

## Verificação de armadura mínima positiva de lajes armadas em duas direções (sem armaduras ativas)

### Dúvida enviada a Comunidade TQS

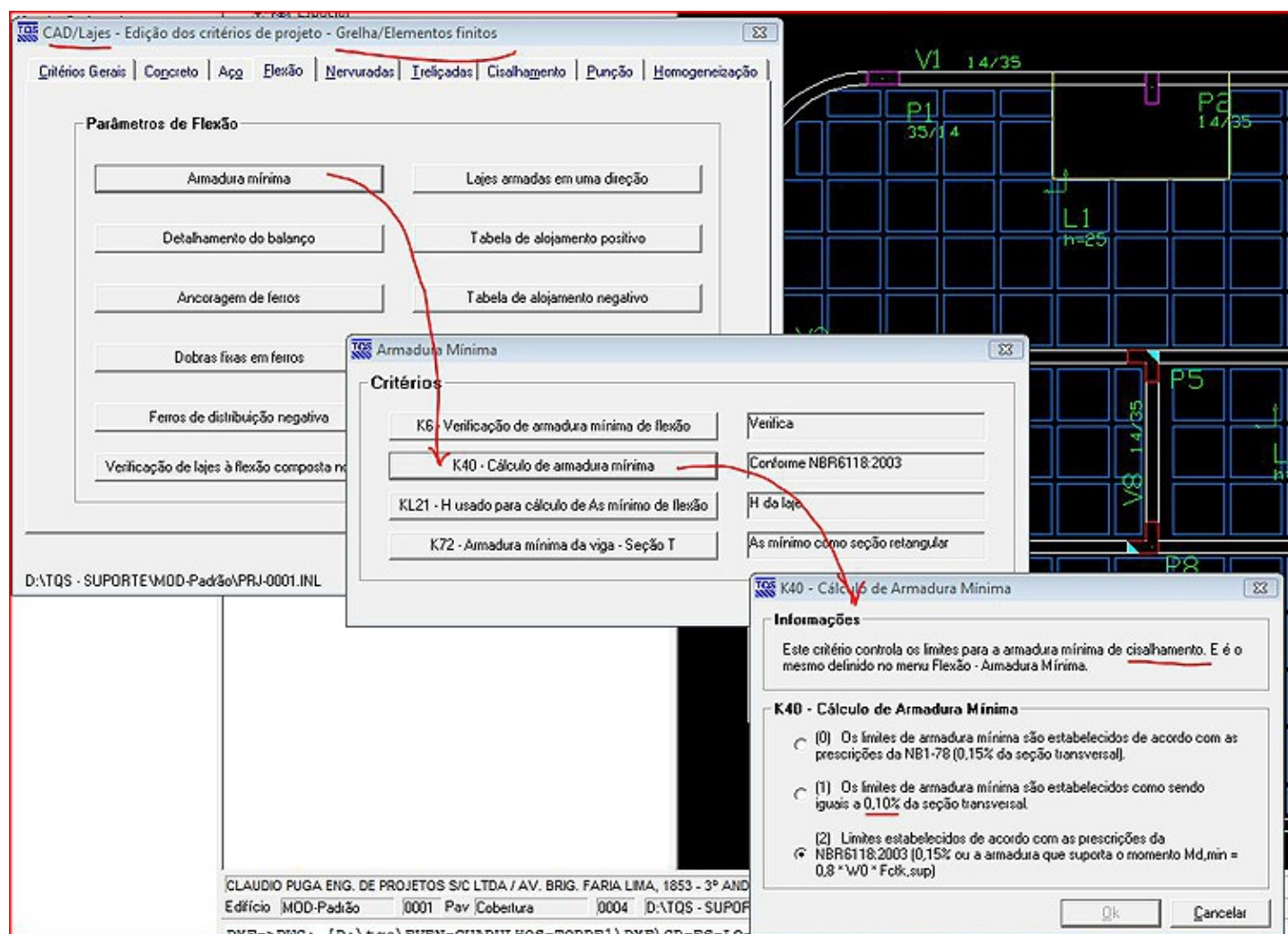
Não existe uma maneira de se considerar pelo TQS, de maneira automática, a taxa mínima de armadura positiva de lajes armadas em duas direções, segundo especifica a NBR 6118, para fck maior do que 25 MPa? (fck 30, fck 35, fck 40, etc.)

O único critério que configura isso está mostrado na primeira figura abaixo, e só consta 0,10% da seção transversal (que seria  $0,67 \cdot R_{\sigma, \min} = 0,67 \cdot 0,15\%$ ) ou a consideração de 0,15% ou a armadura que suporta o momento o mínimo.

Em resumo, se tivermos lajes de fck igual ou maior do que 30 MPa, teremos que calcular manualmente e verificar a taxa mínima positiva de 0,67 da taxa mínima da tabela 17.3, conforme a norma nos permite fazer, para todas as espessuras de lajes?

Observar que o texto do critério K40 menciona cisalhamento, ao invés de flexão. Isso implica que esta taxa também será a utilizada como taxa de armadura de tração na verificação do cisalhamento em lajes?

### CRITÉRIO DE ARMADURA MÍNIMA DE LAJES (GRELHA)



The screenshot displays the TQS software interface for editing project criteria. The main window is titled 'CAD/Lajes - Edição dos critérios de projeto - Grelha/Elementos finitos'. It features several tabs: 'Critérios Gerais', 'Concreto', 'Aço', 'Flexão', 'Nervuradas', 'Trellçadas', 'Cisalhamento', 'Punção', and 'Homogeneização'. The 'Flexão' tab is active, showing a 'Parâmetros de Flexão' section with various options. The 'Armadura mínima' option is selected, which has opened a sub-dialog box titled 'Armadura Mínima'. This sub-dialog has a 'Critérios' section with three options: 'K6 - Verificação de armadura mínima de flexão', 'K40 - Cálculo de armadura mínima', and 'KL21 - H usado para cálculo de As mínimo de flexão'. The 'K40' option is selected. The 'K40' dialog also has an 'Informações' section with three radio button options: (0) 'Os limites de armadura mínima são estabelecidos de acordo com as prescrições da NB1-78 (0,15% da seção transversal)', (1) 'Os limites de armadura mínima são estabelecidos como sendo iguais a 0,10% da seção transversal', and (2) 'Limites estabelecidos de acordo com as prescrições da NBR6118:2003 (0,15% ou a armadura que suporta o momento  $M_{d, \min} = 0,8 \cdot W_0 \cdot F_{ck, sup}$ )'. Option (2) is selected. The background shows a grid layout of a slab with various labels like V1, P1, L1, P2, P5, V8, and P8.

### TAXA MÍNIMA DE ARMADURA POSITIVA DE LAJES ARMADAS EM DUAS DIREÇÕES

**Tabela 19.1 - Valores mínimos para armaduras passivas aderentes**

Armadura	Elementos estruturais sem armaduras ativas	Elementos estruturais com armadura ativa aderente	Elementos estruturais com armadura ativa não aderente
Armaduras negativas	$\rho_s \geq \rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - \rho_p \geq 0,67\rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - 0,5\rho_p \geq 0,67\rho_{min}$ (ver item 19.3.3.2)
Armaduras positivas de lajes armadas nas duas direções	$\rho_s \geq 0,67\rho_{min}$	$\rho_s \geq 0,67\rho_{min} - \rho_p \geq 0,5\rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - 0,5\rho_p \geq 0,5\rho_{min}$
Armadura positiva (principal) de lajes armadas em uma direção	$\rho_s \geq \rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - \rho_p \geq 0,5\rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - 0,5\rho_p \geq 0,5\rho_{min}$
Armadura positiva (secundária) de lajes armadas em uma direção	$A_s/s \geq 20\%$ da armadura principal $A_s/s \geq 0,9 \text{ cm}^2/\text{m}$ $\rho_s \geq 0,5 \rho_{min}$		-
Onde: $\rho_s = A_s/b_w h$ e $\rho_p = A_p/b_w h$ . NOTA - Os valores de $\rho_{min}$ constam na tabela 17.3.			

## Resposta

Muito bom o seu questionamento, e as suas observações, muito perspicazes! Somente um engenheiro que trabalha também com projeto em alvenaria estrutural para perceber...(explico abaixo)

Realmente o Editor de Esforços do TQS-Lajes contempla as prescrições indicadas na tabela 19.1 da NBR6118:2003. Neste caso, eu assumo a culpa quanto a isto e vou fazer um breve histórico como narrativa:

Bom, quando desenvolvemos a adaptação para a NBR6118:2003 para a versão 11, chegamos a conclusão que o cálculo de armadura mínima estaria satisfatório se atender ao momento mínimo ( $0,8 \cdot W_o \cdot f_{ctk,sup}$ ) e ao mínimo de  $0,15\% \cdot A_c$ .

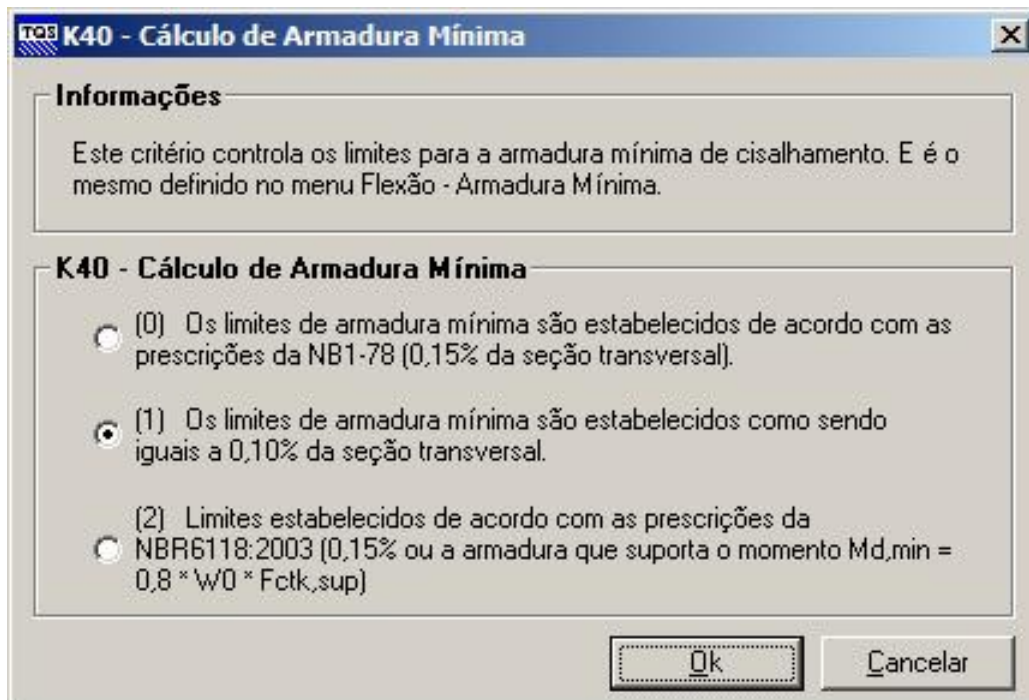
Durante os meus trabalhos de avaliação de estruturas, realmente é confirmado que estas condições de armaduras mínimas se mostram satisfatórias, mas em algumas situações, também podemos aplicar as prescrições da tabela 19.1, transcrita na imagem abaixo:

Tabela 19.1 - Valores mínimos para armaduras passivas aderentes

Armadura	Elementos estruturais sem armaduras ativas	Elementos estruturais com armadura ativa aderente	Elementos estruturais com armadura ativa não aderente
Armaduras negativas	$\rho_s \geq \rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - \rho_p \geq 0,67\rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - 0,5\rho_p \geq 0,67\rho_{min}$ (ver 19.3.3.2)
Armaduras positivas de lajes armadas nas duas direções	$\rho_s \geq 0,67\rho_{min}$	$\rho_s \geq 0,67\rho_{min} - \rho_p \geq 0,5\rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - 0,5\rho_p \geq 0,5\rho_{min}$
Armadura positiva (principal) de lajes armadas em uma direção	$\rho_s \geq \rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - \rho_p \geq 0,5\rho_{min}$	$\rho_s \geq \rho_{min} - 0,5\rho_p \geq 0,5\rho_{min}$
Armadura positiva (secundária) de lajes armadas em uma direção	$A_s/s \geq 20\%$ da armadura principal $A_s/s \geq 0,9 \text{ cm}^2/\text{m}$ $\rho_s \geq 0,5 \rho_{min}$		-
Onde: $\rho_s = A_s/b_w h$ e $\rho_p = A_p/b_w h$ . NOTA Os valores de $\rho_{min}$ constam na tabela 17.3.			

Conforme a segunda coluna (elementos estruturais sem armaduras protendidas) em lajes armadas em 2 direções podemos adotar 0,67 Rô min, que resultaria em 0,10 % Ac. Em geral isto pode acontecer em lajes de pequena extensão e espessuras pequenas, caso típico de estruturas em alvenaria estrutural (este foi o comentário relacionado ao 1º parágrafo).

Nestes projetos, eu apenas mudei o critério que o Fernando apontou para que o cálculo de armadura mínima fosse de 0,10% Ac.



E aí, que digo que é minha a culpa... Porque como era um critério já disponível no sistema, julguei que não seria necessária uma implementação para atender a tabela 19.1 e não fiz comentários com a equipe de desenvolvimento dos sistemas.

Na versão 14, implementamos, no módulo de lajes protendidas todas as prescrições para o cálculo de armaduras mínimas passivas e agora, a equipe de desenvolvimento vai implementar algo sobre esta deliberação da tabela 19.1

quanto as armaduras mínimas para lajes convencionais para a versão 15.

Na realidade, um dos motivos para não implementarmos esta deliberação da tab. 19.1, é porque para lajes nervuradas esta prescrição não é válida e a formulação geral adotada pelo Editor de Esforços e armaduras de lajes é aplicada para qualquer tipo de laje.

Bom, agora todos que lerem esta mensagem, já tem condições de discernir em qual tipo de projeto que esta deliberação da NBR6118:2003 pode ser aplicada e de imediato, utilizar o critério do TQS-Lajes onde se pode considerar armaduras mínimas . Mas tomem cuidado para não generalizar a aplicação deste conceito.

Um abraço a todos

Luiz Aurélio Fortes da Silva

TQS Informática Ltda