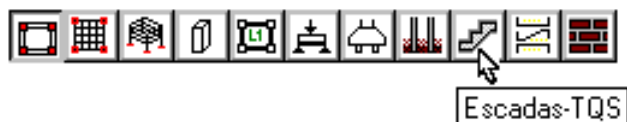
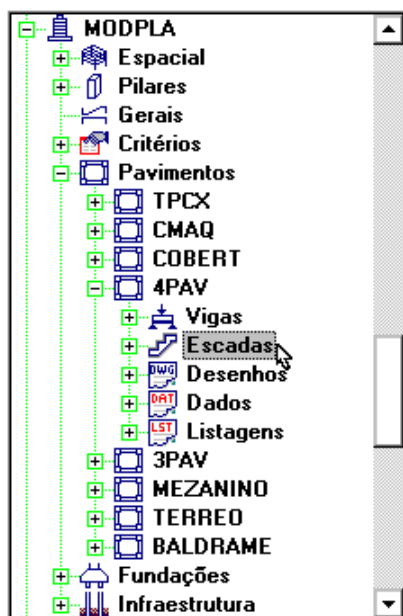


Armaduras de Escadas

O modelo de escadas lançado pelo Modelador é transferido para processamento pelo módulo de Dimensionamento, Detalhamento e Desenho de escadas, denominado Escadas-TQS. Os comandos deste sistema estão nos menus "Editar", "Processar" e "Visualizar" do gerenciador, acionado pelo botão:



No ambiente do edifício existe uma pasta ESCADAS abaixo da pasta de pavimento, aparecendo na árvore do painel esquerdo do gerenciador:



Em edifícios anteriores a Versão 12, é necessário regravar os dados do edifício para que a pasta "Escadas" seja inserida na árvore.

A geometria e os esforços nas escadas de um pavimento são transferidos automaticamente para a pasta de escadas sob o pavimento. Todo o processamento de dimensionamento, detalhamento e desenho é feito a partir desta pasta.

Transferência de geometria

As informações de geometria de escadas são armazenadas no arquivo ESCADAS.DAT. Este arquivo é gravado nos pavimentos onde existam escadas lançadas, sempre que o modelo do pavimento for salvo no disco pelo Modelador, ou que seja, efetuado o processamento de "Extração gráfica de formas".

Transferência de esforços

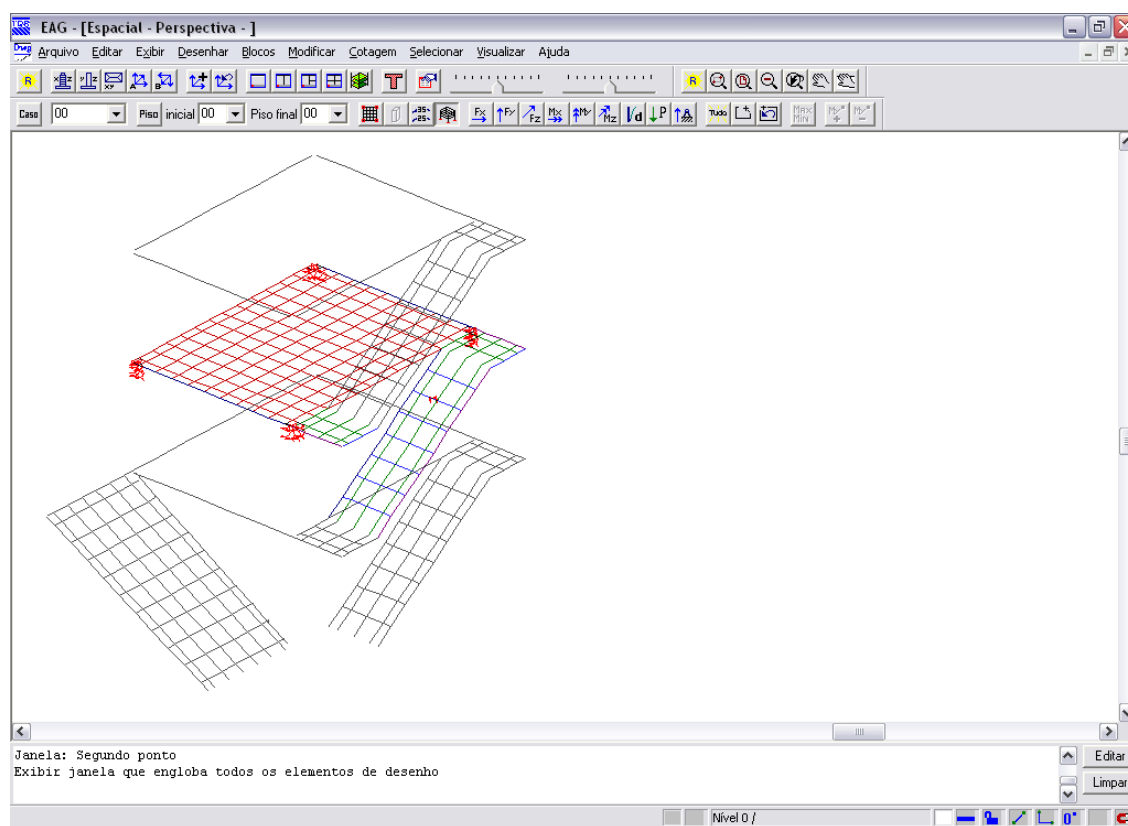
Os esforços usados no cálculo de escadas são armazenados no arquivo ESCESF.DAT. Este arquivo é gravado durante

o processamento de transferência de esforços de grelha para lajes.

Quando um lance se apoia em um patamar no pavimento inferior, a menos dos andares tipo, os esforços neste patamar são calculados na grelha do pavimento inferior. Por isto, o dimensionamento da escada depende de outras plantas processadas previamente. É ideal que o edifício tenha sido processado globalmente antes de se iniciar a etapa de dimensionamento de escadas.

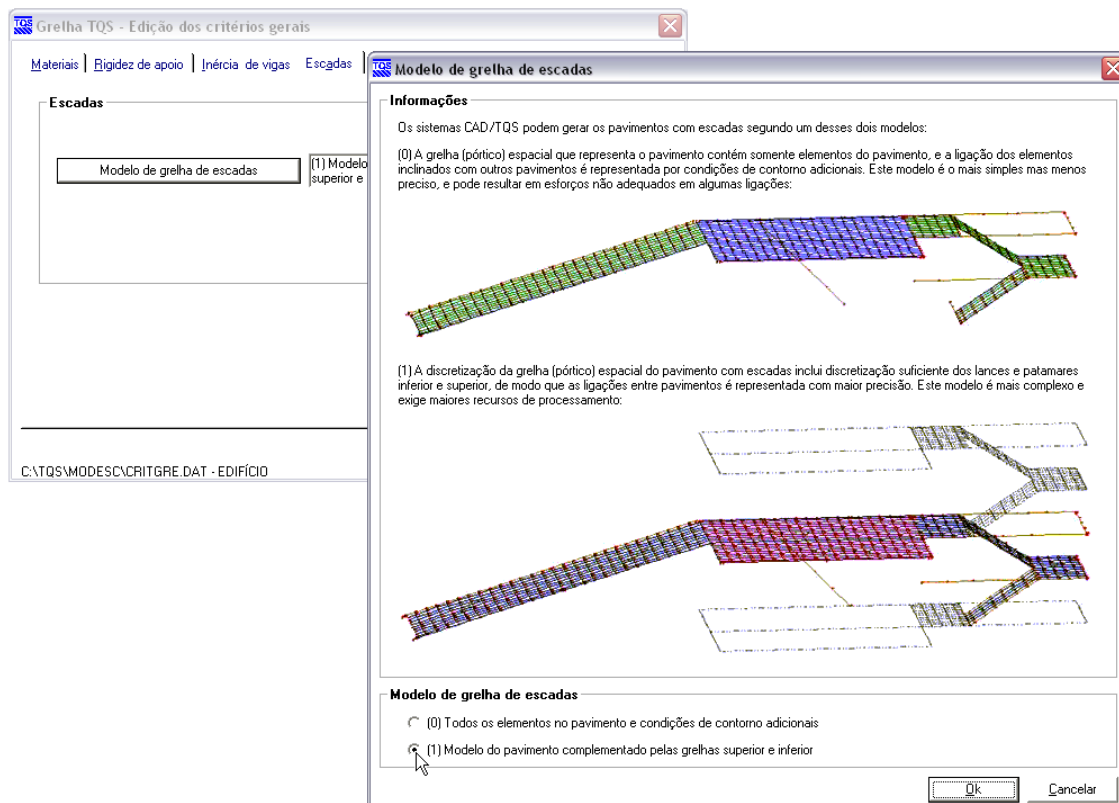
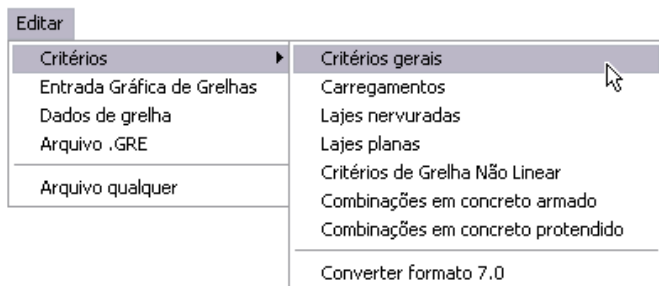
Modelo Estrutural

O modelo estrutural padrão adotado pelo Sistema TQS para a grelha (pórtico) de plantas discretizadas com lajes planas ou nervuradas e escadas é composto pela grelha (pórtico) do pavimento mais as grelhas (pórtico) dos pavimentos inferior e superior. Estas últimas são compostas apenas pelas vigas carregadas com distribuição de cargas simplificada, e pelas lajes de patamares e lances de escadas. Neste caso a ligação entre os pavimentos é representada com maior precisão, mas gera um modelo mais complexo.



É possível optar pela representação dos pavimentos por grelhas simples, onde apenas os elementos do pavimento são discretizados e a influência dos pavimentos superior e inferior não é rigorosamente considerada, sendo utilizadas condições de contorno aproximadas para a representação dos demais pavimentos. Esse modelo é mais simples, gerando um processamento mais rápido, mas é menos preciso, o que pode levar a esforços não adequados em algumas ligações.

O critério que controla o modelo estrutural do pavimento com escadas está nos “Critérios gerais de grelha” – “Escadas” – “Modelo de Grelha de Escadas”:



Esse modelo só funciona para um pavimento se os pavimentos inferior e superior tiverem lajes discretizadas. Atualmente, se um deles (superior ou inferior) for grelha somente de vigas, o modelo do pavimento será considerado sem a presença dos pavimentos adicionais.

Por padrão, o visualizador de grelhas mostra as barras das grelhas adicionais inferior e superior em cinza, sendo que estas barras não apresentam diagramas de esforços solicitantes ou deslocamentos. Caso o usuário queira ter acesso às características dessas grelhas de pavimentos adicionais é possível “desbloqueá-las” no visualizador, utilizando-se, para isso, o comando: “Visualizar” – “Parâmetros de Visualização” – “Complementos” – “Elementos auxiliares” ou <Ctrl><Y>:

Parâmetros de Visualização

Elementos | Diagramas | Formatos

Barra

☐ Numeração de barras

☒ Barras de vigas

☒ Barras de lajes

☒ Barras na direção X

☒ Barras na direção Y

☒ Barras na direção Z

Nós

☐ Numeração de nós

☒ Mostrar apoios

☒ Mostrar articulações

☐ Indicar posição

Complementos

☐ Sistema local

☐ Legenda

☒ Elementos auxiliares

Cargas

☒ Cargas distribuídas

☒ Cargas concentradas

☒ Cargas de desequilíbrio

☒ Separar componentes XYZ

Deslocamentos

☒ Mostrar componente X

☒ Mostrar componente Y

☒ Mostrar componente Z

☐ Máximo por laje

☐ Mostrar só as deformadas

Os elementos auxiliares são barras, nós e restrições das grelhas superior e inferior em pavimentos com escadas discretizados desta maneira. Ligando-se esta opção, estes elementos serão visualizados, em vez de ficar com a cor cinza.

OK Cancelar

Metodologia de cálculo

Lances e patamares são tratados uniformemente como lajes de seção retangular. Os esforços obtidos da grelha espacial da escada são agrupados por laje e por direção em três posições (iguais a terços do vão): inicial, intermediária e final, correspondendo aos esforços nos apoios e no meio do vão.



Para cada região, são obtidos valores de momentos máximos e mínimos e normais máximas e mínimas. Nos pontos de momento máximo, a normal é concomitante, assim como nos pontos de normal máxima, os momentos são concomitantes. A princípio, é feita uma envoltória de armaduras resultante do dimensionamento de cada uma das regiões para os esforços máximos obtidos, e os resultados compatibilizados entre as regiões, conforme o detalhamento da escada.

Nas grelhas espaciais é comum a concentração de tensões em alguns pontos. O dimensionamento de toda uma região devido ao esforço máximo de um único ponto pode levar a um dimensionamento anti-econômico. Cabe ao engenheiro verificar se a redistribuição de esforços é possível, e neste caso, a seu critério, usar a homogeneização de momentos disponível no sistema. Uma modelagem melhor (a ser realizada manualmente) seria plastificar diretamente o modelo da grelha.

Se a homogeneização de momentos for escolhida (através de critério definido em EDITAR > CRITÉRIOS DE ESCADAS), será determinado por região um momento médio ponderado, que terá um limite inferior correspondendo a uma percentagem do momento máximo. Podem ser ativadas separadamente a homogeneização de momentos positivos e negativos. Os momentos homogeneizados substituem os momentos máximos, e são calculados com as forças normais concomitantes.

A seção da laje é calculada sob ação de flexão composta normal. Testa-se os alojamentos de armaduras disponíveis e o de menor área que equilibra a seção é escolhido. Iterativamente determina-se também a menor área de aço que ainda equilibraria a seção. Pode-se a critério verificar a condição limite da linha neutra para momentos negativos, conforme s NBR-6118:2003 item 14.6.4.3 e 14.7.3.2 (limites fixados em critério), mas somente em seções sem força normal e com momento negativo não desprezível. A armadura mínima é verificada conforme o item 17.3.5.2.1. As reduções previstas nas armaduras mínimas de lajes não são consideradas.

O detalhamento de armaduras segue um padrão comum para escadas. Nos patamares, quando é necessária armadura negativa, ela é distribuída em todo o patamar. O comprimento do ferro negativo no apoio do lance nos patamares é definido por um número fixo de bitolas, com um mínimo definido no item 9.4.2.4 da NBR-6118:2003. A armadura secundária inferior é no mínimo 20% da armadura principal de flexão, conforme o item 20.1.

Certos limites de detalhamento são verificados pelo programa, como por exemplo, o uso de bitola maior que $h/8$ (item 20.1) e bitola maior que o cobrimento da laje. O programa somente indica esta situação. Fica a cargo do engenheiro eliminar os alojamentos desta bitola do projeto e substituir por outros alojamentos que atendam à norma.

Critérios de dimensionamento, detalhamento e desenho

Os critérios de escadas são editados através do programa do menu "Editar" do gerenciador:



Os critérios são classificados sob 5 abas: Materiais, Esforços, Dimensionamento, Simplificado e Desenho.

Materiais

Na janela de materiais temos valores característicos do concreto, coeficientes de segurança e cobrimentos. Os valores do concreto, se definidos a partir dos dados do edifício, podem ser visualizados mas não alterados. Apenas o minorador do aço é definido nesta tela - outros valores como a resistência característica vem dos critérios gerais de aço e desenhos de armação.

Materiais	Esforços	Dimensionamento	Simplificado	Degenho
Materiais				
fck	200	kgf/cm²		
fctk _{sup} - Resistência característica superior à tração	28,735	kgf/cm²		
fctk _{inf} - Resistência característica inferior à tração	15,473	kgf/cm²		
Coefficiente de minoração do concreto	1,4			
Módulo de elasticidade	212873,671	kgf/cm²		
Cobrimentos				
Coefficiente de minoração do aço	1,15			

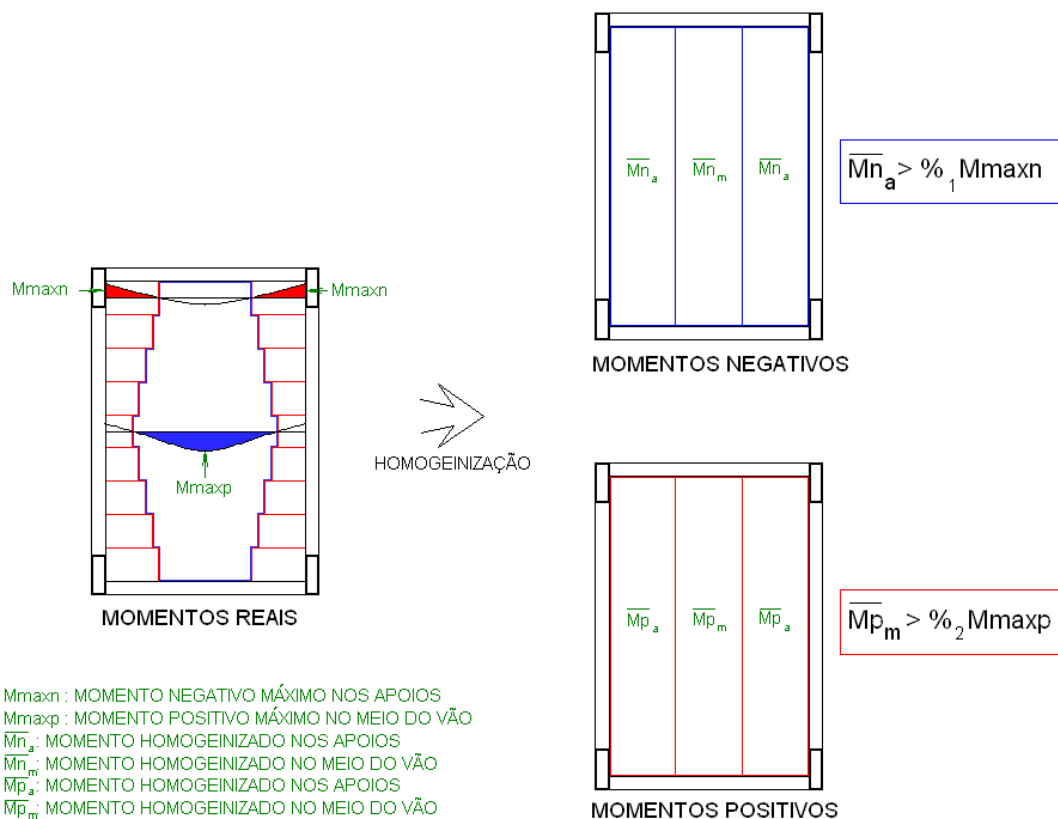
Esforços

Nesta tela temos o coeficiente γ_f de referência e os critérios para homogeneização de esforços:

Materiais	Esforços	Dimensionamento	Simplificado	Degenho
Esforços				
Coefficiente de majoração de esforços		1,4		
Homogeneização de esforços				

Podem ser homogeneizados separadamente momentos positivos e negativos, com um mínimo valor homogeneizado em relação ao valor máximo:

Homogeneização de esforços		
☒ Homogeneizar momentos negativos		
Percentagem mínima do momento máximo negativo	50 %	→ % ₀₁
☒ Homogeneizar momentos positivos		
Percentagem mínima do momento máximo positivo	80 %	→ % ₀₂



A discretização das escadas em grelhas espaciais leva à concentração de esforços em alguns pontos. Dimensionar todo o modelo pelos piores esforços nestes pontos pode levar a um detalhamento com armadura excessiva. O engenheiro deve avaliar se a hipótese de redistribuição de esforços por homogeneização é aceitável caso a caso. A metodologia adotada é:

Por direção, divide-se a laje em regiões de apoios e meio de vão;

Em cada região, considera-se alinhamentos isolados de barras de grelha. Estes alinhamentos tem largura constante

Considera-se separadamente para os momentos positivos e negativos, cada alinhamento com momento fletor constante, igual ao máximo momento fletor no alinhamento.

Toma-se como momento homogeneizado, a média ponderada dos momentos da região (volume de momentos constante).

A média ponderada é limitada a um mínimo igual a uma percentagem definida abaixo do momento máximo em toda a região analisada.

No dimensionamento, toma-se os momentos homogeneizados concomitantemente com as normais obtidas nos pontos de máximos esforços.

Dimensionamento / Detalhamento

Os critérios de dimensionamento associados à NBR-6118:2003 não podem ser alterados nesta tela, se nos dados do edifício estiver definida esta norma.

[Materiais](#) | [Esforços](#) | [Dimensionamento](#) | [Simplificado](#) | [Desenho](#)

Dimensionamento

Armadura mínima

A armadura mínima de ligação mesa-alma, definida em cm²/m, será usada na verificação dos apoios. Nos locais onde não é obrigatória a presença de armadura superior, qualquer valor calculado abaixo da taxa mínima definida acima será ignorado.

Em muitos casos a armadura superior no meio do vão do lance pode ser desnecessária. Entretanto, o processo de grelhas pode resultar em esforços residuais que levariam a uma armadura mínima. As armaduras com taxa menor que a adotado para taxa mínima serão simplesmente desconsiderada.

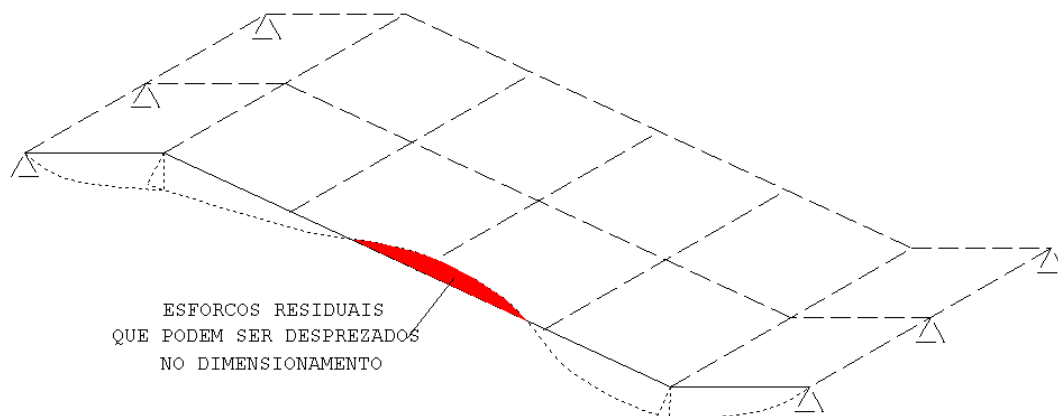
Taxa mínima para consideração de armadura superior

Informações

A armadura superior pode ser desnecessária no meio do vão. O processo de grelha pode resultar entretanto em esforços residuais que levarão à armadura mínima. As armaduras com taxa menor que a definida abaixo serão simplesmente desprezadas.

Taxa mínima para consideração de armadura superior

Taxa mínima para consideração de armadura superior %



Nos critérios de ancoragem, considera-se ancoragem somente em regiões de boa aderência, devendo o engenheiro corrigir o cálculo onde isto não acontecer:

KL3 - Ancoragem dos Ferros Negativos

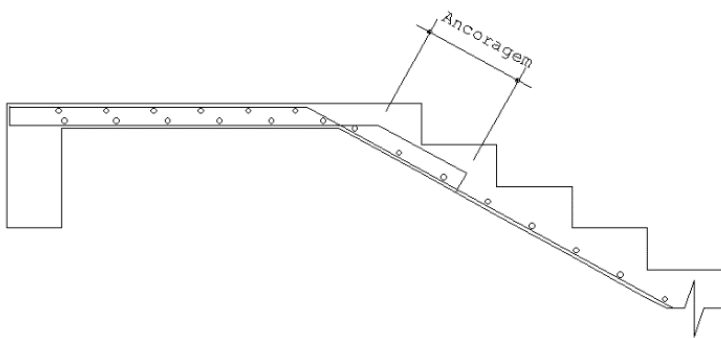
Informações
 As pontas dos ferros negativos sempre que possível são aumentadas pelo comprimento de ancoragem calculado para zonas de boa aderência (pouca solicitação).

KL3 - Ancoragem dos Ferros Negativos
☐ (1) Ancoragem de acordo com NB1-78
☒ (2) Ancoragem de acordo com NBR6118:2003

Considerar a existência de ganchos na ancoragem ☐ Não ☒ Sim
 Decalagem do diagrama Rsd para ancoragem (em alturas úteis)
 Ancoragem mínima em número de bitolas

Observações
 O engenheiro deve aumentar manualmente estes comprimentos se os ferros estiverem sendo ancorados em regiões muito solicitadas (má aderência). Esta verificação não é feita pelo Escadas-TQS.

Por simplificação, o sistema não verifica a extensão dos diagramas de momento negativo para a ancoragem destes ferros. Em vez disto, considera-se a "Ancoragem mínima em número de bitolas", para estender o ferro negativo do lance de escada, que vem do patamar, para dentro do lance.



O critério de verificação de ductilidade da seção nos pontos com momento negativo pode ser ativado. A verificação só é feita em seções sem a presença de força normal.

O sistema dimensiona as seções à flexão composta, selecionando alojamentos definidos nas tabelas para armadura positiva (inferior) e negativa (superior):

Tabela de alojamento positivo

Nº	Bitola (mm)	Espaç. (cm)	Área (cm²/m)
1	5	20	0,98
2	5	17,5	1,12
3	5	15	1,31
4	6,3	20	1,56
5	5	12,5	1,57
6	6,3	15	2,08
7	8	20	2,51
8	8	17,5	2,87
9	6,3	10	3,12
10	8	15	3,35
11	10	20	3,93

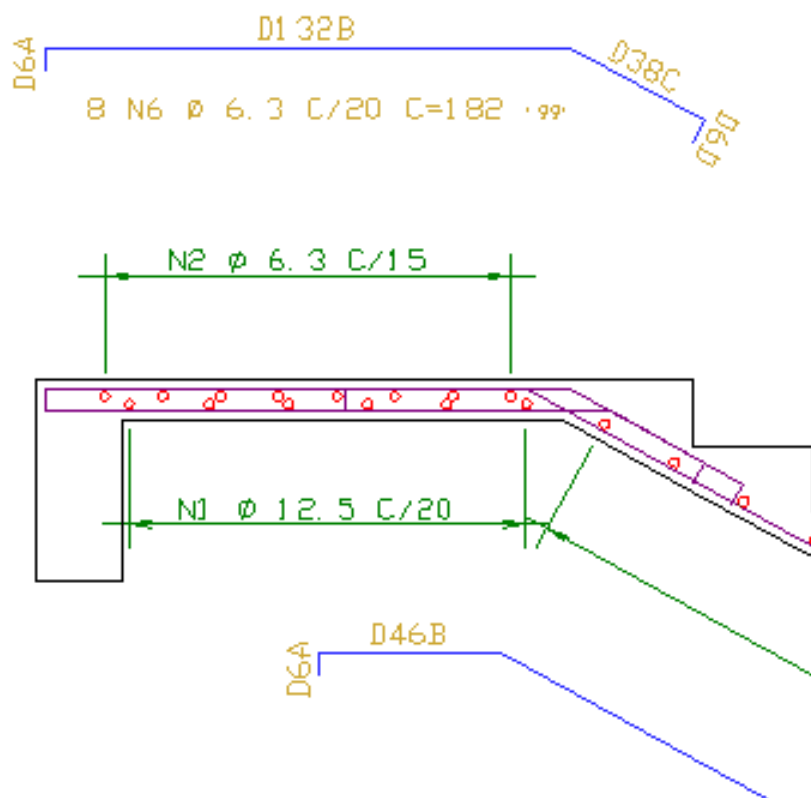
Para evitar que certas bitolas sejam usadas no dimensionamento (se maiores que o cobrimento ou $h/8$), deve-se retirá-las da tabela de alojamento.

Sob o botão "Detalhamento" temos critérios que controlam como cortar e dobrar certos ferros da escada - para favorecer o processo de montagem ou obter maior economia de armadura:

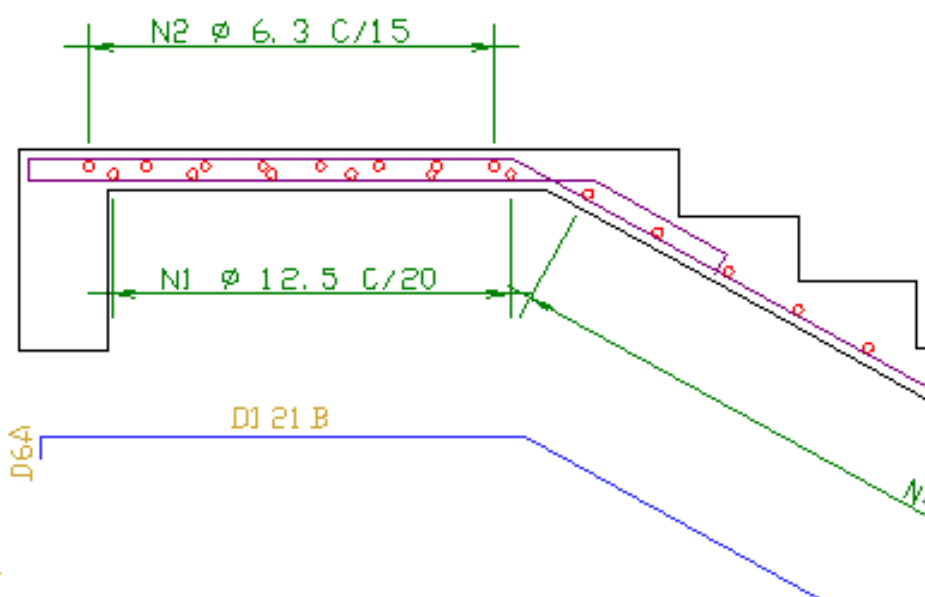
Detalhamento

Ancoragem da armadura inferior do lance no patamar superior	Unida à armadura superior do patamar
Ancoragem da armadura inferior do lance no patamar inferior	Unida à armadura inferior do patamar
Ancoragem da armadura superior do patamar inferior	Ancorar no lance

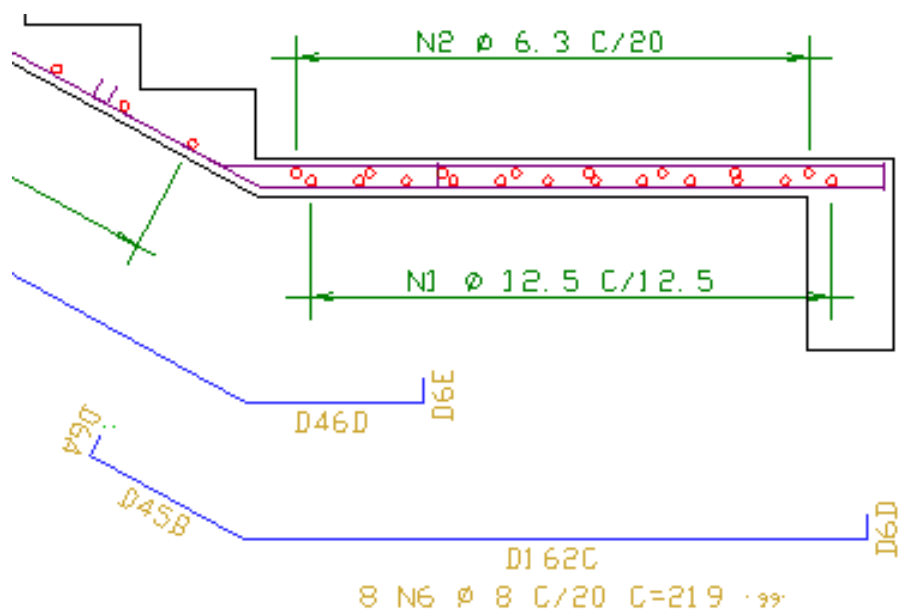
A armadura inferior do lance pode servir de armadura negativa no patamar superior ou ancorar independentemente:



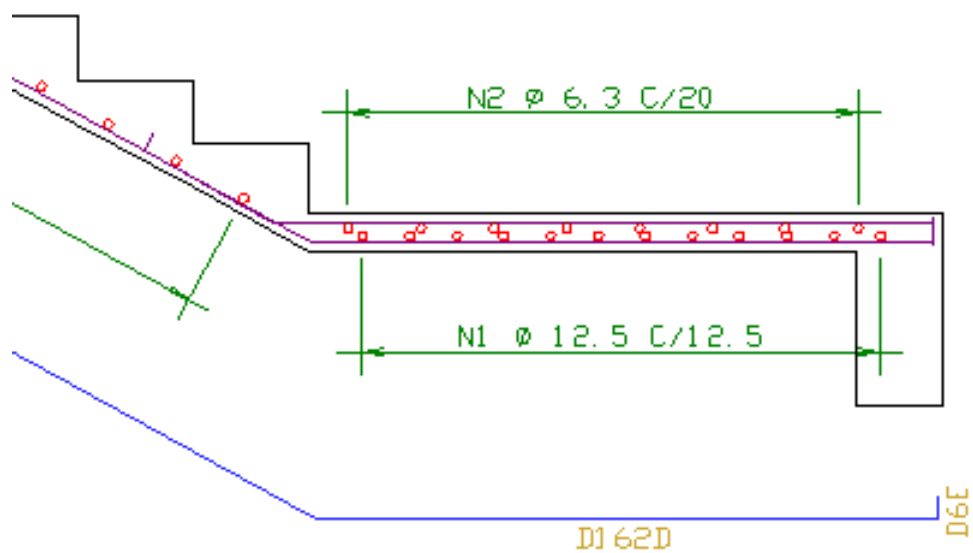
ou



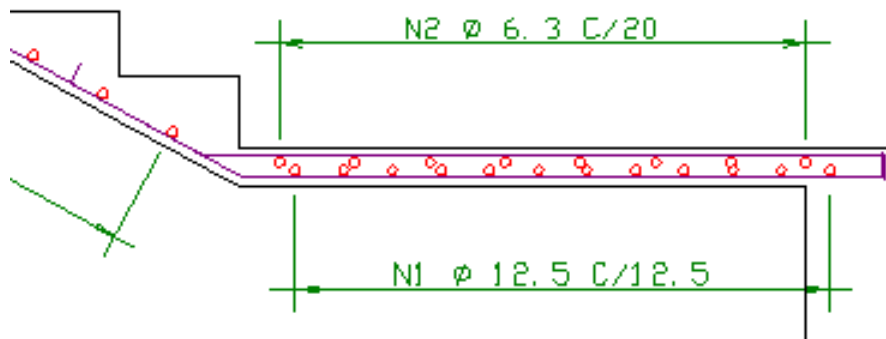
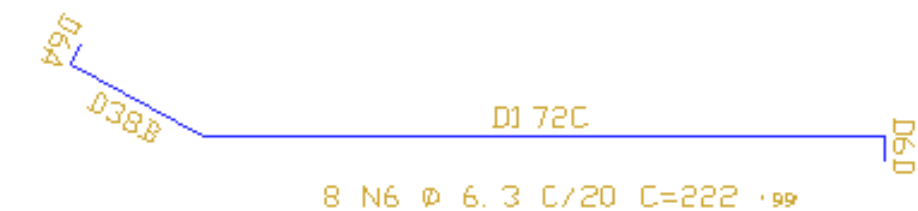
O mesmo acontece no patamar inferior, onde a armadura inferior do lance pode servir de ferro positivo do patamar:



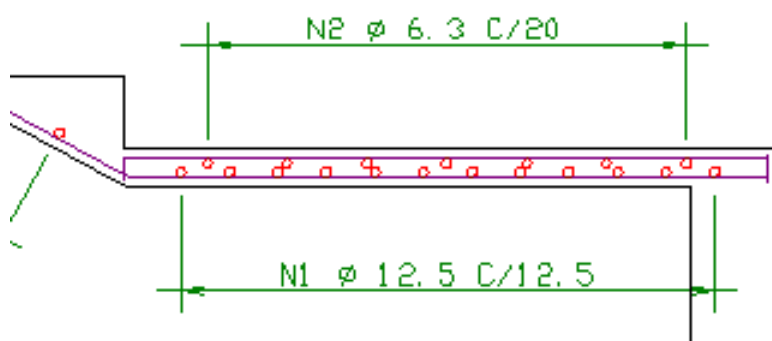
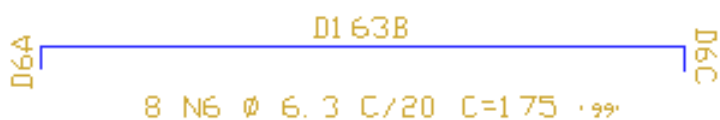
ou



A armadura superior do patamar inferior pode ou não ancorar no lance:



ou



Processo simplificado

Os critérios sob a aba "Simplificado" são aplicáveis exclusivamente ao cálculo por processo simplificado, e serão discutidos no último capítulo.

Desenho

Na janela "Desenho", temos diversos critérios agrupados sob uma grade, que permitem controlar diversos níveis e tamanhos usados no desenho de escadas:

Materiais	Esforços	Dimensionamento	Simplificado	Desenho
---------------------------	--------------------------	---------------------------------	------------------------------	-------------------------

Desenho		
Escala de desenho de escadas	25	▲
Distância cm entre cortes	3	■
Nível do contorno em elevação	248	
Nível dos pilares em planta	252	
Nível das vigas em planta	253	
Nível dos degraus em planta	254	
Nível de outros contornos em planta	255	
Altura do título de corte	1	
Altura do bloco de corte	2	
Nível do título de corte	247	
Altura do título das lajes	0,4	
Nível do título das lajes	249	
Altura do título dos pilares	0,4	
Nível do título dos pilares	250	
Altura do título das vigas	0,4	
Nível do título das vigas	251	
Nível dos ferros dentro da seção	225	
Altura do símbolo \$DESCE	0,3	
Texto dentro do símbolo \$DESCE	Desce	
Representar ferro em corte (1)=sim	1	
Altura da mensagem "Impossível dimensionar"	2	
Nível da mensagem "Impossível dimensionar"	1	
Nível da tarja em "Impossível dimensionar"	1	
Cor da tarja "Impossível dimensionar"	238	▼

Processamento de escadas

Arquivo	Editar	Processar	Visualizar	Plotagem	Ajuda
			Modelo de Grelha - Dimensionamento, Detalhamento, Desenho Processo Simplificado		

O comando "Processar, Modelo de Grelha - Dimensionamento, Detalhamento, Desenho" parte da geometria e esforços previamente gravados e faz todo o processamento. O resultado final será uma listagem com o memorial de cálculo e o desenho de uma ou mais escadas deste pavimento.

Listagem do processamento

Vamos examinar e entender a listagem emitida no processamento. A listagem vem com o comando "Visualizar, Dimensionamento, Detalhamento, Desenho":

Arquivo	Editar	Processar	Visualizar	Plotagem	Ajuda
			Edição Gráfica Modelo de Grelha - Dimensionamento, Detalhamento, Desenho Calculadora de flexão composta normal		

A listagem se inicia com uma cópia dos critérios usados no cálculo:

Critérios de cálculo

Arquivo de critérios..... P:\TQSWCOTE\TQS\INCLI15\CRITESC.DAT

Concreto:

Resistência à compressão concreto Fck 200.0 kgf/cm²

Minorador da resistência GamaC 1.4

Resistência à tração superior Fctksup 28.7 kgf/cm²

Resistência à tração inferior Fctkinf 15.5 kgf/cm²

Módulo de elasticidade secante 212873.7 kgf/cm²

Cobrimento inferior principal

Cobrimento inferior secundário

Cobrimento superior principal

Cobrimento superior secundário

Aço:

Tipos de aço, resistência, etc Conforme DESARM.DAT

Minorador de resistência GamaS 1.15

Módulo de elasticidade 2100000.0 kgf/cm²

Dimensionamento:

Majorador de esforços GamaF 1.4

Homogeneização dos momentos positivos Sim

Valor mínimo homogeneizado em relação ao máximo.. 80.0%

Homogeneização dos momentos negativos Sim

Valor mínimo homogeneizado em relação ao máximo.. 50.0%

Critério de armadura mínima NBR-6118:2003

Armadura mínima negativa no apoio 1.5 cm²

Taxa para ignorar armadura superior 0.05

Limite relativo da linha neutra x/d 0.50

Detalhamento:

Ancoragem das armaduras NBR-6118:2003

Ancoragem mínima em bitolas 50

Decalagem de Rsd para ancoragem (em h útil) 1.5

Cobrir patamar superior com armadura do lance ... Sim

Cobrir patamar inferior com armadura do lance ... Sim

A seguir é mostrada uma legenda dos termos usados nas tabelas de dimensionamento:

Legenda

Direção X Direção principal da laje, definida no Modelador. É para onde aponta o eixo X da laje. Pode ser ortogonal à direção do lance da escada

Direção Y Direção ortogonal a X

MomPos Momento positivo homogeneizado. Normal com momento máximo

MomNeg Momento negativo homogeneizado. Normal com momento mínimo

NorMax Maior força normal. Momento homogeneizado

NorMin Menor força normal. Momento homogeneizado

Início Esforços medidos próximos ao apoio inicial

Meio Esforços medidos no meio da laje

Fim Esforços medidos próximos ao apoio final

Momento Momento fletor tfm/m

Normal Força normal tfm

Barra Número da barra na grelha

As inf Armadura inferior cm²

As sup Armadura superior cm²

Alojamen Alojamento da armadura: bitola / espaçamento

Msg Mensagens do dimensionamento:

(*) Seção sem dimensionamento

(M) Armadura mínima

(I) Armadura superior ignorada

(>) Bitola selecionada > espessura da laje/8

Alguns pontos importantes nesta legenda:

Os momentos usados no cálculo podem ser os máximos ou os homogeneizados;

As regiões de verificação são as próximas aos apoios e no meio da laje;

Tanto patamares como lances são tratados como lajes, e calculados da mesma maneira;

Os pontos de momento máximo podem ser verificados com o número da barra mostrada nas tabelas diretamente no visualizador espacial de pórtico/grelha;

Os caracteres "(*", "M", "I" e ">" são usados para mostrar condições do dimensionamento.

A seguir é mostrado o dimensionamento de cada região de cada laje. Para cada patamar e lance, é feito um dimensionamento inicial nas regiões dos apoios e meio do vão, por direção, nos pontos de momento máximo e mínimo e normal máxima e mínima. Os momentos tomados podem ser máximos ou homogeneizados. As direções nesta listagem são as das direções principais das lajes, que são definidas arbitrariamente pelo engenheiro na entrada de dados do Modelador:

Dimensionamento - esforços característicos

Pavimento..... Terreo

Elemento Lance E3

Espessura

Direção principal ... 0.00°

Verificação Momento Normal Barra As inf Alojamen As sup Alojamen Msg

tfm/m tf/m cm2/m Ø/Esp cm2/m Ø/Esp

MomPos Inicio X 0.51 -3.77 529 2.69 8.0/17.5

MomPos Meio X 0.50 0.59 533 1.54 5.0/12.5

MomPos Fim X 0.52 2.34 535 1.50 6.3/20.0 M

MomPos Inicio Y 0.34 0.12 524 1.50 6.3/20.0 M

MomPos Meio Y 0.19 -1.18 526 1.50 6.3/20.0 M

MomPos Fim Y 0.08 -0.39 528 0.33 I

MomNeg Inicio X -0.04 -3.77 529 0.50 1.50 6.3/20.0 MI

MomNeg Meio X 0.50 0.00 0 1.96 6.3/15.0

MomNeg Fim X -0.35 1.60 536 1.50 6.3/20.0 M

MomNeg Inicio Y -0.01 0.07 519 1.50 6.3/20.0 M

MomNeg Meio Y -0.01 0.60 497 0.06 I

MomNeg Fim Y -0.17 0.03 508 1.50 6.3/20.0 M

NorMax Inicio X 0.51 1.61 470 1.50 6.3/20.0 M

NorMax Meio X 0.50 0.59 533 1.54 5.0/12.5

NorMax Fim X 0.52 2.34 535 1.50 6.3/20.0 M

NorMax Inicio Y 0.34 0.41 520 1.50 6.3/20.0 M

NorMax Meio Y 0.19 0.63 496 1.50 6.3/20.0 M

NorMax Fim Y -0.17 0.37 498 1.50 6.3/20.0 M

NorMin Inicio X 0.51 -3.77 529 2.69 8.0/17.5

NorMin Meio X 0.50 -0.15 490 1.99 6.3/15.0

NorMin Fim X 0.52 -1.63 477 2.35 8.0/20.0

NorMin Inicio Y 0.34 -1.33 494 1.50 6.3/20.0 M

NorMin Meio Y 0.19 -1.18 526 1.50 6.3/20.0 M

NorMin Fim Y -0.17 -0.39 528 1.50 6.3/20.0 M

Sendo as direções X e Y das direções principais da laje, a armadura mostrada em X não está necessariamente no sentido do lance da escada. O programa então compatibiliza as armaduras positivas e negativas na direção do lance, e faz um resumo final com as armaduras usadas no detalhamento:

Resumo de armaduras na escada "Escada-1" Lance "E3"

Direção do lance ... 0.00°

Lance E3

Na direção do lance

Armadura inferior 2.69 cm²/m Ø 8.0/17.5

Na direção secundária

Armadura inferior 1.50 cm²/m Ø 6.3/20.0

Patamar superior L1

Na direção do lance

Armadura inferior 1.50 cm²/m Ø 6.3/20.0

Armadura superior Alongamento da armadura inferior de E3

Na direção secundária

Armadura inferior 5.81 cm²/m Ø12.5/20.0

Armadura superior 1.50 cm²/m Ø 6.3/20.0

Patamar inferior L2

Na direção do lance

Armadura inferior Alongamento da armadura inferior de E3

Armadura superior 1.50 cm²/m Ø 6.3/20.0

Na direção secundária

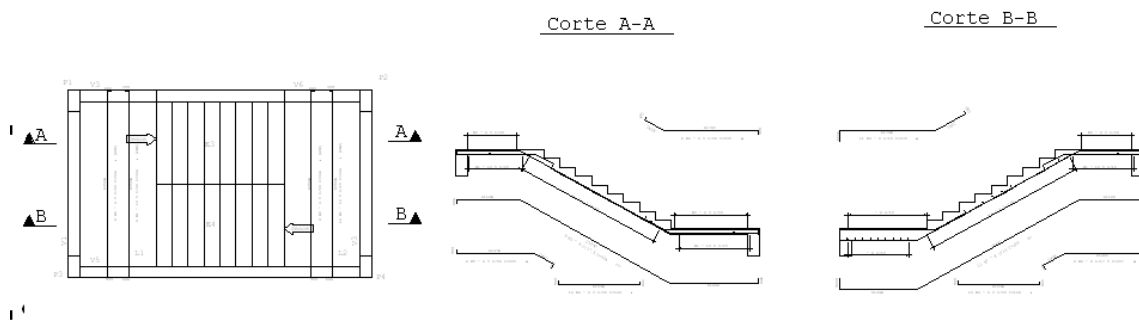
Armadura inferior 8.08 cm²/m Ø12.5/15.0

Armadura superior 1.50 cm²/m Ø 6.3/20.0

Nesta listagem temos todas as armaduras referidas à direção do lance da escada, inclusive as dos patamares.

Editando o desenho

O programa gerará um arquivo DWG com o nome de cada escada processada. Este é um arquivo convencional de armaduras segundo a convenção do NGE, podendo ser editado com o Editor de Armação (convencional ou completo do TQS-AGC) e incluído em plantas para plotagem:

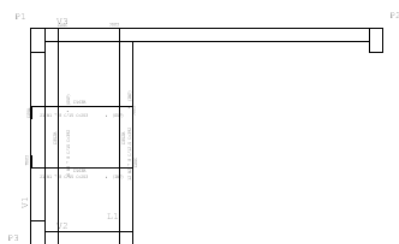


Em geral a armadura dos patamares na direção do lance de escada está detalhada na própria escada. Apenas a armadura transversal é detalhada nos patamares. Em certos arranjos de escada (como um patamar comum a mais de um lance) é possível que o detalhamento não seja totalmente automático. Nestes casos é necessário que o engenheiro complete o detalhamento inserindo ou removendo armaduras do desenho.

Detalhamento do patamar mais baixo

Tomando como exemplo um edifício com uma escada de dois lances entre os pavimentos, o dimensionamento completo da escada em um pavimento teria que ser feito em três patamares: o superior, o intermediário e o do pavimento inferior. O ferros transversais do patamar inferior não precisam ser detalhados, pois estarão no desenho do patamar superior da escada do pavimento inferior.

Entretanto, quando chegamos ao patamar mais baixo de todos os pavimentos teremos um desenho órfão - não há escada a ser detalhada no pavimento mais baixo. O sistema mesmo assim gera um desenho do detalhamento independente deste patamar, que pode ser adaptado na escada do pavimento superior:



Há um caso particular neste detalhamento: quando tratamos do andar tipo, o patamar do pavimento inferior detalhado na escada do tipo é o mesmo patamar superior do lance inicial.

Calculadora de flexão composta normal

Para auxiliar o engenheiro na verificação de resultados, uma calculadora de flexão composta normal está disponível no menu "Visualizar" do Escadas-TQS:



Seção		Aço		Concreto		Verificação		Esforços característicos		Armadura necessária	
Largura inferior	20 cm	Fyk	5000 kgf/cm ²	Fck	200 kgf/cm ²	As superior	1.5 cm ²	Força normal	5 tf	Número de bitolas superior	1
Altura total da seção	40 cm	GamaS	1.15	Fcktsup	0 kgf/cm ²	As inferior	0 cm ²	Momento X	-1 tfm	Número de bitolas inferior	0
Largura superior colaborante	0 cm	Es	0 kgf/cm ²	GamaC	1.4			GamaF	1.4	Precisão	0.01
Altura superior colaborante	0 cm	Cobrimento superior + 1/2 bitola	1.5 cm					Posição limite da linha neutra x/d	0.5	Máximo de iterações	50
Trapezoidal - largura superior	0 cm	Cobrimento inferior + 1/2 bitola	1.5 cm								
Altura de mini-painel inferior	0 cm	Tipo de aço	A								

Seção equilibrada
 As total 0.09 cm²
 As por bitola 0.09 cm²
 Número de iterações 12
 Altura da linha neutra 5.23 cm
 Armadura mínima de 1.20 cm²

Diagrama da seção transversal: Retângulo com largura 20 cm e altura 40 cm. Armaduras indicadas nas bordas superior e inferior.

Botões: Verificação, Armadura necessária, Fechar.

Trata-se de uma calculadora interativa que tem dois comandos: o de verificação de armaduras, e o de determinação de armadura necessária.

Dados de cálculo

Alguns dados de cálculo são carregados do arquivo de critérios de escada, outros têm valor arbitrário que é retido entre duas chamadas da calculadora. Os dados estão divididos nos seguintes grupos:

Seção: é a seção transversal de cálculo, que pode ser retangular, T, trapezoidal ou I (definida pela altura de mini-painel inferior).

Concreto: são os dados do concreto, com valores característicos. A resistência característica superior a tração, e o módulo de elasticidade são calculados com valores da NBR-6118:2003 se definidos como zero.

Aço: além dos valores característicos de resistência e do módulo de elasticidade, temos os cobrimentos de armadura inferior e superior, que devem necessariamente incluir a diferença devido ao CG das armaduras. Considerando-se que a seção recebe apenas uma camada de armadura de uma só bitola, a diferença a considerar é de meia bitola, em cm.

Esforços característicos: Temos a força normal e momento fletor. O momento fletor negativo faz com que as fibras superiores da seção calculada sejam tracionadas. A posição limite da linha neutra (item 14.6.4.3 e 14.7.3.2 da NBR-6118:2003) somente é verificada para seções sem força normal e com um valor mínimo de momento. Esta verificação pode ser desligada fixando-se o limite da linha neutra em zero ou 1.

Verificação de armadura

O botão "Verificação" faz com que a seção, com as áreas de armadura superior e inferior definidas no mesmo

quadro seja verificada. O resultado será mostrado no quadro superior à direita. A seção simplesmente passa ou não, e a altura da linha neutra e o valor da armadura mínima são mostrados para esta seção.

Armadura necessária

O botão "Armadura necessária" itera valores de armadura até achar a menor armadura que ainda equilibra a seção. Para que este comando funcione, é necessário que o engenheiro forneça o número de bitolas a serem colocados na região superior e inferior da seção (pode ser zero). A calculadora mostrará a área de armadura necessária por bitola. O número de bitolas pode ser fornecido de maneira fracionada, funcionando apenas para definir a proporção entre a armadura superior e inferior. Neste caso, a área final mostrada por bitola deve ser multiplicada pelos números fornecidos para a obtenção da área real.