

## Análise Estrutural

Os modelos construídos pelo TQS PREO para análise variam conforme as etapas construtivas.

### Módulo de Elasticidade

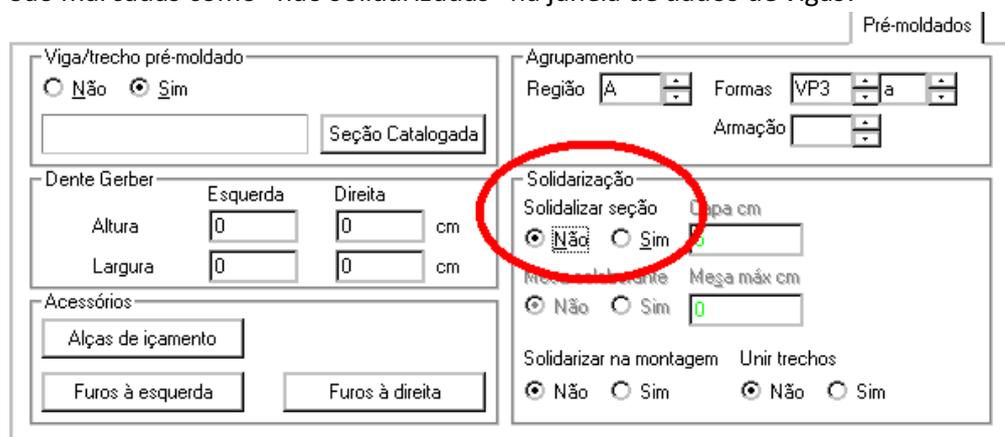
O módulo de elasticidade dos elementos pré-moldados é calculado de acordo com a NBR-6118, a partir do  $f_{ck}$  fornecido nos dados do edifício.

Nas seções mistas com concreto moldado in-loco, o sistema altera a inércia das vigas e lajes para considerar a diferença de módulos de elasticidade. Este procedimento é chamado aqui de "homogeneização de seções". A homogeneização de seções é afetada por um corretor da relação  $E_c/E_{cp}$ , definido no arquivo de critérios.

### Vigas Não Solidarizadas

Vigas pré-moldadas não são solidarizadas em uma determinada etapa de processamento nas seguintes condições:

São marcadas como "não solidarizadas" na janela de dados de vigas:



Pré-moldados

Viga/trecho pré-moldado  
 Não  Sim

Seção Catalogada

Agupamento  
Região A Formas VP3 a  
Armação

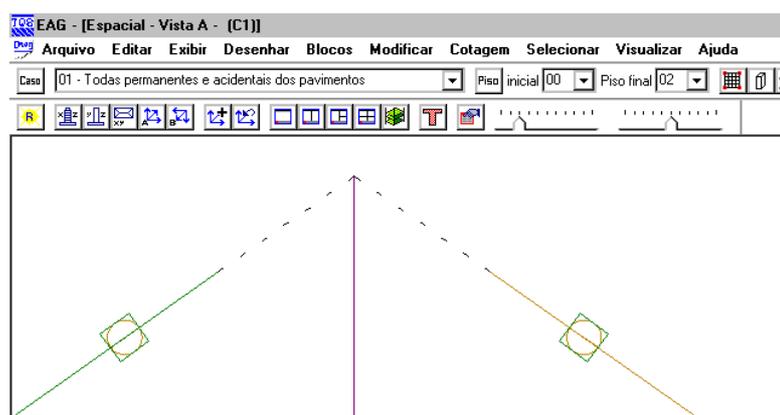
Dente Gerber  
Altura Esquerda Direita  
Largura Esquerda Direita

Accessórios  
Alças de içamento  
Furos à esquerda Furos à direita

Solidarização  
Solidarizar seção  Não  Sim  
Módulo máximo Mega máx cm  
 Não  Sim  
Solidarizar na montagem Unir trechos  
 Não  Sim  Não  Sim

São solidarizadas, mas pertencem a uma região e etapa que não é solidarizada.

Vigas não solidarizadas têm as extremidades articuladas tanto nos modelos de pórtico quanto grelha:



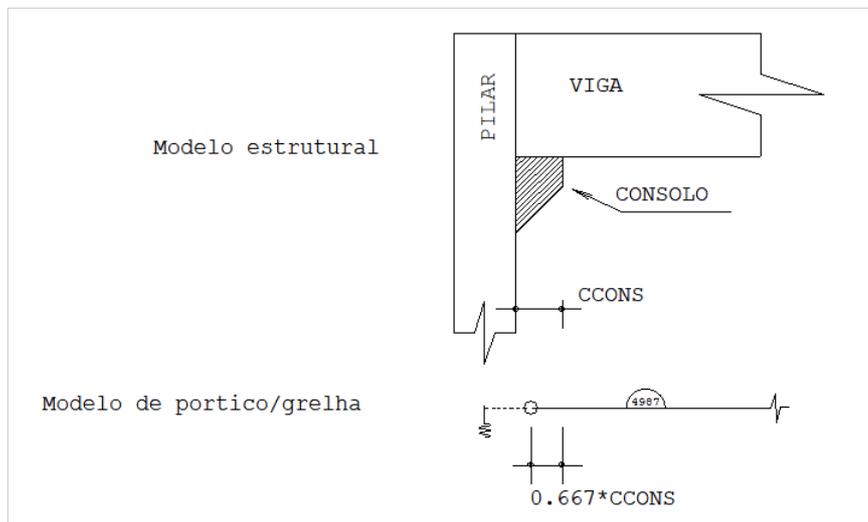
No Visualizador de Pórtico Espacial, as extremidades das vigas aparecem com um círculo e um quadrado. O círculo representa articulação, e o quadrado uma articulação no caso especial de peso próprio.

Vigas engastadas no apoio por meio de elementos de fixação devem ser declaradas como solidarizadas mesmo que não recebam capa. O engastamento da viga ocorrerá para o sistema no momento da solidarização do pavimento.

### Apoio nos consolos

Uma viga não solidarizada é representada no pórtico espacial e grelha como uma barra que avança dentro do consolo 0.667 (critério de projeto, que pode ser alterado) do comprimento do consolo, articulada e ligada

rigidamente ao CG do pilar. A distância de entrada no pilar é parametrizada no arquivo de critérios.



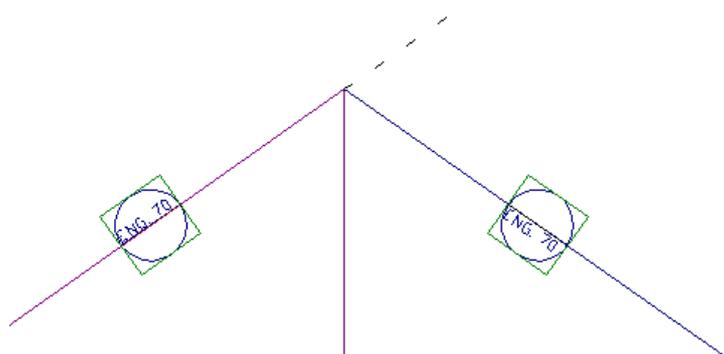
## Características geométricas

Nas vigas com seção catalogada, todas as características geométricas da seção são passadas para o pórtico e grelha, com exceção da inércia lateral. No pórtico espacial, as vigas têm a inércia lateral aumentada para a simulação de diafragma rígido.

As vigas com seção retangular padrão têm a inércia de seção T automaticamente calculada pelo programa (incluindo a homogeneização da seção). Lembre-se que as seções catalogadas precisam ter a seção T estimada junto com outras características geométricas.

## Vigas Solidarizadas

As vigas pré-moldadas solidarizadas e que estão em uma etapa e região com solidarização, recebem engastamento parcial definido para cada ligação ou ainda no arquivo de critérios:



O círculo com o texto "ENG. 70" representa coeficiente de rigidez da ligação de 0.70 (engastamento total=1.00, articulação=0.00). Este engastamento é definido no arquivo de critérios de pré-moldados. O quadrado indica que a barra será articulada no carregamento de peso próprio.

## Apoio nos consolos na estrutura solidarizada

Para efeito de comprimento de apoio, pode-se considerar ou não o consolo como parte do apoio - conforme parâmetro no arquivo de critérios de pré-moldados. Se for considerado, o consolo terá um modelo de apoio na viga solidarizada igual ao da não solidarizada.

Se o consolo não for considerado, o sistema considerará as exigências de NBR-6118:2003 quanto ao comprimento de apoio e vão da viga.

## Características geométricas

As vigas de seção catalogada terão as características geométricas de uma seção com solidarização se uma seção com o nome da seção catalogada e sufixo "\$SOL" forem achados na tabela interna de seções.

A geração da seção solidarizada com sufixo "\$SOL" é normalmente feita de modo automático dentro do Modelador Estrutural.

## Balanços Solidarizados na Montagem

Um balanço pré-moldado deve ser solidarizado na montagem. É preciso avisar o Modelador, pois caso contrário ele será articulado nas etapas construtivas sem solidarização, e em todos os casos de peso próprio. Selecione o trecho em balanço e ligue este atributo:

**Dados Gerais da Viga**

Identificação | Inserção | Seção/Carga | Modelo | Intersecções | Temper/Retração | Detalhamento | Pré-moldados

Viga/trecho pré-moldado  
 Não  Sim  
TQS-PRE0\WSI-070 Seção Catalogada

Ágrupamento  
Região Todas Formas Armação 0.0 tf/m

Dente Gerber  
Esquerda Direita  
Altura 0 0 cm  
Comprimento 0 0 cm

Accessórios  
Alças de içamento  
Furos à esquerda <=  
Furos à direita <=

Solidarização  
Não Sim  
Solidarizar a seção   Capa 0 cm  
Mesa colaborante   Max 0 cm  
Unir trechos    
**Solidarizar na montagem**

Dados de vigas pré-moldadas. Os trechos podem ter seções pré-moldadas diferentes.

OK Cancelar

## Lajes Pré-Fabricadas

Cada elemento de laje pré-fabricada resulta em uma barra da grelha. Isto implica que a definição das lajes pré-fabricadas só se completa após a inserção de todos os elementos. As lajes são discretizadas pelo programa de geração de lajes maciças, usando os respectivos critérios de .

Pavimentos

Pavimento PISO2

Título

Núm. do projeto 4

Número de pisos 1

Pé-direito (m) 5

Classe ... Tipo

Título opcional PISO 2

Modelo estrutural  
**Grelha de lajes planas**

Fund

PISO3  
PISO2  
PISO1  
Fundacao

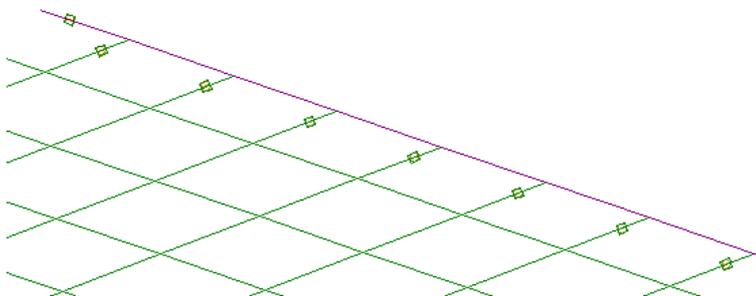
Inserir acima  
Inserir abaixo  
Apagar  
Renomear

Nas etapas não solidarizadas, os apoios das lajes nas vigas são articulados em todos os carregamentos. A inércia considerada de cada elemento é o da seção catalogada.

Nas etapas solidarizadas, os apoios são articulados para o carregamento de peso próprio e engastados para os demais casos (ou conforme plastificação definida nos critérios de grelha). A inércia considerada é a da seção solidarizada homogênea.

Conforme critério de projeto, nas etapas solidarizadas podem ser geradas também barras transversais, espaçadas com o espaçamento padrão de lajes maciças, e com a altura apenas da capa.

A carga é aplicada na laje é calculada como uma média aproximada em toda a área do contorno, e distribuída igualmente por metro em todas as barras que formam a grelha da laje. Esta carga contém ou não a capa, conforme a etapa construtiva.



## Configuração de P- $\Delta$ de Dois Passos

Os efeitos da não-linearidade geométrica da estrutura são por padrão calculados através do coeficiente  $\gamma_z$ . O sistema combina linearmente e majora carregamentos que foram calculados com modelos de topologia semelhante, mas condições diferentes (peso próprio articulado, modelo nos casos de carregamento vertical com enrijecimento das seções de pilares e vigas de transição, etc).

O cálculo da não linearidade geométrica também pode ser feita através do processo P $\Delta$ . O funcionamento padrão deste processo entretanto não leva em consideração os diferentes modelos adotados em cada carregamento. A partir do sistema TQS PREO<sup>®</sup>, o P $\Delta$  pode ser configurado para levar em consideração os diferentes modelos, através do "P $\Delta$  de dois passos". Para ativar este modo, primeiro ative o P $\Delta$  nos dados do edifício:

Modelo

Modelo estrutural do edifício:

- I  Modo manual
- II  Esforços verticais por vigas contínuas ou grelhas, sem vento
- III  Esforços verticais por vigas ou grelha, vento por pórtico espacial
- IV  Modelo integrado e flexibilizado de pórtico espacial
- V  Modelo conjunto de Pórtico/Grelhas/Vigas (versão 10 e anteriores)

Modelos independentes

- A estrutura se comporta como um corpo único, sem juntas ou torres separadas
- Comportamento de corpos separados por espaços ou juntas, sob ação de vento

Vigas de transição / tirantes    **Processo P-Delta**    Análise dinâmica

Interação Solo-Estruturas    Premoldados

Escolha do método de análise dos efeitos de 2a ordem globais

Método de análise dos efeitos de 2a ordem globais

- GamaZ
- P-Delta

Fechar

Depois, faça uma alteração nos critérios gerais de pórtico espacial:

**Pórtico TQS - Interface e Processamento de Pórticos Espaciais**

Materiais | Vigas | Pilares | ELU | Estabilidade global | ELS | Análise não linear | Resultados

Número máximo de iterações: 50  
Tolerância relativa: 0,001  
Multiplicador de esforços pós-análise: 1

Considera Matriz KI (r) p/ Forças devido a Desloc. Nodal Horizontal

Rigidez normal     Mais matriz KI (r)

Rigidez do modelo não linear

**Rigidez do modelo não linear**

P - Delta:

**P-Delta de dois passos**  
No processo P-Delta de dois passos, os carregamentos verticais são lançados e calculados antes dos carregamentos horizontais provocarem efeitos de 2ª ordem. Com isto, várias hipóteses como o aumento da área da seção transversal dos pilares, o enrijecimento das vigas de transição e a articulação de elementos pré-moldados na etapa construtiva podem ser simulados sem interferir na rigidez global e nos efeitos de 2ª ordem.

**P - Delta Convencional**  
Nos modelos elásticos é procedimento comum aumentar a área da seção transversal dos pilares exclusivamente para os carregamentos verticais, para diminuir o efeito da deformação axial dos pilares no edifício. Esta deformação pode alterar o modelo estrutural dos pavimentos mais altos. No edifício analisado por P-Delta entretanto os carregamentos verticais e horizontais estão no mesmo modelo, recebendo a mesma multiplicação de área, o que pode subestimar os efeitos reais de 2ª ordem.

Calcular com efeito de P - Delta de dois passos     Não     Sim

**Rigidez do modelo não linear**

Fator de aumento das seções dos pilares: 1

## Grelha Com 6 Graus de Liberdade

Todos os modelos de grelha com pré-moldados são gerados com 6 graus de liberdade, sendo calculadas como pórtico. Isto é necessário para que seja gerado o carregamento articulado de peso próprio, recurso disponível no Pórtico-TQS® e Mix®.

## Carregamentos Nas Etapas Construtivas

Nas etapas construtivas considera-se sempre o peso próprio. Faz parte deste carregamento o peso da capa, ainda não solidarizada.

Além do peso próprio, serão considerados somente os carregamentos definidos nos dados do edifício, na janela "Pré-Moldados", sob a janela de "Cargas", onde o engenheiro pode acrescentar parcelas das demais cargas nas etapas construtivas.

## Combinações da Estrutura Acabada

Para análise de peças protendidas, além das combinações de ELU geradas no edifício também são consideradas as combinações específicas para protensão:

Prefixo	Uso
---------	-----

ATOPRO	Carregamento no ato da protensão - tensões
CQPERM	Combinação quase permanente - tensões/fissuração
CFREQ	Combinação freqüente - tensões/fissuração/As passiva
CTNM	Combinação total não majorada - As Passiva