

## Análise Estrutural

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

### Módulo de Elasticidade

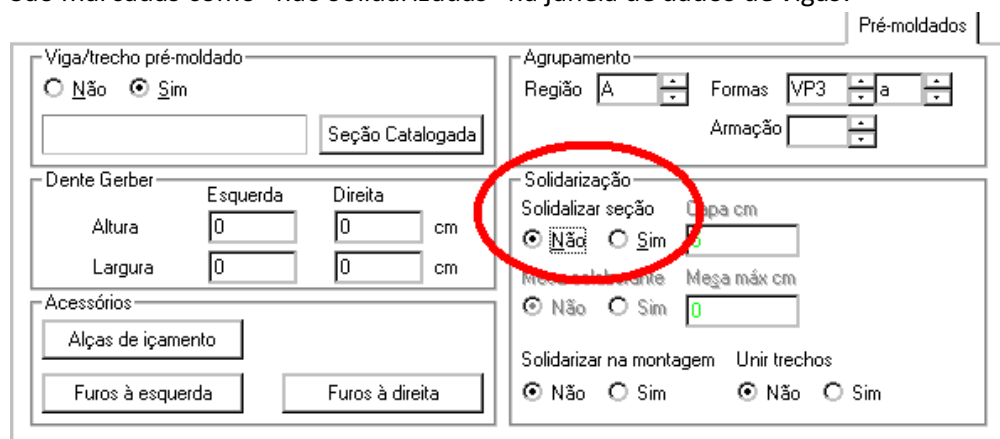
O módulo de elasticidade dos elementos pré-moldados é calculado de acordo com a NBR-6118, a partir do  $f_{ck}$  fornecido nos dados do edifício.

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

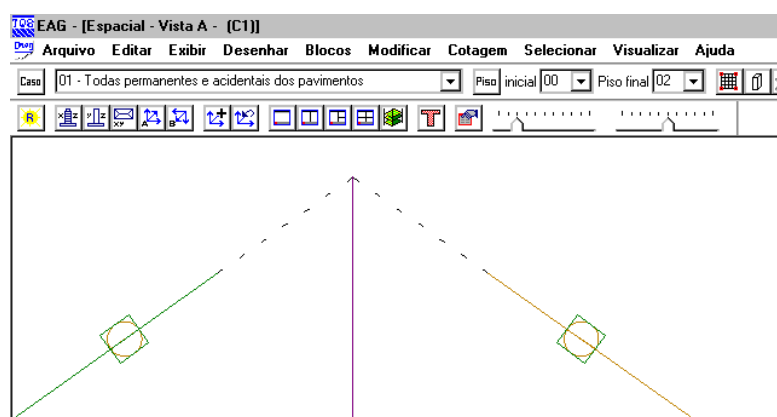
Dente Gerber  
Altura Esquerda 0 Direita 0 cm  
Largura Esquerda 0 Direita 0 cm

Accessórios  
Alças de içamento  
Furos à esquerda Furos à direita

Solidarização  
Solidarizar seção  Não  Sim Capa cm  
Módulo de concreto Mega máx cm  
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:



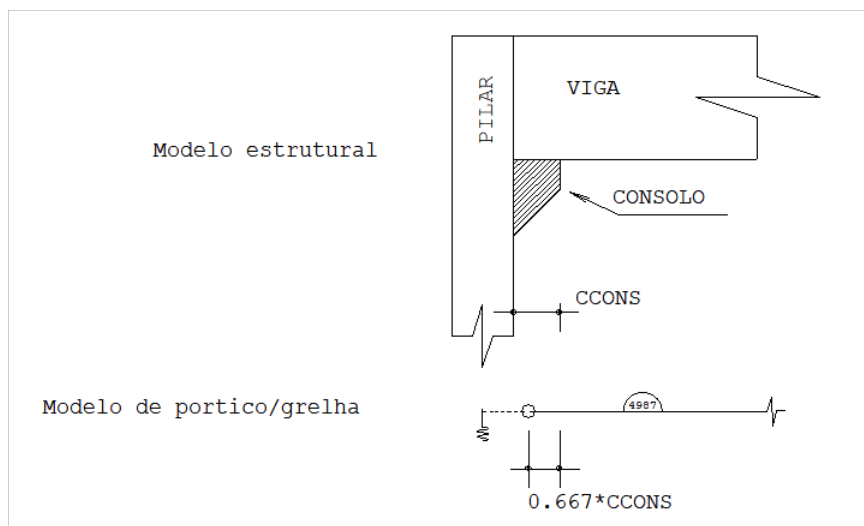
No Visualizador de Pórtico Espacial, as extremidades das vigas aparecem com um círculo e um quadrado. O círculo representa articulação, e o quadrado uma articulação no caso especial de peso próprio.

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.



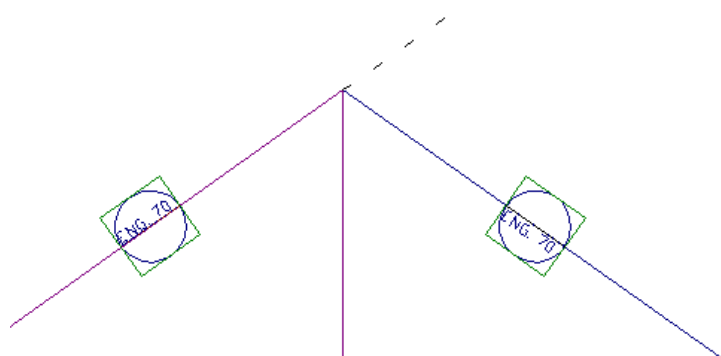
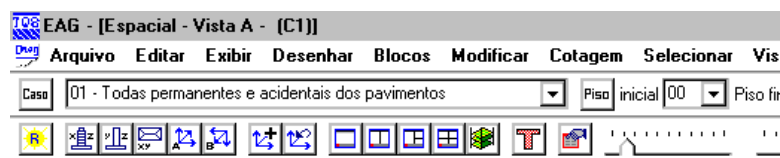
## Características geométricas

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

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

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

Ágrupamento  
Região Todas Formas Armação 0.0 tf/m

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

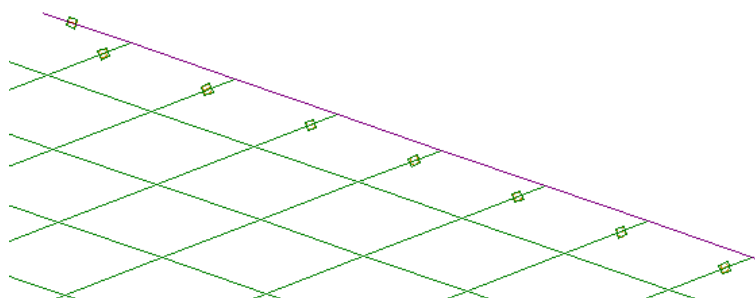
Inserir acima  
Inserir abaixo  
Apagar  
Renomear

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 glob... X

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