# Critérios

Antes de iniciar o detalhamento de lajes a protensão é fundamental examinar os critérios de projeto.

Os critérios de projeto, apesar de numerosos, mudam muito pouco de um projeto para o outro, para cada projetista. Por este motivo, estes dados são gravados, em primeira instância, na pasta TQSW\SUPORTE\LAJES. Este arquivo, portanto, não precisa ser criado pelo projetista na sua totalidade. Por ocasião da instalação do TQS-Lajes, é fornecido um arquivo geral de critérios que necessita, obviamente, ser adaptado a cada projetista.

O arquivo que contém estes critérios de projeto tem sua identificação definida pelos seguintes caracteres:

**PRJ-nnnn.INL**

onde:

os 4 caracteres iniciais são fixos: PRJ-;
nnnn é o número do projeto com 4 dígitos;
a extensão do arquivo, fixa, é: .INL.
O arquivo que contém estes dados de critérios gerais do projeto está gravado na pasta \TQSW\SUPORTE\LAJES com o nome:

**PRJ-0000.INL**

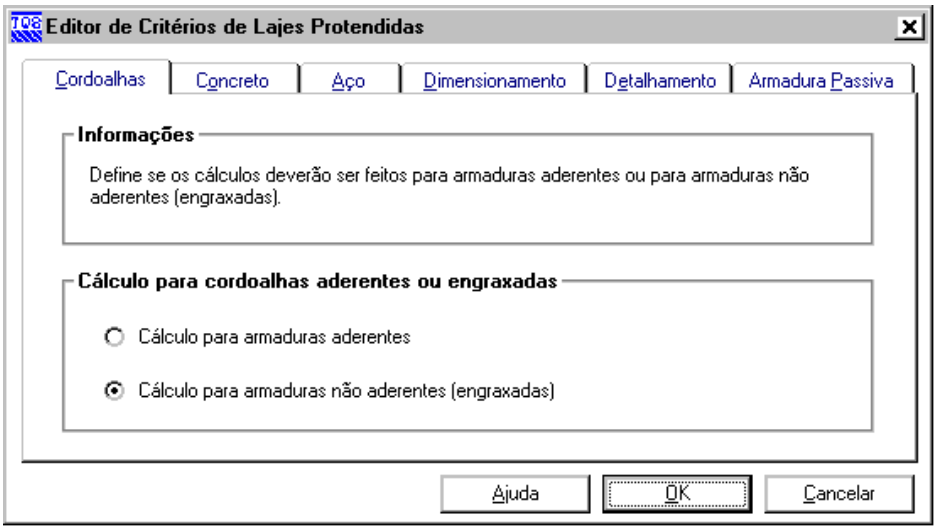
significando que estes critérios de projeto são válidos para o projeto geral de número 0000. O projetista deve, por ocasião da instalação do sistema TQS-Lajes, alterar estes critérios gerais de projeto para atender às suas necessidades.

Denominamos, portanto, de critérios gerais de projeto, instalados na pasta \TQSW\SUPORTE\LAJES, aos critérios armazenados no arquivo PRJ-0000.INL, válidos para o projeto 0000, em contraste aos critérios particulares de cada projeto (por exemplo, PRJ-8888.INL) gravados na pasta de cada projeto e válidos apenas para este projeto.

Toda vez que é iniciado um novo projeto (por exemplo de número 8888), cria-se uma nova pasta no diretório de trabalho. Nesta ocasião, o TQS-Lajes copia o arquivo de critérios gerais (PRJ-0000.INL) da região \TQSW\SUPORTE\LAJES para a região criada com o nome do novo projeto (por exemplo, arquivo PRJ-8888.INL).

Durante a execução de um determinado projeto, os programas do TQS-Lajes consultam apenas o arquivo de critérios armazenado na região específica do projeto. O arquivo PRJ-0000.INL armazenado na região \TQSW\SUPORTE\LAJES não é acessado pelos programas. Este arquivo é apenas copiado para a região de cada projeto. Assim podemos concluir que:

Para alterações gerais, válidas para novos projetos, é mais prático que sejam realizadas no arquivo PRJ-0000.INL na pasta \TQSW\SUPORTE\LAJES. Estas alterações apenas serão válidas para os novos projetos criados ou, para um antigo projeto, se o projetista copiar explicitamente este arquivo geral, para um arquivo específico de projeto.
Para alterações específicas em um projeto, basta realizá-las na própria pasta do projeto. Estas alterações não serão consideradas nos demais projetos.
As alterações no arquivo de critérios são realizadas por uma opção do Gerenciador, através do comando "TQS-Lajes" - "Editar" - "Lajes Protendidas" - "Critérios de projeto".

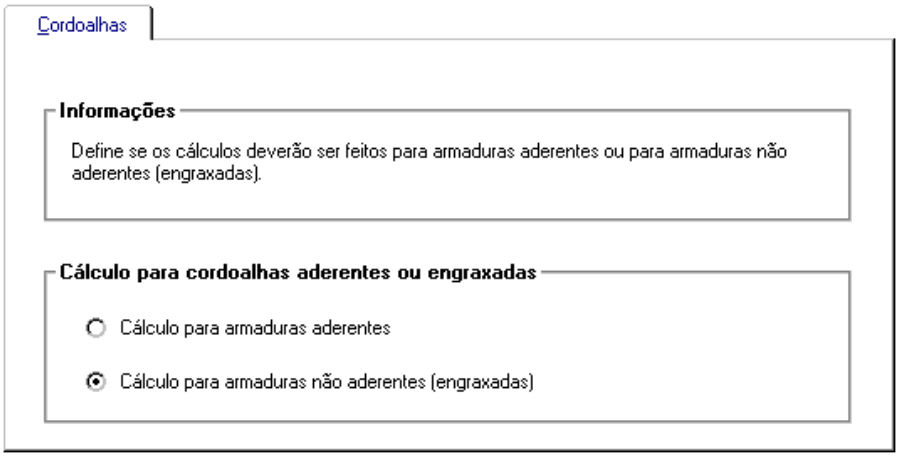



Os itens acima relacionam os diversos grupos de critérios de projeto disponíveis para alteração. Cada grupo de critérios será apresentado, em detalhes, neste manual. Apresentamos, resumidamente, os significados de cada item.

Os critérios são divididos em categorias:

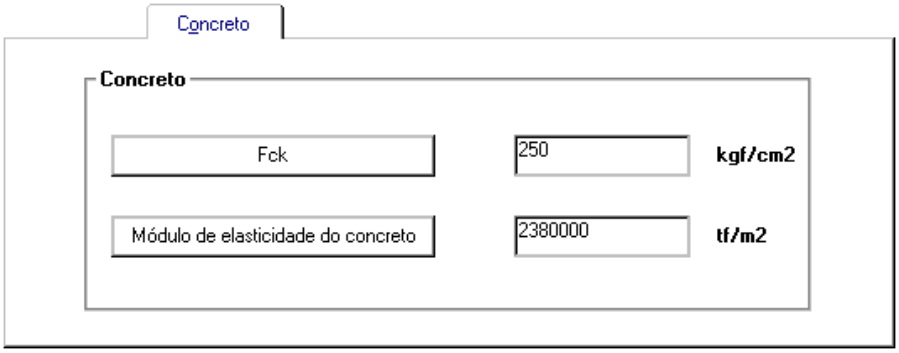
| | |
|---|---|
| Cordoalhas | Trata da definição do tipo de cálculo que será usado: para armaduras aderentes ou para armaduras não aderentes (engraxadas). |
| Concreto | Trata da definição de parâmetros do concreto como o fck e o módulo de elasticidade de concreto. |
| Aço | Contém tabelas de bitolas (armadura passiva e protendida) e valores característicos de protensão. |
| Dimensionamento | Contém critérios gerais e parâmetros para o dimensionamento. |
| Detalhamento | Trata de parâmetros de detalhamento como cobrimento, ancoragem, geometria etc. |
| Armadura Passiva | Trata dos parâmetros para o cálculo da armadura passiva. |

# Cordoalhas




Trata da definição do tipo de cálculo que será usado: para armaduras aderentes ou para armaduras não aderentes (engraxadas).

# Concreto




## fck

É o valor geral da resistência característica do concreto à compressão (kgf/cm2).

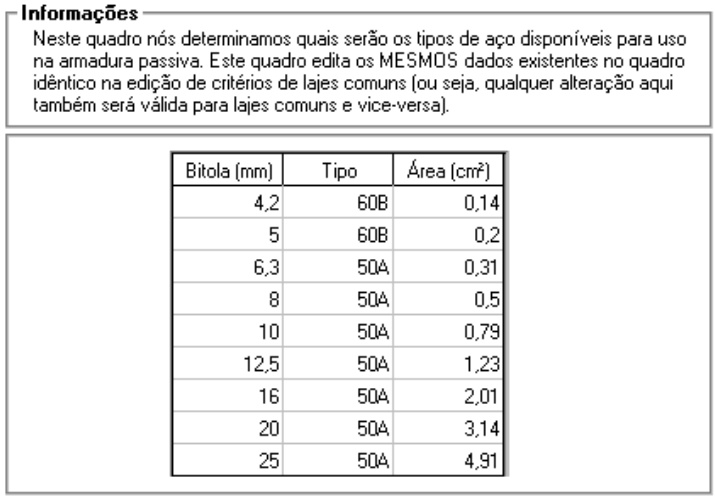
## Módulo de elasticidade do concreto

Também conhecido como Ec, define o valor do módulo de elasticidade do concreto para ser usado nos cálculos de protensão (tf/m2).

# Aço

## Bitolas de armadura passiva

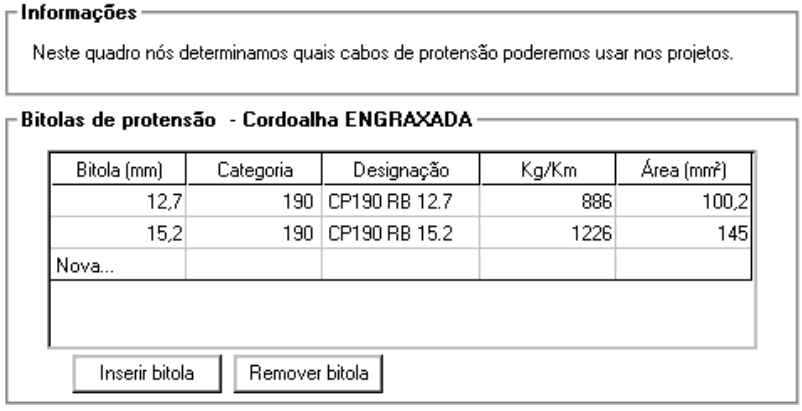
Definição das bitolas e tipo das armaduras passiva que podem ser utilizadas no programa.




| Bitola (mm) | Tipo | Área (cm²) |
|---|---|---|
| 4,2 | 60B | 0,14 |
| 5 | 60B | 0,2 |
| 6,3 | 50A | 0,31 |
| 8 | 50A | 0,5 |
| 10 | 50A | 0,79 |
| 12,5 | 50A | 1,23 |
| 16 | 50A | 2,01 |
| 20 | 50A | 3,14 |
| 25 | 50A | 4,91 |

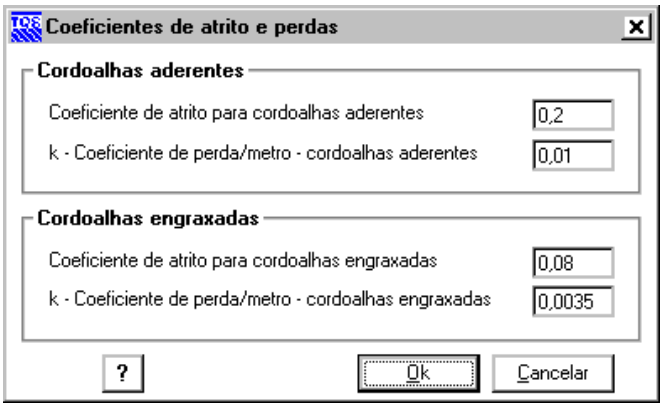
## Bitolas de protensão

Definição das bitolas e tipo das armaduras ativas que podem ser utilizadas no programa.

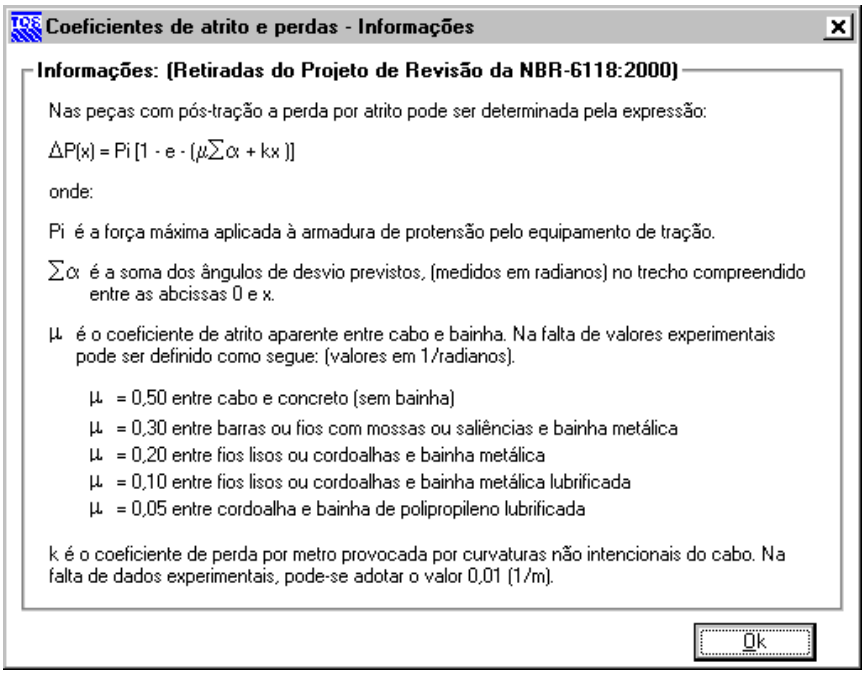



## Coeficientes de atrito e perdas

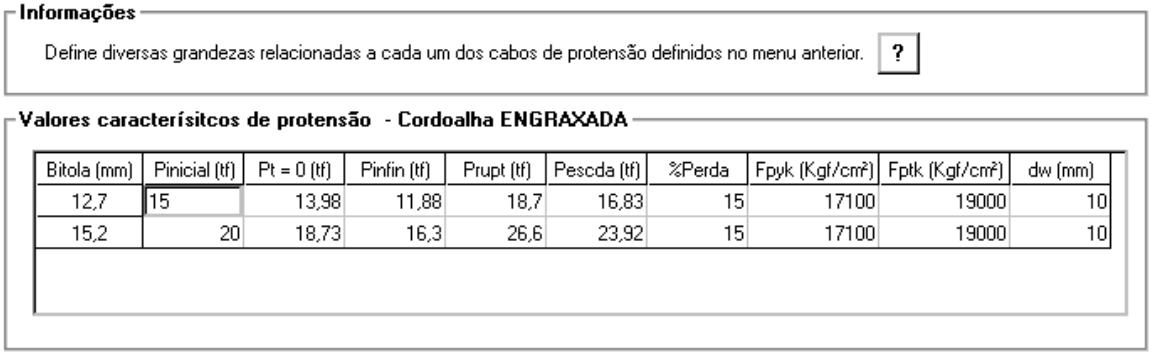
Definição dos coeficiente de atrito e perdas de protensão.




Ao clicarmos no botão de interrogação, temos uma descrição completa dos valores que devem ser informados:




# Valores característicos de protensão




| Bitola (mm) | Pinicial (tf) | Pt = 0 (tf) | Pinfin (tf) | Prupt (tf) | Pescda (tf) | %Perda | Fpyk (Kgf/cm²) | Fptk (Kgf/cm²) | dw (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 12,7 | 15 | 13,98 | 11,88 | 18,7 | 16,83 | 15 | 17100 | 19000 | 10 |
| 15,2 | 20 | 18,73 | 16,3 | 26,6 | 23,92 | 15 | 17100 | 19000 | 10 |

Ao clicarmos no botão de interrogação, temos uma descrição completa dos valores que devem ser informados:

**Pinicial** - Força inicial aplicada no cabo. Se forem calculadas as perdas por atrito ($\mu$ e k <> 0), as forças de protensão (Pt=0 e Pinfin) passam a ser calculadas em função de Pinicial e de %Perda.

**Pt = 0** - Força estimada no cabo, no momento de atuação do carregamento "Ato da protensão" (este valor é usado para cálculo de tensões no ato da protensão, se as perdas por atrito não forem calculadas).

**Pinfin** - Força estimada no cabo depois de um tempo grande (este valor é usado para todos os cálculos envolvendo carregamentos quase permanentes, frequentes e ELU, se as perdas por atrito não forem calculadas).

**Prupt** - Força limite de ruptura do cabo - menor força cuja aplicação cause o rompimento dos cabos.

**Pescda** - Força limite de escoamento do cabo - menor força cuja aplicação cause o início de escoamento dos cabos.

**% Perda** - Porcentagem de perda de protensão do ato da protensão até o infinito.

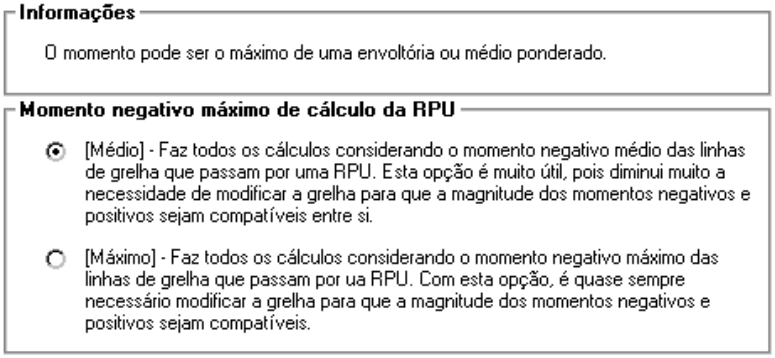
**Fpyk** - Tensão limite de escoamento do aço de protensão.

**Fptk** - Tensão limite de ruptura do aço de protensão.

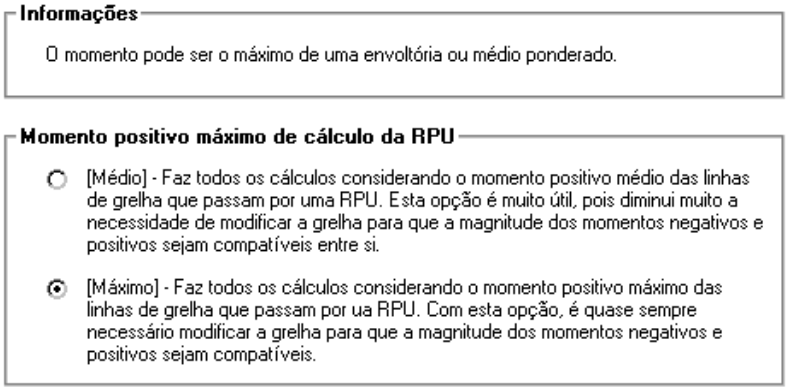
**dw** - Valor de acomodação da ancoragem ativa (usado apenas quando os coeficientes de atrito e perdas estão definidos).

# Dimensionamento

## Momento negativo máximo de cálculo da RPU



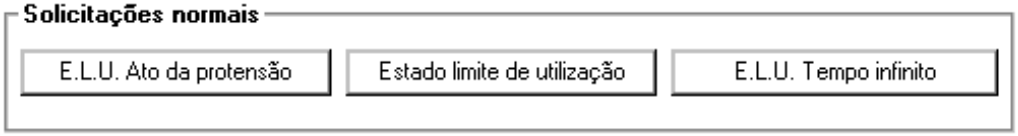

## Momento positivo máximo de cálculo da RPU




## Espaçamento máximo de pontos na RPU

Define qual será a maior distância entre dois pontos quaisquer com excentricidade definida (pontos que são cotados na edição do perfil da RPU) numa mesma RPU (cm).

## Solicitações normais




### ELU - Ato da protensão

Fckj (kgf/cm2)

Valor geral da resistência característica do concreto à compressão após j dias (sendo j o número de dias onde ocorre o ato da protensão).

Fctkj (kgf/cm2)

Valor geral da resistência característica do concreto à tração após j dias (sendo j o número de dias onde ocorre o ato da protensão).
Gama C
Coeficiente de ponderação da resistência do concreto usados no cálculo de tensões no ato da protensão. Se o coeficiente definido for 0, será utilizado 1.20.
Gama P
Coeficiente de majoração das forças de protensão usados no cálculo de tensões no ato da protensão.
Gama F
Coeficiente de majoração de forças normais usado no cálculo de tensões no ato da protensão.
Gama Hp favorável
Coeficiente de minoração de ações favoráveis do hiperestático de protensão no ato da protensão. Este coeficiente deve ser definido entre 0 e 1.
Gama Hp desfavorável
Coeficiente de majoração de ações desfavoráveis do hiperestático de protensão no ato da protensão. Este coeficiente deve ser maior ou igual a 1.
Fator tensão - compressão
Fator que determina o limite de tensão de compressão para as tensões no ato da protensão. (Limite de compressão = fator x fckj)
Fator tensão - tração
Fator que determina o limite de tensão de tração para as tensões no ato da protensão. (Limite de tração = fator x fctkj)

## Estado limite de utilização

Fctk (kgf/cm2)
Valor geral da resistência característica do concreto à tração.
Ep (tf/m2)
Módulo de elasticidade do aço de protensão.
Tipo de aço p/ armadura passiva
Define o tipo do aço que será usado na armadura passiva.
Wk (mm)
Abertura característica de fissuras. Este valor é fornecido em mm, e é usado no cálculo de fissuração da laje.
Eta b
Coeficiente de aderência entre o aço e o concreto. Também é usado no cálculo de fissuração da laje.
Fatores de tensão máxima
Fator - tensão máxima de compressão (Comb. quase permanente)
Fator que determina o limite de tensão de compressão para as tensões com carregamento quase-permanente. (limite de compressão = fator x fck)
Fator - tensão máxima de tração (Comb. quase permanente)
Fator que determina o limite de tensão de tração para as tensões com carregamento quase-permanente. (Limite de tração = fator x fctk)
Fator - tensão máxima de compressão (Comb. frequentes)
Fator que determina o limite de tensão de compressão para as tensões com carregamento frequente. (limite de compressão = fator x fck)
Fator - tensão máxima de tração (Comb. frequentes)
Fator que determina o limite de tensão de tração para as tensões com carregamento frequente. (Limite de tração = fator x fctk)

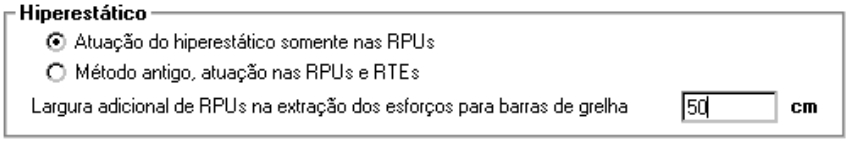
## ELU - Tempo Infinito

Ep (tf/m2)

Módulo de elasticidade do aço de protensão para cálculo de armadura passiva no carregamento ELU.
Gama Hp favorável
Coeficiente de minoração de ações favoráveis do hiperestático de protensão atuando no carregamento ELU. Este coeficiente deve ser definido entre 0 e 1.
Gama Hp desfavorável
Coeficiente de majoração de ações desfavoráveis do hiperestático de protensão atuando no carregamento ELU. Este coeficiente deve ser maior ou igual a 1.

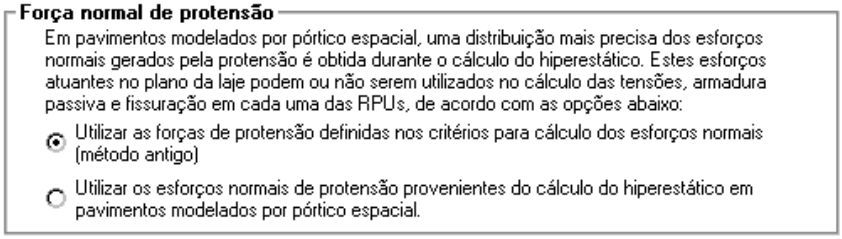
## Hiperestático

Permite a escolha para a aplicação do hiperestático de protensão nas RTEs/RPUs ou somente nas regiões onde estão efetivamente as RPUs.



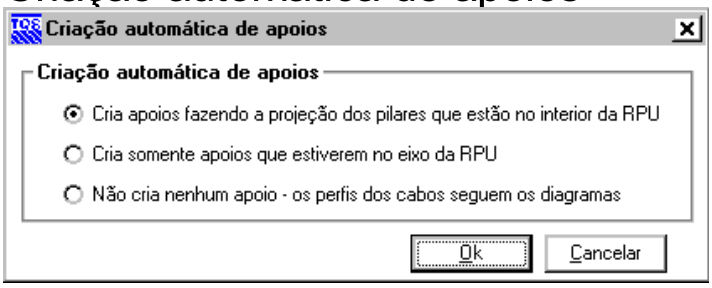

## Força normal de protensão

Permite definir como a força normal de protensão, em pavimentos modelados por pórtico espacial, será tratada no cálculo de tensões.




# Detalhamento

## Criação automática de apoios




## Cobrimentos

### Cobrimento positivo horizontal de cabos (cm)

Distância mínima a ser observada entre a face inferior da laje e a face inferior dos cabos lançados na direção principal (ou X) da laje.

### Cobrimento positivo vertical de cabos (cm)

Distância mínima a ser observada entre a face inferior da laje e a face inferior dos cabos lançados na direção secundária (ou Y) da laje.

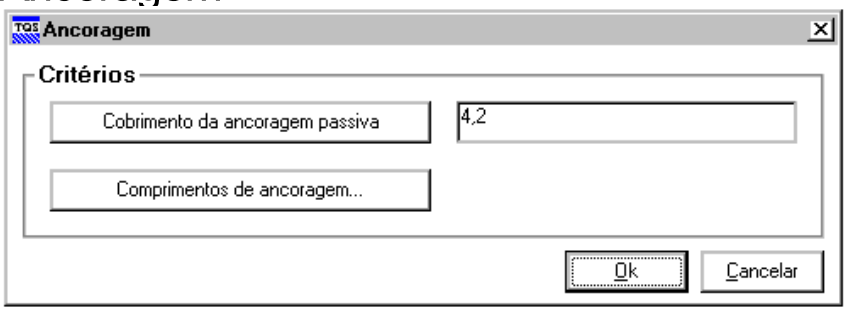
### Cobrimento negativo horizontal de cabos (cm)

Distância mínima a ser observada entre a face superior da laje e a face superior dos cabos lançados na direção principal (ou X) da laje.

## Cobrimento negativo vertical de cabos (cm)

Distância mínima a ser observada entre a face superior da laje e a face superior dos cabos lançados na direção secundária (ou Y) da laje.

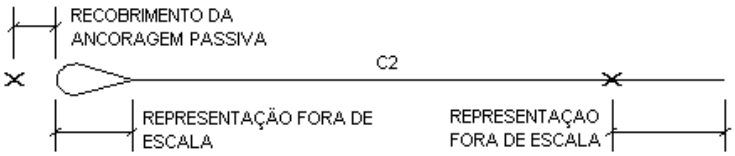
# Ancoragem




## Cobrimento da ancoragem passiva

**Informações**

Valor do cobrimento (em cm) horizontal (distância entre o final do cabo e a borda do concreto) que será usado nos cabos, na extremidade onde a ancoragem é passiva.




## Comprimento de ancoragem

**Informações**

Define comprimentos de ancoragem relacionados a cada um dos cabos de protensão para que possamos fazer o cálculo do comprimento total de cada um dos cabos e das respectivas bainhas.

| Bitola (mm) | Ativa | Passiva | Intermediária | Inter Maior | Inter Menor | Desc Bainha |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 12,5 | 80 | 60 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 12,7 | 60 | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 15,1 | 80 | 60 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| 15,2 | 60 | 10 | 0 | 0 | 0 | 10 |

**Ancoragem Ativa** - Comprimento da ancoragem ativa (em cm). Este comprimento é adicionado ao comprimento do cabo quando houver ancoragem ativa.
**Ancoragem Passiva** - Comprimento da ancoragem passiva (em cm). Este comprimento é retirado do comprimento da bainha quando houver ancoragem passiva.
**Intermediária Caixa** - Comprimento da caixa de ancoragem intermediária (em cm). Este comprimento é retirado do comprimento da bainha quando houver ancoragem intermediária.
**Intermediária Maior** - Comprimento da ancoragem intermediária - lado maior (em cm). Este comprimento é adicionado ao comprimento do cabo quando houver ancoragem intermediária.
**Intermediária Menor** - Comprimento da ancoragem intermediária - lado menor (em cm). Este comprimento é adicionado ao comprimento do cabo quando houver ancoragem intermediária.
**Desconto Adicional Bainha** - (Em cm) Valor arbitrário que é retirado do comprimento de todas as bainhas.

Ilustraçao referente a um cabo onde há ancoragem ativa e passiva.

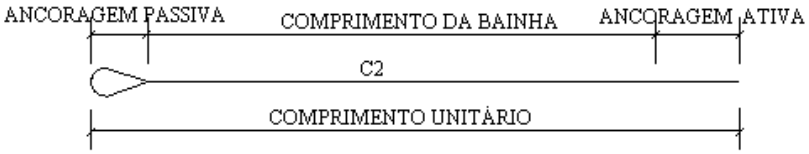
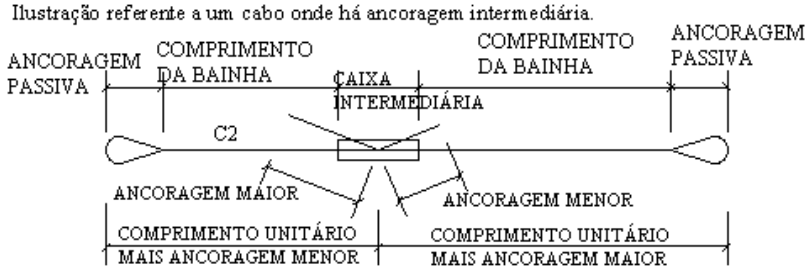



Ilustração referente a um cabo onde há ancoragem intermediária.




# Espaçamentos

## Espaçamento max entre cabos centrais (NxHlaj)
Espaçamento máximo entre cabos de uma mesma RPU que não se apoia em pilares. Note que este espaçamento é fornecido em número de espessuras de lajes.

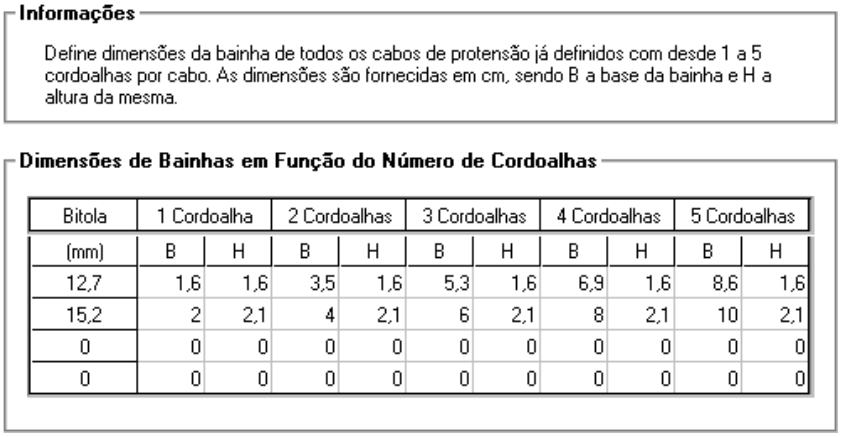
## Espaçamento min entre cabos centrais (cm)
Espaçamento mínimo entre cabos de uma mesma RPU que não se apoia em pilares. Esta dimensão é fornecida em [cm].

## Espaçamento max entre cabos sobre pilares (NxHlaj)
Espaçamento máximo entre cabos de uma mesma RPU que se apoia em pilares. Note que este espaçamento é fornecido em número de espessuras de lajes.

## Espaçamento min entre cabos sobre pilares (cm)
Espaçamento mínimo entre cabos de uma mesma RPU que se apoia em pilares. Esta dimensão é fornecida em [cm].

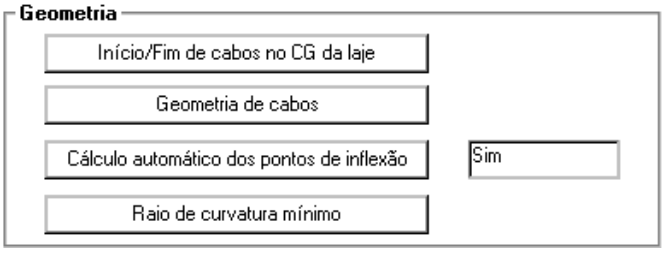
## Espaçamento mínimo entre ancoragens (cm)
Distância mínima entre ancoragens. (Este critério não está sendo usado).

# Bainhas

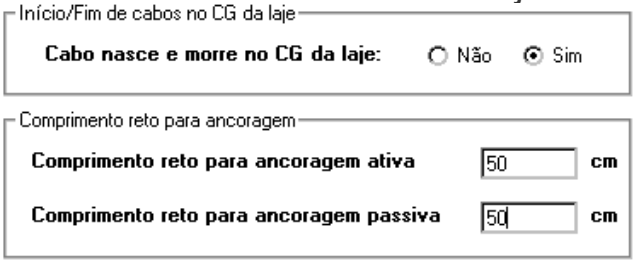



| Bitola | 1 Cordoalha | | 2 Cordoalhas | | 3 Cordoalhas | | 4 Cordoalhas | | 5 Cordoalhas | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| (mm) | B | H | B | H | B | H | B | H | B | H |
| 12,7 | 1,6 | 1,6 | 3,5 | 1,6 | 5,3 | 1,6 | 6,9 | 1,6 | 8,6 | 1,6 |
| 15,2 | 2 | 2,1 | 4 | 2,1 | 6 | 2,1 | 8 | 2,1 | 10 | 2,1 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

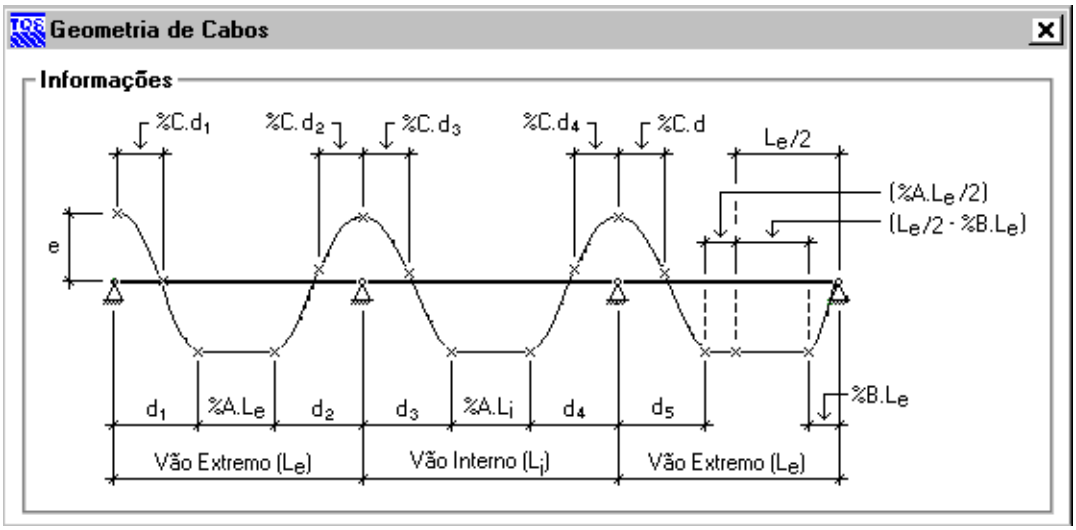
# Geometria




## Início/Fim de cabos no CG da laje

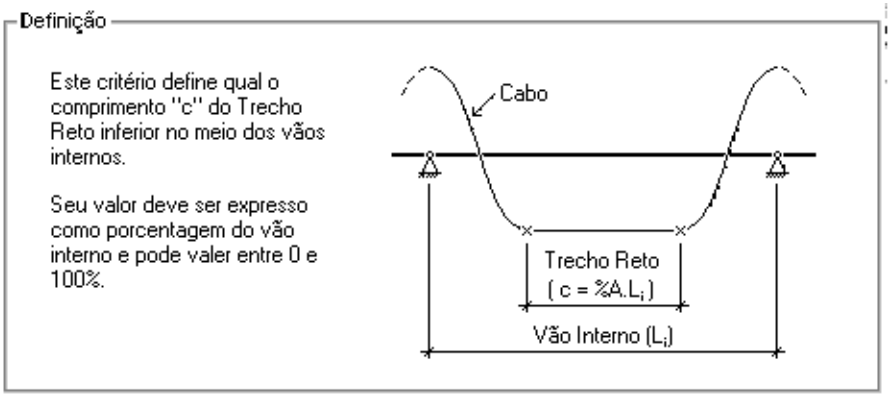


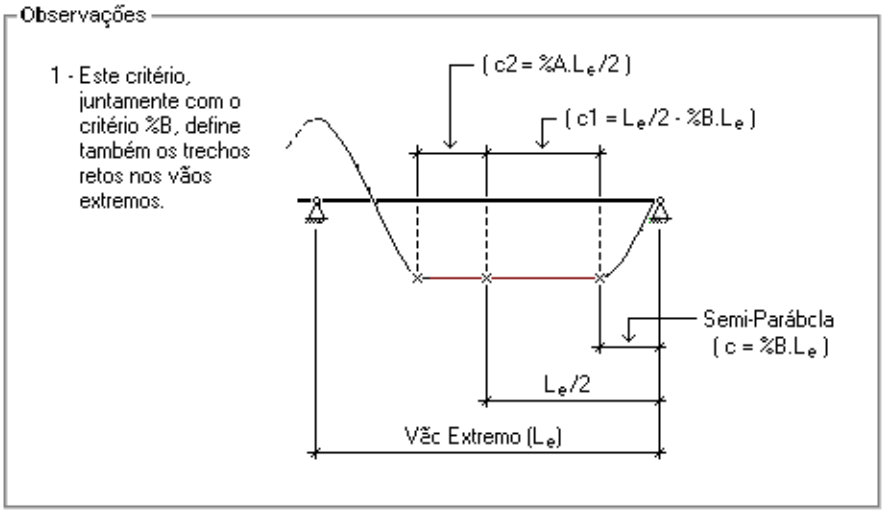

## Geometria dos cabos
Os parâmetros que governam o traçado da geometria dos cabos são: %A, %B, %C, dmin e % para consideração de M (+). Algum deles estão representados esquematicamente na figura abaixo:




Vamos explicar com detalhes cada um destes parâmetros:

**Extensão do trecho reto nos vãos (%A)**

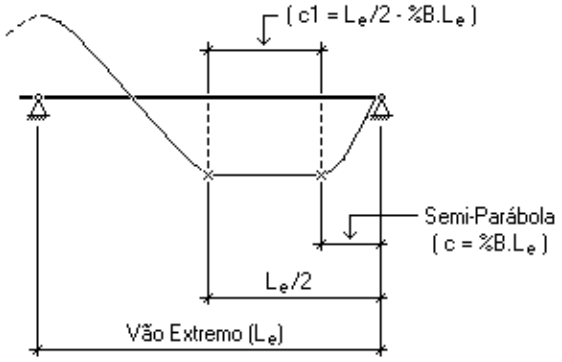


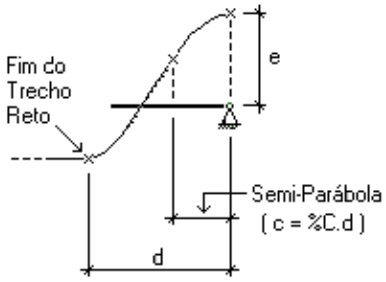

**Extensão da semi-parábola nos vãos extremos (%B)**

Observações:

1 - Quando o valor do comprimento "c" da Semi-Parábola é inferior 50% do vão extremo, é definido um Trecho Reto complementar "c1".




2 - Quando o cabo é excêntrico (fora do CG) no apoio extremo, o critério %B não é usado mais. Neste caso, o apoio é considerado interno e o critério %C é que define a geometria.

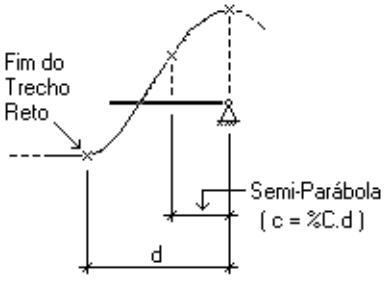



**Extensão da semi-parábola sobre apoios internos (%C)**

Definição

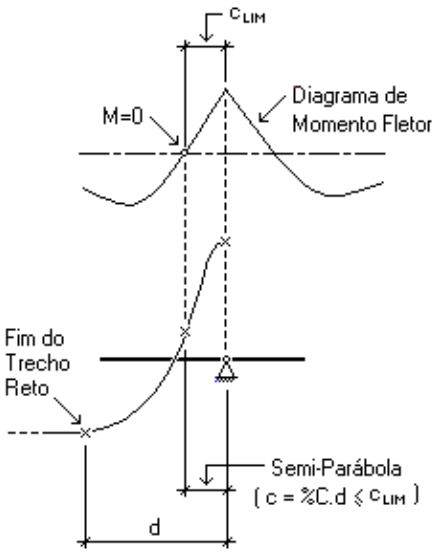
Este critério define qual o comprimento "c" da Semi-Parábola com concavidade para baixo sobre os apoios internos.

Seu valor deve ser expresso como porcentagem da distância entre o apoio e o início/fim do trecho reto e pode valer entre 0 e 100%.

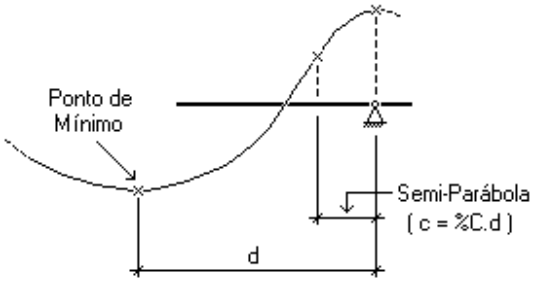


Observações

1 - Para que este critério funcione exatamente como foi definido é necessário que o "Cálculo Automático dos Pontos de Inflexão" esteja desligado. Caso contrário, há uma limitação do comprimento da Semi-Parábola em função dos diagramas de Momentos Fletores.



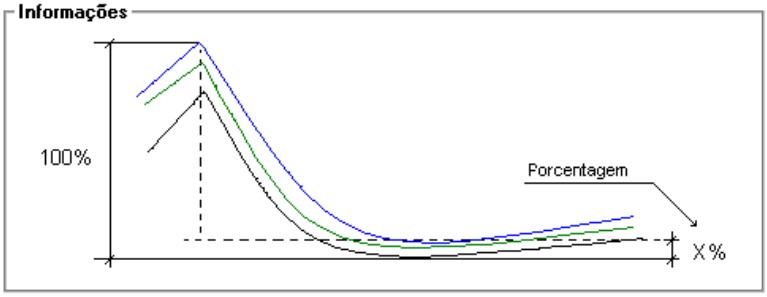

2 - Quando não for definido trechos retos nos vãos internos, a distância de referência "d" é tomada entre o Ponto de Mínimo da parábola e o apoio interno.




**dmin – Dist. Mín. p/ curvatura de cabo até o fundo da laje (cm)**

Essa distância dmin serve para estabelecer um trecho mínimo para que seja formada uma parábola entre dois apoios em vãos extremos. Essa situação ocorre muito quando o esse vão é muito pequeno em relação ao interno.

**Porcentagem para consideração de M (+) no detalhamento de cabos**




## Cálculo automático dos pontos de inflexão

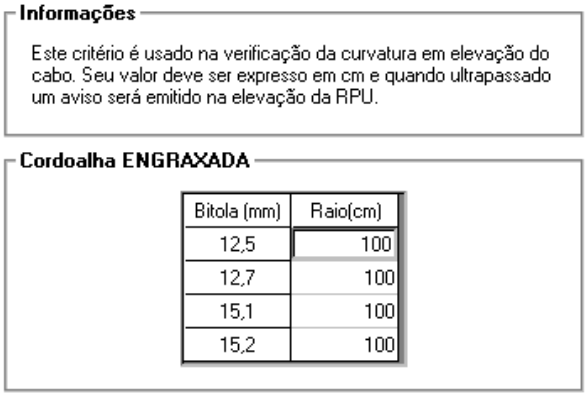
**Informações**

Este parâmetro é usado no lançamento inicial dos cabos. Serve para dizer se o local dos pontos de inflexão deve ser exatamente onde o momento da laje se anula (SIM) ou se a sua localização deve seguir rigidamente as regras definidas anteriormente (%A, %B, %C). É recomendável que este parâmetro seja definido como SIM.

**Cálculo Automático dos Pontos de Inflexão**

- ○ Localização dos pontos de inflexão segue rigidamente as regras definidas anteriormente (NÃO)
- ◉ Loca dos pontos de inflexão é exatamente onde o momento da laje se anula (SIM).

## Raio de curvatura mínimo




## Outros critérios

### Número padrão de cordoalhas por cabo

É o número inicial de cordoalhas por cabo de protensão.

### Bitola padrão para detalhamento

Bitola do cabo de protensão que será usado inicialmente nas RPU's. Caso este campo esteja com valor zero, é usado o primeiro cabo definido (em mm).

### Redutor quant inicial de cabos/carreg q. perman (%)

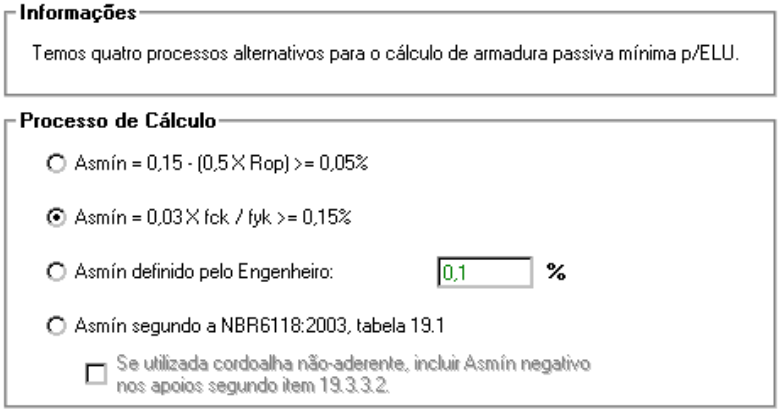
Reduz a estimativa inicial de número de cabos. O número de cabos é determinado de modo a que possa anular o carregamento quase-permanente. Este redutor é aplicado ao número de cabos obtido por este método.

# Armadura Passiva

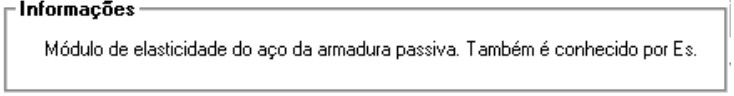
## Armadura passiva no ato da protensão

Define se o programa realizará o cálculo da armadura passiva para cargas do ato da protensão.

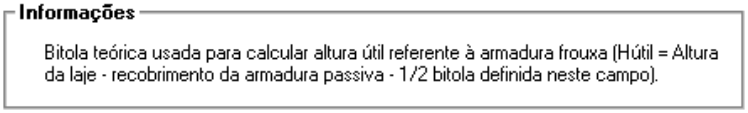
## Processo de cálculo de armadura mínima p/ELU



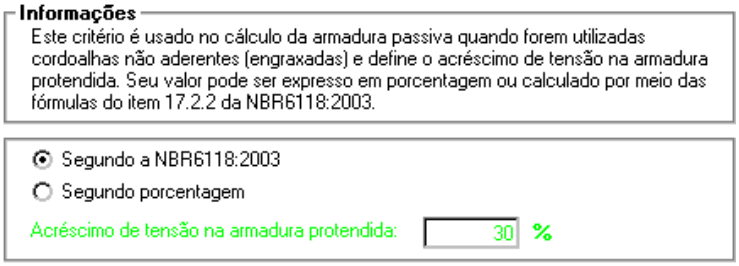

## Módulo de elasticidade do aço/armadura passiva



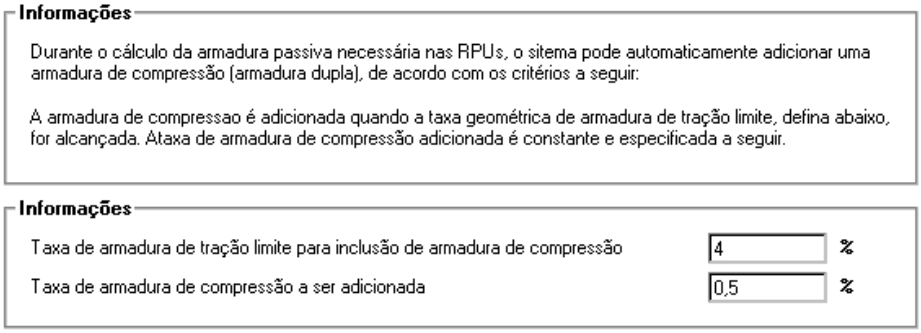

## Bitola para cálculo de altura útil




## Acréscimo de tensão na armadura protendida




## Armadura de compressão (armadura dupla)

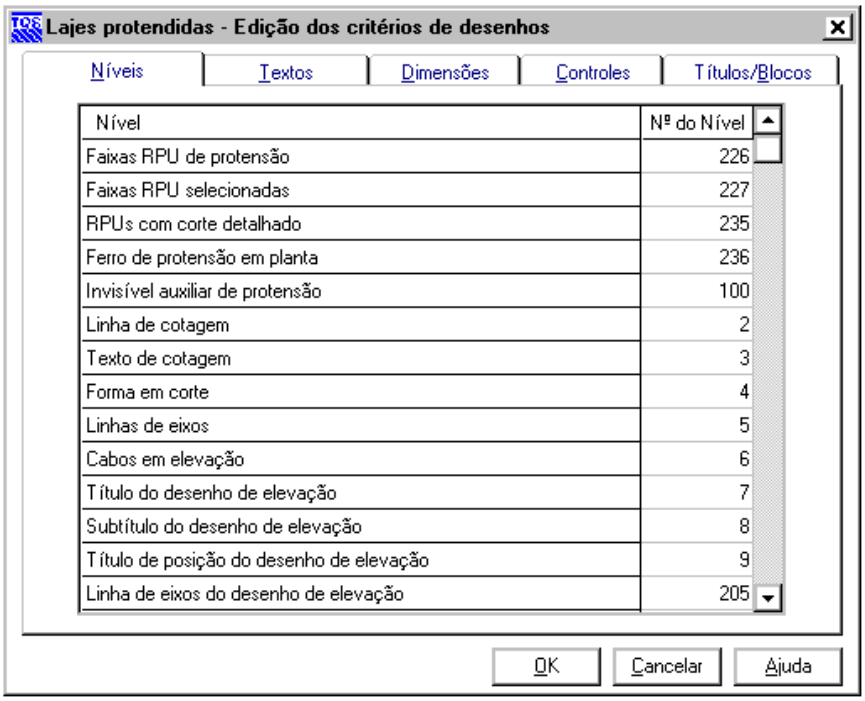



# Critérios de Desenho

O funcionamento do arquivo de "Critérios de Desenho" do "Lajes Protendidas" é semelhante ao funcionamento do seu arquivo de "Critérios de Cálculo", portanto para maiores informações veja o item 4 desse manual.

O nome desse arquivo é PARPRO.DAT e está armazenado na pasta \TQSW\SUPORTE\LAJES.

As alterações no arquivo de critérios de desenho são realizadas através do Gerenciador Estrutural do TQS, acionado o comando "TQS-Lajes" - "Editar" - "Lajes Protendidas" - "Critérios de desenho".




## Níveis

No item "Níveis" você pode editar os níveis de todos os elementos presente no Editor de Lajes Protendidas.

## Textos

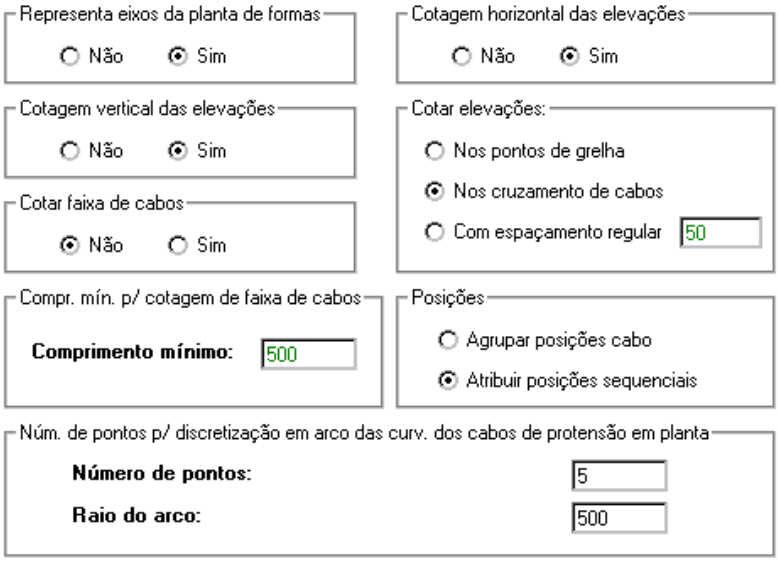
No item "Textos" é possível mudar as alturas de textos presentes nos desenhos do Editor de Lajes Protendidas.

## Dimensões

No item "Dimensões" é possível editar as dimensões de elementos presentes no "Editor de Lajes Protendidas".

# Controles

Podemos controlar alguns itens do "Editor de Lajes Protendidas", como podemos ver na figura abaixo:




# Títulos/Blocos

Nesse item podemos mudar alguns títulos, blocos e máscaras do "Editor de Lajes Protendidas".