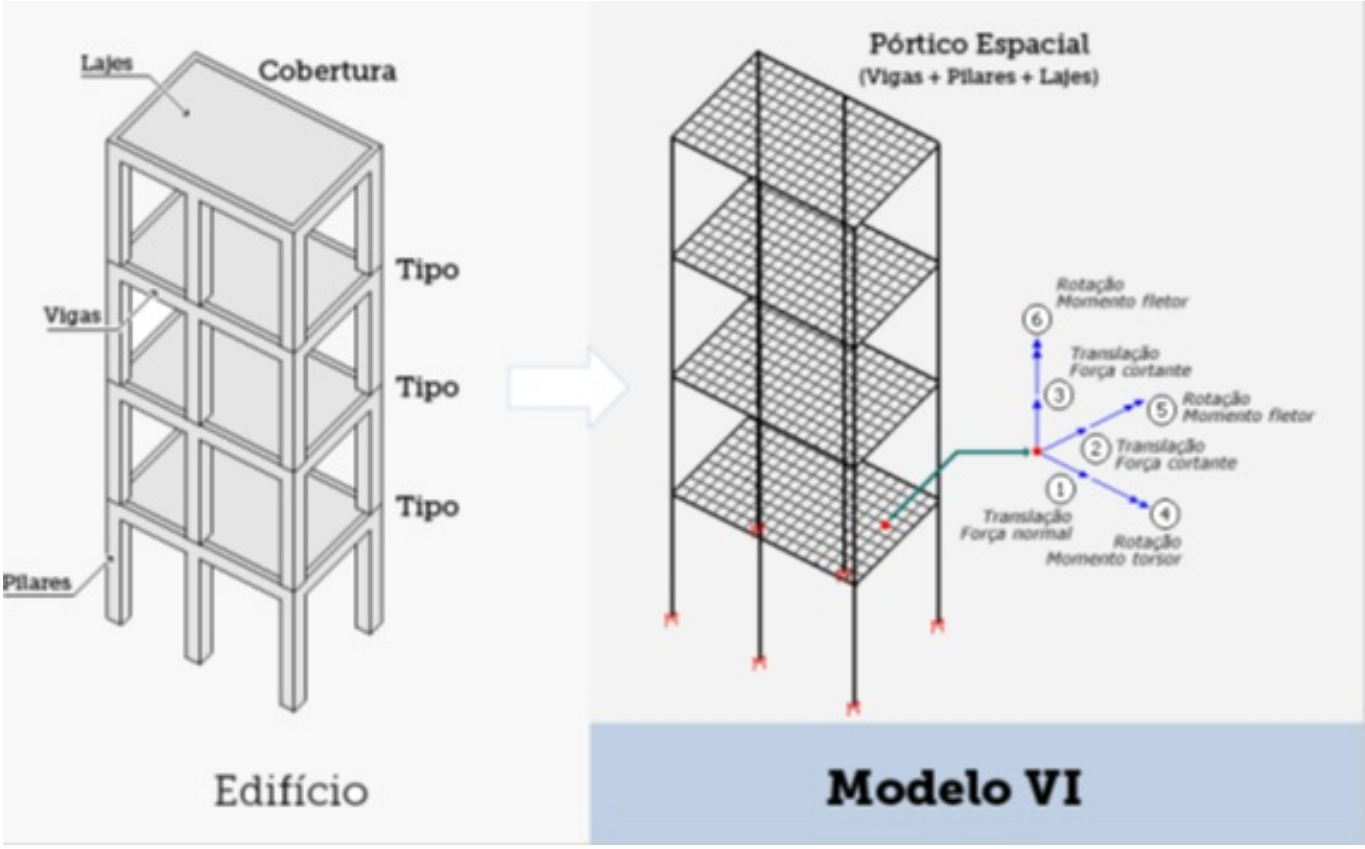
Modelo VI + Lajes protendidas

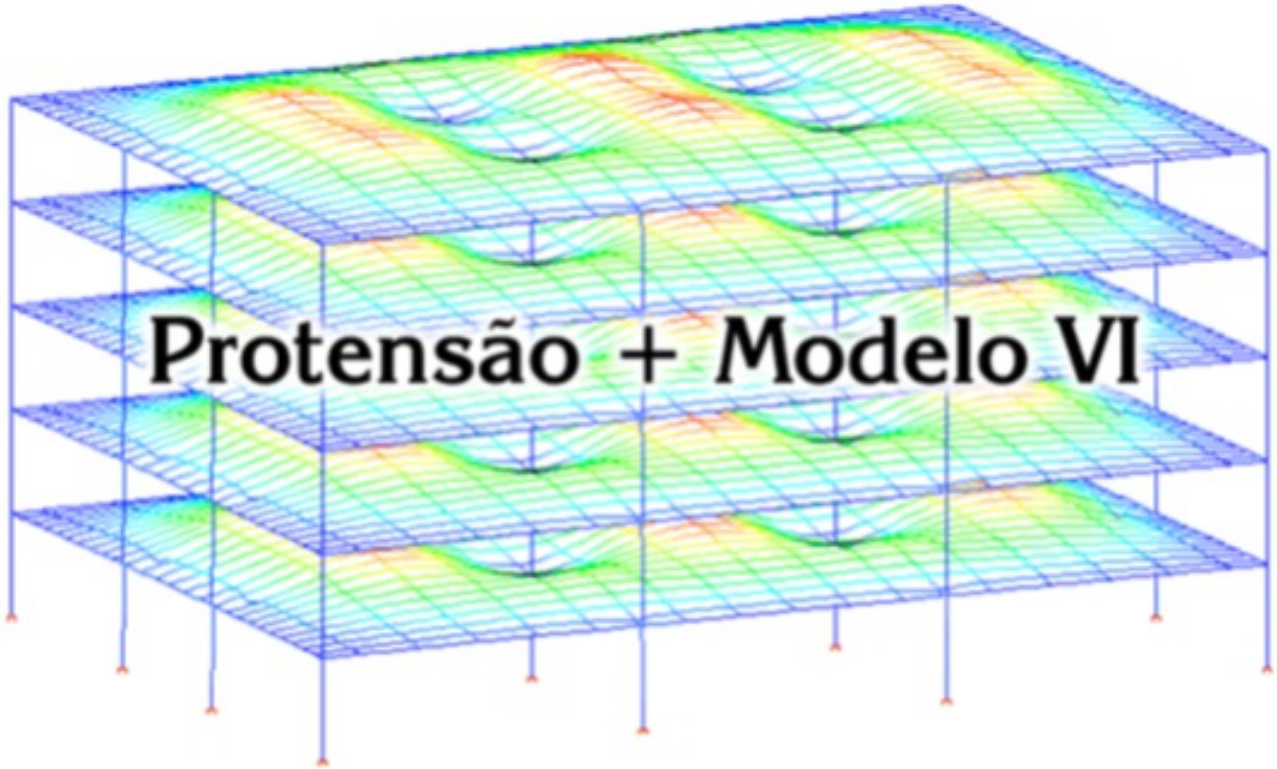
1. Modelo VI + Lajes Protendidas

O Modelo VI, lançado na Versão 16 dos Sistemas TQS em 2011, certamente, representou um enorme avanço no que se refere à modelagem de edifícios de concreto. Neste modelo, apenas para relembrar, toda a estrutura formada pelas vigas, pilares e lajes é simulada por um único pórtico espacial, conforme ilustrado abaixo.



Em relação aos Modelo III e IV, a grande diferença do Modelo VI é a presença das lajes no modelo espacial. No Modelo VI, não há mais as grelhas para simular os pavimentos. Além disso, pelo fato de possuir 6 graus de liberdade por nó, tornou-se possível simular os efeitos gerados por ações que introduzem esforços solicitantes paralelos ao plano das lajes, como por exemplo, a retração e a protensão, de forma mais precisa.

Ainda na Versão 16, mais especificamente na revisão 16.6, foi disponibilizado o completo dimensionamento e detalhamento de lajes protendidas com o Modelo VI. A análise da protensão em estruturas bidimensionais, que já era algo considerado complexo, foi então estendida para estruturas tridimensionais.



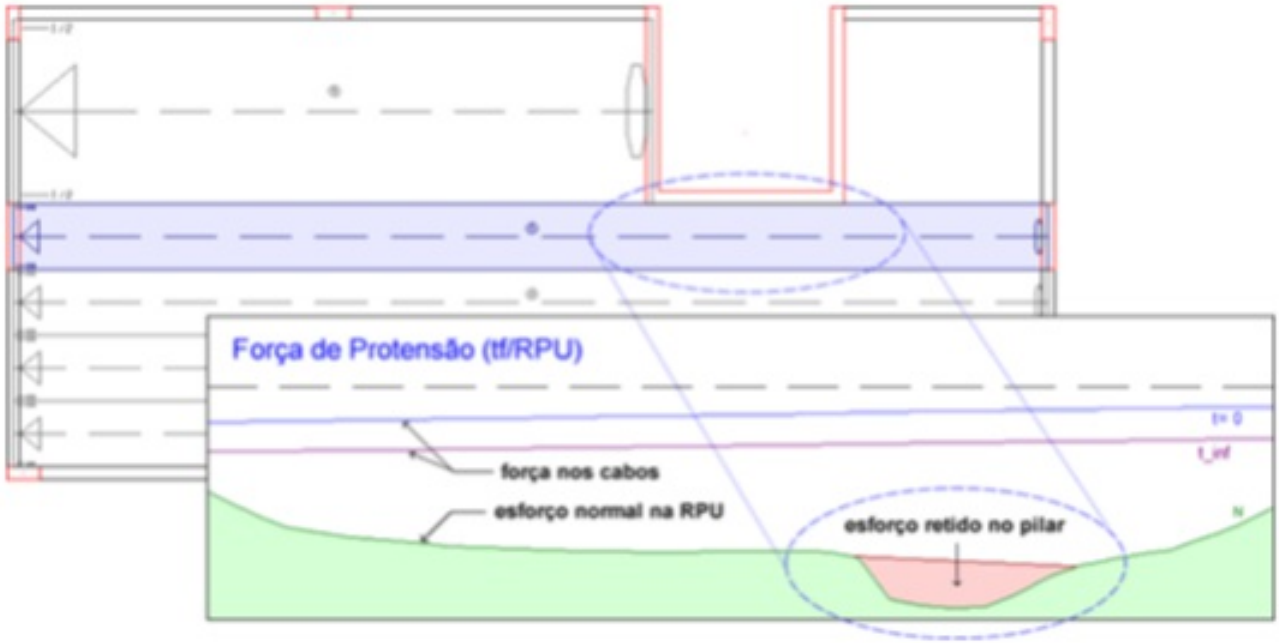
Apenas para relembrar um pouco desse trabalho, que, sem dúvida, foi um dos maiores desafios já enfrentados por nossa equipe técnica, listamos a seguir algumas características do uso do TQS Lajes Protendidas com o Modelo VI.

1. Modelo Tridimensional

No modelo IV, a análise dos efeitos gerados pela protensão era baseada num modelo bidimensional (grelha). No Modelo VI, esses efeitos passam a ser tratados num modelo tridimensional (pórtico espacial). Dessa forma, em situações onde o estudo do equilíbrio da estrutura necessita ser realizado espacialmente, os efeitos da protensão passam a ser calculados de forma mais adequada.

2. Esforços nos Pilares

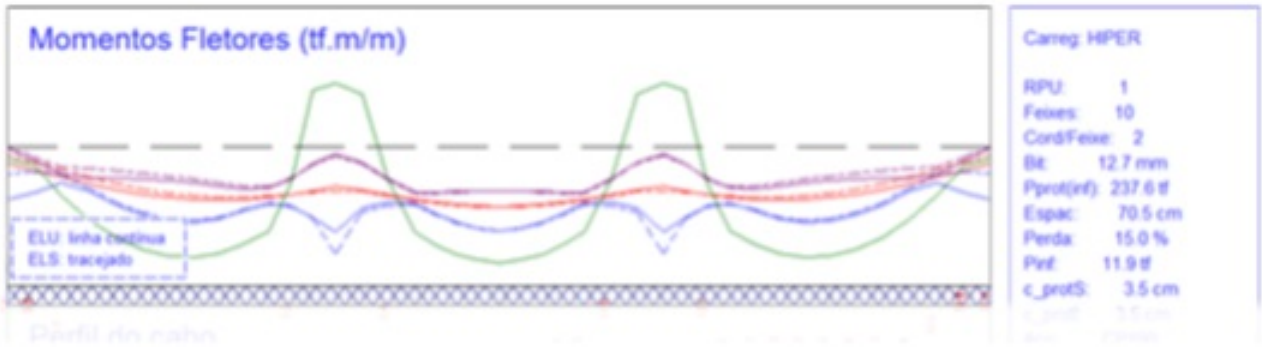
Uma das melhorias do Modelo VI em relação ao Modelo IV é a modelagem mais precisa dos apoios da estrutura de um pavimento. Ao invés de vinculações discretas em grelhas, os pilares são simulados por barras com rigidezes adequadas no pórtico espacial. Com isso, a retenção de esforços nos pilares provocados pela protensão passa a ser analisada de forma mais precisa.



3. Modelos ELU e ELS

As solicitações necessárias para verificações em serviço (combinações quase-permanente e frequente) e de segurança à ruína (ato da protensão e infinito) são calculadas, respectivamente, nos modelos ELS e ELU, com níveis de carga e rigidezes distintos.

As respectivas combinações de carregamentos são geradas de forma automática e podem incluir diversos tipos de ações (temperatura, retração, empuxo, ...).



A diferenciação dos modelos ELU e ELS no cálculo do hiperestático de protensão também é levada em conta.

4. Envoltória de Esforços

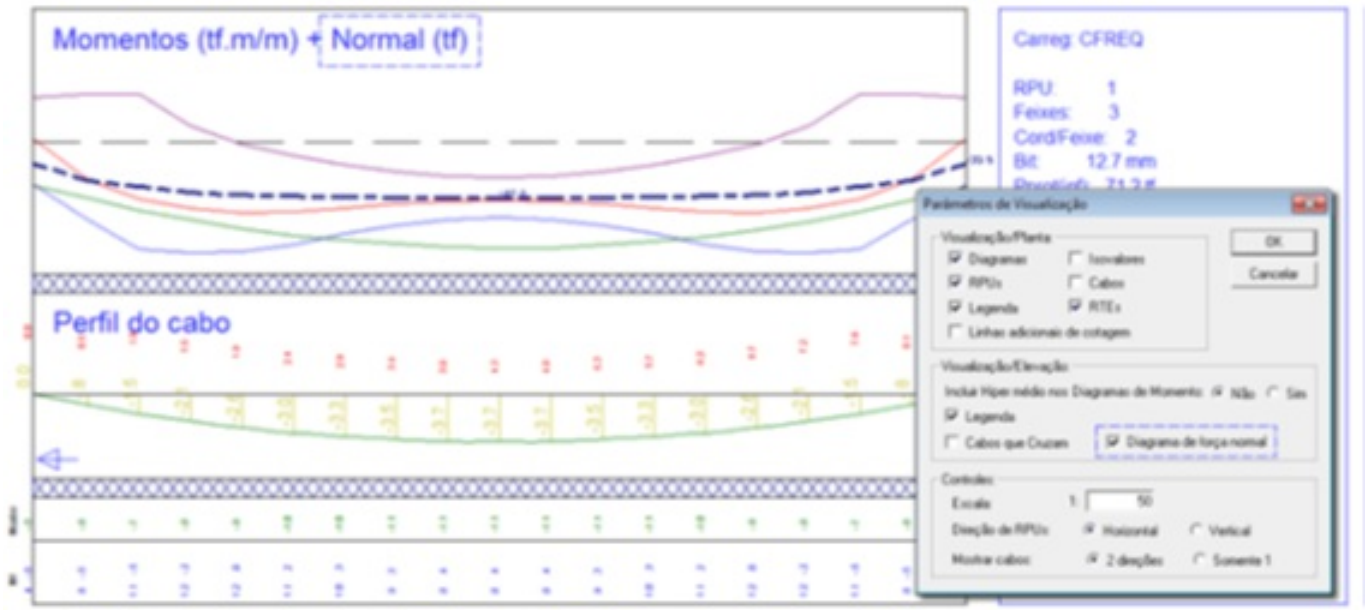
No dimensionamento das lajes e vigas-faixa protendidas, é considerada a envoltória de esforços para os diversos pisos repetidos (pavimento tipo).

Além disso, é considerada também a envoltória de combinações de carregamentos. Desta forma, os efeitos gerados pelo vento, por exemplo, passam a ser considerados no dimensionamento da protensão.

5. Compressão nas Lajes

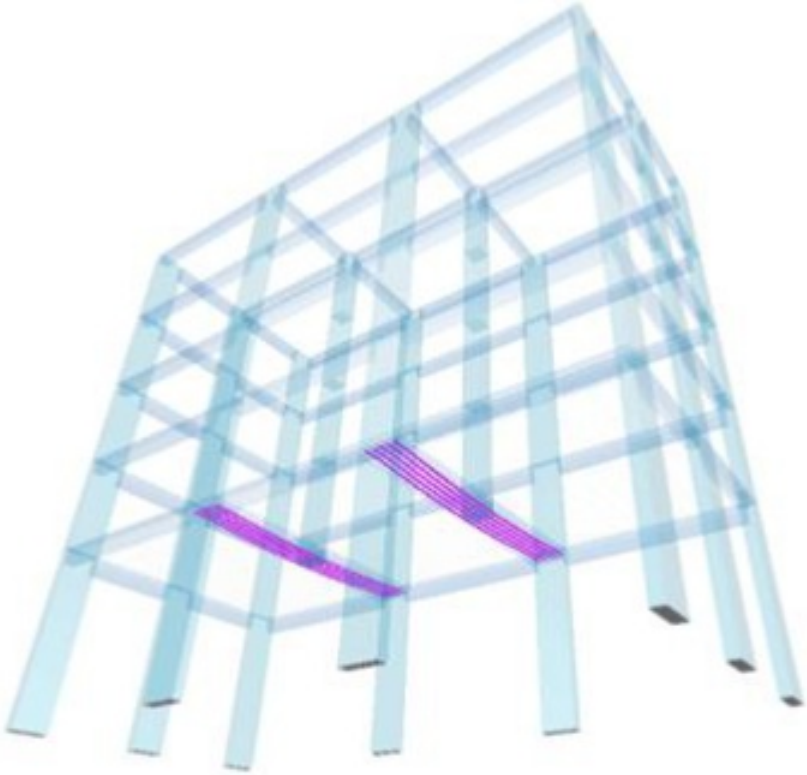
A distribuição dos esforços axiais no plano das lajes, provocados pela protensão, passou a ser calculada de forma mais precisa com o Modelo VI. Os esforços de compressão são distribuídos proporcionalmente à rigidez axial das lajes e vigas.

Além disso, o efeito conjunto da protensão com as outras ações que também provocam esforços axiais nas lajes, como a retração, a força horizontal introduzida por pilar inclinado, empuxo etc. são visualizados e tratados conjuntamente.



6. Vigas-faixa de Transição

A análise dos efeitos gerados pela protensão em vigas-faixa de transição passa a ser realizada de forma mais precisa, considerando-se o comportamento tridimensional dos elementos estruturais adjacentes.



7. Não-linearidade Física

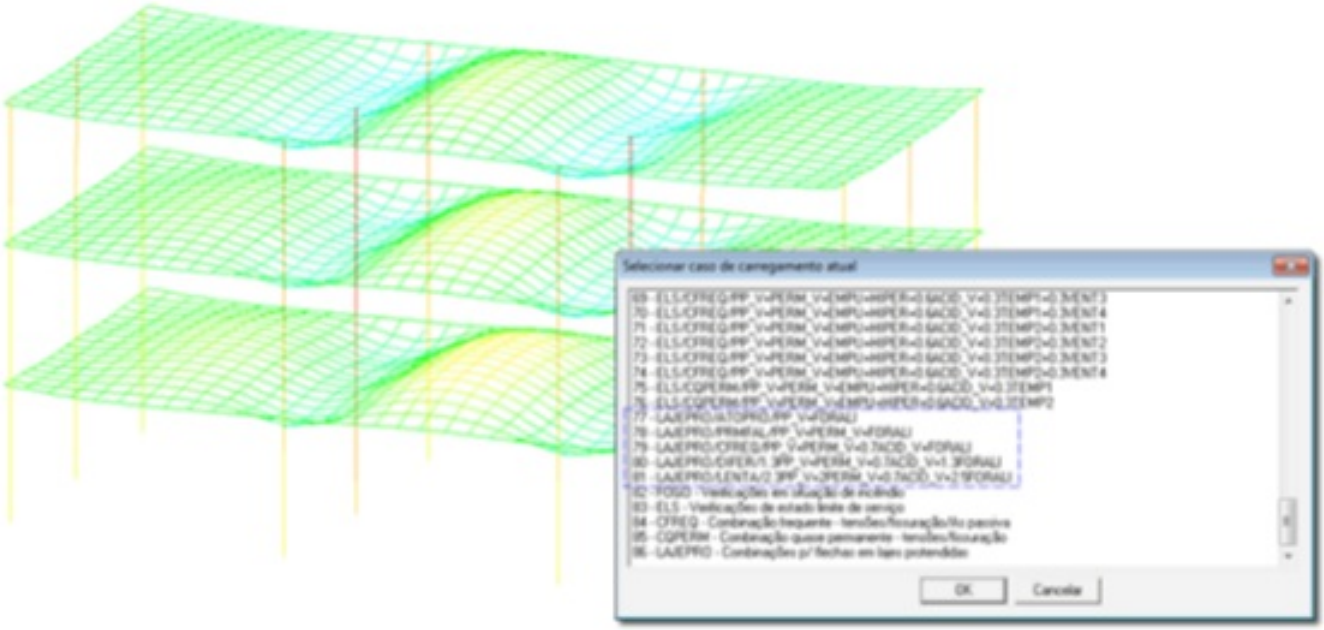
Na análise ELU, é possível definir coeficientes de não-linearidade física diferenciados para elementos protendidos (lajes e vigas-faixa).

8. Hiper Pórtico

O cálculo do hiperestático de protensão passa a ser realizado no pórtico espacial (hiper pórtico). A antiga análise dos efeitos do hiperestático pela grelha (hiper grelha) continua válida apenas para uma avaliação preliminar. O dimensionamento final dos elementos estruturais é realizado considerando os valores do hiper pórtico.

9. Análise de Flechas

Foi adicionada uma nova envoltória de combinações ELS para análise de flechas imediatas e diferidas no tempo em pavimentos protendidos.

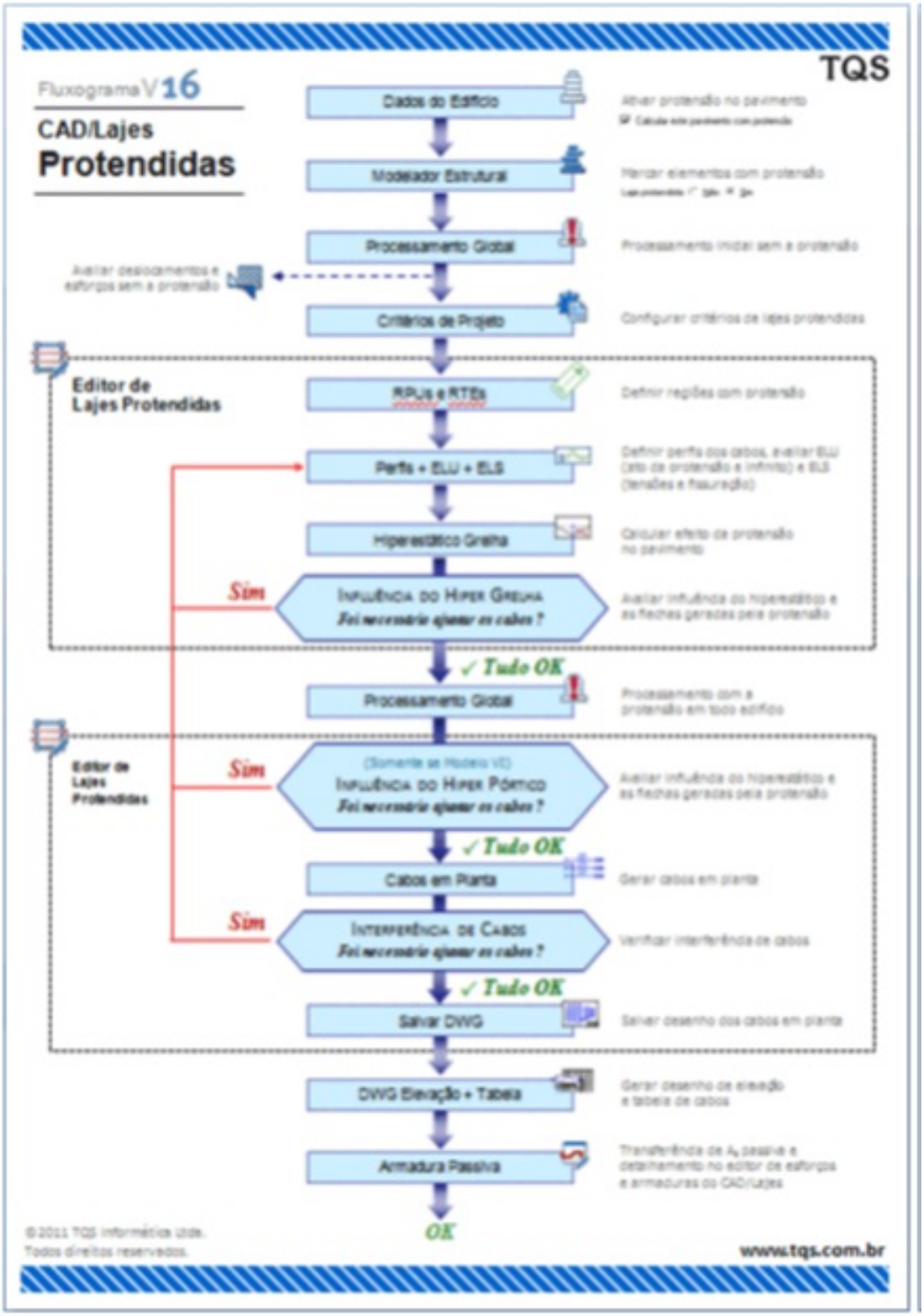


10. Nós de Pórtico

Em nós de pórtico, com o encontro de vigas e pilares de extremidade, os cabos de protensão podem ser lançados de forma excêntrica ao eixo da viga-faixa. Essa excentricidade da força de protensão é adequadamente considerada nos elementos adjacentes (pilares superiores e inferiores), juntamente com os esforços solicitantes devido às demais cargas, podendo criar uma situação favorável para o dimensionamento.

11. Documentação

No manual, há um capítulo que trata especificamente do funcionamento do TQS Lajes Protendidas com o Modelo VI. Exemplos passo-a-passo, tanto para o Modelo IV como para o Modelo VI, estão documentados com detalhes. O fluxograma que mostra o funcionamento geral do TQS Lajes Protendidas foi atualizado.

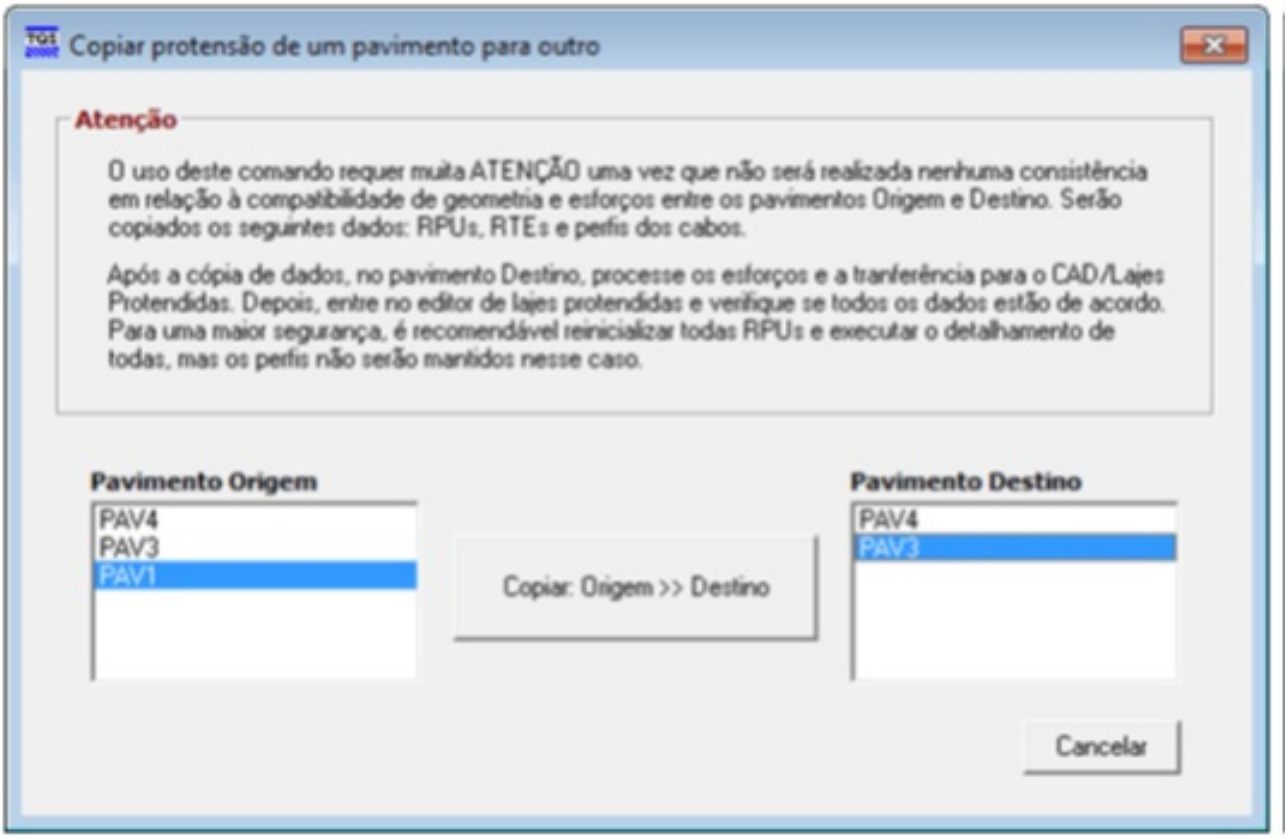


12. Editor de Lajes Protendidas

Toda a funcionalidade do editor de lajes protendidas foi preservada, ou seja, os comandos para o lançamento de RPUs (Regiões de Protensão Uniforme) e RTEs (Regiões de Transferência de Esforços e Dimensionamento), edição de perfis dos cabos, verificações etc. não foram alterados por causa do Modelo VI.

13. Cópia de Protensão

Foi disponibilizado um comando que permite copiar dados da protensão de um pavimento para outro.


Copiar protensão de um pavimento para outro
Atenção
O uso deste comando requer muita ATENÇÃO uma vez que não será realizada nenhuma consistência em relação à compatibilidade de geometria e esforços entre os pavimentos Origem e Destino. Serão copiados os seguintes dados: RPUs, RTEs e perfis dos cabos.
Após a cópia de dados, no pavimento Destino, processe os esforços e a tranferência para o CAD/Lajes Protendidas. Depois, entre no editor de lajes protendidas e verifique se todos os dados estão de acordo. Para uma maior segurança, é recomendável reinicializar todas RPUs e executar o detalhamento de todas, mas os perfis não serão mantidos nesse caso.
Pavimento Origem
PAV4
PAV3
PAV1
Copiar: Origem >> Destino
Pavimento Destino
PAV4
PAV3
Cancelar