

Comentário

O uso desses dois modelos tem nos mostrado que há uma grande vantagem na utilização do Modelo II, mais completo, considerando-se a taxa final das armaduras encontradas.

Apenas para peças de grande altura, onde o Modelo I é melhor adaptado do ponto de vista do comportamento estrutural, como é possível de se observar em ensaios de vigas no limite de vigas parede, a aplicação do Modelo II nos parece ser o mais adequado para o caso corrente de vigas nas edificações.

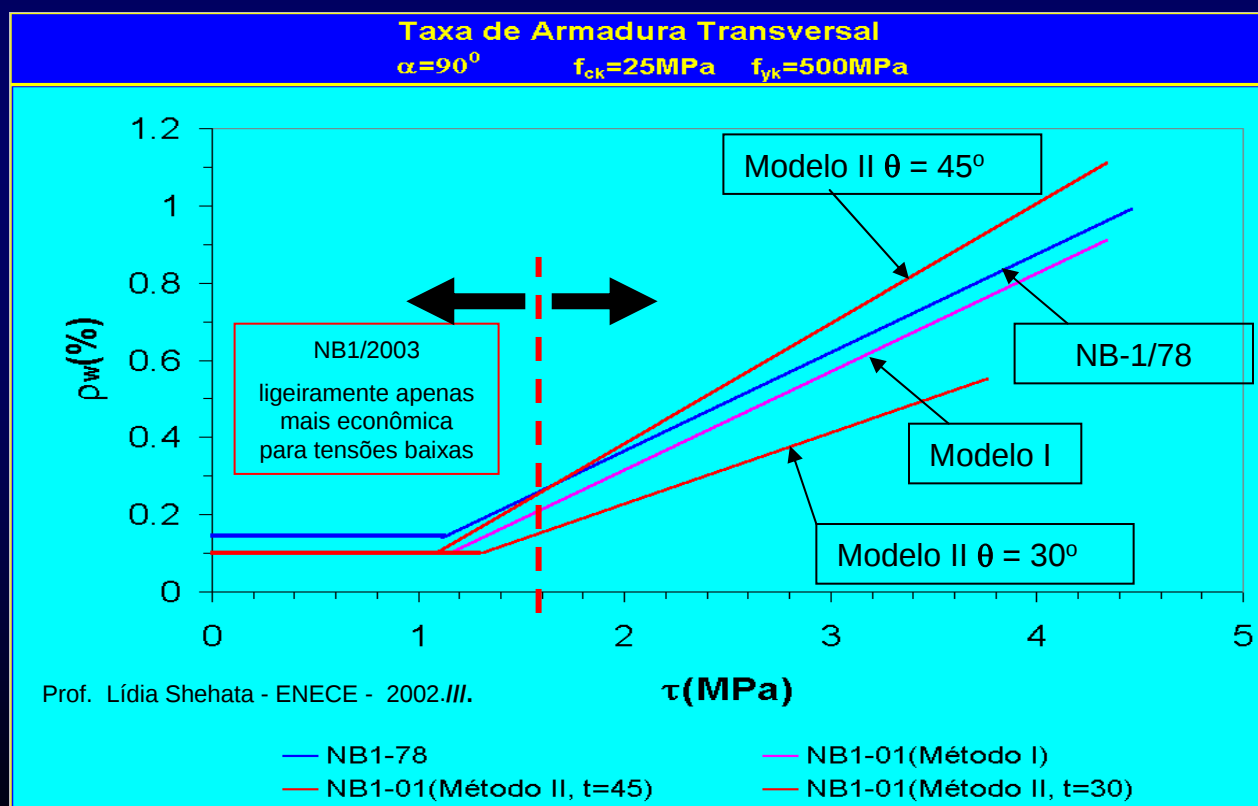
A menos que se dê alguma ressalva no texto normativo, indicando para o usuário da NBR-6118/03, em qual situação um ou outro modelo é melhor adaptado, não vejo porque continuar com os dois modelos de cálculo, sabendo-se da visível economia auferida no uso no Modelo II, com o valor de alfa igual a 30º dito mais completo. ///

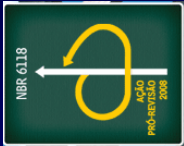
Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

Comentário (continuação)

Do ponto de vista apenas da taxa da armadura encontrada com um ou com o outro modelo, a Professora Lídia Shehata já nos apresentou no ENECE de 2002 esse bom exemplo qualitativo:





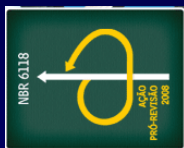
Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

COMENTÁRIOS FINAIS

Outros itens merecem também ser melhor avaliados, mas que deixarei para outro colegas comentarem:

- com o caso das armações dos pilares parede;
- como o uso de equações que consideram tensões limites, no caso da punção, numa abordagem diferente do que é proposto no tratamento das forças cortantes e na torção em vigas;
- Além da necessidade de se simplificar o cálculo da punção, resguardando os avanços tecnológicos alcançados nesse campo, dentre outros.



Alguns Itens Contestáveis da NBR-6118/03

Itens da NBR-6118/03 que mereceriam uma modificação de conteúdo ou de objetivo - CAPÍTULO XVII

CONCLUSÃO

Os comentários e elementos apresentados na presente exposição, foram feitos visando a contribuir com o objetivo da ABECE, nesse 9º ENECE, de fazer essa discussão necessária da NBR-6118/03, numa iniciativa sadia e bem-vinda aos meios técnicos e acadêmicos da engenharia nacional, possibilitando a participação de mais pessoas na melhoria do seu texto e na consecutiva aplicabilidade dos seus procedimentos.

De modo que saia ganhando a engenharia de estruturas nacional, na solução dos problemas técnicos e, sobretudo, na aproximação dos profissionais que carregam consigo o mesmo objetivo nobre de servir ao país com o seu trabalho e as suas convicções.

professor **José Celso da Cunha**
E-mail: jocelsocunha@des.cefetmg.br

