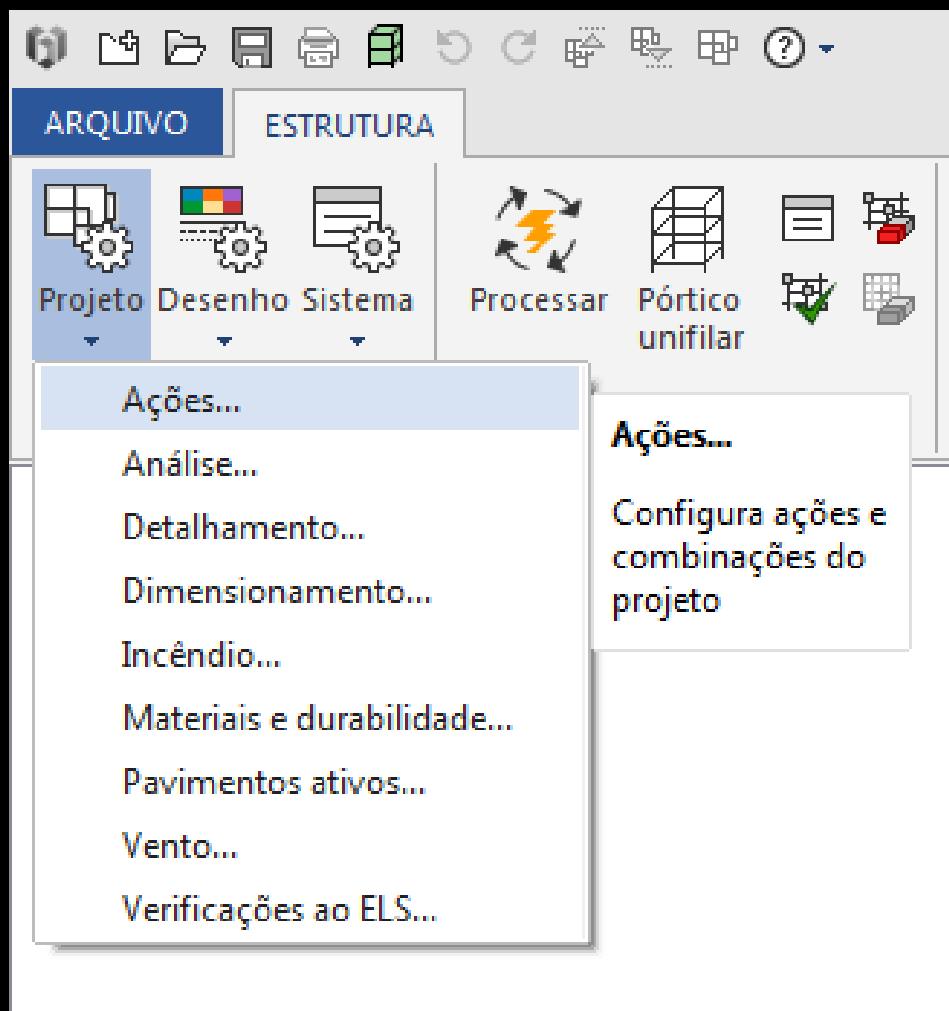


# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – ENTENDENDO AS AÇÕES

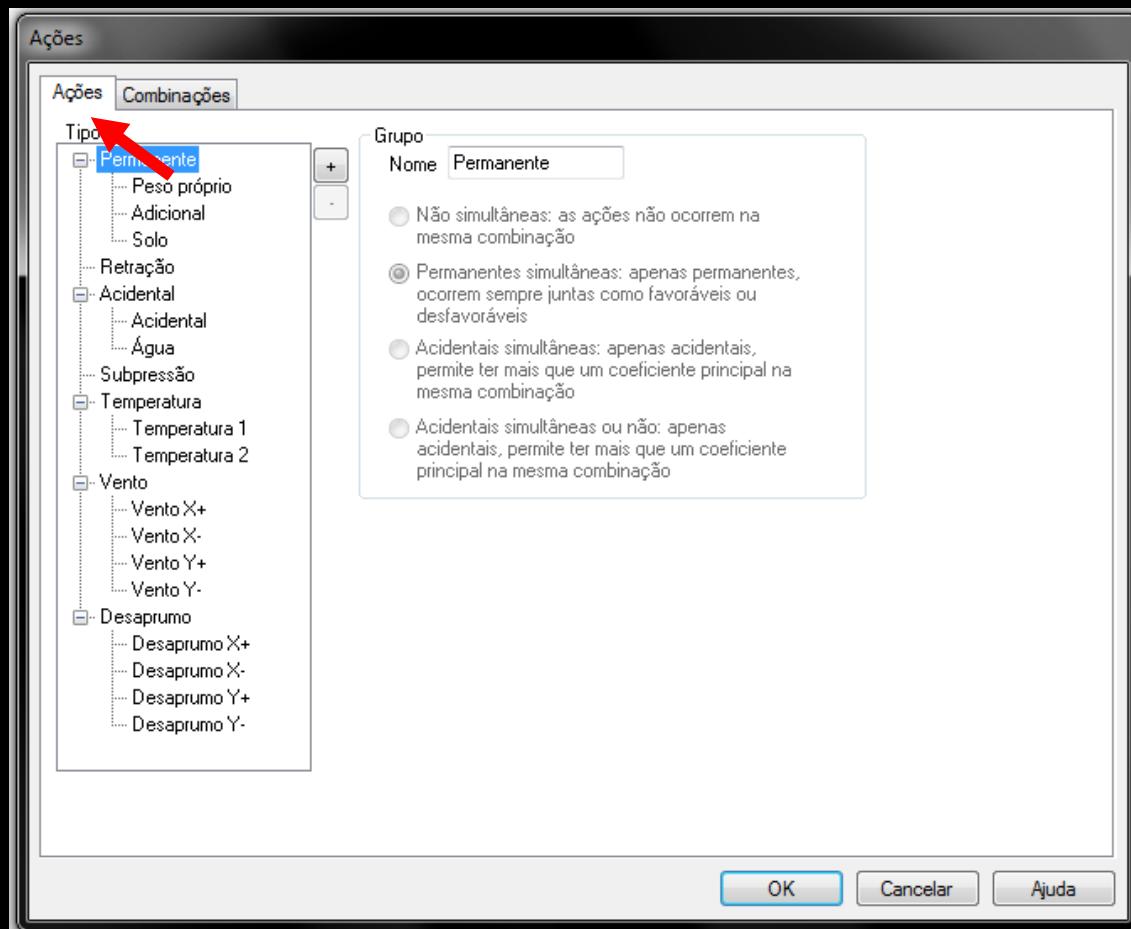


**Onde acessar:** configuração Ações

**Objetivo:** Configurar os tipos de ações atuantes na estrutura. Para isso, configuram-se grupos e ações, incluindo e excluindo quando for necessário.

**Ações:** São considerados como ações todos os agentes que possam produzir efeitos significativos na estrutura, sejam eles externos (como cargas acidentais) ou internos (como desaprumo da estrutura). As ações são classificadas em permanentes, variáveis (ou acidentais) e excepcionais.

## AÇÕES – ENTENDENDO AS AÇÕES

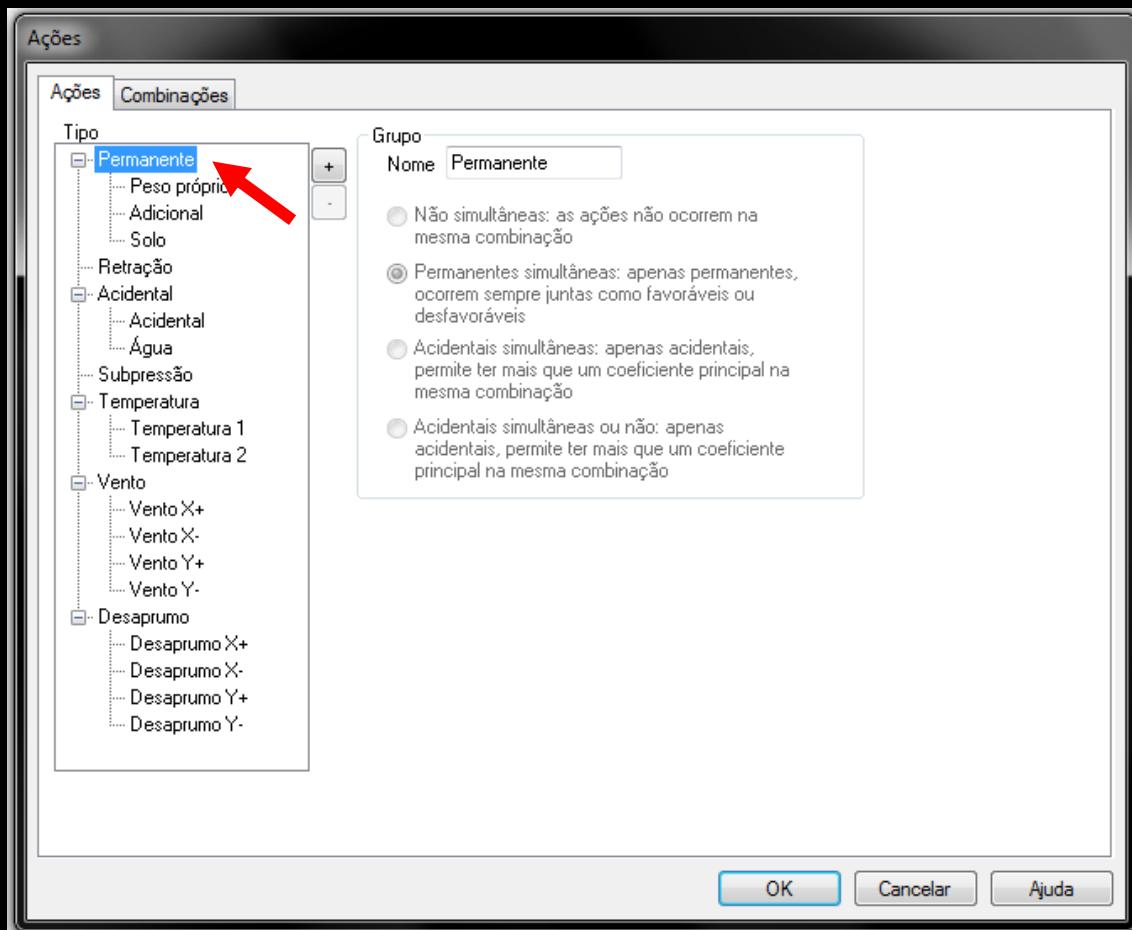


**Onde acessar:** configuração Ações

**Objetivo:** Configurar os tipos de ações atuantes na estrutura. Para isso, configuram-se grupos e ações, incluindo e excluindo quando for necessário.

**Ações:** São considerados como ações todos os agentes que possam produzir efeitos significativos na estrutura, sejam eles externos (como cargas accidentais) ou internos (como desaprumo da estrutura). As ações são classificadas em permanentes, variáveis (ou accidentais) e excepcionais.

## AÇÕES – ENTENDENDO AS AÇÕES



### Permanente

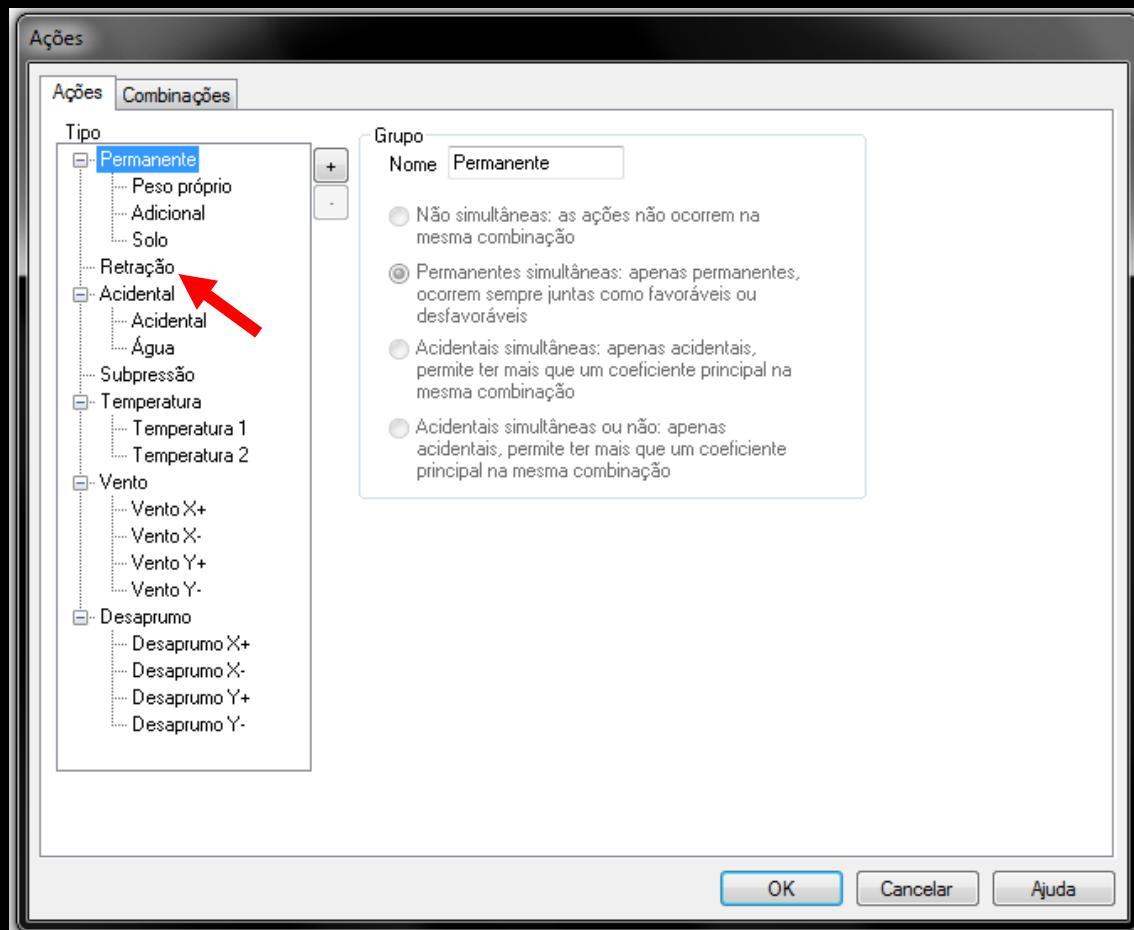
Este Grupo contém as ações de caráter permanente que podem ser aplicadas na estrutura, dentre elas:

**Peso próprio (G1):** peso da estrutura em si (vigas, pilares, lajes, entre outras), calculado diretamente pelo programa com base nas dimensões do elemento e no peso específico do concreto;

**Adicional (G2):** peso próprio dos demais elementos da edificação (alvenaria, revestimentos, etc). Além disso, podem ser aplicadas cargas (distribuídas ou concentradas) em vigas e lajes no tipo de ação "G2";

**Solo (S):** ação horizontal decorrente do empuxo de solo atuante em paredes de contenção, ou paredes de reservatórios apoiados no solo.

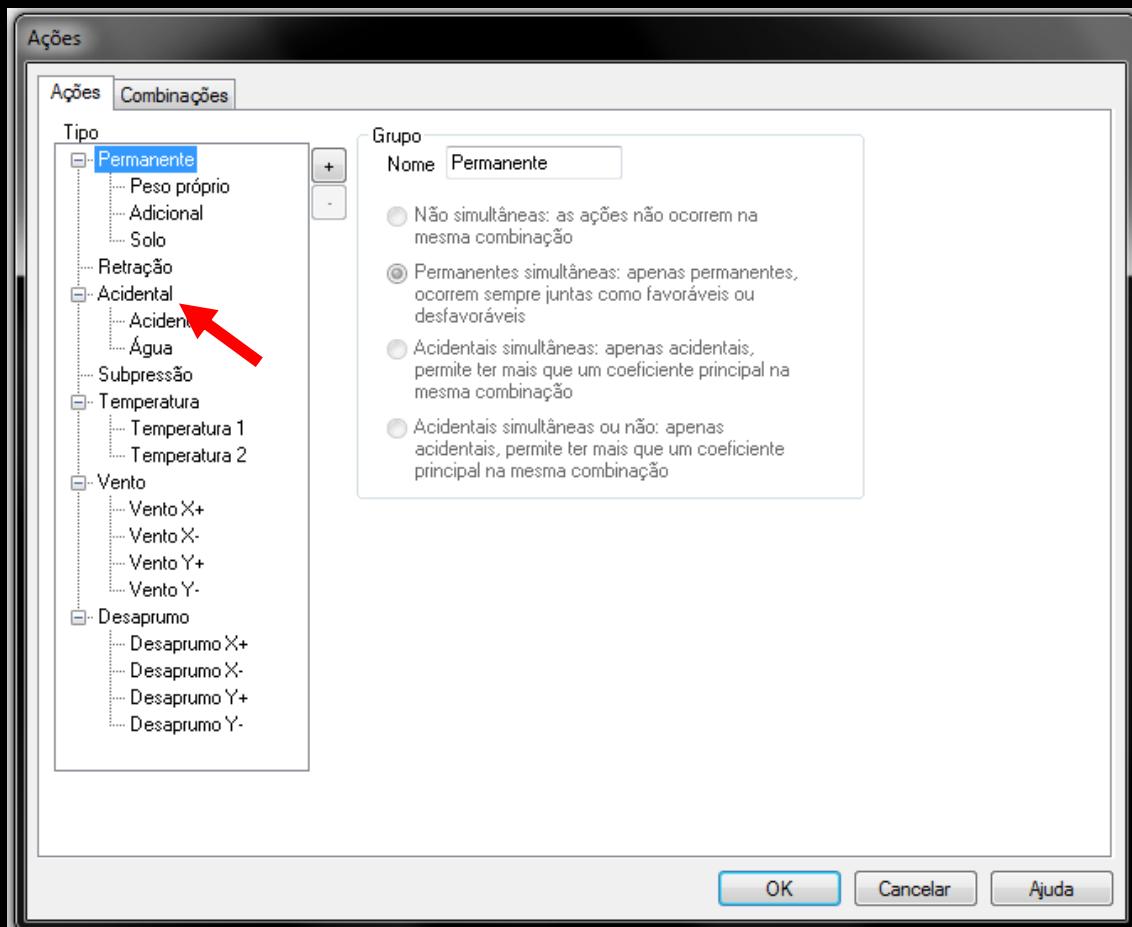
## AÇÕES – ENTENDENDO AS AÇÕES



**Retração (R):** Destinada à aplicação do carregamento automático de retração no modelo, para o efeito de retração aplicado no caso "R".

A retração pode ser ativada diretamente no diálogo de edição/lançamento dos elementos no croqui, na opção "Temperatura e retração".

## AÇÕES – ENTENDENDO AS AÇÕES



### Acidental

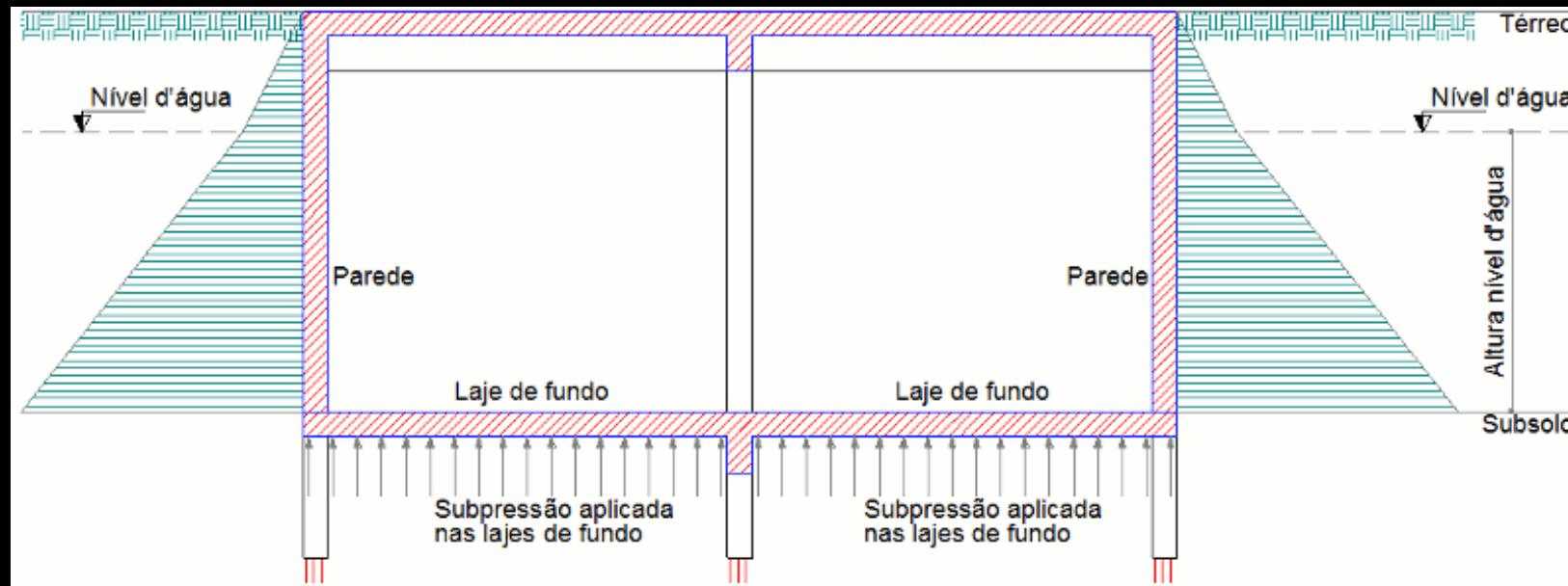
**Carga accidental (Q):** são aquelas que variam de acordo com o uso da edificação. No programa, existem duas formas de incluir cargas acidentais:

Sobrecargas de piso incluídas nas lajes, no campo "Carga accidental";

Aplicação de cargas (distribuídas ou concentradas) em vigas e lajes no tipo de ação "Q".

**Água (A):** destinada à aplicação do empuxo hidrostático nas paredes dos reservatórios quando lançados através do módulo correspondente.

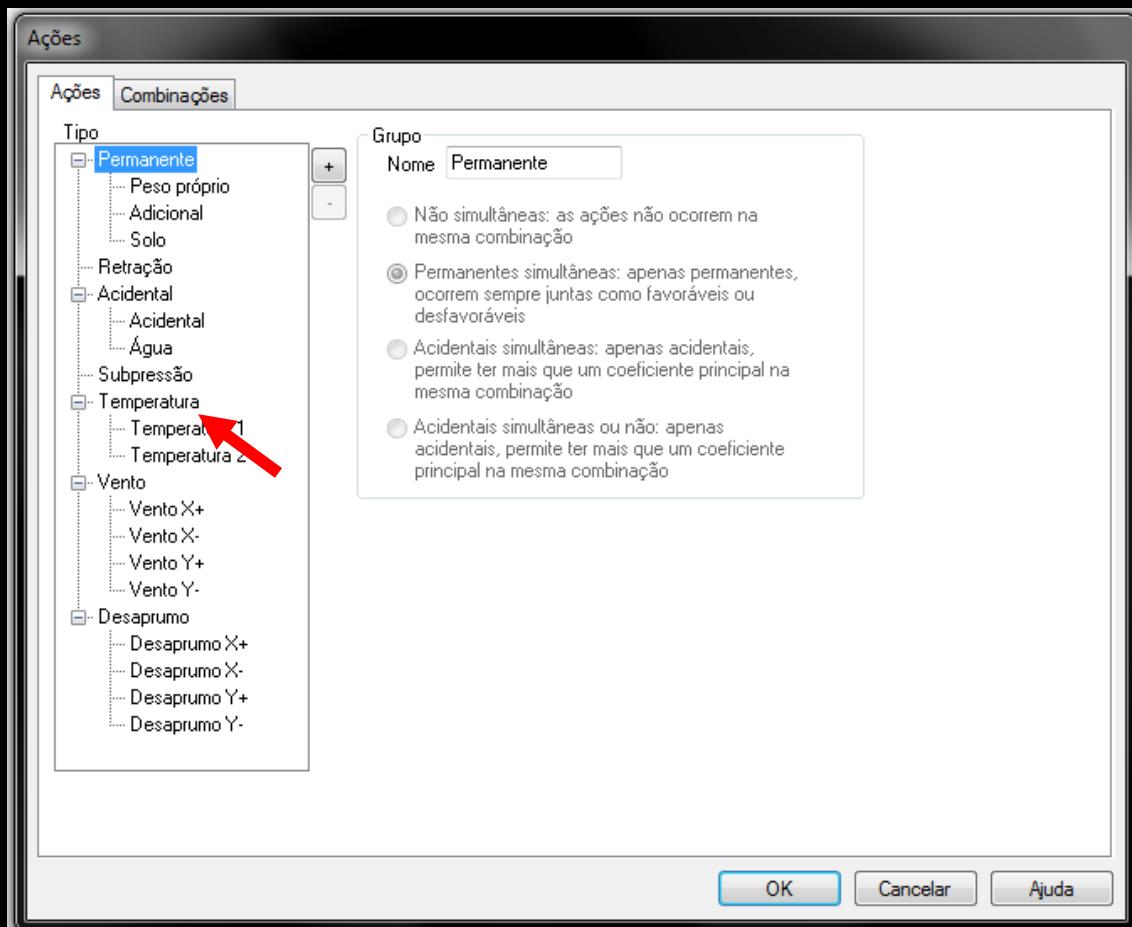
## AÇÕES – ENTENDENDO AS AÇÕES



### Subpressão

Quando a estrutura é composta de subsolo com nível da laje abaixo do nível do lençol freático, geralmente as lajes deste pavimento devem ser dimensionadas considerando a pressão hidrostática negativa sob a base das mesmas (desde que não sejam adotados procedimentos permanentes para drenagem ou rebaixamento do lençol freático). Esta pressão hidrostática negativa, chamada de subpressão, é proporcional à altura do nível d'água em relação às lajes.

## AÇÕES – ENTENDENDO AS AÇÕES



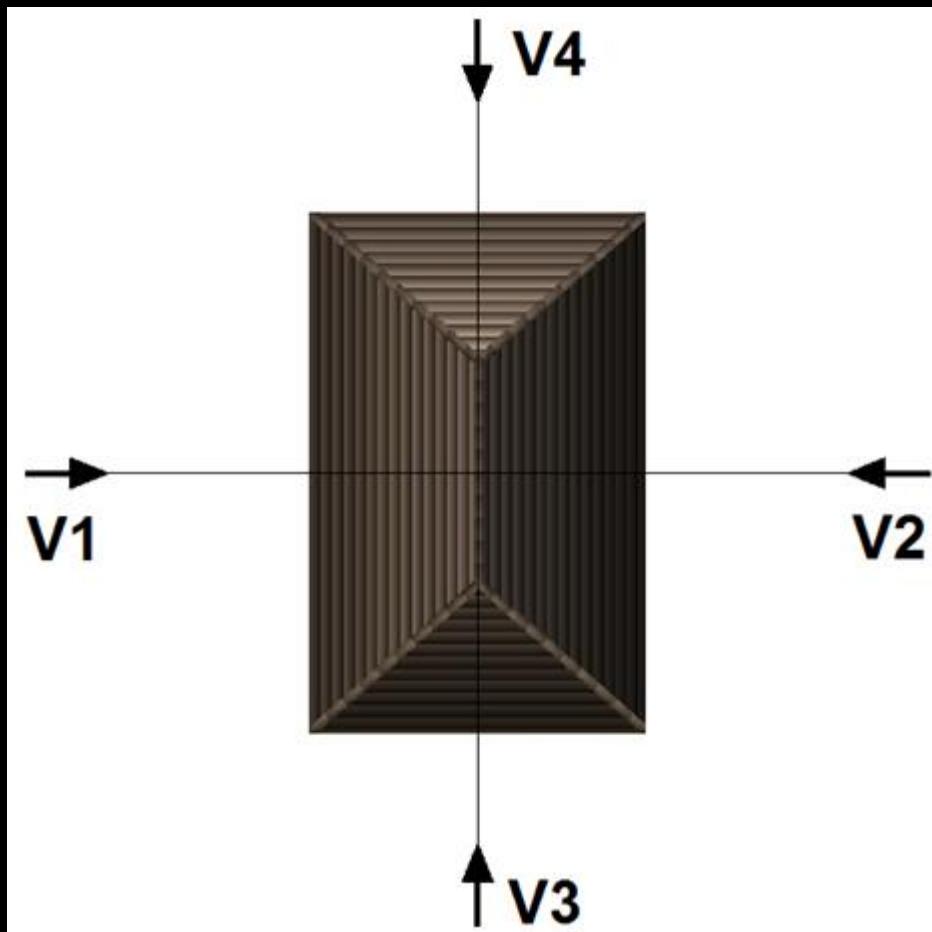
### Temperatura

**Temperatura 1 (T1):** Destinada à definição da ação automática de temperatura no modelo, para variação de temperatura aplicada no caso "T1".

**Temperatura 2 (T2):** Destinada à definição da ação automática de temperatura no modelo, para variação de temperatura aplicada no caso "T2".

*A variação de temperatura pode ser aplicada diretamente no diálogo de edição/lançamento dos elementos no croqui, na opção "Temperatura e retração".*

## AÇÕES – ENTENDENDO AS AÇÕES



### Vento

Este Grupo é utilizado para consideração dos efeitos do vento na edificação, cujo carregamento se manifesta por meio de cargas horizontais aplicadas em cada pavimento. Divide-se em quatro casos:

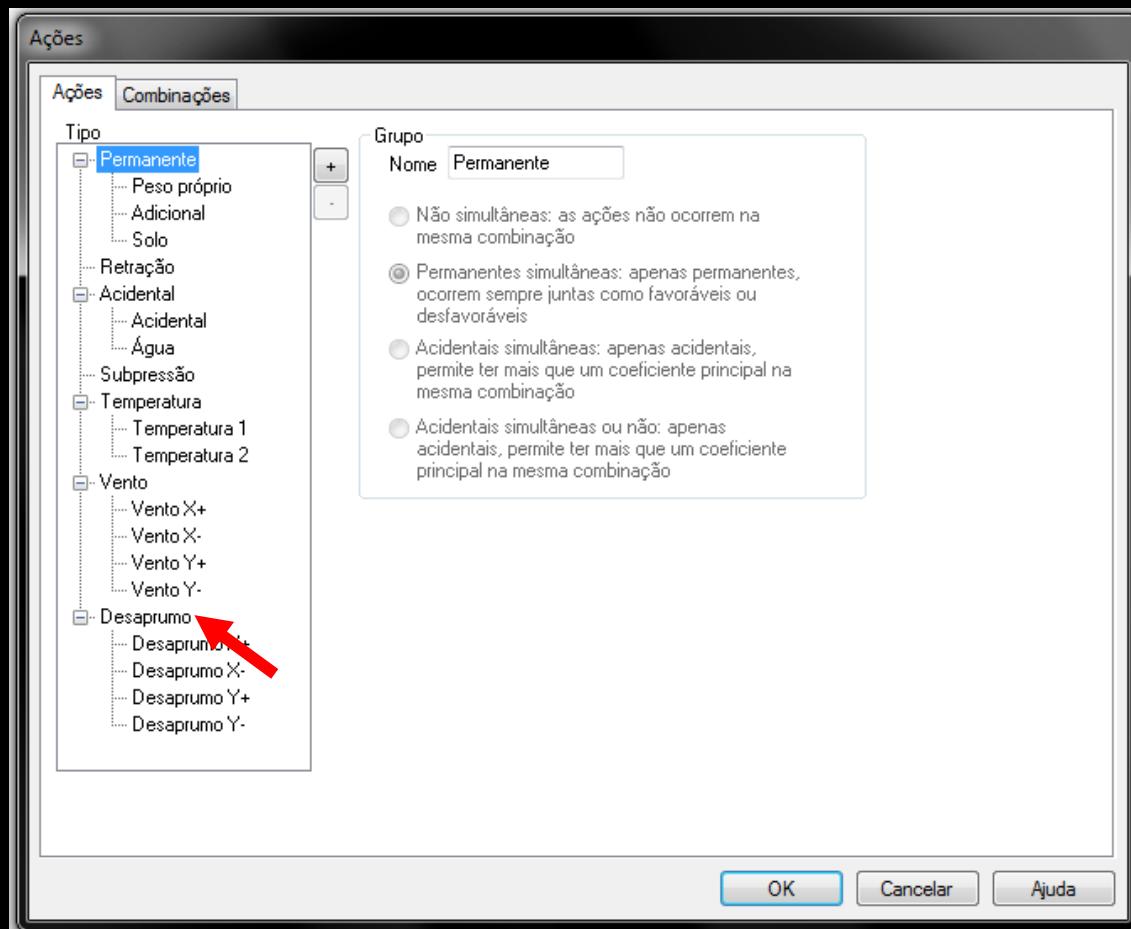
**Vento X+ (V1):** vento atuando na direção X, da esquerda para a direita;

**Vento X- (V2):** vento atuando na direção X, da direita para a esquerda;

**Vento Y+ (V3):** vento atuando na direção Y, de baixo para cima;

**Vento Y- (V4):** vento atuando na direção Y, de cima para baixo.

## AÇÕES – ENTENDENDO AS AÇÕES



### Desaprumo

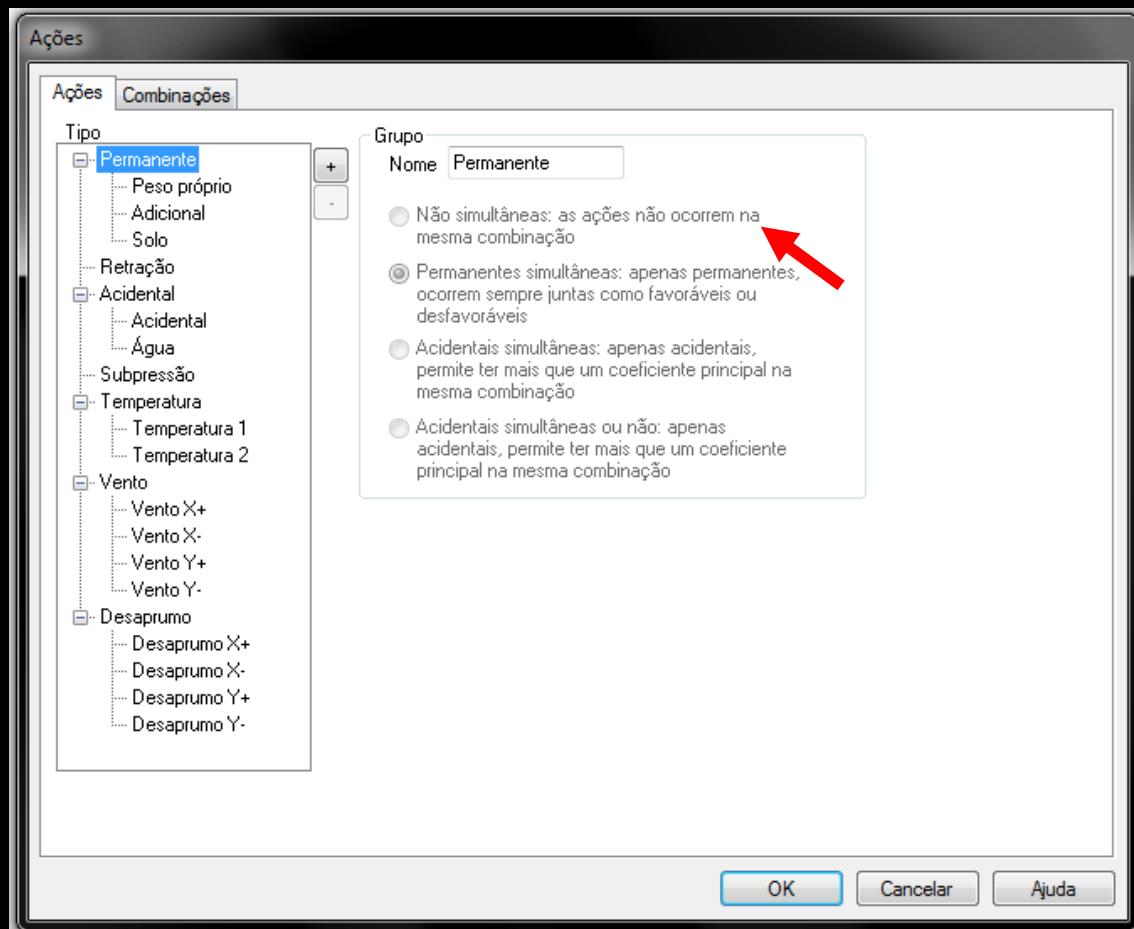
**Desaprumo X+ (D1):** desaprumo atuando na direção X, da esquerda para a direita;

**Desaprumo X- (D2):** desaprumo atuando na direção X, da direita para a esquerda;

**Desaprumo Y+ (D3):** desaprumo atuando na direção Y, de baixo para cima;

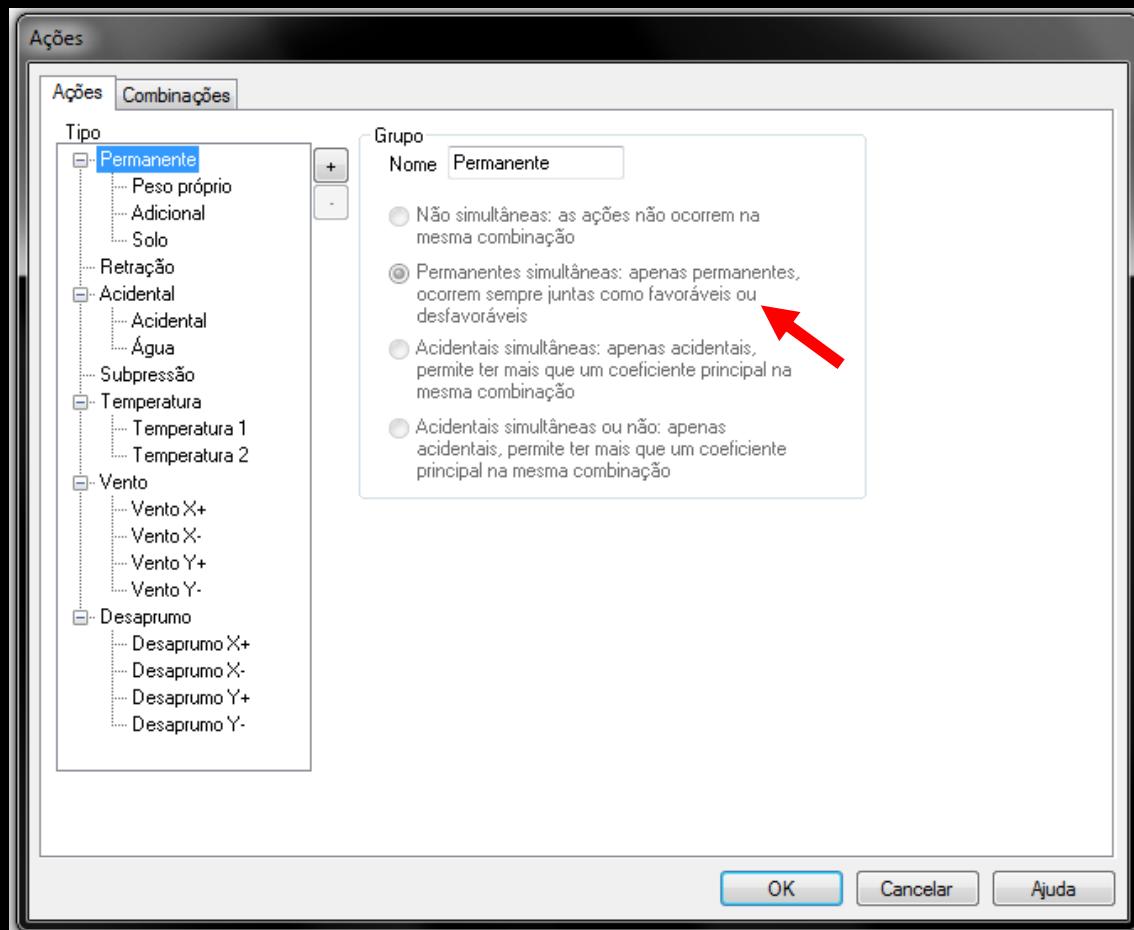
**Desaprumo Y- (D4):** desaprumo atuando na direção Y, de cima para baixo.

## AÇÕES – ENTENDENDO AS AÇÕES



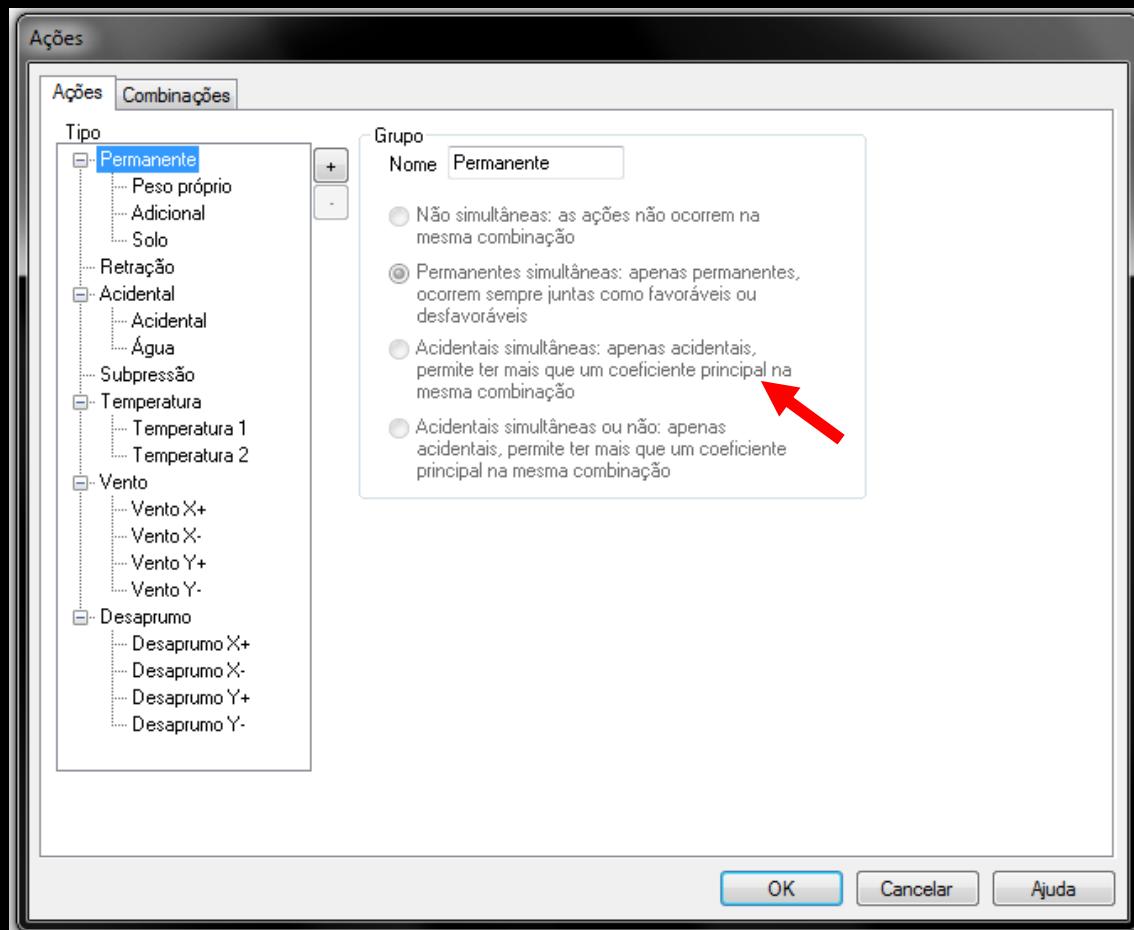
**Não simultâneas:** as ações dentro desse grupo são mutuamente excludentes, ou seja, nunca ocorrem simultaneamente. Um exemplo desse tipo de grupo são as quatro ações de vento padrões que nunca ocorrem ao mesmo tempo (cada ação equivale a uma direção e sentido). O mesmo se aplica às quatro ações de desaprumo.

## AÇÕES – ENTENDENDO AS AÇÕES



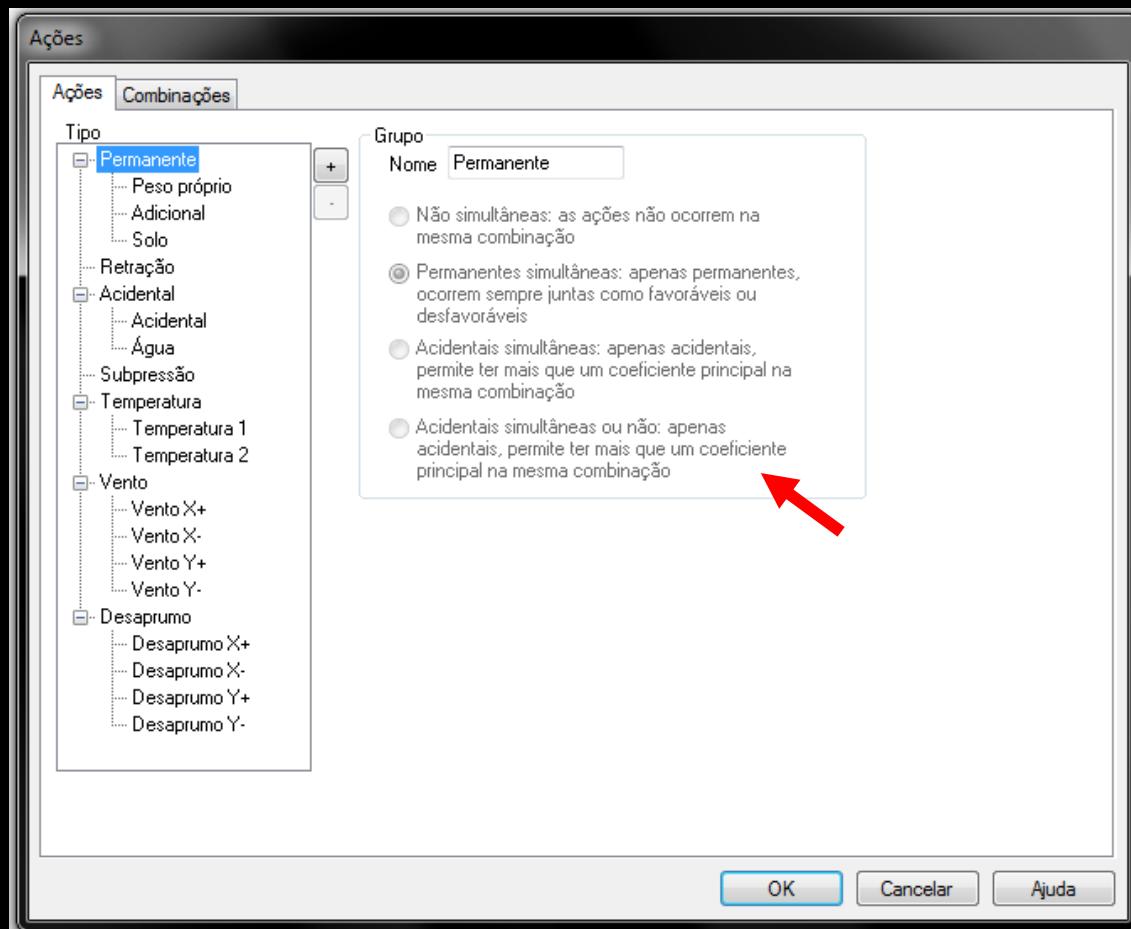
**Permanentes simultâneas:** agrupa apenas cargas permanentes que podem ser consideradas todas atuando no sentido favorável ou desfavorável. Um exemplo disso é o grupo que contém o "Peso próprio", "Carga permanente adicional" e "Solo". O programa gera automaticamente, por exemplo, apenas G1+G2 + S ou 1.3G1+1.4G2 +1.4S.

## AÇÕES – ENTENDENDO AS AÇÕES



**Acidentais simultâneas:** agrupa apenas cargas acidentais que ocorrem sempre juntas, como se fossem uma única ação acidental. Neste caso, todas são combinadas somente como um efeito desfavorável, considerando os fatores de combinação específicos de cada ação

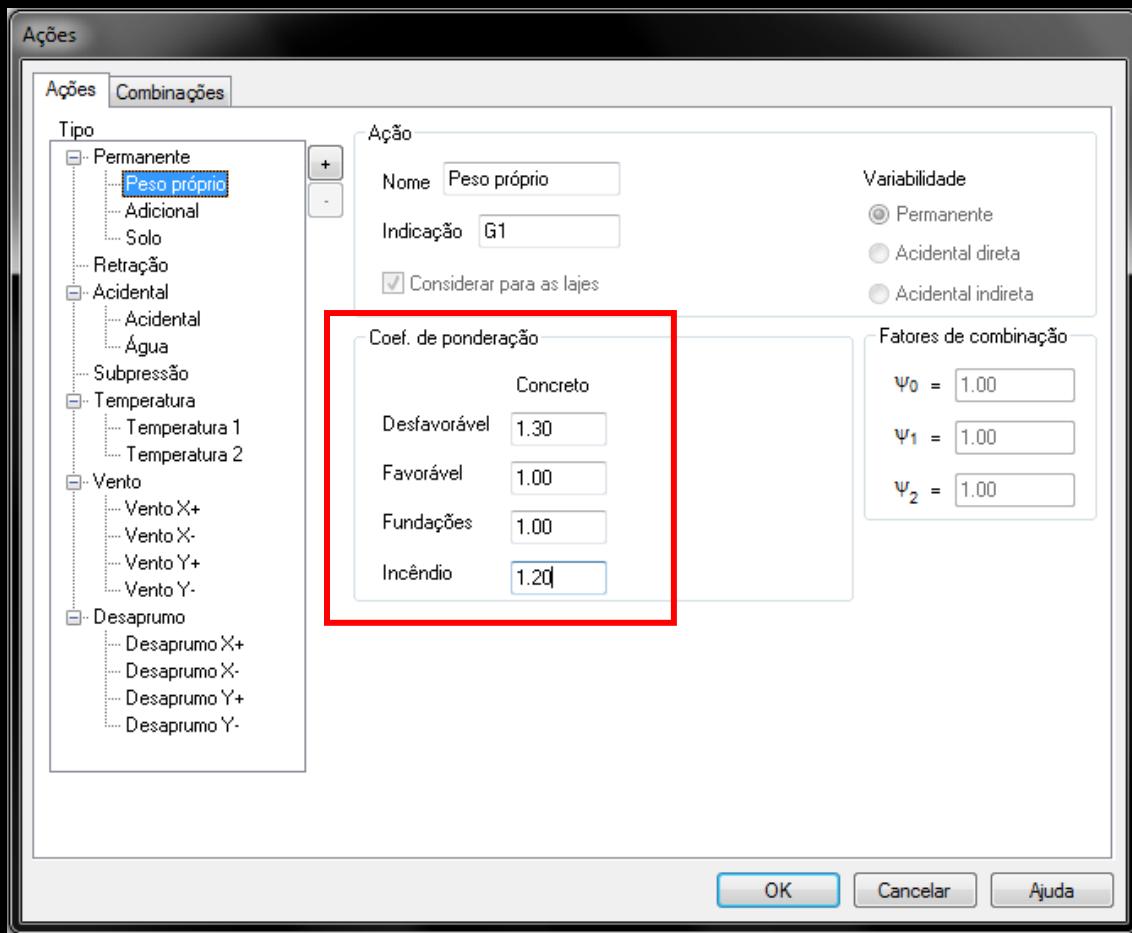
## AÇÕES – ENTENDENDO AS AÇÕES



**Acidentais Simultâneas ou não:** agrupa apenas cargas acidentais de mesma natureza, supondo que sejam complementares. Com isso, mais de uma delas pode ser considerada principal ao mesmo tempo. Isso tem a função de simular combinações de piso, nas quais se pode querer, por exemplo, analisar o maior resultado entre 1.4Q1 (Q2 descarregada), 1.4Q2 (Q1 descarregada), mas também 1.4Q1+1.4Q2.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)

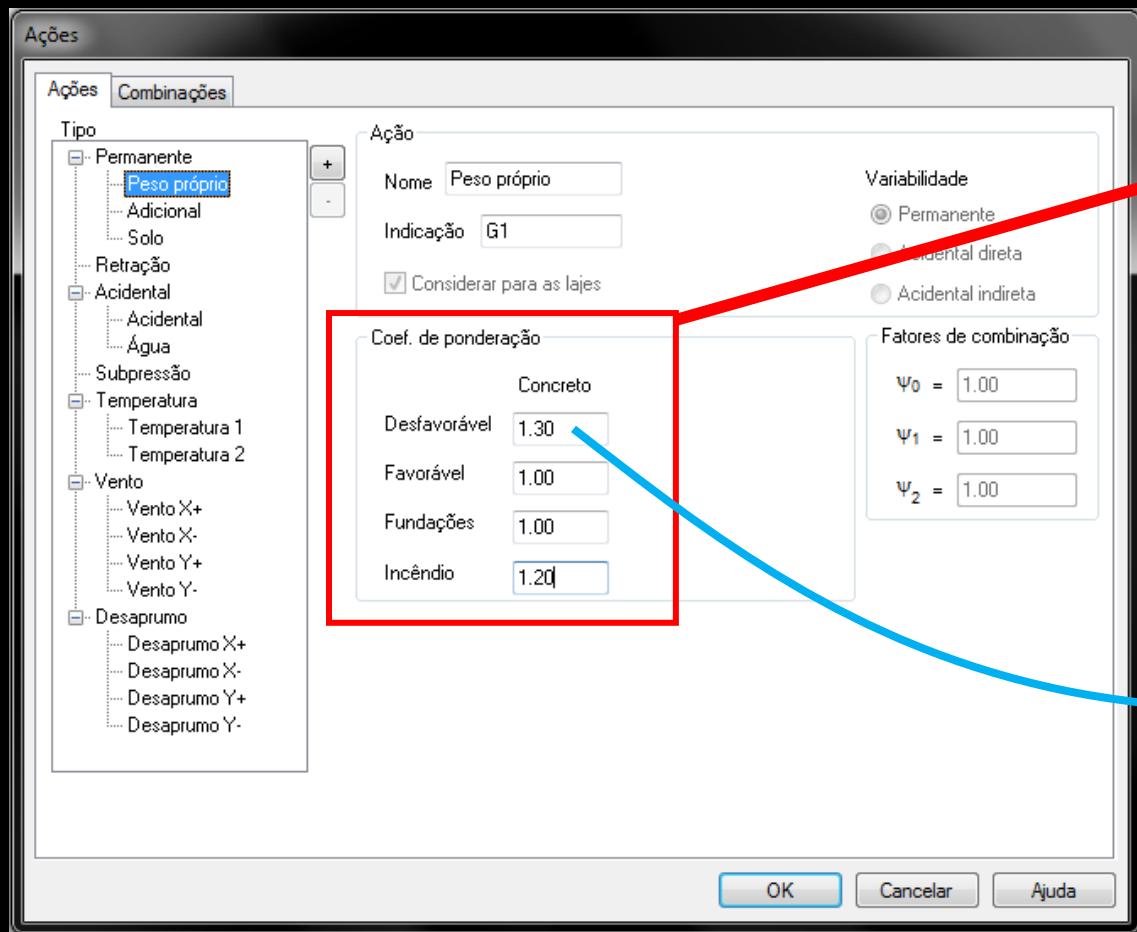


• **Coeficiente de ponderação** das ações no estado limite último (ELU) para cada caso de carregamento. São definidos três valores:

- **Desfavorável**: é aquele que se aplica nos casos usuais para dimensionamento;
- **Favorável**: se a ação for Permanente (conforme definido no item 11.7.1 da NBR 6118:2014) e a coluna "Efeito favorável" estiver marcada, o programa considera também as ações com efeito favorável;
- **Fundações**: é o valor dos coeficientes para cálculo das cargas de fundação da estrutura.
- **Incêndio**: é o fator de ponderação para situação de incêndio, onde se considera uma verificação ao ELU para combinação excepcional, conforme recomendado pela NBR 15200:2012.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
Normais	1,4 <sup>a</sup>	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais ou de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

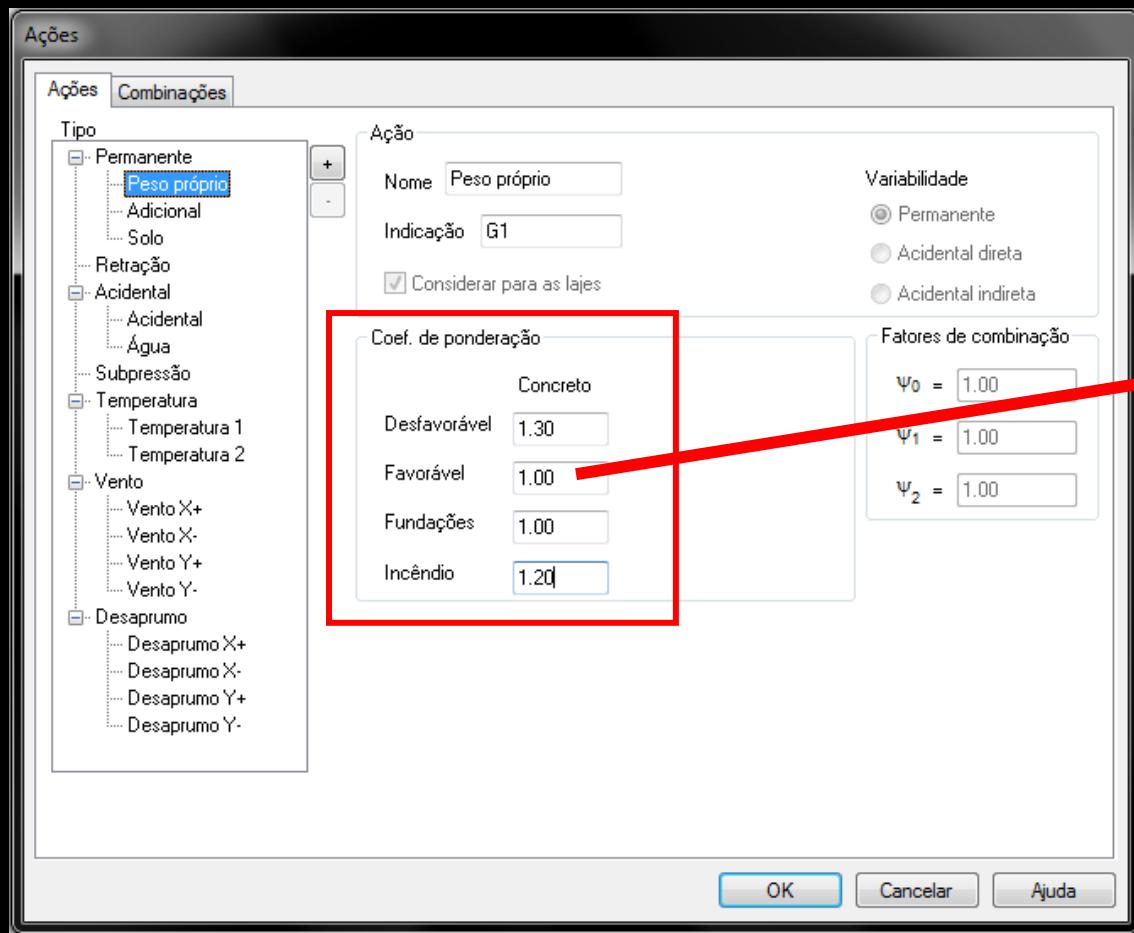
onde  
D é desfavorável, F é favorável, G representa as cargas variáveis em geral e T é a temperatura.

<sup>a</sup> Para as cargas permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3.

•Para casos residenciais é possível reduzir o coeficiente de ponderação aplicado a ações de cargas permanentes de 1,4 para 1,3.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



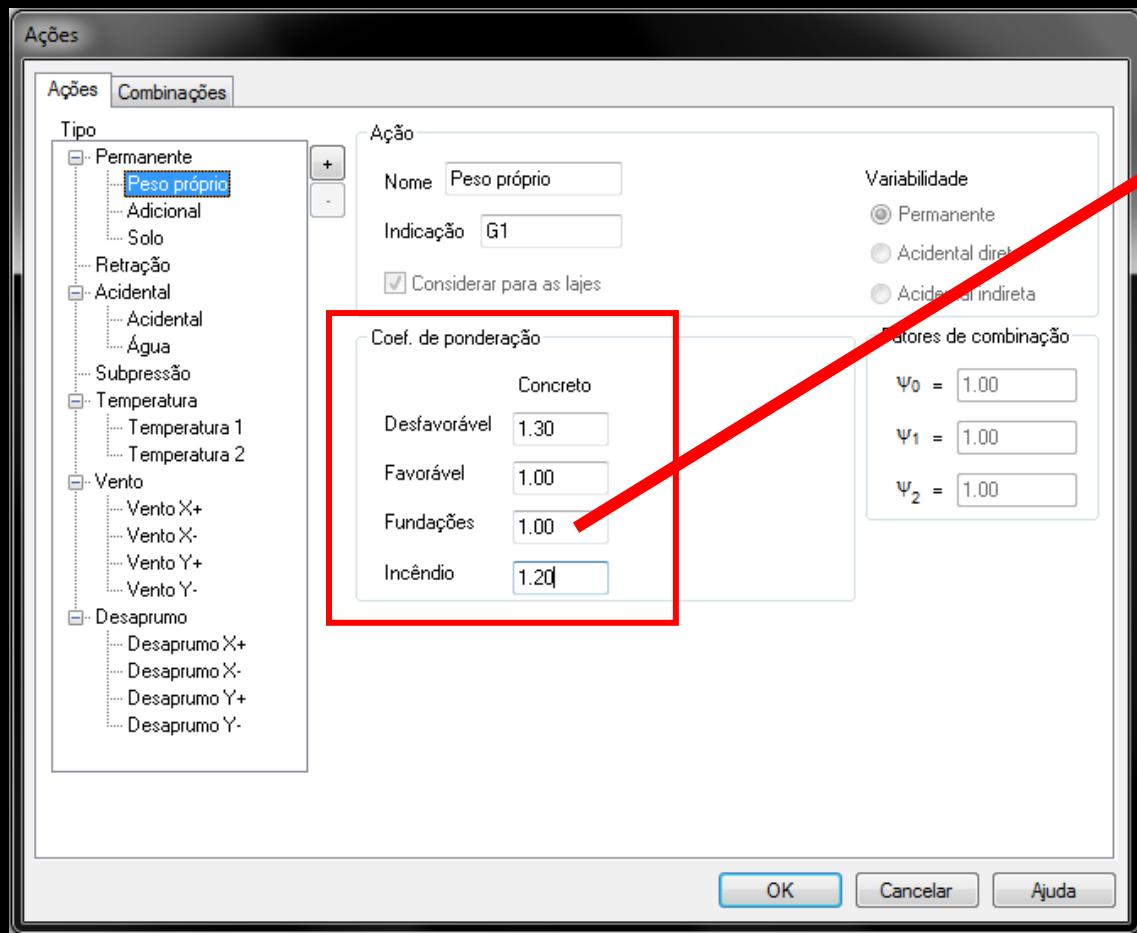
Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
Normais	1,4 <sup>a</sup>	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais ou de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

onde  
D é desfavorável, F é favorável, G representa as cargas variáveis em geral e T é a temperatura.

<sup>a</sup> Para as cargas permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

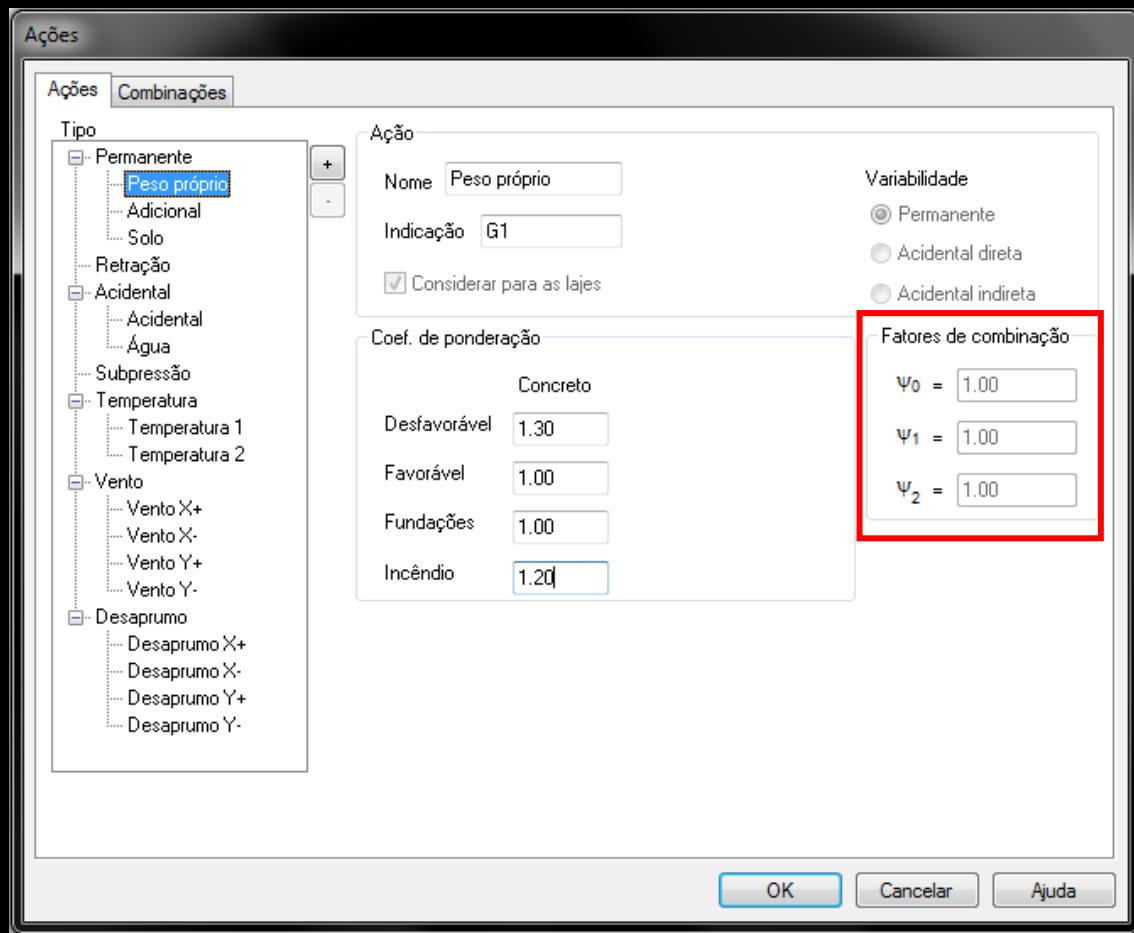
## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



- Para fundações as cargas não são majoradas.
- Planta de cargas apresenta os valores característicos e os valores são utilizados no cálculo da tensão admissível do solo. Por isso é de grande importância a realização do laudo de sondagem.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



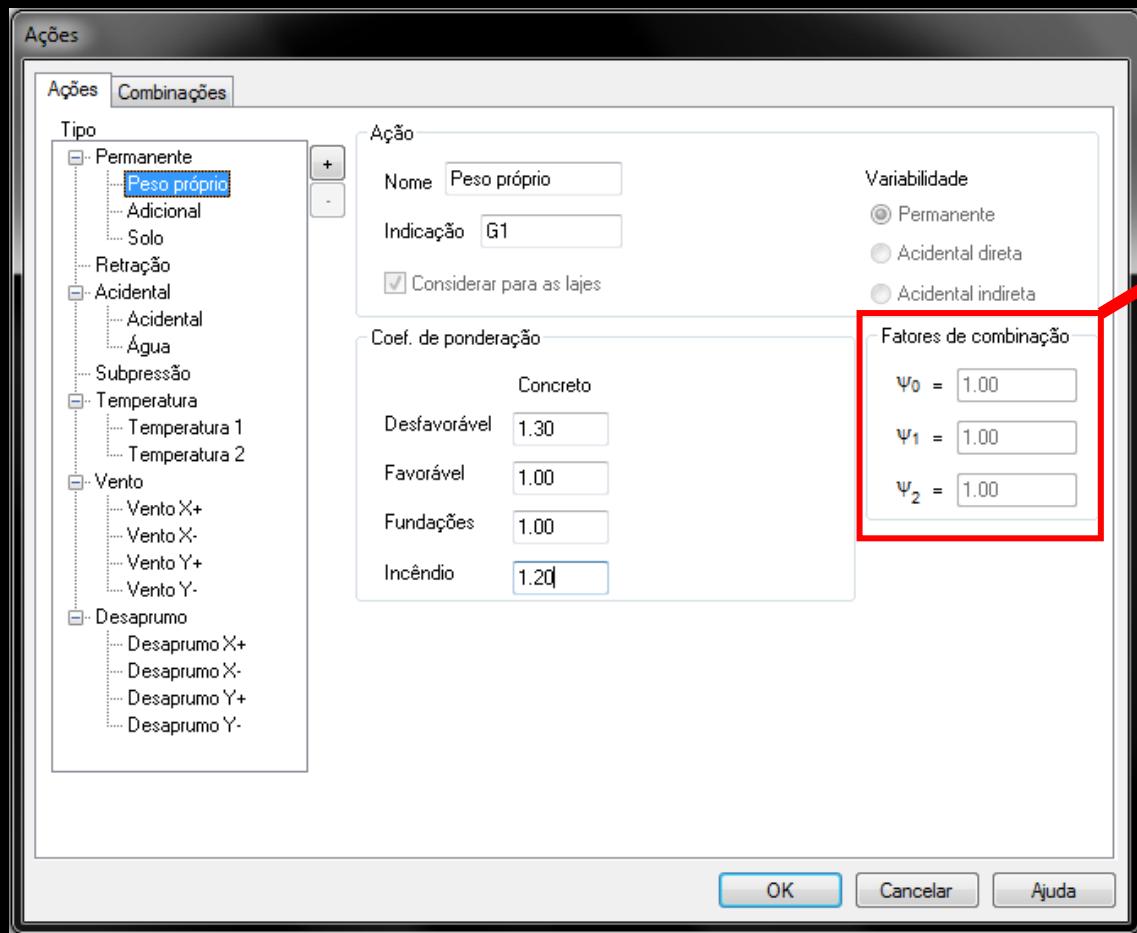
As ações definidas como "Acidental" podem ter coeficientes de combinação informados pelo usuário, utilizados de acordo com o tipo de combinação escolhida. São eles:

- $\Psi_0$ : valor utilizado para a redução do valor da ação acidental, quando não principal para a combinação, considerando baixa a probabilidade de ocorrência simultânea às demais ações acidentais;
- $\Psi_1$ : fator de redução da ação para estado limite de serviço para combinações frequentes;
- $\Psi_2$ : fator de redução da ação para estado limite de serviço para combinações quase permanentes.

•**FATORES DE COMBINAÇÃO SÓ EXISTEM PARA CARGAS VARIÁVEIS**

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



Ações	Cargas accidentais de edifícios	Tabela 11.2 – Valores do coeficiente $\gamma_{f2}$		
		$\psi_0$	$\psi_1^a$	$\psi_2$
	Locais em que não há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas <sup>b</sup>	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevada concentração de pessoas <sup>c</sup>	0,7	0,6	0,4
	Biblioteca, arquivos, oficinas e garagens	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3

<sup>a</sup> Para os valores de  $\psi_1$  relativos às pontes e principalmente para os problemas de fadiga, ver Seção 23.

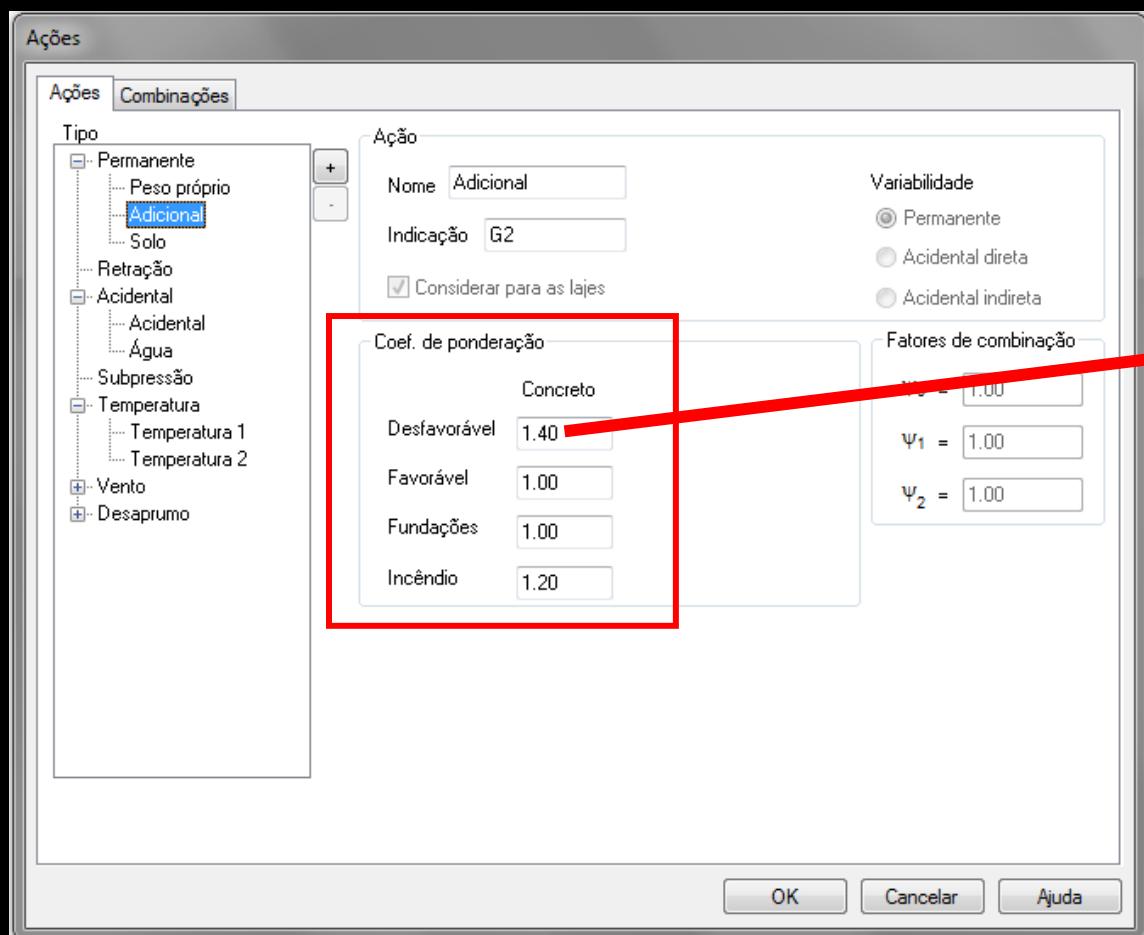
<sup>b</sup> Edifícios residenciais.

<sup>c</sup> Edifícios comerciais, de escritórios, estações e edifícios públicos.

•FATORES DE COMBINAÇÃO SÓ EXISTEM PARA CARGAS VARIÁVEIS

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



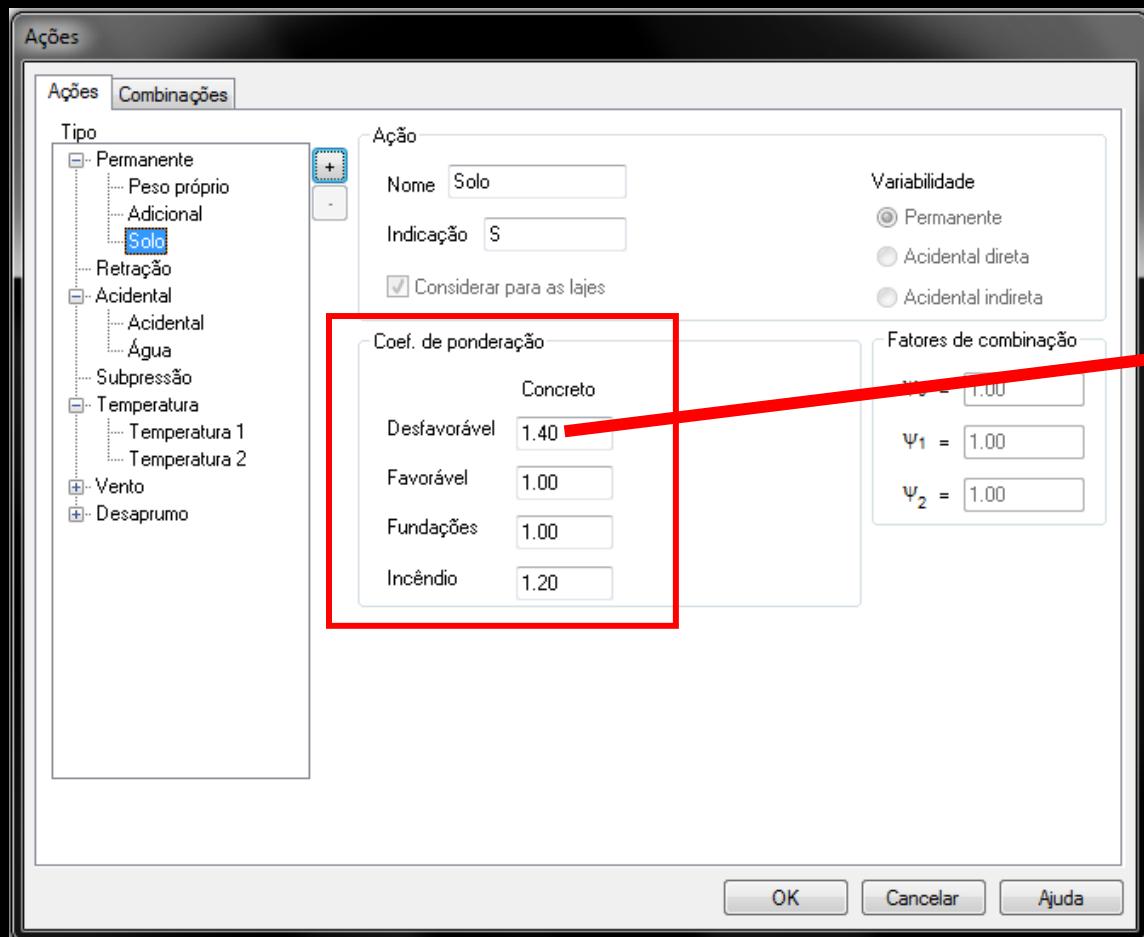
Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
Normais	1,4 <sup>a</sup>	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais ou de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

onde  
D é desfavorável, F é favorável, G representa as cargas variáveis em geral e T é a temperatura.

<sup>a</sup> Para as cargas permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



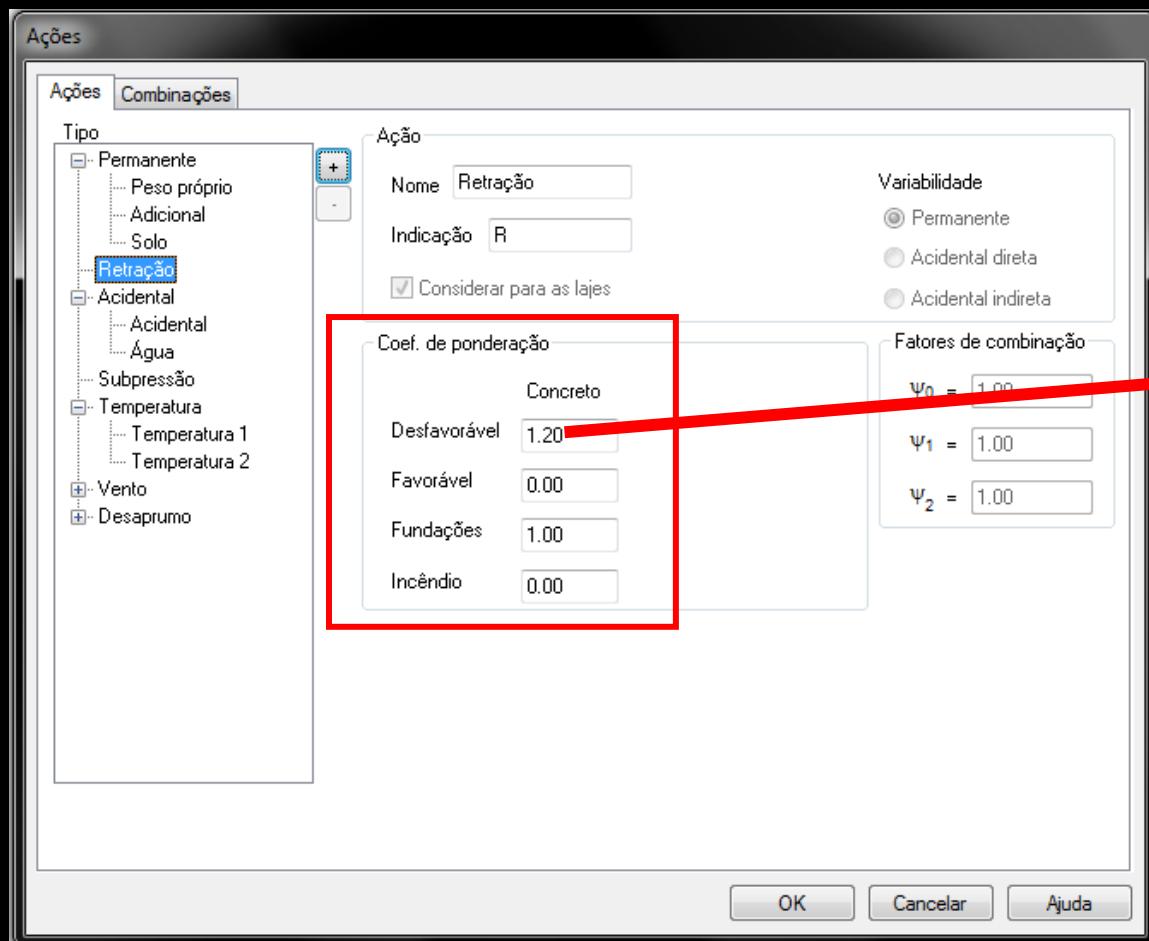
Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
Normais	1,4 <sup>a</sup>	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais ou de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

onde  
D é desfavorável, F é favorável, G representa as cargas variáveis em geral e T é a temperatura.

<sup>a</sup> Para as cargas permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



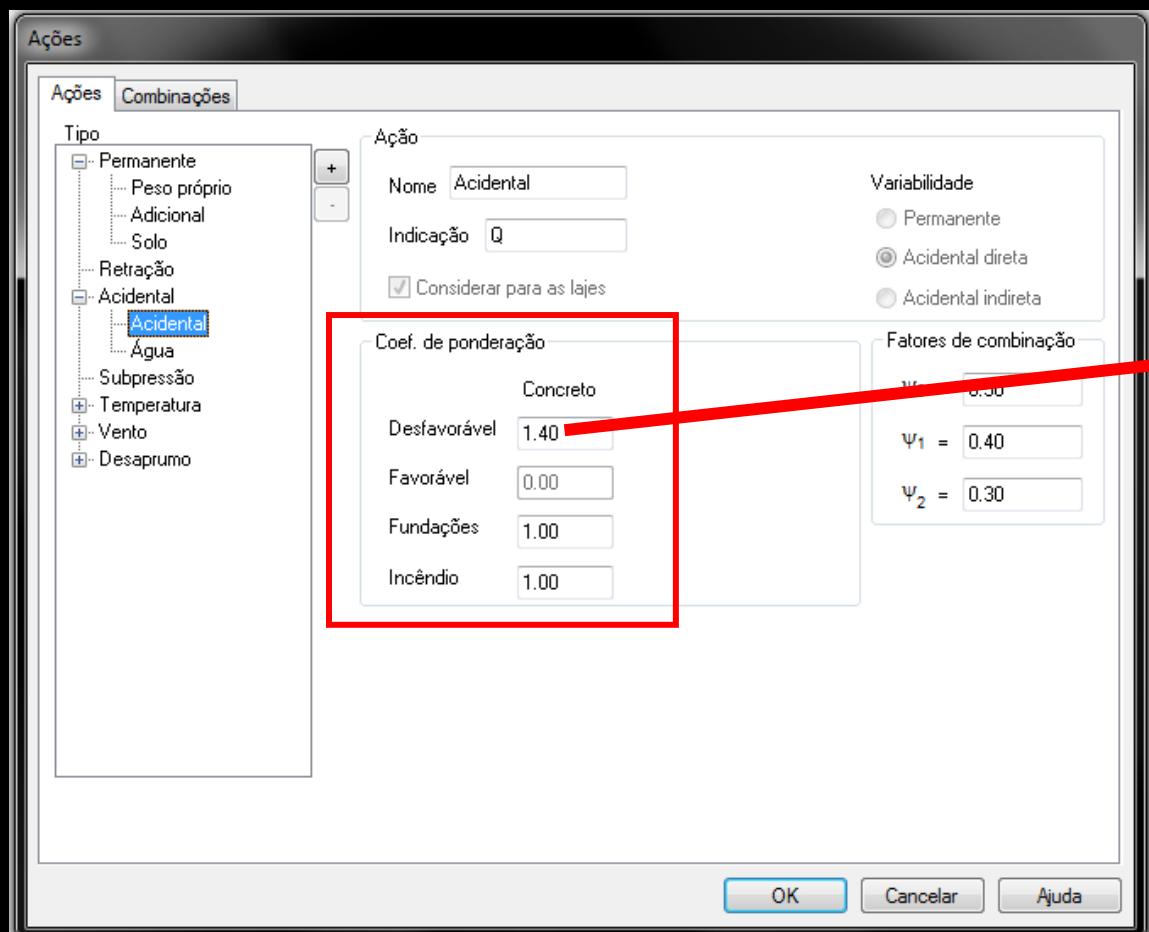
Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
Normais	1,4 <sup>a</sup>	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais ou de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

onde  
D é desfavorável, F é favorável, G representa as cargas variáveis em geral e T é a temperatura.

<sup>a</sup> Para as cargas permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



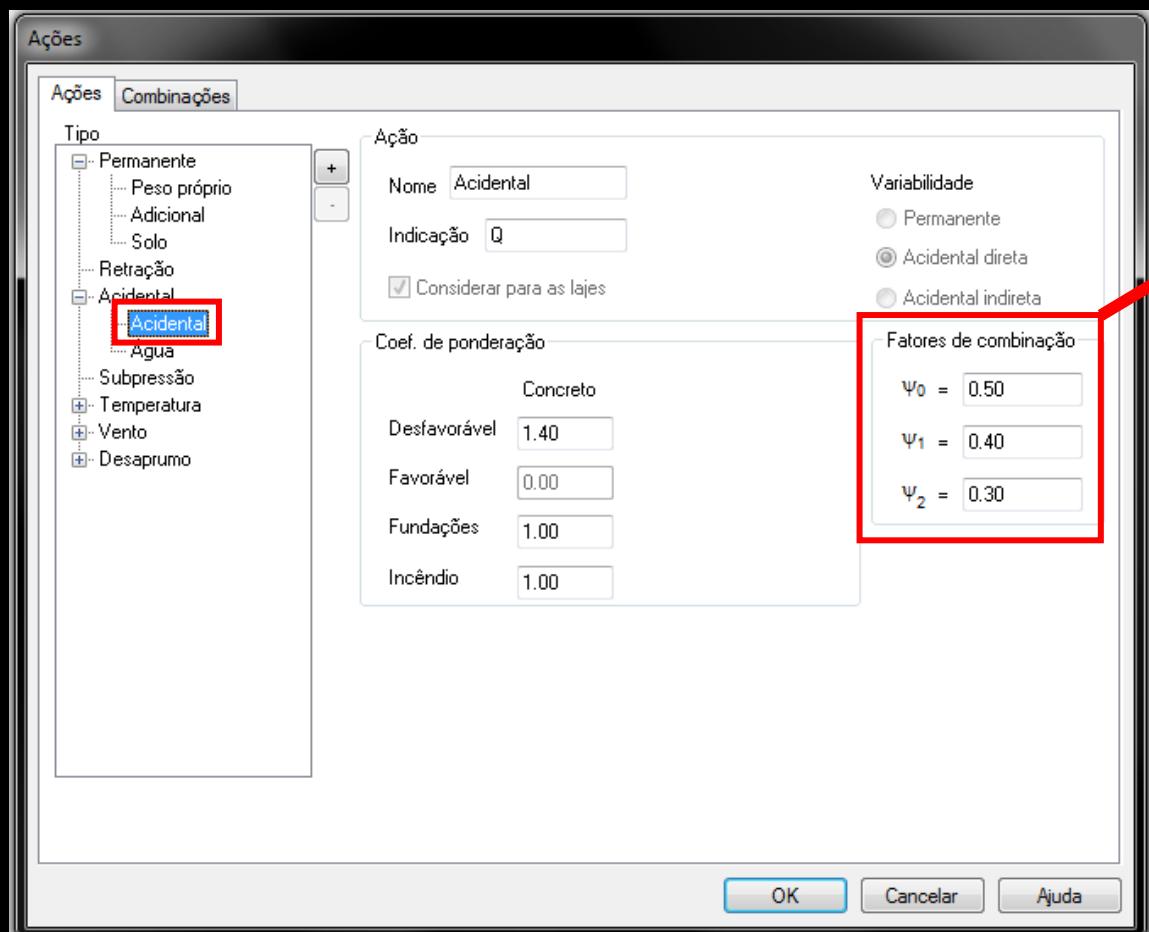
Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
Normais	1,4 <sup>a</sup>	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais ou de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

onde  
D é desfavorável, F é favorável, G representa as cargas variáveis em geral e T é a temperatura.

<sup>a</sup> Para as cargas permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



Ações	Cargas accidentais de edifícios	Tabela 11.2 – Valores do coeficiente $\gamma_f 2$		
		$\psi_0$	$\psi_1^a$	$\psi_2$
	Locais em que não há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas <sup>b</sup>	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevada concentração de pessoas <sup>c</sup>	0,7	0,6	0,4
	Biblioteca, arquivos, oficinas e garagens	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3

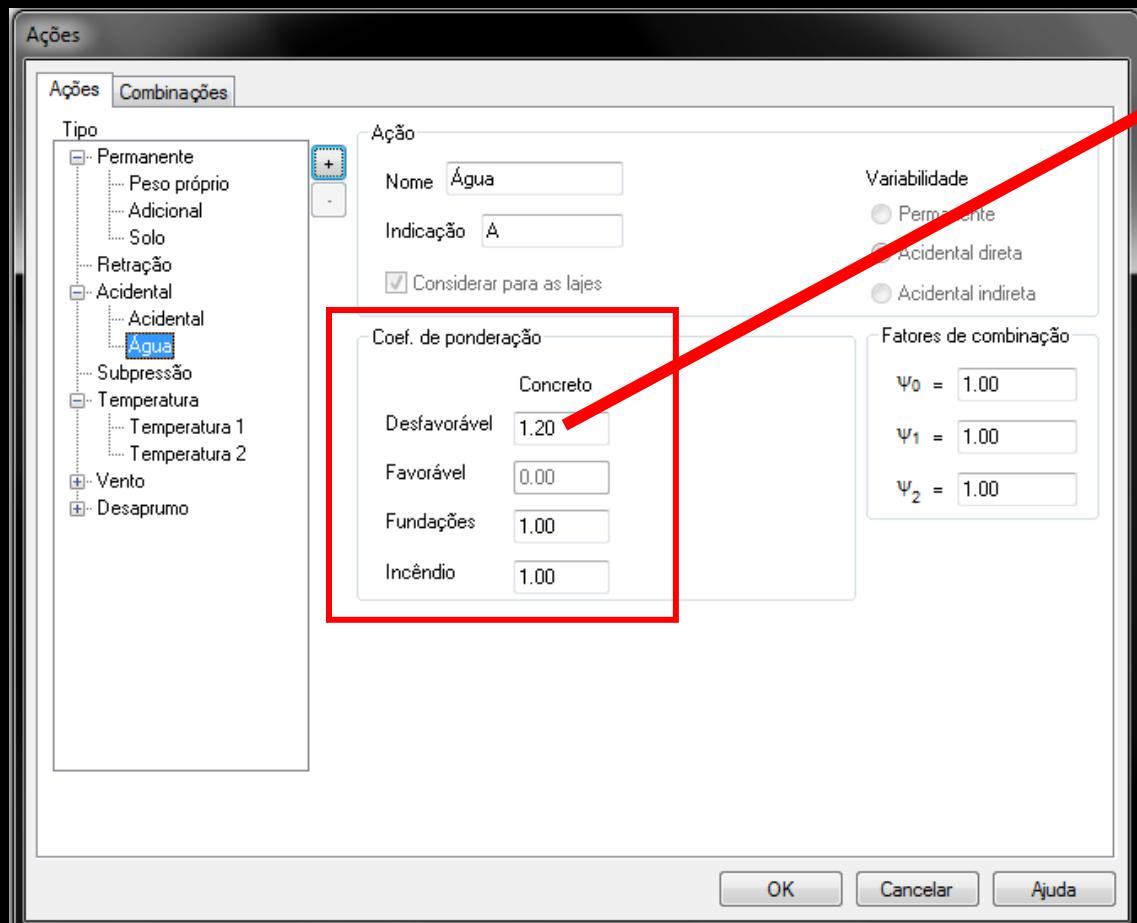
<sup>a</sup> Para os valores de  $\psi_1$  relativos às pontes e principalmente para os problemas de fadiga, ver Seção 23.

<sup>b</sup> Edifícios residenciais.

<sup>c</sup> Edifícios comerciais, de escritórios, estações e edifícios públicos.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)

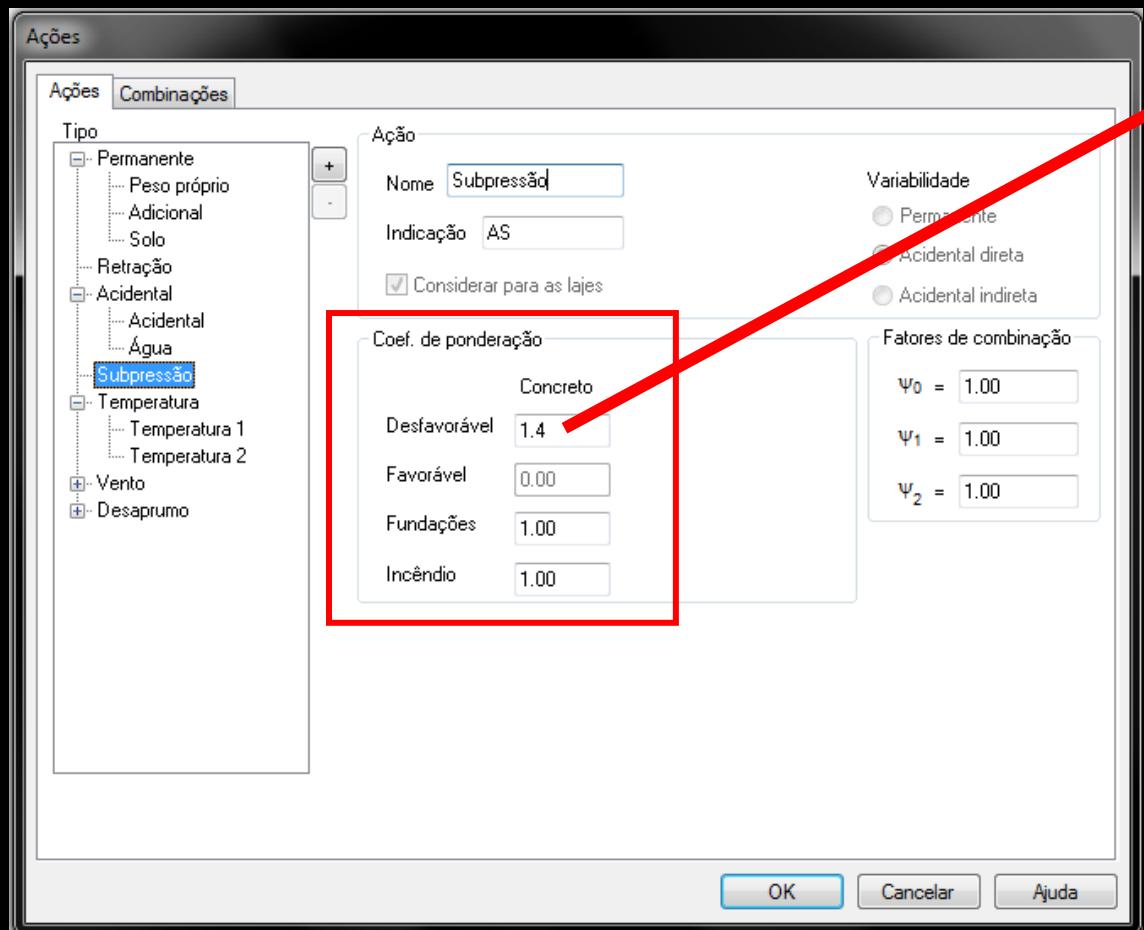


A água tem uma variação menor referente ao seu peso, logo, pode-se adotar 1,2.

Obs: Considerar a caixa d'água sempre no seu limite com o seu volume total.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

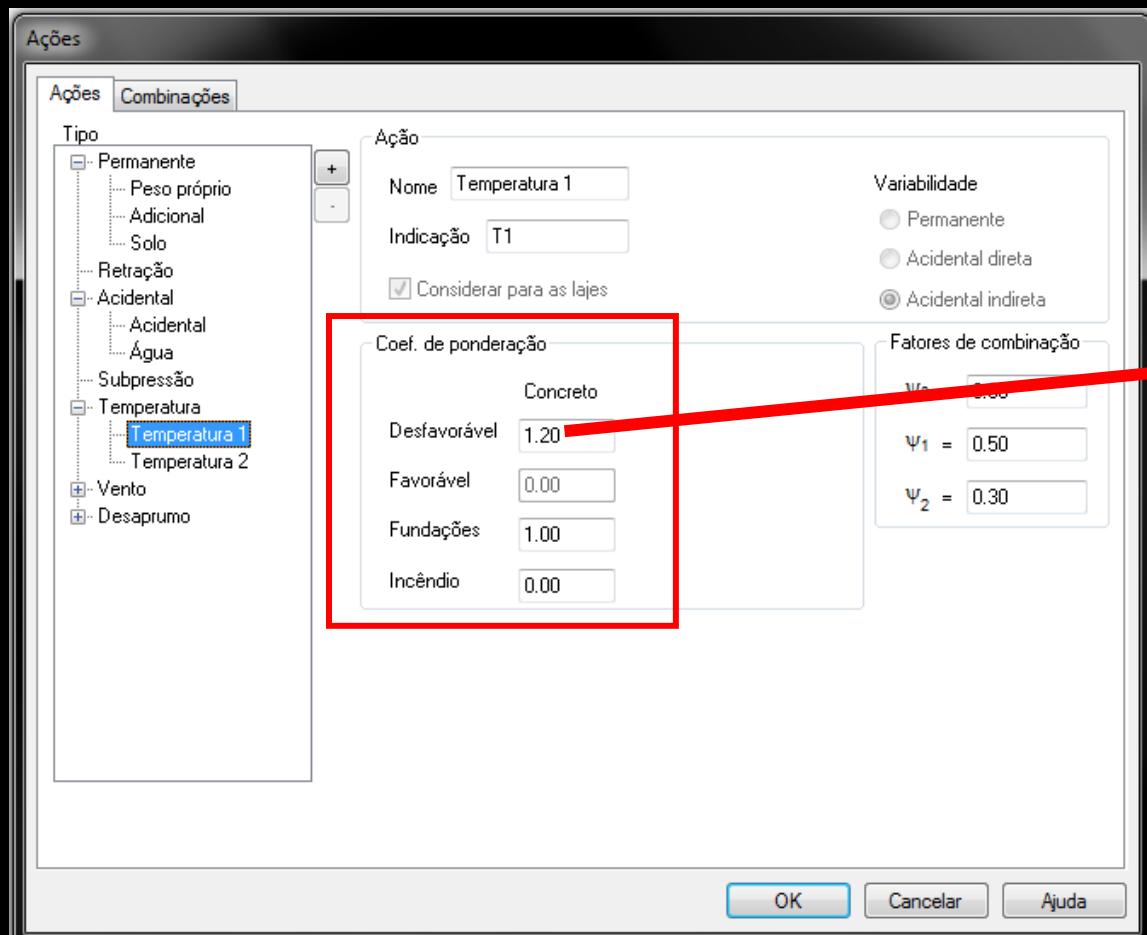
## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



O eberick trabalha na subpressão com 1,1 por padrão.  
Mas por segurança, adotar 1,4.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
Normais	1,4 <sup>a</sup>	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

onde  
D é desfavorável, F é favorável, G representa as cargas variáveis em geral e T é a temperatura.

<sup>a</sup> Para as cargas permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)

**Ações**

**Combinações**

**Tipo**

- Permanente
  - ... Peso próprio
  - ... Adicional
  - ... Solo
- Retração
- Acidental
  - Acidental
  - Água
  - Subpressão
- Temperatura
  - Temperatura 1
  - Temperatura 2
- Vento
- Desaprumo

**Ação**

Nome: Temperatura 1  
Indicação: T1  
 Considerar para as lajes

**Variabilidade**

Permanente  
 Acidental direta  
 Acidental indireta

**Coeff. de ponderação**

	Concreto
Desfavorável	1.20
Favorável	0.00
Fundações	1.00
Incêndio	0.00

**Fatores de combinação**

$\psi_0 = 0,60$
$\psi_1 = 0,50$
$\psi_2 = 0,30$

**Ações**

OK Cancelar Ajuda

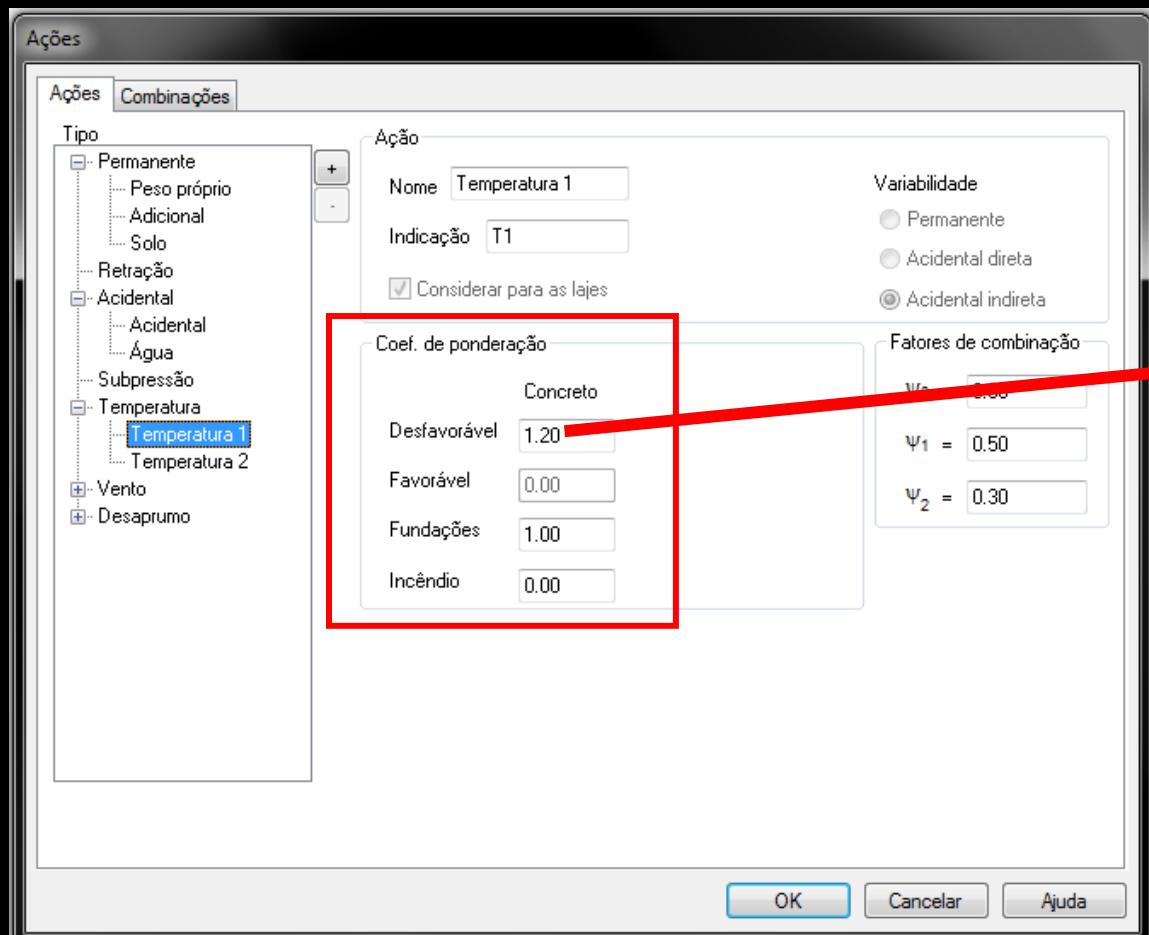
**Tabela 11.2 – Valores do coeficiente  $\gamma_f 2$**

Ações	Cargas accidentais de edifícios	$\gamma_f 2$		
		$\psi_0$	$\psi_1^a$	$\psi_2$
	Locais em que não há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas <sup>b</sup>	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevada concentração de pessoas <sup>c</sup>	0,7	0,6	0,4
	Biblioteca, arquivos, oficinas e garagens	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3

<sup>a</sup> Para os valores de  $\psi_1$  relativos às pontes e principalmente para os problemas de fadiga, ver Seção 23.  
<sup>b</sup> Edifícios residenciais.  
<sup>c</sup> Edifícios comerciais, de escritórios, estações e edifícios públicos.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
Normais	1,4 <sup>a</sup>	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

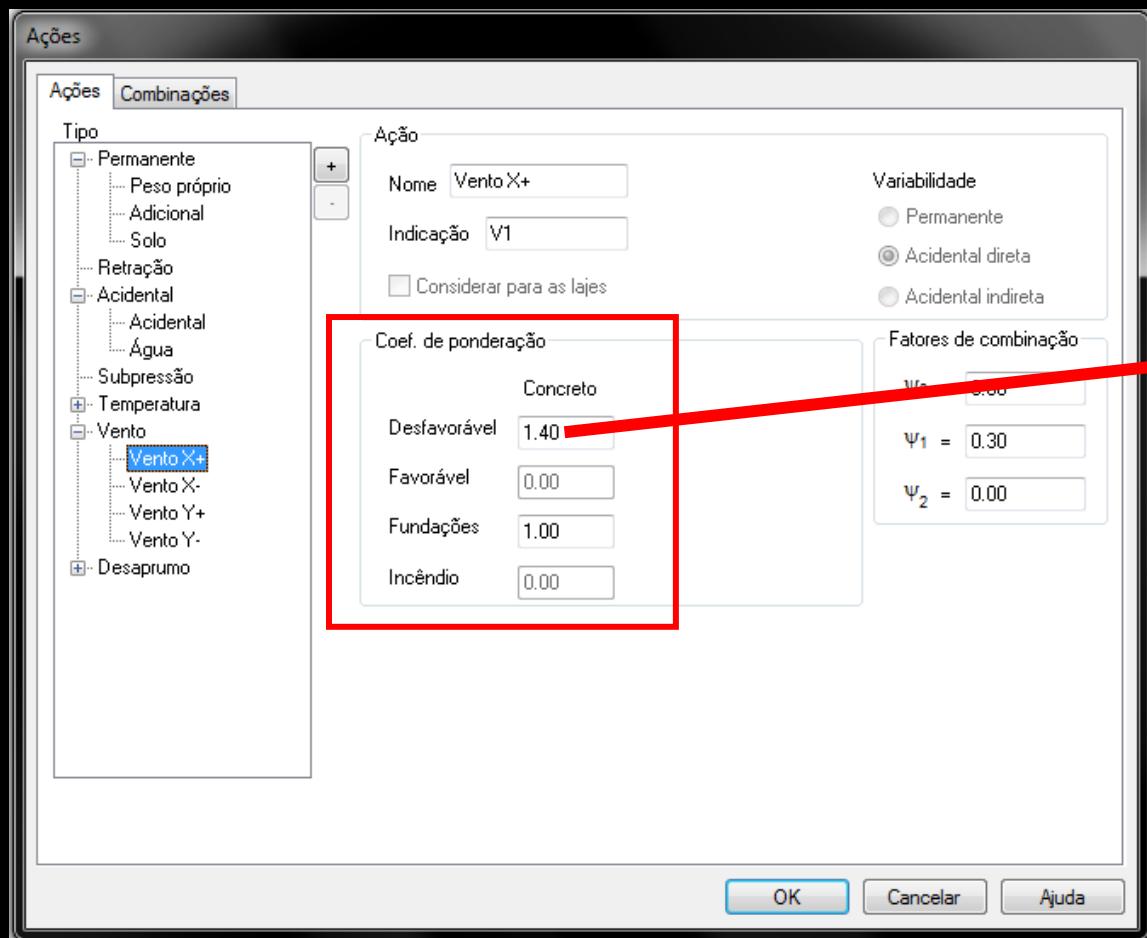
onde

D é desfavorável, F é favorável, G representa as cargas variáveis em geral e T é a temperatura.

<sup>a</sup> Para as cargas permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)

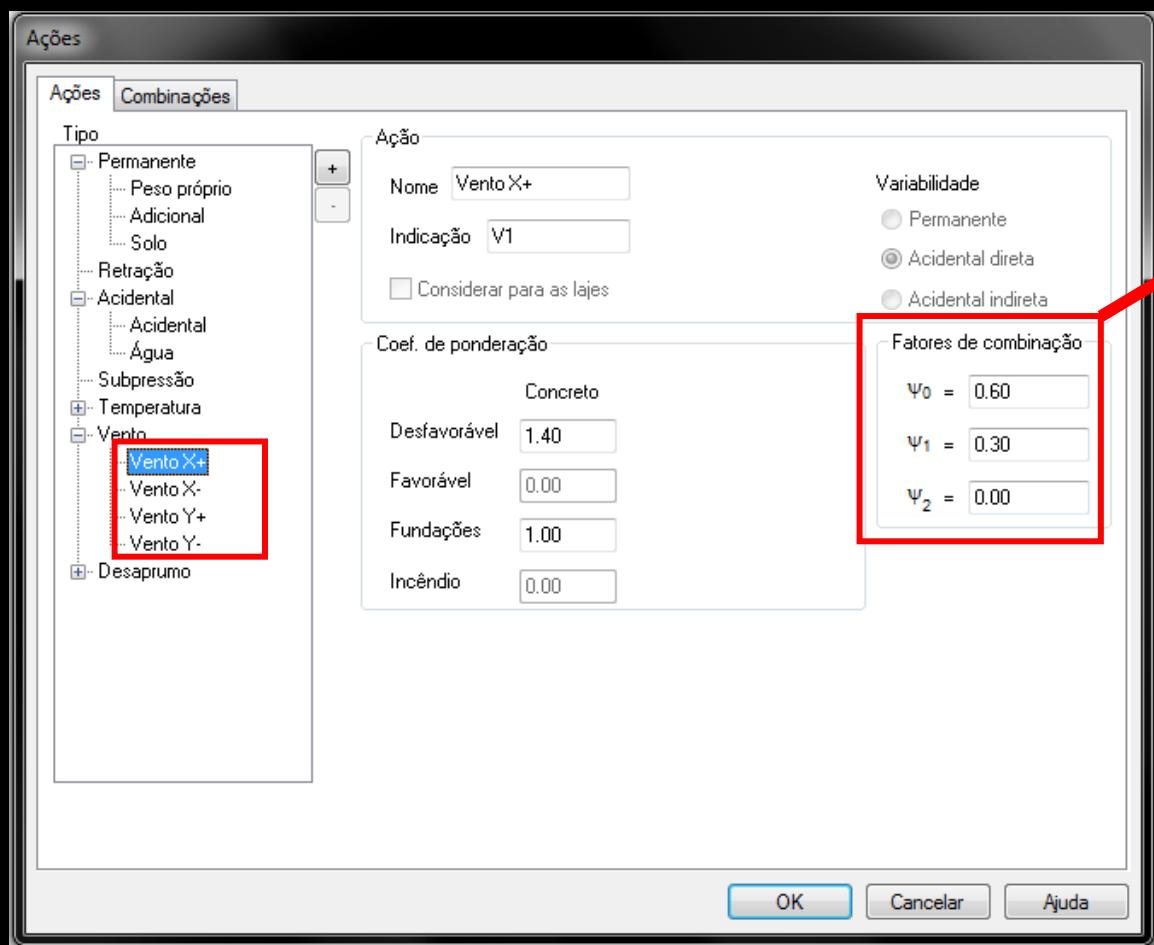


Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
Normais	1,4 <sup>a</sup>	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais ou de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

onde  
D é desfavorável, F é favorável, G representa as cargas variáveis em geral e T é a temperatura.  
<sup>a</sup> Para as cargas permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



Ações	Cargas accidentais de edifícios	Tabela 11.2 – Valores do coeficiente $\gamma_{f2}$		
		$\psi_0$	$\psi_1^a$	$\psi_2$
	Locais em que não há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, nem de elevadas concentrações de pessoas <sup>b</sup>	0,5	0,4	0,3
	Locais em que há predominância de pesos de equipamentos que permanecem fixos por longos períodos de tempo, ou de elevada concentração de pessoas <sup>c</sup>	0,7	0,6	0,4
	Biblioteca, arquivos, oficinas e garagens	0,8	0,7	0,6
Vento	Pressão dinâmica do vento nas estruturas em geral	0,6	0,3	0
Temperatura	Variações uniformes de temperatura em relação à média anual local	0,6	0,5	0,3

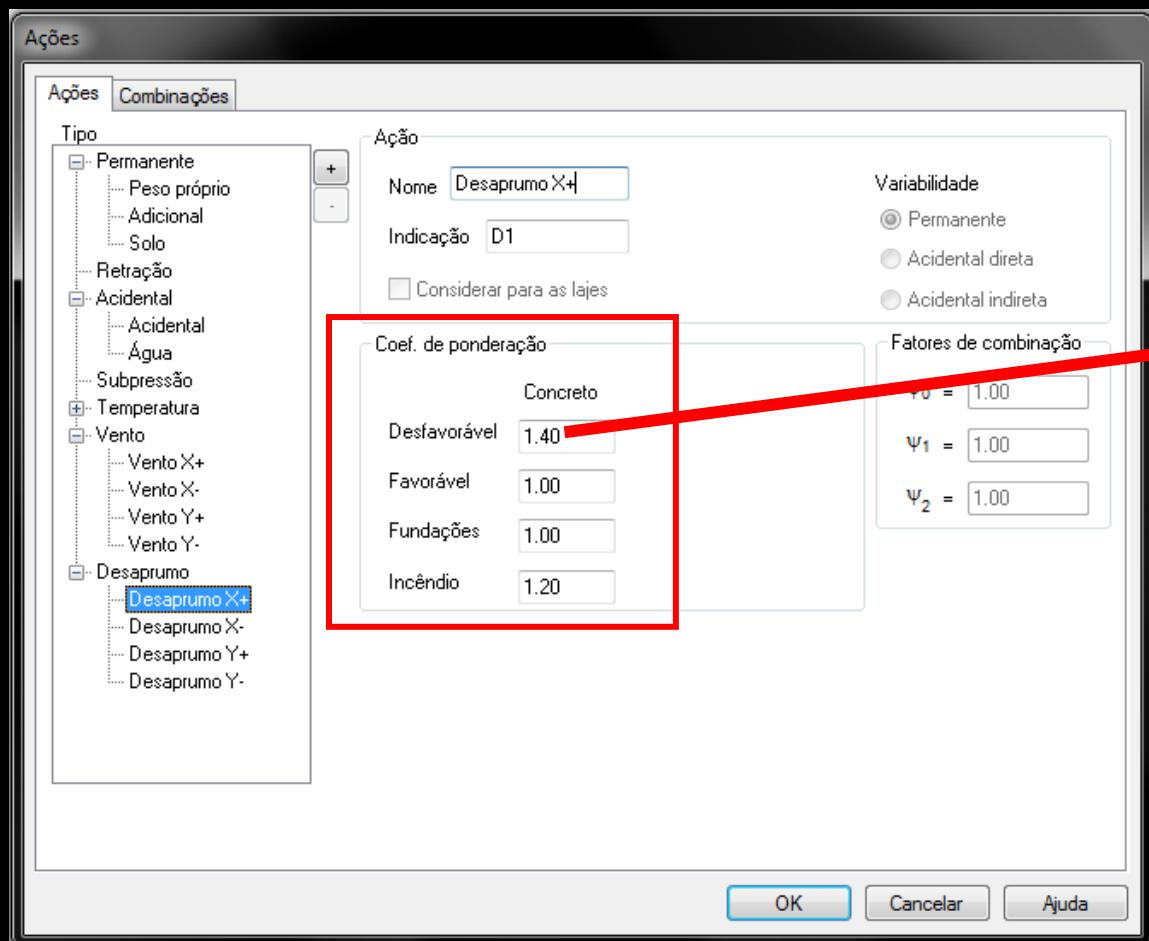
<sup>a</sup> Para os valores de  $\psi_1$  relativos às pontes e principalmente para os problemas de fadiga, ver Seção 23.

<sup>b</sup> Edifícios residenciais.

<sup>c</sup> Edifícios comerciais, de escritórios, estações e edifícios públicos.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## AÇÕES – COEFICIENTE DE PONDERAÇÃO: ver tabela 11.1 e tabela 11.2 (6118)



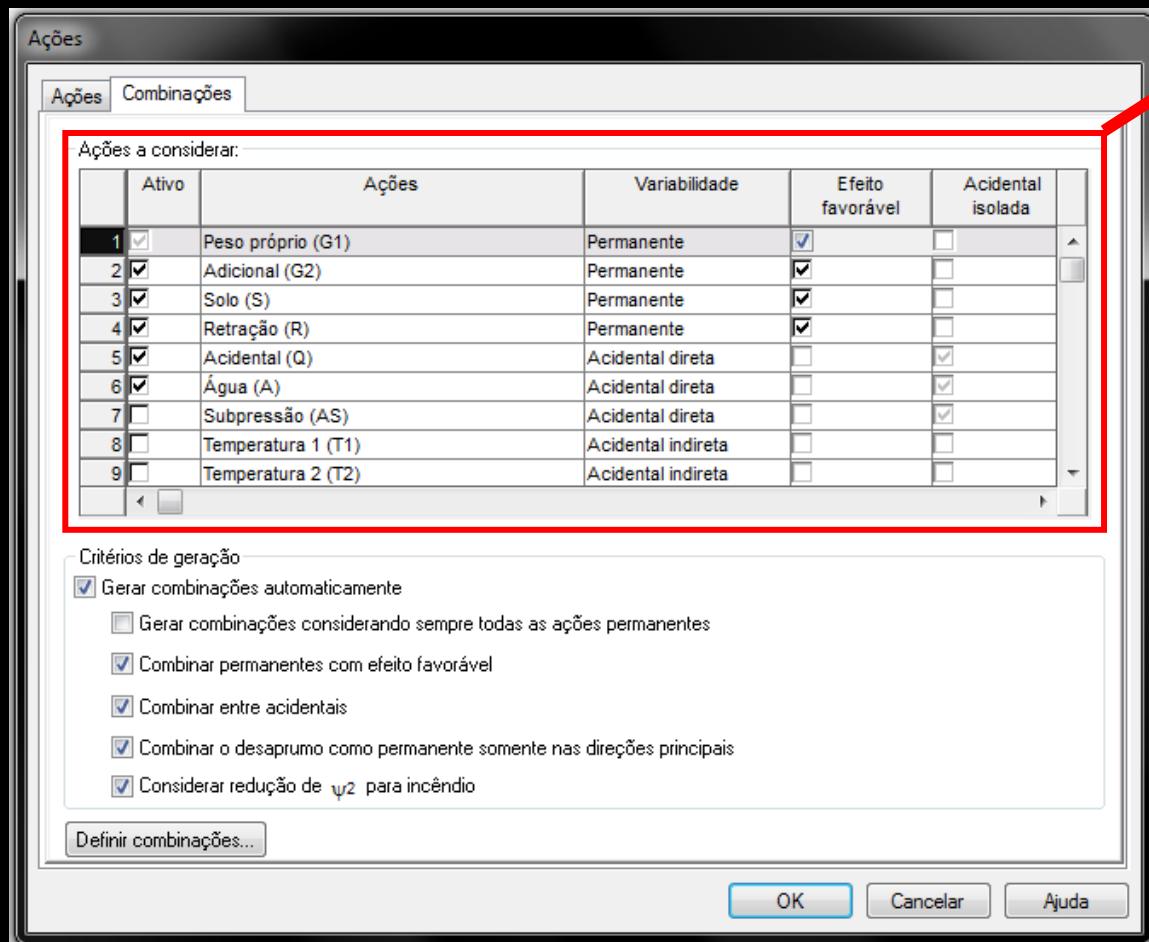
Combinações de ações	Ações							
	Permanentes (g)		Variáveis (q)		Protensão (p)		Recalques de apoio e retração	
	D	F	G	T	D	F	D	F
Normais	1,4 <sup>a</sup>	1,0	1,4	1,2	1,2	0,9	1,2	0
Especiais ou de construção	1,3	1,0	1,2	1,0	1,2	0,9	1,2	0
Excepcionais	1,2	1,0	1,0	0	1,2	0,9	0	0

onde  
D é desfavorável, F é favorável, G representa as cargas variáveis em geral e T é a temperatura.  
<sup>a</sup> Para as cargas permanentes de pequena variabilidade, como o peso próprio das estruturas, especialmente as pré-moldadas, esse coeficiente pode ser reduzido para 1,3.

Considerar desaprumo como carga permanente

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## COMBINAÇÕES –



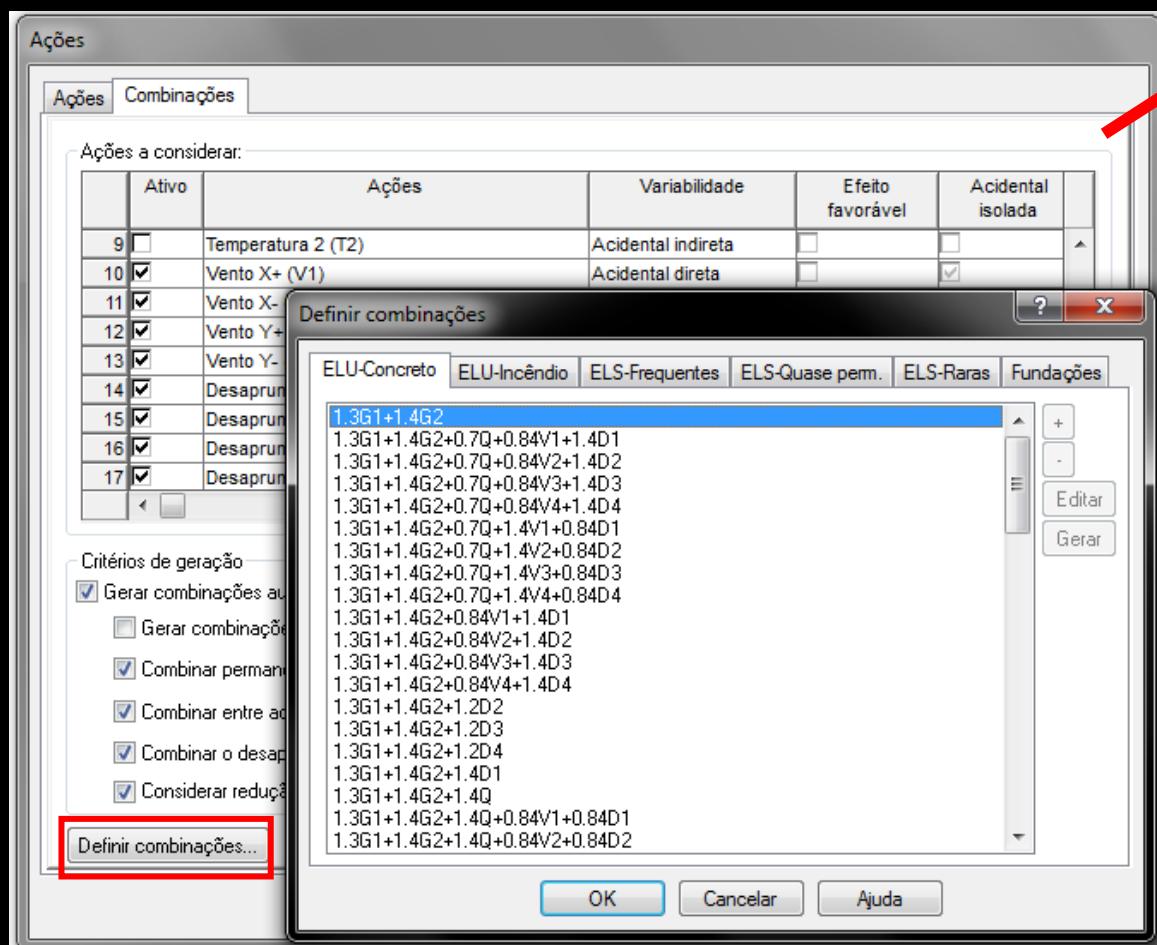
Nesta aba é possível definir todas as combinações referentes ao projeto a ser analisado;

É possível fazer modificações nas combinações e também criar novas combinações, dependendo o seu caso e o tipo de análise que o projetista que simular.

Considerar apenas o que está incluso nas combinações de cada projeto.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

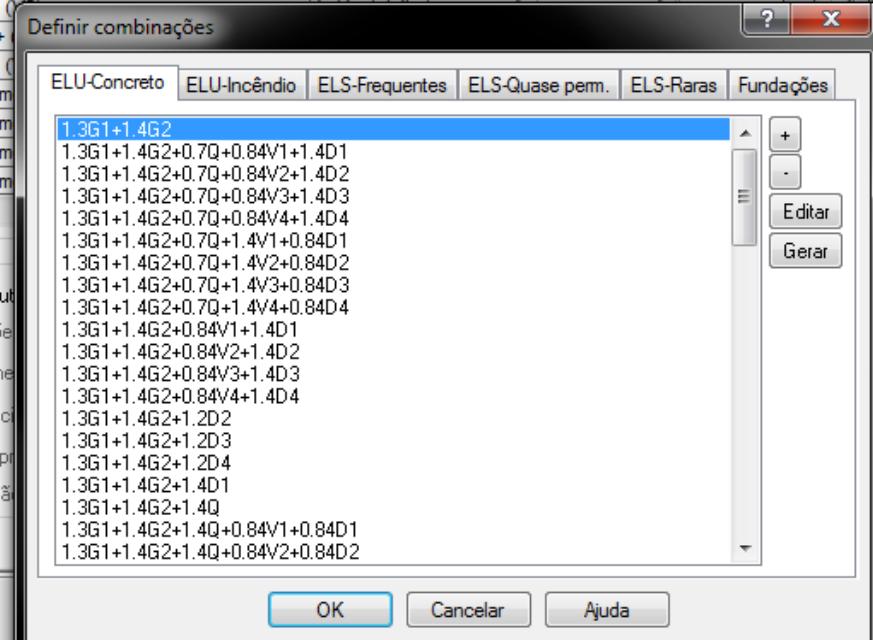
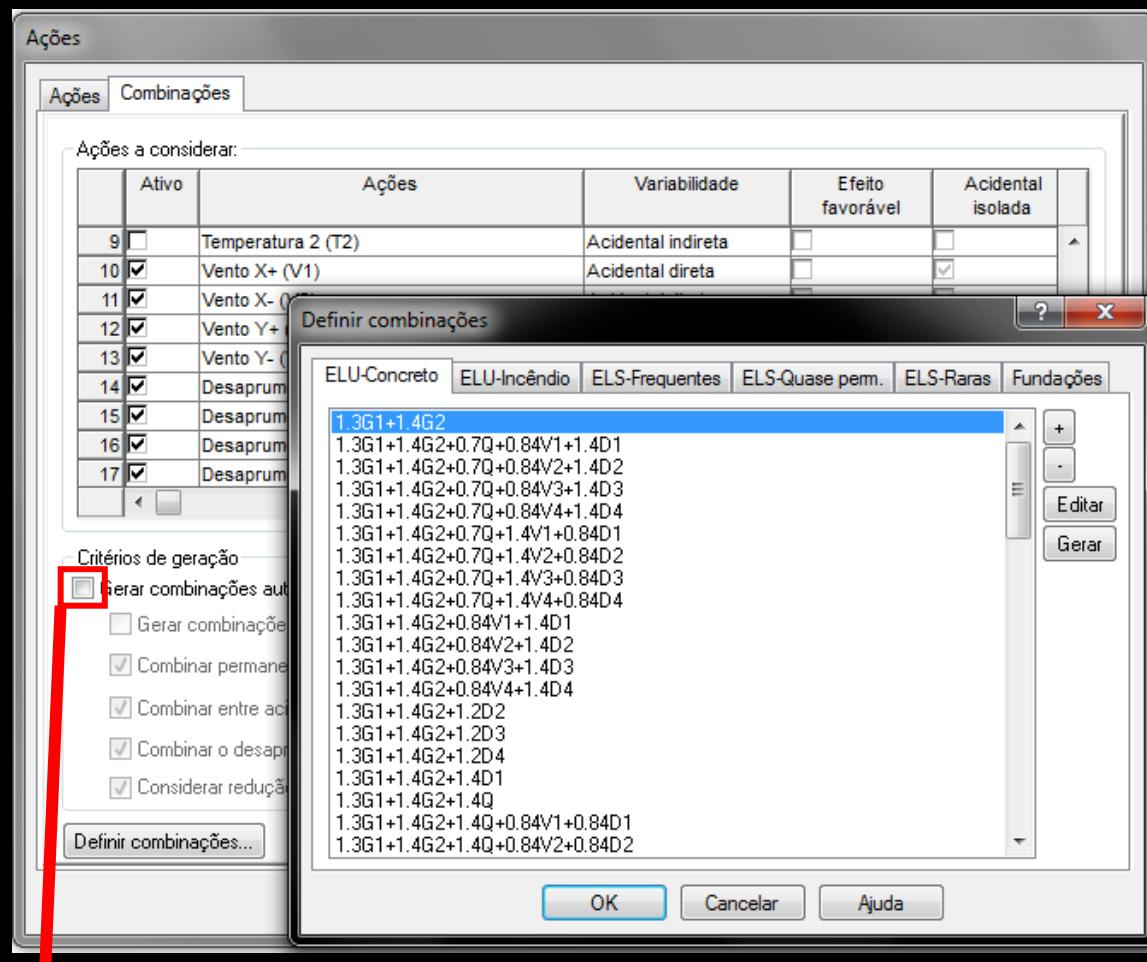
## COMBINAÇÕES –



Nesta aba é possível ver todas as combinações que estão sendo avaliadas tanto no Estado Limite Último (ELU), e também no Estado Limite de Serviço (ELS)

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## COMBINAÇÕES –



Para editar as combinações de forma manual é preciso “desabilitar” a opção:  
“Gerar combinações automaticamente”

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## COMBINAÇÕES –

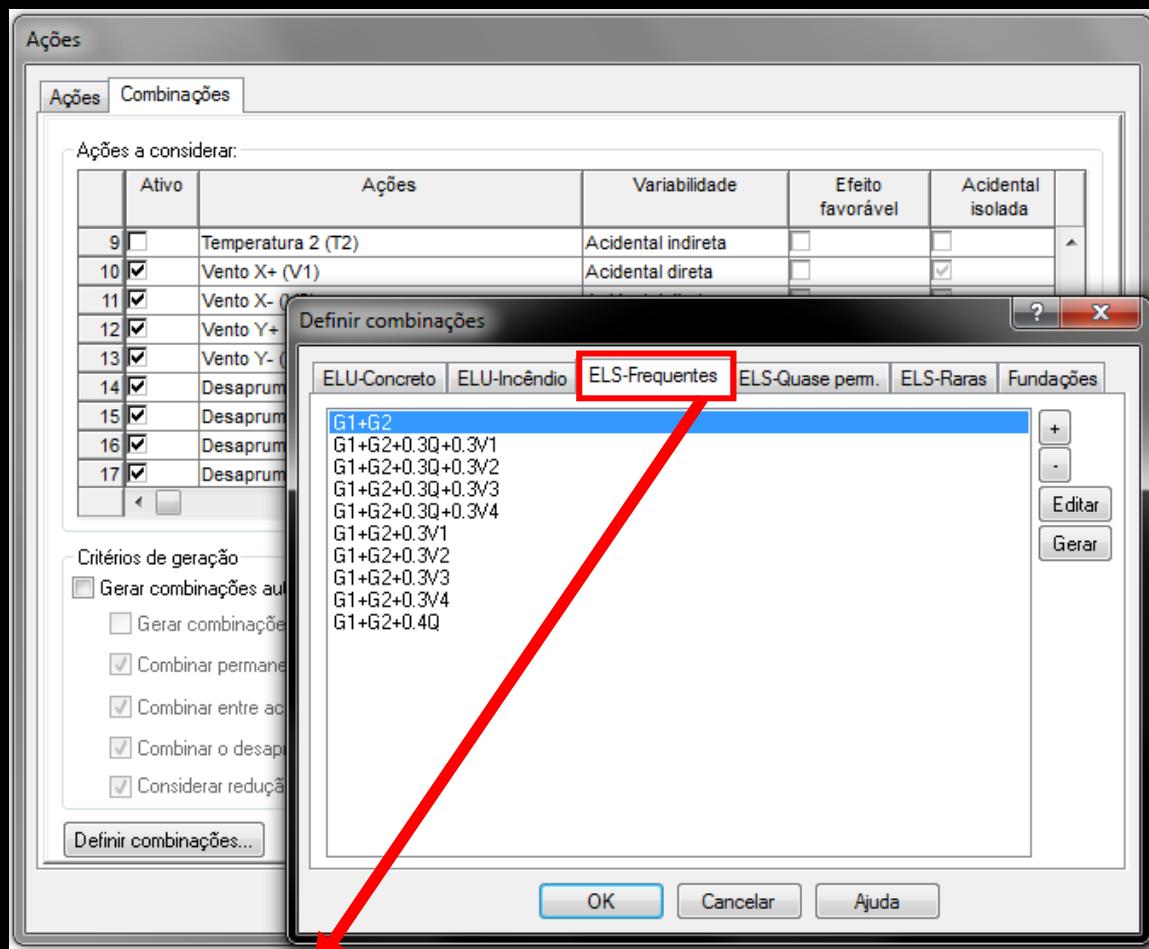


Figura 11.1 – Imperfeições geométricas globais

Para edifícios com predominância de lajes lisas ou cogumelo, considerar  $\theta_a = \theta_1$ .

Para pilares isolados em balanço, deve-se adotar  $\theta_1 = 1/200$ .

A consideração das ações de vento e desaprumo deve ser realizada de acordo com as seguintes possibilidades:

- Quando 30 % da ação do vento for maior que a ação do desaprumo, considera-se somente a ação do vento.
- Quando a ação do vento for inferior a 30 % da ação do desaprumo, considera-se somente o desaprumo respeitando a consideração de  $\theta_{1\min}$ , conforme definido acima.
- Nos demais casos, combina-se a ação do vento e desaprumo, sem necessidade da consideração do  $\theta_{1\min}$ . Nessa combinação, admite-se considerar ambas as ações atuando na mesma direção e sentido como equivalentes a uma ação do vento, portanto como carga variável, artificialmente amplificada para cobrir a superposição.

A comparação pode ser feita com os momentos totais na base da construção e em cada direção e sentido da aplicação da ação do vento, com desaprumo calculado com  $\theta_a$ , sem a consideração do  $\theta_{1\min}$ .

**NOTA** O desaprumo não precisa ser considerado para os Estados Limites de Serviço.

### 11.3.3.4.2 Imperfeições locais

No caso de elementos que ligam pilares contraventados a pilares de contraventamento, usualmente vigas e lajes, deve ser considerada a tração decorrente do desaprumo do pilar contraventado [ver Figura 11.2-a)].

Item 11.3.3.4.1 – as imperfeições globais não precisam ser consideradas nas verificações no ELS.

Não precisa considerar o DESAPRUMO quando estivermos avaliando FLECHAS, FISSURAÇÃO...

Combinações frequentes (abertura de fissuras)

Quase permanentes (flechas)

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## COMBINAÇÕES –

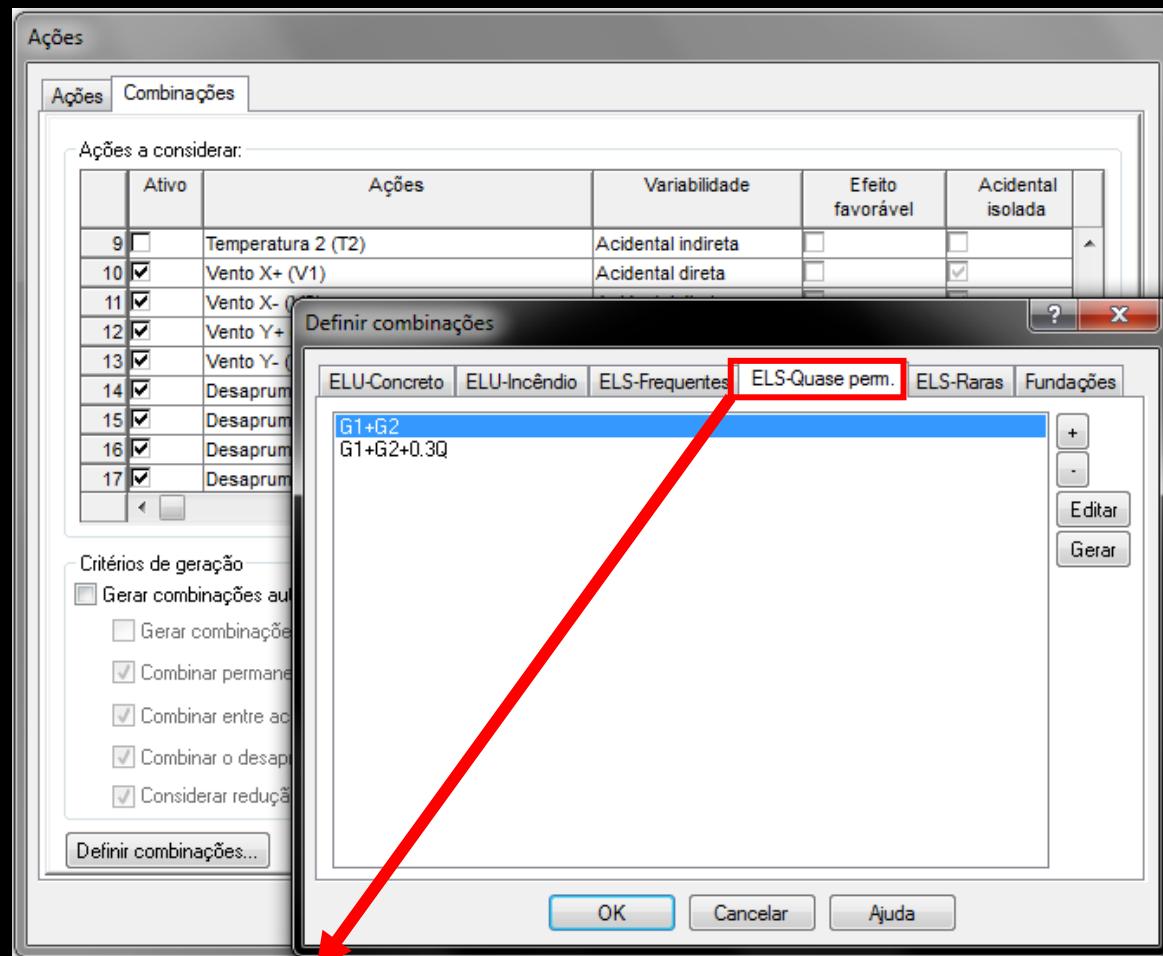


Figura 11.1 – Imperfeições geométricas globais

Para edifícios com predominância de lajes lisas ou cogumelo, considerar  $\theta_a = \theta_1$ .

Para pilares isolados em balanço, deve-se adotar  $\theta_1 = 1/200$ .

A consideração das ações de vento e desaprumo deve ser realizada de acordo com as seguintes possibilidades:

- Quando 30 % da ação do vento for maior que a ação do desaprumo, considera-se somente a ação do vento.
- Quando a ação do vento for inferior a 30 % da ação do desaprumo, considera-se somente o desaprumo respeitando a consideração de  $\theta_{1\min}$ , conforme definido acima.
- Nos demais casos, combina-se a ação do vento e desaprumo, sem necessidade da consideração do  $\theta_{1\min}$ . Nessa combinação, admite-se considerar ambas as ações atuando na mesma direção e sentido como equivalentes a uma ação do vento, portanto como carga variável, artificialmente amplificada para cobrir a superposição.

A comparação pode ser feita com os momentos totais na base da construção e em cada direção e sentido da aplicação da ação do vento, com desaprumo calculado com  $\theta_a$ , sem a consideração do  $\theta_{1\min}$ .

**NOTA** O desaprumo não precisa ser considerado para os Estados Limites de Serviço.

### 11.3.3.4.2 Imperfeições locais

No caso de elementos que ligam pilares contraventados a pilares de contraventamento, usualmente vigas e lajes, deve ser considerada a tração decorrente do desaprumo do pilar contraventado [ver Figura 11.2-a)].

Item 11.3.3.4.1 – as imperfeições globais não precisam ser consideradas nas verificações no ELS.

Não precisa considerar o DESAPRUMO quando estivermos avaliando FLECHAS, FISSURAÇÃO...

Combinações frequentes (abertura de fissuras)

Quase permanentes (flechas)

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## COMBINAÇÕES –

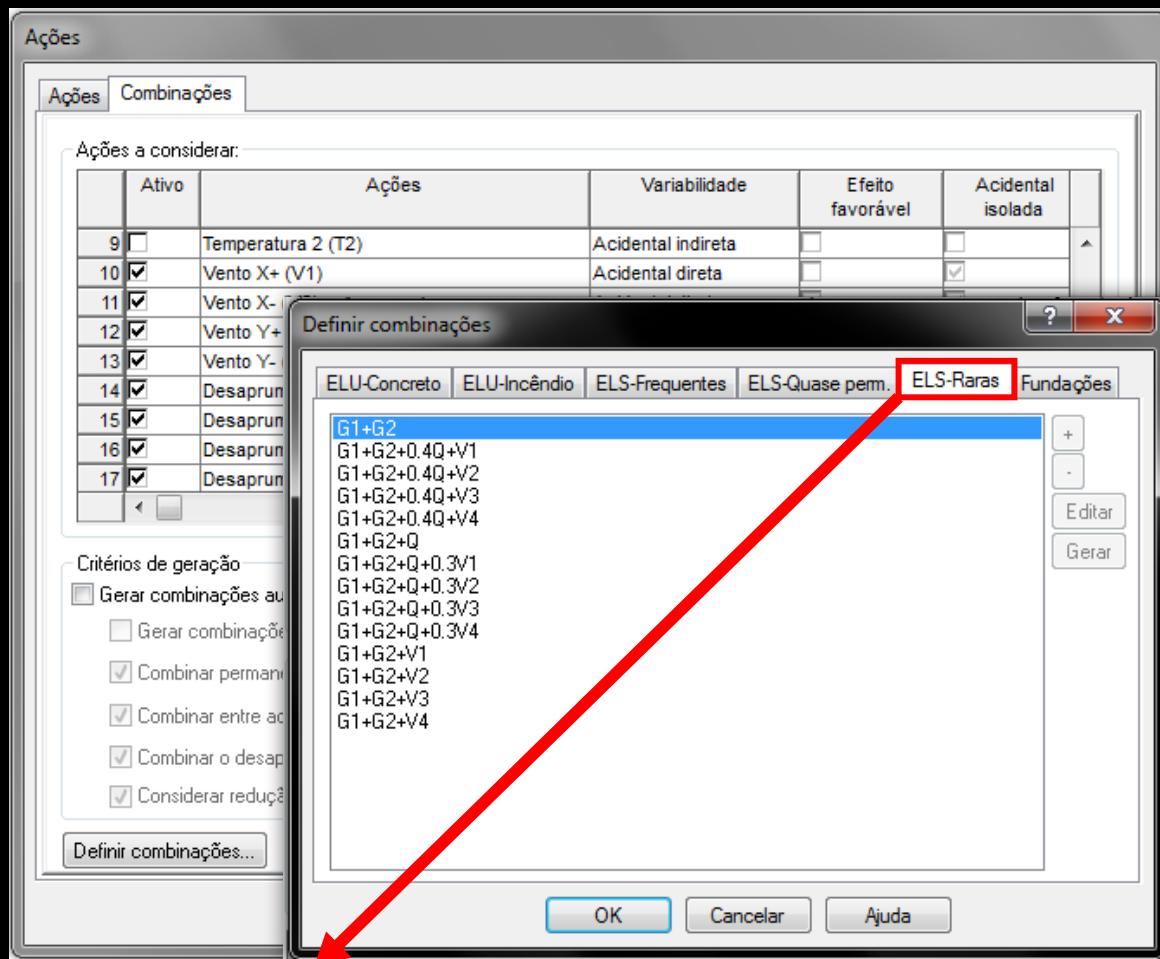


Figura 11.1 – Imperfeições geométricas globais

Para edifícios com predominância de lajes lisas ou cogumelo, considerar  $\theta_a = \theta_1$ .

Para pilares isolados em balanço, deve-se adotar  $\theta_1 = 1/200$ .

A consideração das ações de vento e desaprumo deve ser realizada de acordo com as seguintes possibilidades:

- Quando 30 % da ação do vento for maior que a ação do desaprumo, considera-se somente a ação do vento.
- Quando a ação do vento for inferior a 30 % da ação do desaprumo, considera-se somente o desaprumo respeitando a consideração de  $\theta_{1\min}$ , conforme definido acima.
- Nos demais casos, combina-se a ação do vento e desaprumo, sem necessidade da consideração do  $\theta_{1\min}$ . Nessa combinação, admite-se considerar ambas as ações atuando na mesma direção e sentido como equivalentes a uma ação do vento, portanto como carga variável, artificialmente amplificada para cobrir a superposição.

A comparação pode ser feita com os momentos totais na base da construção e em cada direção e sentido da aplicação da ação do vento, com desaprumo calculado com  $\theta_a$ , sem a consideração do  $\theta_{1\min}$ .

**NOTA** O desaprumo não precisa ser considerado para os Estados Limites de Serviço.

### 11.3.3.4.2 Imperfeições locais

No caso de elementos que ligam pilares contraventados a pilares de contraventamento, usualmente vigas e lajes, deve ser considerada a tração decorrente do desaprumo do pilar contraventado [ver Figura 11.2-a)].

Item 11.3.3.4.1 – as imperfeições globais não precisam ser consideradas nas verificações no ELS.

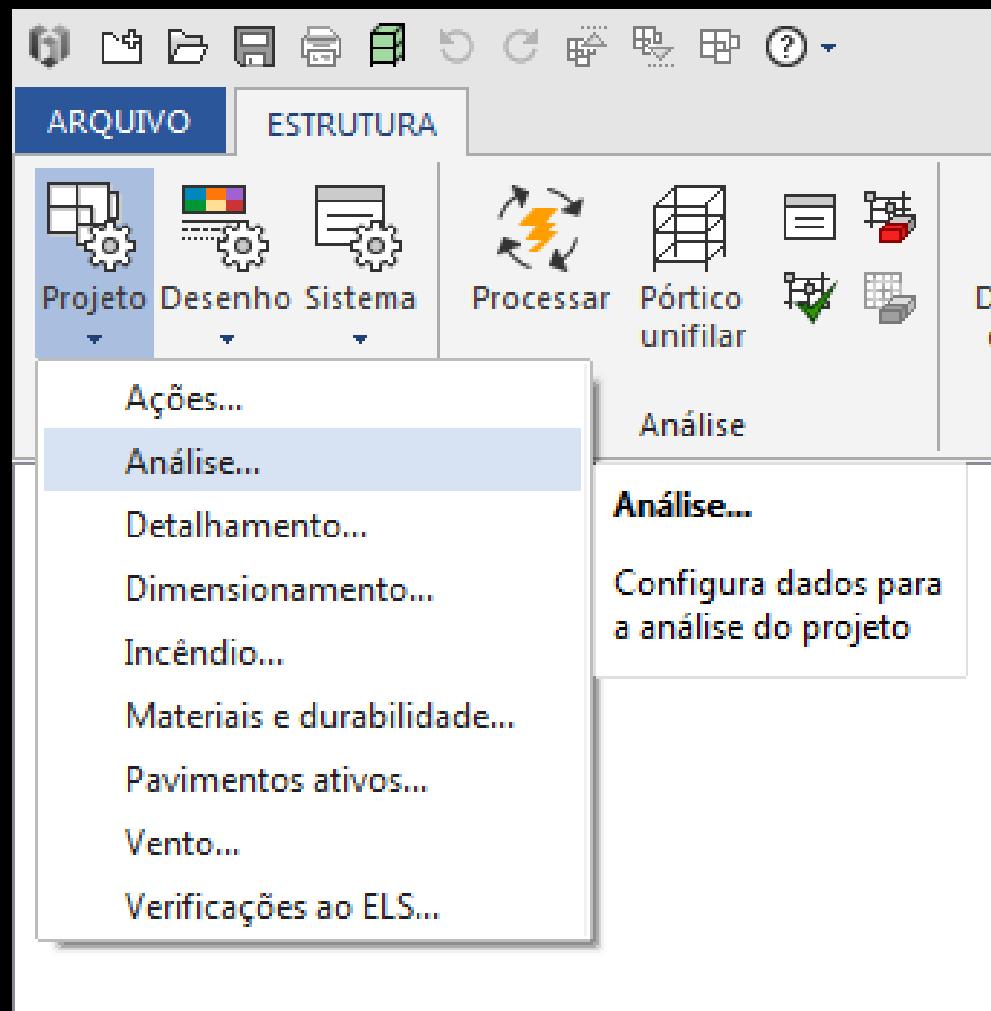
Não precisa considerar o DESAPRUMO quando estivermos avaliando FLECHAS, FISSURAÇÃO...

Combinações frequentes (abertura de fissuras)

Quase permanentes (flechas)

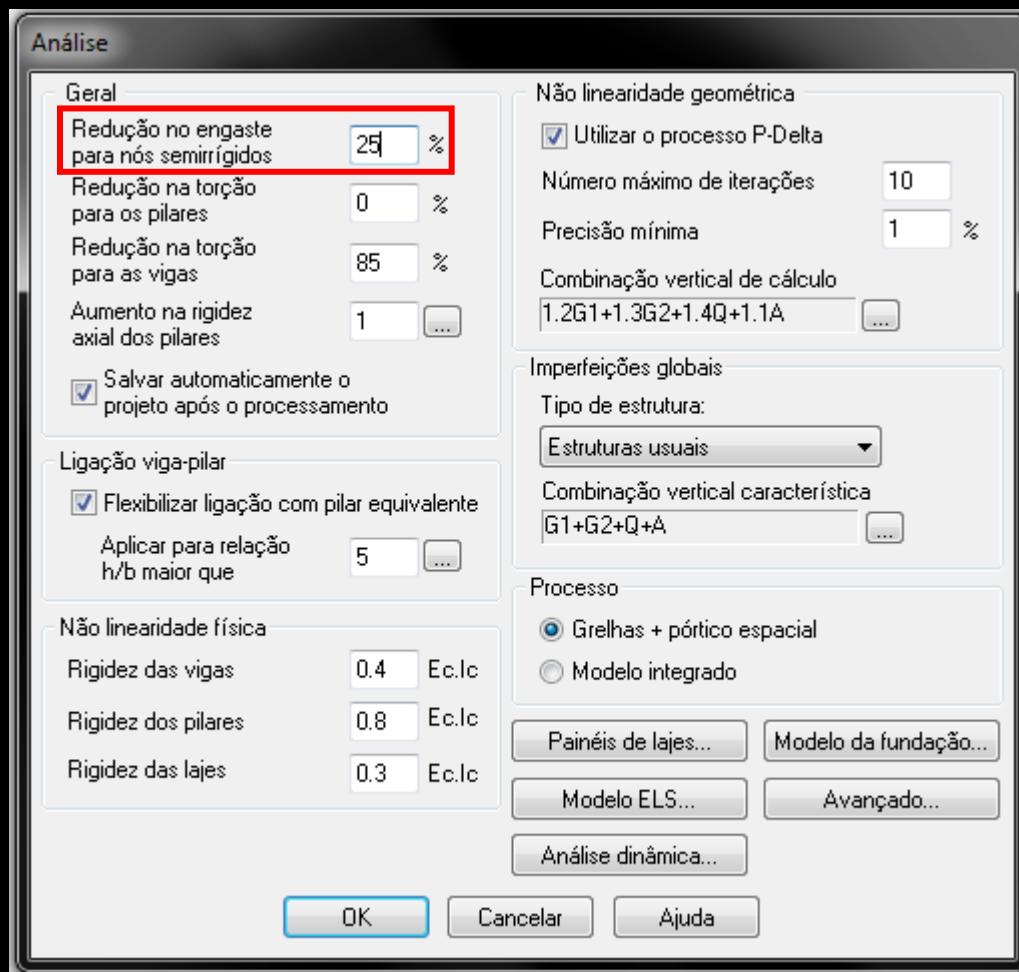
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE –



Onde acessar: configuração ANÁLISE

## ANÁLISE – REDUÇÃO NO ENGASTE PARA NÓS SEMIRRIGIDOS



### Redução no engaste para nós semirrígidos

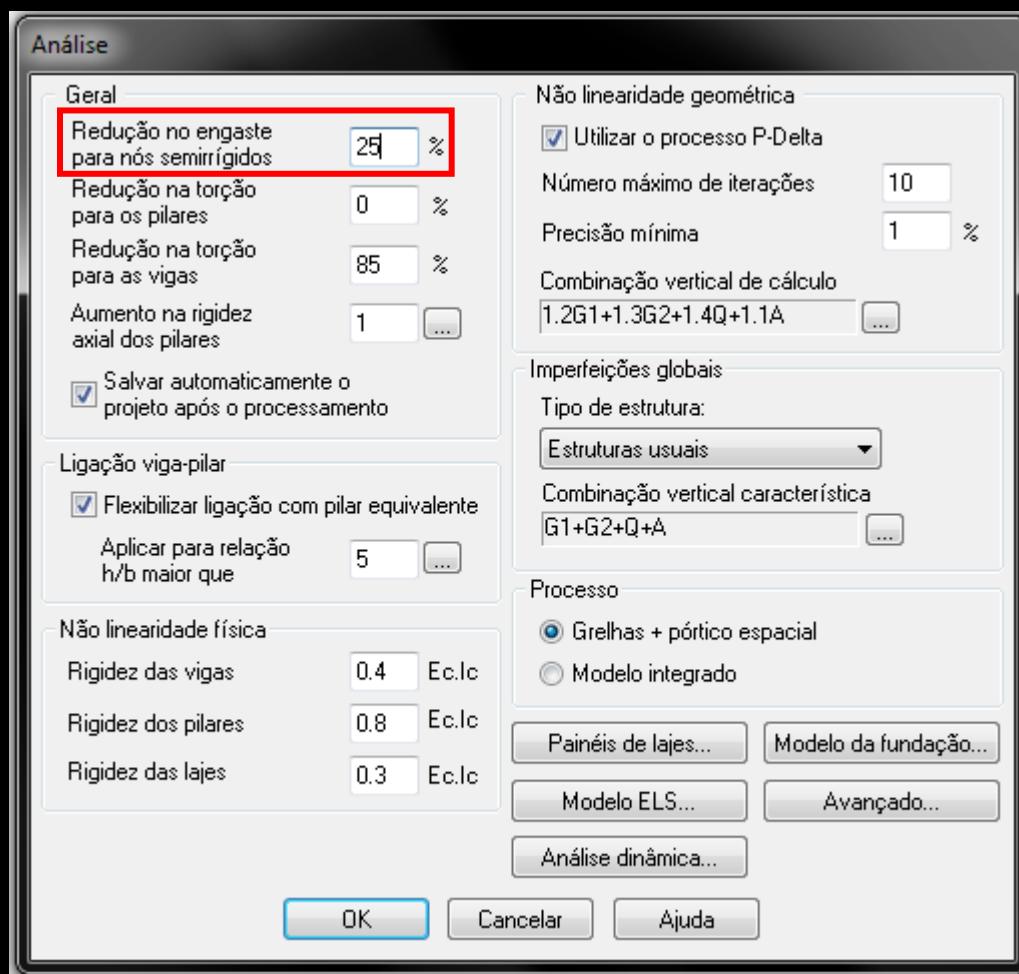
Por meio deste item é configurada a porcentagem da redução da rigidez para a flexibilização de uma ligação semirrígida, comparada à vinculação engastada. De maneira básica, esta configuração influencia em quanto o momento negativo na vinculação viga-pilar irá diminuir quando aplicado um nó semirrígido. Quanto maior a porcentagem de redução no engaste, maior será a redução no momento negativo. Vale lembrar que a redução no valor do esforço de momento não será exatamente igual ao valor da redução na rigidez do nó, mas será influenciada por esta durante o processo do pórtico espacial.

Conforme descrito no item **14.7.3.2 Redistribuição de momentos e condições de dutilidade** da NBR 6118:2014, os valores limites para a redução no engaste são:

25% em estruturas de nós fixos;

10% em estruturas de nós móveis.

## ANÁLISE – REDUÇÃO NO ENGASTE PARA NÓS SEMIRRIGIDOS



**P posso aplicar uma redistribuição maior que 25% ?**

Condições:

- Se a estrutura for considerada como nós fixos; (NBR 6118:2014, item 15.5.1: apresenta dois processos aproximados para indicar se a estrutura pode ser classificada como de nós fixos. Deles, o Eberick usa o coeficiente Gama-Z, apresentado na guia "Resultados" das mensagens de processamento. Se o valor for superior a 1.1, é recomendável, portanto, alterar este item para um valor máximo de 10%.

- Atender item 14.7.4 (6118) Análise plástica;

## ANÁLISE – REDUÇÃO NO ENGASTE PARA NÓS SEMIRRIGIDOS

### 14.7.4 Análise plástica

Para a consideração do estado-limite último, a análise de esforços pode ser realizada através da teoria das charneiras plásticas.

Para garantia de condições apropriadas de dutilidade, dispensando a verificação explícita da capacidade de rotação plástica, prescrita em 14.6.4.4, deve-se ter a posição da linha neutra limitada em:

$$x/d \leq 0,25, \text{ se } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa} \quad \text{Equação 02(04)}$$

$$x/d \leq 0,15, \text{ se } f_{ck} > 50 \text{ MPa} \quad x_{\lim} = d * 0,45 \quad \text{Equação 01(03)}$$

**Penso aplicar uma redistribuição maior que 25% ?**

Condições:

- Se a estrutura for considerada como nós fixos;
- Atender item 14.7.4 (6118) Análise plástica;

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – REDUÇÃO NO ENGASTE PARA NÓS SEMIRRIGIDOS

Dimensionamento da armadura negativa				
Nó	Flexão	Verificação axial (compressão)	Verificação axial (tração)	Final
1	$M_d = 1423 \text{ kgf.m}$ $A_s = 0.91 \text{ cm}^2$ $A'_s = 0.00 \text{ cm}^2$ $y_{LN} = 1.30 \text{ cm}$	$F_d = 0.15 \text{ tf}$ síuação: GE $M_{eq} = 24 \text{ kgf.m}$ $A_s = 0.00 \text{ cm}^2$ $A'_s = 0.00 \text{ cm}^2$ $y_{LN} = 0.02 \text{ cm}$	$d (02)$	$As = 1.20 \text{ cm}^2$ $(3\phi 8.0 - 1.51 \text{ cm}^2)$ $d = 36.60 \text{ cm}$ % armad. = 0.19 $M = 0 \text{ kgf.m}$ $f_{iss} = 0.00 \text{ mm}$
2	$M_d = 1423 \text{ kgf.m}$ $A_s = 0.91 \text{ cm}^2$ $A'_s = 0.00 \text{ cm}^2$ $y_{LN} = 1.30 \text{ cm}$	$F_d = 0.15 \text{ tf}$ síuação: GE $M_{eq} = 24 \text{ kgf.m}$ $A_s = 0.00 \text{ cm}^2$ $A'_s = 0.00 \text{ cm}^2$ $y_{LN} = 0.02 \text{ cm}$		$As = 1.20 \text{ cm}^2$ $(3\phi 8.0 - 1.51 \text{ cm}^2)$ $d = 36.60 \text{ cm}$ % armad. = 0.19 $M = 0 \text{ kgf.m}$ $f_{iss} = 0.00 \text{ mm}$

**Posso aplicar uma redistribuição maior que 25% ?**

Condições:

- Se a estrutura for considerada como nós fixos;
- Atender item 14.7.4 (6118) Análise plástica;

$$x_{LN} = \frac{y_{LN}}{0.8} = \frac{1.30 \text{ cm}}{0.8} = 1.625 \text{ cm}$$

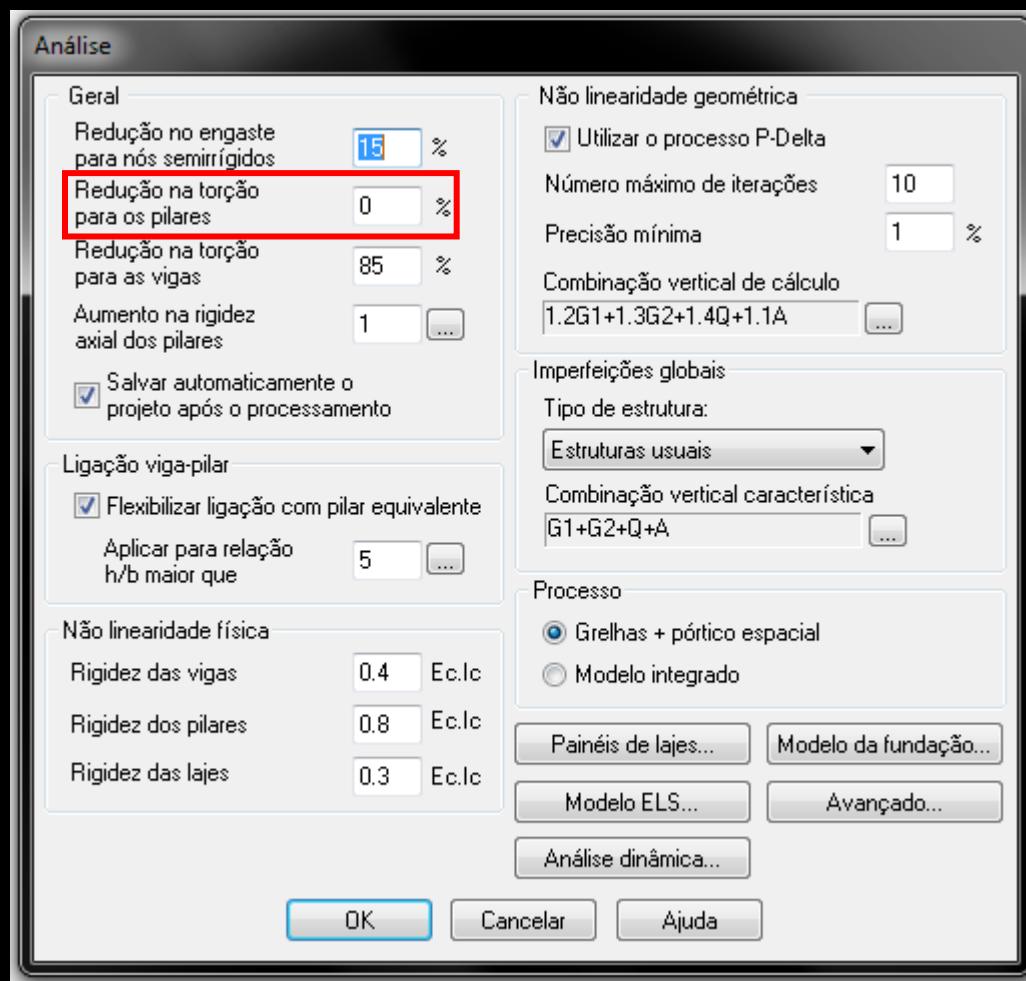
$$\frac{x_{LN}}{d} = \frac{1.625 \text{ cm}}{36.60 \text{ cm}} = 0.044$$

PLANILHA DE VERIFICAÇÕES DE PROJETOS	
NÓS SEMI-RÍGIDOS PARA NÓS-FIXOS	
DADOS DO DIMENSIONAMENTO DA VIGA	
$y_{LN} (01)$	1,3
$d (02)$	36,6
$x$	1,625
$x/d$	0,044
$x_{lim}$	16,47
Equação 01 (03)	PASSOU
Equação 02 (04)	PASSOU

## PLANILHA DISPONÍVEL NO MÓDULO DE DOWNLOAD

OBS: assistir aula (Quando posso aplicar redistribuição maior que 25% para nós semi-rígidos?)

## ANÁLISE – REDUÇÃO NA TORÇÃO PARA PILARES



## CONSIDERAÇÕES:

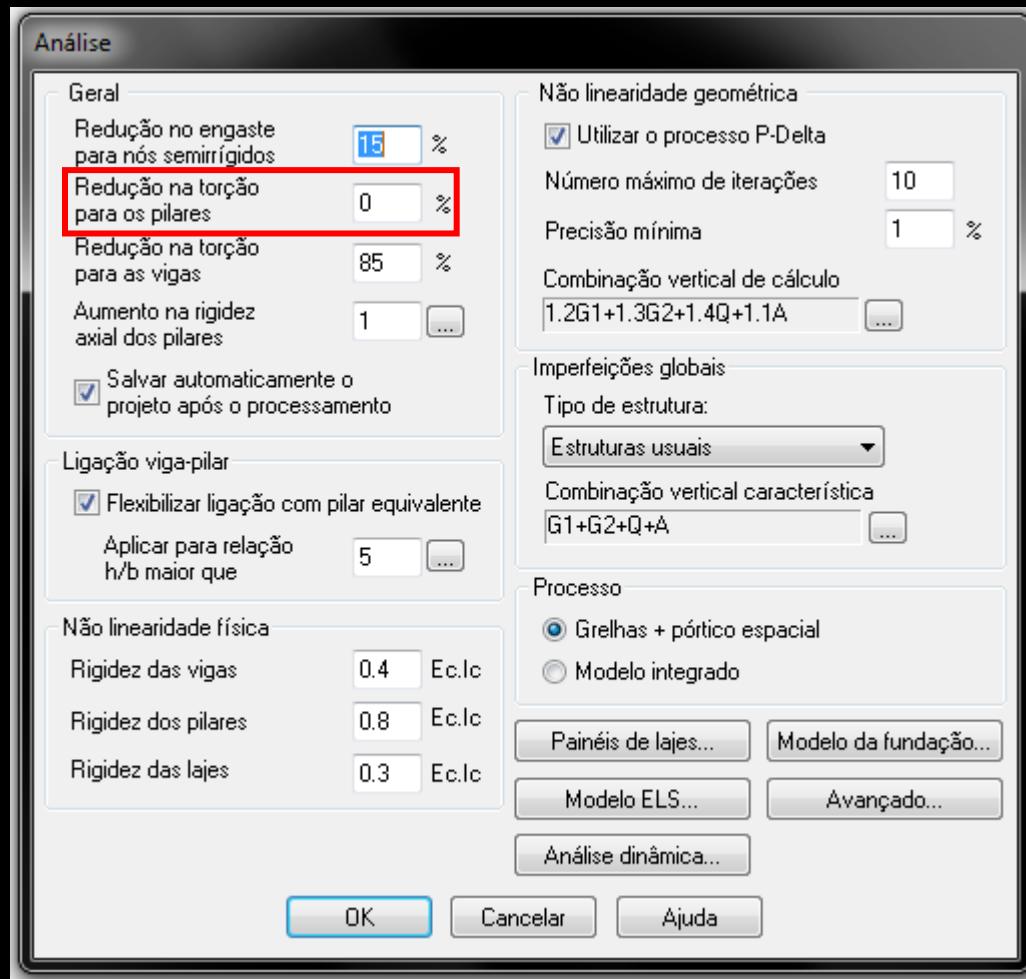
Manter 0%. Atender item 14.6.4.2

### 14.6.4.2 Restrições para a redistribuição

As redistribuições de momentos fletores e de torção em pilares, elementos lineares com preponderância de compressão e consolos só podem ser adotadas quando forem decorrentes de redistribuições de momentos de vigas que a eles se liguem.

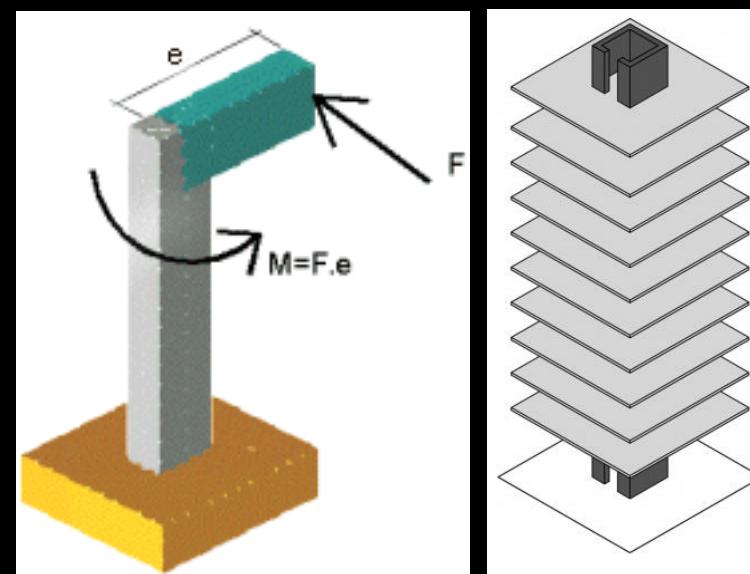
Só aumentar a redução na torção dos pilares quando for uma redistribuição de esforços provenientes das vigas, caso contrário o pilar deve ser dimensionado com os esforços de torção.

## ANÁLISE – REDUÇÃO NA TORÇÃO PARA PILARES

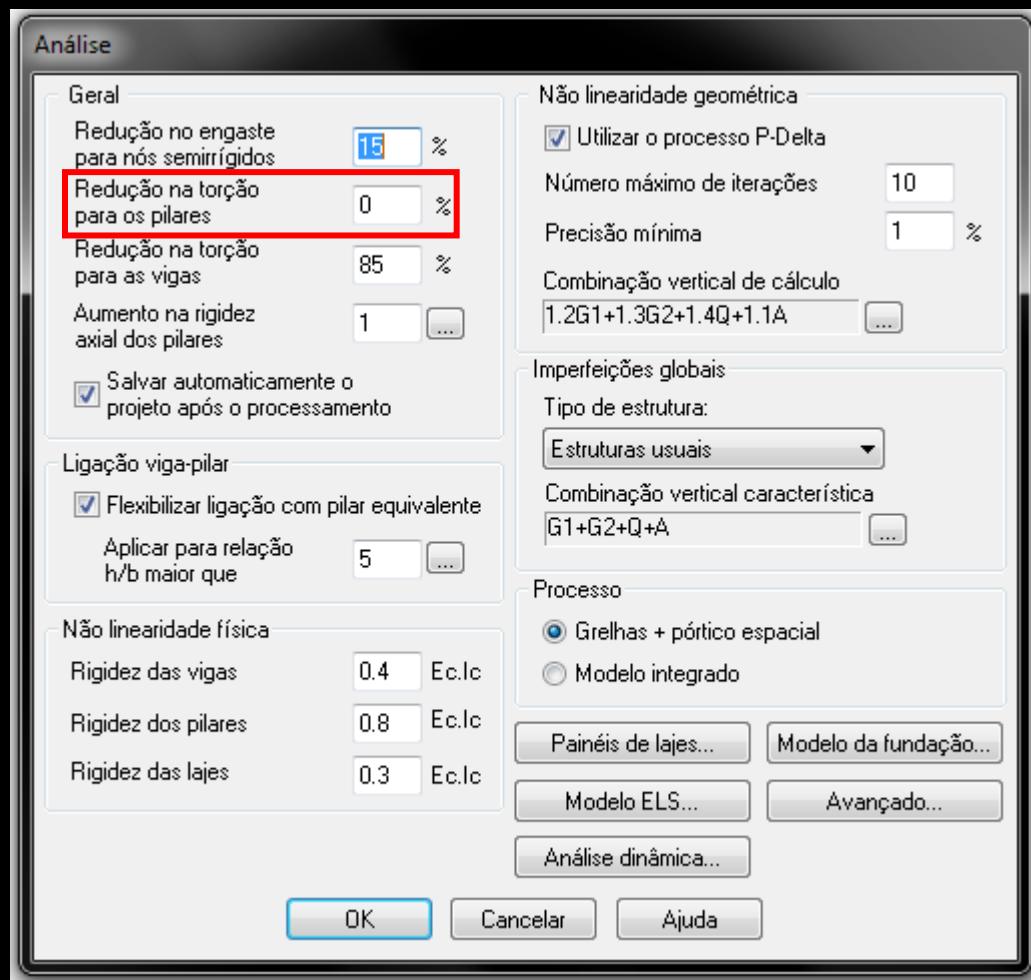


Manter 0%. Atender item 14.6.4.2

Quando existem estruturas assimétricas e sofrem a ação do vento (exemplo de edifícios com caixa de elevador ou núcleo rígido). Vai existir uma torção nos pilares e essa torção ela deve ser considerada nos pilares, por isso que é preciso deixar em 0%. É um esforço geralmente pequeno em casos de residências, mas é preciso considerar.

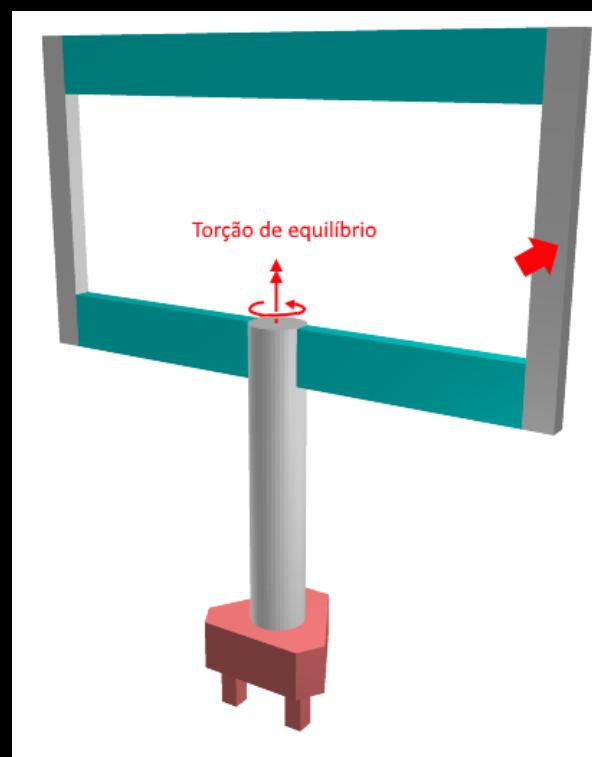


## ANÁLISE – REDUÇÃO NA TORÇÃO PARA PILARES



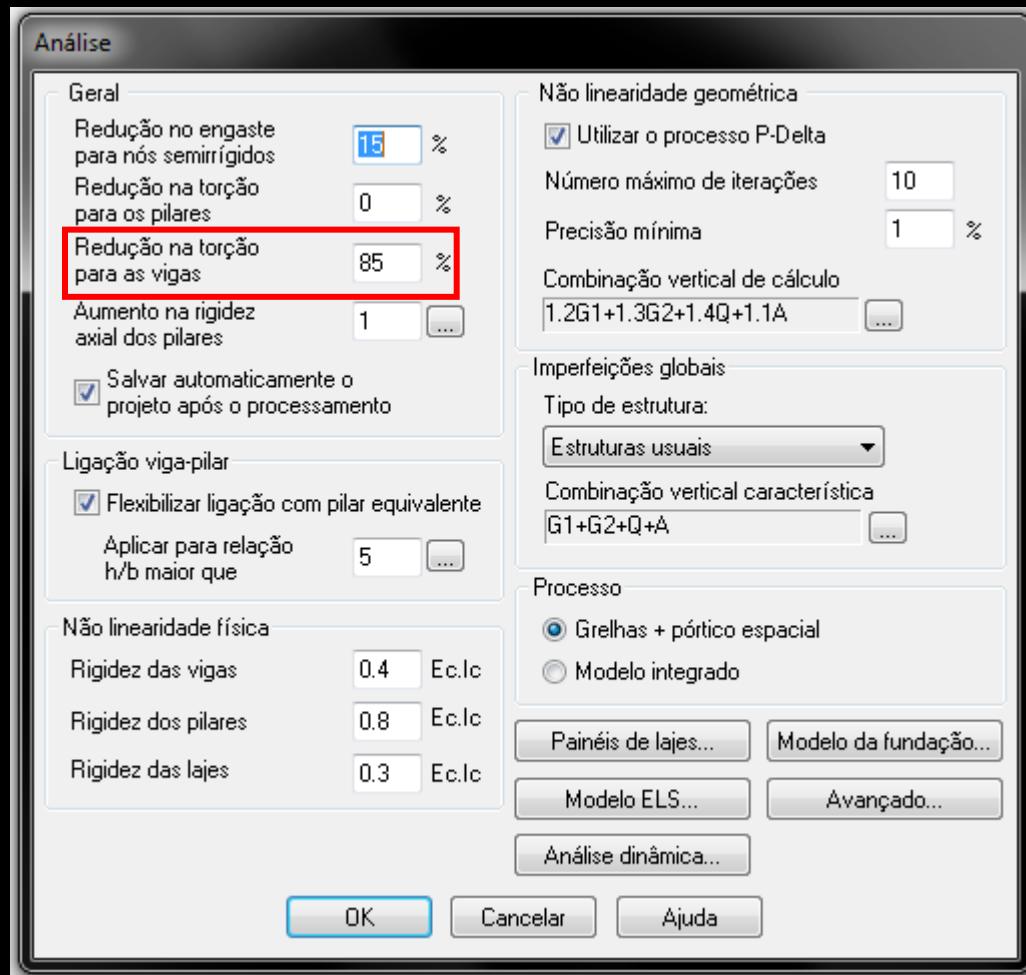
Manter 0%. Atender item 14.6.4.2

Quando existem estruturas assimétricas e sofrem a ação do vento (exemplo de edifícios com caixa de elevador ou núcleo rígido). Vai existir uma torção nos pilares e essa torção ela deve ser considerada nos pilares, por isso que é preciso deixar em 0%. É um esforço geralmente pequeno em casos de residências, mas é preciso considerar.



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – REDUÇÃO NA TORÇÃO PARA VIGAS

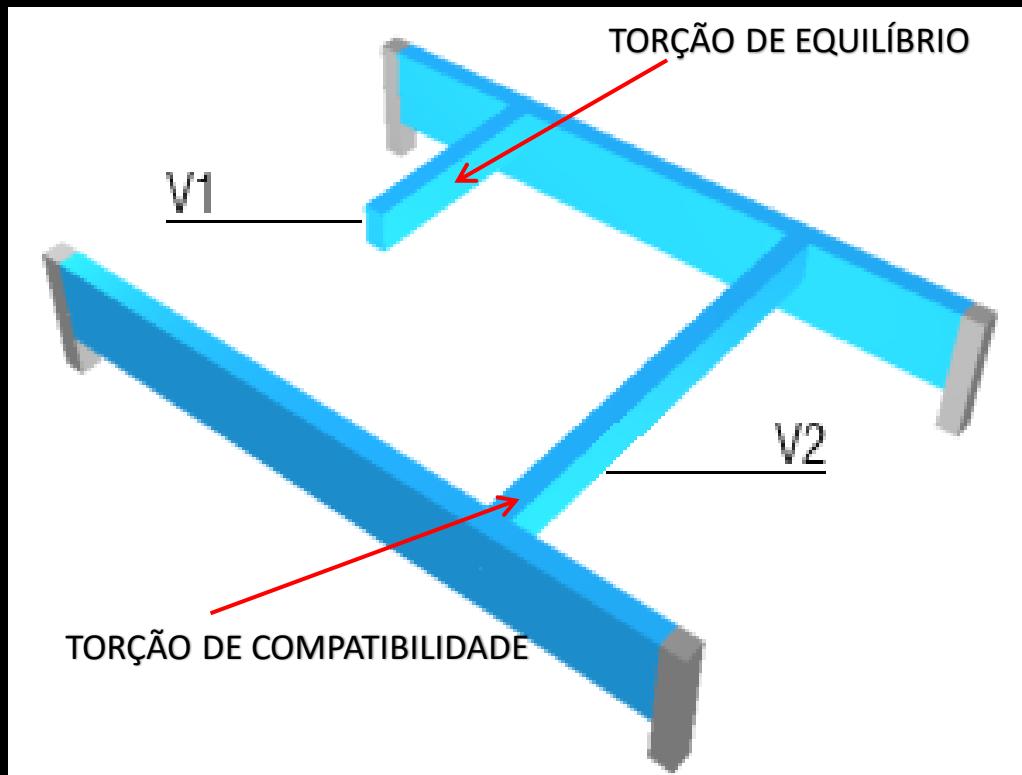


A NBR 6118:2014, em seu item 17.5.1.2, permite desprezar os esforços de torção atuantes em um elemento quando este não for essencial ao equilíbrio da estrutura e tenha adequada capacidade de adaptação plástica, calculando os demais elementos sem considerar os efeitos provocados pela torção a ser desprezada.

Esta colocação tenta diferenciar a **torção de equilíbrio** da **torção de compatibilidade**: enquanto a primeira é essencial ao equilíbrio da estrutura (um balcão suportado diretamente por uma viga, por exemplo), a segunda é oriunda apenas da compatibilidade entre as deformações dos elementos e, portanto, pode ser redistribuída pela estrutura sem prejuízo do equilíbrio estático.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

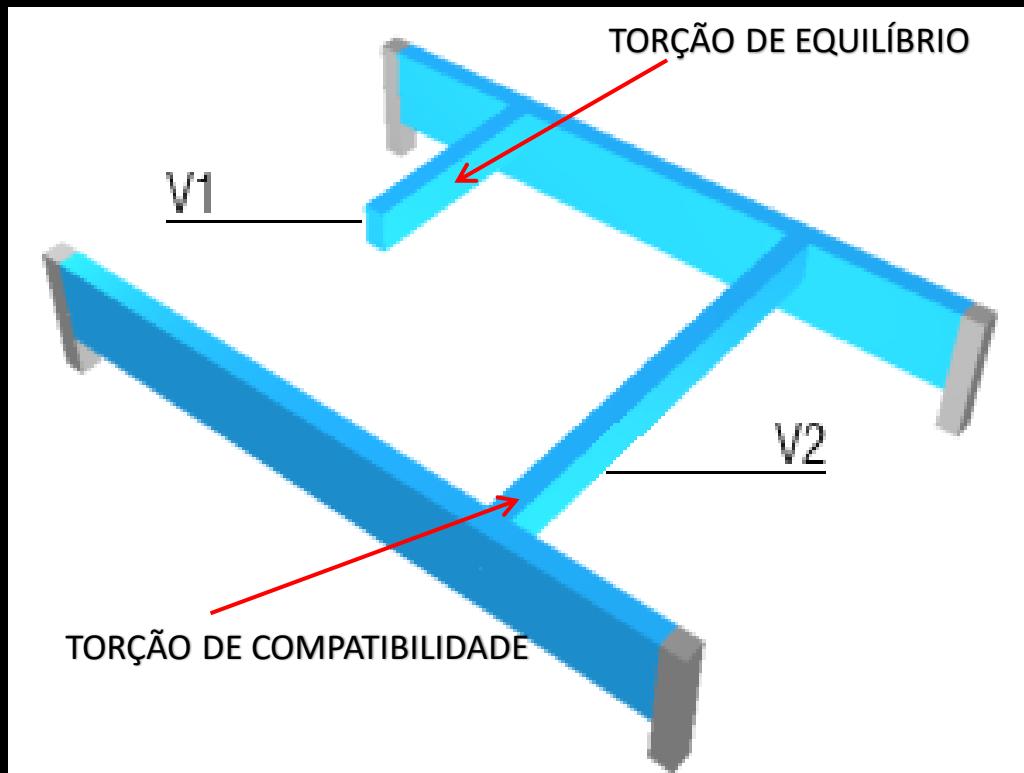
## ANÁLISE – REDUÇÃO NA TORÇÃO PARA VIGAS



A NBR 6118:2014, em seu item 17.5.1.2, permite desprezar os esforços de torção atuantes em um elemento quando este não for essencial ao equilíbrio da estrutura e tenha adequada capacidade de adaptação plástica, calculando os demais elementos sem considerar os efeitos provocados pela torção a ser desprezada.

Esta colocação tenta diferenciar a **torção de equilíbrio** da **torção de compatibilidade**: enquanto a primeira é essencial ao equilíbrio da estrutura (um balcão suportado diretamente por uma viga, por exemplo), a segunda é oriunda apenas da compatibilidade entre as deformações dos elementos e, portanto, pode ser redistribuída pela estrutura sem prejuízo do equilíbrio estático.

## ANÁLISE – REDUÇÃO NA TORÇÃO PARA VIGAS



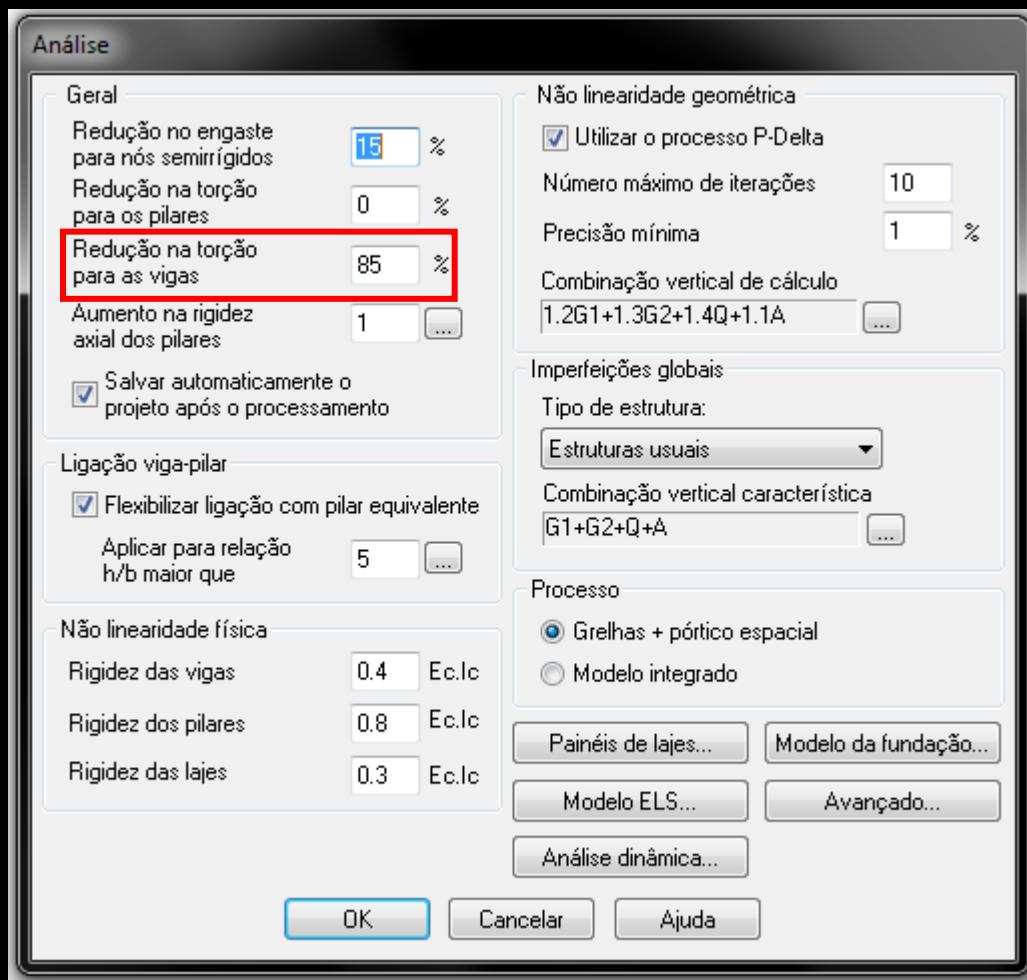
Casos de torção de equilíbrio:

- Viga engastada em viga;
- Marquise engastada em viga;
- Viga curva ou com variação de direção em planta;
- Vigas entre lajes em desnível.

O que é preciso avaliar na torção de compatibilidade:

- A viga se for rotulada vai cair? Se sim, é torção de equilíbrio, se não então é torção de compatibilidade.

## ANÁLISE – REDUÇÃO NA TORÇÃO PARA VIGAS



Baseado nesta colocação e em diversas recomendações bibliográficas, permite-se reduzir o valor de rigidez à torção a ser utilizado no cálculo do pórtico através da configuração "Redução na torção para as vigas", em Análise. Isto é altamente recomendável, visto que a seção de concreto armado, uma vez fissurada, perde a maior parte de sua rigidez à torção. Recomenda-se o uso de valores de redução entre 60 e 90%.

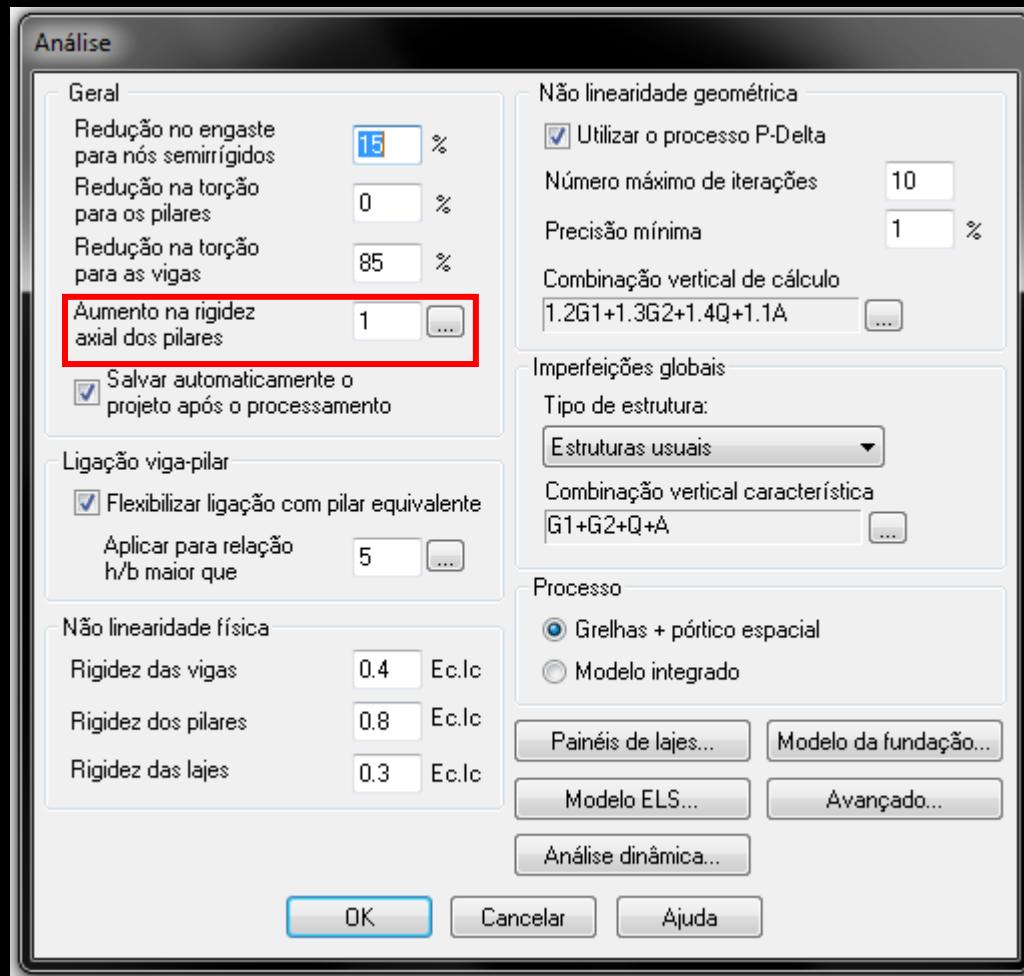
### 14.6.6.2 Grelhas e pórticos espaciais

Os pavimentos dos edifícios podem ser modelados como grelhas, para o estudo das cargas verticais, considerando-se a rigidez à flexão dos pilares de maneira análoga à que foi prescrita para as vigas contínuas.

De maneira aproximada, nas grelhas e nos pórticos espaciais, pode-se reduzir a rigidez à torção das vigas por fissuração, utilizando-se 15 % da rigidez elástica, exceto para os elementos estruturais com protensão limitada ou completa (classes 2 ou 3).

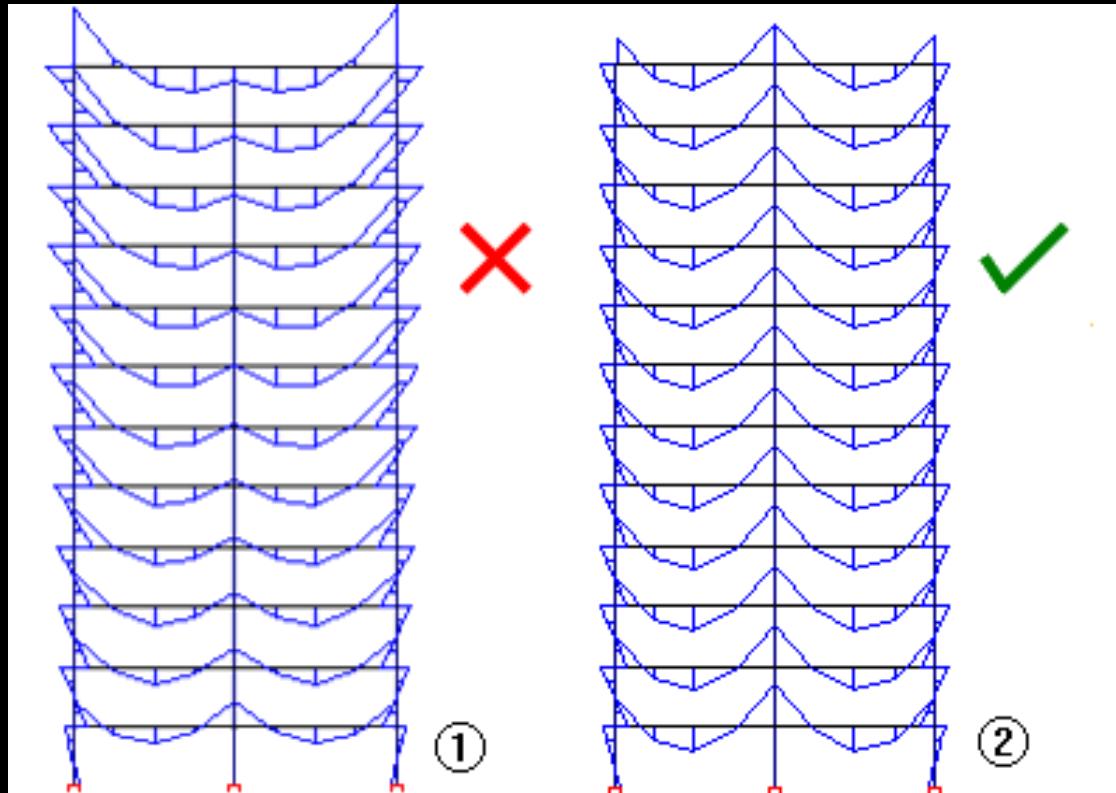
A princípio pode ser reduzido o valor de 85% mas no Eberick é permitido reduzir até 95%.

## ANÁLISE – AUMENTO NA RÍGIDEZ AXIAL DOS PILARES – EFEITO CONSTRUTIVO



O cálculo dos esforços via pórtico espacial considera, além de outros efeitos, a deslocabilidade axial dos pilares. Desta forma, um **edifício alto** contendo pilares de seções diferentes (como uma caixa de elevador, por exemplo) teria uma grande diferença nos esforços de um pavimento tipo para o outro decorrente de um efeito semelhante a um recalque diferencial para as vigas dos pavimentos superiores. Este efeito é importante e deve ser considerado mas, na prática, este efeito é amenizado pelo próprio processo construtivo, no qual os pavimentos inferiores já sofreram parte dos deslocamentos quando o superior for concretado.

## ANÁLISE – AUMENTO NA RÍGIDEZ AXIAL DOS PILARES – EFEITO CONSTRUTIVO



Na vida real, um edifício de múltiplos andares não é construído instantaneamente. As cargas verticais, como o peso próprio, são gradativamente adicionadas e acumuladas à medida que a estrutura é erguida. Sendo assim, as deformações axiais ocorridas nos lances dos pilares a cada acréscimo de carga proveniente de um novo andar são compensadas construtivamente.

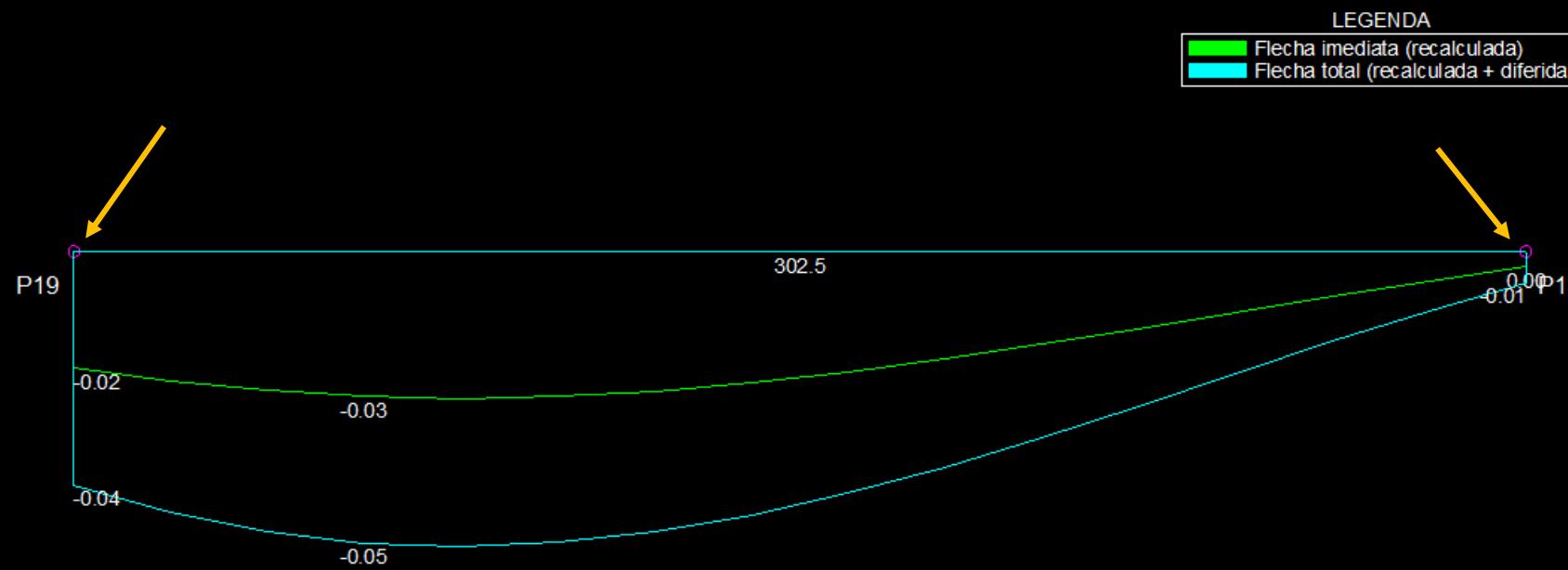
- (1) Esforços irreais – Sem considerar efeitos construtivos
- (2) Comportamento mais real – Levando em conta os efeitos construtivos

Esta compensação deve ser incorporada à modelagem para que sejam obtidos resultados compatíveis com a realidade. Esta condição pode, de forma aproximada, ser atendida majorando-se a rigidez axial dos pilares presentes no pórtico espacial. Ou seja, aumentando-se a área da seção transversal dos pilares.

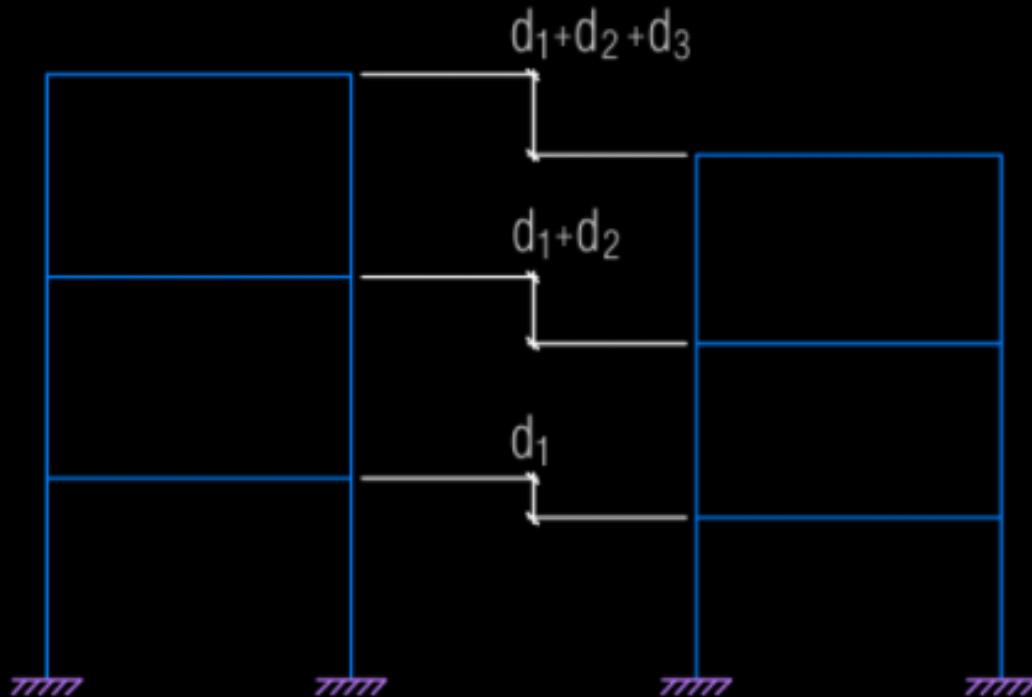
Para ações horizontais, como o vento, por exemplo, a majoração da área de pilares não é considerada.

**ANÁLISE – AUMENTO NA RÍGIDEZ AXIAL DOS PILARES – EFEITO CONSTRUTIVO**

DESLOCAMENTOS [cm;cm] VIGA: VB214

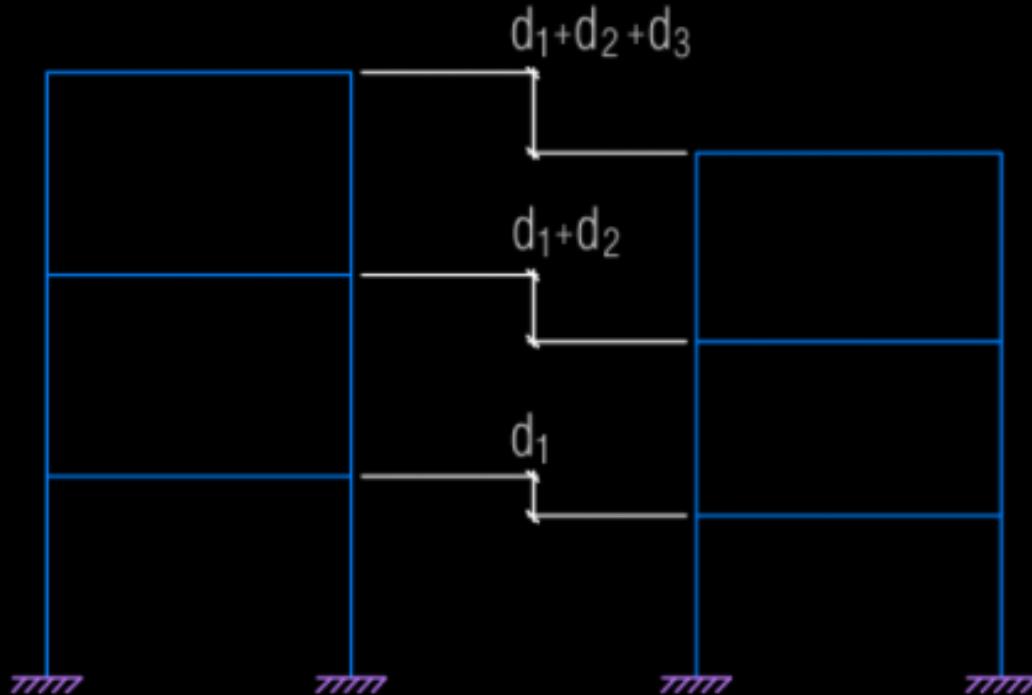


## ANÁLISE – AUMENTO NA RÍGIDEZ AXIAL DOS PILARES – EFEITO CONSTRUTIVO



Quando uma estrutura é analisada pelo método de pórtico espacial, o programa monta um modelo tridimensional do projeto, aplicando os carregamentos definidos pelo usuário neste modelo. Em linhas gerais, este cálculo considera que o edifício teve seu carregamento aplicado de uma só vez, com o projeto já executado. Isto significa que, para o Eberick, todos os deslocamentos da edificação ocorrem ao mesmo tempo.

## ANÁLISE – AUMENTO NA RÍGIDEZ AXIAL DOS PILARES – EFEITO CONSTRUTIVO

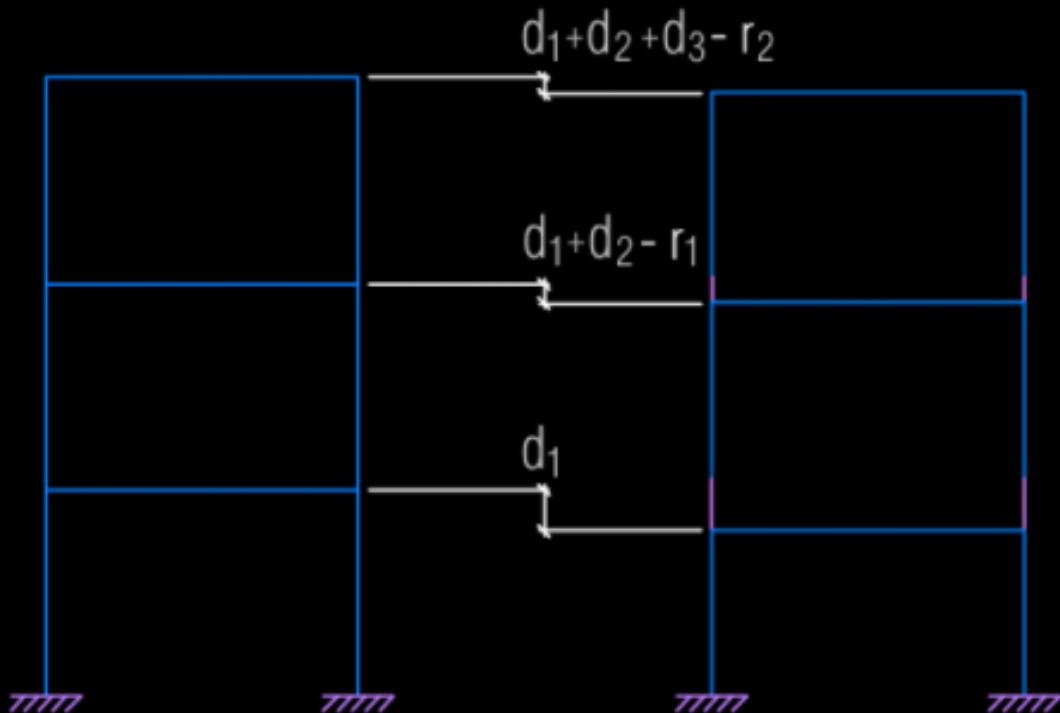


Isto é, a compressão de um pilar nos pavimentos inferiores do projeto faz com que toda a prumada do pilar se desloque para baixo. Caso este deslocamento seja significativo, ou se ocorrer em diferentes intensidades, é possível que sejam criados esforços adicionais para travá-lo, de modo que o dimensionamento deve tornar-se mais robusto.

Em uma edificação real, os deslocamentos não ocorrem de uma única vez na estrutura. É importante notar que os pavimentos são construídos sequencialmente. Assim, ao construir um determinado pavimento da estrutura, ela se deslocará instantaneamente por conta das novas cargas que foram adicionadas. Como a concretagem do novo pavimento é realizada sempre a prumo, estes pequenos deslocamentos são absorvidos pelo nivelamento do pavimento no momento de concretá-lo.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – AUMENTO NA RÍGIDEZ AXIAL DOS PILARES – EFEITO CONSTRUTIVO



Rigidez axial dos pilares		
Pavimento	Fator	
1 Cobertura	1.00	▲
2 Tipo 10	1.10	
3 Tipo 9	1.20	
4 Tipo 8	1.30	
5 Tipo 7	1.40	
6 Tipo 6	1.50	
7 Tipo 5	1.60	▼

OK Cancelar Ajuda

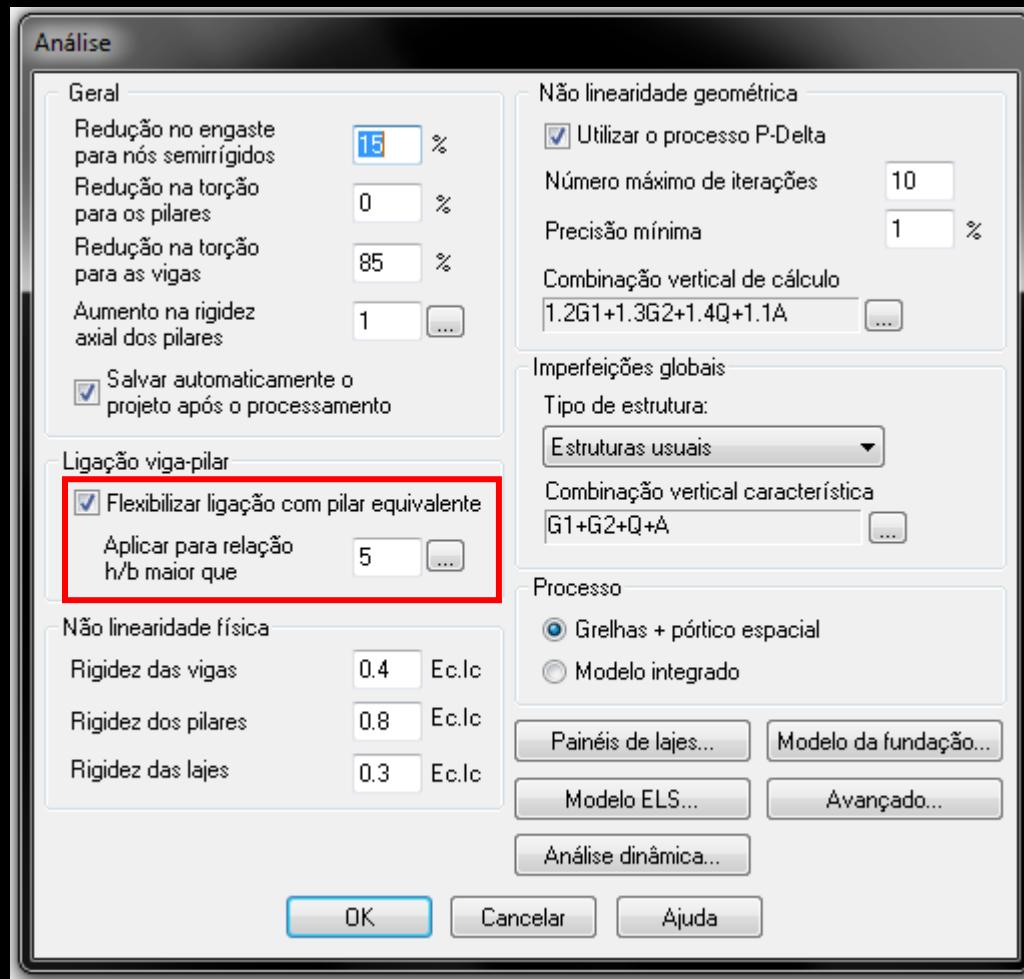
Na figura ao lado, este efeito é denotado por um fator de regularização, representado por  $R_2$  e  $R_1$ . Perceba que os deslocamentos finais são bem menores. No Eberick, este efeito pode ser considerado atribuindo uma rigidez axial crescente para os pilares inferiores do projeto. Isto faz com que estes pilares se desloquem menos, o que é equivalente a esta parcela de regularização.

De modo geral, estes incrementos não devem ser grandes, variando cerca de 0.10 para cada pavimento da estrutura. Além disso, não é interessante que assumam valores muito elevados (pode-se tomar 3.0 como valor de referência) - como este coeficiente aumenta a rigidez dos pilares, adotar um valor muito elevado para este coeficiente pode sobreestimar a rigidez da estrutura, resultando em uma análise contra a segurança.

Não existe regra, de todo modo, é importante manter em mente que estes valores dependem também do tipo de estrutura considerada, podendo variar de projeto a projeto.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – FLEXIBILIZAR LIGAÇÃO COM PILAR EQUIVALENTE

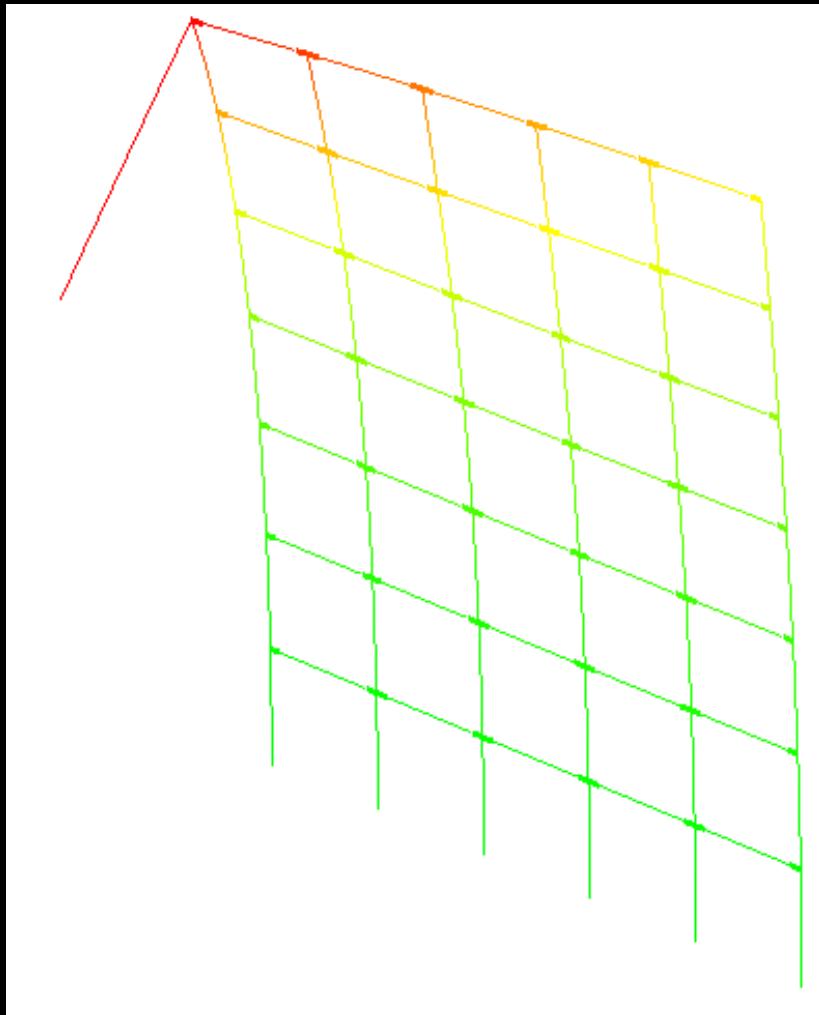


Ao montar o modelo estrutural do projeto, o Eberick transforma os elementos lançados em elementos de barra posicionados em seus centros de gravidade, analisando a estrutura por meio de um pórtico espacial. Esta conversão é feita de maneira que as barras possuam a mesma rigidez que os elementos originais, sendo que a distribuição se mantém. No caso da conexão entre vigas e pilares, como nem sempre as vigas estão apoiadas sobre o centro de gravidade do pilar, o programa ainda prevê uma barra rígida que conecta estes dois elementos. O modelo pode ser visto abaixo:



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – FLEXIBILIZAR LIGAÇÃO COM PILAR EQUIVALENTE

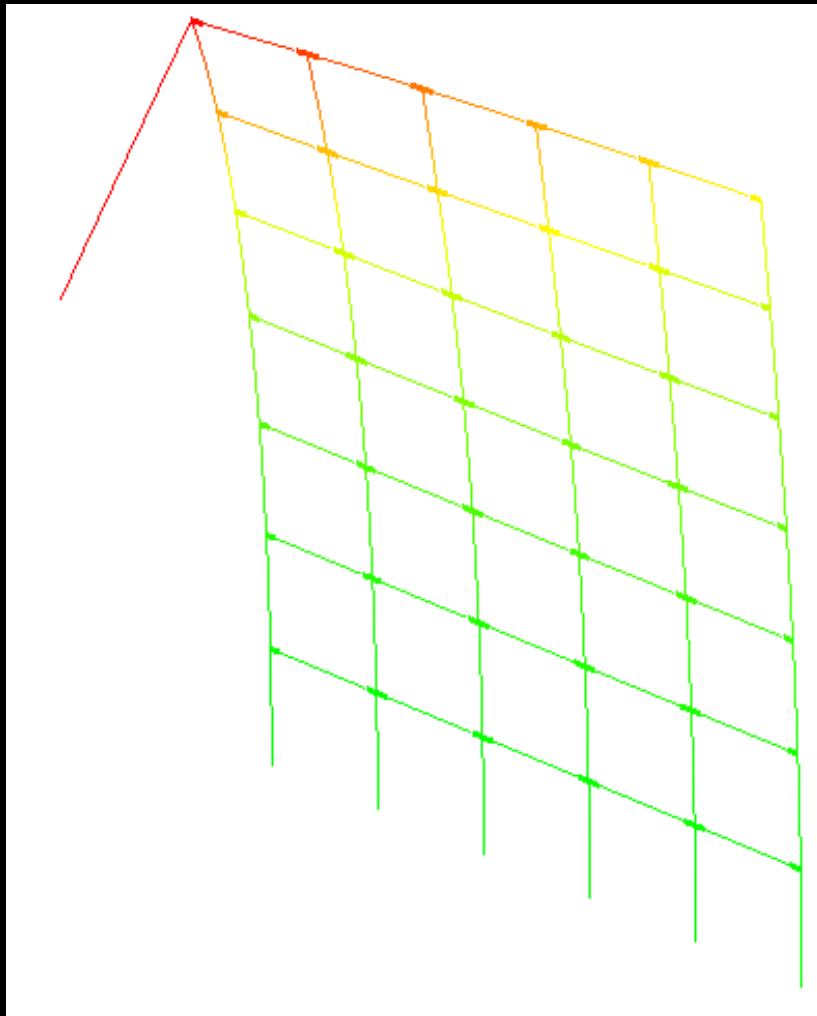


Como a barra rígida possui uma rigidez infinita, repassa todos os esforços da viga de maneira integral para a seção do pilar. Em linhas gerais, isto significa que a viga tem a capacidade de rotacionar, deslocar e comprimir toda a seção do pilar. Na maioria dos casos isto é verdade, uma vez que as dimensões do pilar normalmente não permitem um deslocamento relativo na sua própria seção. Todavia, para pilares de grandes dimensões, esta consideração tende a não ser válida, uma vez que as vigas aplicadas sobre ele não são capazes de mobilizar sua seção de maneira integral.

Para ilustrar isto de maneira mais aplicada, segue o modelo abaixo. Neste caso, o pilar foi representado como uma grelha de barras (ao invés de uma única barra), de modo que é possível avaliar a diferença de esforços entre elas. Na face deste pilar, foi engastada uma viga, sobre a qual foi aplicada uma carga vertical.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – FLEXIBILIZAR LIGAÇÃO COM PILAR EQUIVALENTE

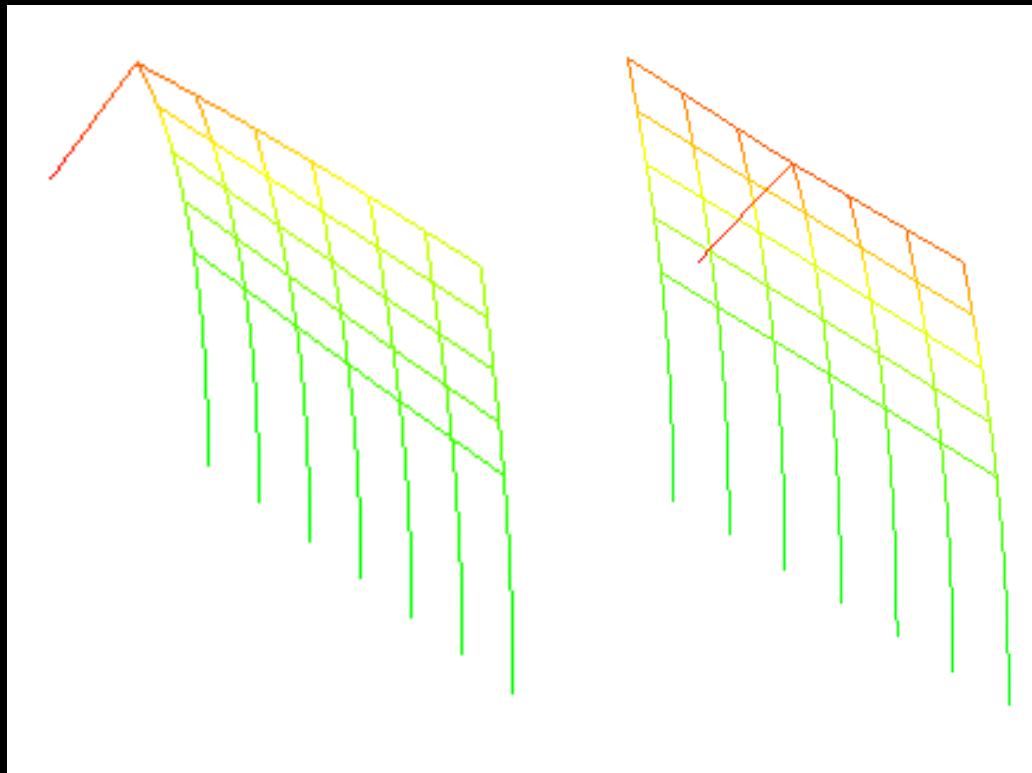


Perceba que, apesar de a viga estar deslocando o pilar, ela não mobiliza a seção de maneira uniforme. Há uma concentração de esforços na região do apoio da viga, que são praticamente zerados na face oposta do pilar. Este efeito deve ser considerado no dimensionamento do pilar, uma vez que diminui a restrição da viga, diminuindo também os valores de momento negativos e aumentando momentos positivos e deslocamentos.

Para que esse efeito seja levado em consideração é preciso habilitar a flexibilização na ligação com o pilar.

É possível ainda definir quando será aplicado, configurando a relação entre altura e base da seção do pilar para que esta alteração seja aplicada. Essa flexibilização é feita com um sistema equivalente e pode variar de acordo com os seguintes fatores:

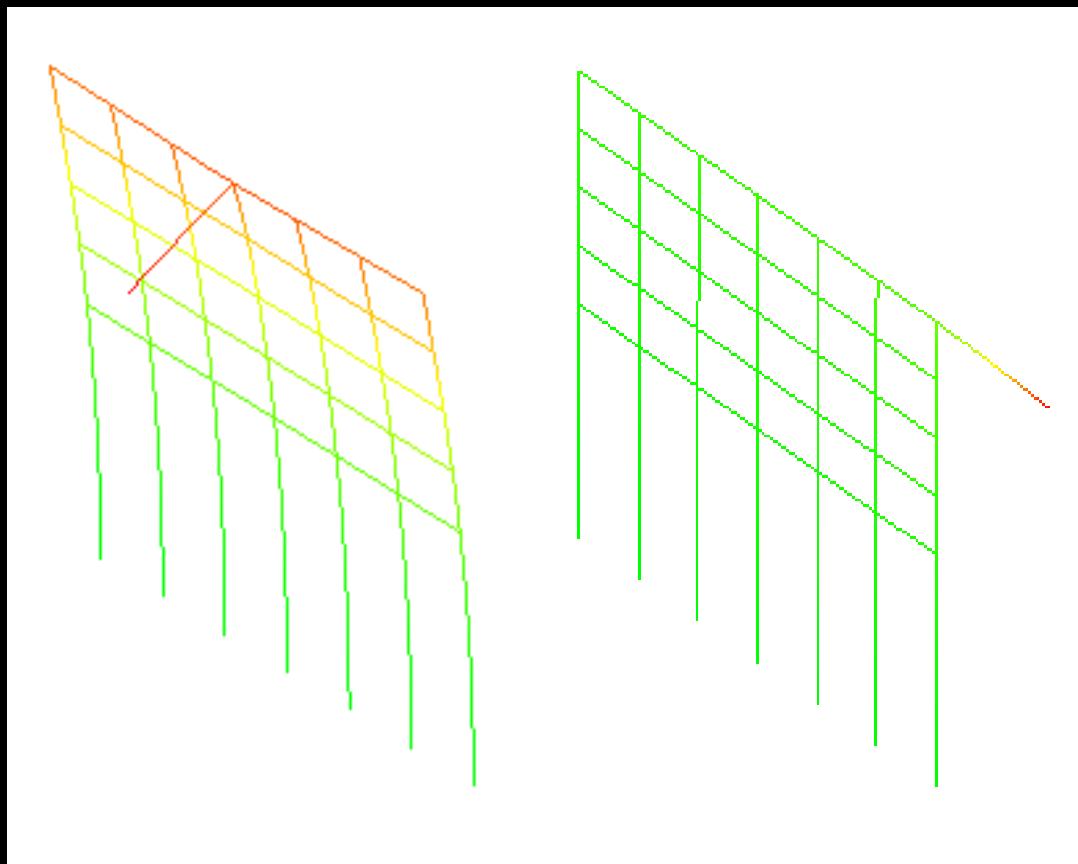
## ANÁLISE – FLEXIBILIZAR LIGAÇÃO COM PILAR EQUIVALENTE



**Distância da viga ao centro do pilar:** quanto mais longe estiver a viga do centro do pilar, mais concentrados estarão os seus esforços. Por meio das figuras abaixo, é possível perceber que a viga posicionada no centro do pilar mobiliza melhor a seção do pilar:

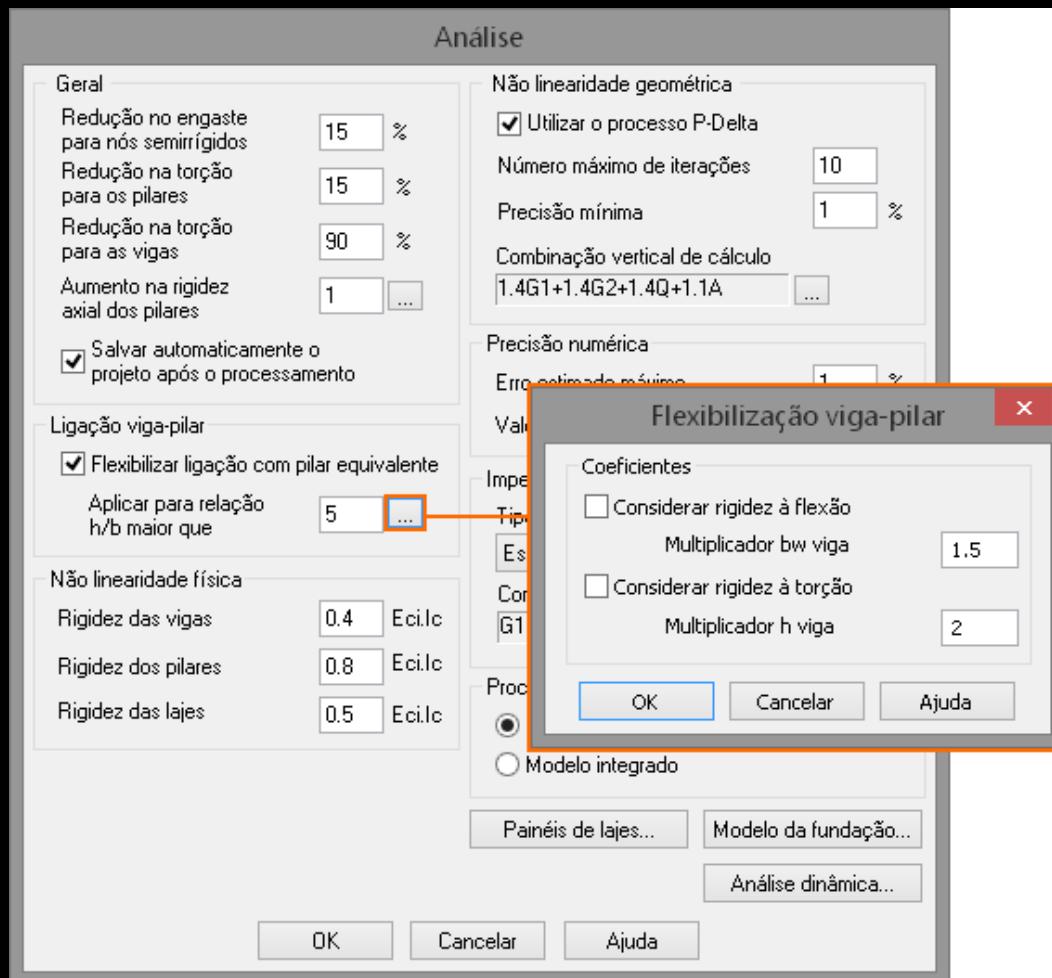
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – FLEXIBILIZAR LIGAÇÃO COM PILAR EQUIVALENTE



**Ângulo da viga:** caso a viga esteja alinhada com a maior seção do pilar, irá mobilizar sua seção como um todo, como é possível verificar na figura abaixo. Caso esteja transversal, a mobilização será parcial

## ANÁLISE – FLEXIBILIZAR LIGAÇÃO COM PILAR EQUIVALENTE

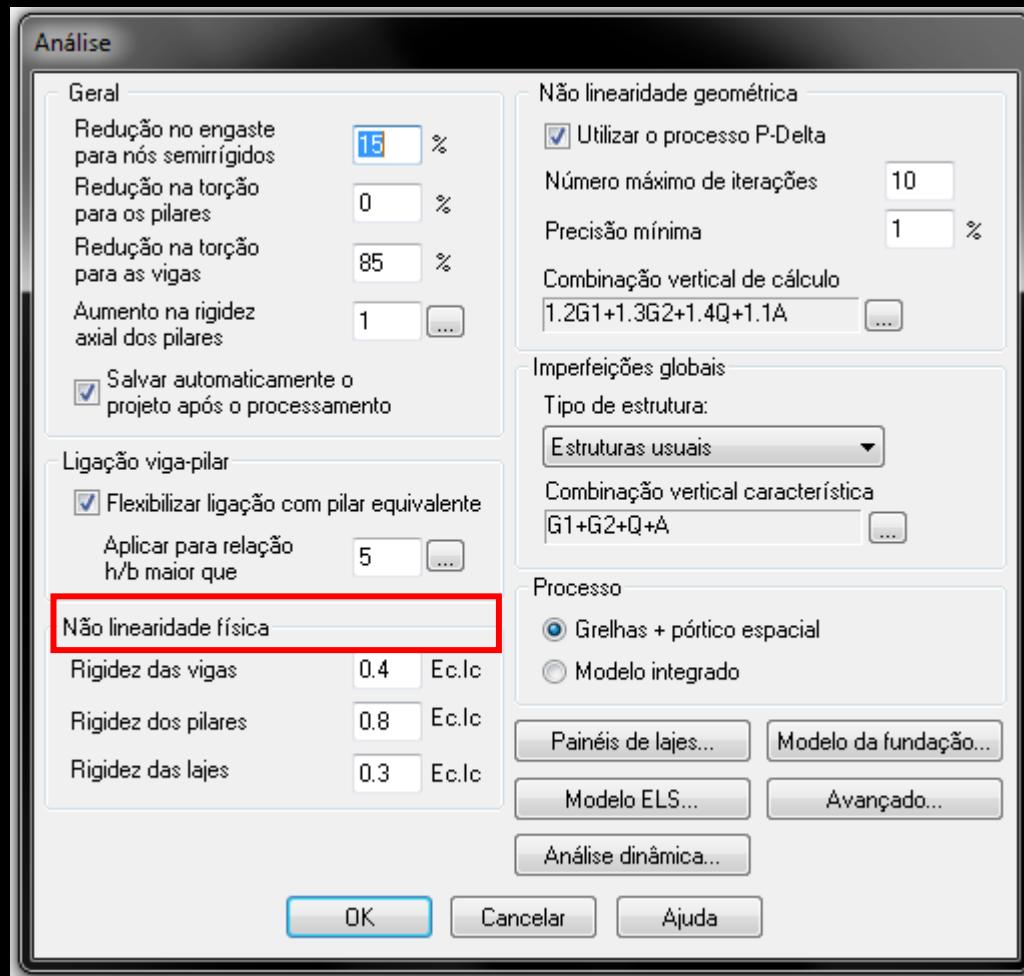


**Considerar rigidez à flexão:** com esta opção marcada, o programa permite considerar a rigidez à flexão da ligação entre a viga e o pilar, por meio da adoção de um pilar equivalente servindo de apoio para a viga. A altura da seção do pilar equivalente é calculada considerando o multiplicador configurado. Já sua base será a mesma do pilar original

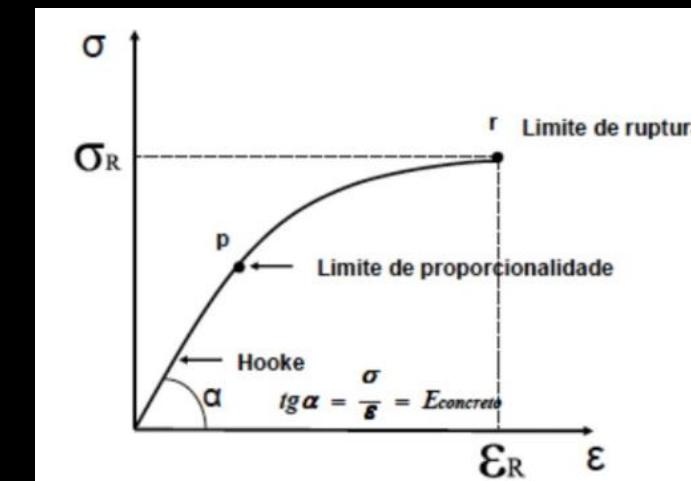
**Considerar rigidez à torção:** com esta opção marcada, o programa permite considerar a rigidez à torção da ligação entre a viga e o pilar, por meio da adoção de uma viga equivalente servindo de apoio para a viga. A altura da viga será definida de acordo com o multiplicado. Sua base será a mesma do pilar.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – NÃO LINEARIDADE FÍSICA

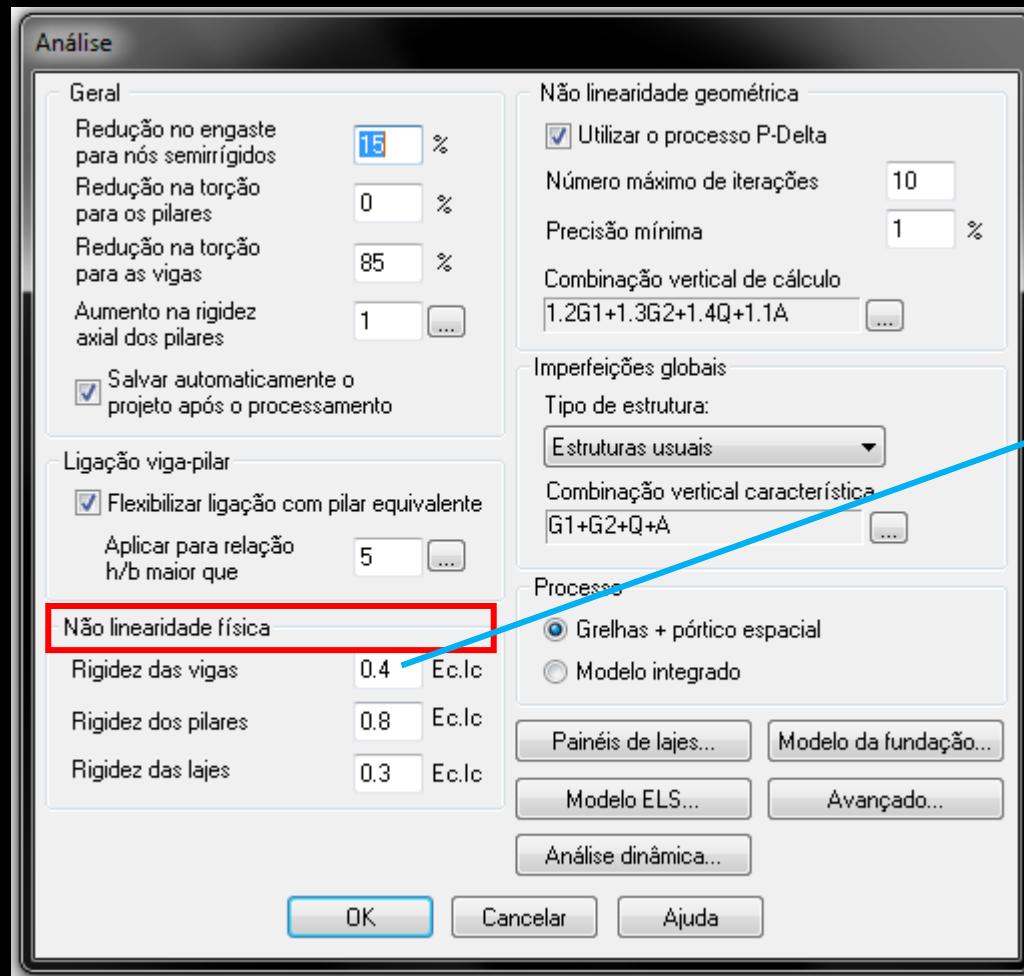


O concreto apresenta um comportamento NÃO LINEAR quando submetido a tensões elevadas. Este fato é devido a microfissuração que ocorre na interface do agregado graúdo e a pasta de cimento. Observa-se no diagrama que não há proporcionalidade entre tensão e deformação, ou seja, o material não obedece a lei de Hooke.



Assim, no ítem 15.7.3 é feito uma consideração aproximada para da não linearidade física para cada elemento (vistas, pilares e lajes) para a avaliação dos efeitos de 2<sup>a</sup> ordem na estrutura.

## ANÁLISE – NÃO LINEARIDADE FÍSICA



### 15.7.3 Consideração aproximada da não linearidade física

Para a análise dos esforços globais de 2<sup>a</sup> ordem, em estruturas reticuladas com no mínimo quatro andares, pode ser considerada a não linearidade física de maneira aproximada, tomando-se como rigidez dos elementos estruturais os valores seguintes:

- lajes:  $(EI)_{sec} = 0,3 E_c I_c$
- vigas:  $(EI)_{sec} = 0,4 E_c I_c$  para  $A_s' \neq A_s$  e  
 $(EI)_{sec} = 0,5 E_c I_c$  para  $A_s' = A_s$
- pilares:  $(EI)_{sec} = 0,8 E_c I_c$

onde

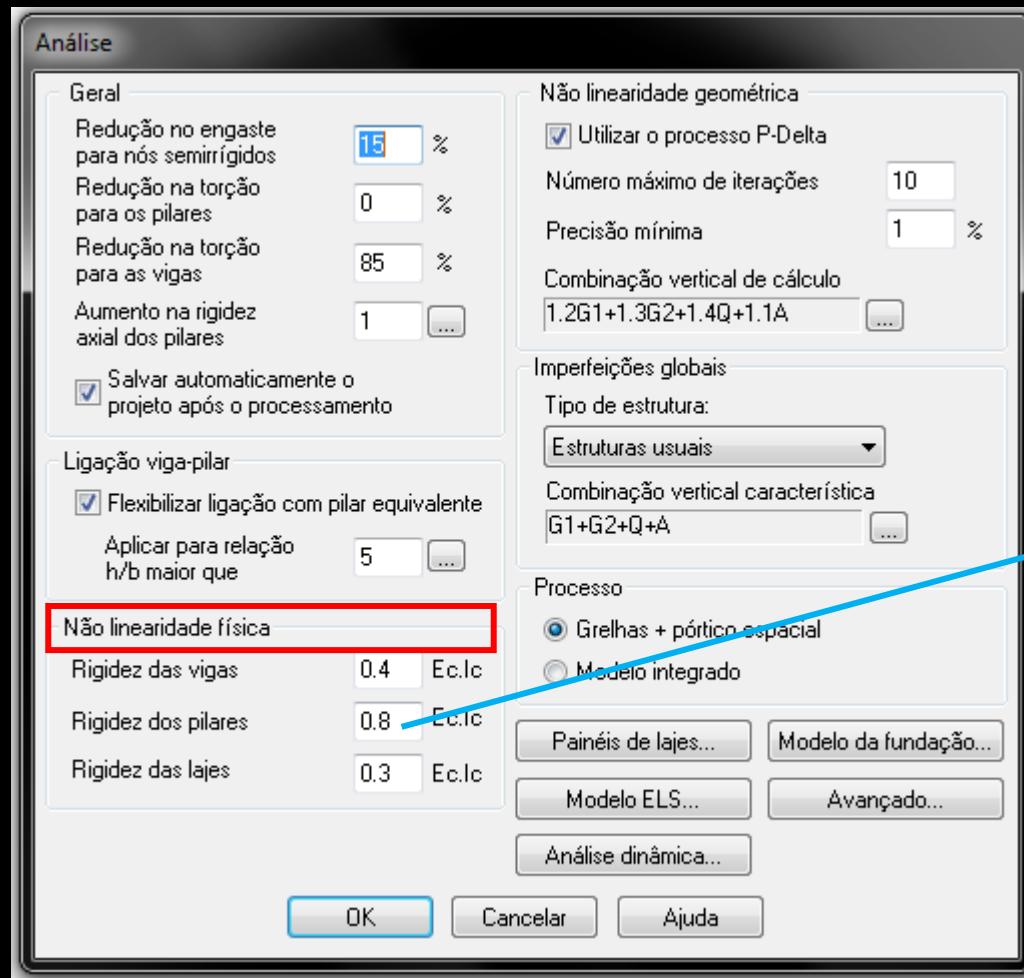
$I_c$  é o momento de inércia da seção bruta de concreto, incluindo, quando for o caso, as mesas colaborantes.

$E_c$  é o valor representativo do módulo de deformação do concreto conforme 15.5.1.

$A_s'$ =Área de tração  
 $A_s$ = ÁREA de compressão

Os valores de rigidez adotados nesta subseção são aproximados e não podem ser usados para avaliar esforços locais de 2<sup>a</sup> ordem, mesmo com uma discretização maior da modelagem.

## ANÁLISE – NÃO LINEARIDADE FÍSICA



### 15.7.3 Consideração aproximada da não linearidade física

Para a análise dos esforços globais de 2<sup>a</sup> ordem, em estruturas reticuladas com no mínimo quatro andares, pode ser considerada a não linearidade física de maneira aproximada, tomando-se como rigidez dos elementos estruturais os valores seguintes:

- lajes:  $(E/I)_{sec} = 0,3 E_c I_c$
- vigas:  $(E/I)_{sec} = 0,4 E_c I_c$  para  $A_s' \neq A_s$  e  
 $(E/I)_{sec} = 0,5 E_c I_c$  para  $A_s' = A_s$
- pilares:  $(E/I)_{sec} = 0,8 E_c I_c$

onde

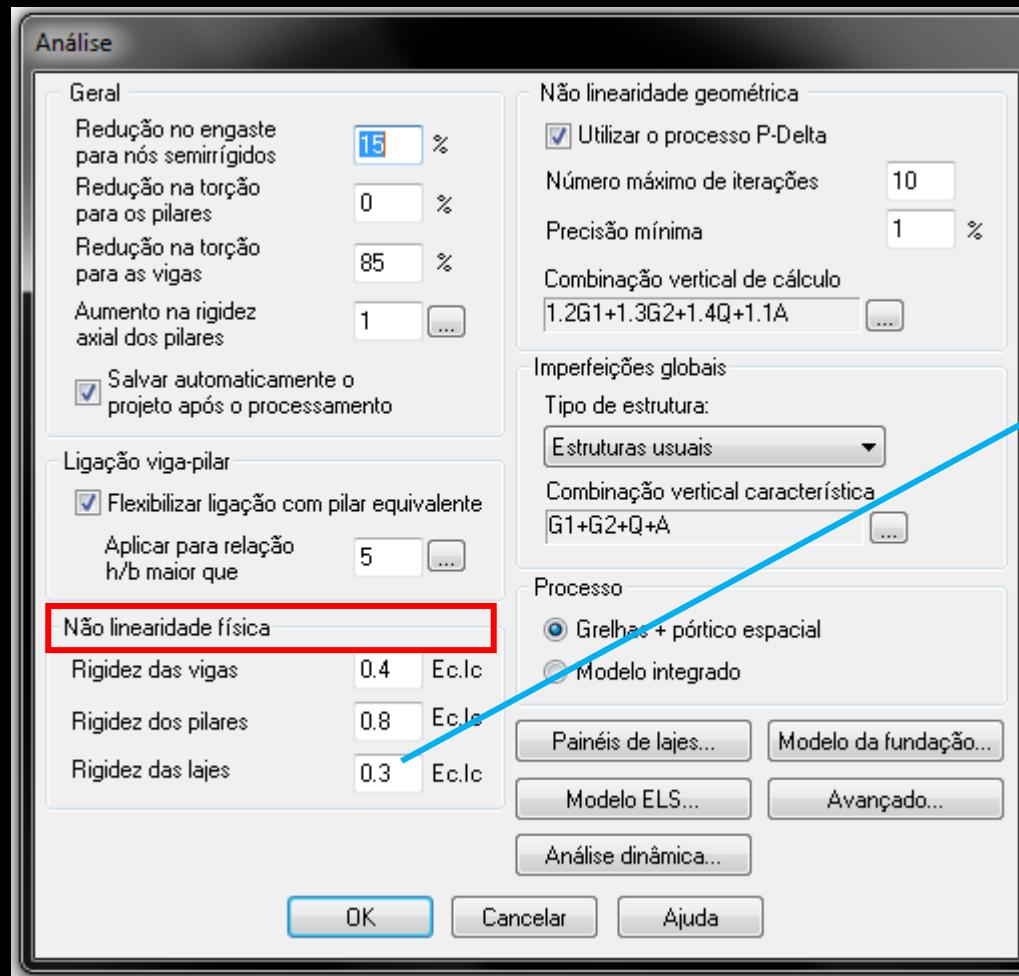
$I_c$  é o momento de inércia da seção bruta de concreto, incluindo, quando for o caso, as mesas colaborantes.

$E_c$  é o valor representativo do módulo de deformação do concreto conforme 15.5.1.

$A_s'$ =Área de tração  
 $A_s$ = ÁREA de compressão

Os valores de rigidez adotados nesta subseção são aproximados e não podem ser usados para avaliar esforços locais de 2<sup>a</sup> ordem, mesmo com uma discretização maior da modelagem.

## ANÁLISE – NÃO LINEARIDADE FÍSICA



### 15.7.3 Consideração aproximada da não linearidade física

Para a análise dos esforços globais de 2<sup>a</sup> ordem, em estruturas reticuladas com no mínimo quatro andares, pode ser considerada a não linearidade física de maneira aproximada, tomando-se como rigidez dos elementos estruturais os valores seguintes:

- lajes:  $(E_l)_{sec} = 0,3 E_c l_c$
- vigas:  $(E_l)_{sec} = 0,4 E_c l_c$  para  $A_s' \neq A_s$  e  
 $(E_l)_{sec} = 0,5 E_c l_c$  para  $A_s' = A_s$
- pilares:  $(E_l)_{sec} = 0,8 E_c l_c$

onde

$I_c$  é o momento de inércia da seção bruta de concreto, incluindo, quando for o caso, as mesas colaborantes.

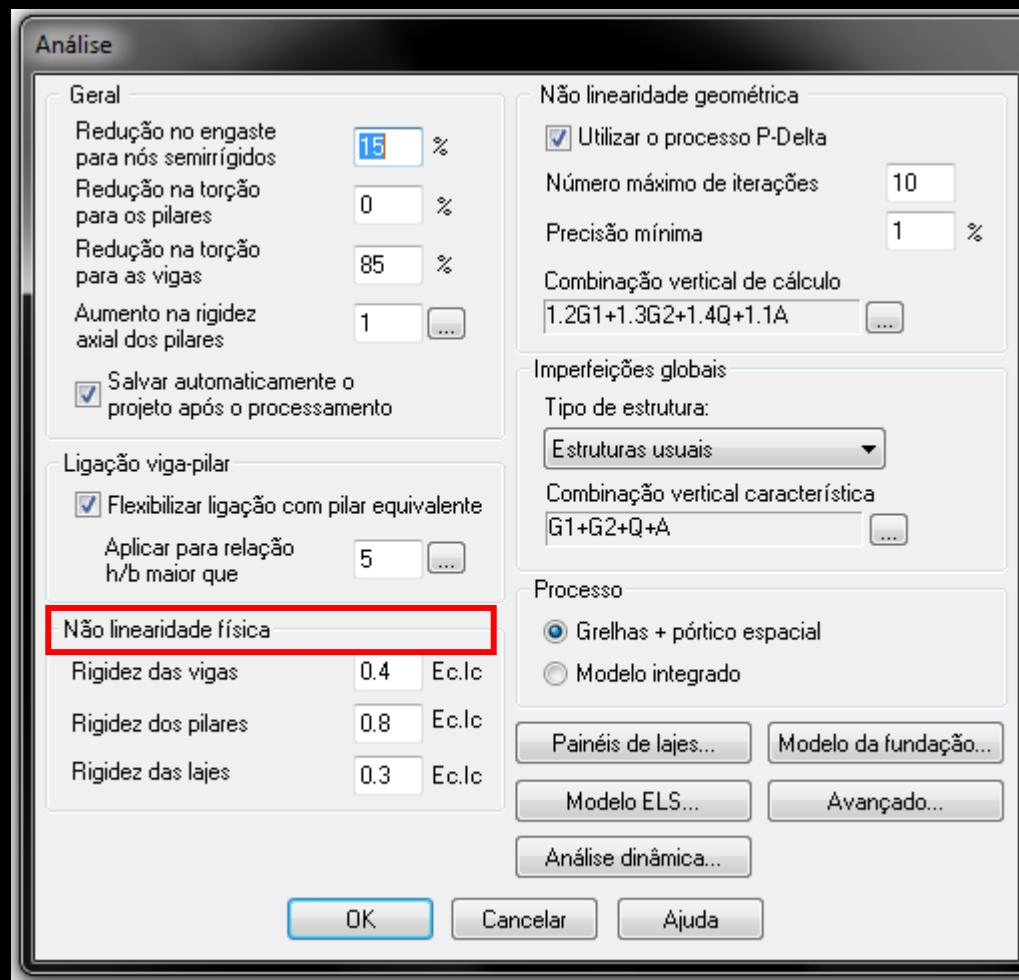
$E_c$  é o valor representativo do módulo de deformação do concreto conforme 15.5.1.

$A_s'$ =Área de tração  
 $A_s$ = ÁREA de compressão

Os valores de rigidez adotados nesta subseção são aproximados e não podem ser usados para avaliar esforços locais de 2<sup>a</sup> ordem, mesmo com uma discretização maior da modelagem.

## ANÁLISE – NÃO LINEARIDADE FÍSICA

## ELU vs ELS



**Consideração importante:** Segundo a ABNT NBR6118:2014, item 8.2.8 o módulo de elasticidade para ser utilizado nas análises que visam a determinação de esforços solicitantes e verificações de estado limite de serviço é o  $E_{ci}$ . Ainda segundo esta norma, item 15.7.3, para a consideração aproximada da não linearidade física, seria possível utilizar o  $E_{ci}$ , no cálculo do  $(EI)_{sec}$ .

Ainda segundo a norma, existe a opção de, para avaliação do comportamento global da estrutura, ser utilizado o  $E_{ci}$ .

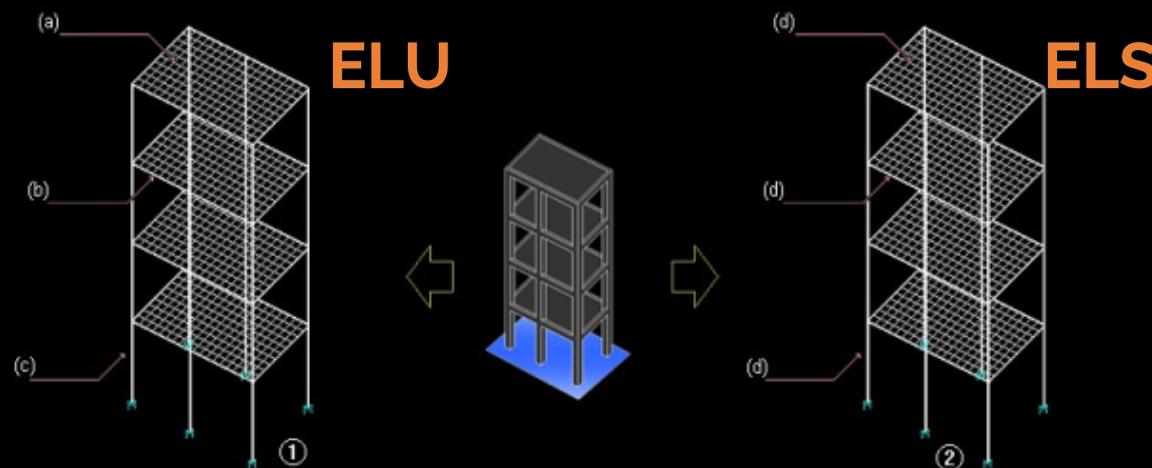
Ou seja, para a avaliação dos deslocamentos devido a carregamentos horizontais devido ao vento, poderíamos utilizar um modelo estrutural com  $E_{ci}$ .

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – NÃO LINEARIDADE FÍSICA

No Modelo VI, serão criados dois modelos completamente independentes para análise estrutural. O primeiro será utilizado para análises de Estado Limite Último - ELU (basicamente obtenção de esforços solicitantes e verificação da estabilidade global) e o outro, com diferentes critérios de geração, para análise estrutural de Estado Limite de Serviço - ELS (flechas, vibrações etc.).

Ou seja, para um edifício serão criados resultados para um modelo ELU e resultados para um modelo ELS, ambos formados por um único modelo incorporando lajes, vigas e pilares.



(1) ELU

(b) Rigidez das lajes =  $0,3.EI_c$

(b) Rigidez das vigas =  $0,4.EI_c$

(c) Rigidez das pilares =  $0,8.EI_c$

(2) ELS

(d) Rigidez das laje, vigas e pilares =  $1,0.EI_c$

Estes dois modelos apresentam não apenas modelos diferenciados pelo nome e pelos coeficientes de não linearidade física. Eles apresentam dois modelos criados especificamente para as análises para os quais foram criados, ou seja, ELU para Estabilidade Global, Segurança a Ruína e Dimensionamento; ELS Deslocamentos laterais, Flechas, Fissuração, Vibração e Conforto. Representando, de forma mais precisa, o comportamento do material concreto armado em cada uma das situações de análise.

## ELU

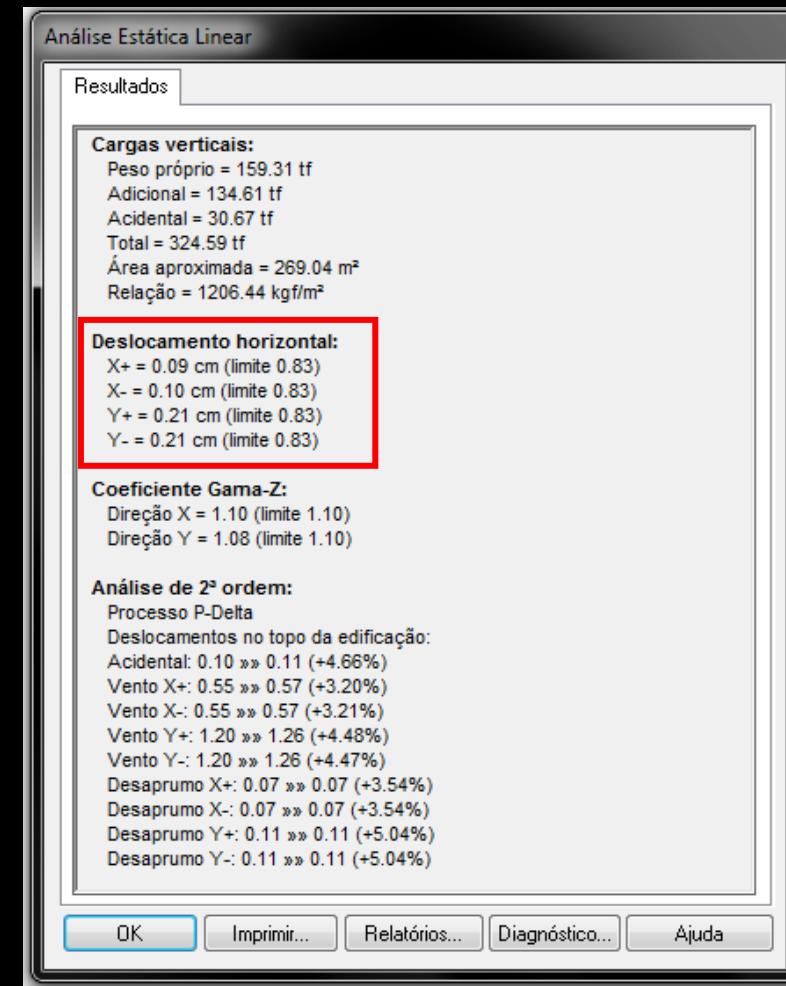
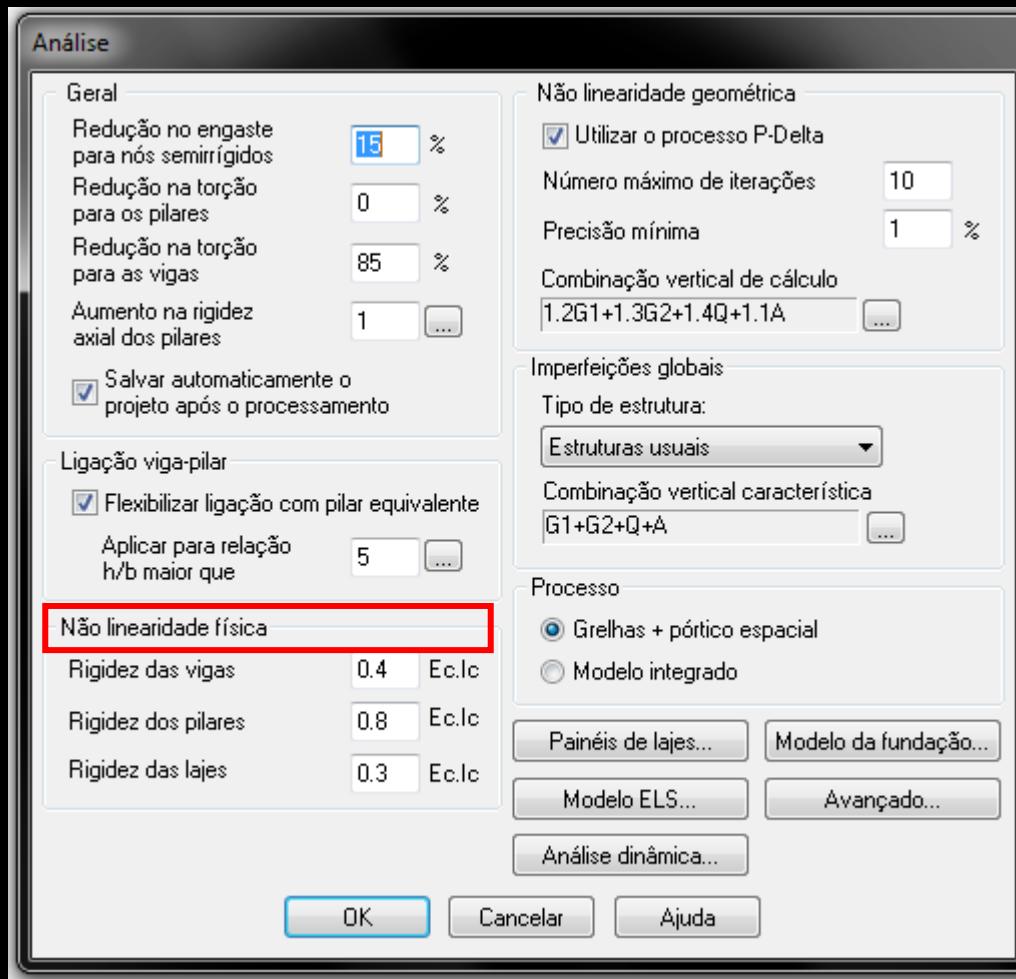
Não linearidade física	
Rigidez das vigas	0.4 <input type="text"/> $EI_c$
Rigidez dos pilares	0.8 <input type="text"/> $EI_c$
Rigidez das lajes	0.3 <input type="text"/> $EI_c$

## ELS

Não linearidade física	
Rigidez das vigas	1 <input type="text"/> $EI_c$
Rigidez dos pilares	1 <input type="text"/> $EI_c$
Rigidez das lajes	1 <input type="text"/> $EI_c$

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

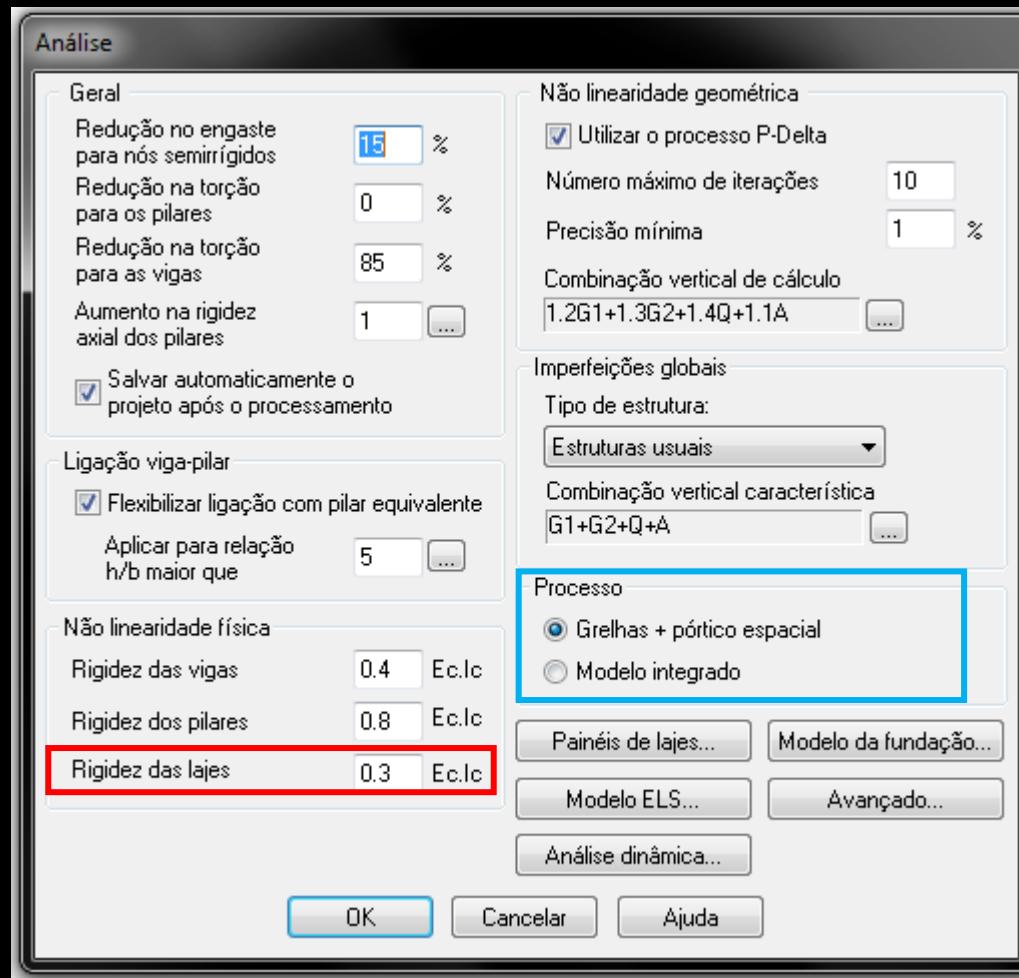
## ANÁLISE – NÃO LINEARIDADE FÍSICA



Quando os deslocamentos horizontais estiverem acima do limite. É preciso reajustar a rigidez dos elementos conforme 6118 apenas para análise dos deslocamentos em ELS com rigidez integral e recalcular a estrutura.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – NÃO LINEARIDADE FÍSICA



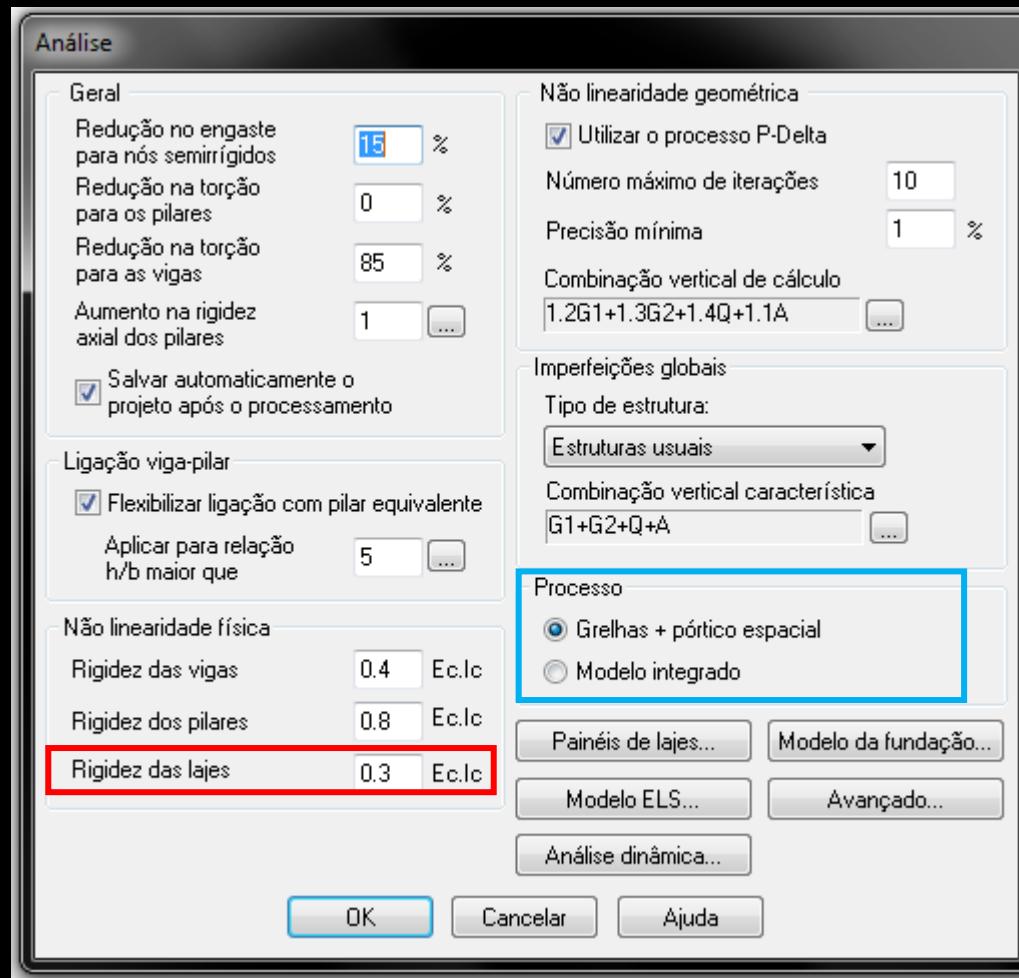
Outras considerações:

No caso de adotar o modelo **Grelhas + Pórtico**, este valor não influenciará nos esforços nas lajes nem no comportamento global da edificação (considera-se o efeito de diafragma rígido das lajes na estrutura). A única diferença estará nos deslocamentos elásticos.

A redução da rigidez das lajes é utilizada na análise elástica dos esforços nas lajes e no cálculo das flechas elásticas das mesmas, não interferindo no cálculo das flechas imediatas e diferidas. Caso não seja feito o cálculo da flecha diferida (ou mesmo que seja feito, mas para se ter uma estimativa prévia desse valor), é recomendável que este item seja definido de tal forma a reproduzir, aproximadamente, a diferença entre a flecha elástica e a diferida.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

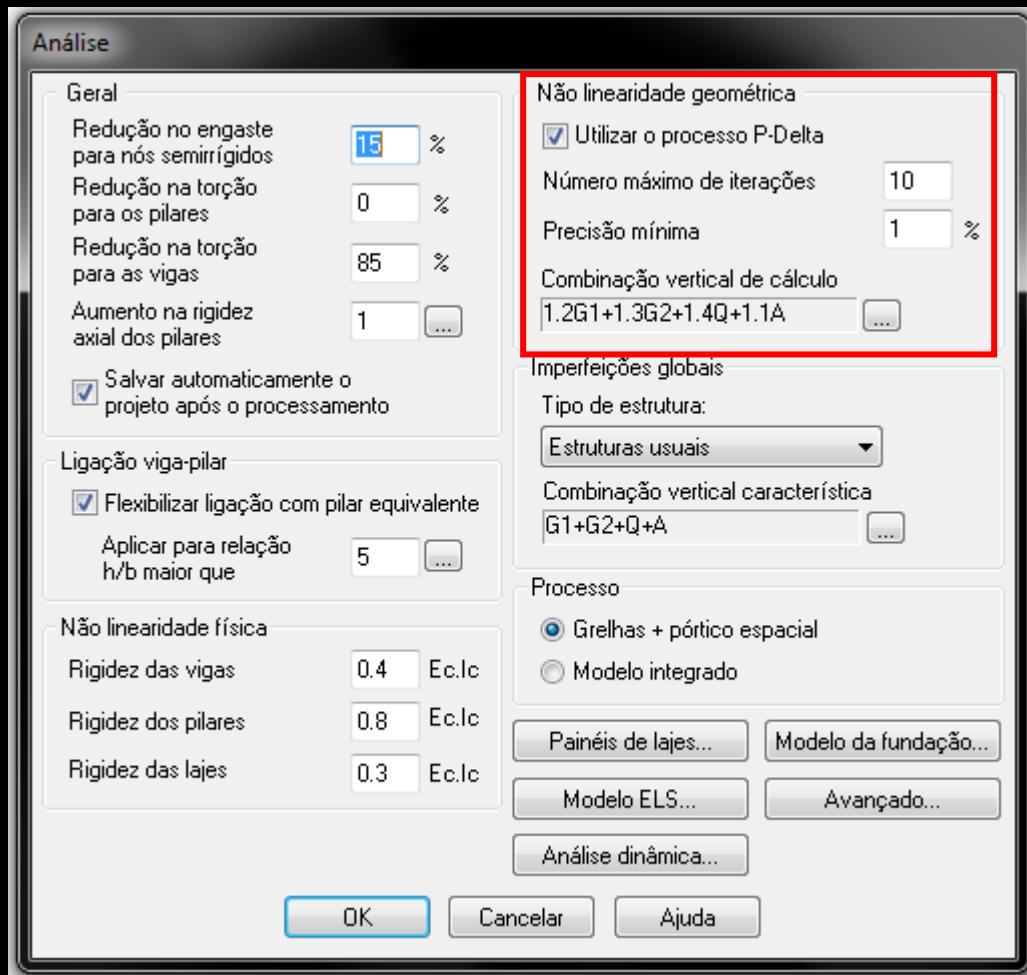
## ANÁLISE – NÃO LINEARIDADE FÍSICA



Outras considerações:

No caso de adotar o modelo **Integrado**, em que a rigidez das lajes influencia diretamente no contraventamento da estrutura, é necessário configurar este item conforme a indicação normativa, visando não apenas as verificações ao Estado-limite de Serviço (ELS), mas também ao Estado-limite Último (ELU).

## ANÁLISE – NÃO LINEARIDADE GEOMÉTRICA

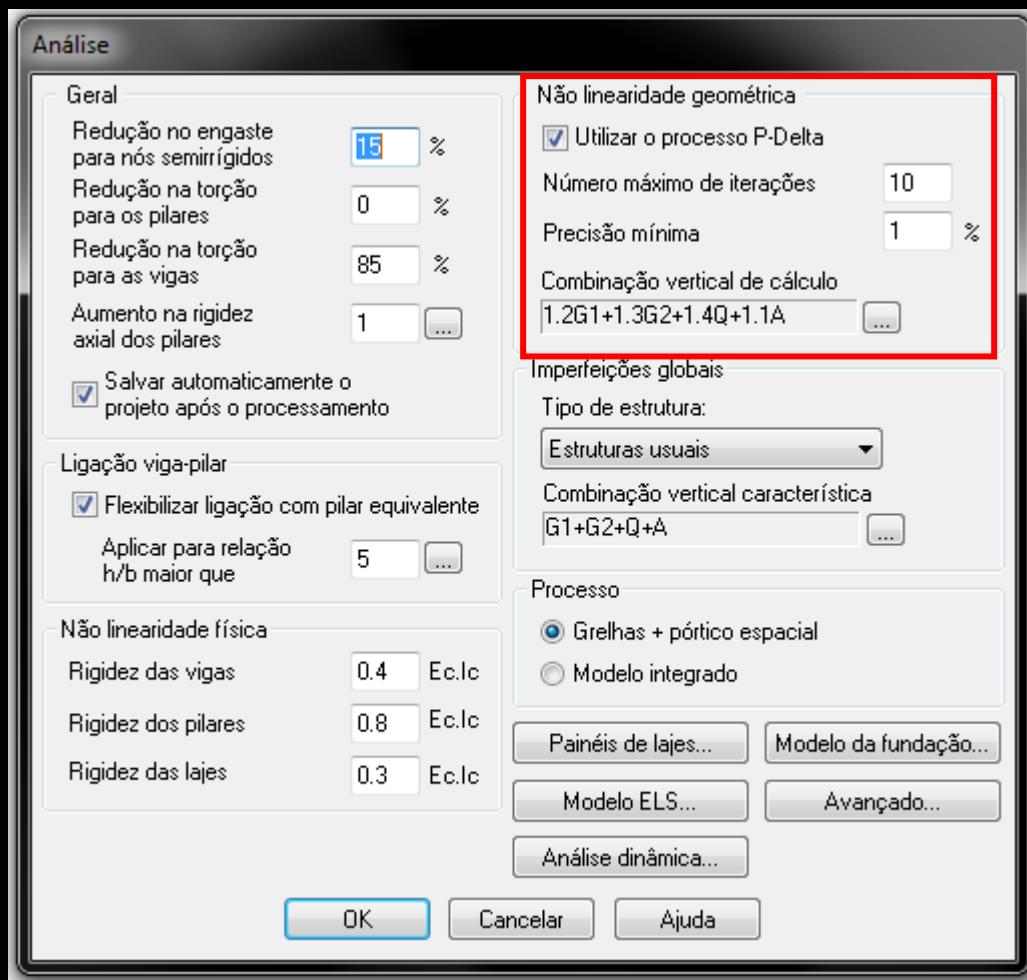


Ocorre quando os deslocamentos afetam significativamente a rigidez da estrutura, e os esforços de 2<sup>a</sup> ordem. (se a estrutura é de nós fixos ou de nós móveis)  
Exemplos:

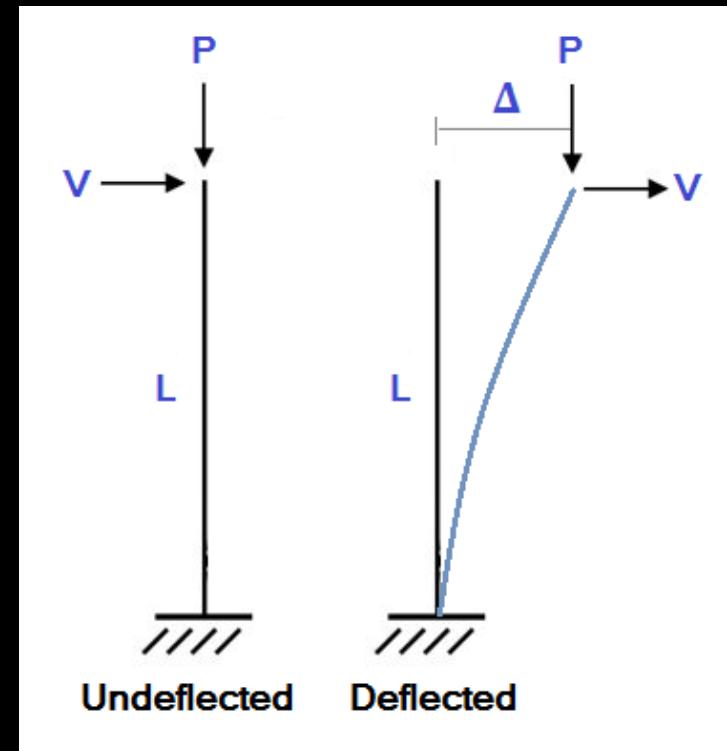
**Grandes deformações:** não existem restrições quando a magnitudes das deformações e rotações que podem ocorrer. A formulação leva em conta este efeito ajustando-se a forma dos elementos para refletir a mudança da geometria.

**Grandes deslocamentos:** neste caso as deformações são pequenas, porém as rotações são grandes que levam a mudança de orientação da estrutura, fazendo com que influencie diretamente na estabilidade global.

## ANÁLISE – NÃO LINEARIDADE GEOMÉTRICA

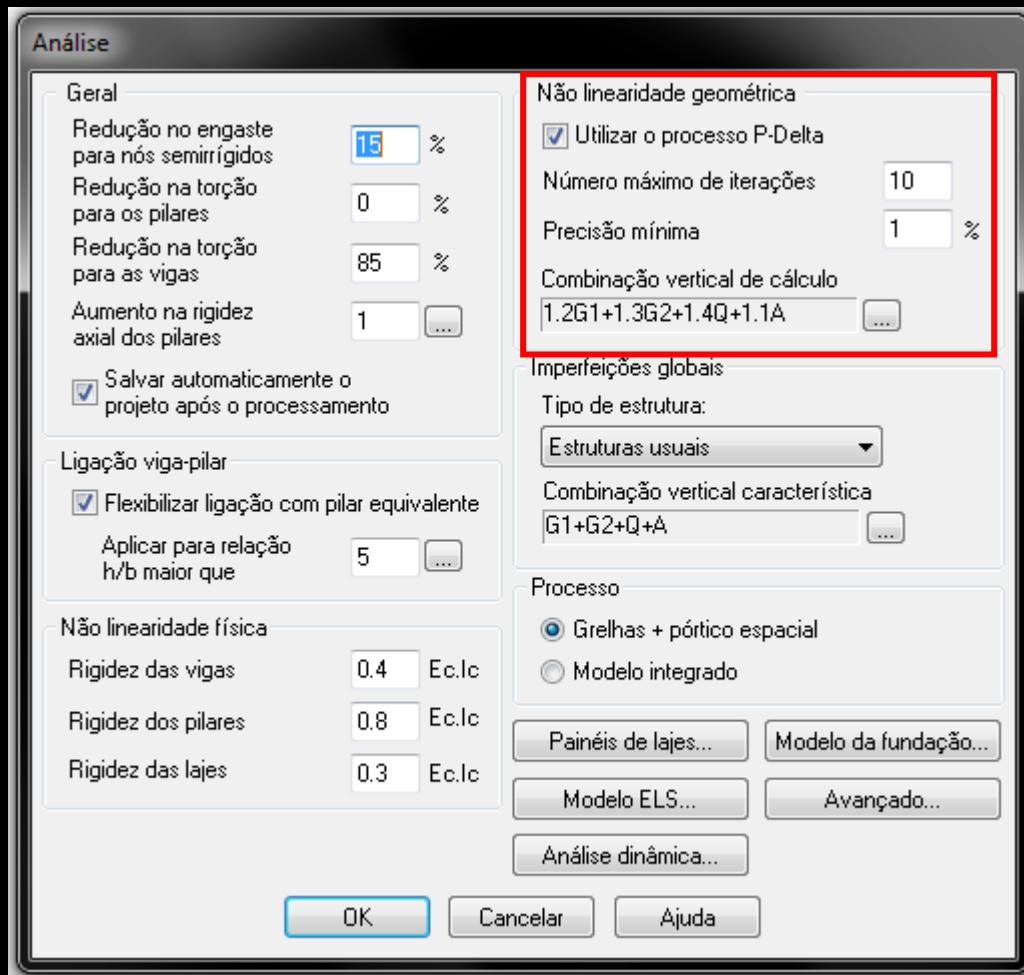


P-Delta.



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – NÃO LINEARIDADE GEOMÉTRICA

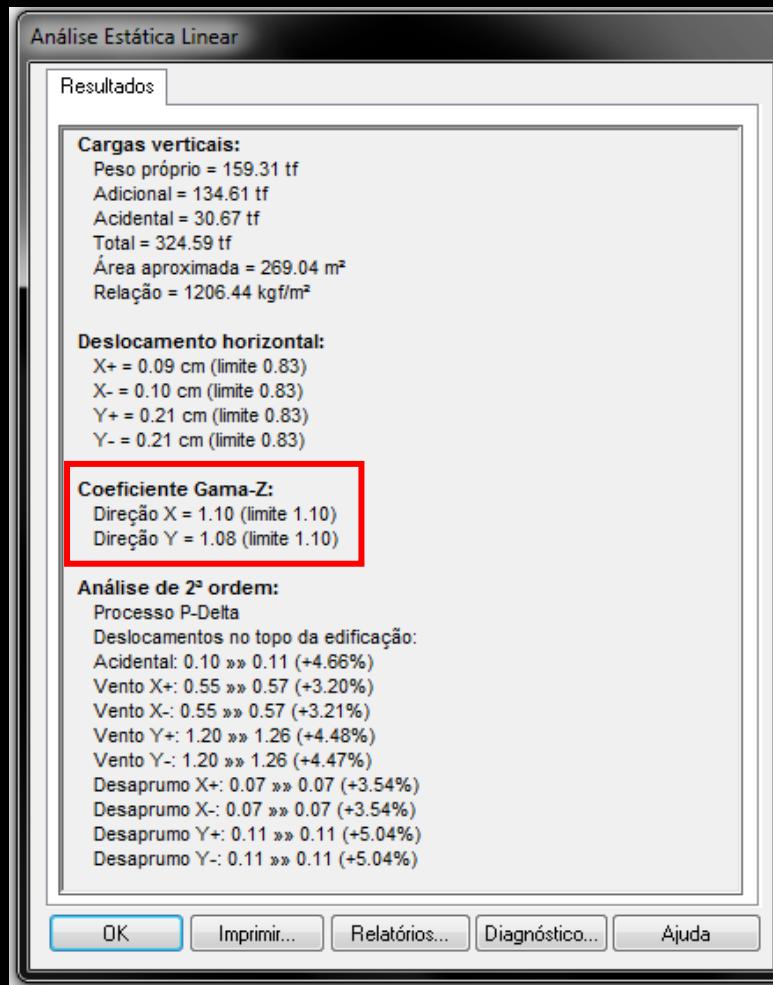


P-Delta. Esse método de cálculo é um processo iterativo, onde uma carga vertical **P** atuante em um pilar causa um acréscimo de momento devido ao deslocamento horizontal **Δ** desse mesmo pilar. Esse novo momento gera novas cargas horizontais que são reinseridas na estrutura, gerando novos deslocamentos horizontais e um novo momento **PΔ**. Na opção **Precisão mínima** o projetista define a diferença máxima que pode haver entre deslocamentos horizontais de uma iteração para a outra, de forma que quando a diferença atingida é inferior ao valor configurado, o processo se encerra pois as condições já foram atendidas. No item **Número máximo de iterações** o projetista pode definir quantas vezes esse processo será realizado, caso não se tenha atingido a precisão mínima. Ao ser atingido o número máximo de iterações sem a precisão mínima configurada, será emitida a mensagem **O processo P-Delta não convergiu**

e a estrutura não será processada.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – NÃO LINEARIDADE GEOMÉTRICA



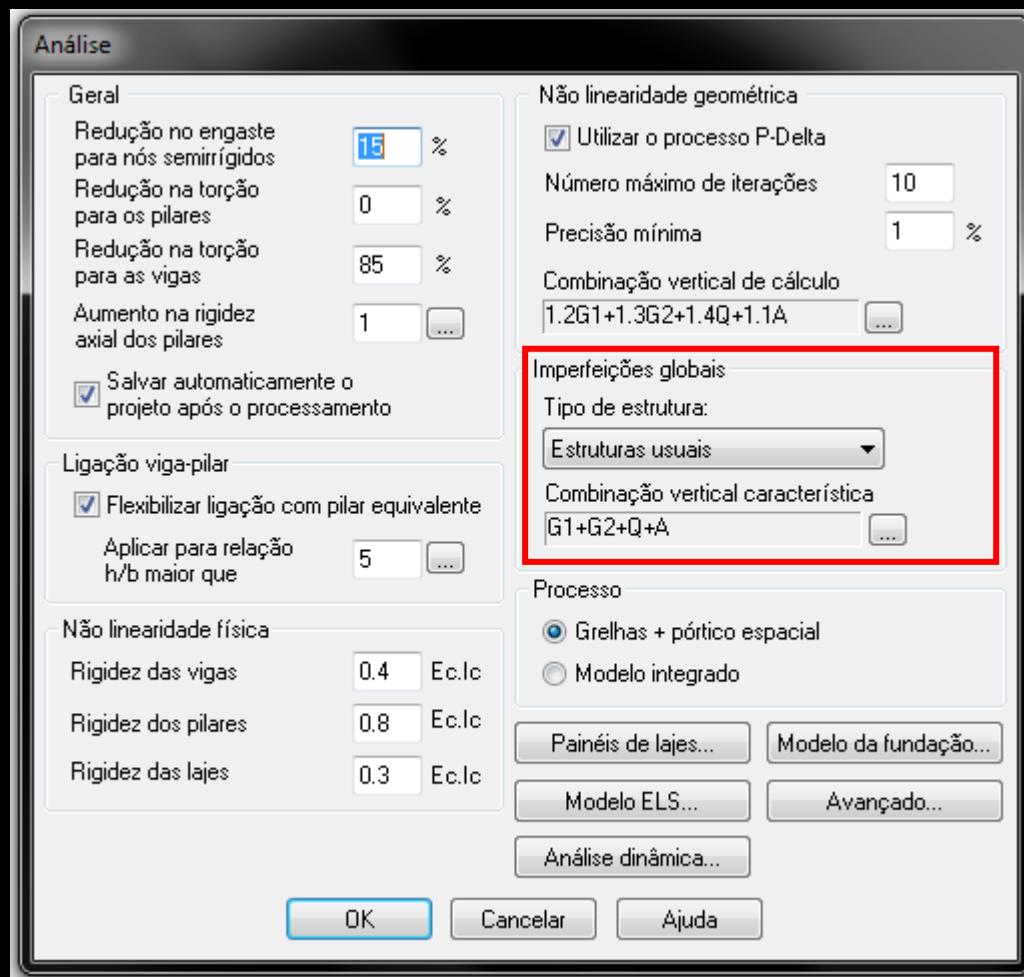
Ocorre quando os deslocamentos afetam significativamente a rigidez da estrutura, e os esforços de 2<sup>a</sup> ordem. (se a estrutura é de nós fixos ou de nós móveis) Exemplos:

**Se Gama – Z estiver abaixo do limite ( posso desabilitar P-delta )**

**Se Gama – Z estiver acima do limite ( habilitar P-delta )**

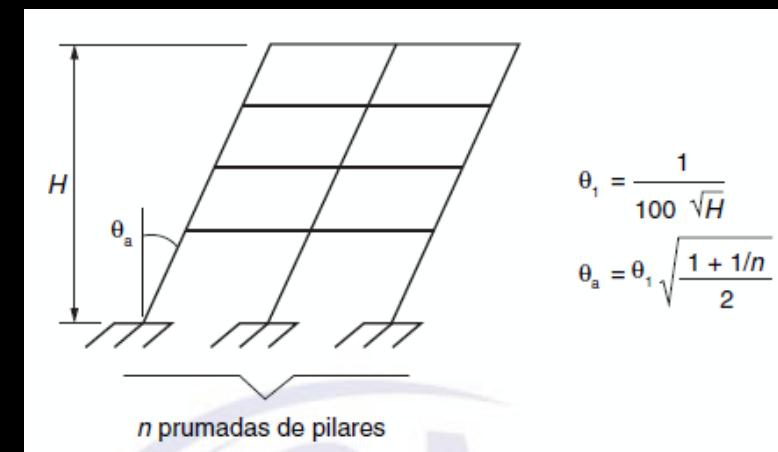
**Para residências e estruturas abaixo de 4 pavimentos, a 6118 não permite utilizar o Gama-Z, logo é indicado manter o P-Delta sempre ligado.**

## ANÁLISE – IMPERFEIÇÕES GLOBAIS

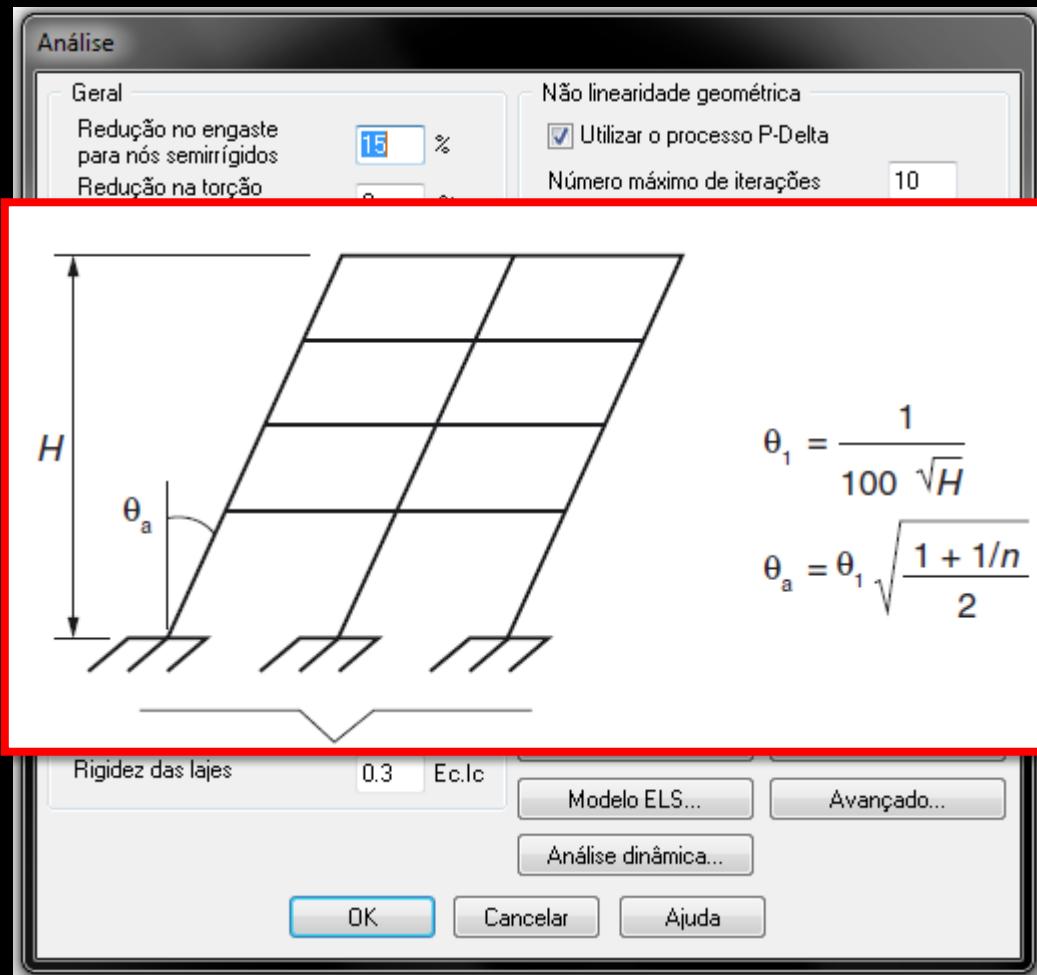


Sempre que estamos falando sobre IMPERFEIÇÕES GLOBAIS, estamos nos referindo ao DESAPRUMO.

De forma geral, o edifício terá sempre um ângulo de inclinação no qual ele vai se deslocar. E aqui é preciso informar ao software qual será o seu critério de análise referente ao tipo de estrutura. Nesse caso as combinações são \*características, ou seja, não são majoradas.



## ANÁLISE – IMPERFEIÇÕES GLOBAIS



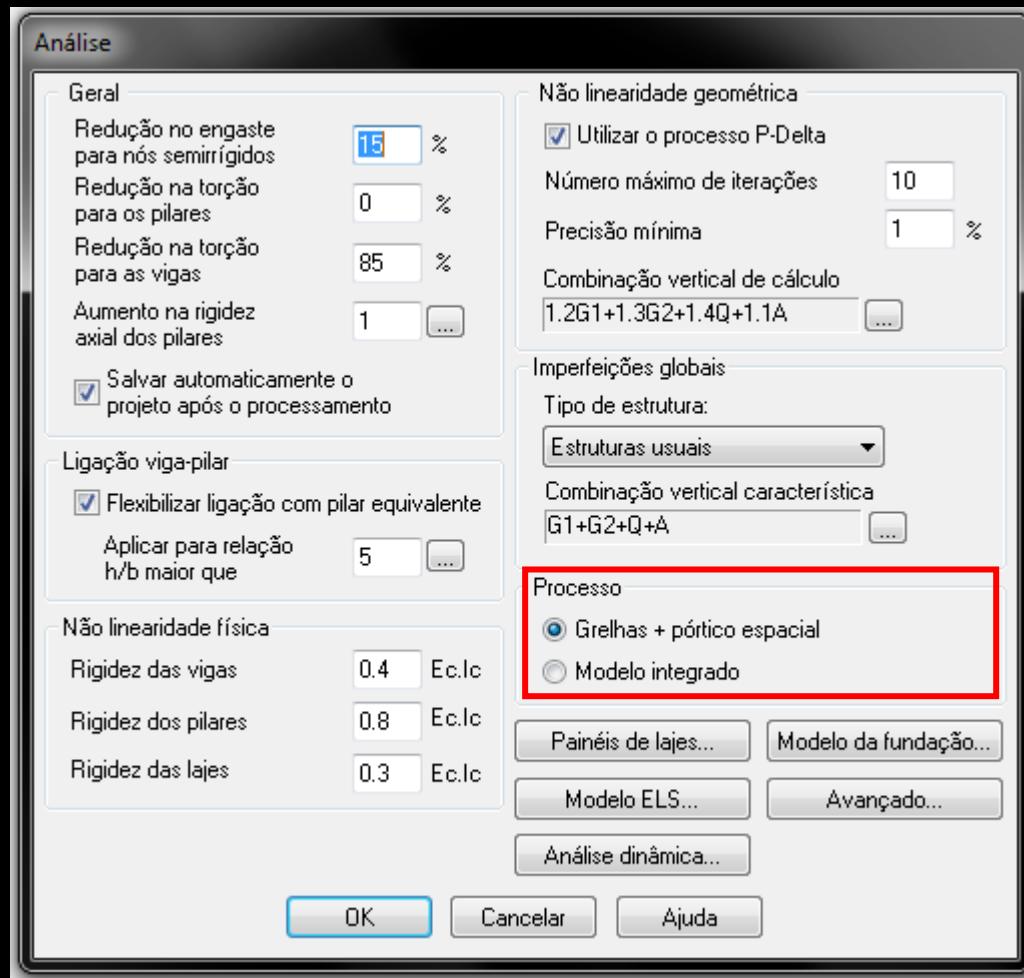
A configuração permite definir o tipo predominante da estrutura, necessário para o cálculo do desaprumo, conforme item 11.3.3.4.1 da NBR 6118:2014. No item estão previstos 3 tipos de edificações, descritas como:

**Estruturas usuais:** estruturas convencionais, compostas de vigas, pilares e lajes. Para essas estruturas  $\theta_1$  possui valor mínimo de 1/300 e máximo de 1/200;

**Predominância em laje plana:** estruturas compostas predominantemente com lajes apoiadas diretamente sobre pilares ou com faixas de vigas embutidas nas lajes. Para essas estruturas, deve-se considerar o valor de  $\theta_a = \theta_1$ ;

**Pilares em balanço:** estruturas com estabilidade garantida pelo engastamento dos pilares nas fundações, como por exemplo, estruturas pré-moldadas com ligações rotuladas entre vigas e pilares. Para essas estruturas, o valor de  $\theta_1$  assume o valor de 1/200.

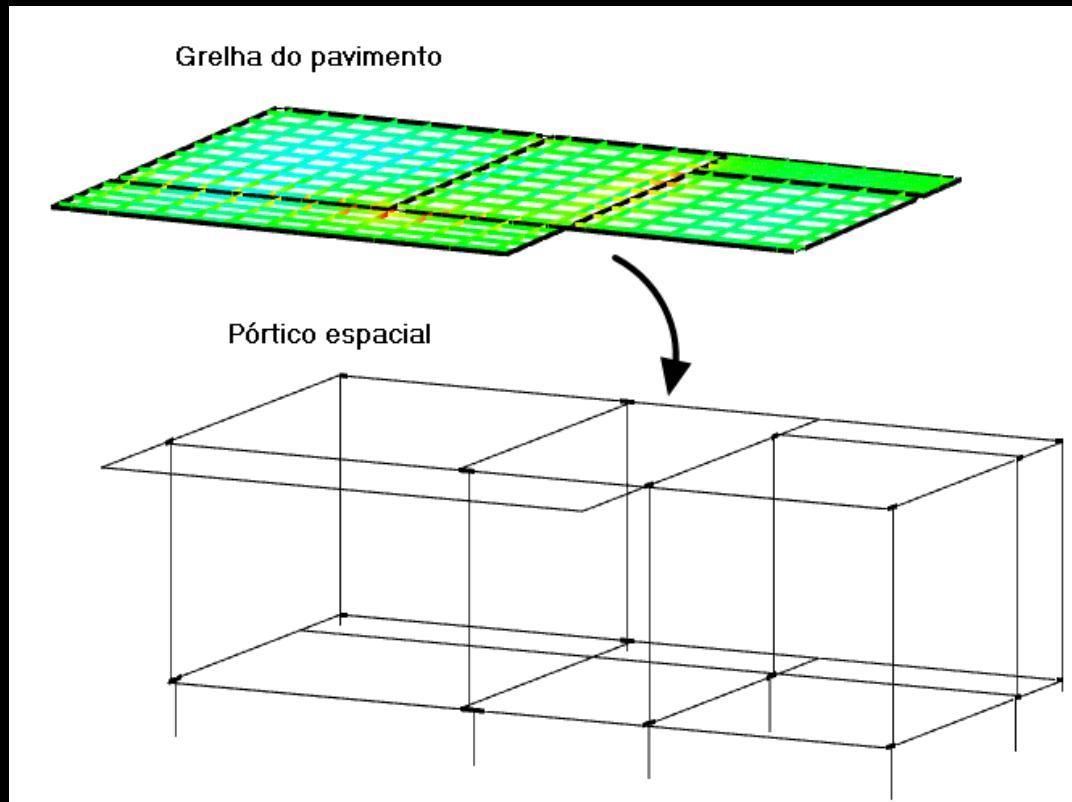
## ANÁLISE – PROCESSO (GRELHAS + PÓRTICO) VS (MODELO INTEGRADO)



No modelo de **Grelhas + pórtico espacial**, os painéis de lajes são analisados primeiro, com um modelo bi-dimensional de grelha, e as reações das lajes nas vigas são adicionadas a um modelo separado de pórtico espacial, no qual são representados apenas os pilares e vigas.

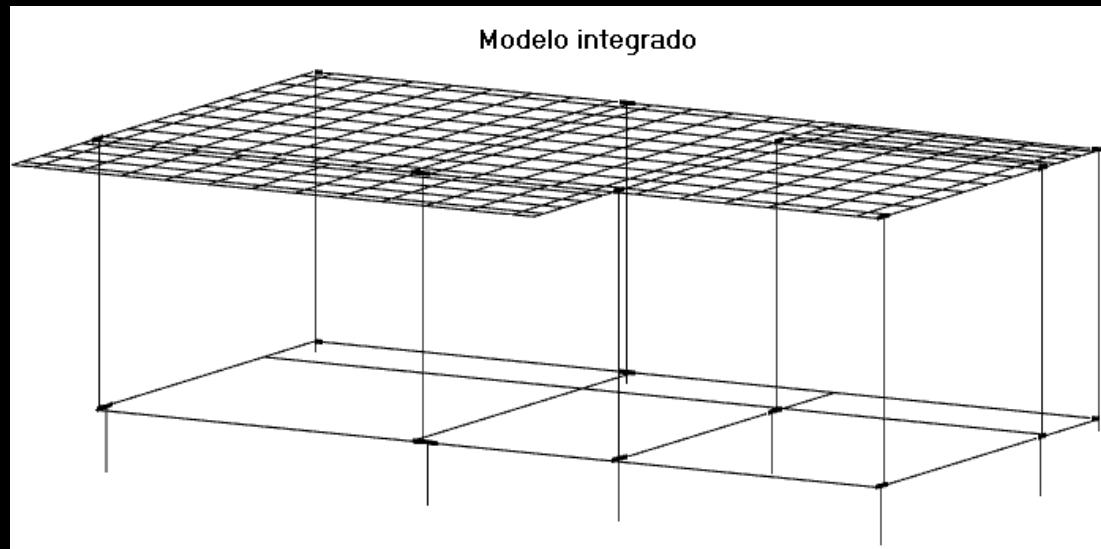
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – PROCESSO (GRELHAS + PÓRTICO) VS (MODELO INTEGRADO)



No modelo de **Grelhas + pórtico espacial**, os painéis de lajes são analisados primeiro, com um modelo bi-dimensional de grelha, e as reações das lajes nas vigas são adicionadas a um modelo separado de pórtico espacial, no qual são representados apenas os pilares e vigas.

## ANÁLISE – PROCESSO (GRELHAS + PÓRTICO) VS (MODELO INTEGRADO)

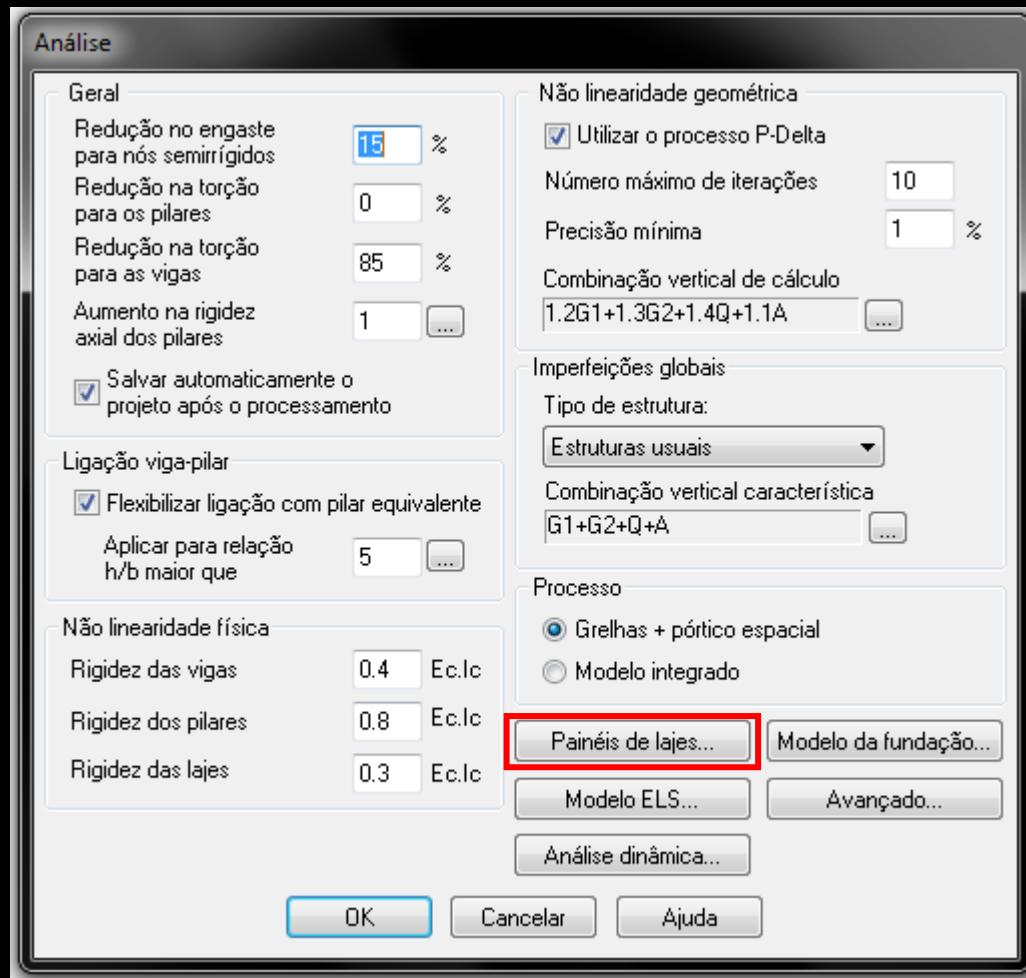


O **modelo integrado**, por sua vez, inclui todas as barras de todos os pavimentos em um modelo espacial único, e realiza a análise deste pórtico de maneira completa para já obter os esforços em lajes, vigas e pilares da estrutura. A adoção deste modelo permite considerar a presença das lajes na análise da estabilidade global da estrutura, bem como calcular esforços de temperatura e de retração nos elementos estruturais.

Sempre que alterar este modelo de análise, é necessário reprocessar a estrutura para que tenha efeito esta alteração.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES

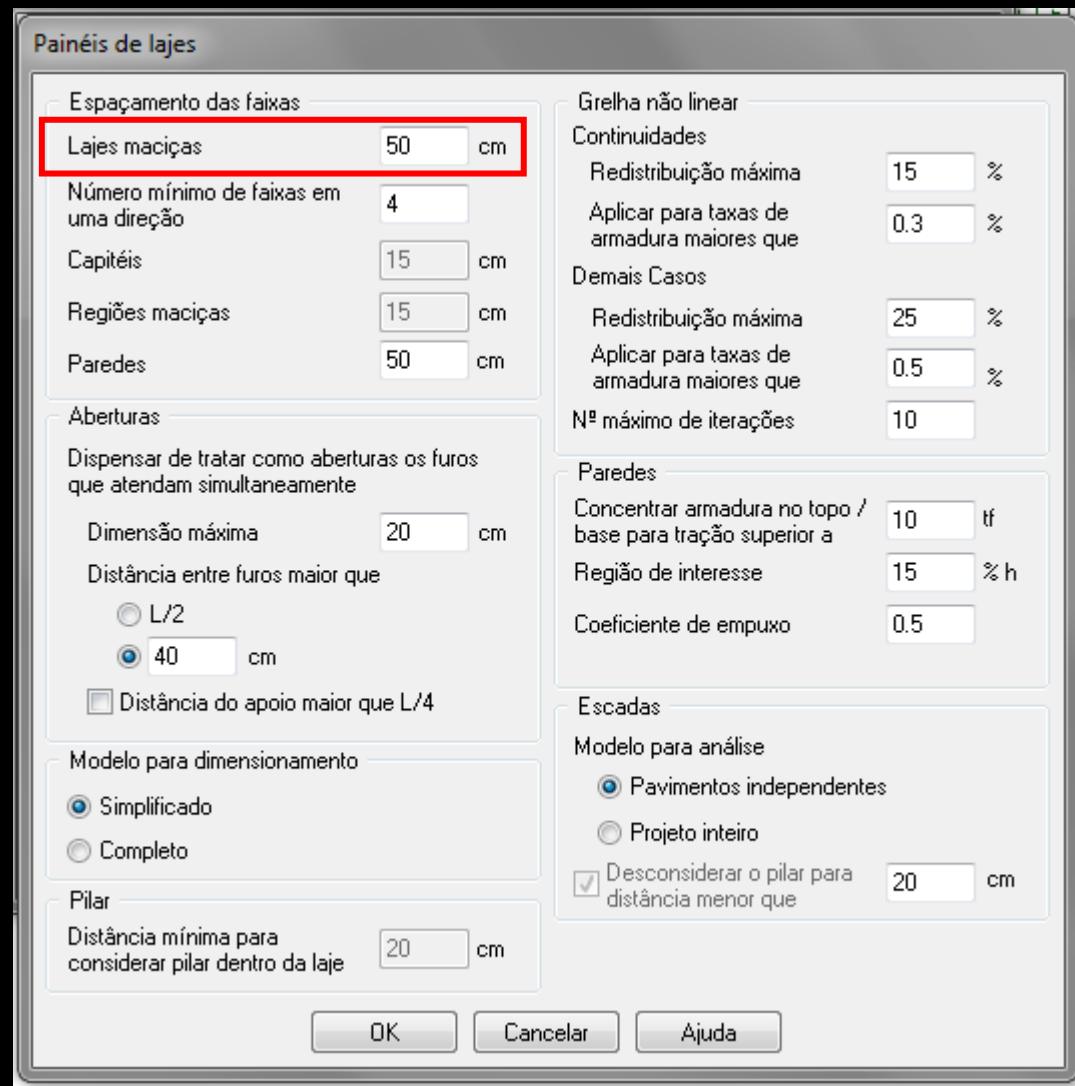


Onde acessar: configuração Análise, botão "Painéis de lajes"

Objetivo: Neste grupo são configurados parâmetros relativos à análise dos painéis de lajes.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES

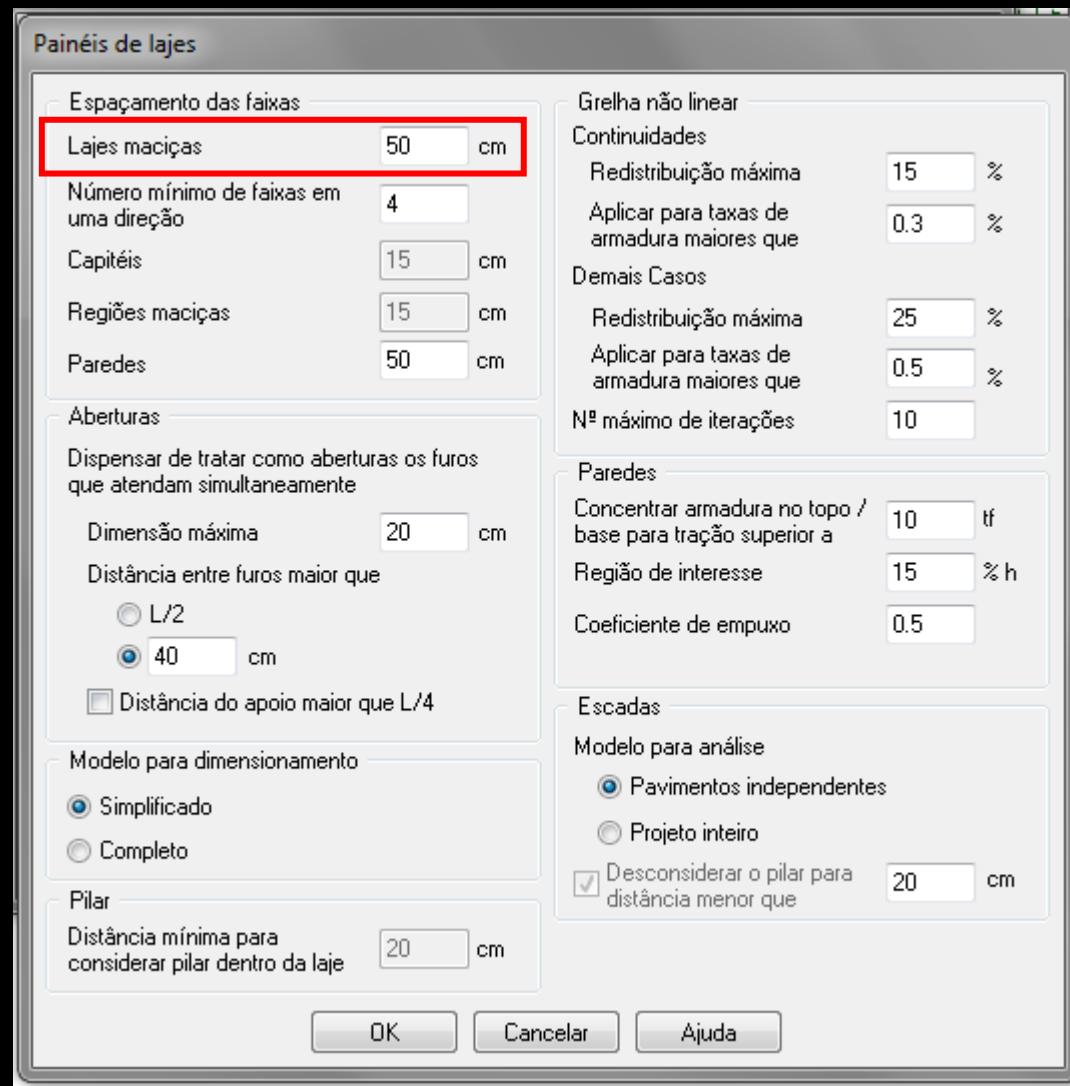


Esta opção somente se aplica no caso de lajes maciças.

Nas lajes nervuradas as dimensões de cálculo das faixas já são definidas pelo modelo da laje e suas dimensões.



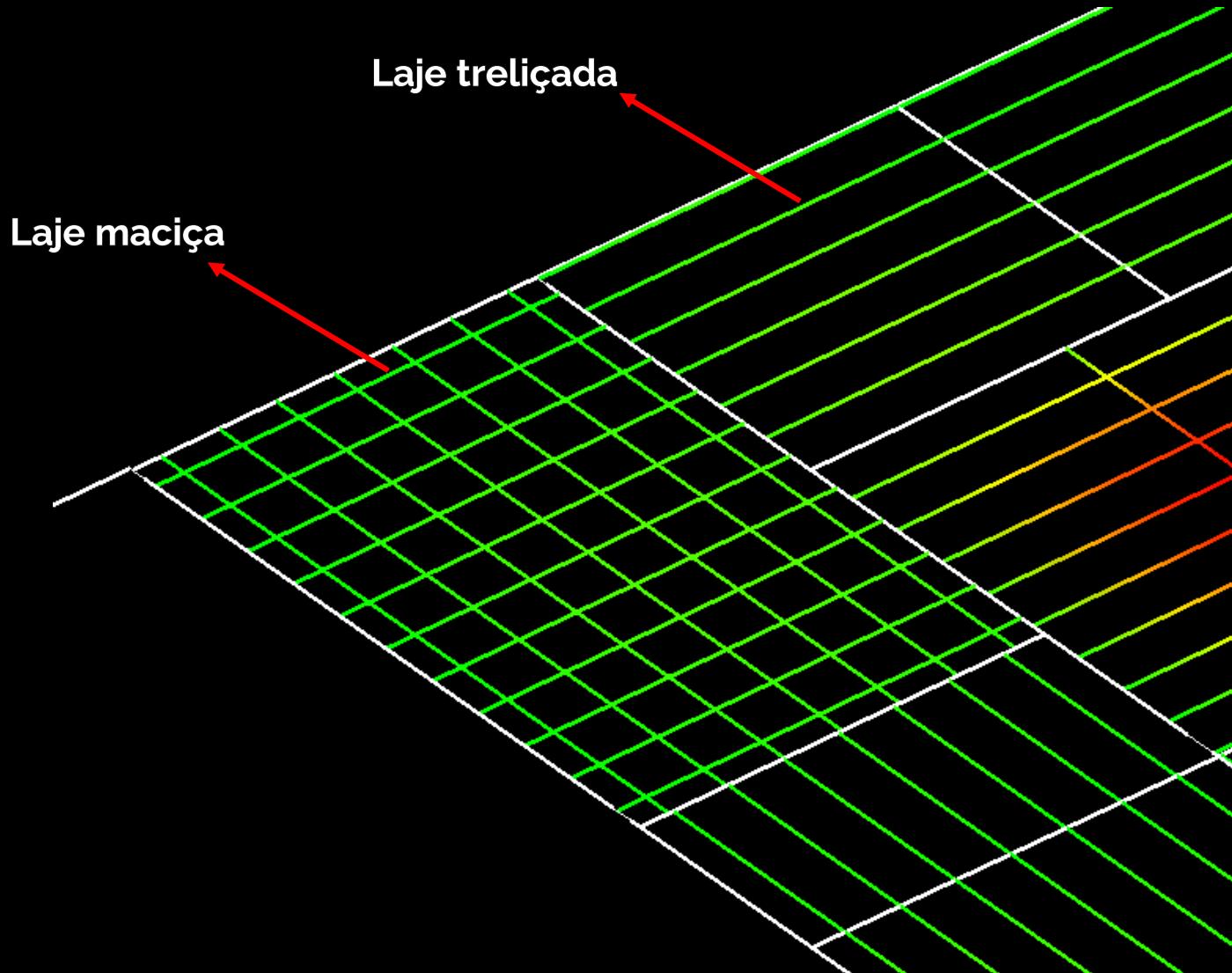
## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES



**Lajes maciças:** este item define o espaçamento entre barras da grelha discretizada a ser utilizado nos modelos de analogia de grelha.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES

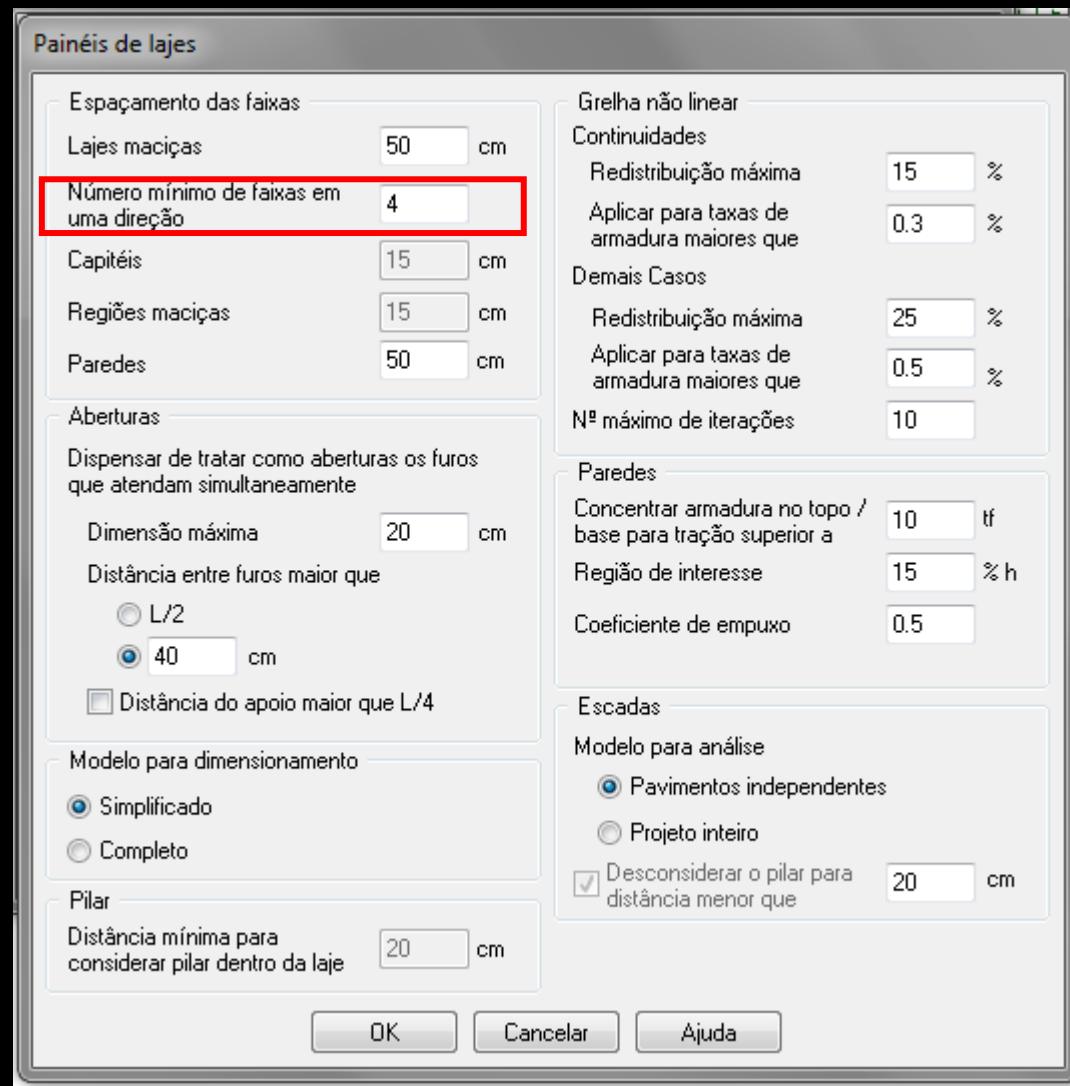


Para lajes maciças utiliza-se o espaçamento das faixas definido na configuração Análise-Painéis de Lajes, item "Espaçamento das faixas".

Para lajes não maciças, as barras da grelha são discretizadas de modo que coincidam com a posição das nervuras definida no croqui, e diferem pelo modelo de laje escolhido e a posição das suas nervuras.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

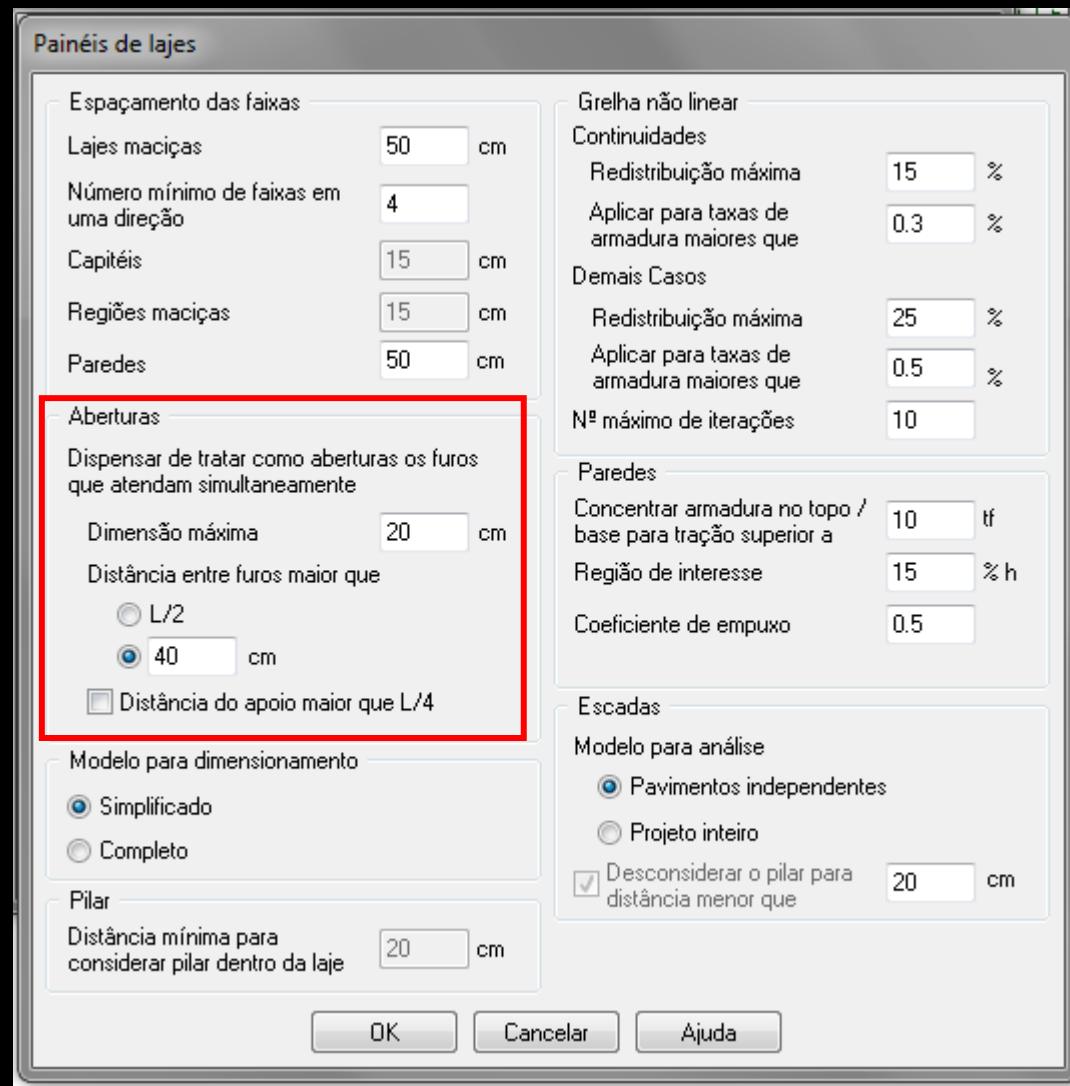
## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES



Nas lajes maciças, será respeitado o item "Número mínimo de faixas" configurado em Análise-Painéis de lajes. Neste caso será adotado esse número mínimo em uma dada direção quando for feita a discretização das lajes em uma grelha. Desta forma, lajes de pequenas dimensões têm o espaçamento entre faixas reduzido para que possam ser melhor discretizadas. As demais lajes serão discretizadas conforme posição das nervuras definidas no croqui.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES



A NBR 6118:2014 em seu item 13.2.5.2, estabelece critérios para tratar pequenas aberturas em lajes maciças, como furo. No Eberick, para ser considerado furo, deve atender simultaneamente as condições da 6118

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES

### 13.2.5.2 Aberturas que atravessam lajes na direção de sua espessura

Em lajes lisas ou lajes-cogumelo, a verificação de resistência e deformação previstas em 13.2.5 deve sempre ser realizada.

Lajes de outros tipos podem ser dispensadas dessa verificação, quando armadas em duas direções e sendo verificadas, simultaneamente, as seguintes condições:

- as dimensões da abertura devem corresponder no máximo a 1/10 do vão menor ( $\ell_x$ ) (ver Figura 13.1);
- a distância entre a face de uma abertura e o eixo teórico de apoio da laje deve ser igual ou maior que 1/4 do vão, na direção considerada; e
- a distância entre faces de aberturas adjacentes deve ser maior que a metade do menor vão.

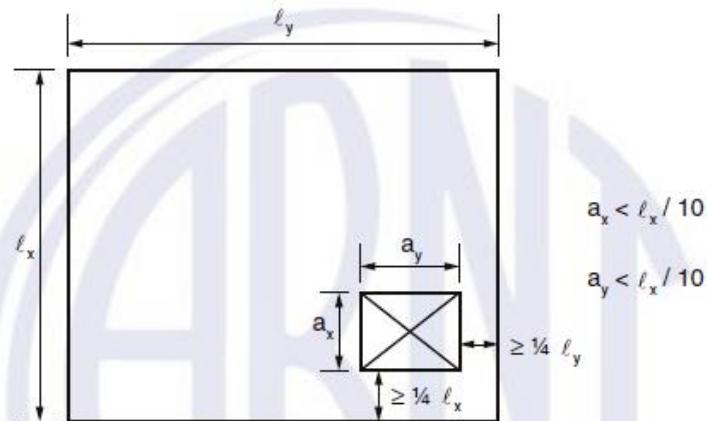


Figura 13.1 – Dimensões-limite para aberturas de lajes com dispensa de verificação

1 - As dimensões devem ser inferiores ao valor configurado em "Dimensão máxima", disponível em Análise-Painéis de laje;

2 - A distância entre a face de uma abertura e o eixo teórico de apoio da laje deve ser igual ou maior que 1/4 do vão, na direção considerada, caso o usuário tenha marcado a opção "Distância do apoio maior que L/4" em Análise-Painéis de laje ;

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES

### 13.2.5.2 Aberturas que atravessam lajes na direção de sua espessura

Em lajes lisas ou lajes-cogumelo, a verificação de resistência e deformação previstas em 13.2.5 deve sempre ser realizada.

Lajes de outros tipos podem ser dispensadas dessa verificação, quando armadas em duas direções e sendo verificadas, simultaneamente, as seguintes condições:

- as dimensões da abertura devem corresponder no máximo a 1/10 do vão menor ( $\ell_x$ ) (ver Figura 13.1);
- a distância entre a face de uma abertura e o eixo teórico de apoio da laje deve ser igual ou maior que 1/4 do vão, na direção considerada; e
- a distância entre faces de aberturas adjacentes deve ser maior que a metade do menor vão.

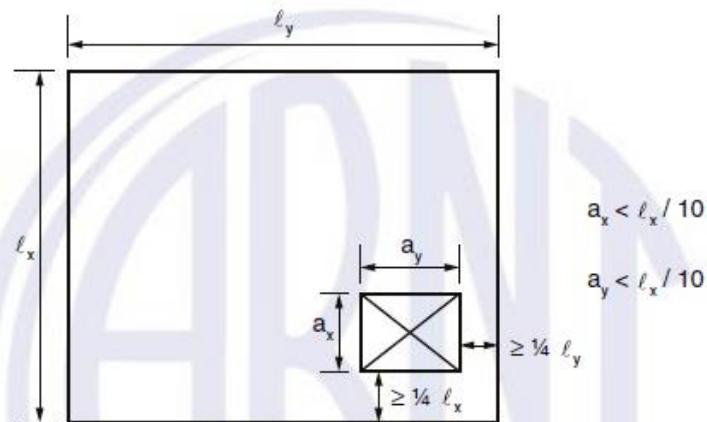


Figura 13.1 – Dimensões-limite para aberturas de lajes com dispensa de verificação

3 - A distância entre faces de aberturas adjacentes deve ser maior que:

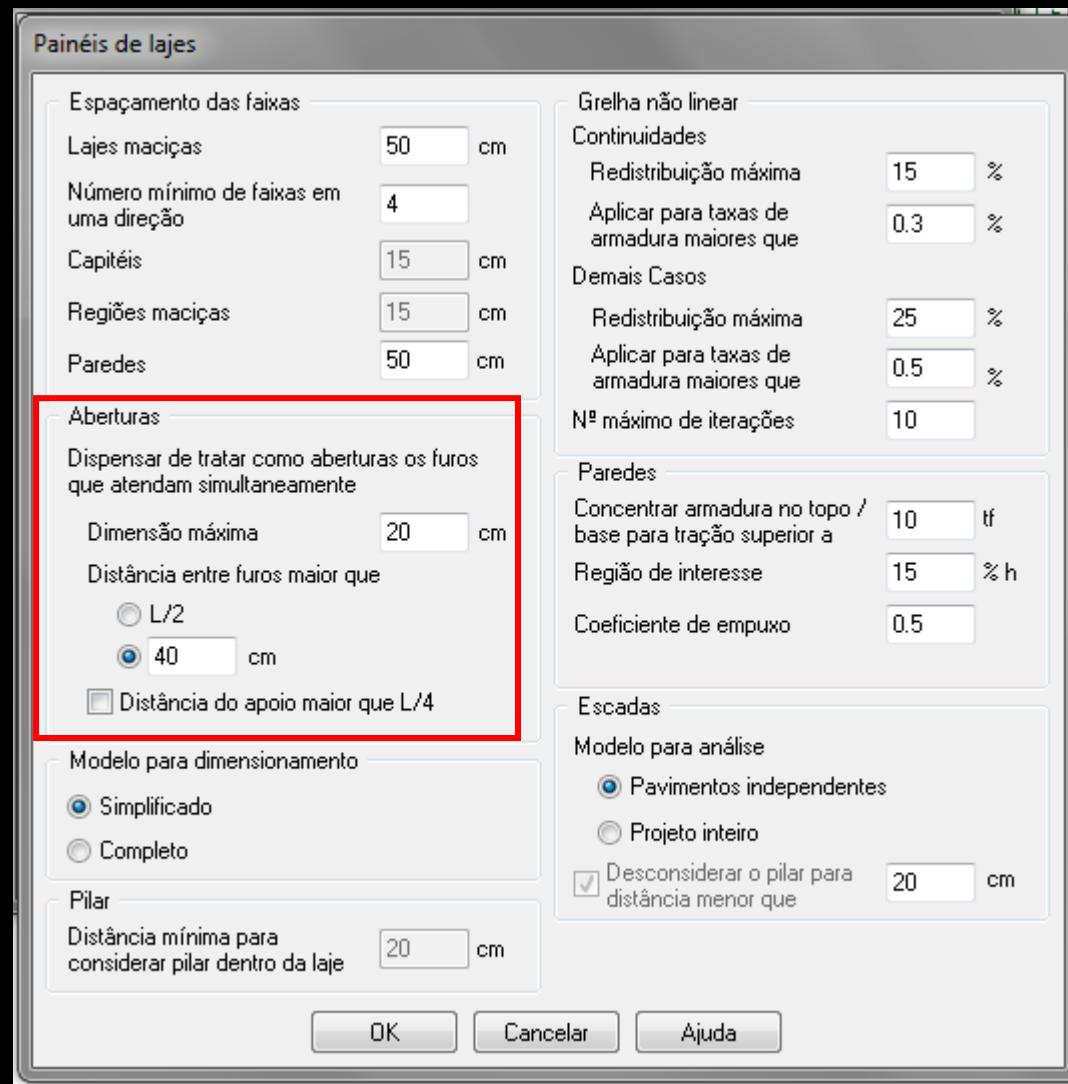
- a metade do menor vão
- maior que o valor definido pelo usuário em Análise-Painéis de laje

4 - As dimensões da abertura devem corresponder no máximo a 1/10 do menor vão;

5 - A laje não pode ser lisa (lajes com punção).

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES



**Dispensar de tratar como aberturas os furos que atendam simultaneamente**

**Dimensão máxima:** para ser considerada como furo, a abertura deve ter dimensão menor ou igual a configurada.

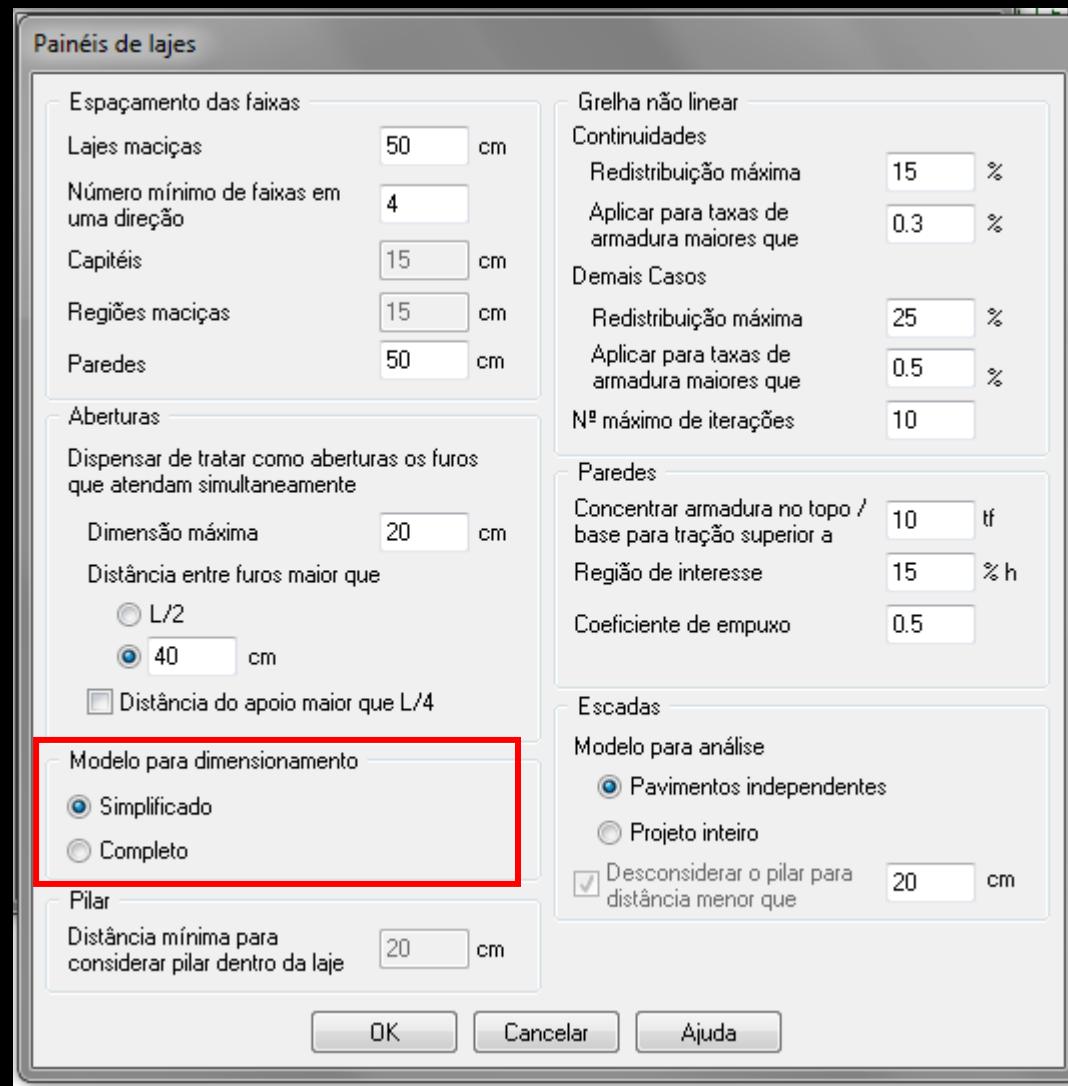
**Distância entre furos maior que:** define a distância mínima entre as faces das aberturas adjacentes.

**L/2:** metade do vão da laje na direção analisada  
**Valor definido pelo usuário**

**Distância do apoio maior que L/4:** caso esse item esteja marcado, o programa verifica se a abertura da laje se encontra a uma distância do apoio maior que 1/4 do vão na direção considerada.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES



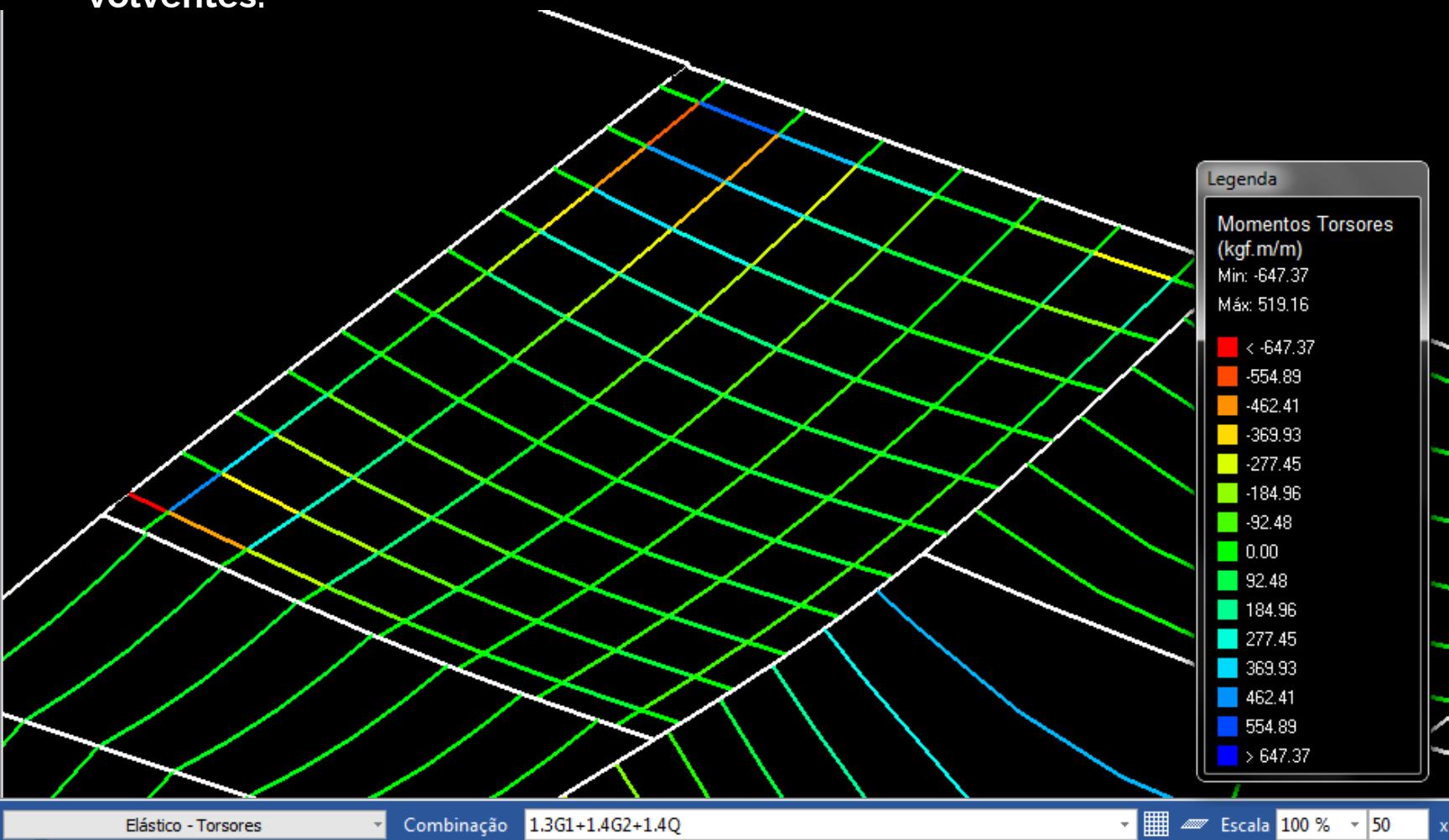
### Modelo para dimensionamento

Permite definir o modelo para dimensionamento dos painéis de lajes:

**Simplificado:** definindo o modelo como "Simplificado", o programa faz o dimensionamento dos painéis de lajes pelos esforços máximos, sem a definição de regiões de armadura e sem a consideração de momentos volventes (*Wood&Armer*).

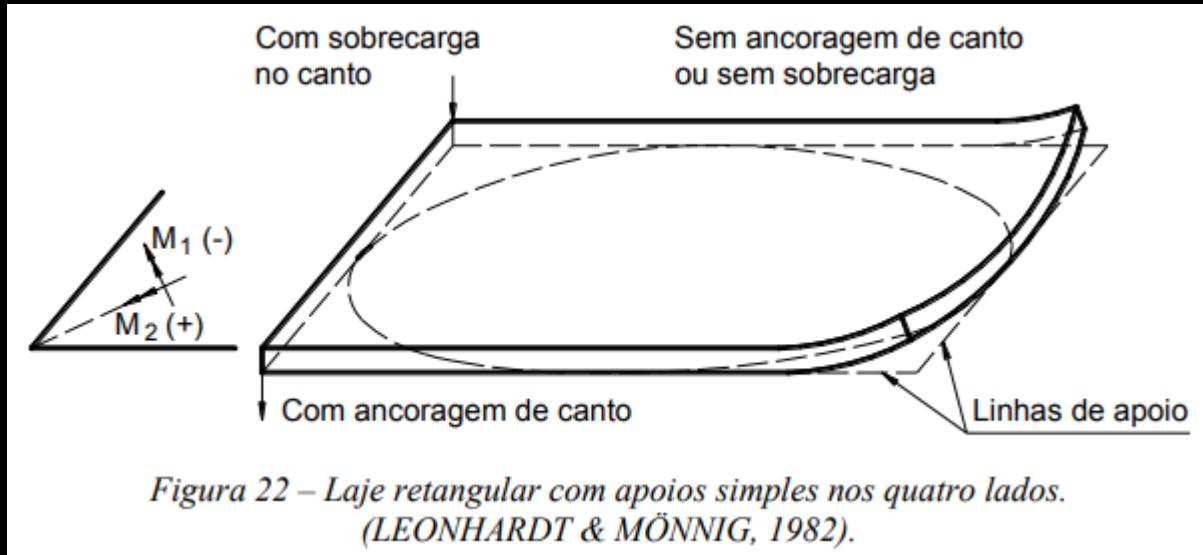
## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES

**Modelo Simplificado NÃO CONSIDERA os momentos volventes:**



## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES

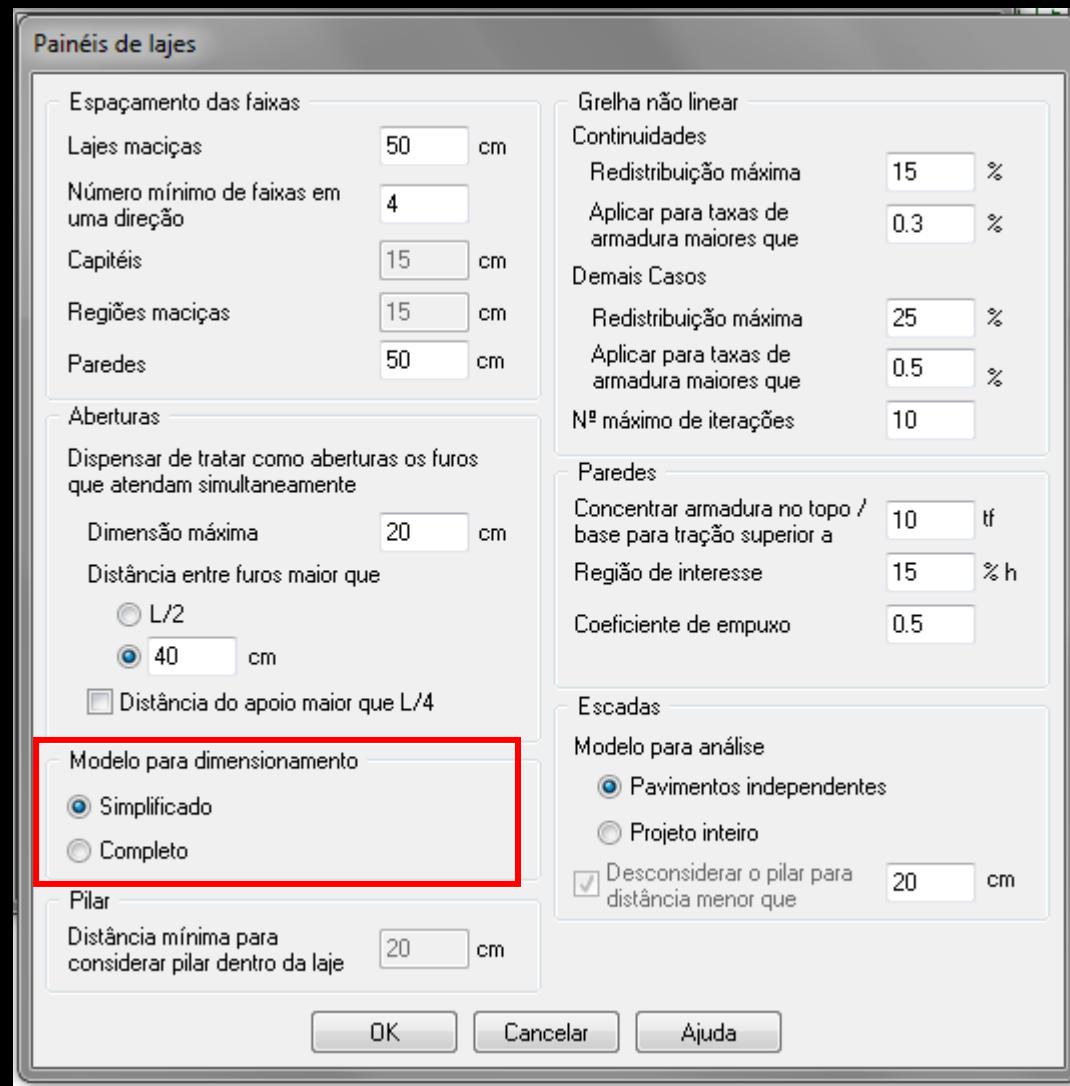
**Modelo Simplificado NÃO CONSIDERA os momentos volventes:**



Nos cantos das lajes com bordas apoiadas surgem momentos fletores negativos, que causam tração no lado superior da laje na direção da diagonal, e positivos na direção perpendicular à diagonal, que causam tração no lado inferior da laje. Os momentos nos cantos são chamados momentos volventes ou momentos de torção, e recebem a notação de  $M_{xy}$ . Para os momentos volventes devem ser dispostas armaduras convenientemente calculadas.

Se a laje estiver ligada a vigas de concreto ou se existirem pilares nos cantos, o levantamento da laje fica impedido, o que faz surgir momentos fletores nos cantos, negativos, que causam tração no lado superior da laje na direção da diagonal, e positivos na direção perpendicular à diagonal, que causam tração no lado inferior da laje. Os momentos nos cantos são chamados momentos volventes ou momentos de torção, e recebem a notação de  $M_{xy}$ .

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES

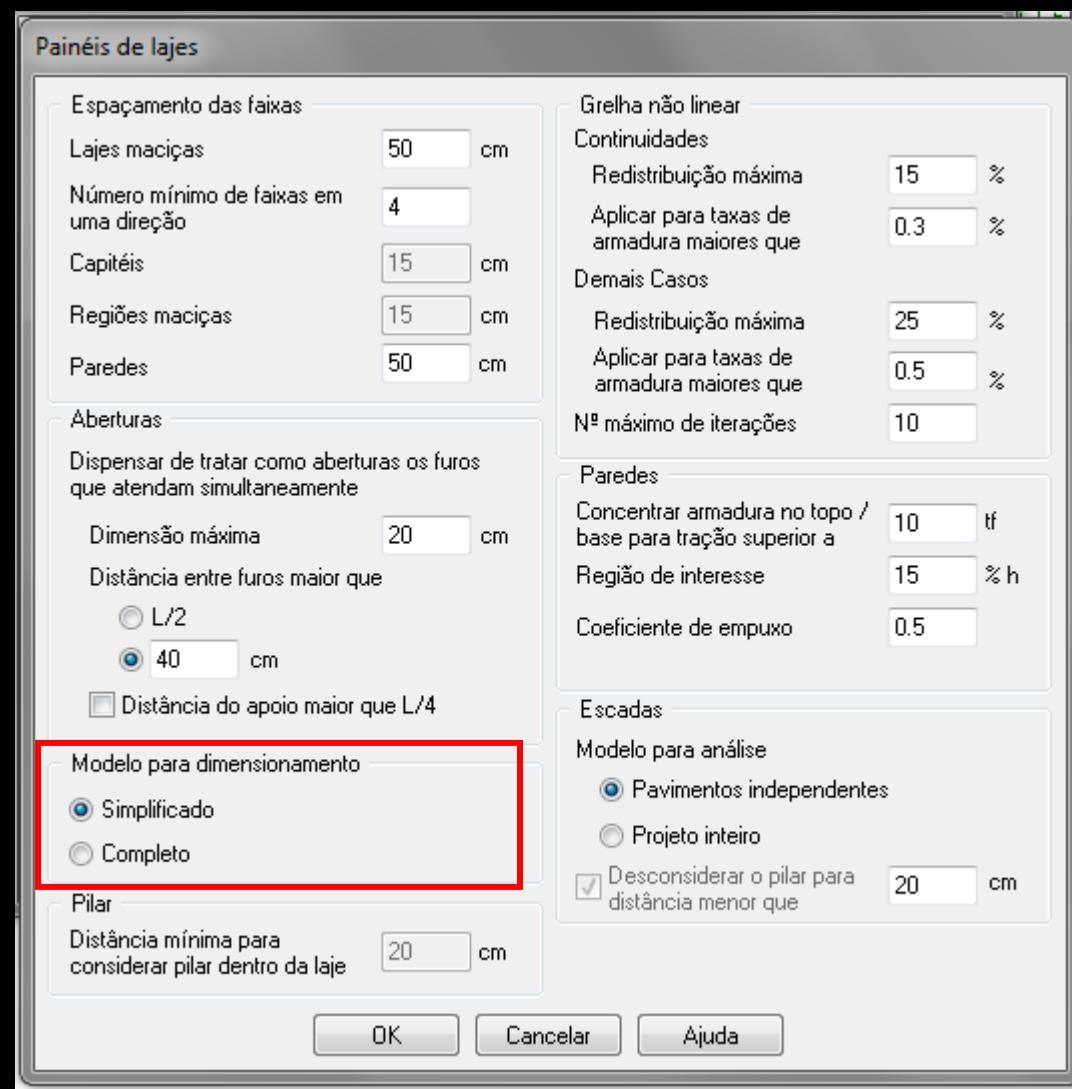


### Modelo para dimensionamento COMPLETO

Com este modelo, mais preciso, o programa obtém os esforços em cada barra da grelha e calcula, ponto a ponto, a composição entre os momentos de flexão e torção, obtendo esforços finais para dimensionamento que já cobrem os momentos volventes nas lajes. A armadura necessária também é calculada ponto a ponto, para as faces inferior e superior da laje, o que permite que esta possa ser disposta pelo programa em faixas, com os diagramas existentes, e não apenas pelo esforço máximo em toda a laje.

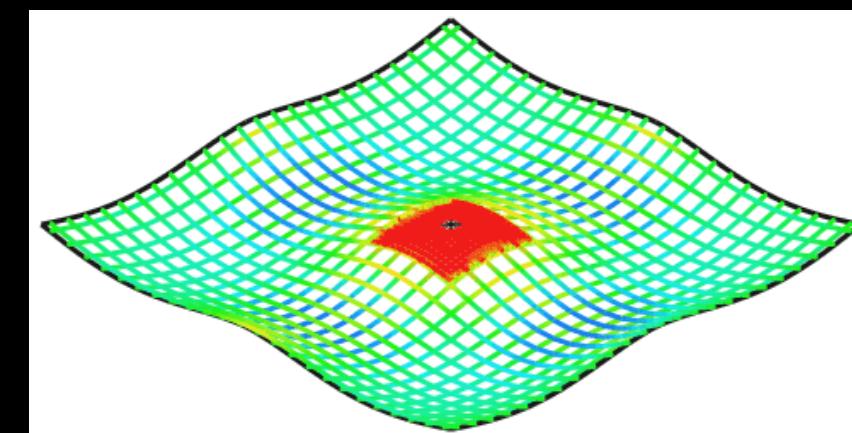
O detalhamento das lajes, pelo Modelo Completo, inclui, além da armadura positiva das lajes e da armadura negativa nas continuidades, regiões de armadura superior em qualquer ponto da laje no qual exista a ocorrência de um momento negativo não coberto pela armadura das continuidades, como, por exemplo, sobre pilares ou em cantos reentrantes da laje.

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES



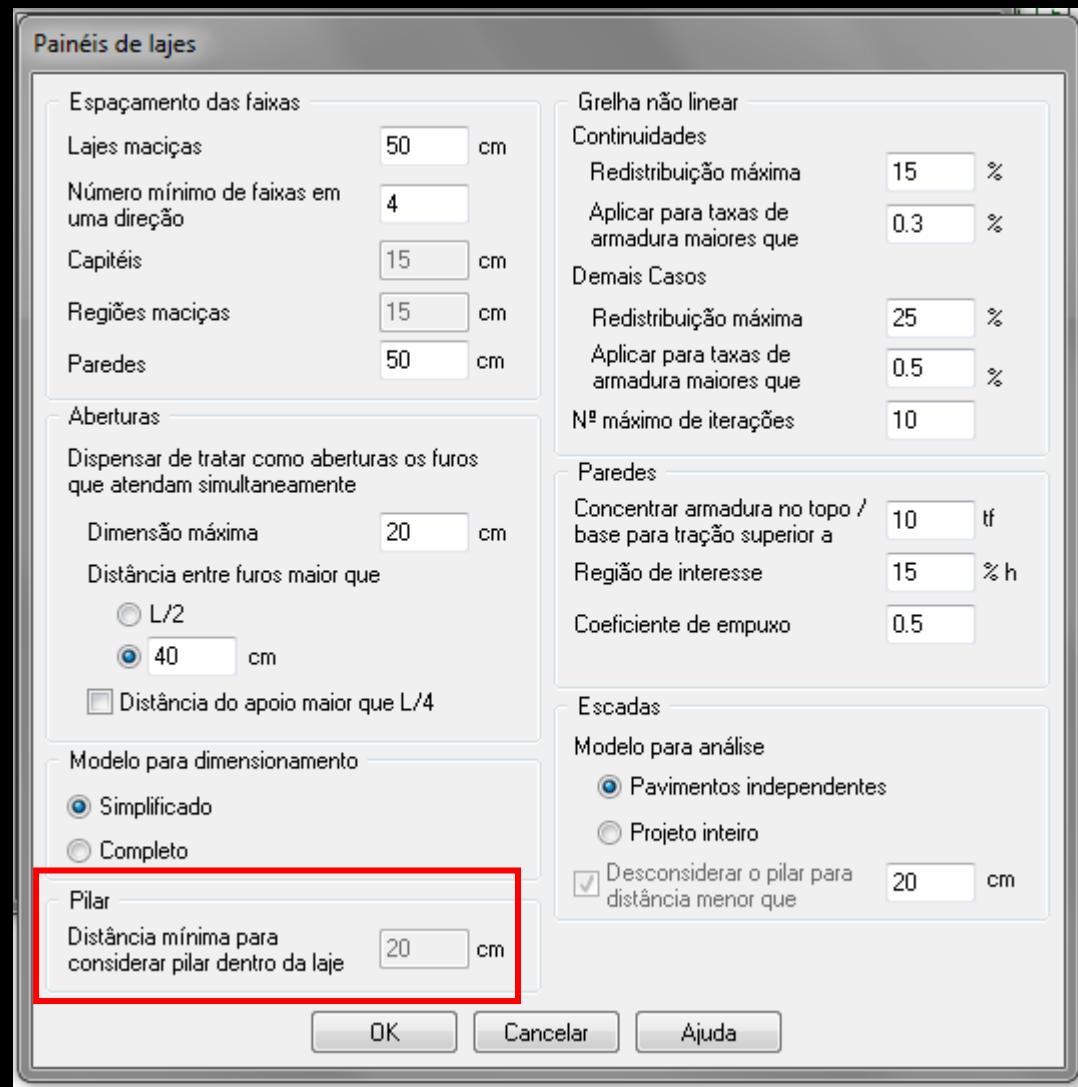
## Modelo para dimensionamento COMPLETO

Nesse caso, é possível lançar pilares em qualquer ponto dentro de uma laje, sendo estes representados no modelo de grelha do pavimento como apoios de dimensão finita. O dimensionamento e o detalhamento incluem a verificação da laje à punção e a geração das regiões de armadura superior necessária.

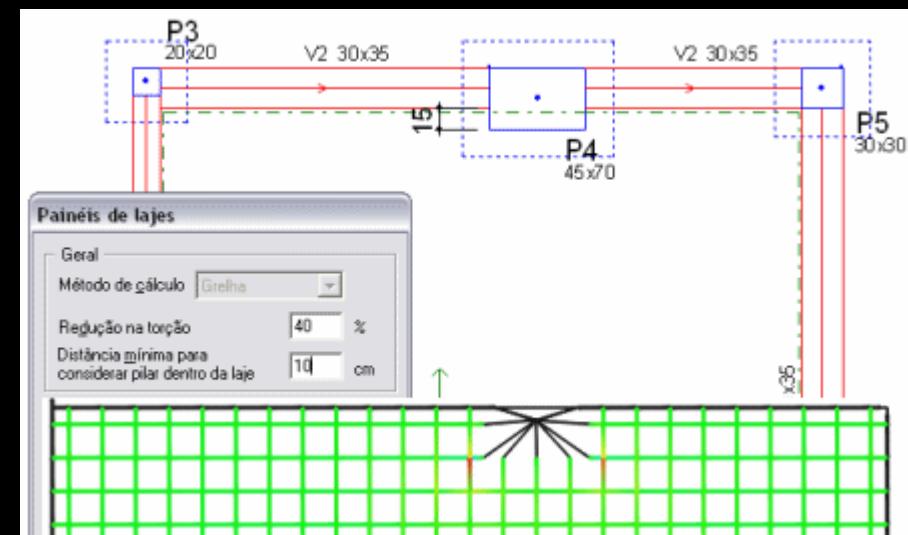


# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES

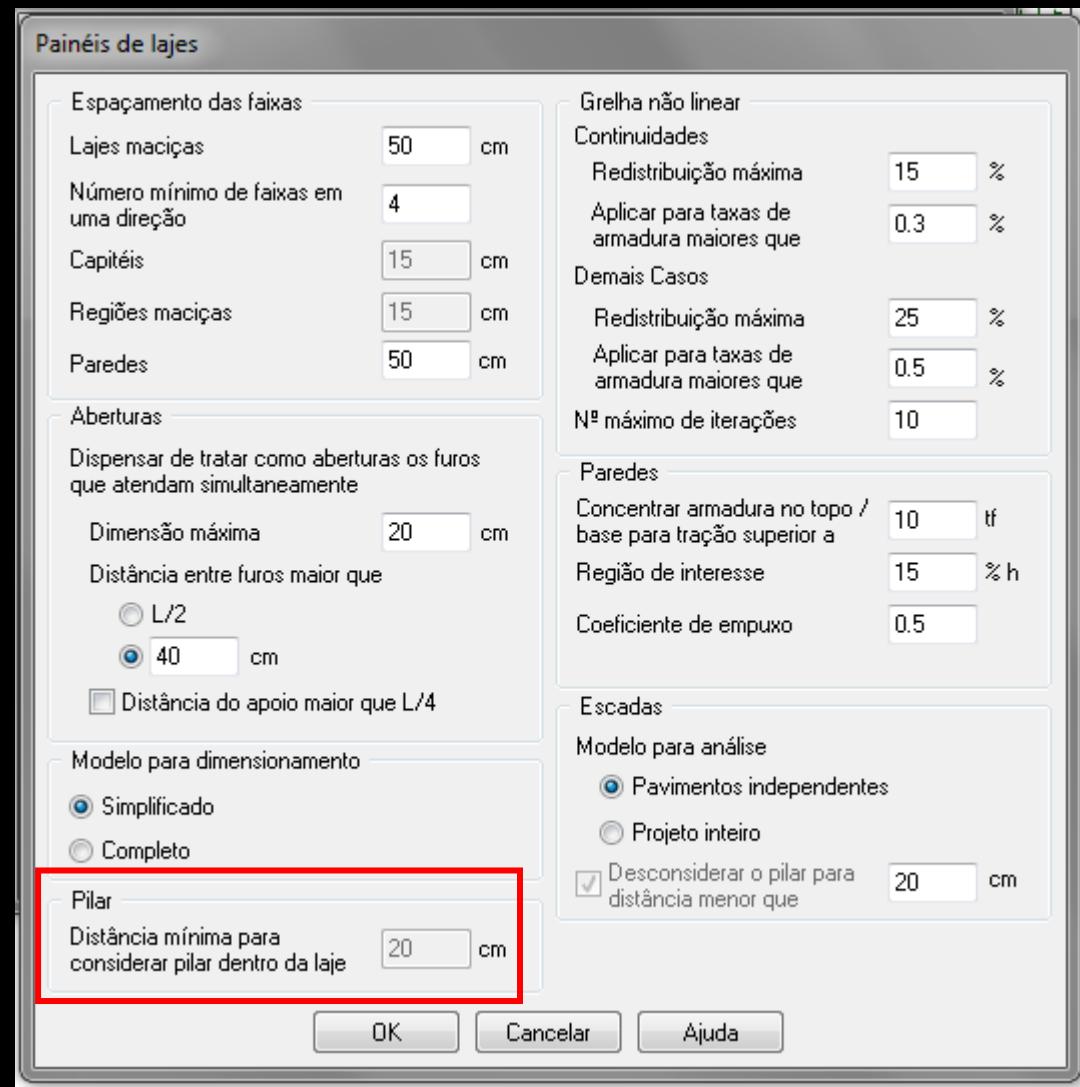


Quando pelo menos um dos vértices do pilar está afastado do contorno da laje, mais do que a distância definida neste item, o programa considera o elemento "dentro da laje". Nessa situação, o programa liga as barras da grelha da laje à seção do pilar, através de barras rígidas.

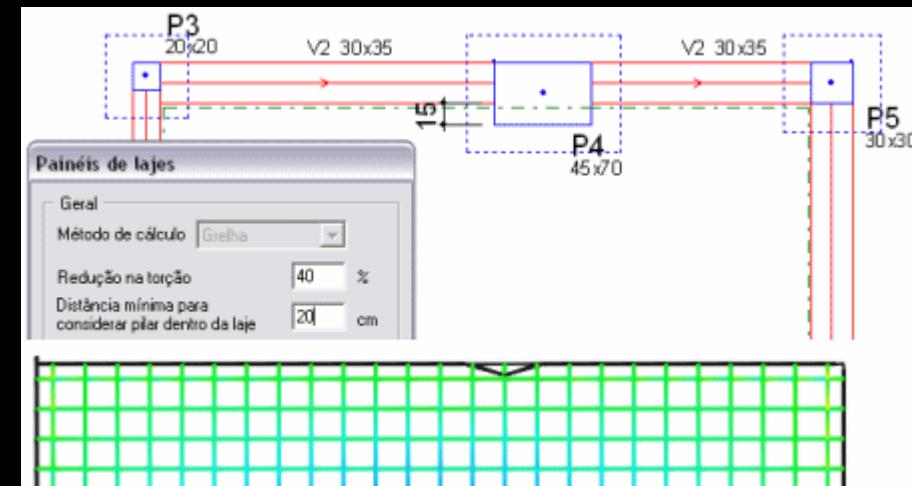


# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES

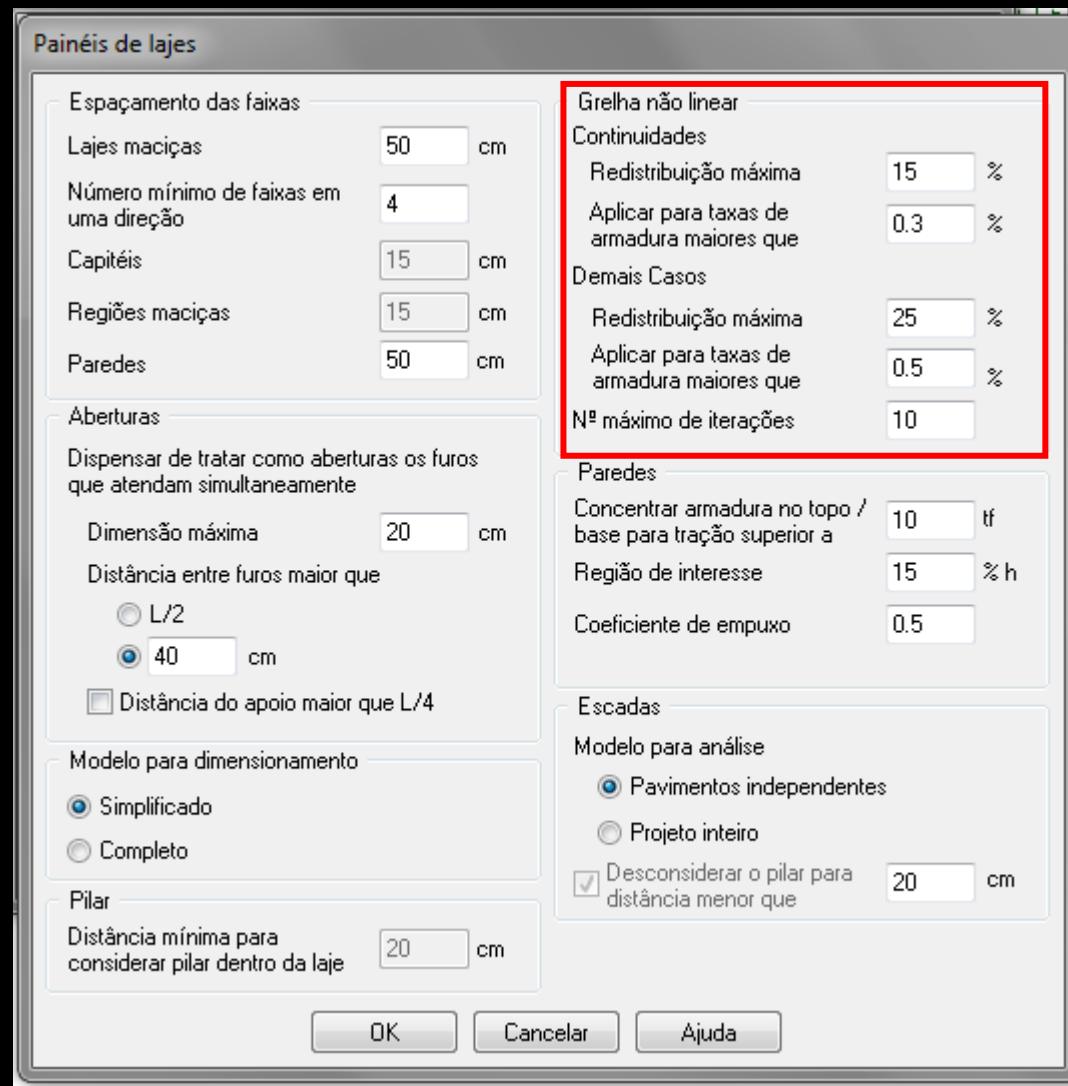


Caso o pilar não seja considerado como "dentro da laje", o programa fará a ligação das barras diretamente ao contorno da laje, ignorando a presença do pilar. Com isso, evitam-se os momentos fletores negativos gerados na opção anterior. Deve-se lembrar que, dependendo do caso, esses momentos podem ser relevantes, ficando a critério do usuário definir até que ponto podem ser dispensados.



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES



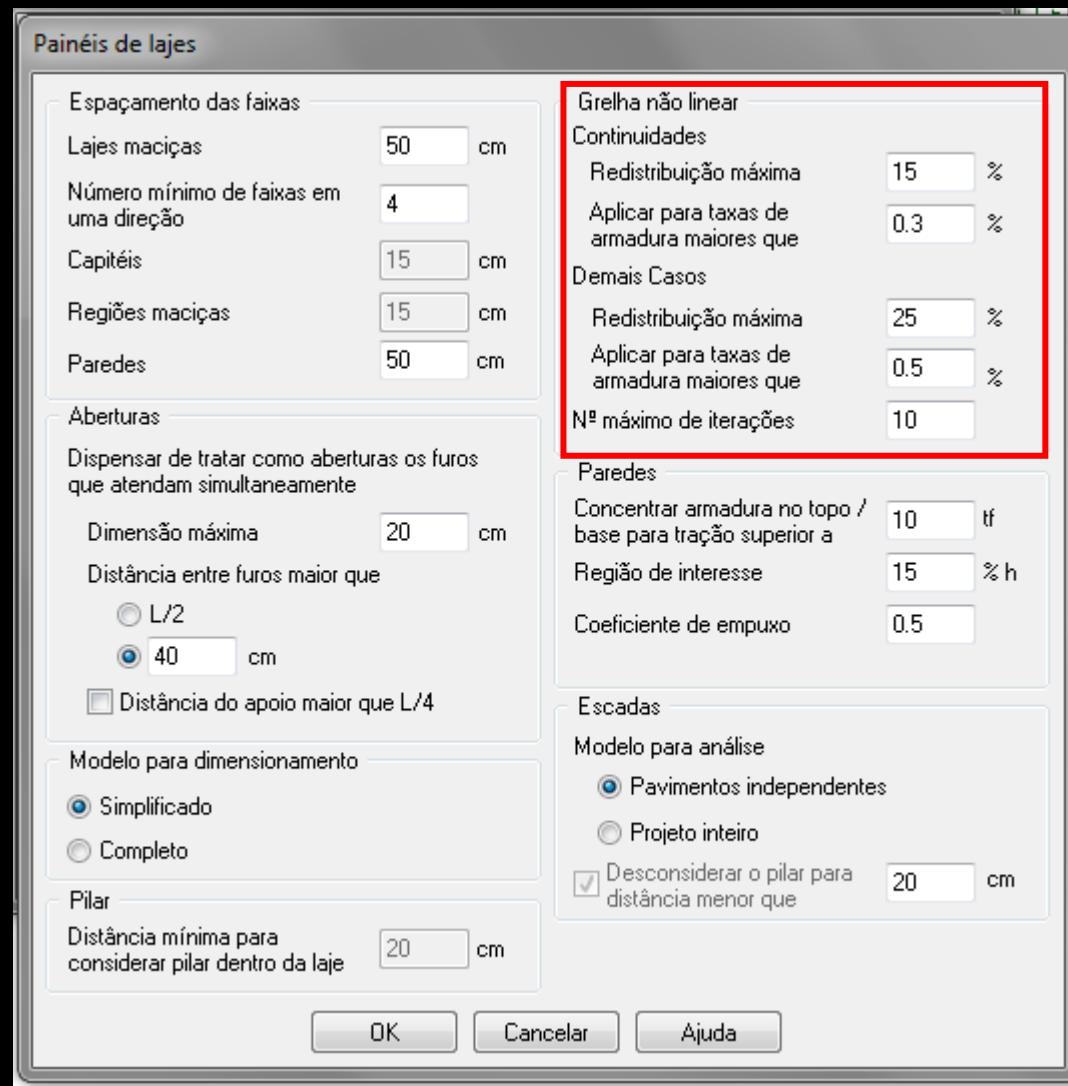
## GRELHA NÃO LINEAR – REDISTRIBUIÇÕES

A plastificação dos apoios consiste em atribuir uma vinculação intermediária entre engaste e rótula. Este tipo de vinculação é interessante pois garante uma certa restrição aos deslocamentos da laje sem gerar momentos negativos tão significativos quanto vinculações engastadas.

*De acordo com a NBR 6118:2014, item 14.6.4.3 a redistribuição máxima deve ser limitada a 10% nas estruturas de nós móveis, e 25% para estruturas de nós fixos, mas, a princípio, esse conceito não se aplica à análise das lajes, e apenas para vigas.*

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

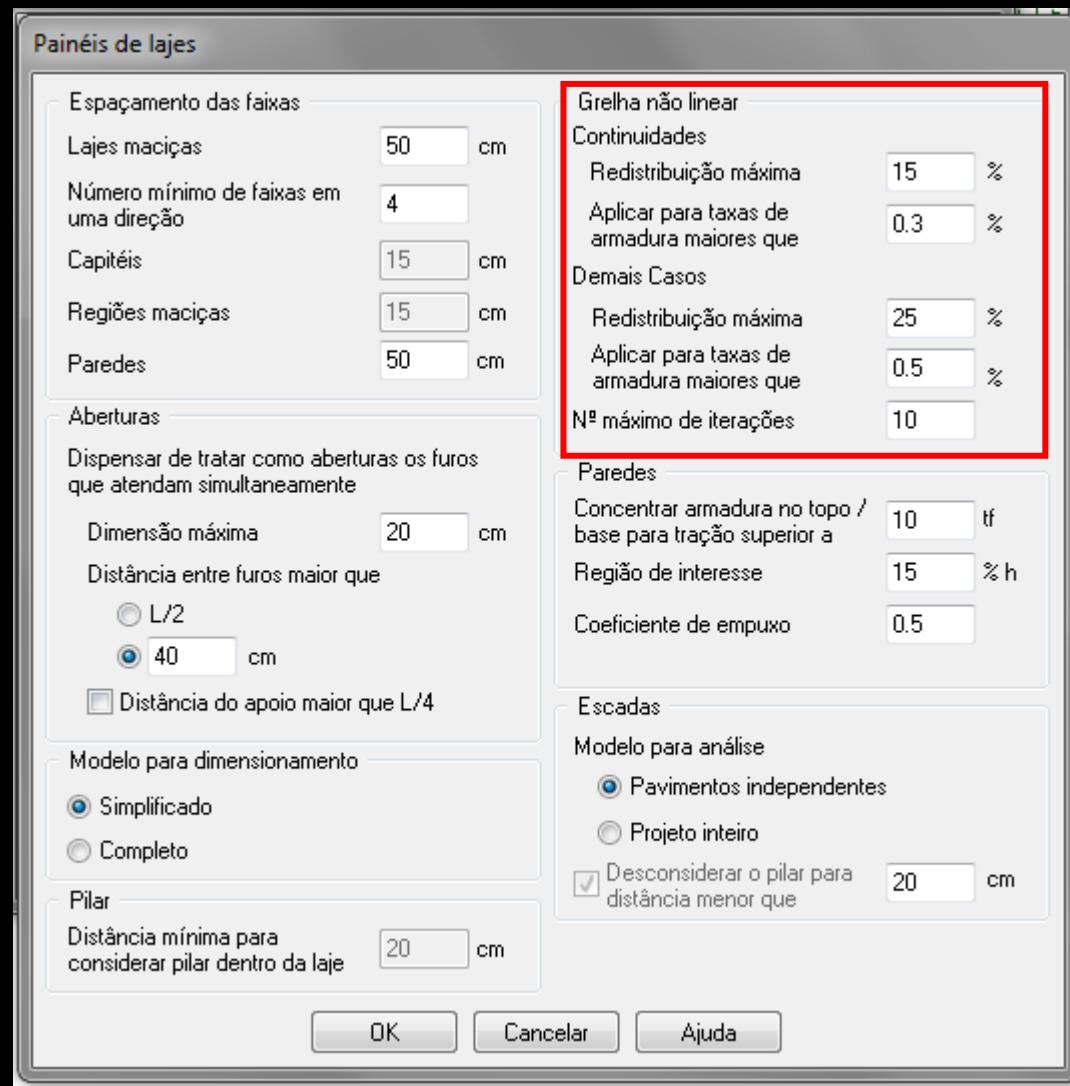
## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES



## GRELHA NÃO LINEAR – REDISTRIBUIÇÕES

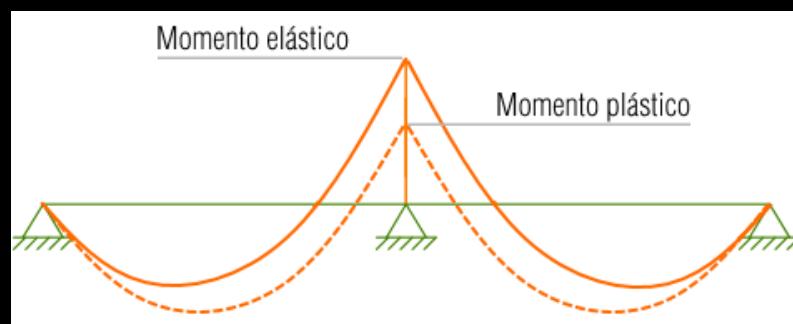
A plastificação é a redistribuição dos momentos fletores. Ao calcular os esforços da grelha, o programa utiliza uma rigidez fixa para todas as regiões da laje, todos os pontos da laje são dimensionados para que aquela rigidez seja mantida. Em alguns pontos da laje com esforços mais elevados, esta rigidez pode ser diminuída por conta de deformações plásticas. Nestes casos, considerar a rigidez total da laje pode ser antieconômico, uma vez que a armadura posicionada será maior, de modo a compensar esta diminuição na rigidez por conta da fissuração da laje.

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES



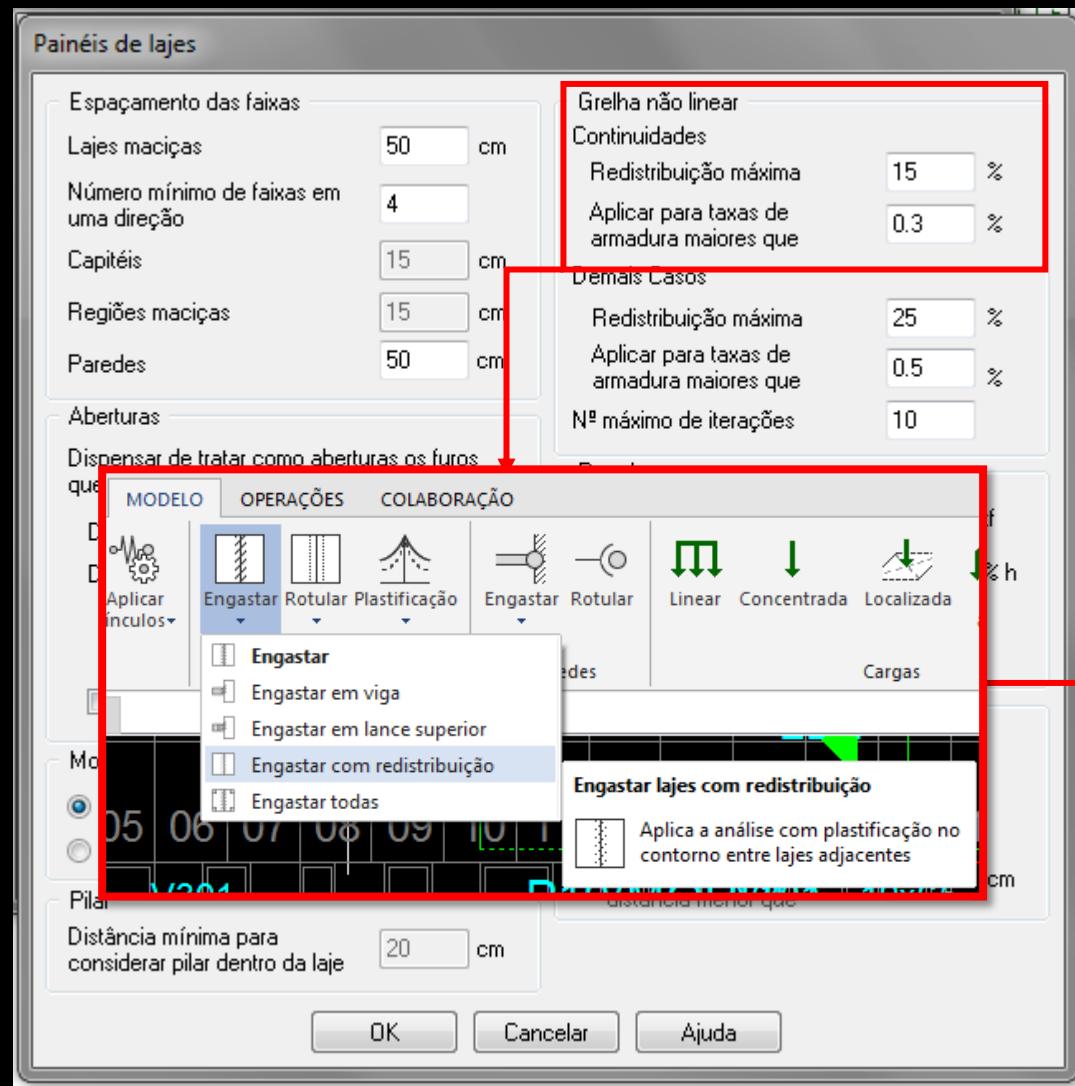
## GRELHA NÃO LINEAR – REDISTRIBUIÇÕES

Ao aplicar um engaste com redistribuição, este efeito da rótula plástica é considerado pelo programa, de modo que os esforços serão calculados já considerando a rigidez final da peça, após eventuais fissurações. Isto significa que os momentos negativos no apoio serão reduzidos, uma vez que a rigidez daquela região diminuiu. Da mesma maneira, os momentos no vão aumentarão, bem como os deslocamentos na laje. Isto pode ser visto de maneira mais ilustrativa na imagem abaixo:



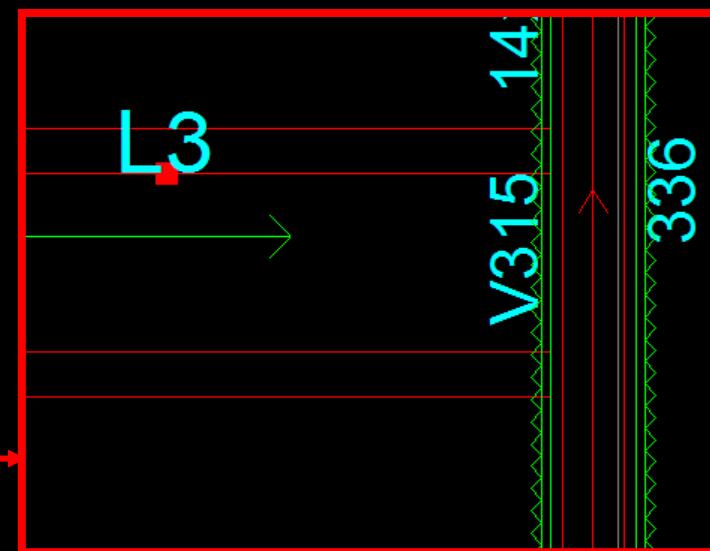
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES



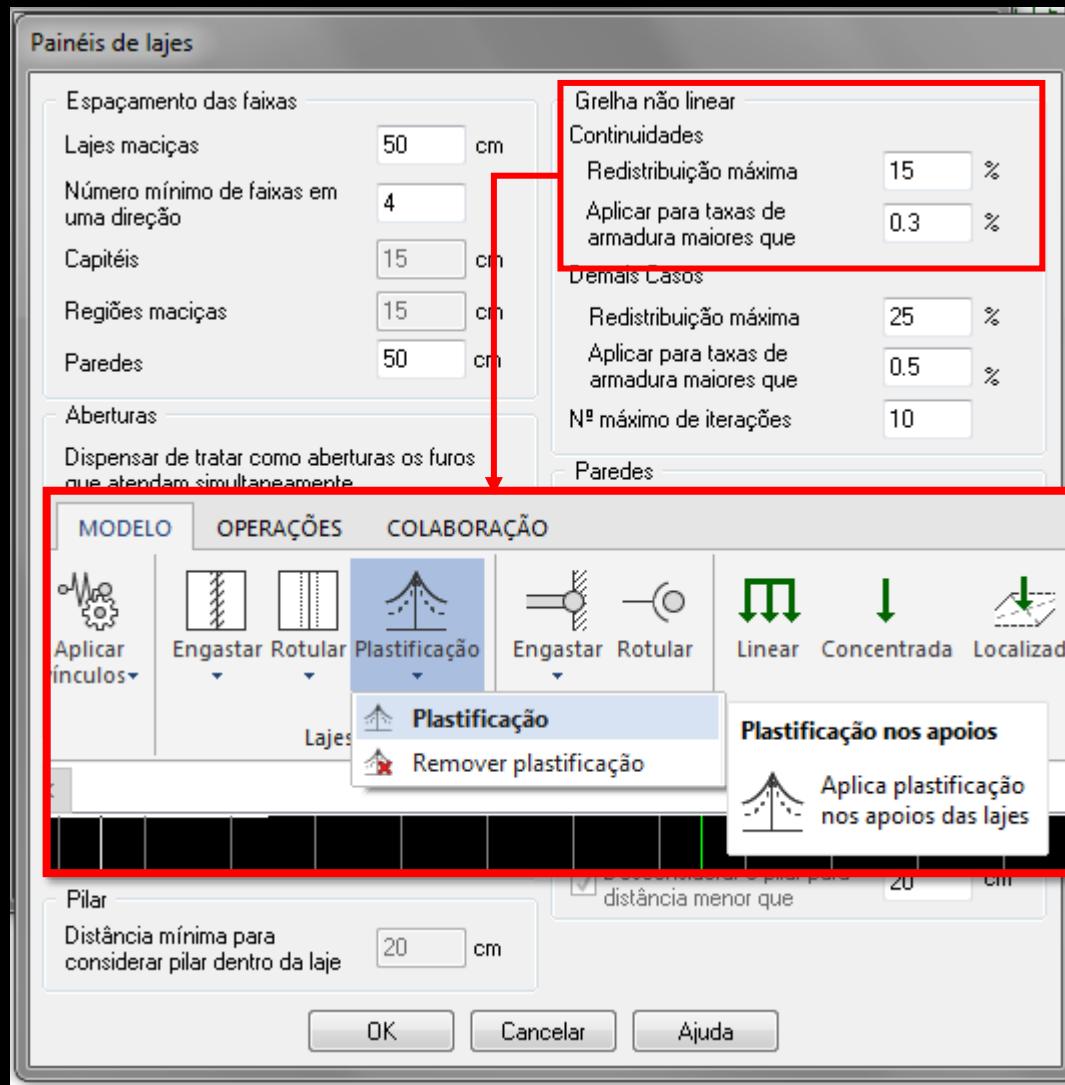
## GRELHA NÃO LINEAR – REDISTRIBUIÇÕES

As configurações de **Continuidades** serão utilizadas quando for aplicado um engaste com redistribuição



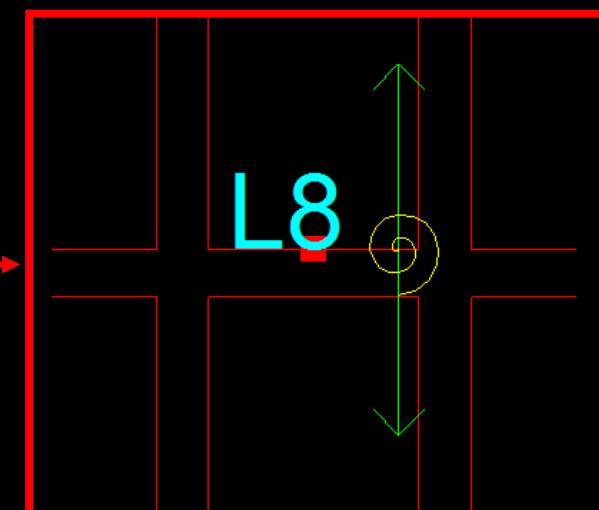
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## ANÁLISE – PAINÉIS DE LAJES



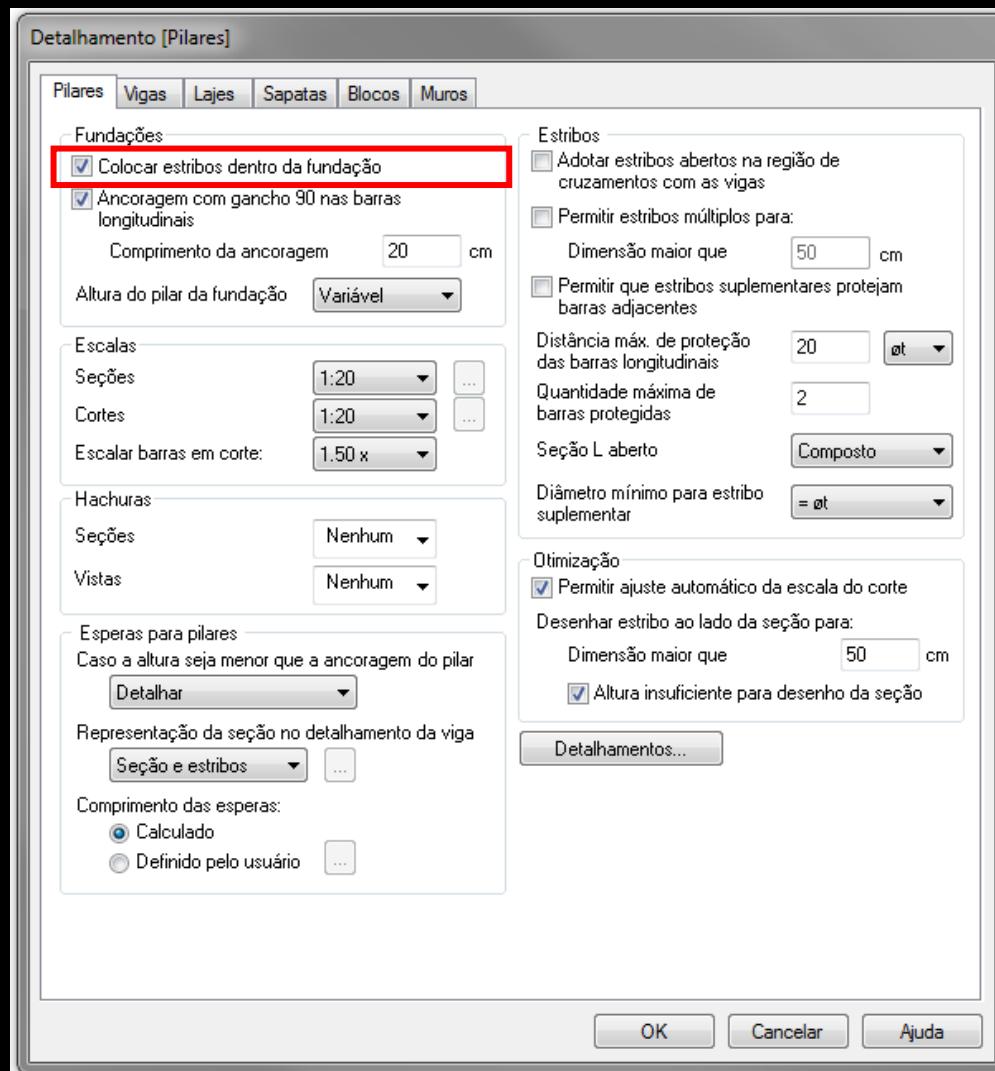
## GRELHA NÃO LINEAR – REDISTRIBUIÇÕES

As configurações definidas no grupo **Demais Casos** serão utilizadas quando for aplicada a plastificação na laje inteira.



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – PILARES



## PILARES

Onde acessar: configuração Detalhamento

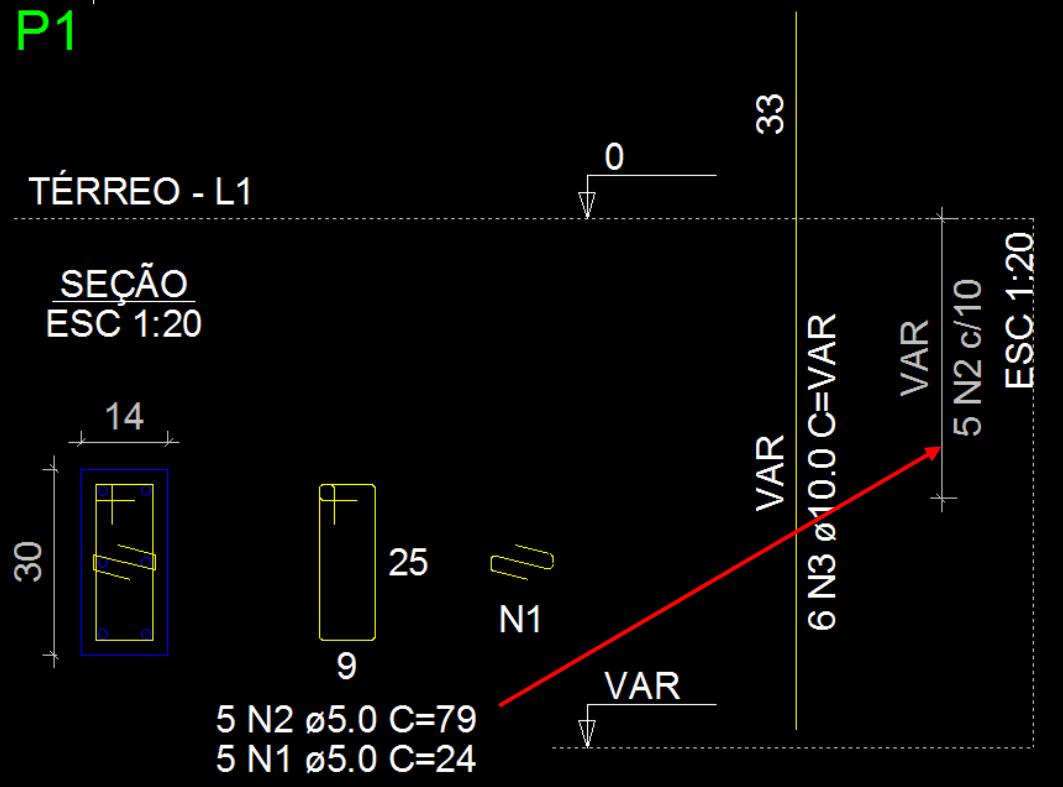
Objetivo: Configurar os parâmetros de detalhamento dos pilares do projeto.

**Colocar estribos dentro da fundação:** define se os estribos do pilar irão se estender até dentro da fundação ou não.

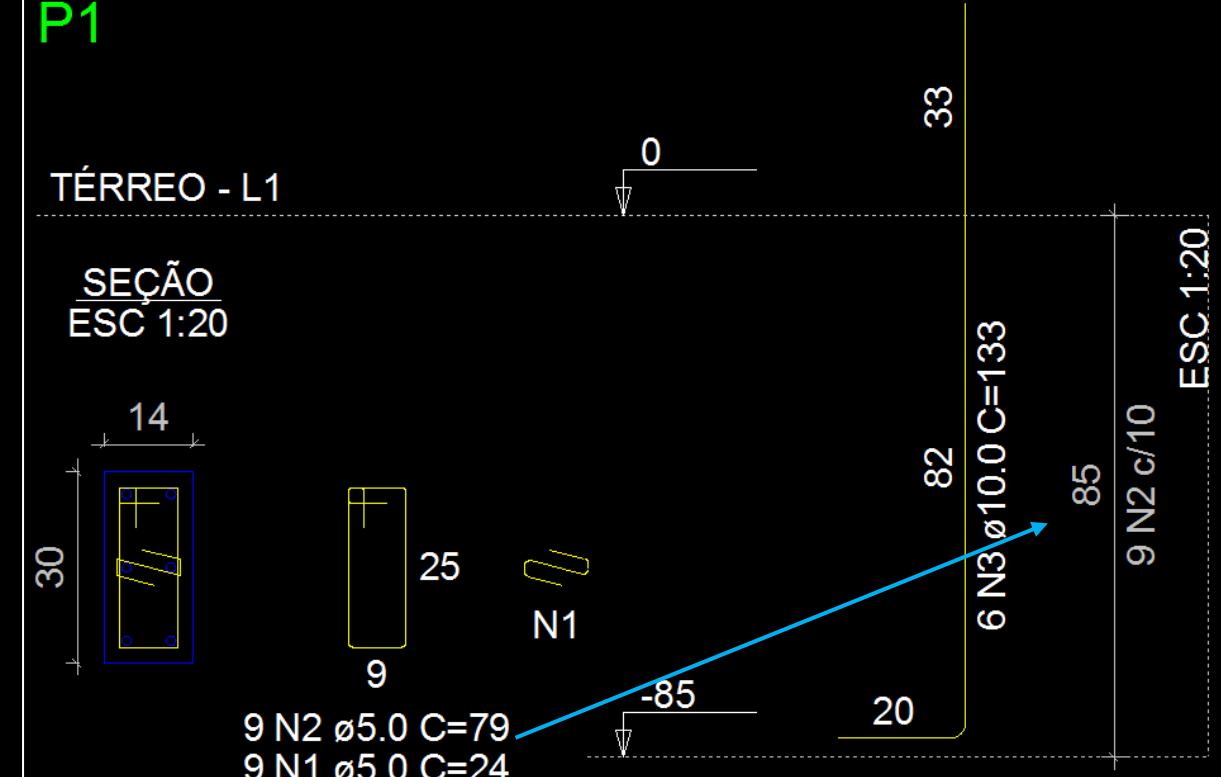
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – PILARES

### SEM ESTRIBOS DENTRO DA FUNDAÇÃO

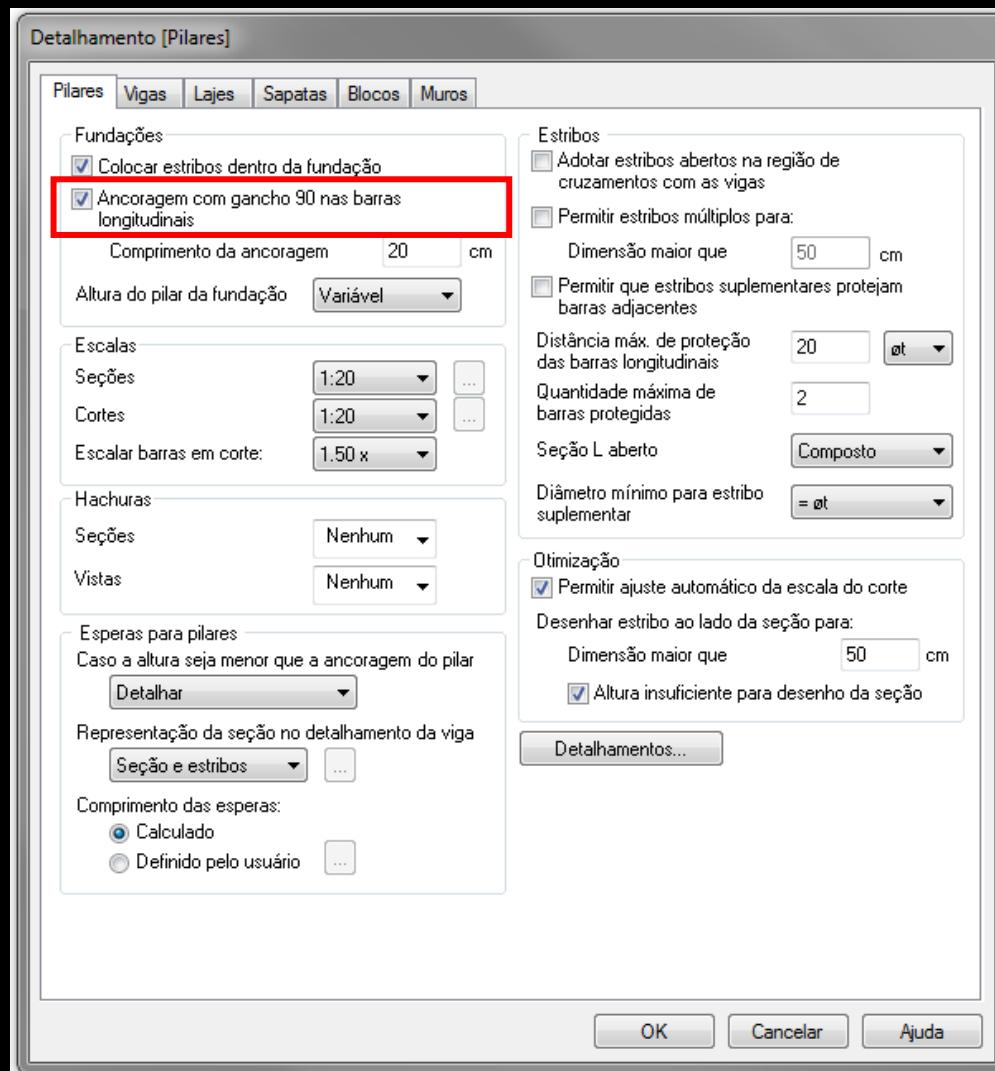


### COM ESTRIBOS DENTRO DA FUNDAÇÃO



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – PILARES



## PILARES

Onde acessar: configuração Detalhamento

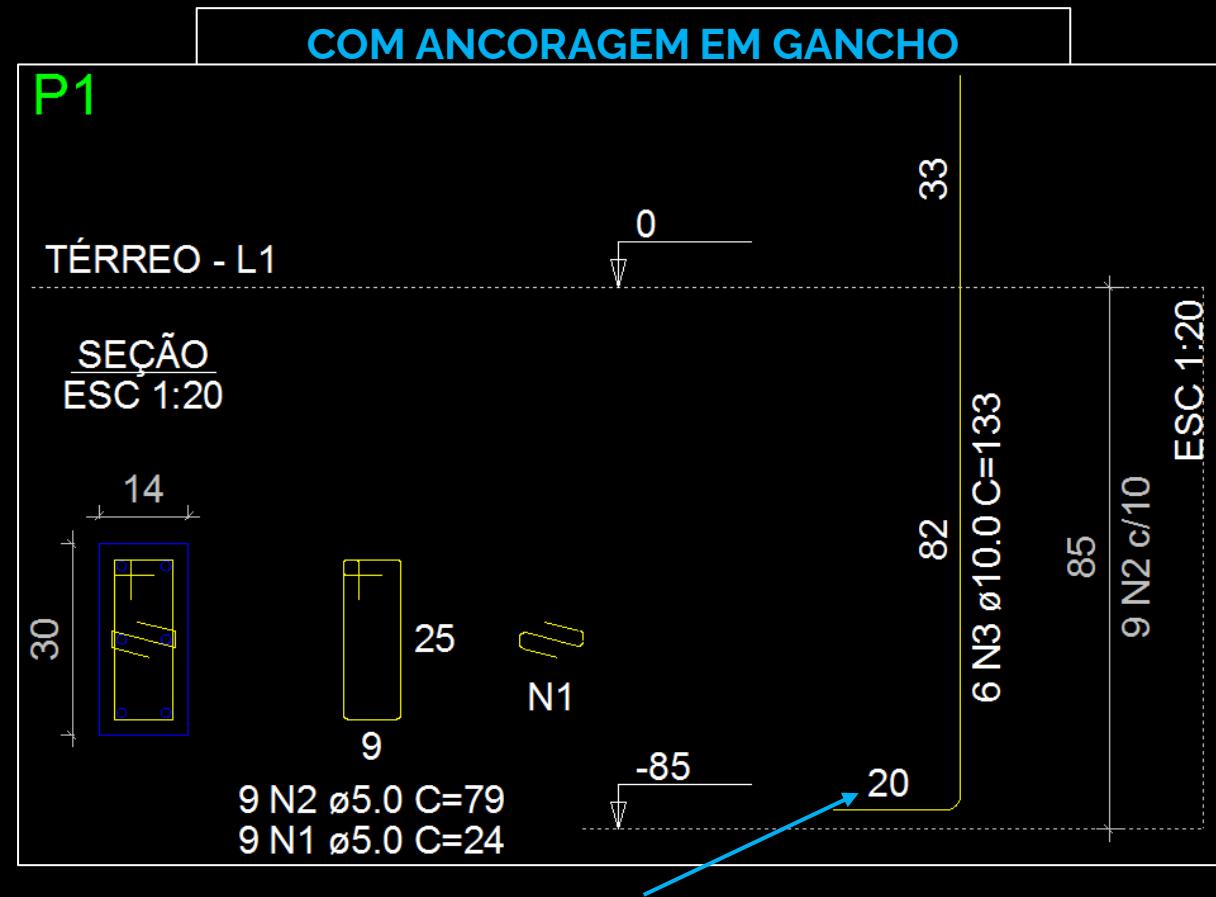
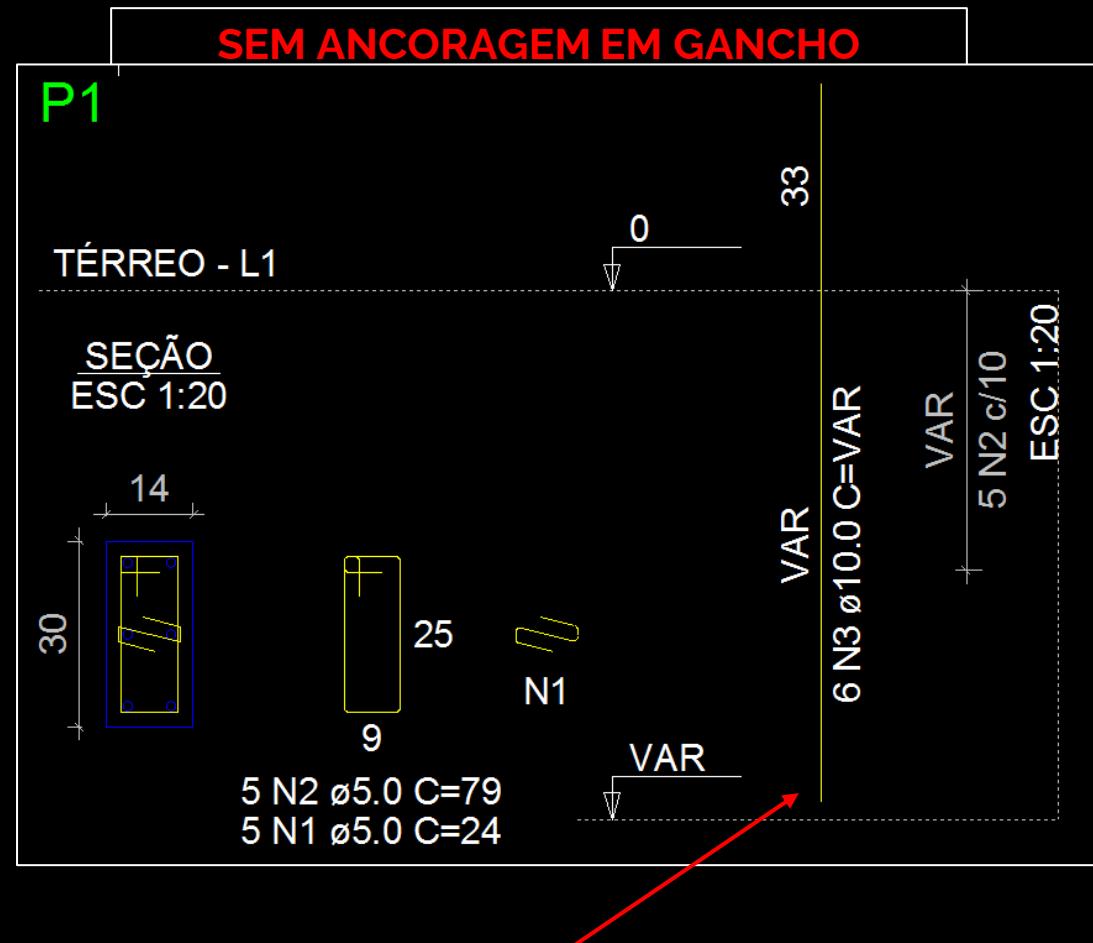
Objetivo: Configurar os parâmetros de detalhamento dos pilares do projeto.

### Ancoragem com gancho 90 nas barras longitudinais

**Ancoragem com gancho 90 nas barras longitudinais:** utiliza ou não ganchos a 90° nas barras longitudinais no detalhamento de pilares de arranque da fundação.

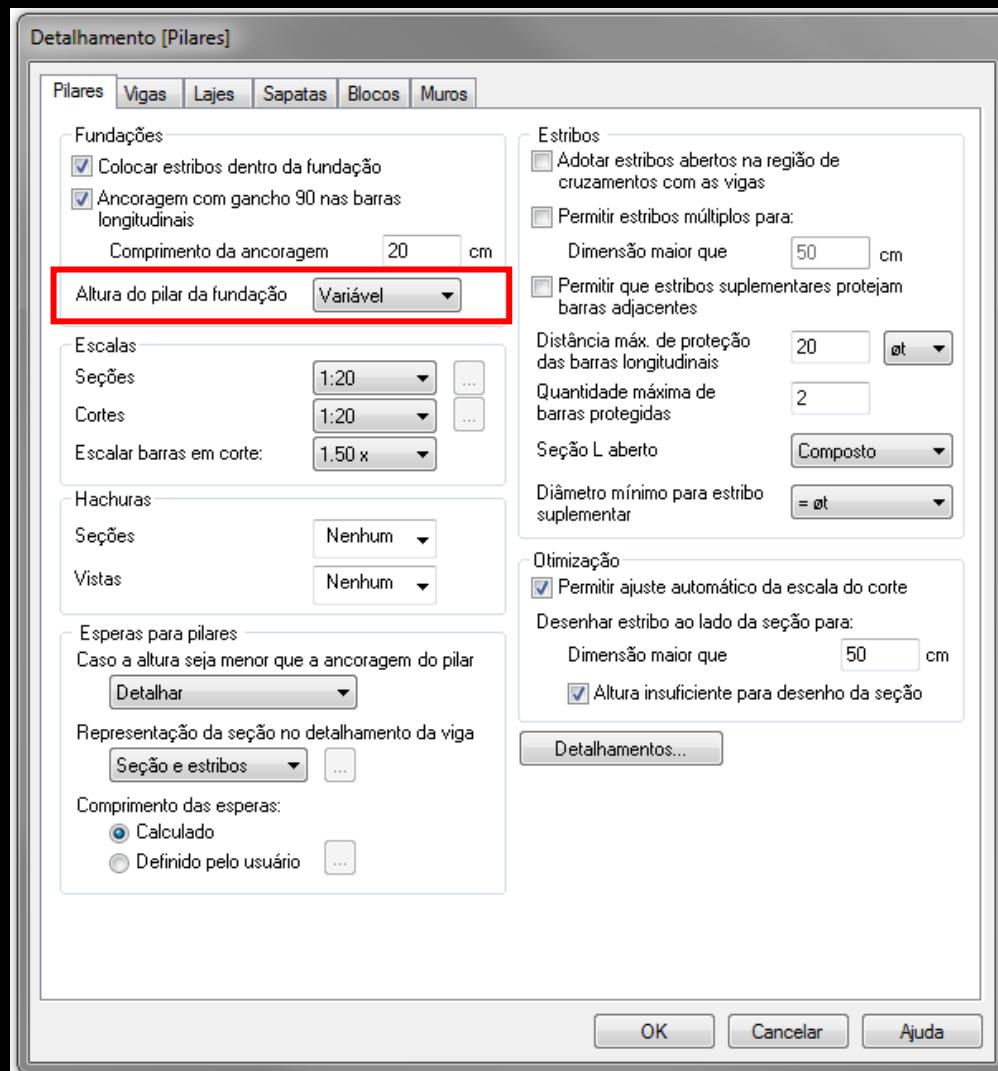
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – PILARES



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – PILARES



## PILARES

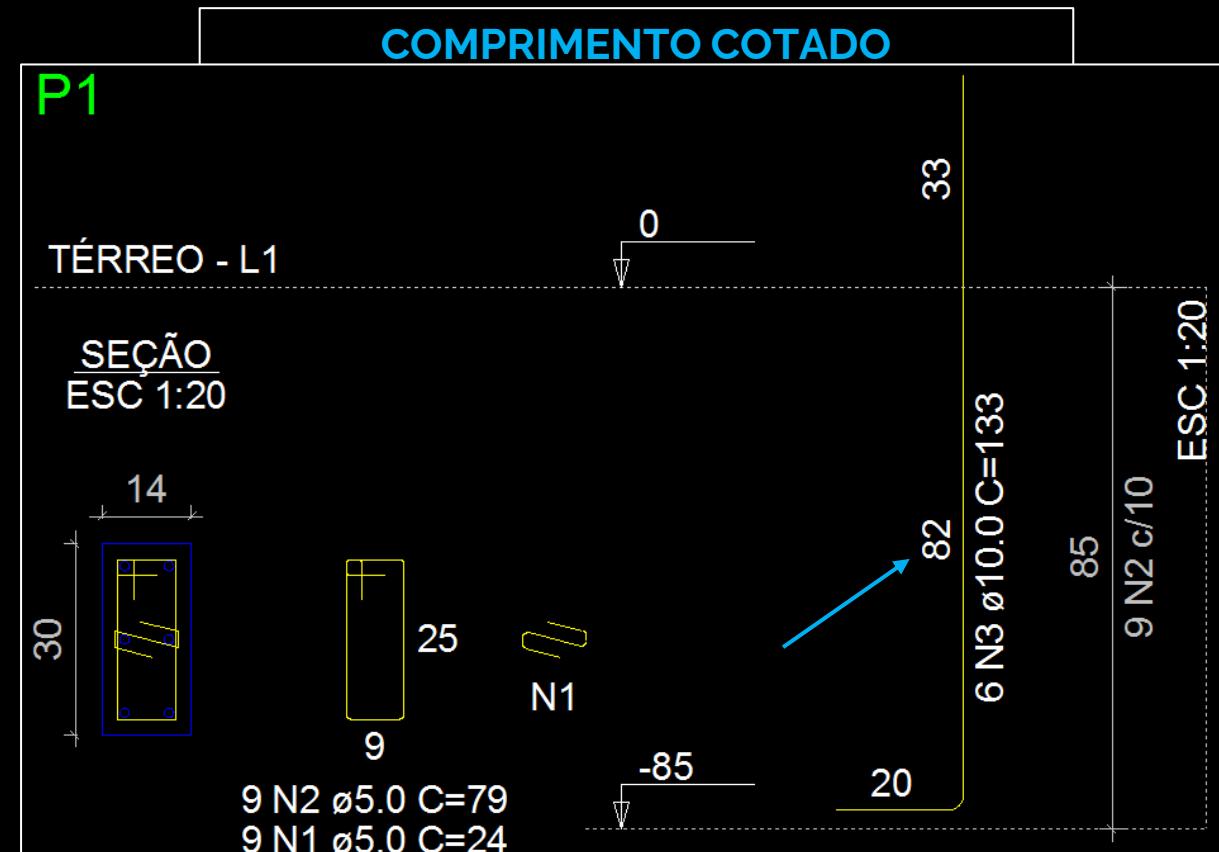
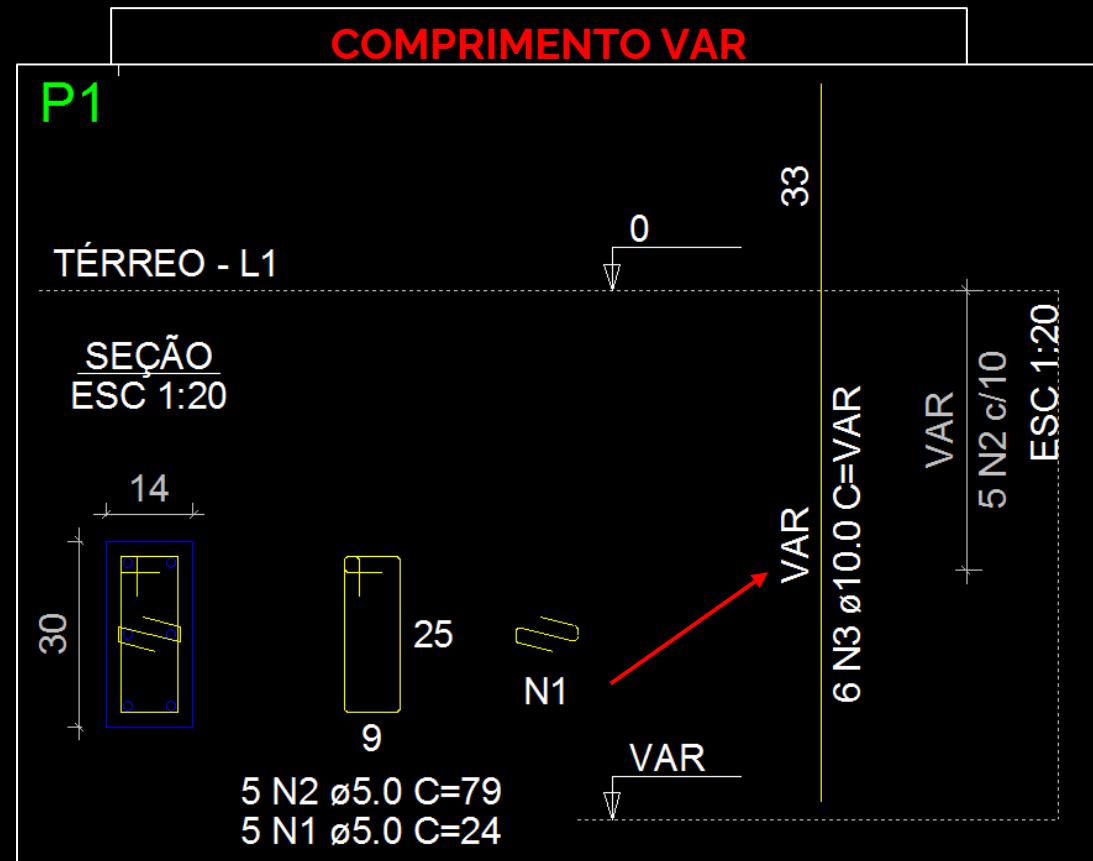
Onde acessar: configuração Detalhamento

Objetivo: Configurar os parâmetros de detalhamento dos pilares do projeto.

**Altura do pilar da fundação:** configurando **variável** neste item, as alturas dos pilares da fundação do projeto não serão cotadas. Com isso, no lugar do valor da cota estará escrito **var**. No entanto, para cálculo e resumo do aço os valores informados para altura dos pilares serão utilizados.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

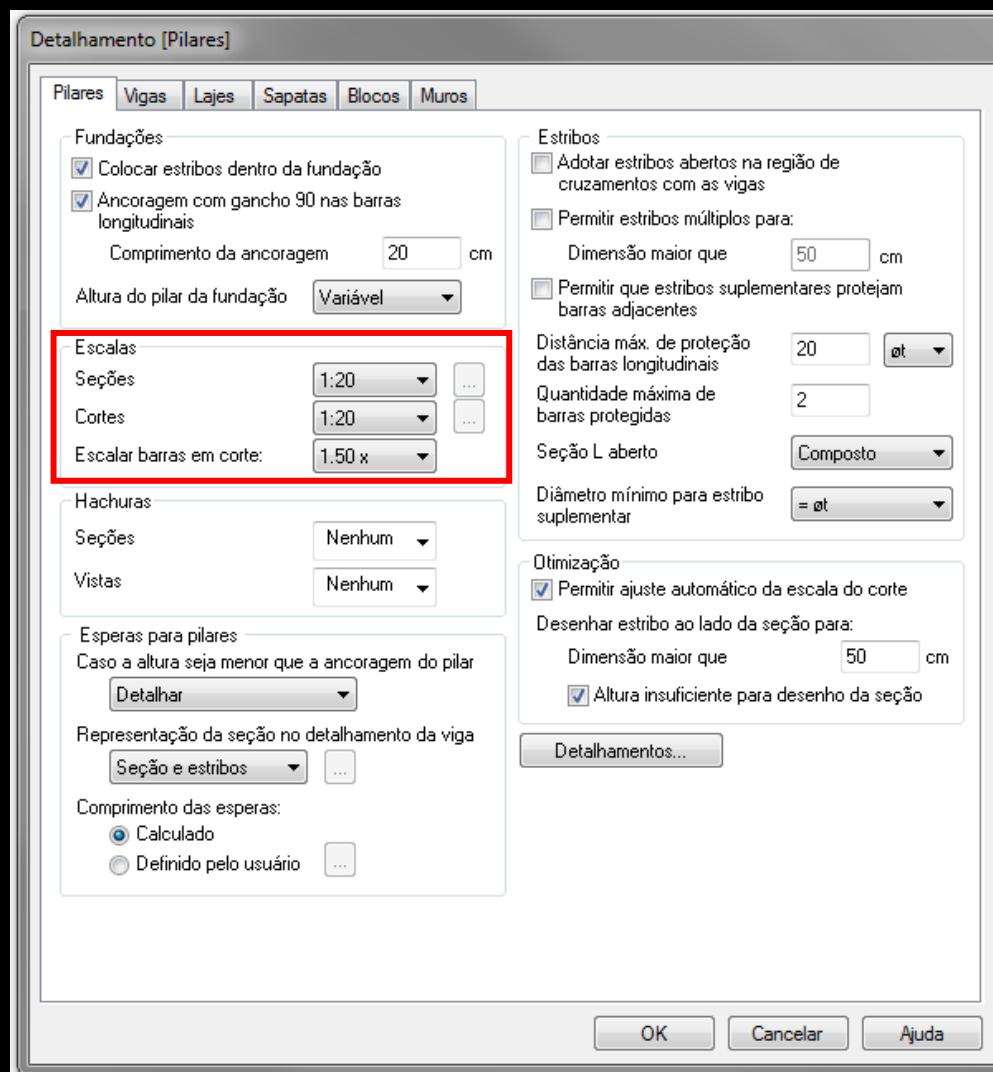
## DETALHAMENTO – PILARES



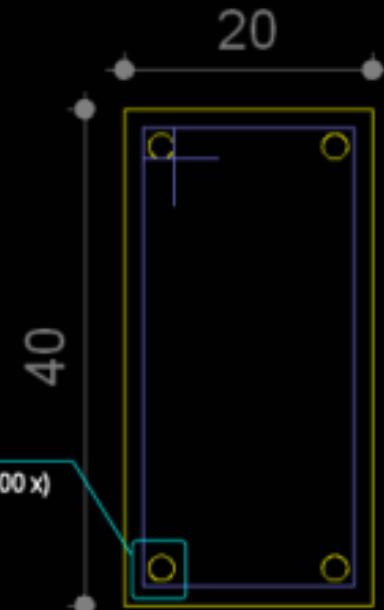
OBS: O RESUMO DE MATERIAIS SEMPRE CONSIDERA O COMPRIMENTO COTADO.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

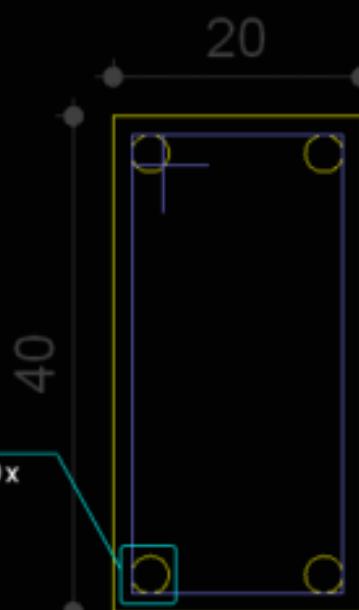
## DETALHAMENTO – PILARES



Tipo - L1  
ESC 1:15 Escala da seção

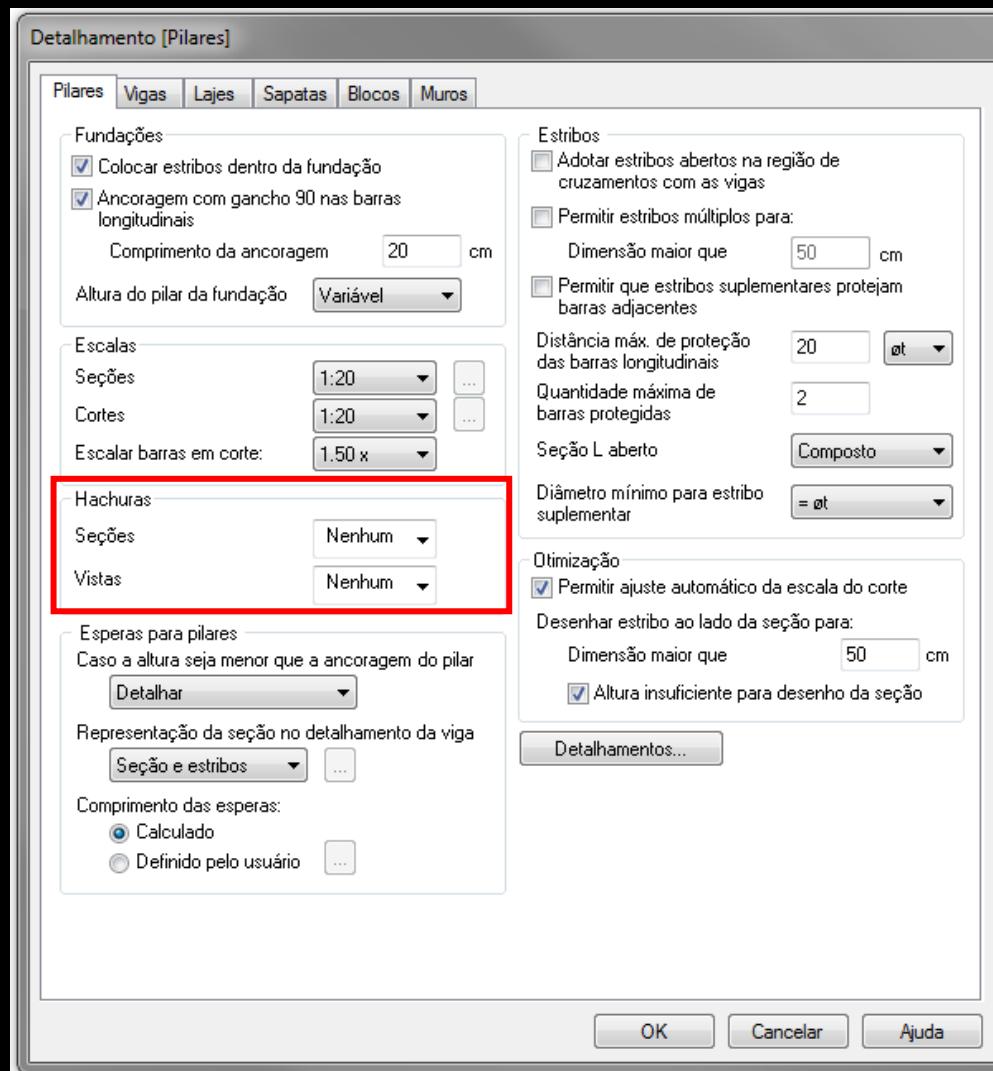


Tipo - L1  
ESC 1:15 Escala da seção



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – PILARES

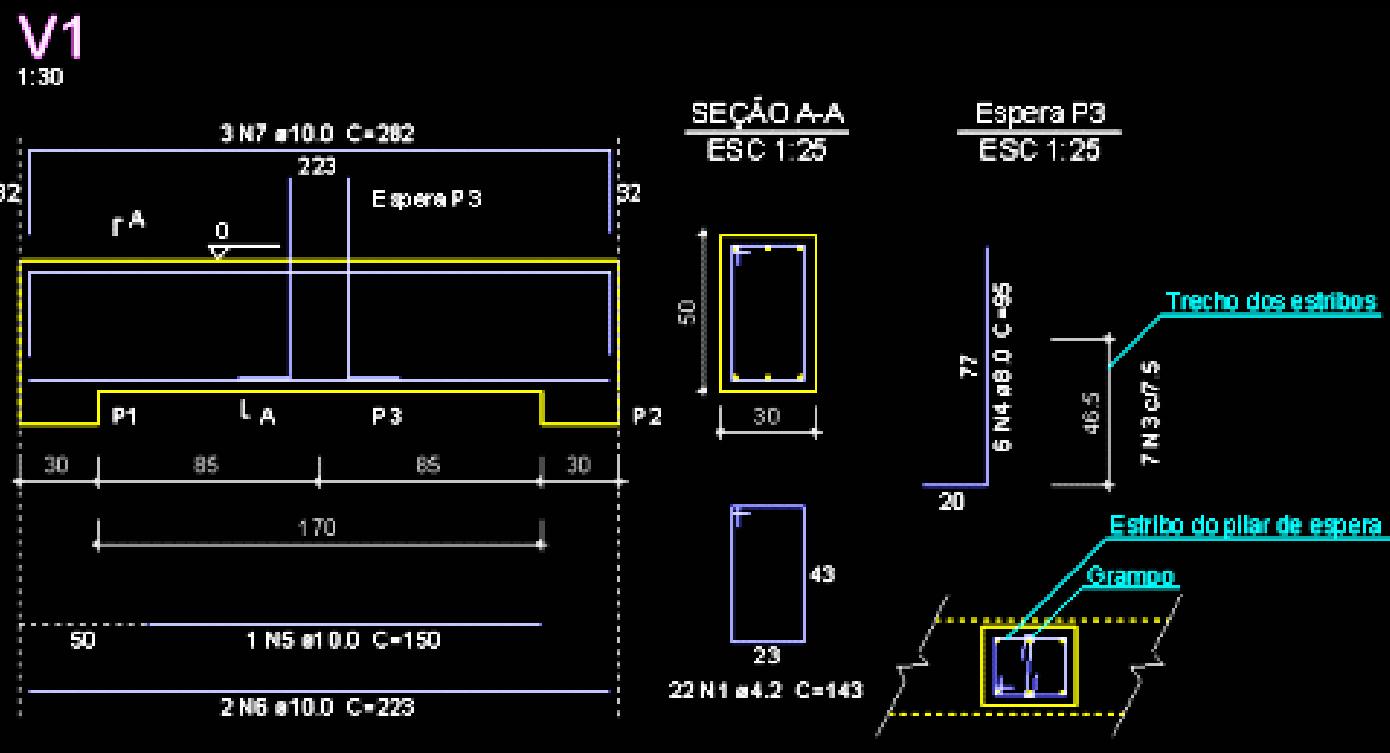
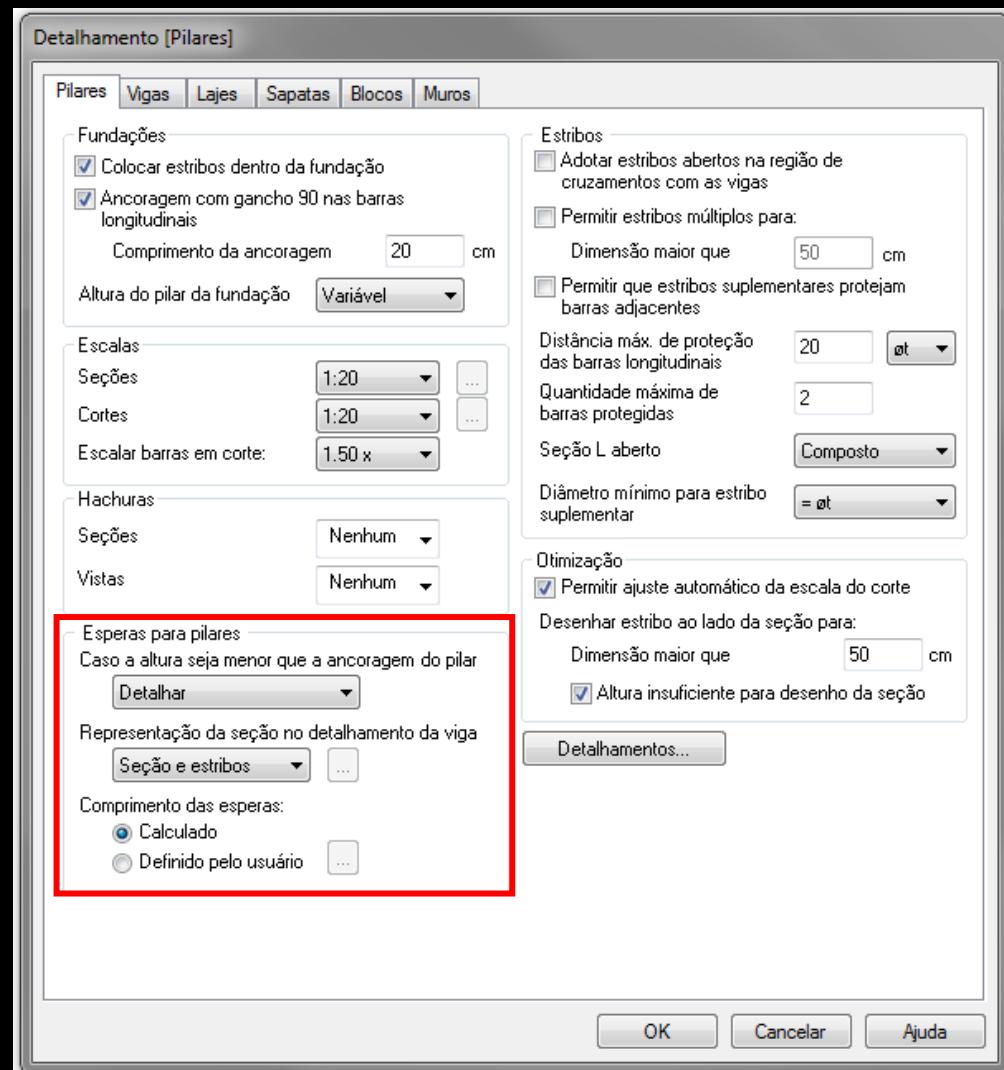


- **Seções:** define o tipo de hachura utilizada nas seções dos pilares no detalhamento.

- **Vistas:** define o tipo de hachura utilizada nas vistas dos pilares no detalhamento.

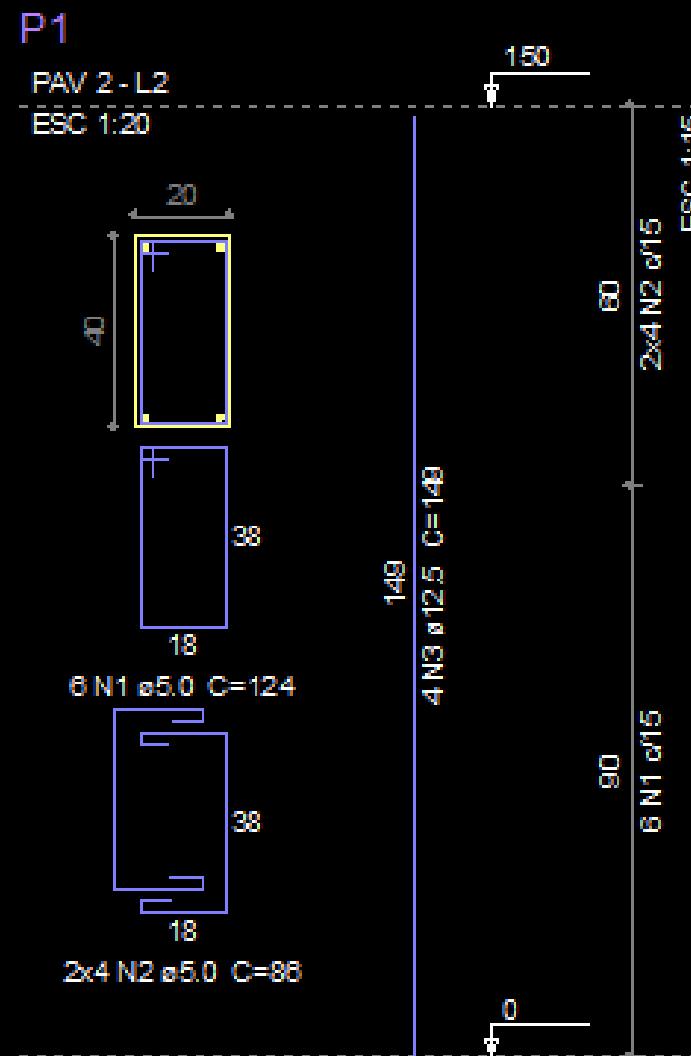
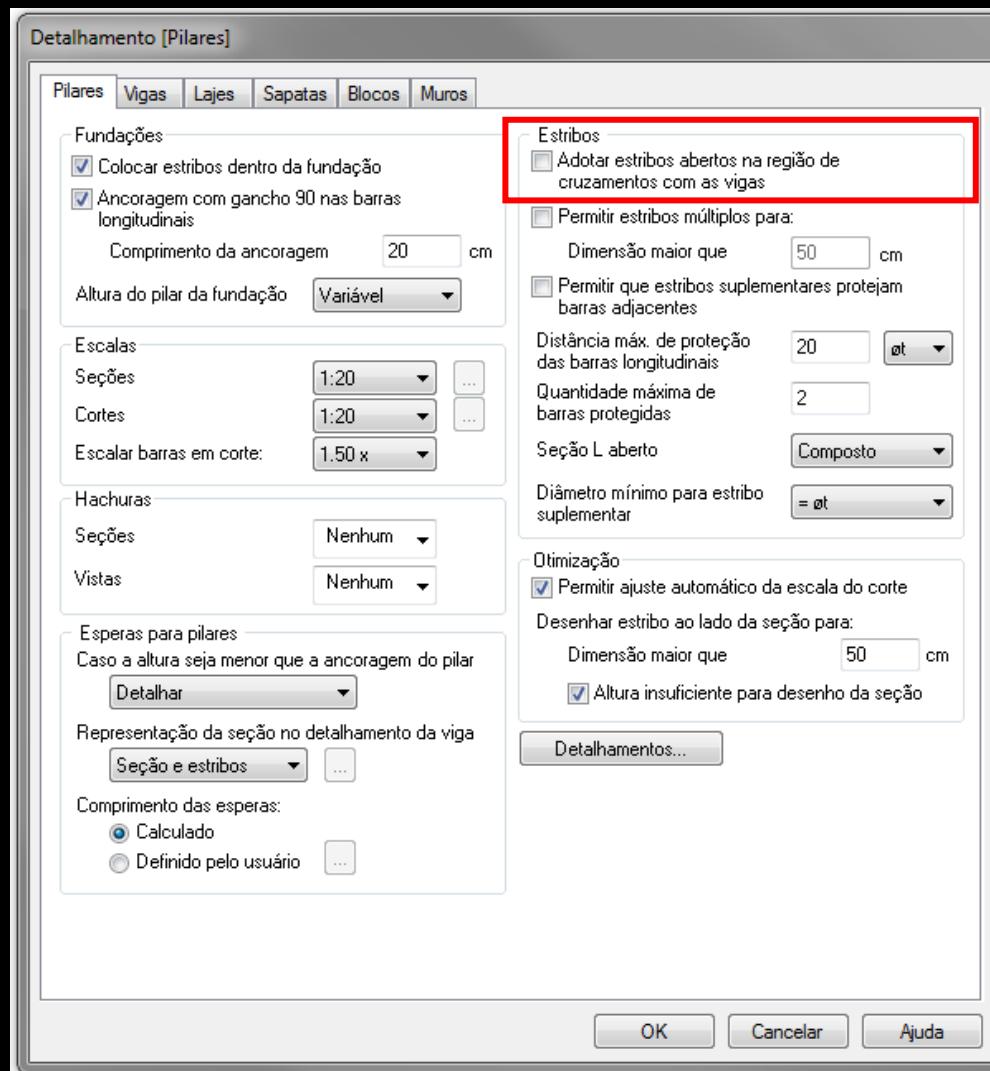
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – PILARES



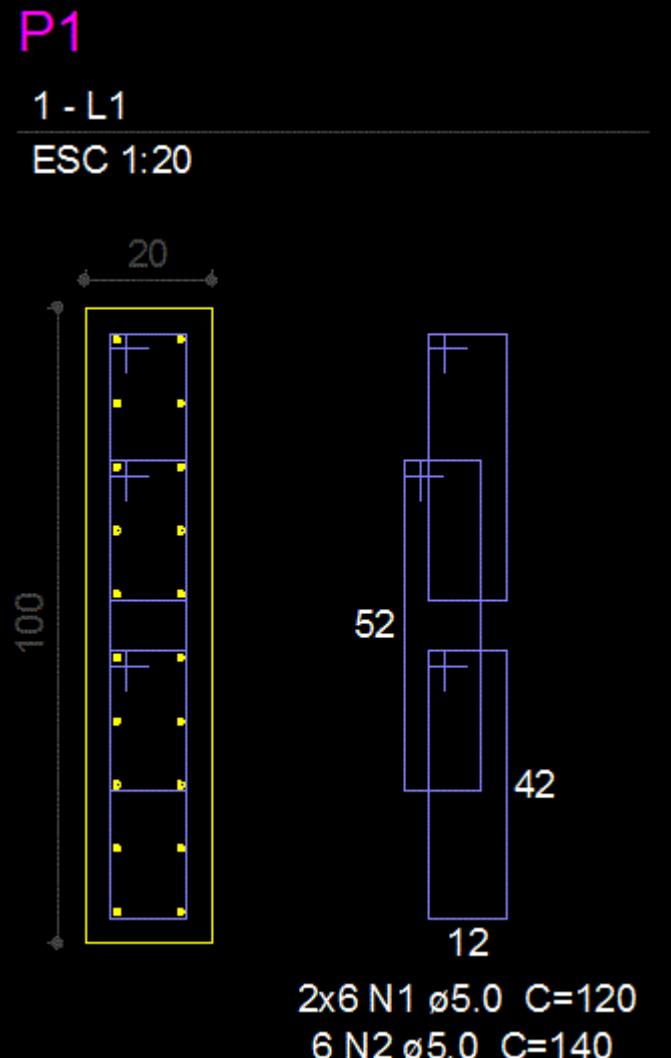
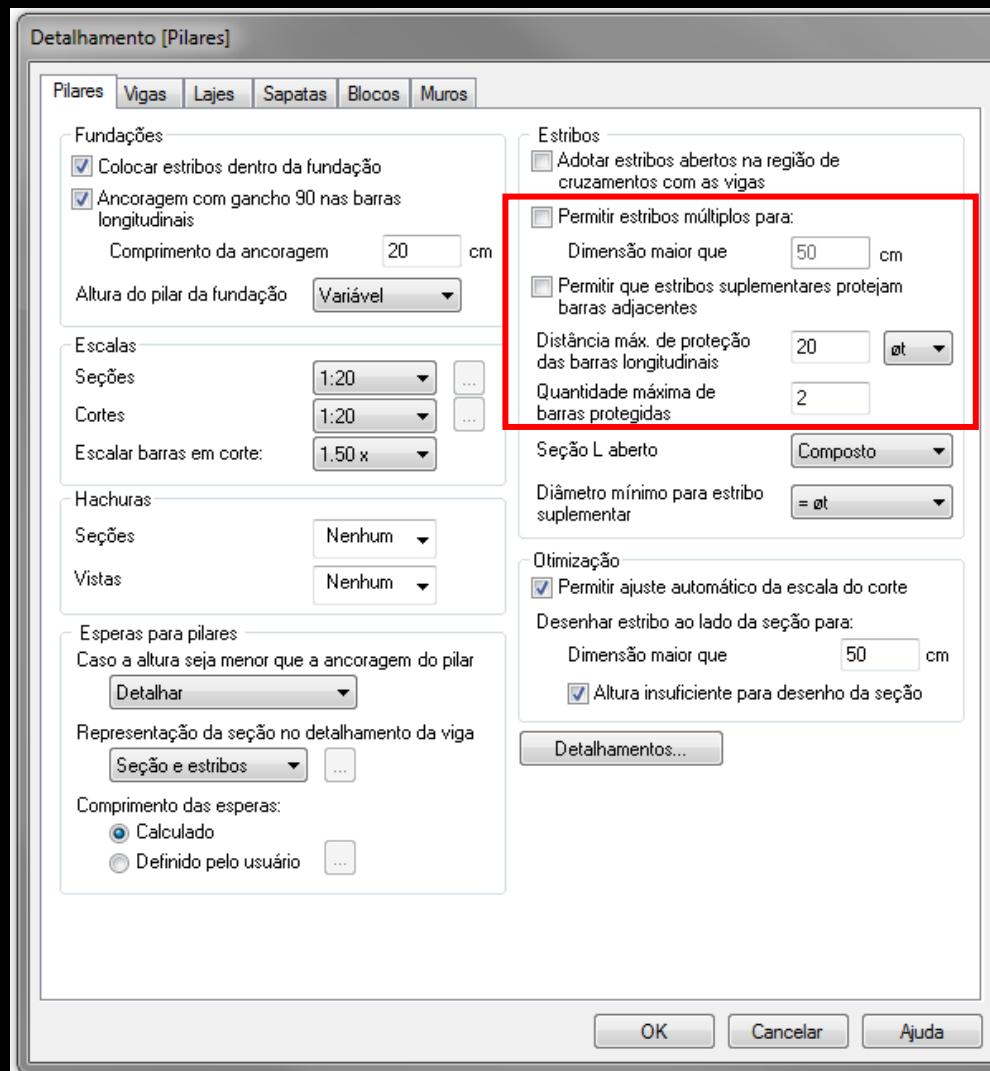
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – PILARES



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – PILARES



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – PILARES

Detalhamento [Pilares]

Pilares Vigas Lajes Sapatas Blocos Muros

Fundações

Colocar estribos dentro da fundação

Ancoragem com gancho 90 nas barras longitudinais

Comprimento da ancoragem  cm

Altura do pilar da fundação

Escalas

Seções  ...

Cortes  ...

Escalar barras em corte:

Hachuras

Seções

Vistas

Esperas para pilares

Caso a altura seja menor que a ancoragem do pilar

Representação da seção no detalhamento da viga

Seção e estribos

Comprimento das esperas:

Calculado

Definido pelo usuário

Estribos

Adotar estribos abertos na região de cruzamentos com as vigas

Permitir estribos múltiplos para: Dimensão maior que  cm

Permitir que estribos suplementares protejam barras adjacentes

Distância máx. de proteção das barras longitudinais

Quantidade máxima de barras protegidas

Seção L aberto

Diâmetro mínimo para estribo suplementar

Otimização

Permitir ajuste automático da escala do corte

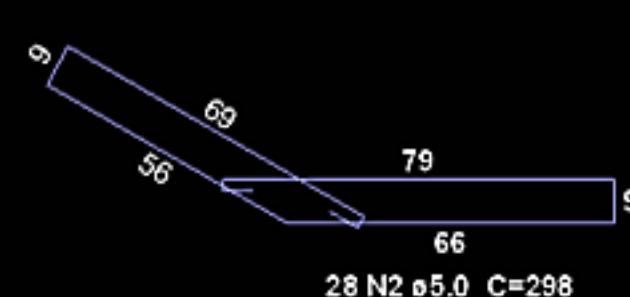
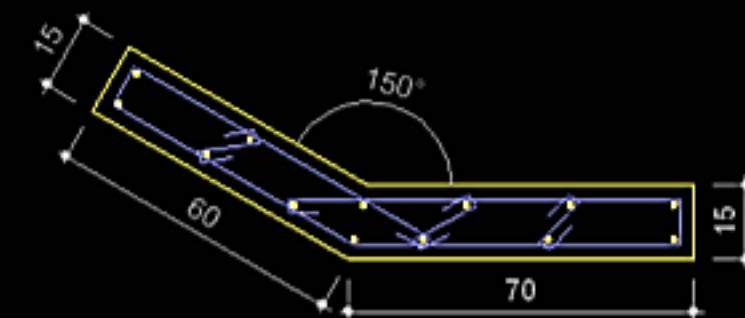
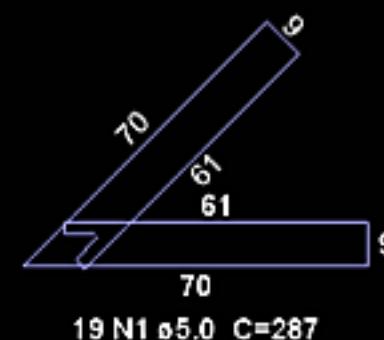
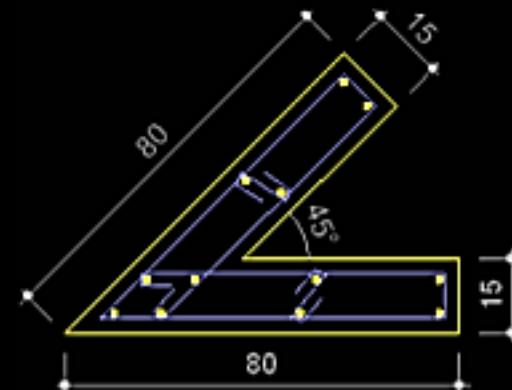
Desenhar estribo ao lado da seção para:

Dimensão maior que  cm

Altura insuficiente para desenho da seção

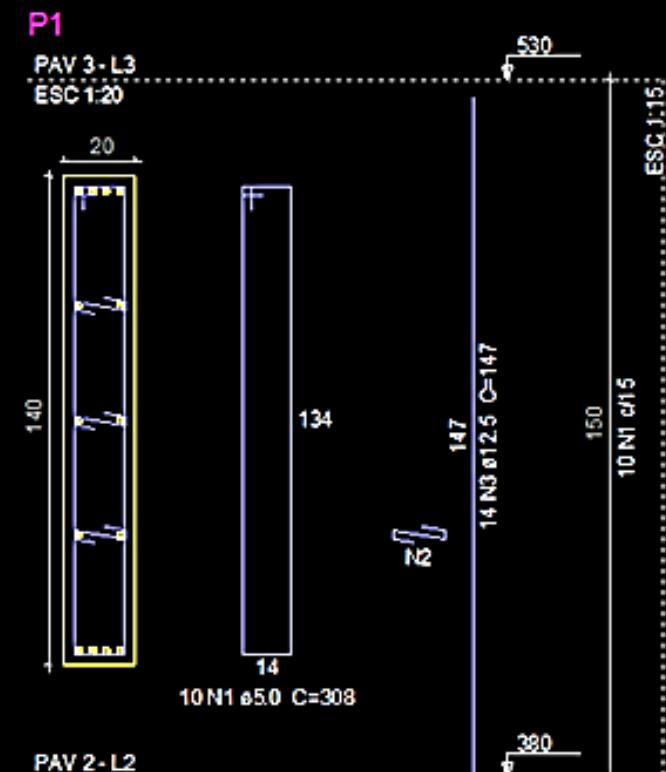
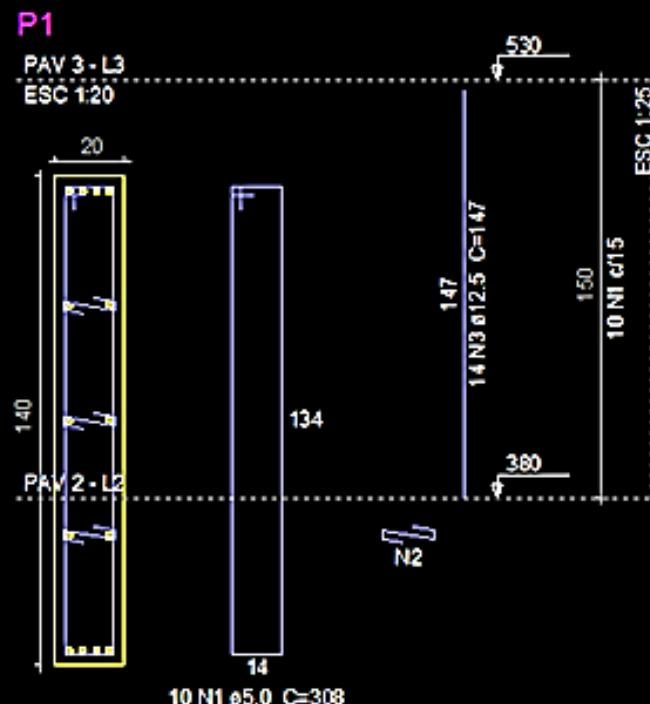
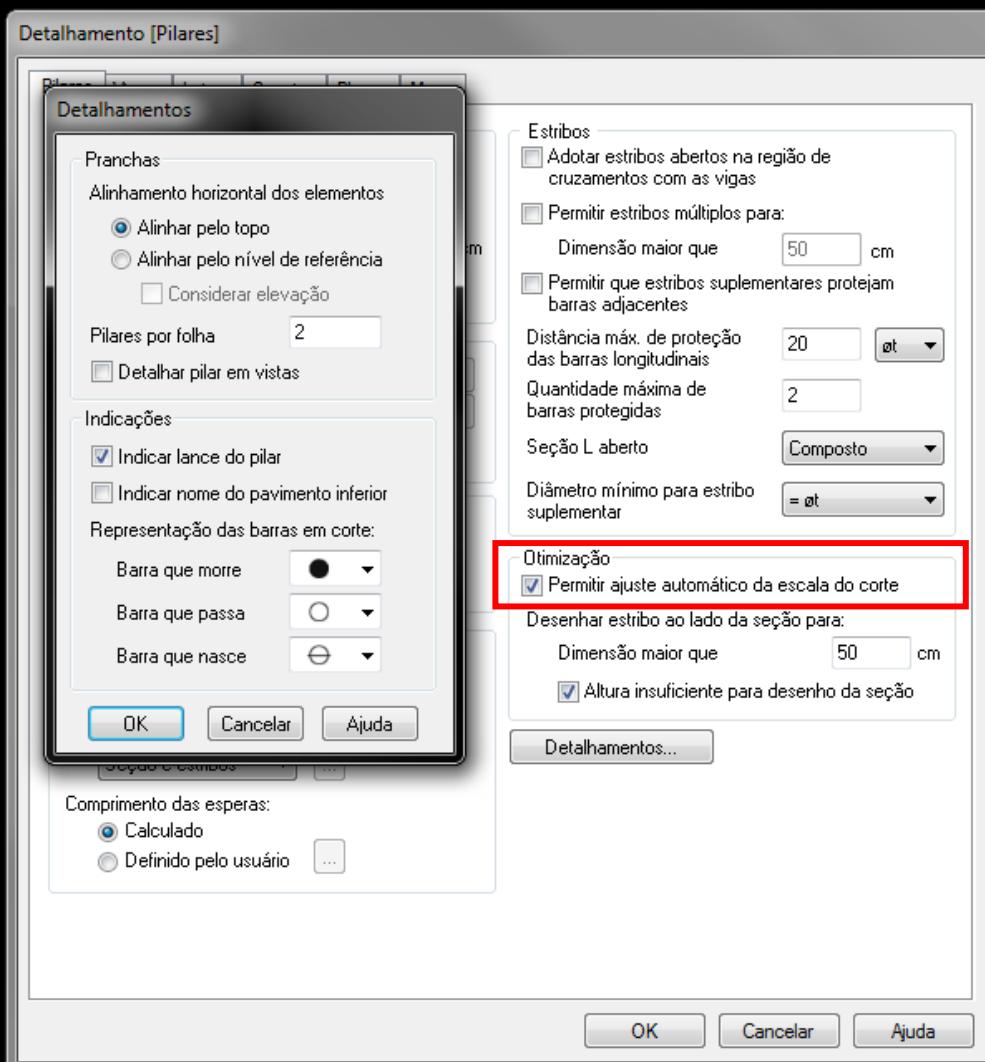
Detalhamentos...

OK Cancelar Ajuda



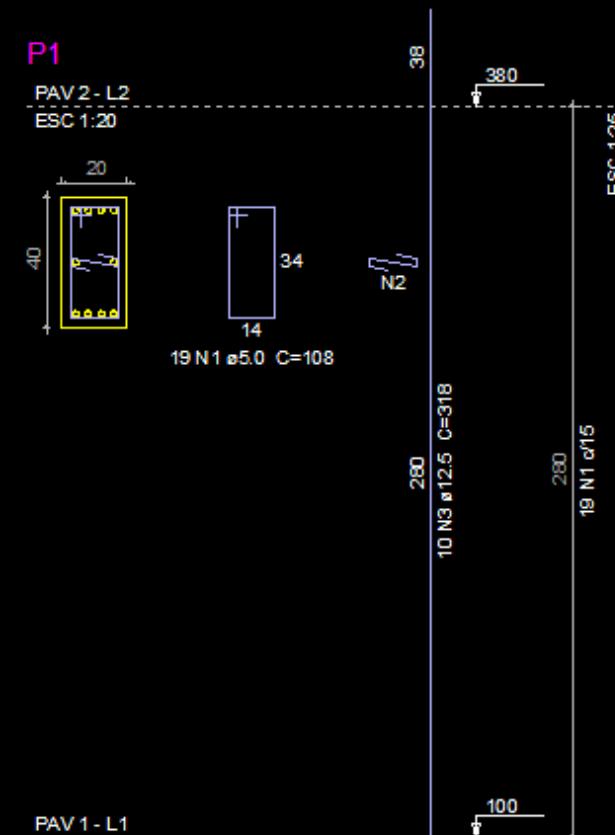
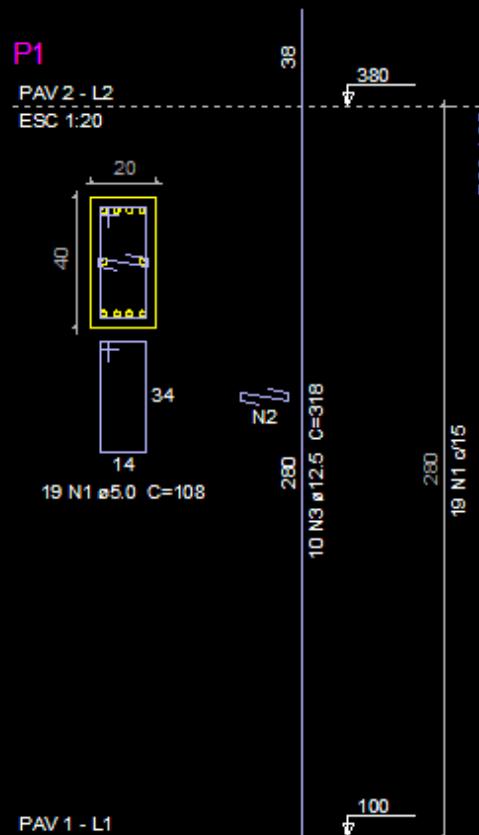
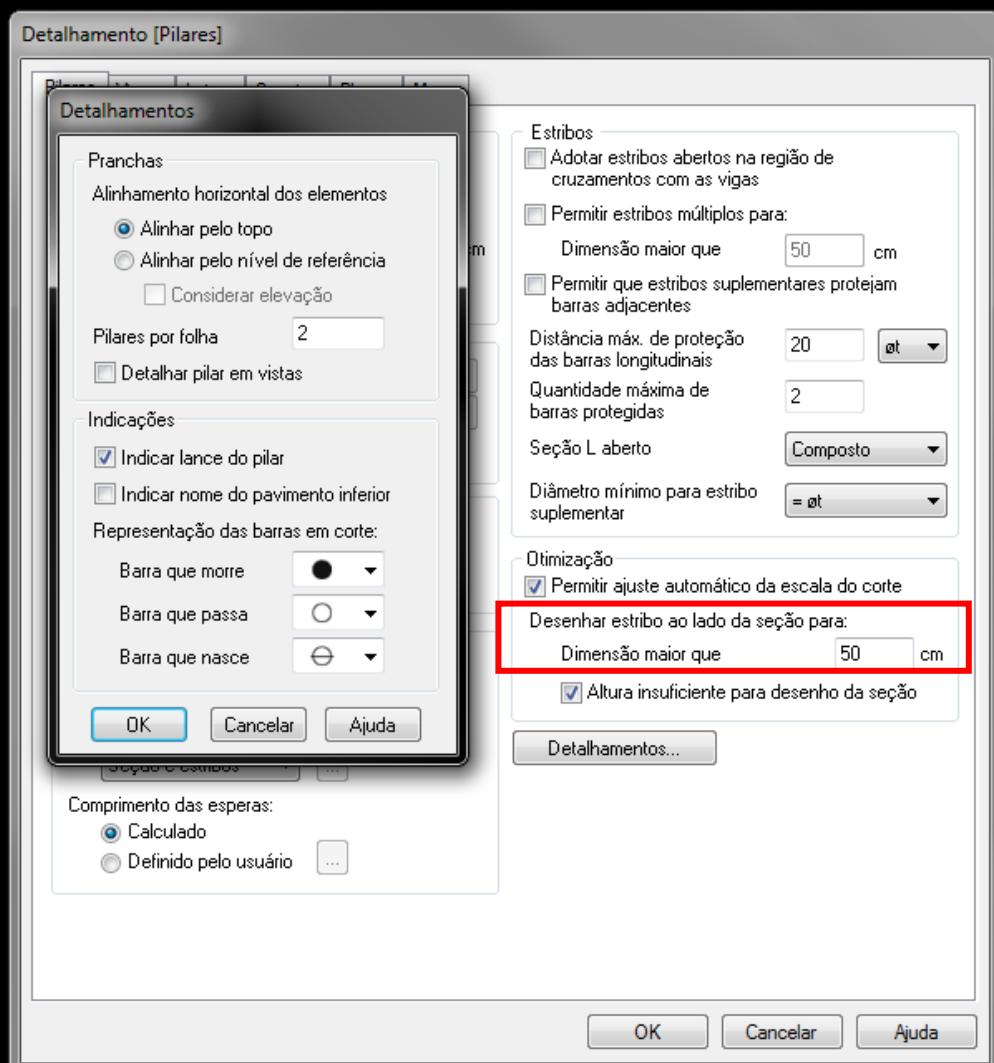
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – PILARES



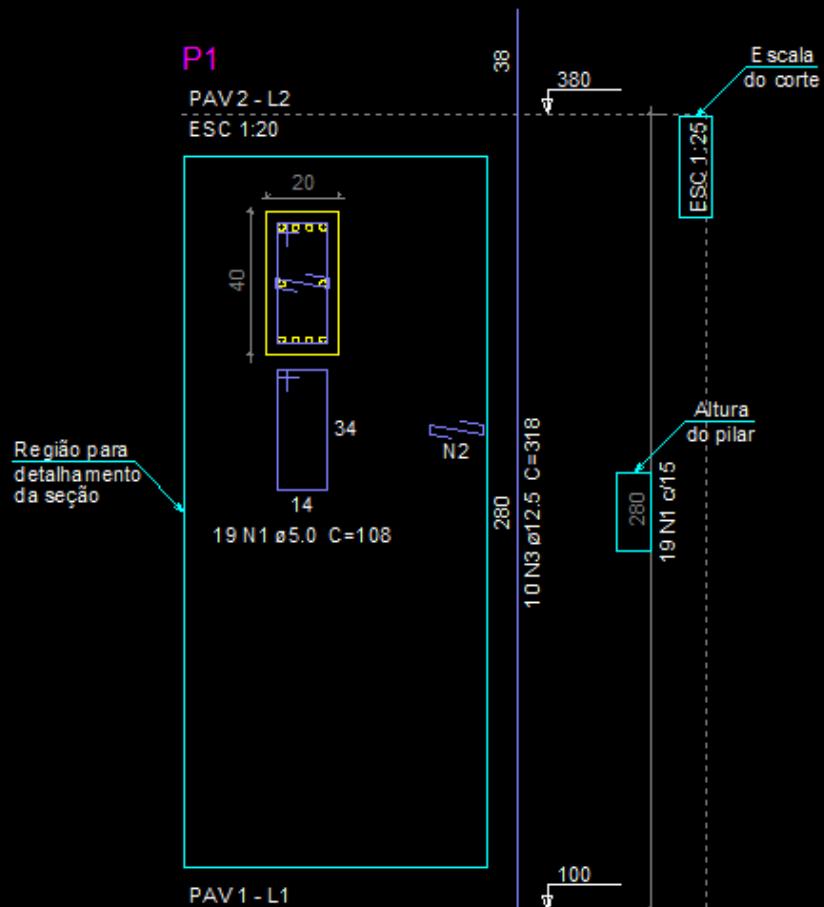
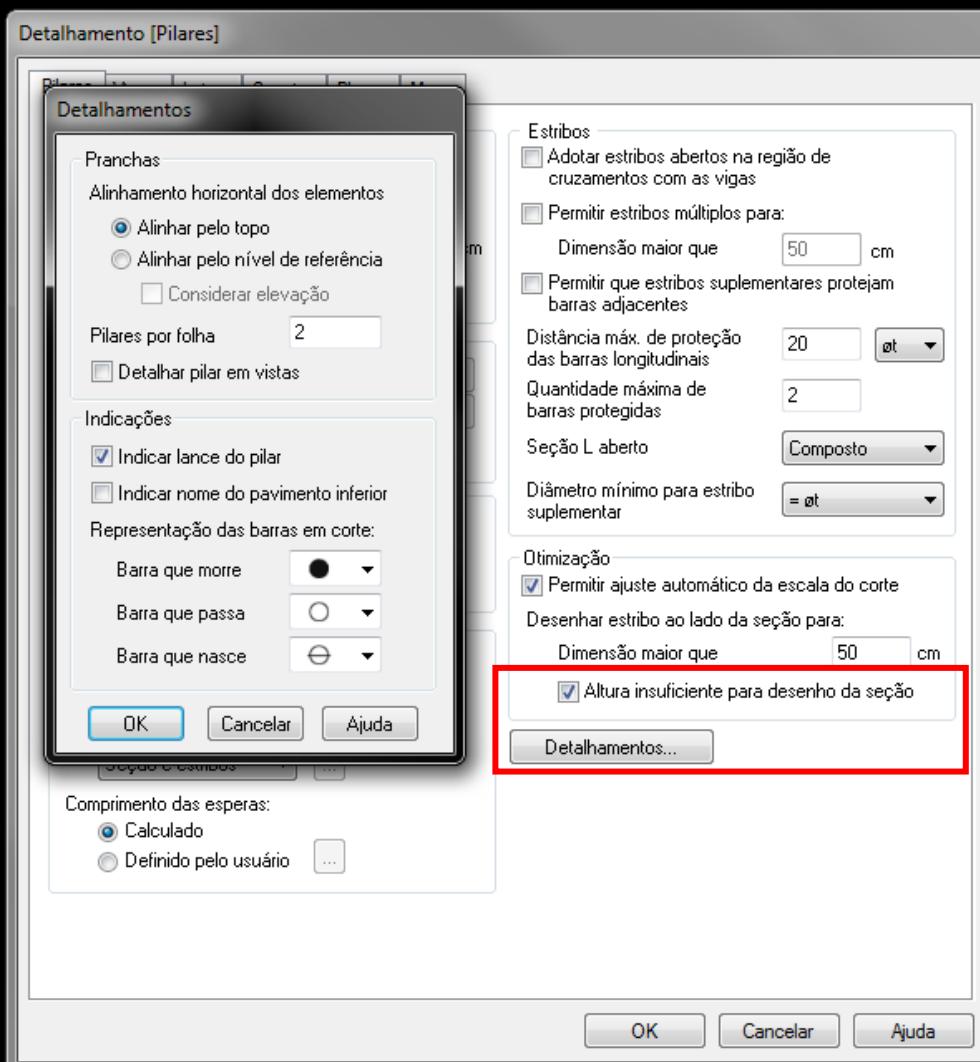
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – PILARES



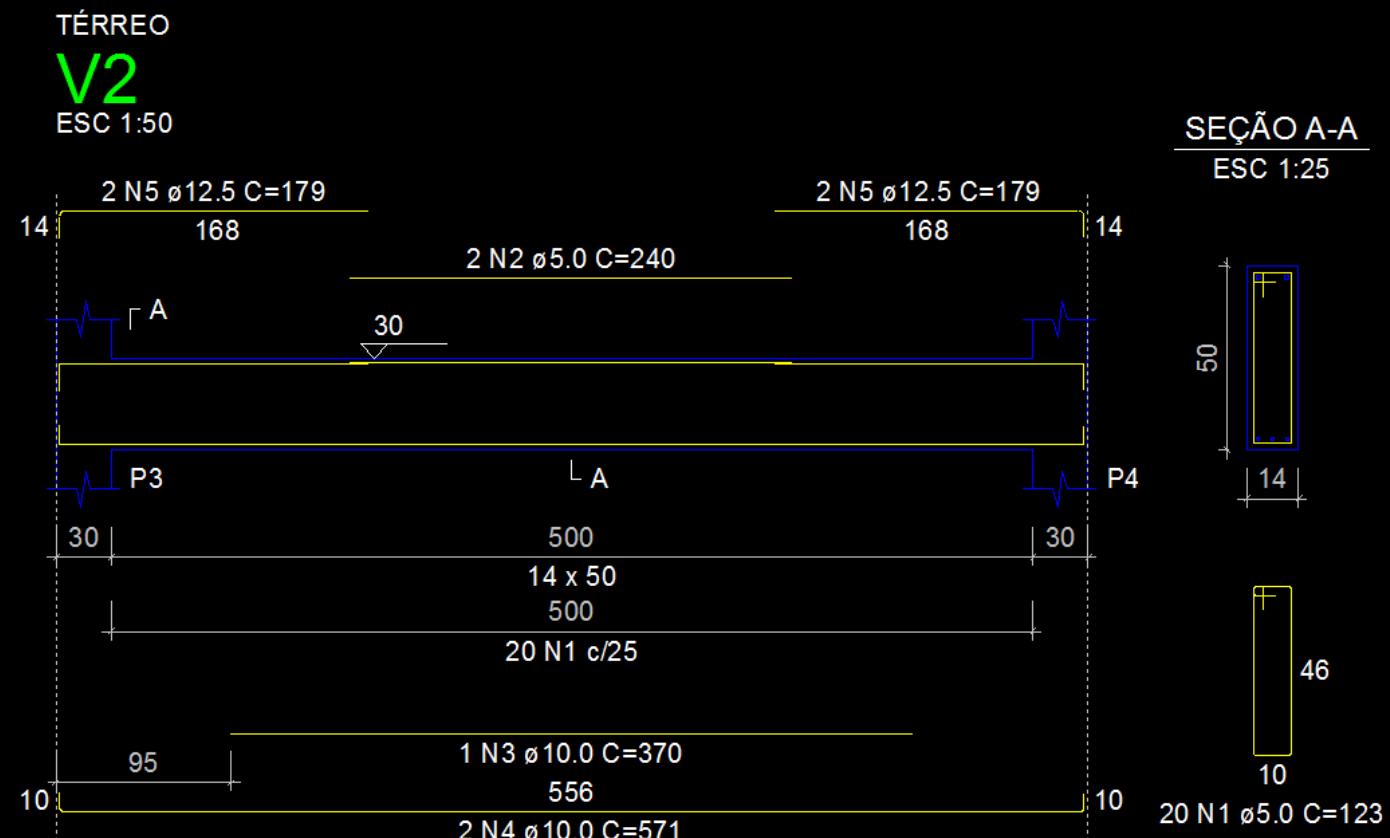
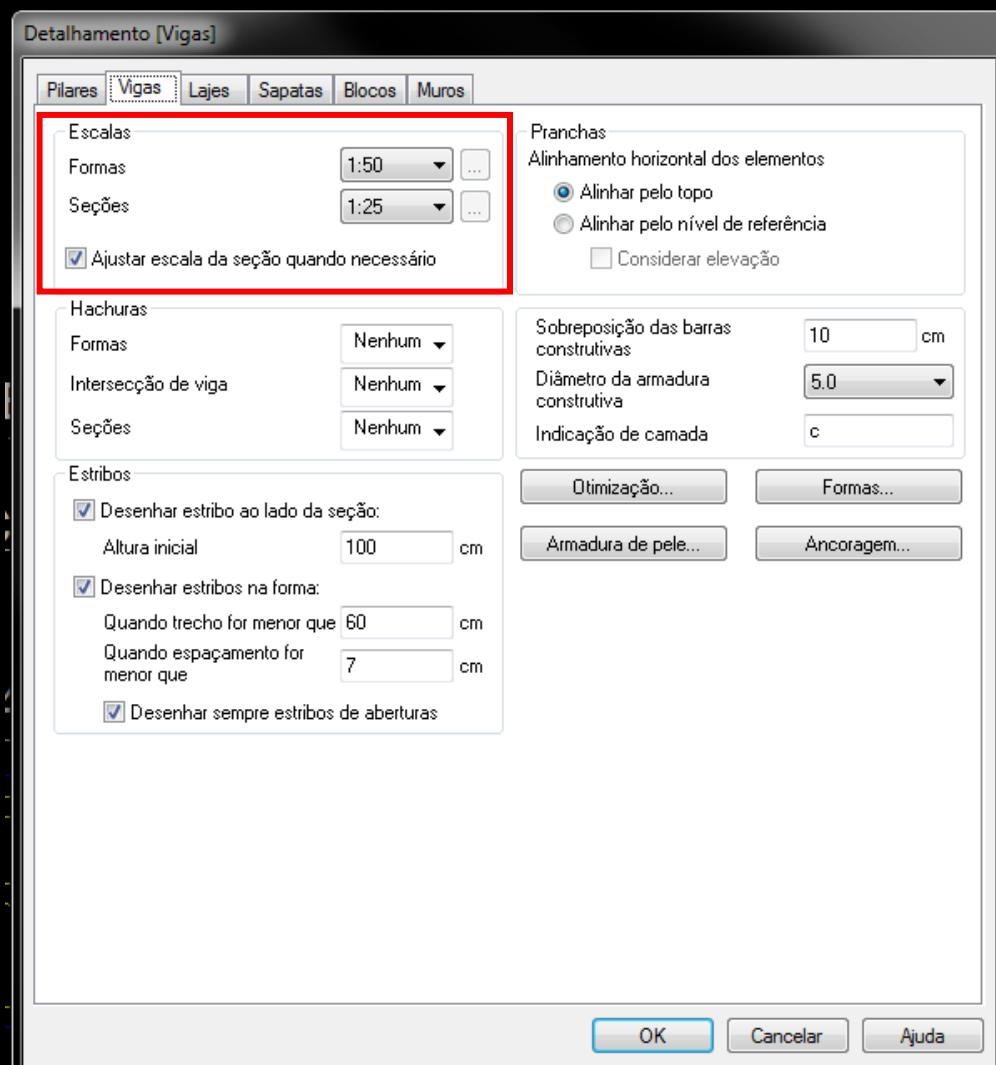
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – PILARES



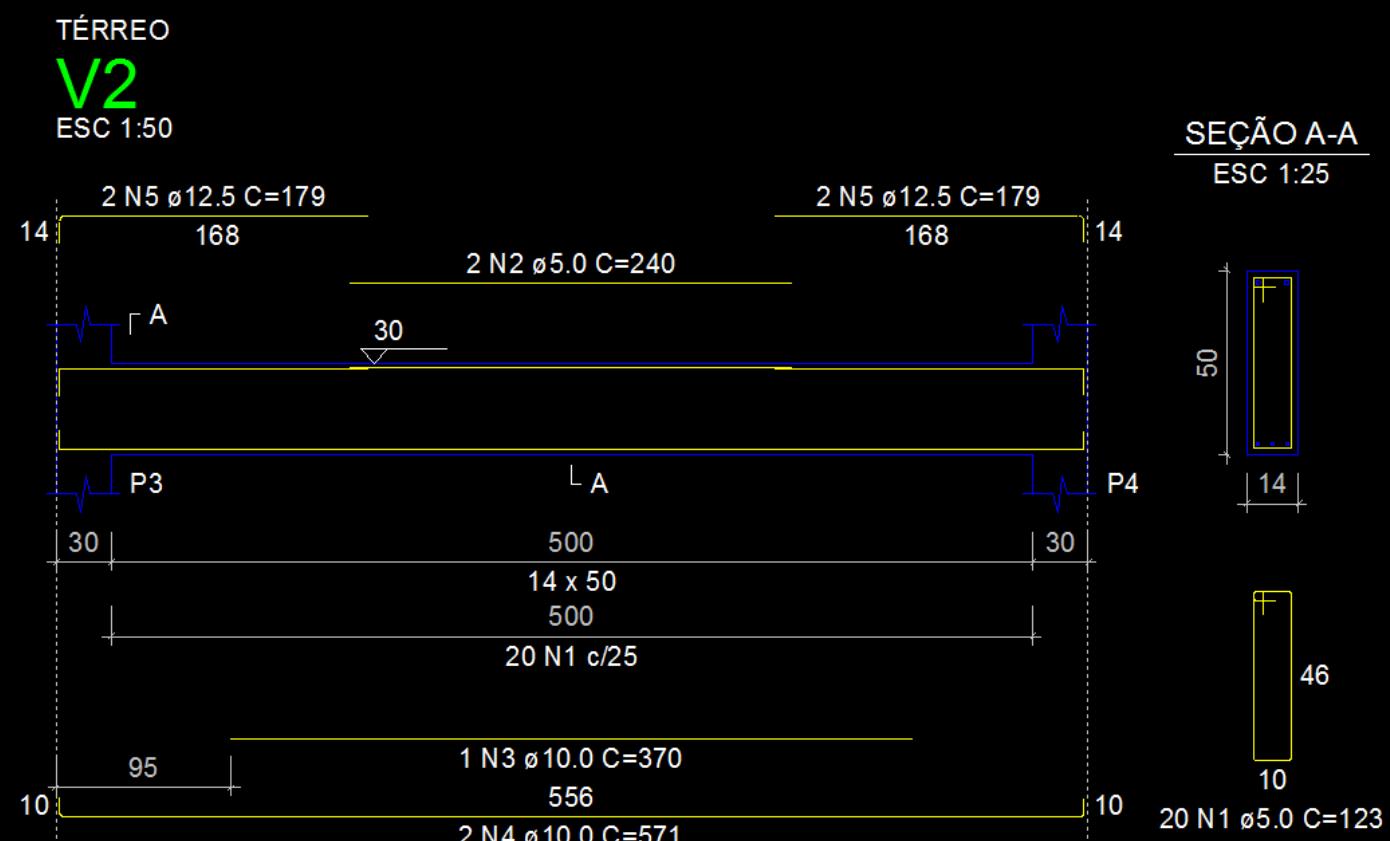
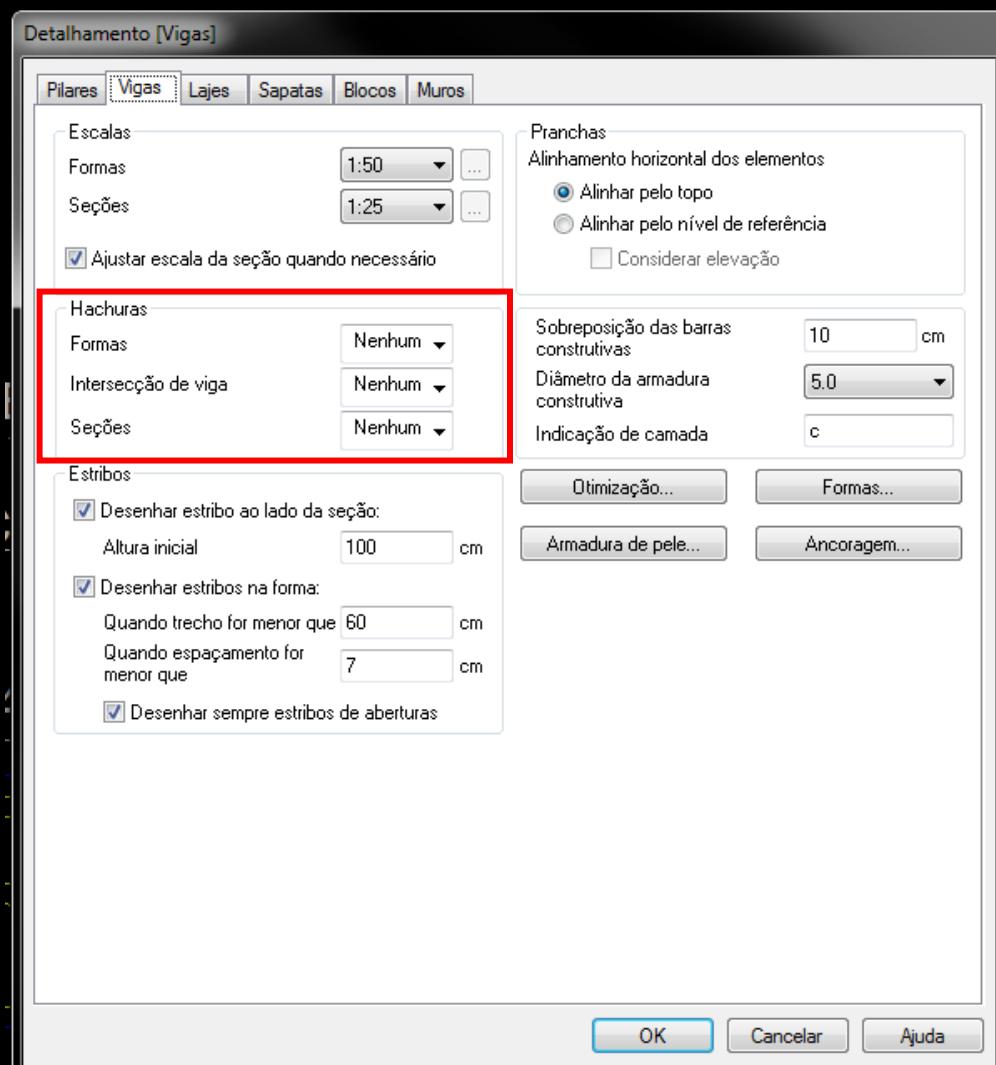
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – VIGAS



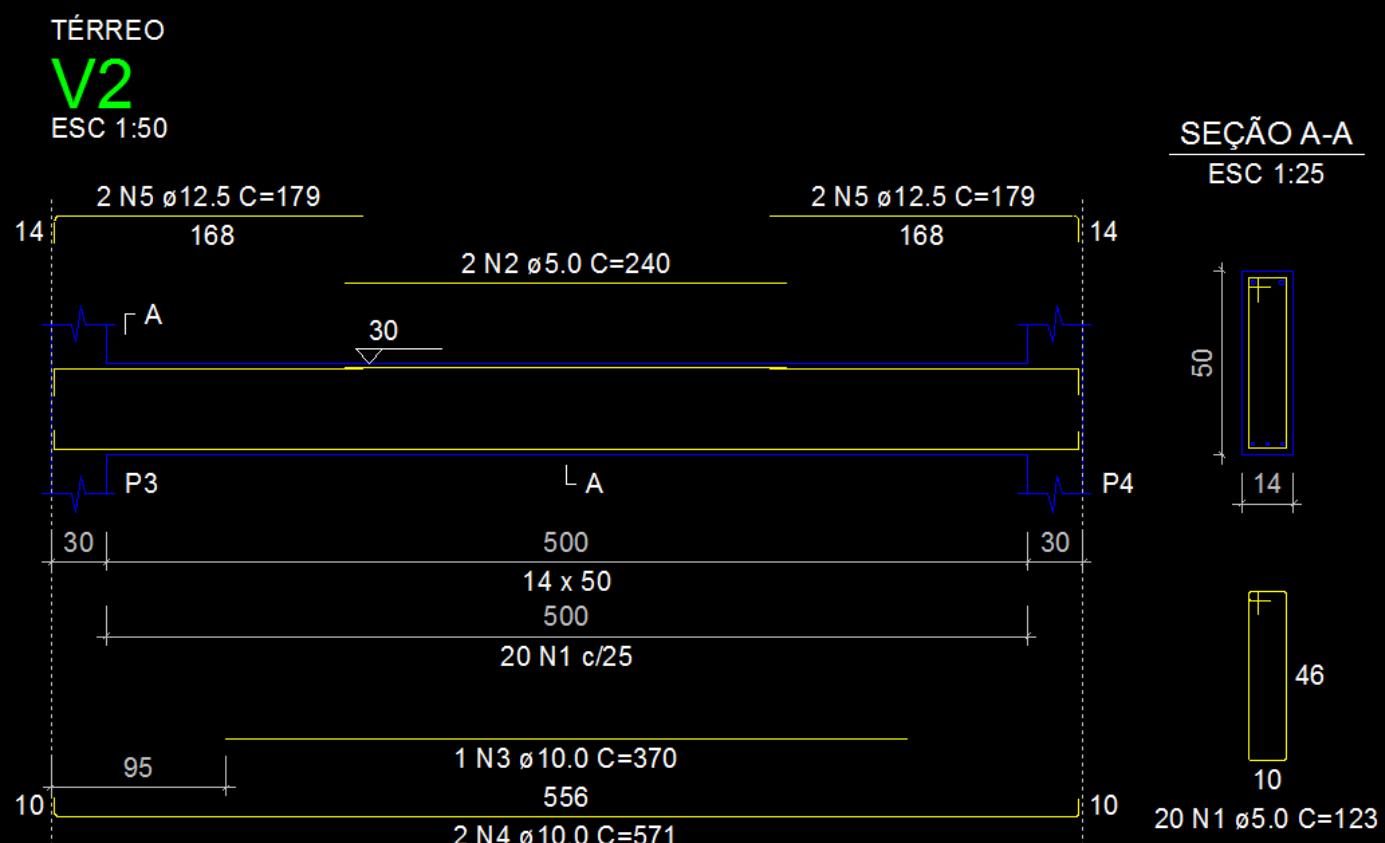
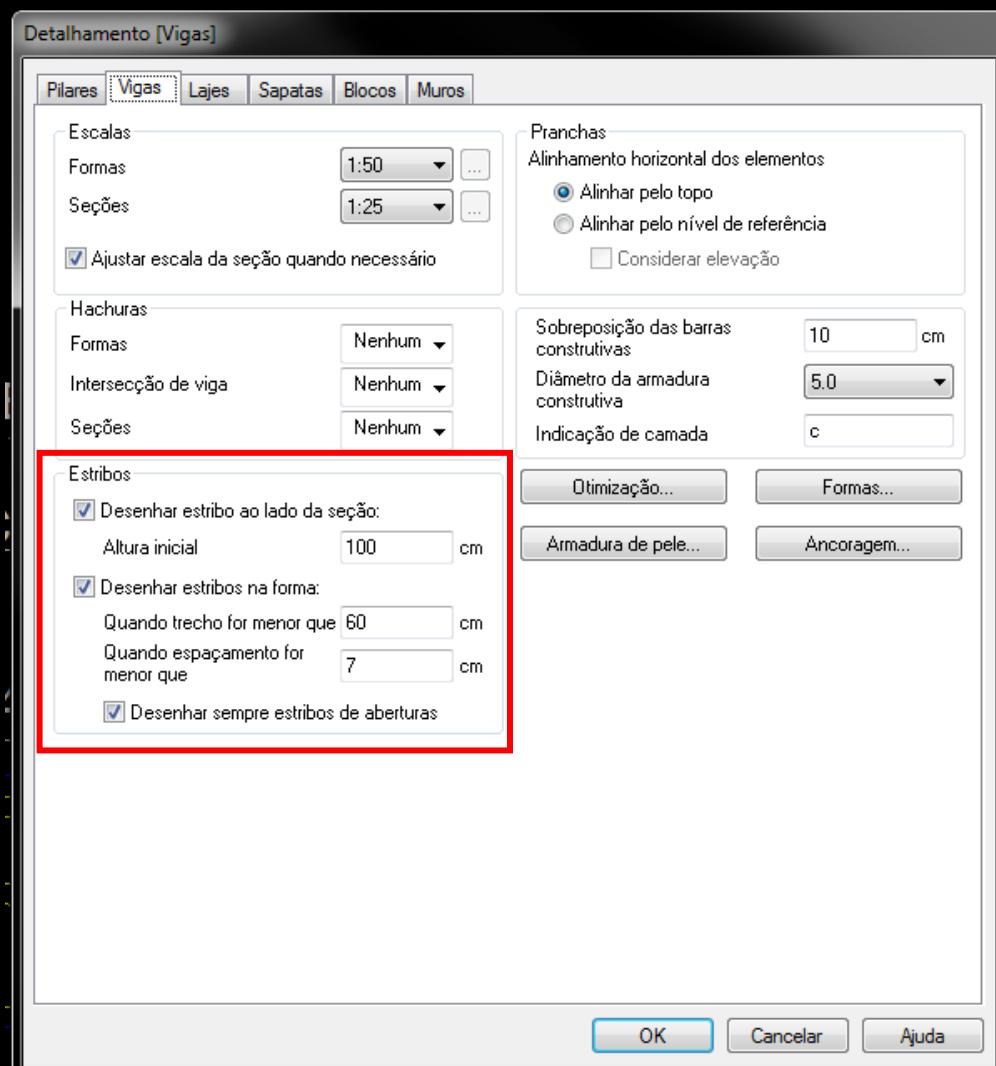
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – VIGAS



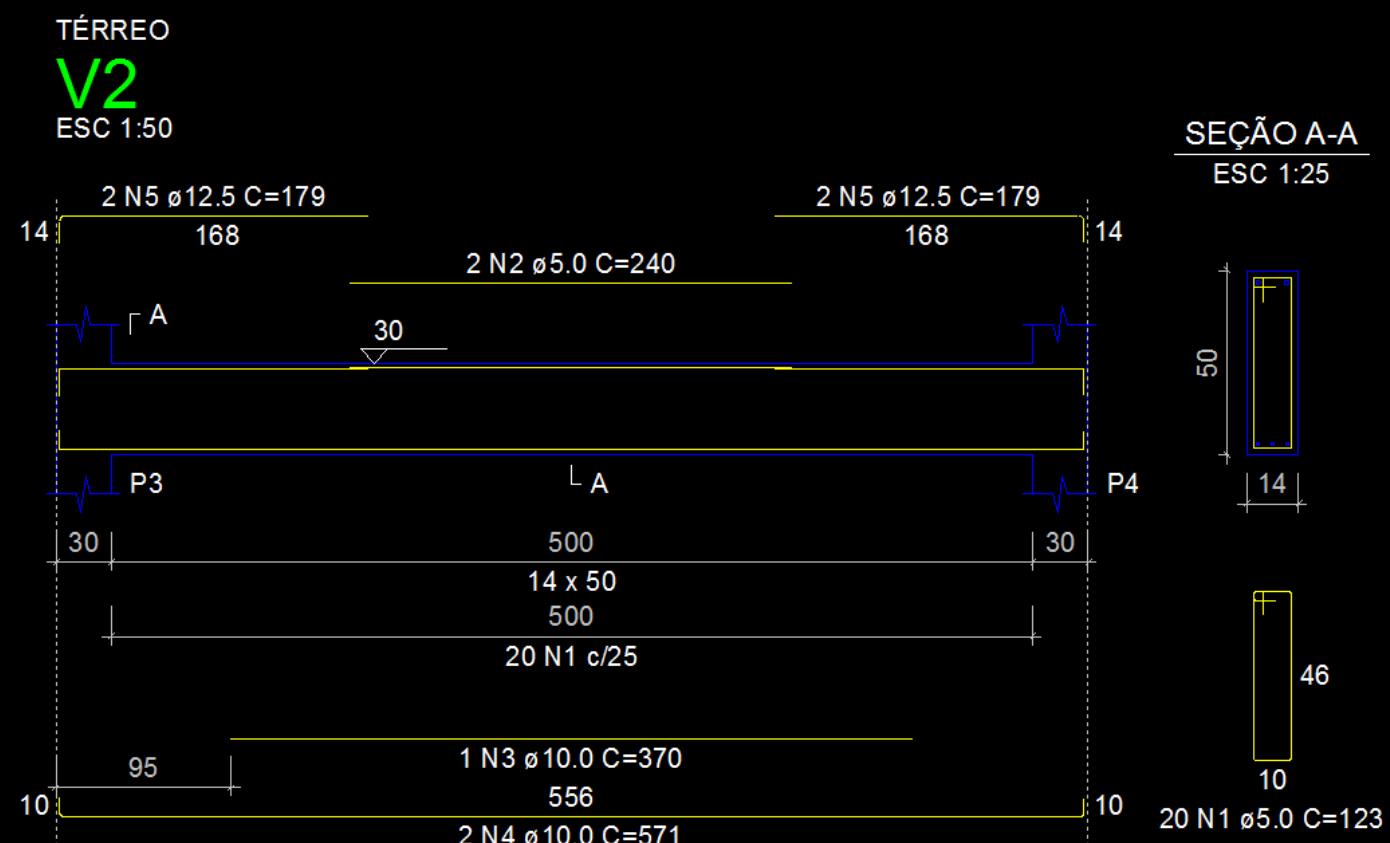
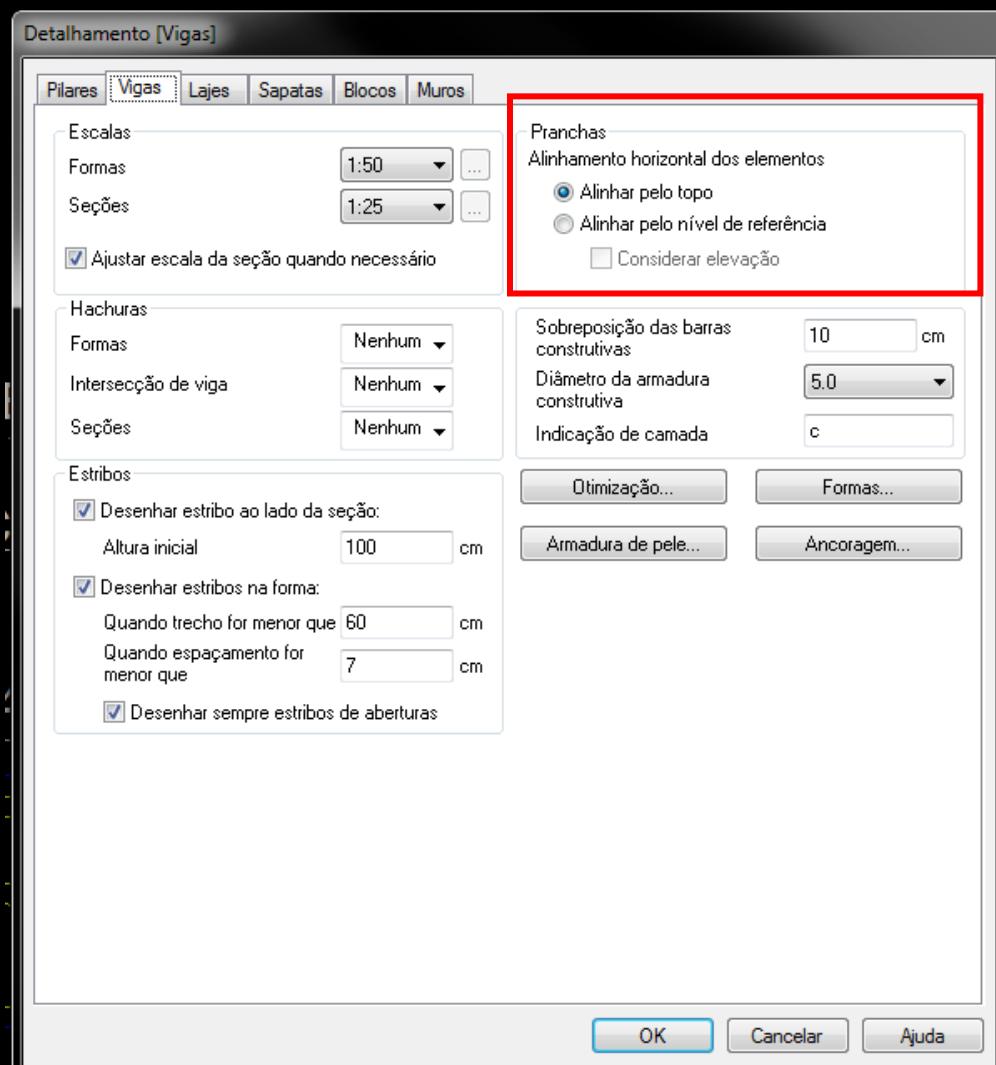
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – VIGAS



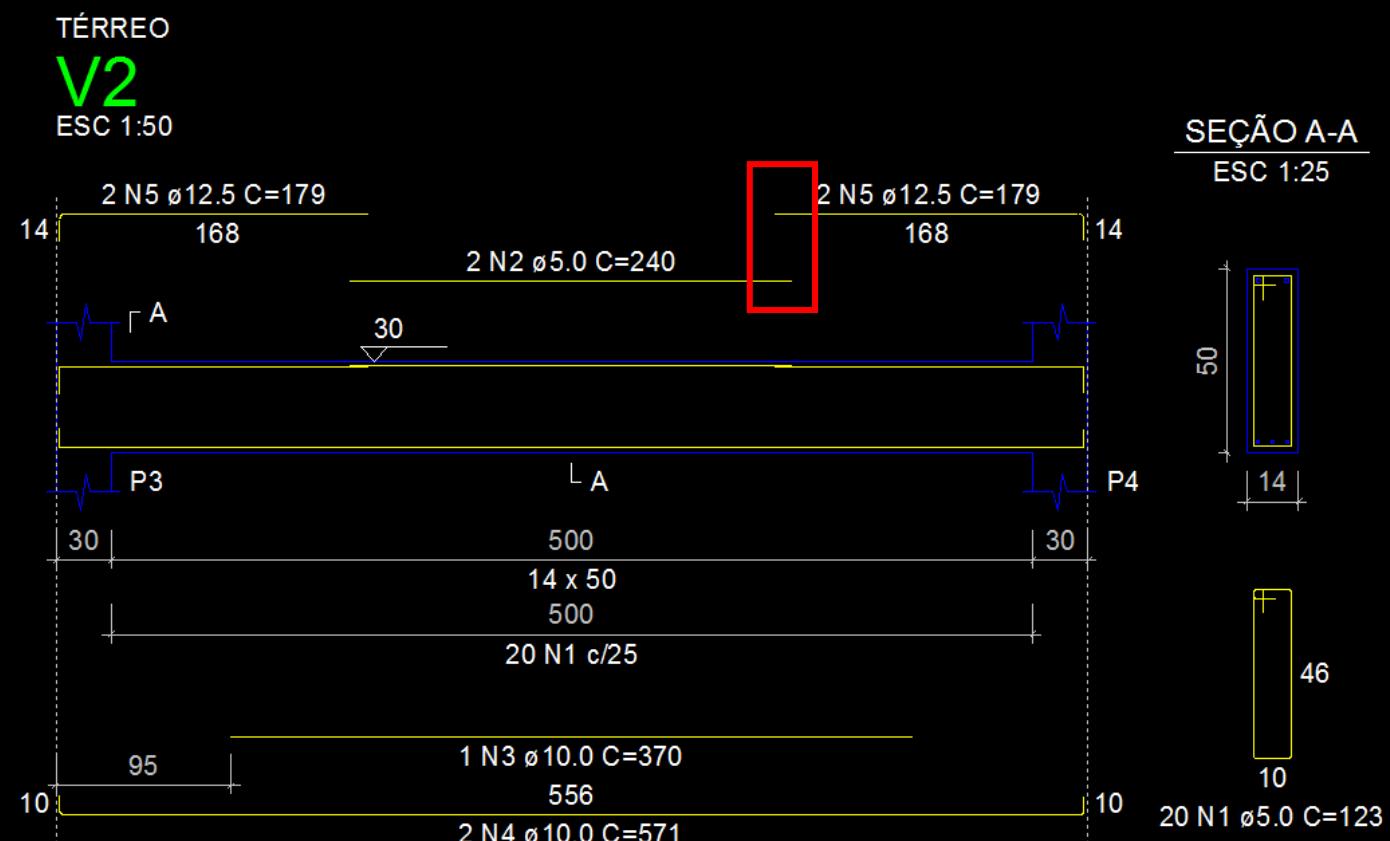
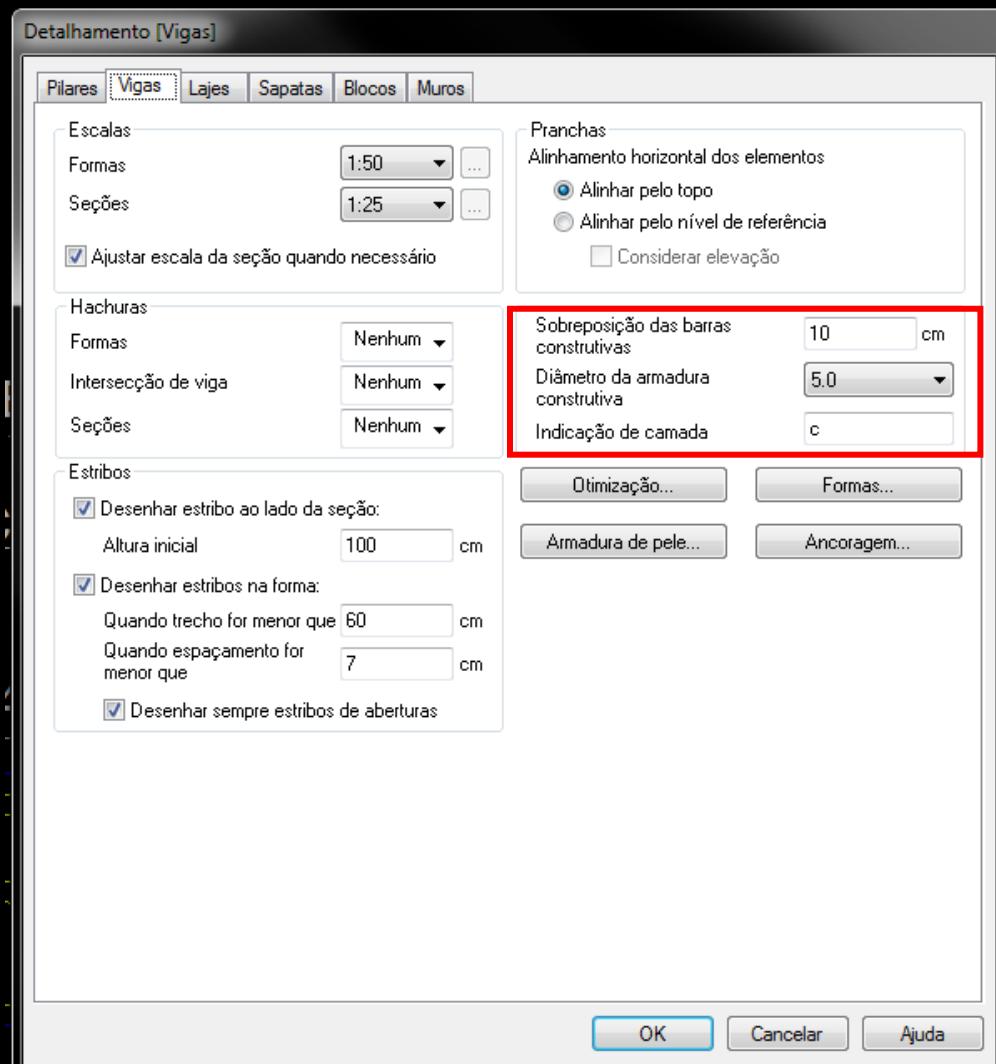
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – VIGAS



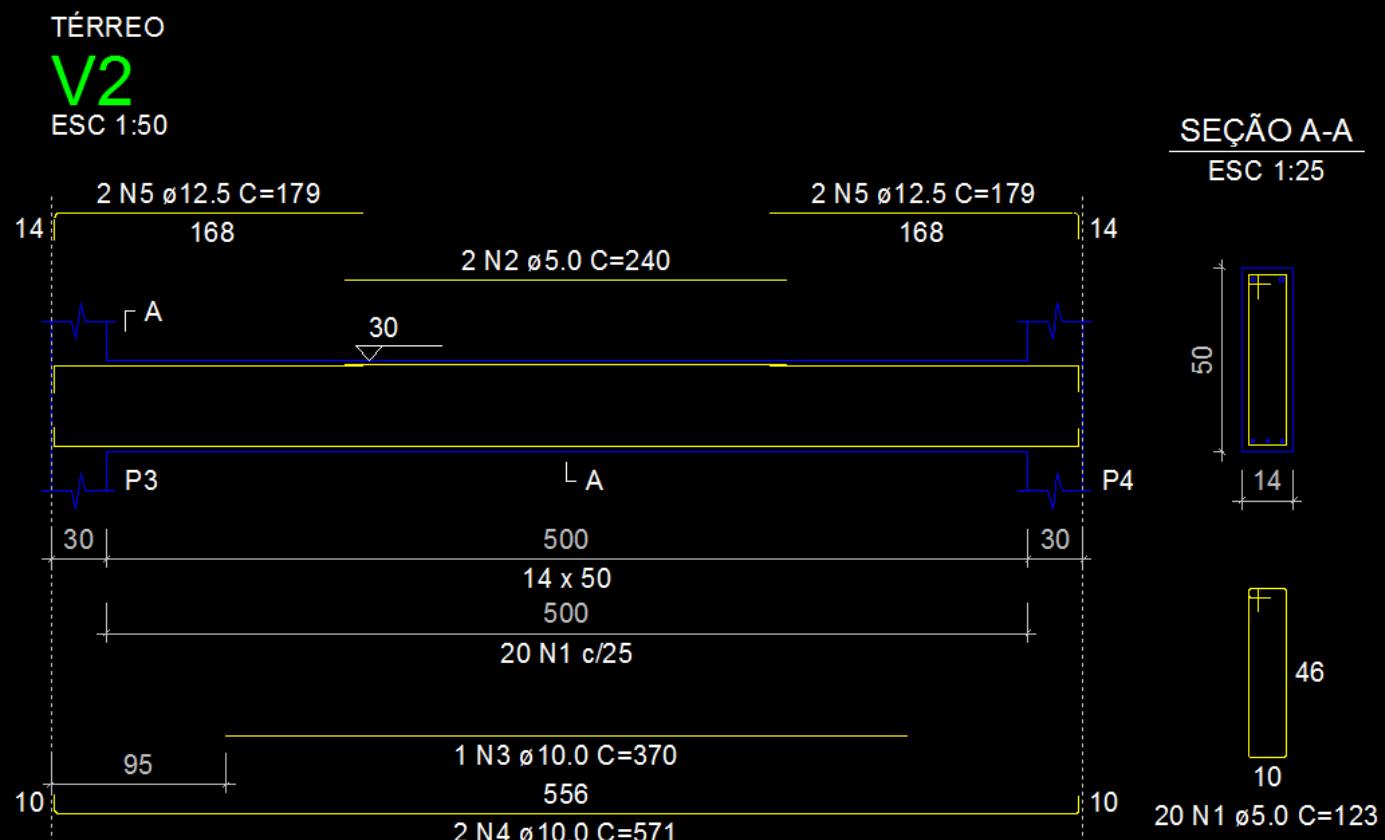
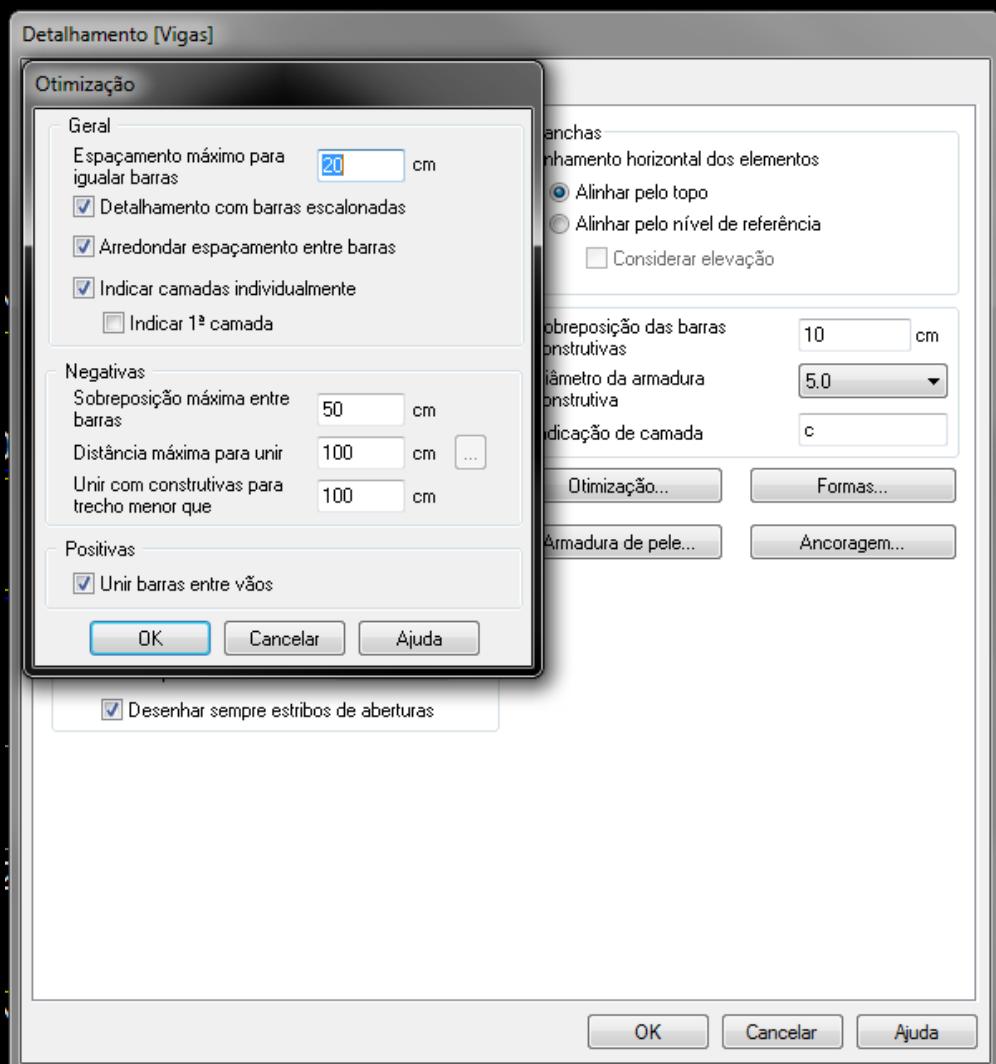
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – VIGAS



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

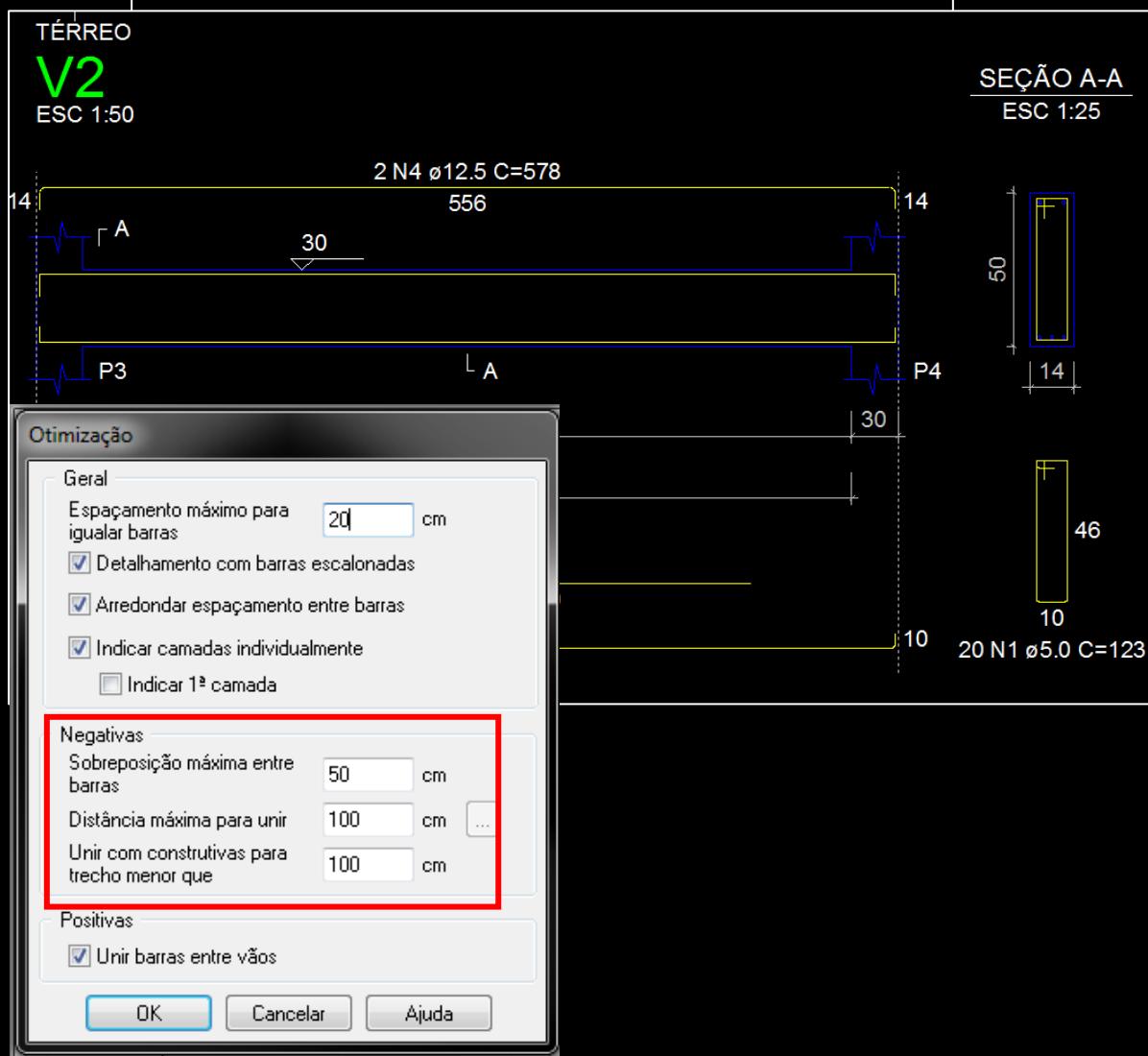
## DETALHAMENTO – VIGAS



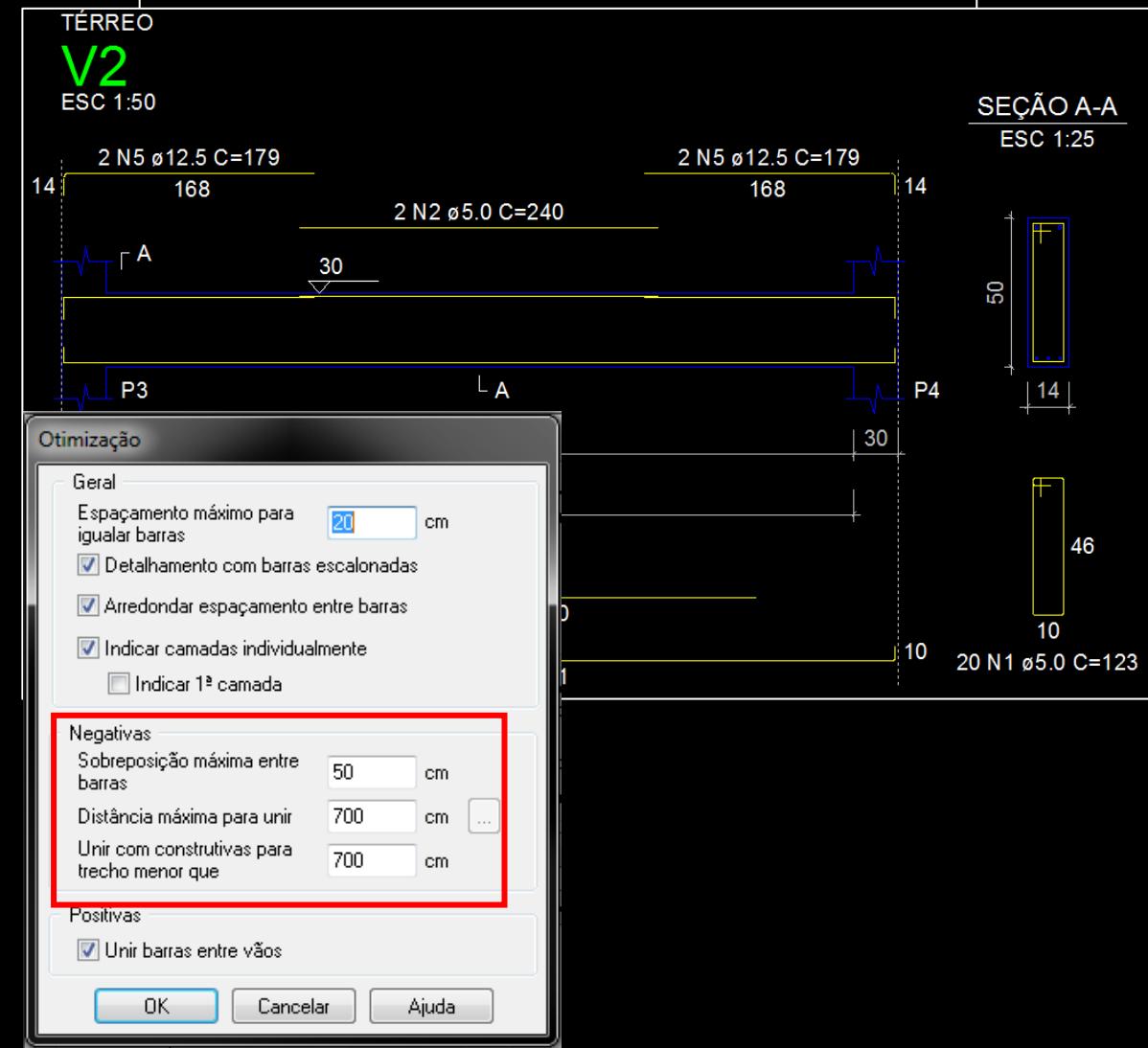
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – VIGAS

### UNINDO BARRAS NEGATIVAS

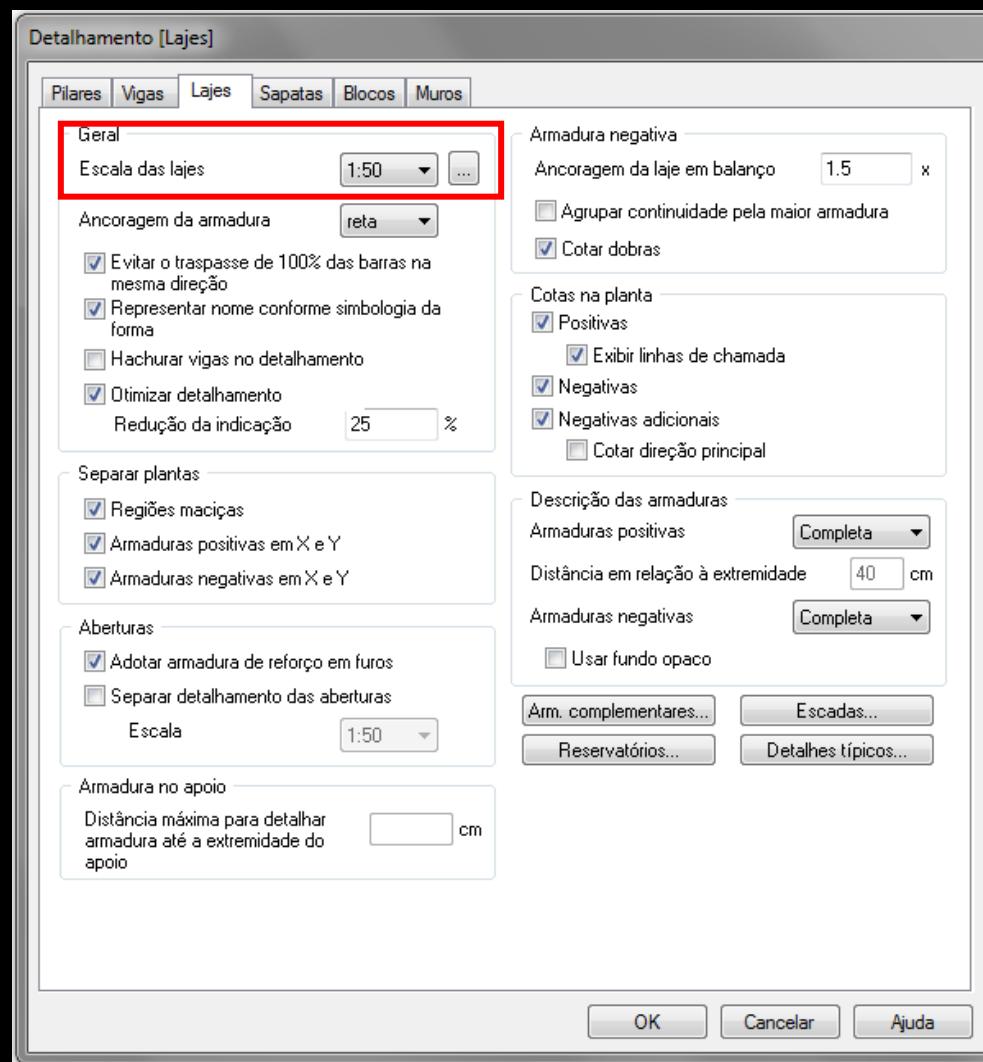


### SEPARANDO BARRAS NEGATIVAS



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – LAJES



## LAJES

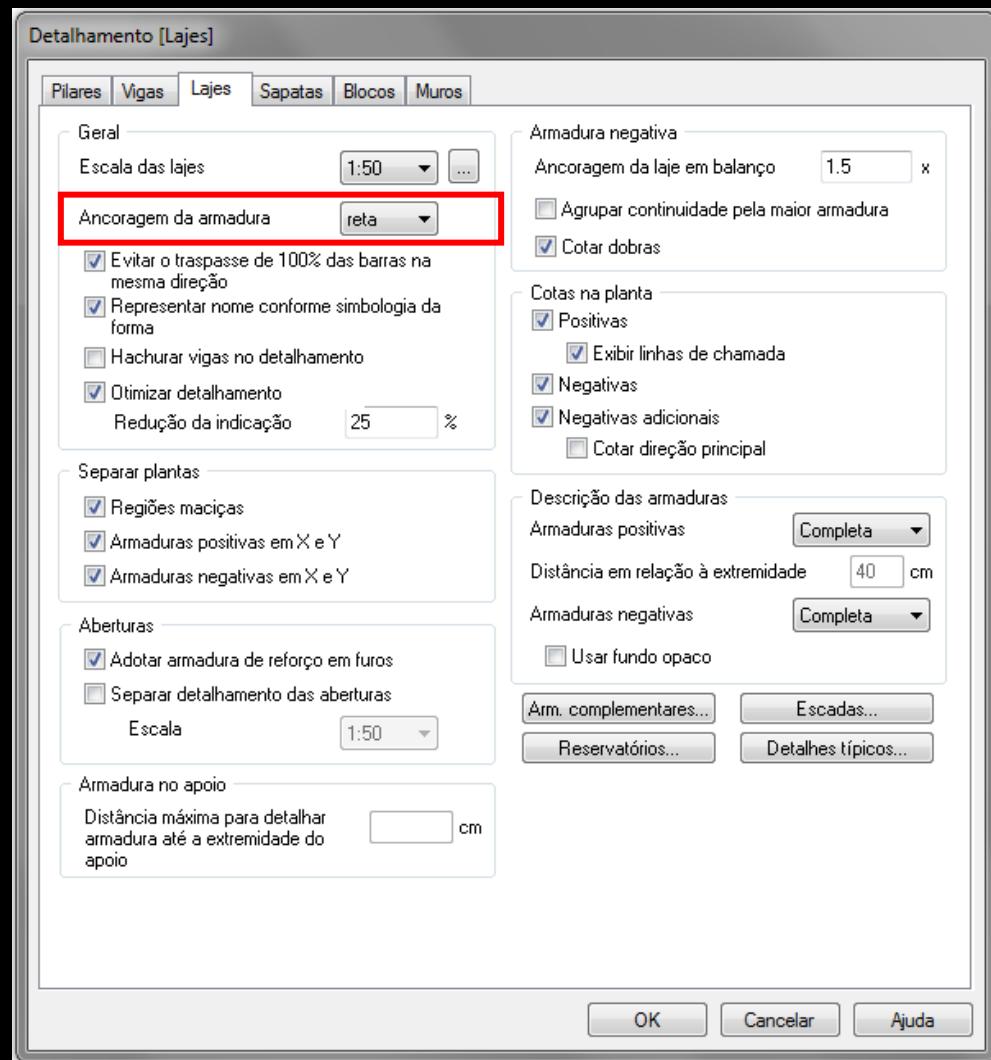
Onde acessar: configuração Detalhamento

Objetivo: Configurar os parâmetros de detalhamento das lajes do projeto.

**Escala das lajes:** configura a escala para detalhamento do painel de lajes do pavimento.

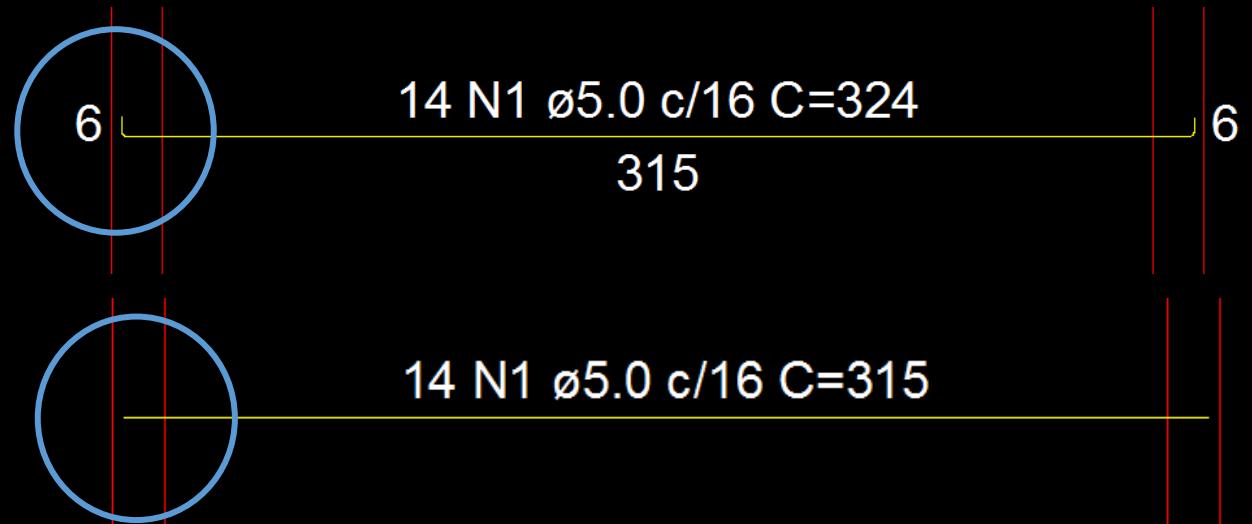
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – LAJES



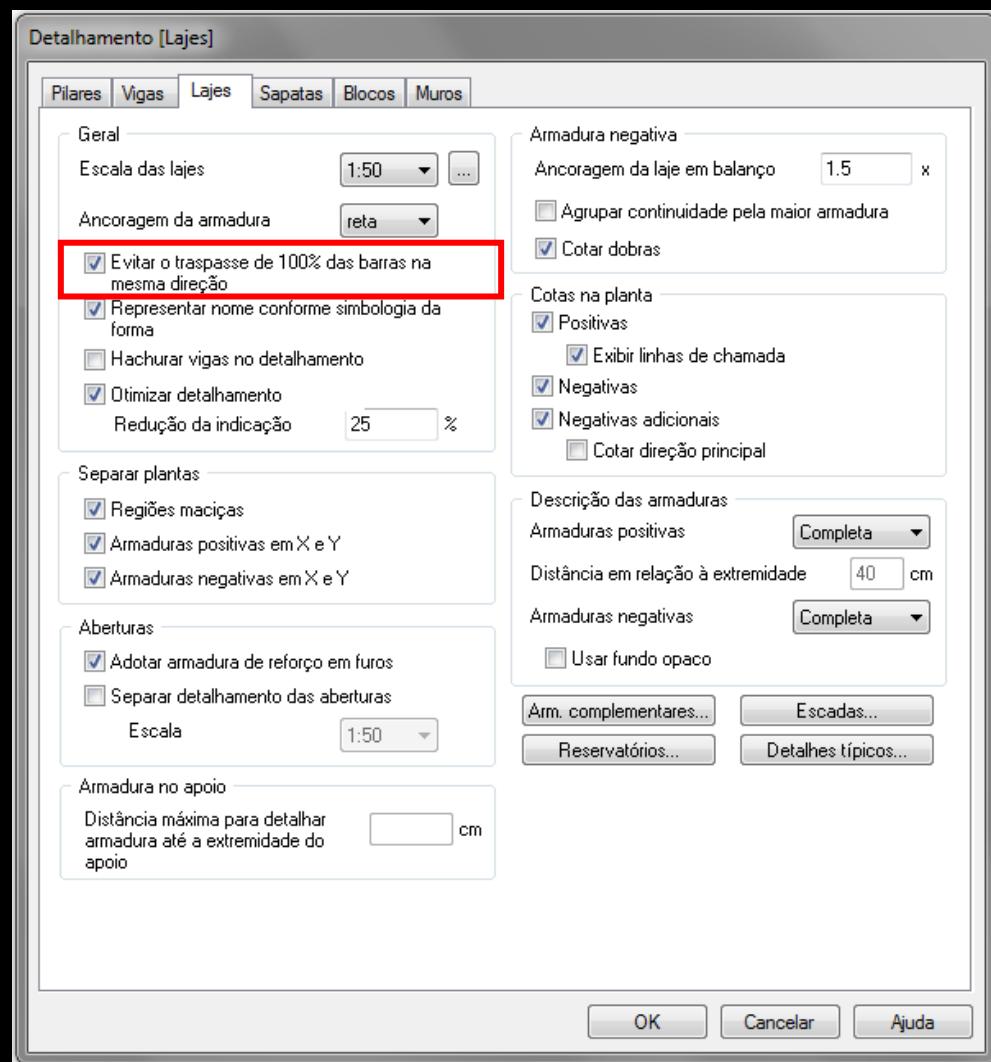
## LAJES

**Ancoragem da armadura:** configura a forma das barras da armadura positiva, que poderá ser reta ou em gancho.



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – LAJES

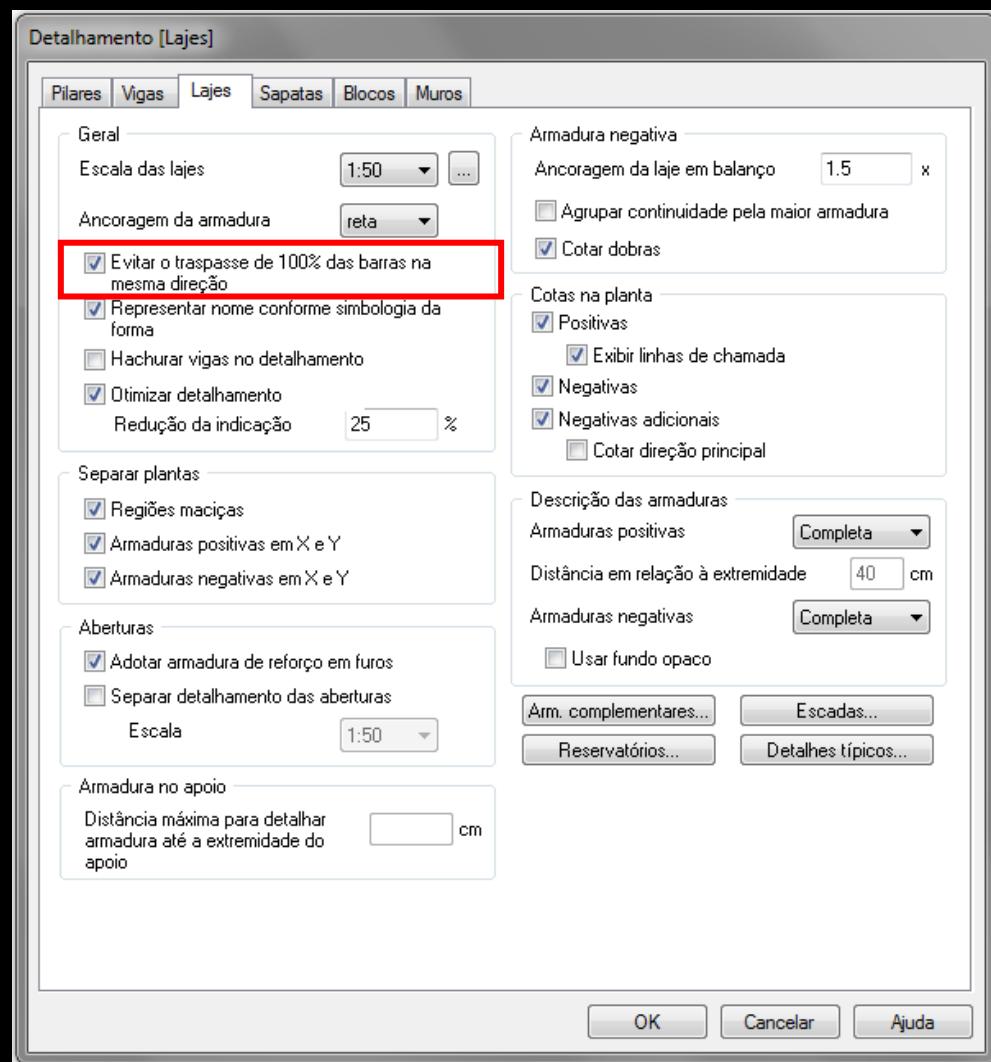


### Evitar o traspasse de 100% das barras na mesma direção

**direção:** esta configuração permite o detalhamento opcional com 50% de traspasse na mesma seção mesmo quando as prescrições do Tabela 9.3 da NBR 6118:2014 permitirem o traspasse de 100% das barras na mesma seção.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – LAJES

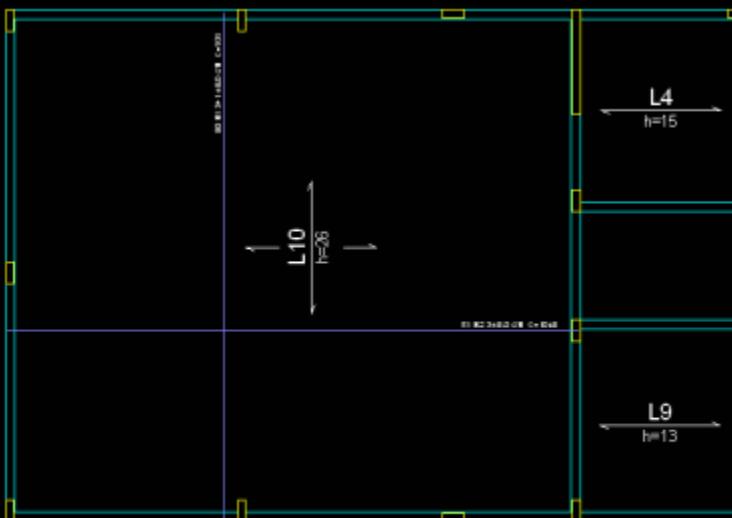
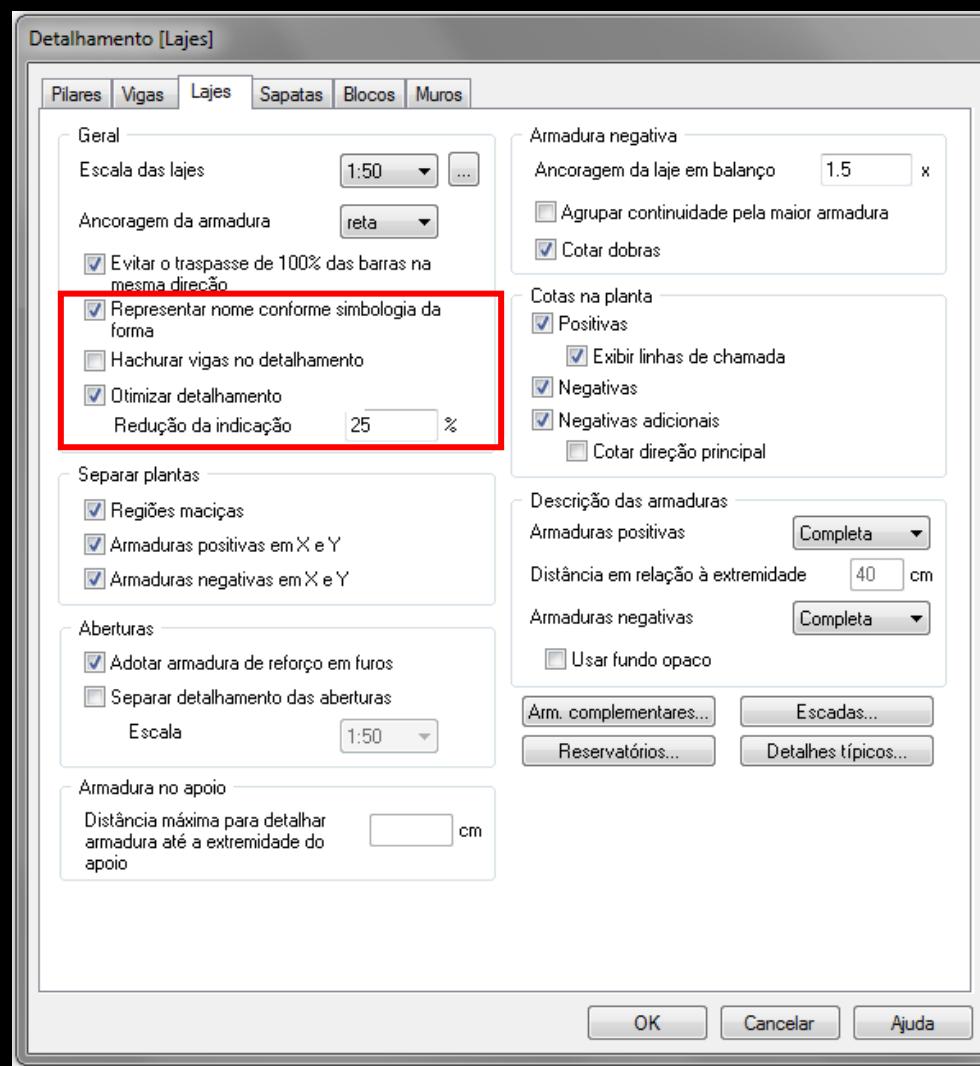


### Evitar o traspasse de 100% das barras na mesma direção

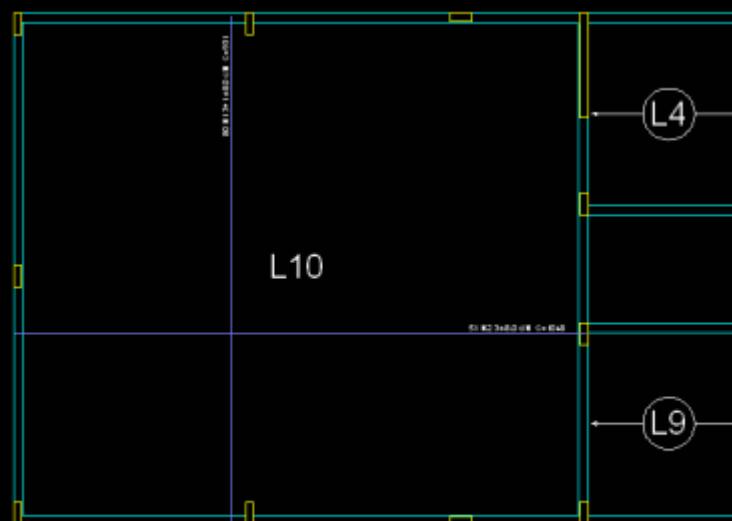
**direção:** esta configuração permite o detalhamento opcional com 50% de traspasse na mesma seção mesmo quando as prescrições do Tabela 9.3 da NBR 6118:2014 permitirem o traspasse de 100% das barras na mesma seção.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – LAJES



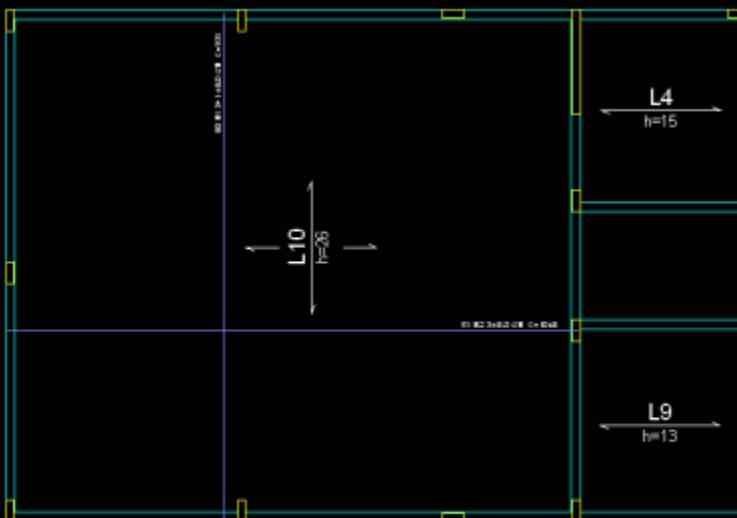
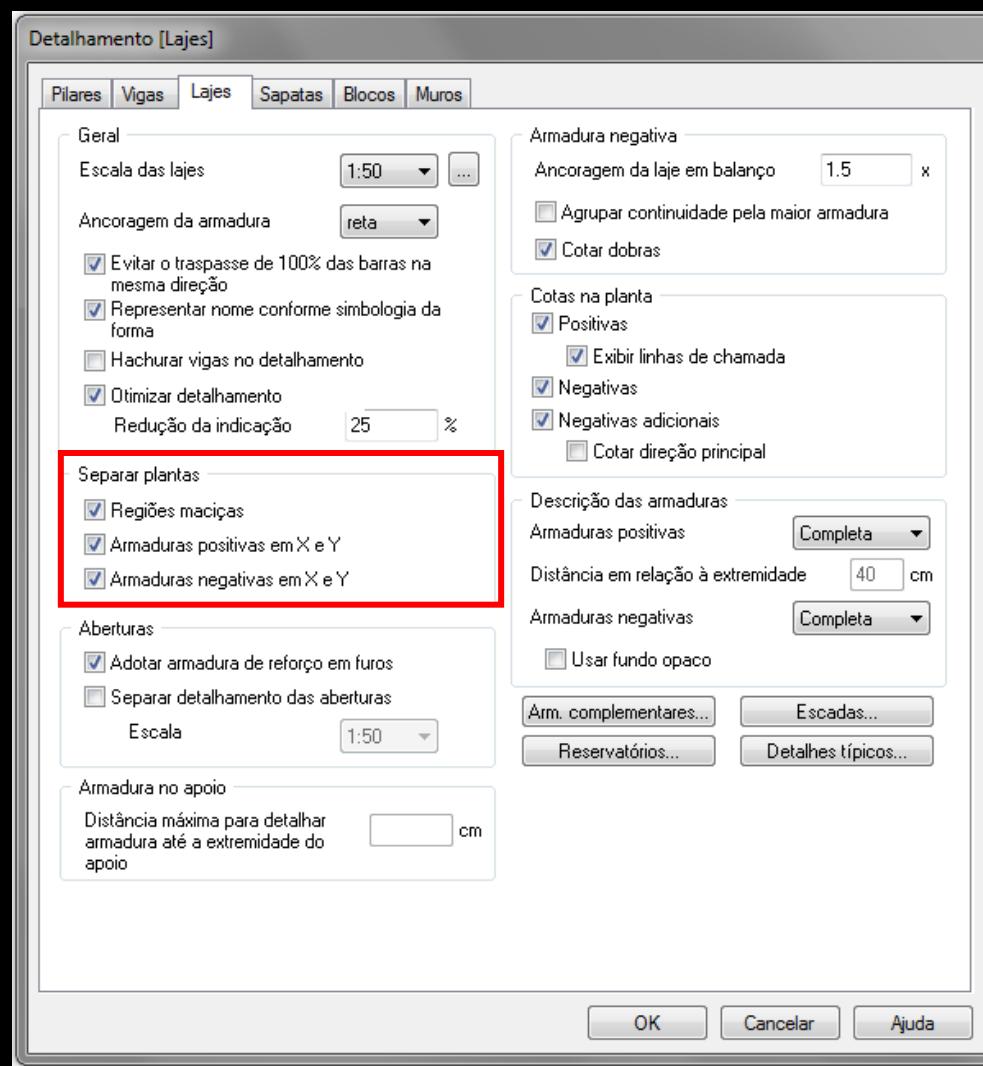
Armação positiva das lajes do pavimento Cobertura  
escala 1:50



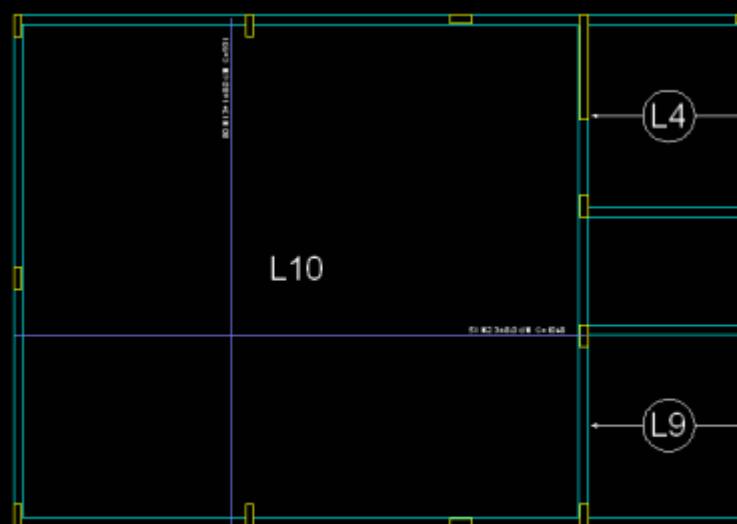
Armação positiva das lajes do pavimento Cobertura  
escala 1:50

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – LAJES



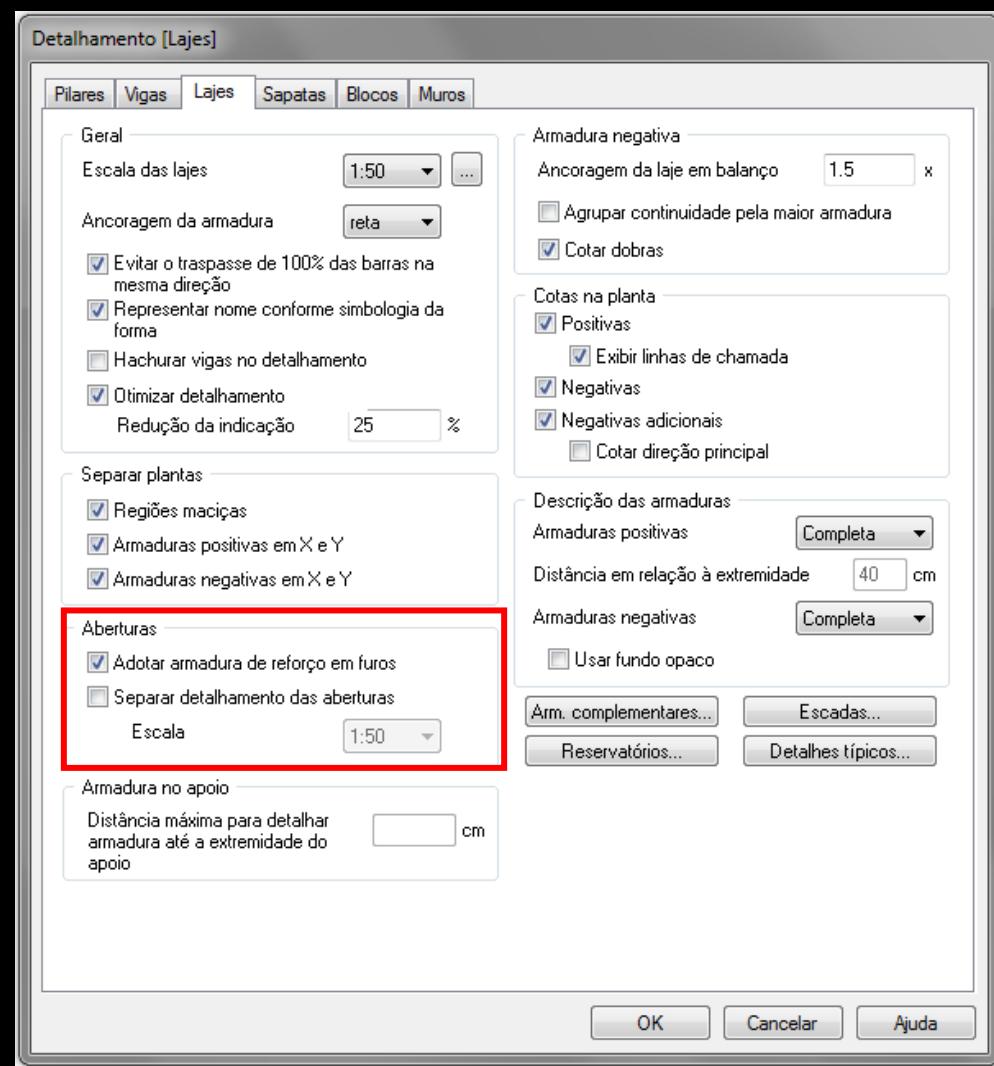
Armação positiva das lajes do pavimento Cobertura  
escala 1:50



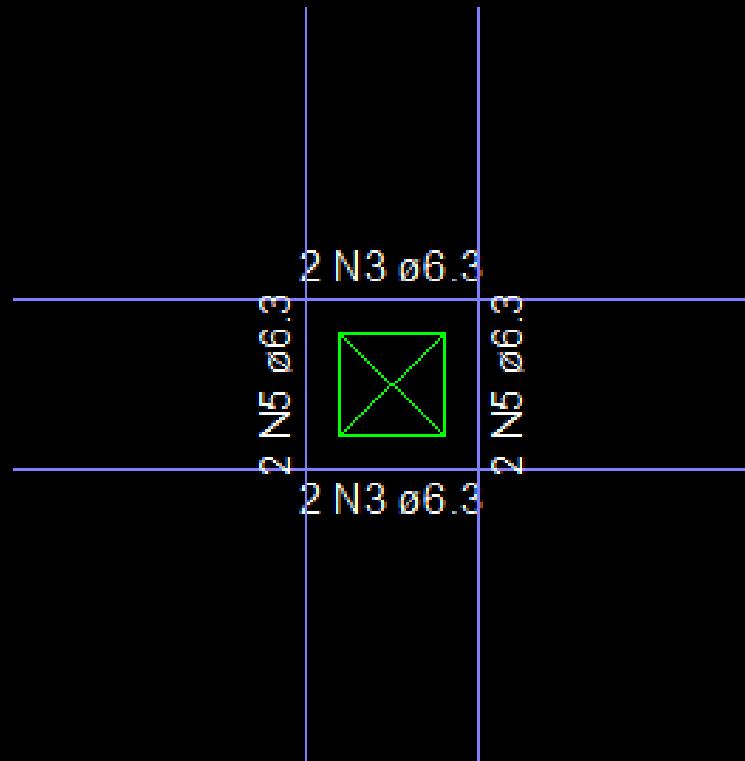
Armação positiva das lajes do pavimento Cobertura  
escala 1:50

CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## **DETALHAMENTO – LAJES**



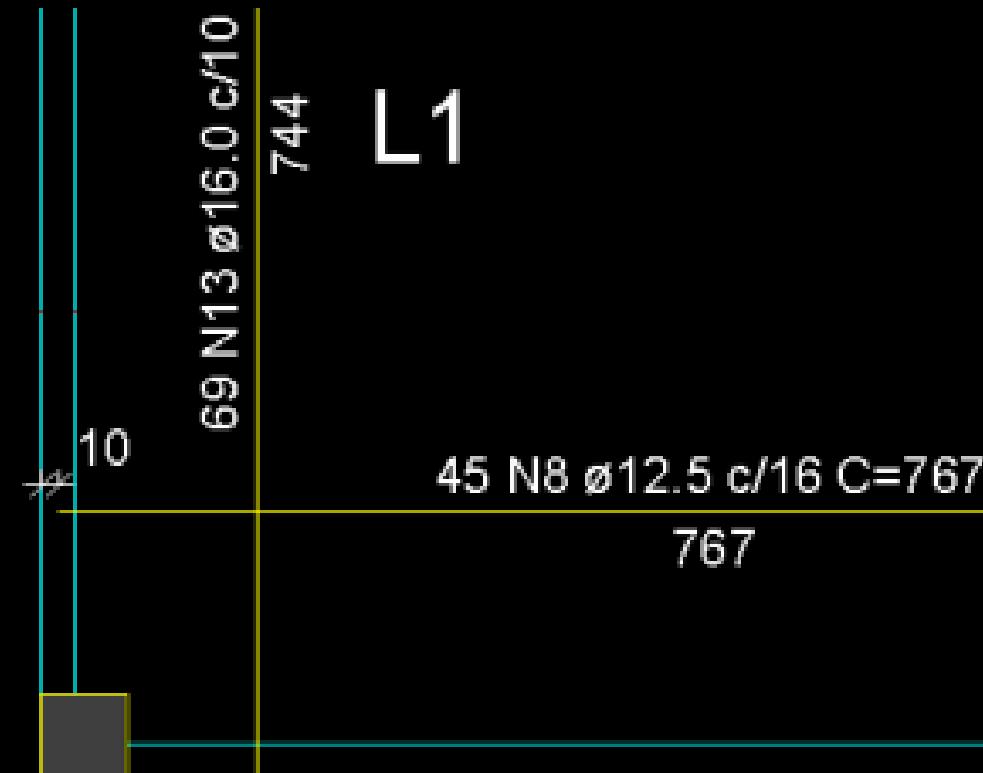
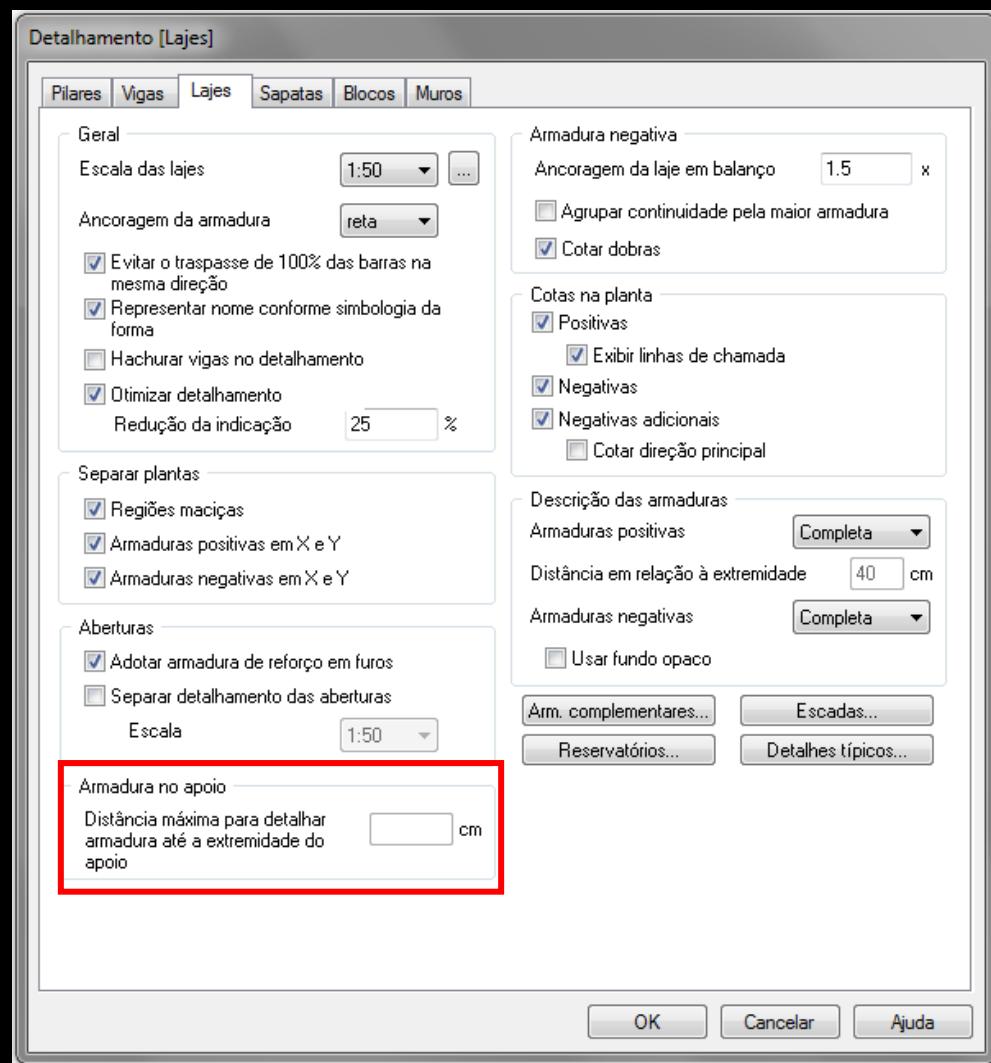
Detalhe 1 (Esc: 1:25)



**Obs: O software não faz o detalhamento de armaduras para furos circulares, é preciso detalhar a mão.**

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

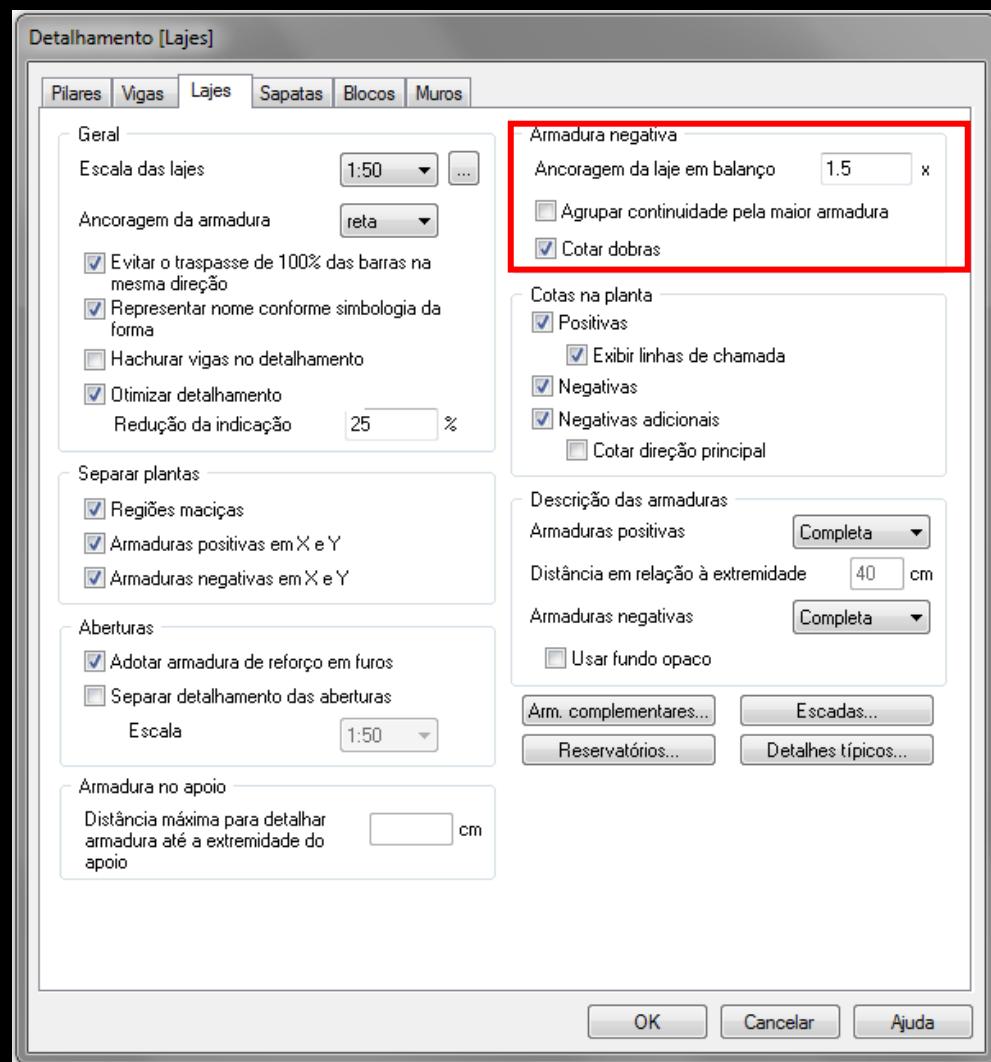
## DETALHAMENTO – LAJES



Em muitos casos a viga tem uma largura maior que a ancoragem e não é necessário armar até a extremidade do apoio.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

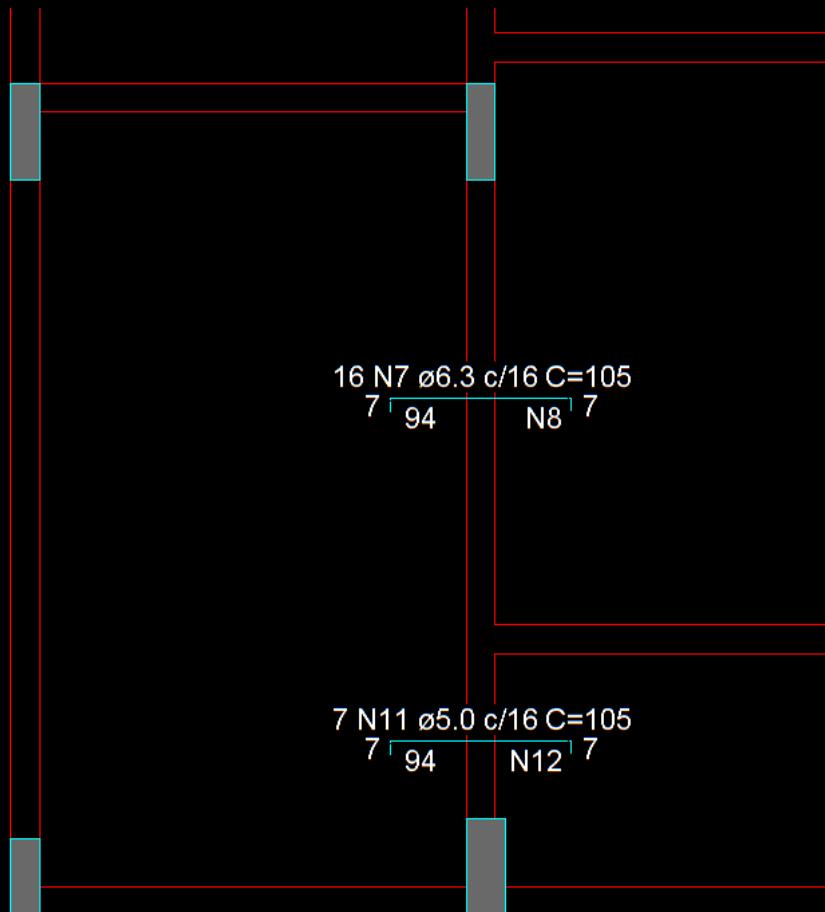
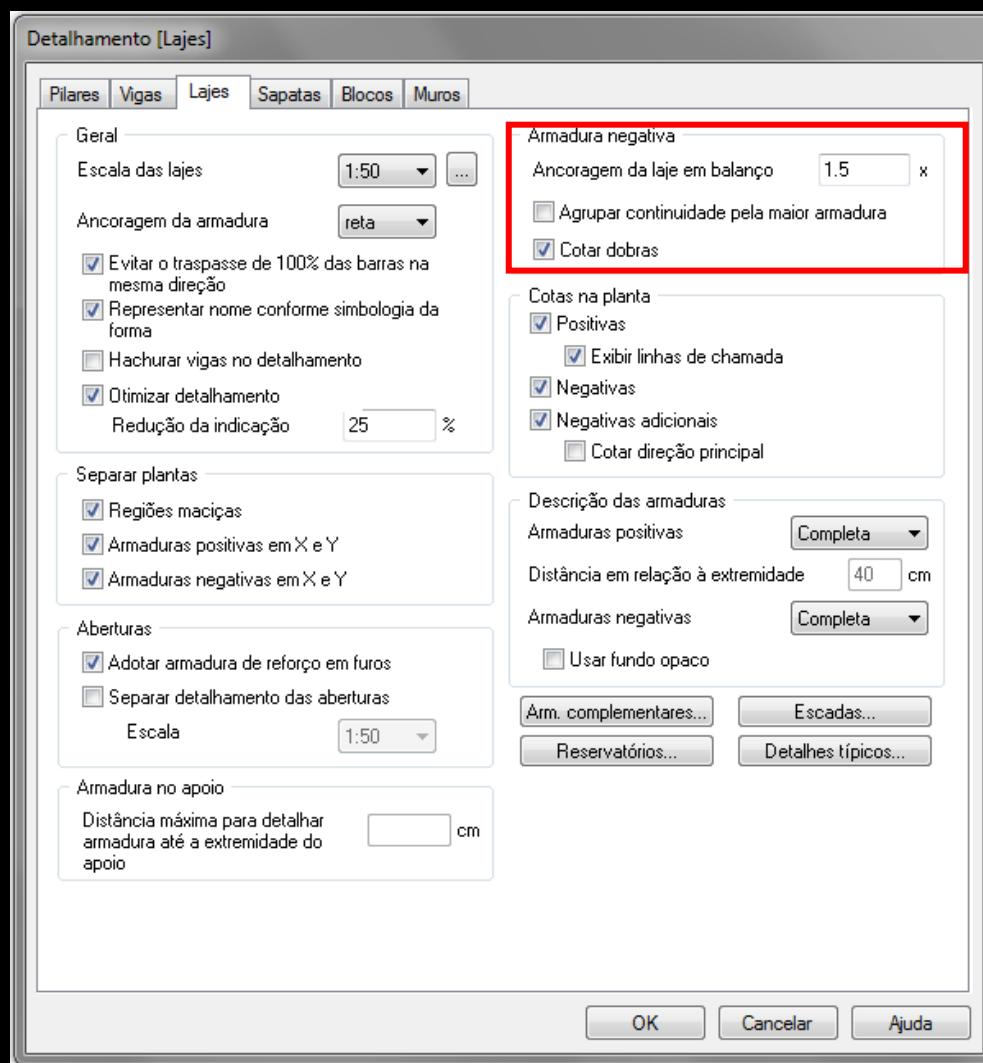
## DETALHAMENTO – LAJES



**Ancoragem da laje em balanço:** especifica um valor mínimo para o comprimento das armaduras negativas

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

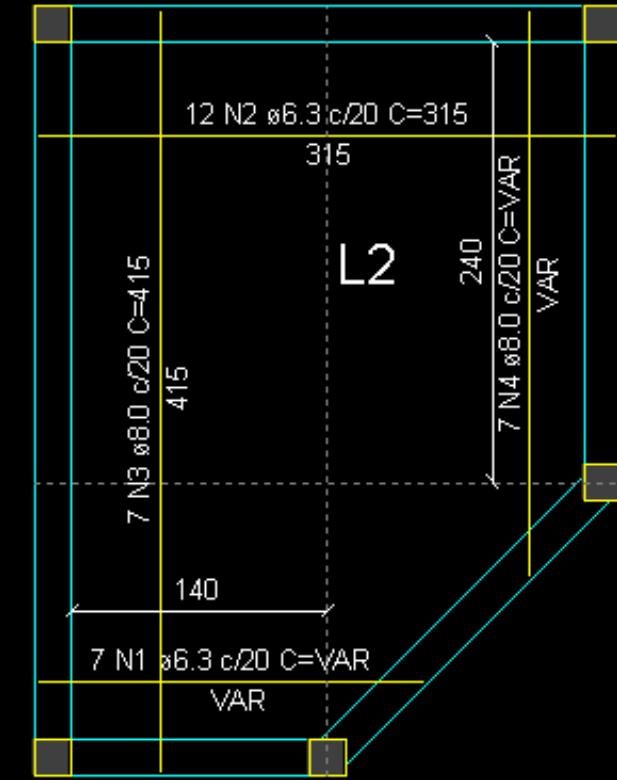
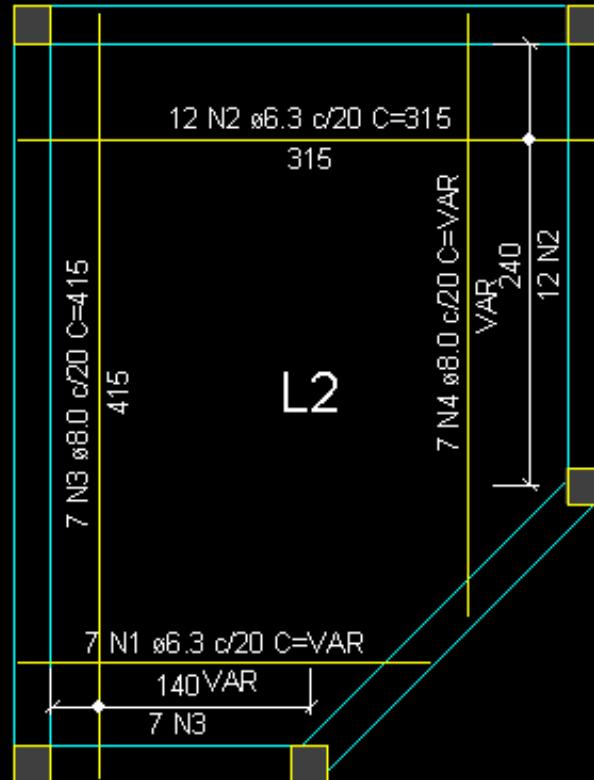
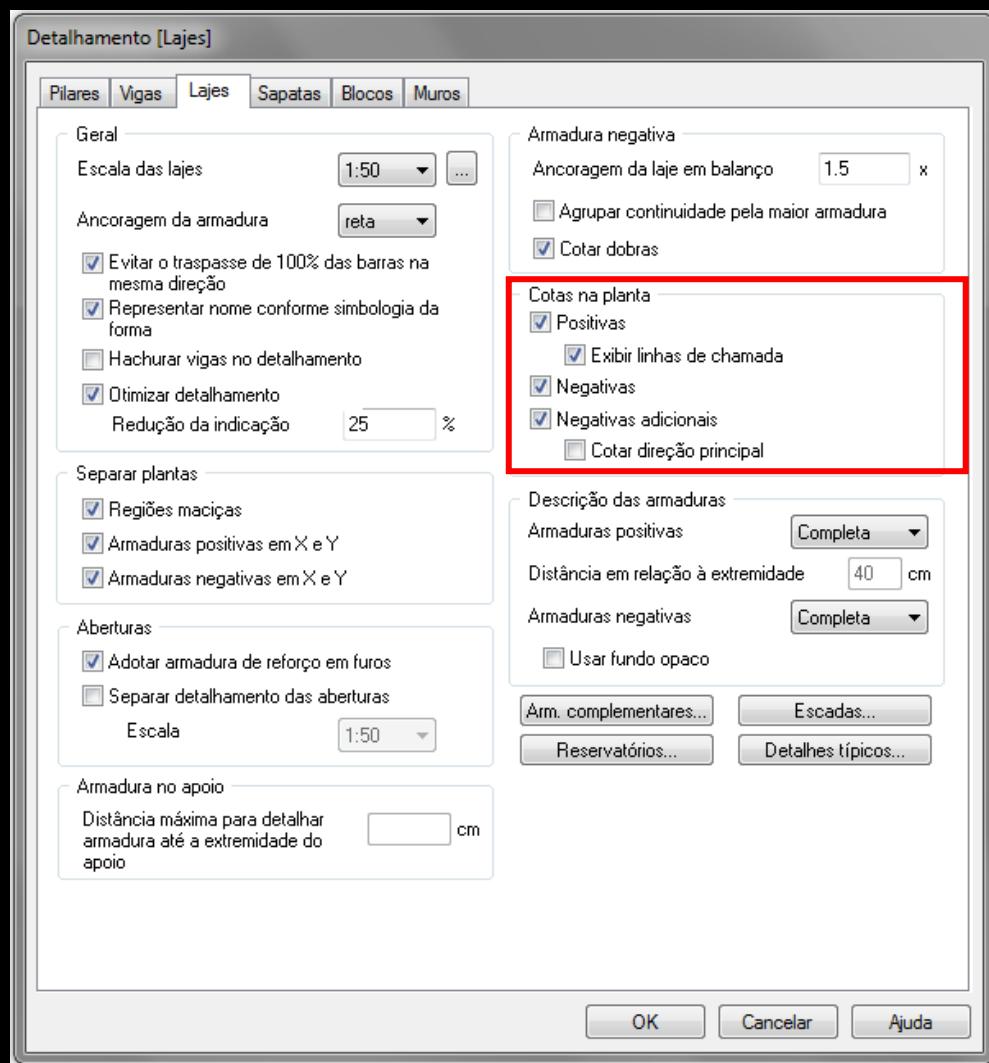
## DETALHAMENTO – LAJES



**Agrupar continuidade pela maior armadura:** muitas vezes, num contorno de laje pode haver uma viga com dois trechos distintos, devido à diferença de carregamento, por exemplo.

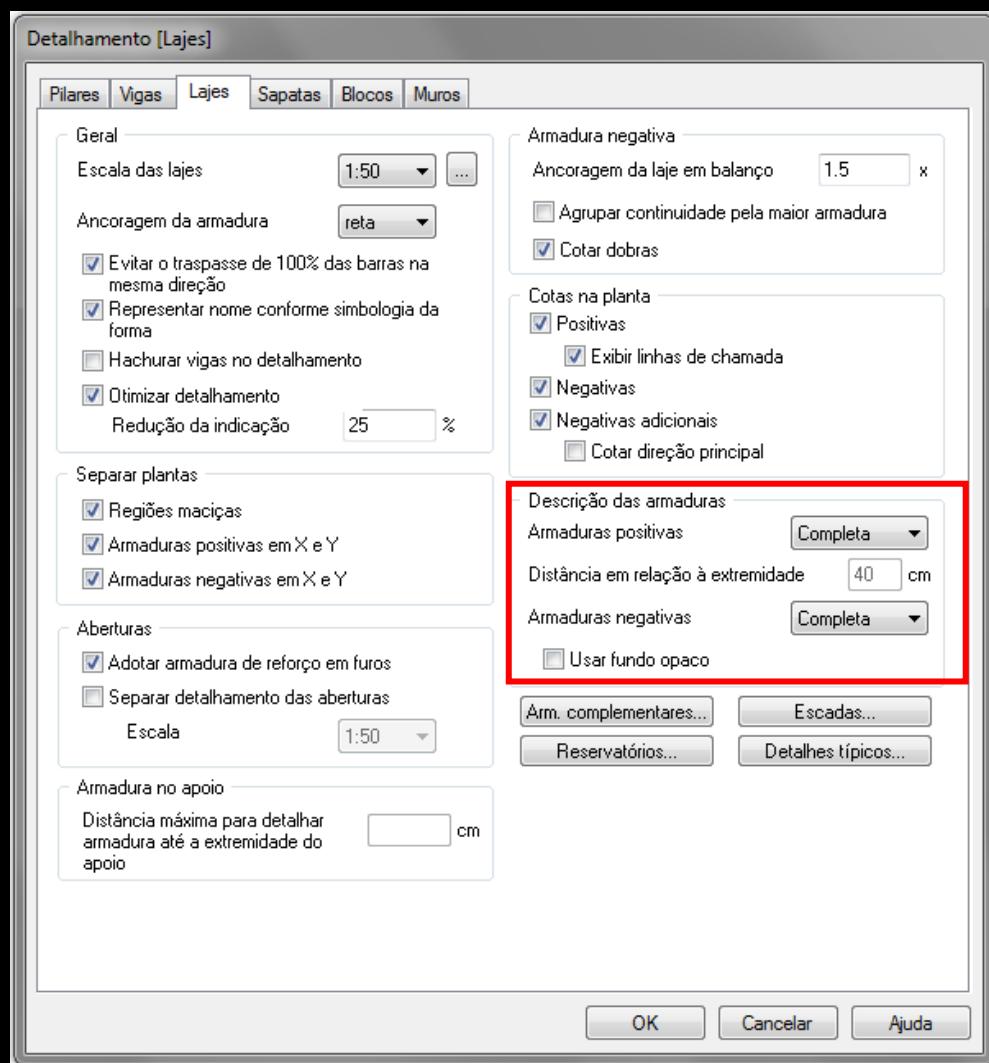
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – LAJES

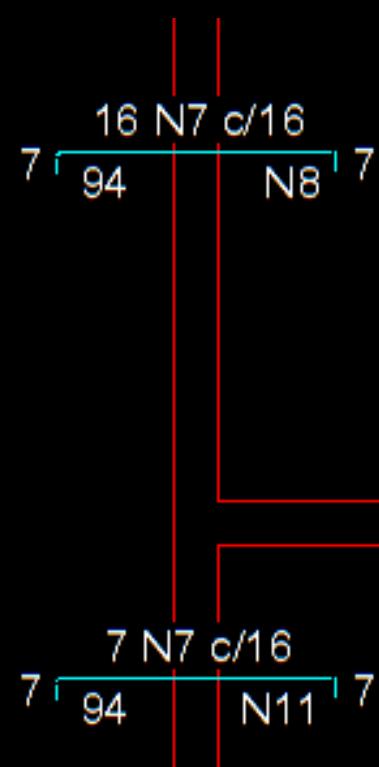


# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

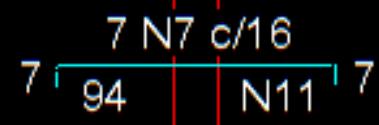
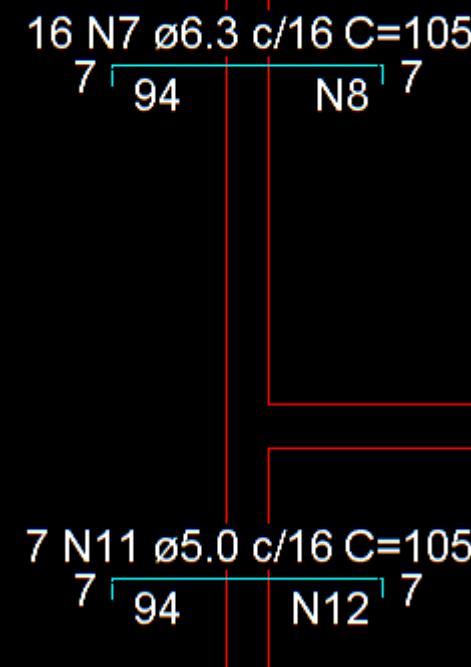
## DETALHAMENTO – LAJES



## SUCINTA

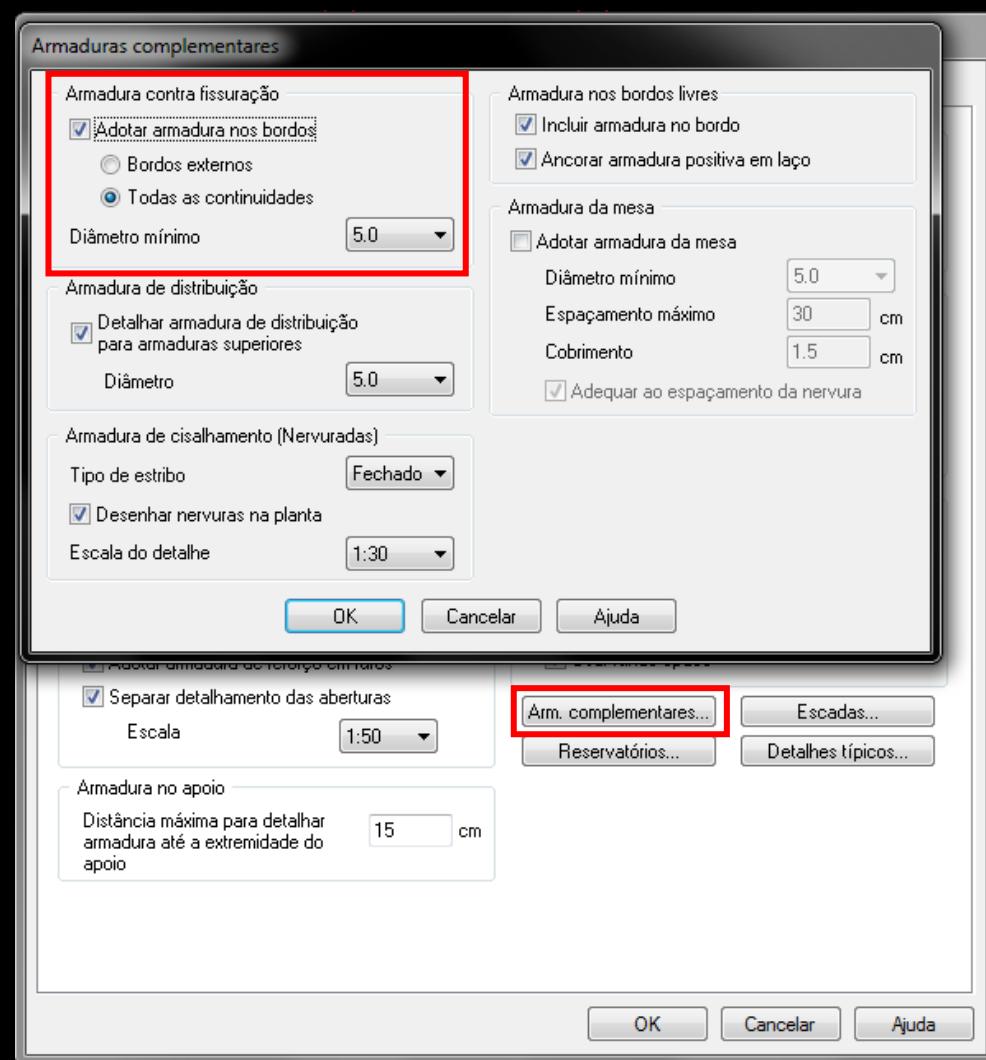


## COMPLETA

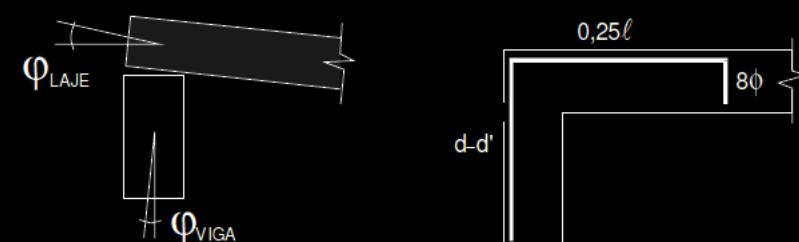
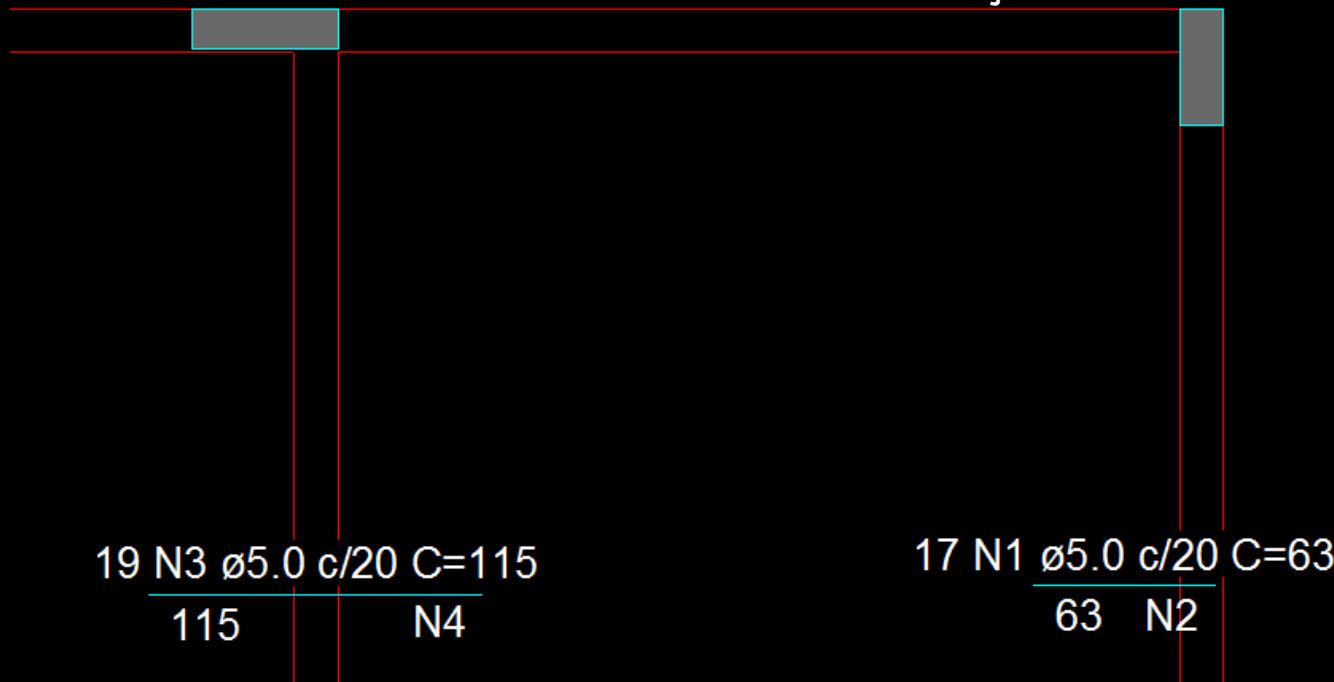


# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – LAJES



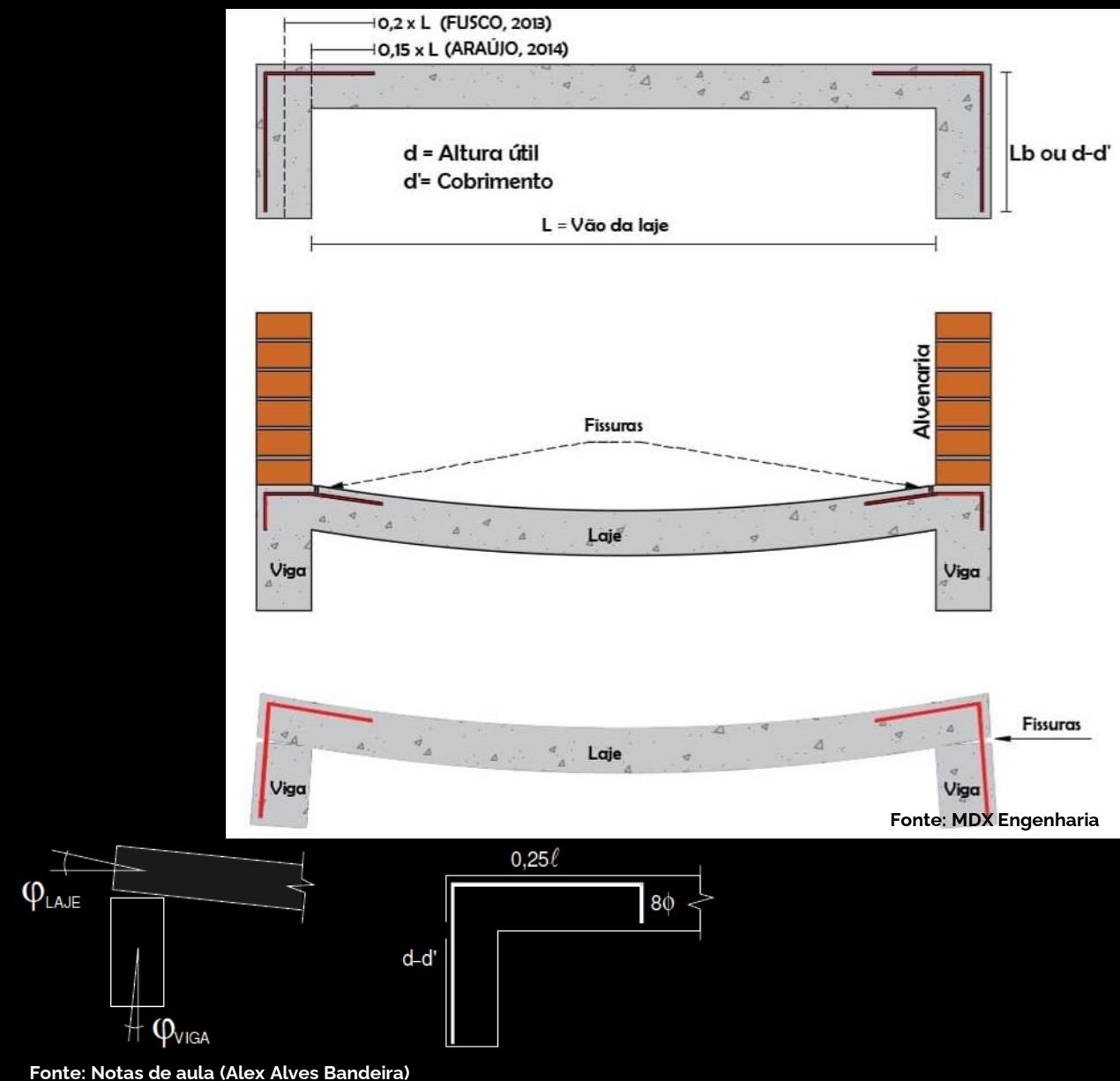
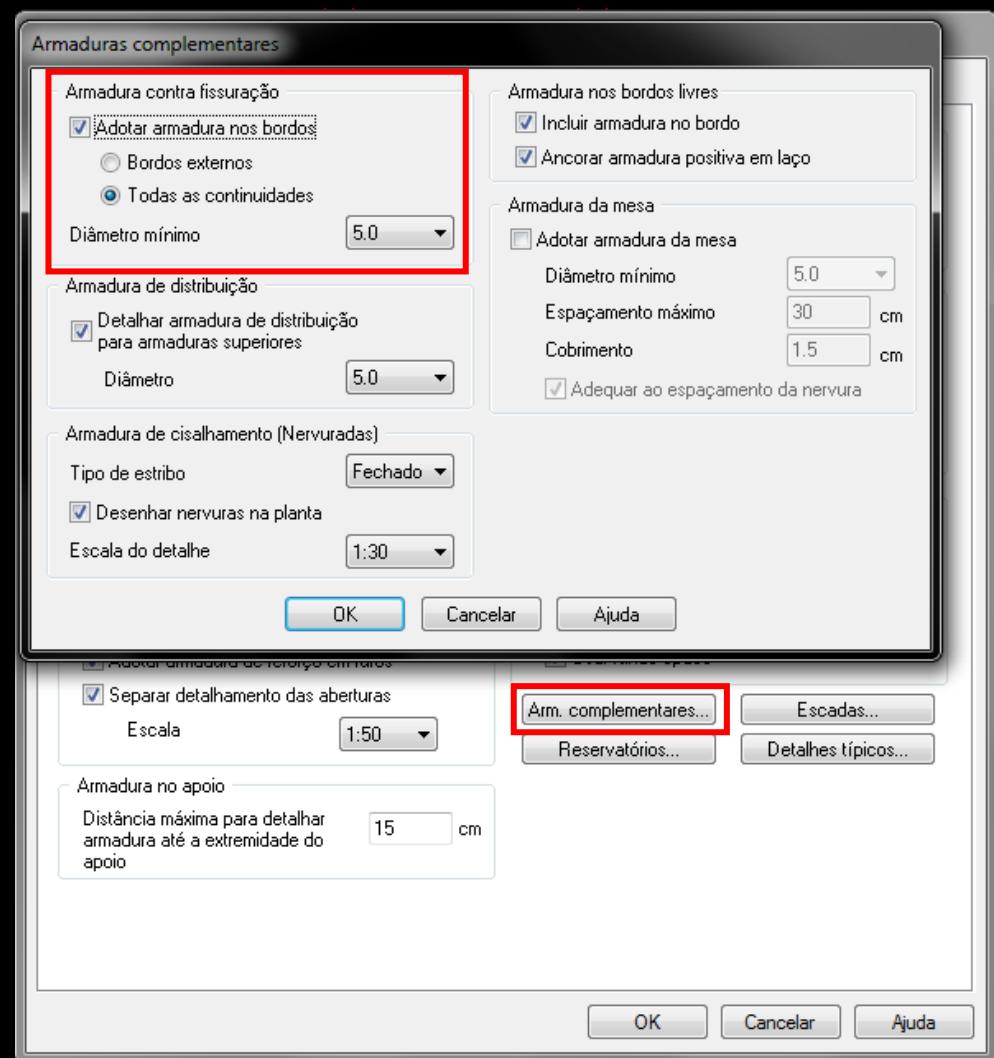
## ARMADURA CONTRA FISSURAÇÃO



Fonte: Notas de aula (Alex Alves Bandeira)

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

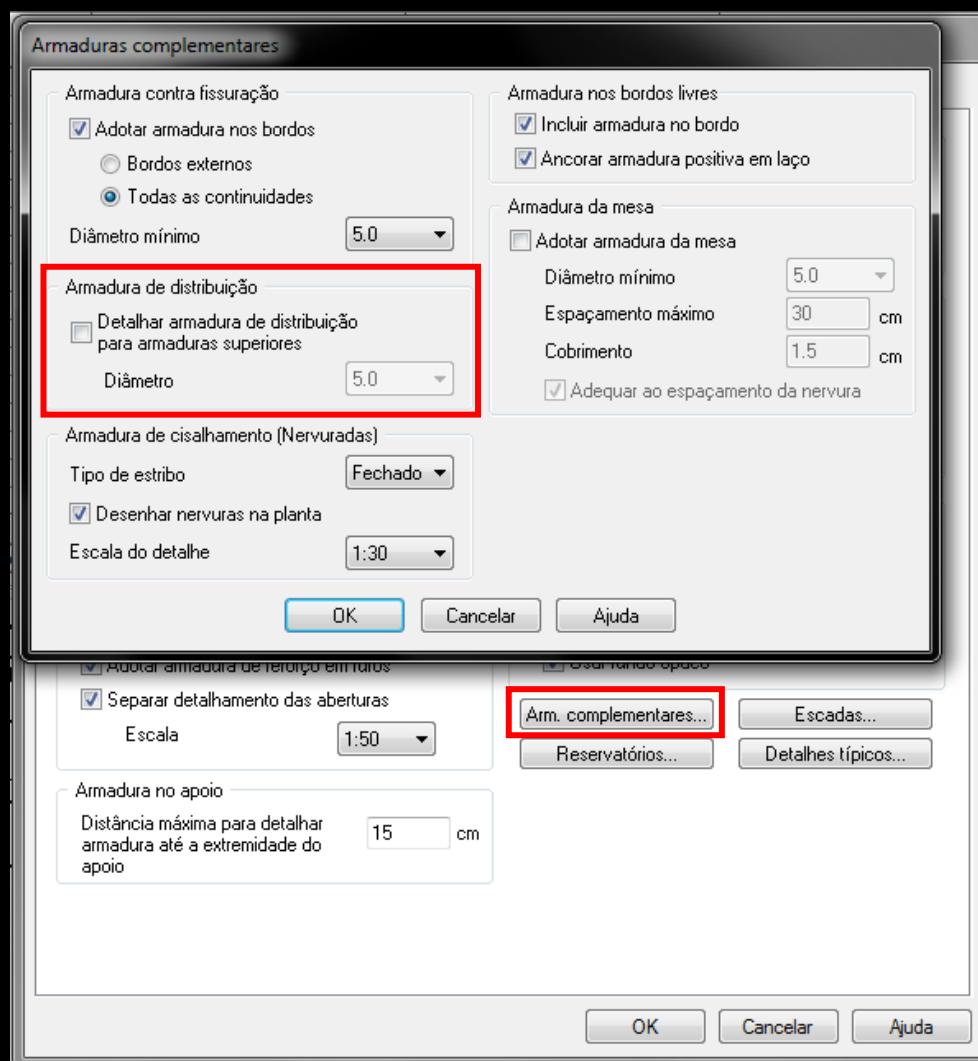
## DETALHAMENTO – LAJES



Fonte: Notas de aula (Alex Alves Bandeira)

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

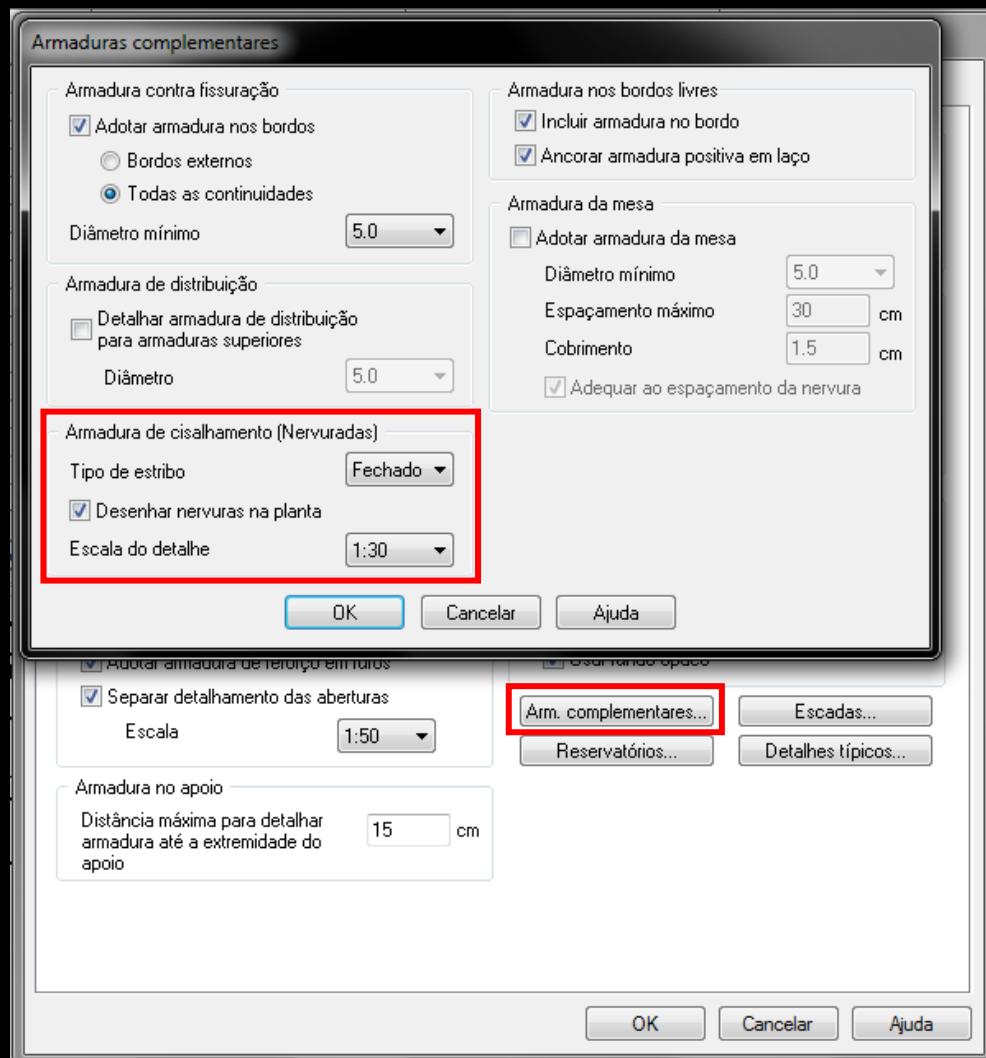
## DETALHAMENTO – LAJES



**Armadura distribuição:** fica a critério do projetista, utilizar ou não, é apenas para fazer uma redistribuição dos esforços na área das armaduras principais.

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

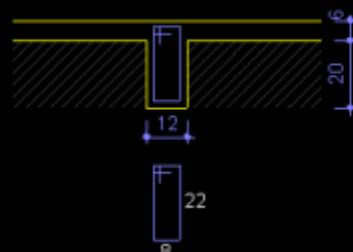
## DETALHAMENTO – LAJES



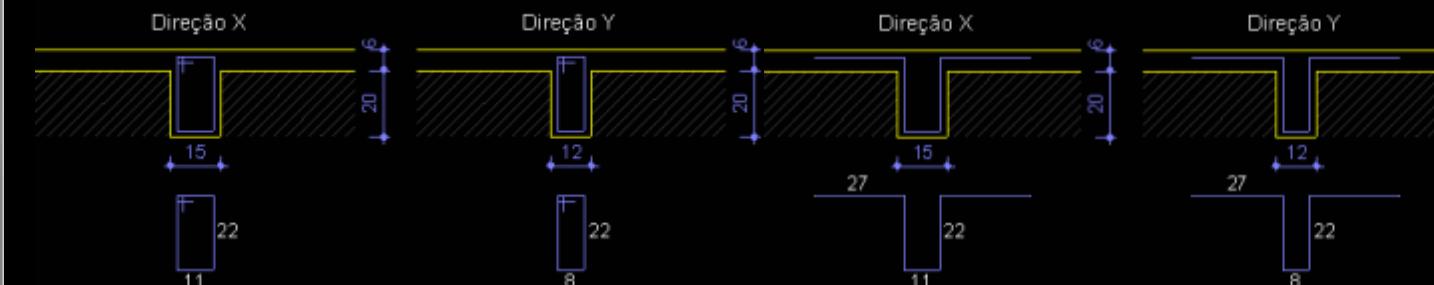
## Estribos abertos

Detalhe dos estribos (esc. 1:20)

$$L1=L2=L3=L5=L6=L8=L12$$



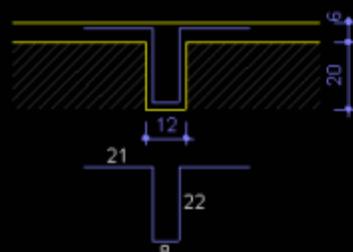
$$L4=L7=L9=L10=L11$$



## Estribos fechados

Detalhe dos estribos (esc. 1:20)

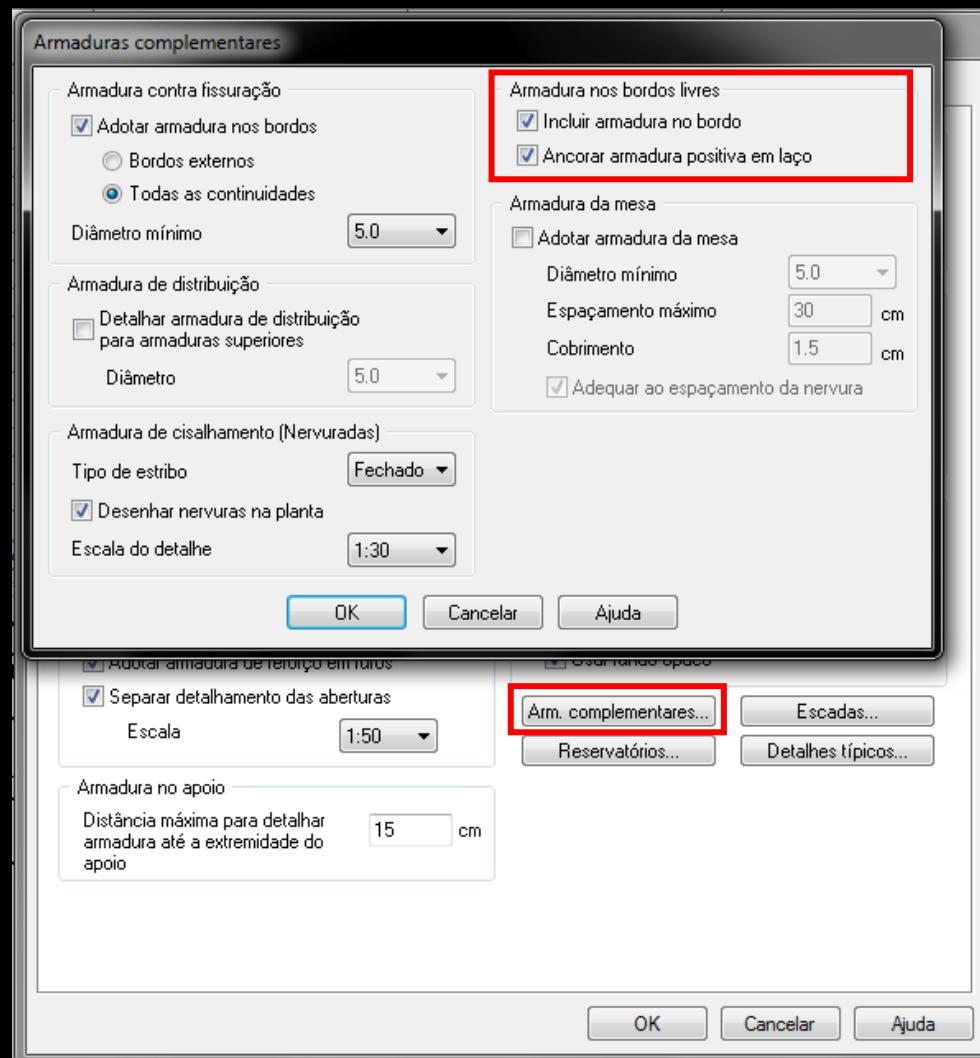
$$L1=L2=L3=L5=L6=L8=L12$$



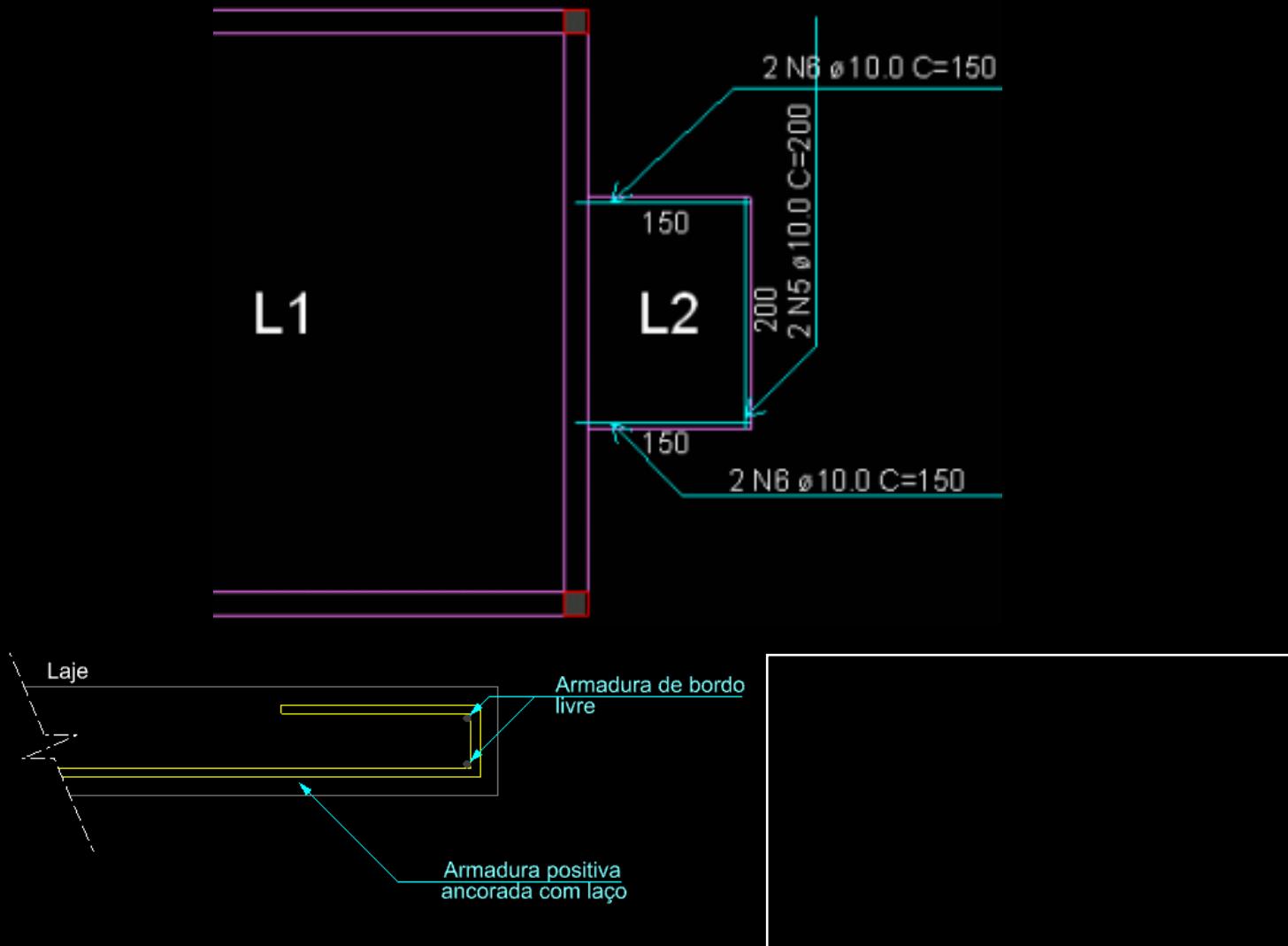
$$L4=L7=L9=L10=L11$$

# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – LAJES

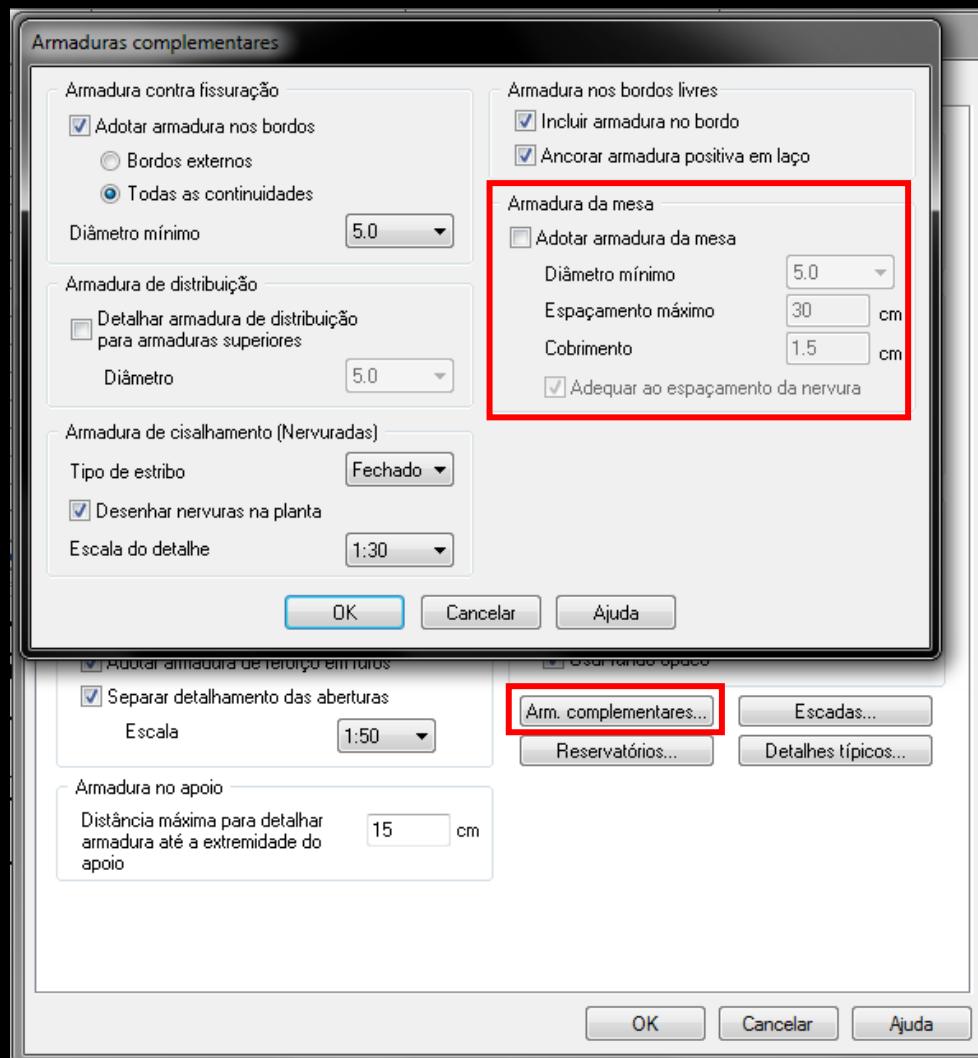


**Armadura nos bordos livres:** armadura de reforço ao longo do bordo livre das lajes.



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – LAJES

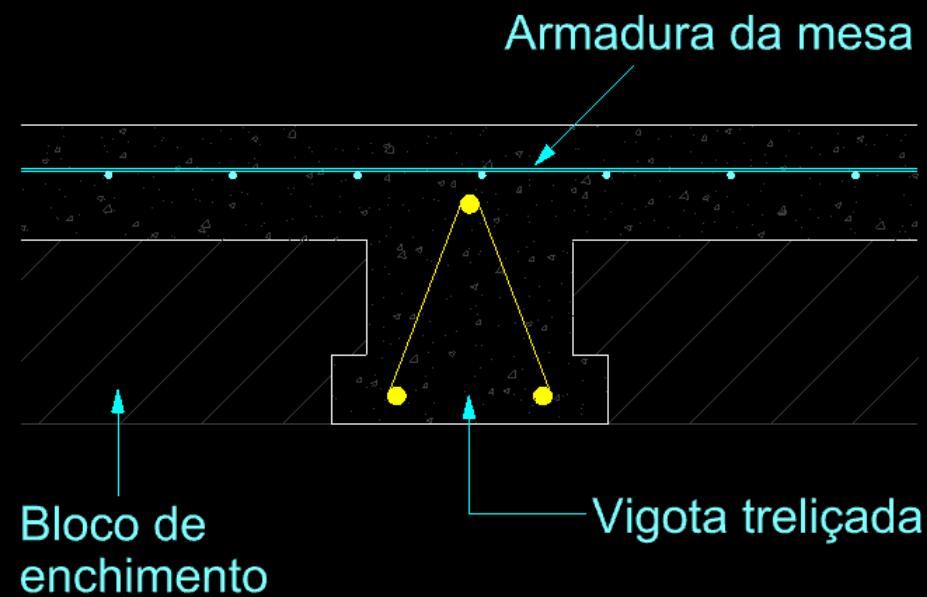
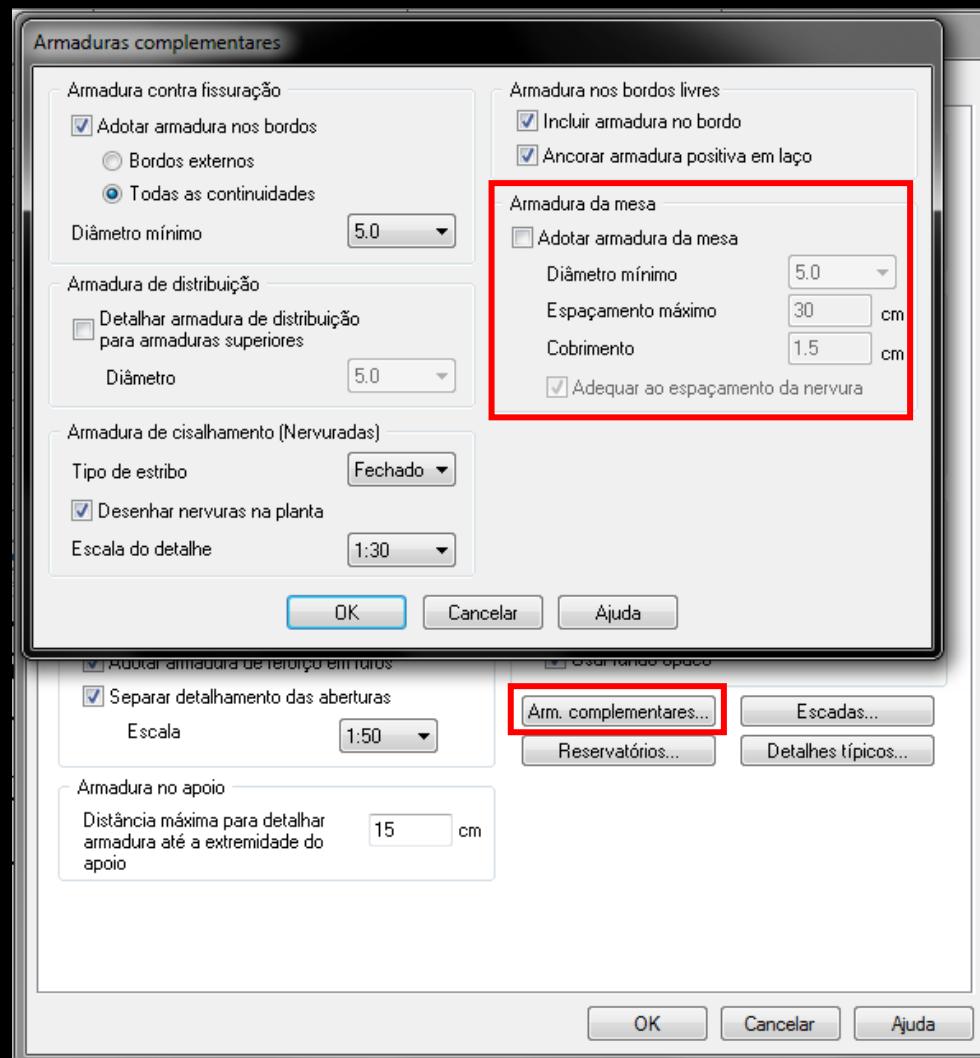


**Armadura da mesa:** Trata-se de uma armadura de flexão disposta na parte inferior da capa de concreto das lajes pré-moldadas, nervuradas, treliçadas e com vigotas protendidas. Essas lajes possuem espessura de concreto da capa pequena frente a altura total da laje. Nessas circunstâncias, a aplicação de cargas localizadas entre as nervuras das lajes e, também, o funcionamento conjunto das nervuras em uma dada direção precisa ser garantido para que esse conjunto de nervuras possa ser considerado com o mesmo funcionamento de uma laje maciça.

Segundo o item 13.2.4.2 da NBR6118:2014, para lajes com espaçamento entre nervuras menor ou igual a 65 cm, pode ser dispensada a verificação da flexão da mesa. Nestes casos, a adoção de uma armadura de flexão no local torna-se opcional.

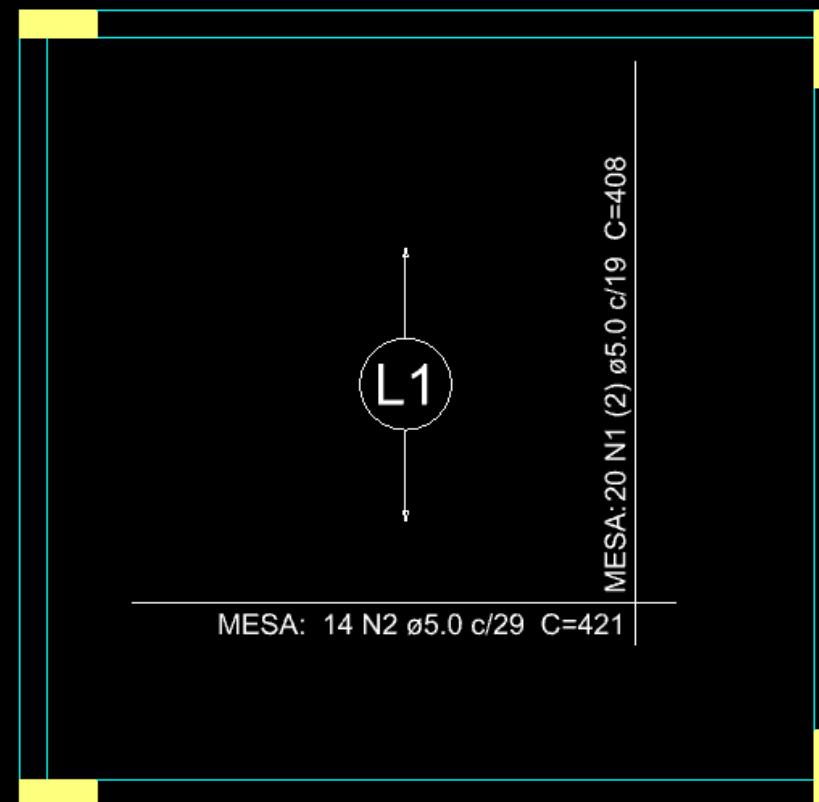
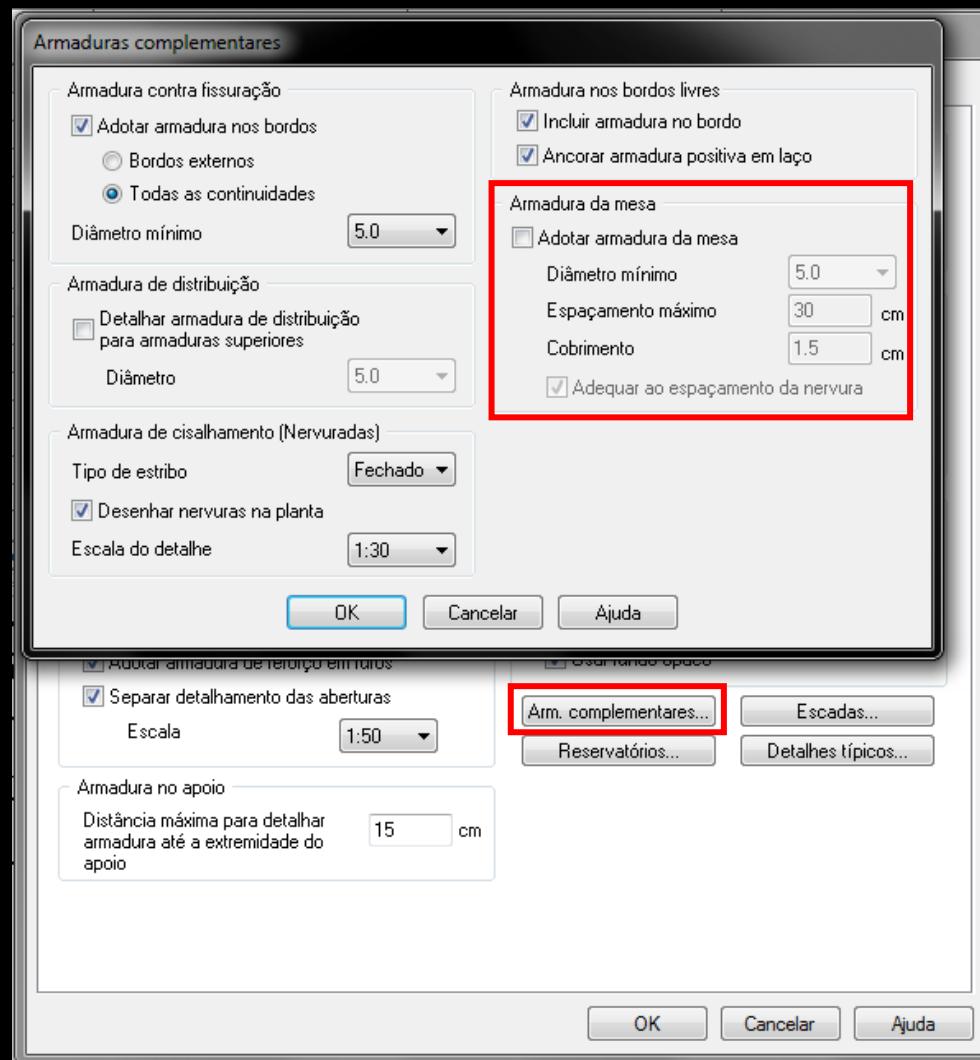
# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – LAJES



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – LAJES



# CONFIGURAÇÕES CONFORME 6118 – CURSO DOMINE ENGENHARIA ESTRUTURAL

## DETALHAMENTO – LAJES

