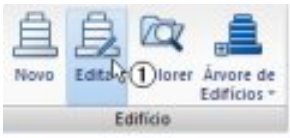
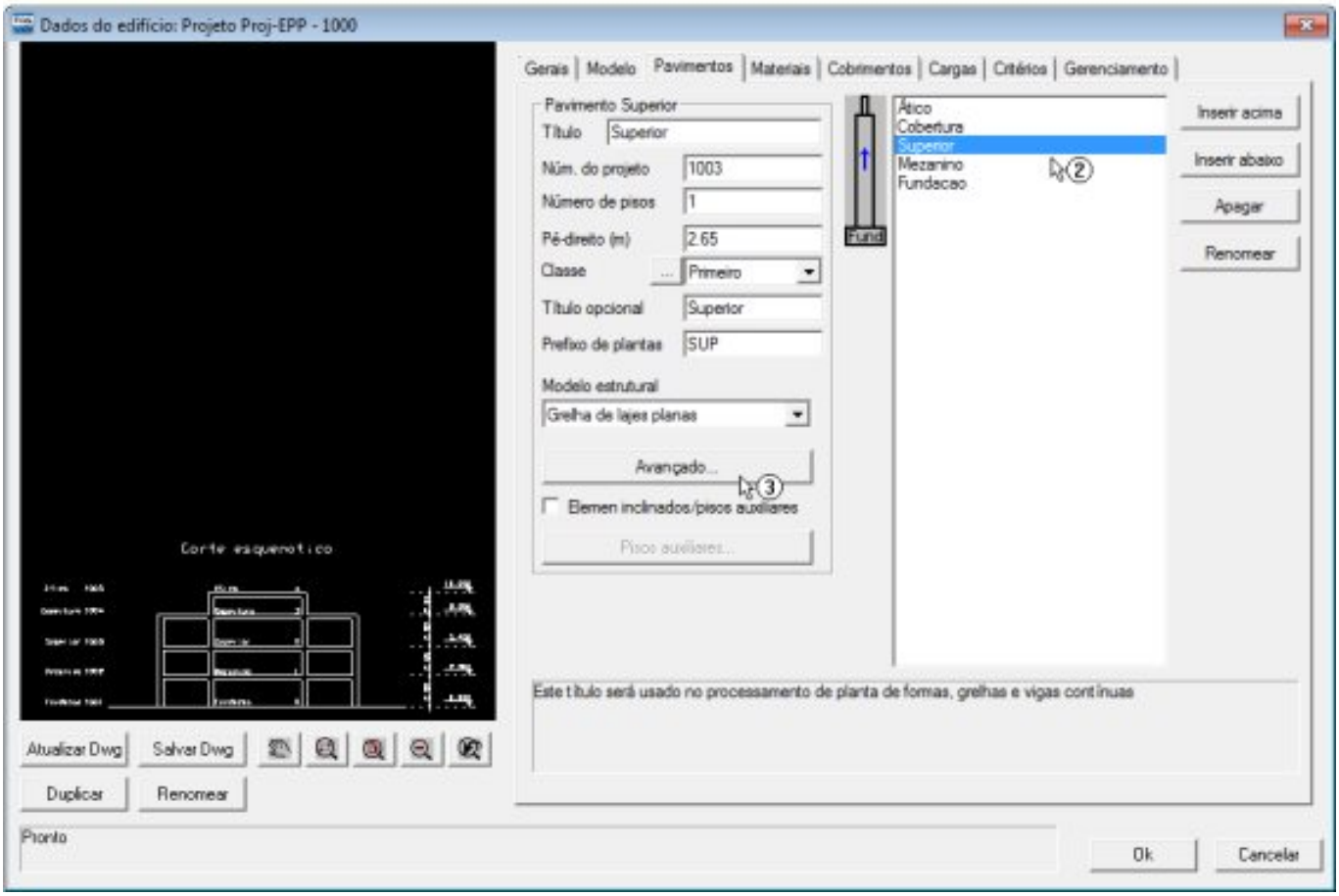
Efeito de variação de temperatura e retração em lajes

1. Lançamento da variação de temperatura ou retração

O efeito da variação de temperatura ou efeito da retração numa laje pode ser tratado de maneira individual para cada pavimento ou de maneira isolada para cada elemento (viga ou laje) do seu pavimento.

Para lançar um efeito de variação de temperatura ou efeito de retração num pavimento, o engenheiro deverá realizar o procedimento descrito abaixo:





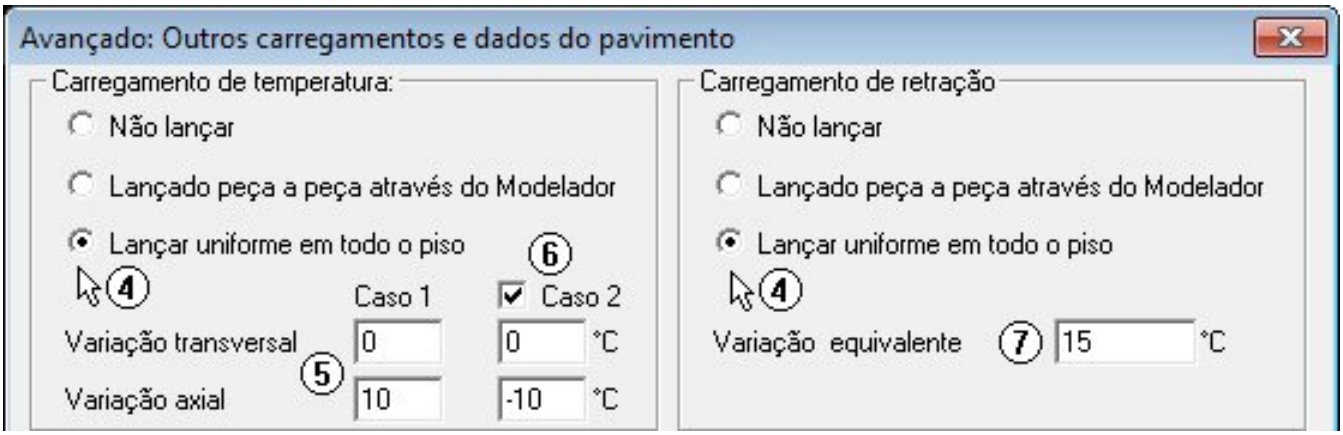
1. Acesse os dados do edifício;

2. Selecione o pavimento que você pretende colocar este carregamento;

3. Selecione a aba “Avançado”;

1.1 Por pavimento:

1.1.1 Temperatura



1. Selecione a opção “Lançar uniforme em todo o piso”

Os valores de variação de temperatura e retração apresentados aqui são apenas indicativos. Recomendamos que o usuário estude quais valores de variação de temperatura e retração representam a condição da obra.

1. Na janela carregamentos de temperatura, existem duas parcelas de carregamento que são:

Variação axial: corresponde à variação apenas axial (alongamento e encurtamento) das barras;

Variação transversal: corresponde ao gradiente de temperatura entre a face superior e inferior das barras (para cobertura, frigoríficos, etc).

Ao inserir um carregamento de temperatura, existe a opção de você criar um caso adicional de temperatura para analisar um segundo caso da variação de temperatura. Geralmente, costuma-se utilizar este segundo caso como efeito contrário do primeiro caso.

Valores positivos de carregamentos de temperatura correspondem ao alongamento das barras da grelha.
Valores negativos de carregamentos de temperatura correspondem ao encurtamento das barras da grelha.

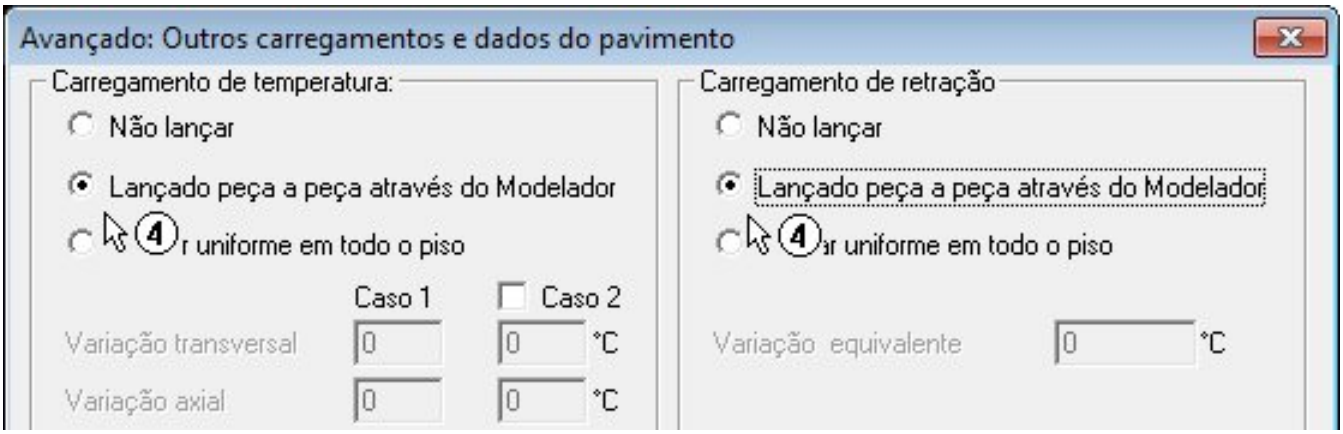
1.1.2 Retração

A retração é simulada como variação térmica uniforme, com encurtamento das barras.

Valores positivos de carregamentos de retração correspondem ao encurtamento das barras da grelha.

1.2 Por elemento:

Para lançar um efeito de variação de temperatura ou efeito de retração numa peça do seu pavimento, o engenheiro deverá realizar o procedimento descrito abaixo:

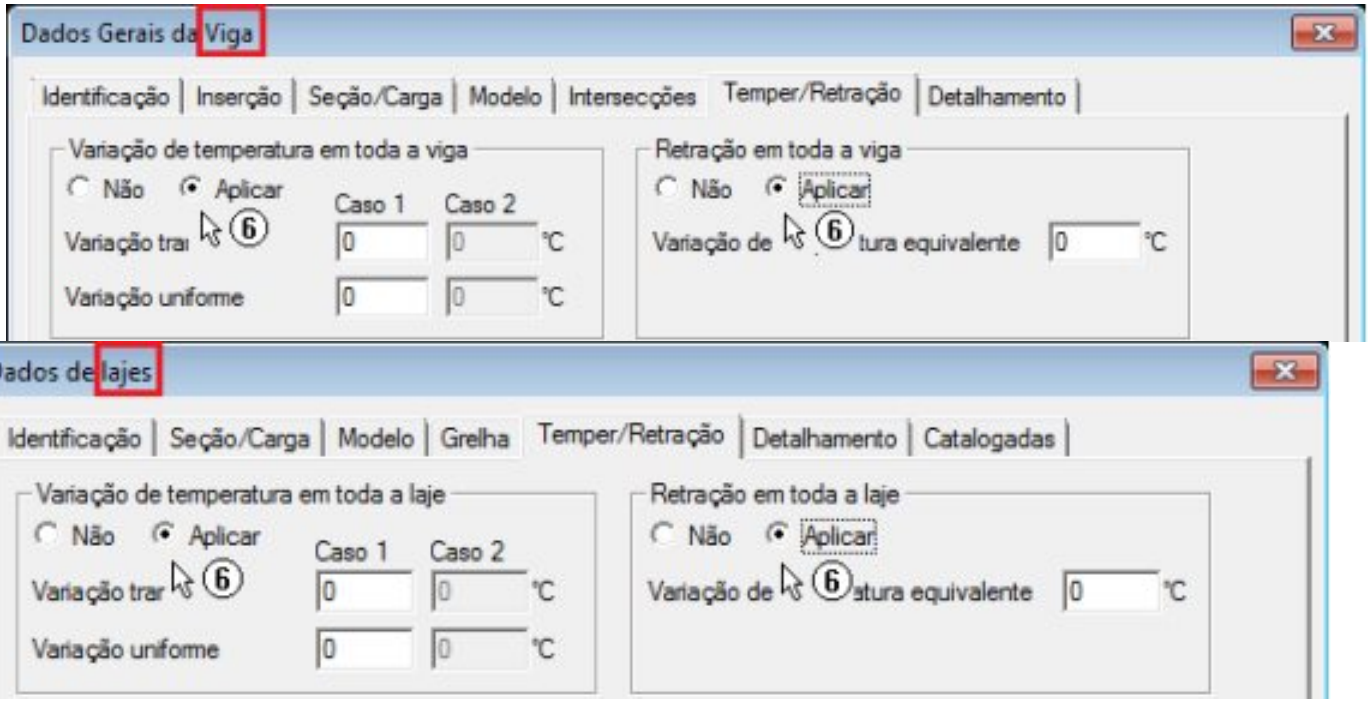


1. Selecione a opção “Lançado peça a peça através do Modelador”;



1. Feche os dados do edifício e acesse o modelador estrutural.

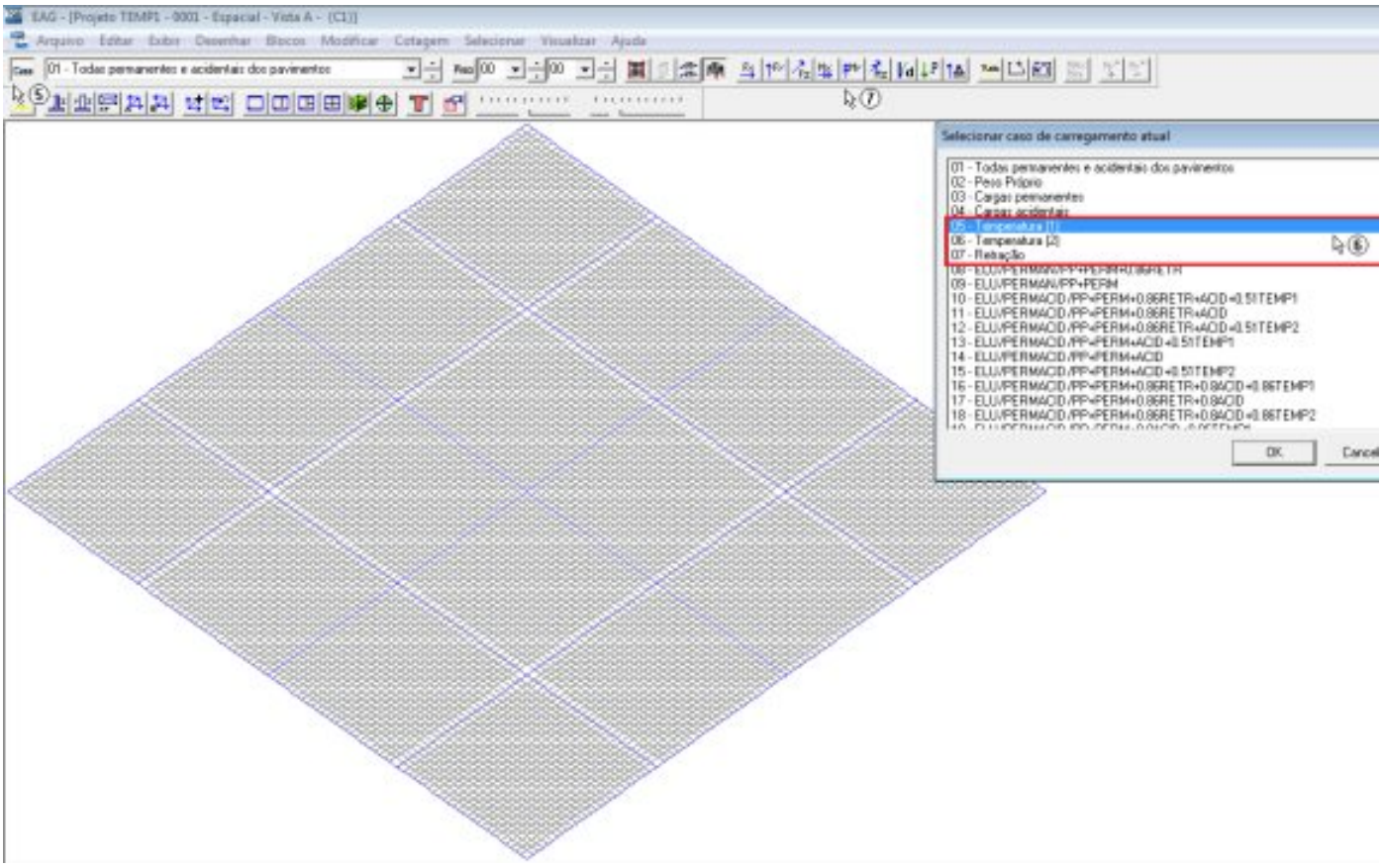
2. Acesse os dados de vigas ou dados de laje para lançar carregamentos de temperaturas ou carregamentos de retração na peça a ser analisada.



2. Visualização dos esforços devido à retração e aos efeitos de temperatura

Para você conseguir visualizar os esforços, devido à ação da temperatura ou retração, acesse o visualizador de pórtico ou acesse o visualizador de grelhas.





1. Selecione o pavimento;

2. Selecione a opção grelha TQS;

3. Selecione a opção “Visualizador de grelhas”;

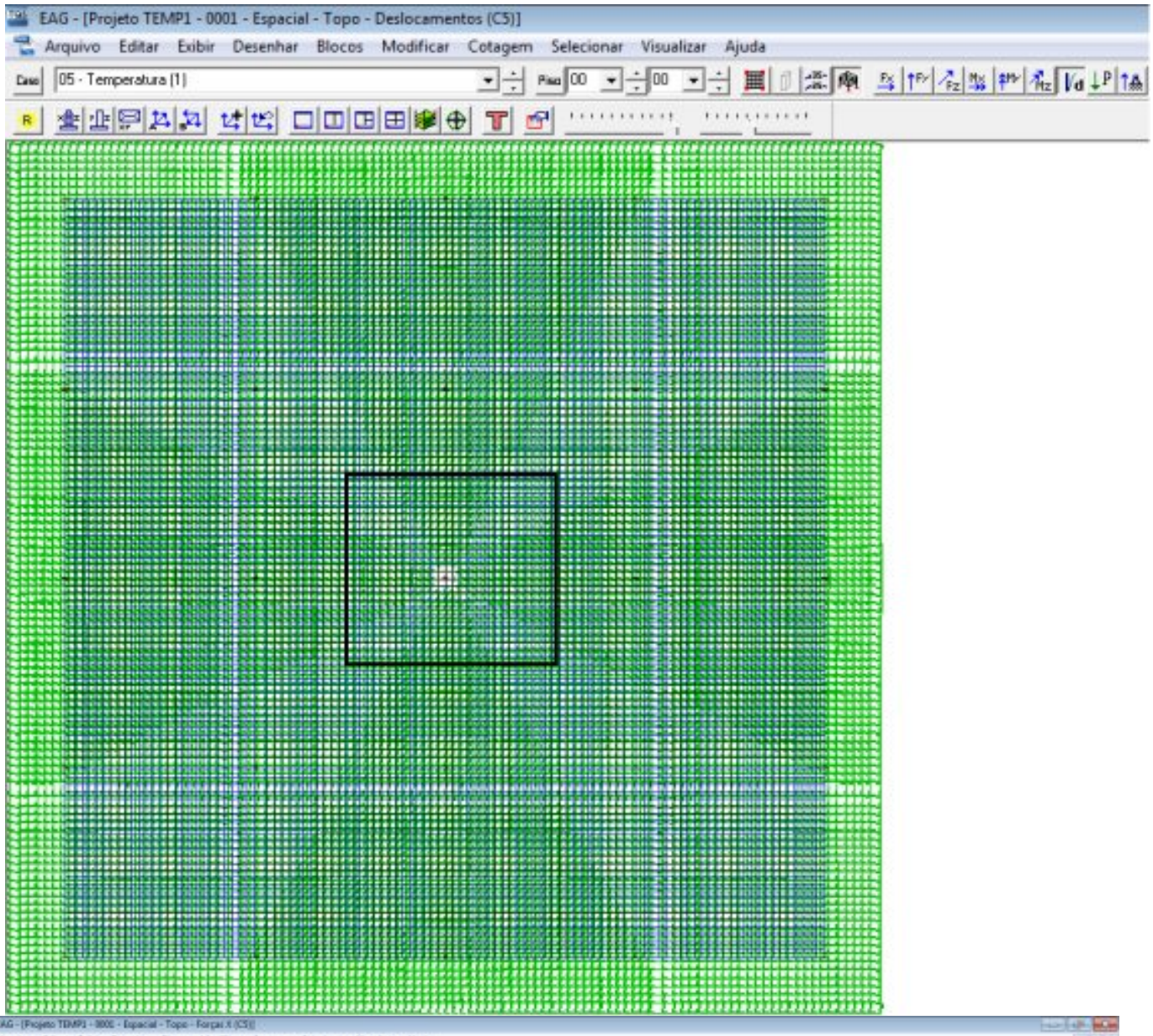
4. Selecione a opção “Estado limite último” ou “Estado limite de serviço”;

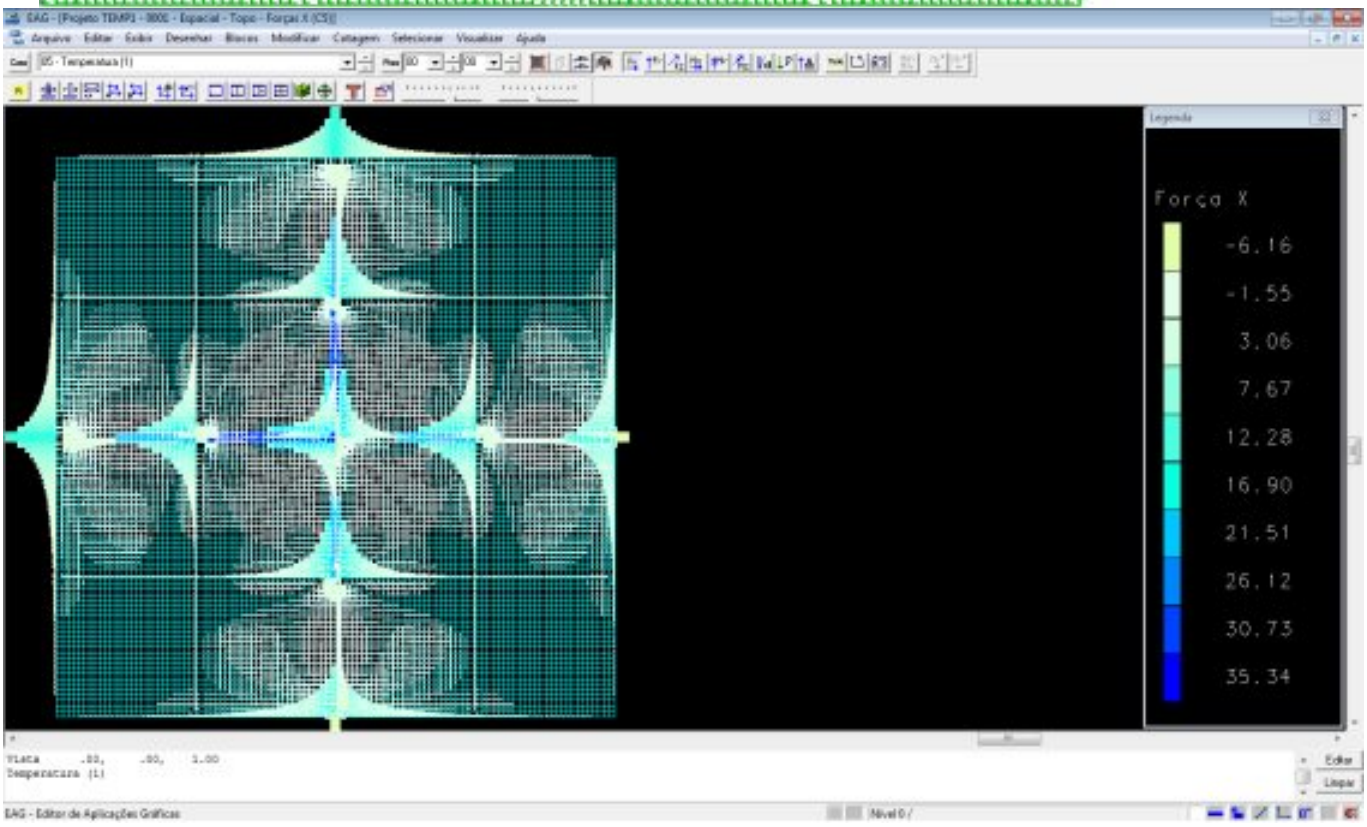
5. No visualizador de grelha, selecione a opção “Caso”;

6. Selecione o carregamento de temperatura ou a retração do pavimento;

7. Selecione um do esforços que você pretende analisar;

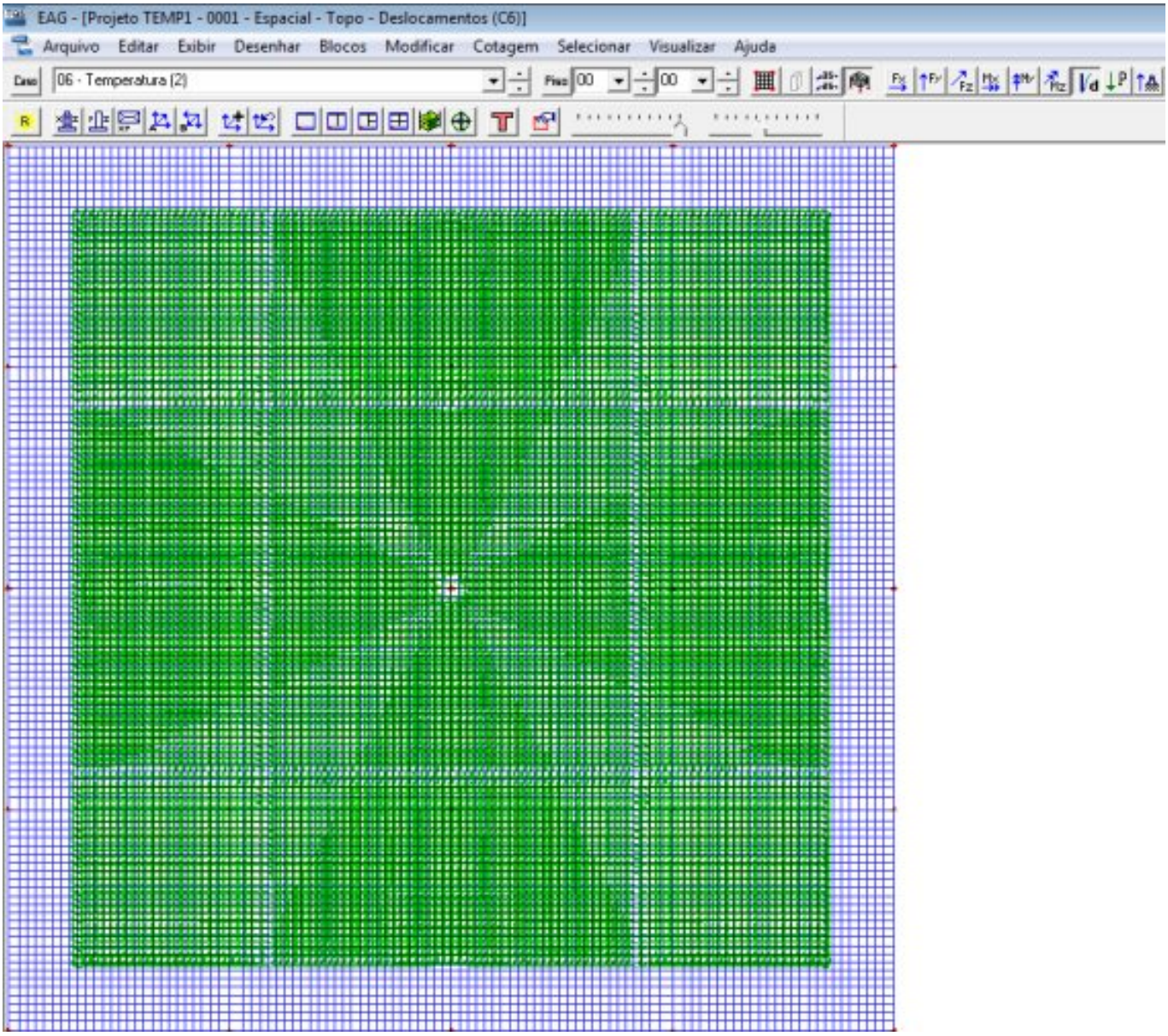
Neste exemplo, no caso 5 (Temperatura (1)) onde foi imposto um alongamento das barras de laje, ocorreu uma expansão da laje e as barras do modelo foram predominantemente comprimidas conforme a figura abaixo mostra.

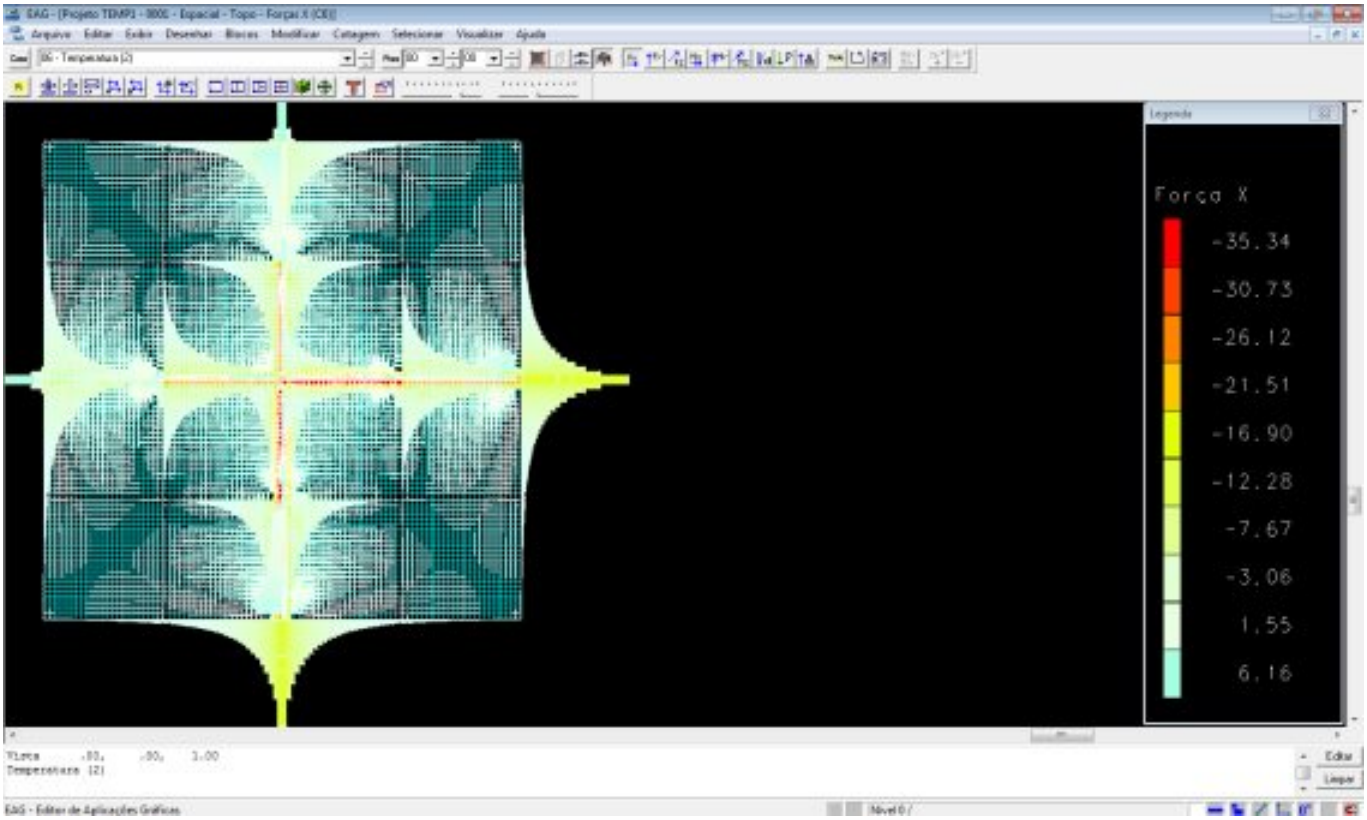




No caso 6 (Temperatura (2)) onde foi imposto um encurtamento das barras de laje, ocorreu um retração da laje e as

barras da laje foram predominantemente tracionadas conforme a figura abaixo mostra.



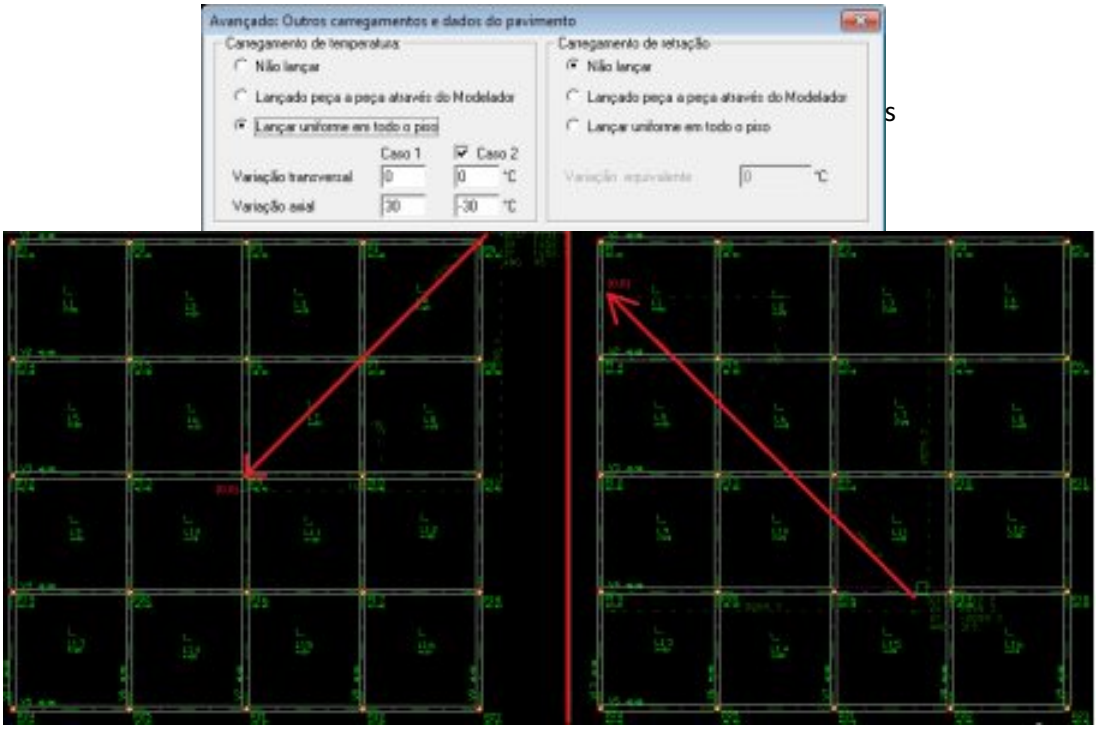


3. Cuidados na geração do modelo com variação de temperatura e retração

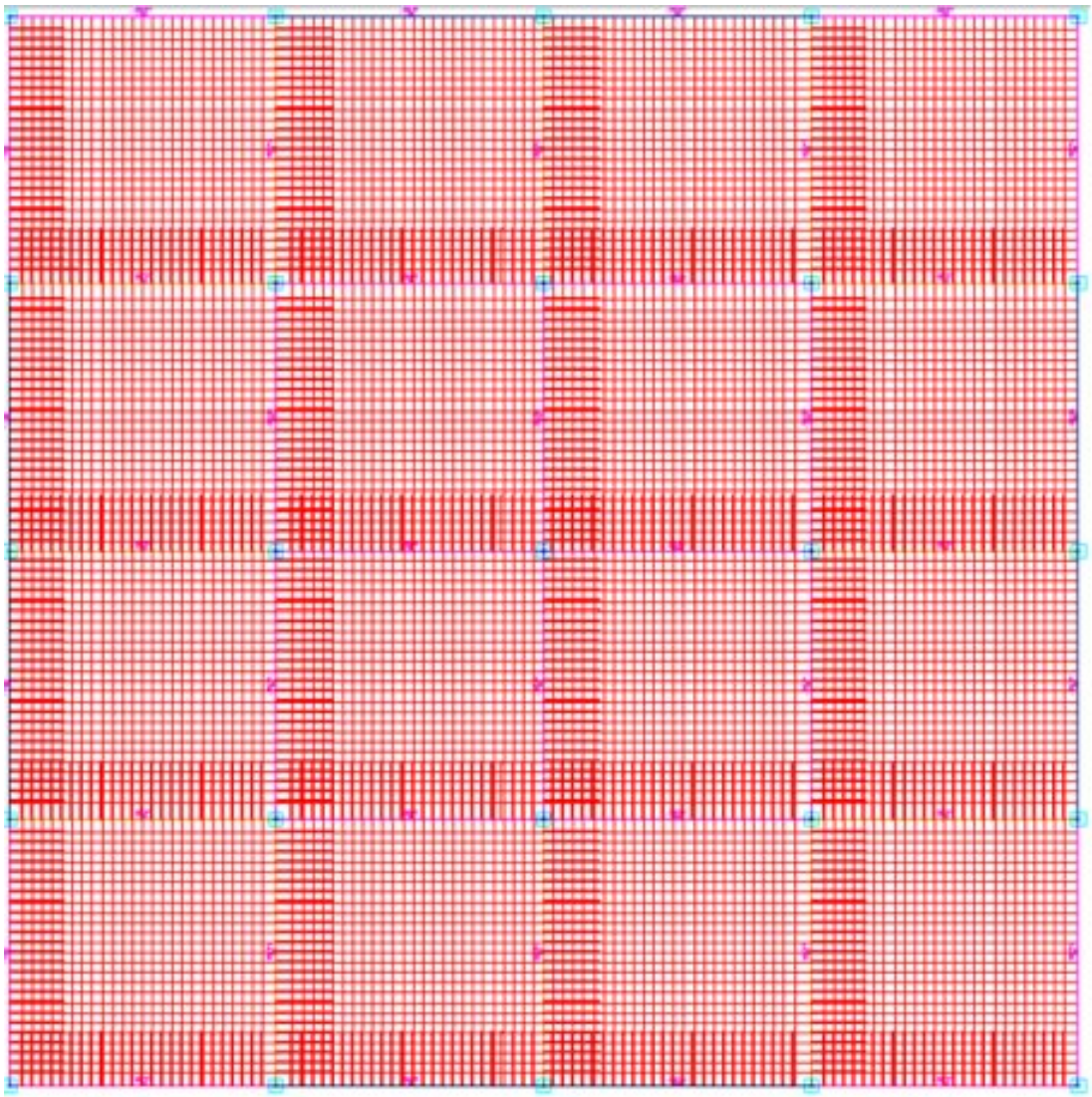
Uma das etapas importantes do projeto é a validação do modelo grelhas gerado pelo TQS. O modelo de grelha é um modelo discreto. Se forem escolhidos parâmetros adequados para a sua geração e se a planta de formas for regular, o comportamento da geração automática fica muito bom.

Quando existe efeito temperatura ou retração aplicada no pavimento, a quantidade de barras na horizontal e a quantidade de barras na vertical influenciam no resultado dos esforços normais do modelo, uma vez que as variações axiais dependem da área da seção transversal.

Para exemplificar este problema da variação axial, vamos montar dois modelos exatamente iguais com uma variação axial de temperatura de 30°C. No modelo A, o centro do edifício coincidirá com a coordenada (0,0) do editor gráfico, ou seja, o modelo é simétrico em x e y, enquanto, no modelo B, a coordenada (0,0) do editor gráfico corresponderá a um ponto qualquer da estrutura.



O programa gerou os modelos de grelha indicados abaixo na figura abaixo.

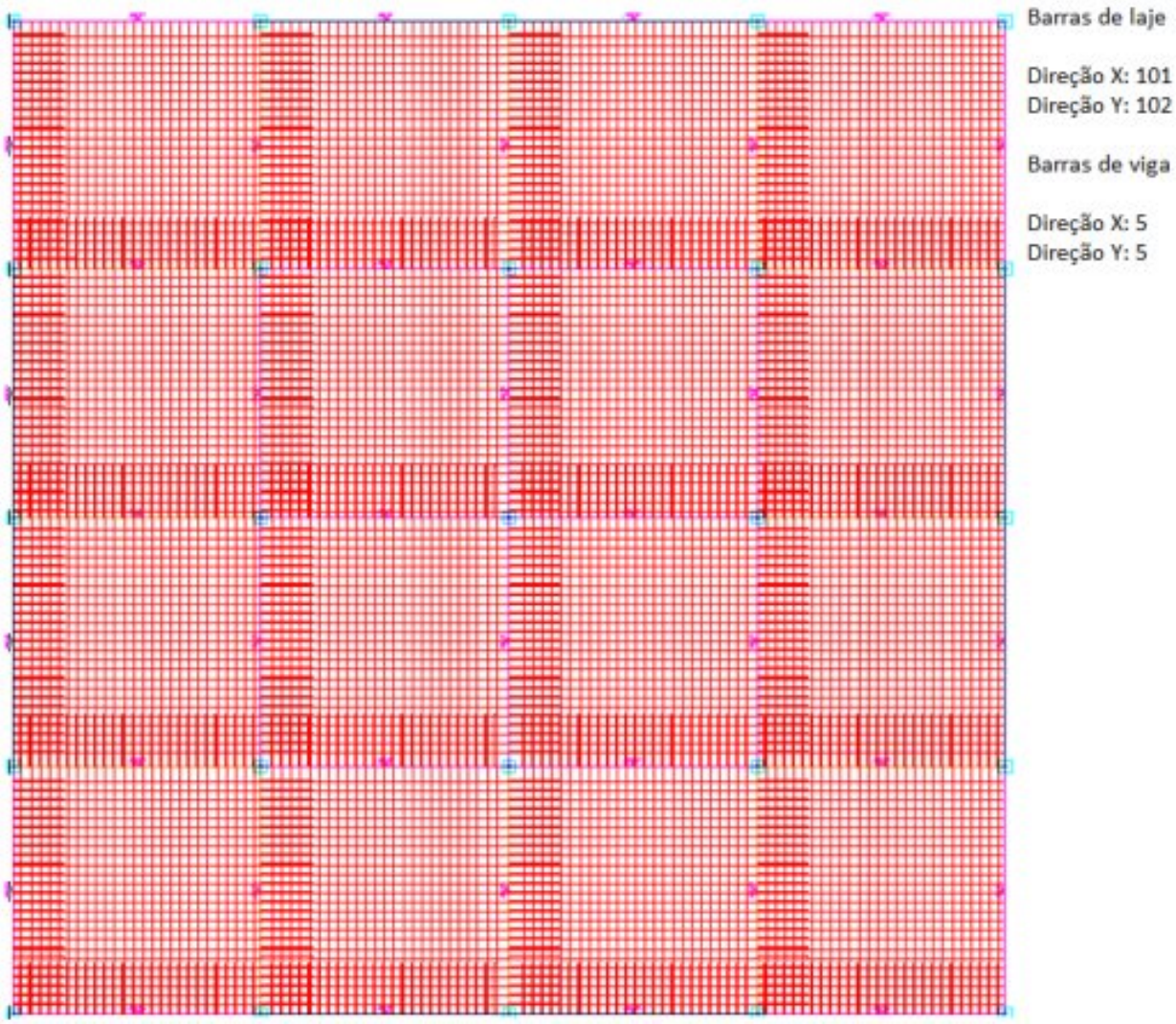


Barras de laje

Direção X: 100
Direção Y: 100

Barras de viga

Direção X: 5
Direção Y: 5



Se todas as barras do modelo estivessem bi–engastadas (o que não acontece no modelo), com o número de barras do pavimento, é possível fazer uma estimativa do esforço normal no modelo, utilizando a conta indicada abaixo:

$$R = \alpha \cdot \Delta T \cdot E \cdot A$$

Sendo:

$\alpha = coeficiente\ de\ dilatação\ térmica\ do\ concreto$

$\Delta T = variação\ de\ temperatura$

$E = módulo\ de\ elasticidade\ do\ concreto$

$A = área\ equivalente\ da\ seção\ transversal\ para\ cada\ direção$

No modelo A, obteve-se o seguinte resultado:

$$R_h = 10^{-5} \cdot 30 \cdot 5600\sqrt{25}/100 \cdot 100 \cdot 30 \cdot 20 + 10^{-5} \cdot 30 \cdot 5600\sqrt{25}/100 \cdot 5 \cdot 80 \cdot 40 = 6384\ tf$$

$$R_v = 10^{-5} \cdot 30 \cdot 5600\sqrt{25}/100 \cdot 100 \cdot 30 \cdot 20 + 10^{-5} \cdot 30 \cdot 5600\sqrt{25}/100 \cdot 5 \cdot 80 \cdot 40 = 6384\ tf$$

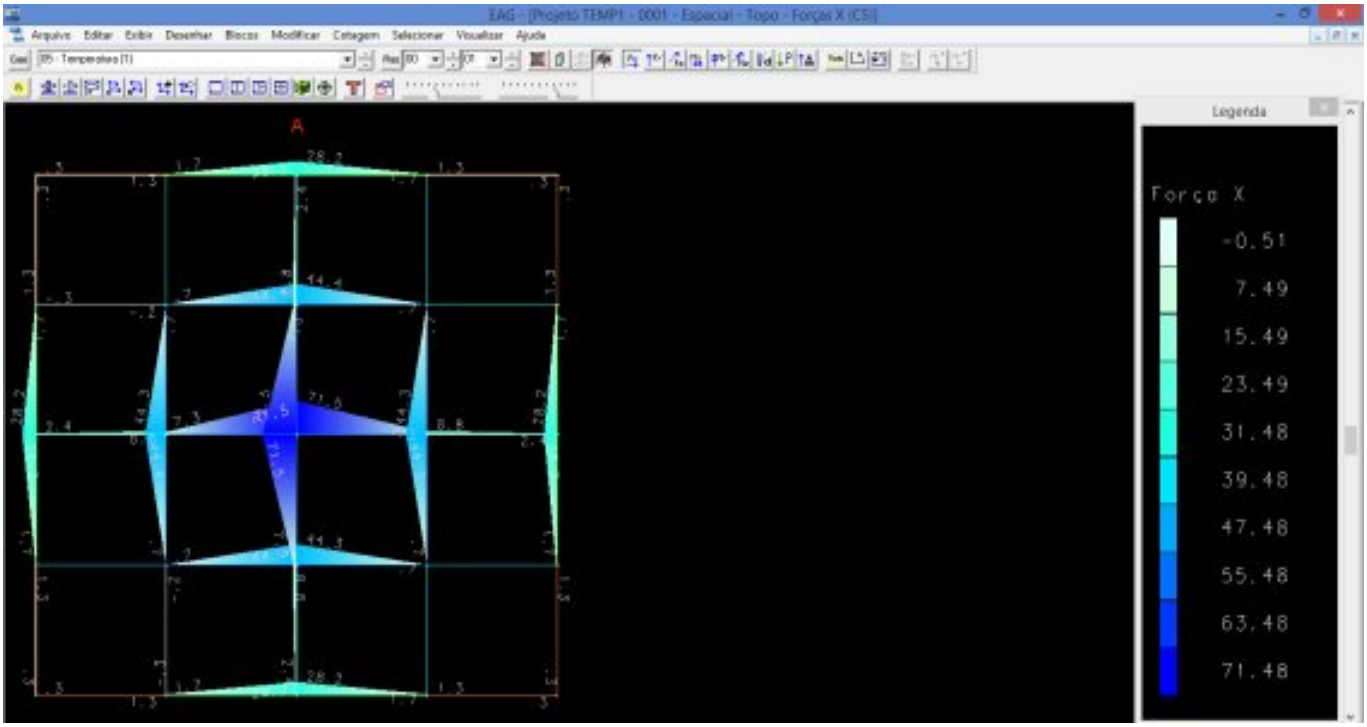
No modelo B, obteve-se o seguinte resultado:

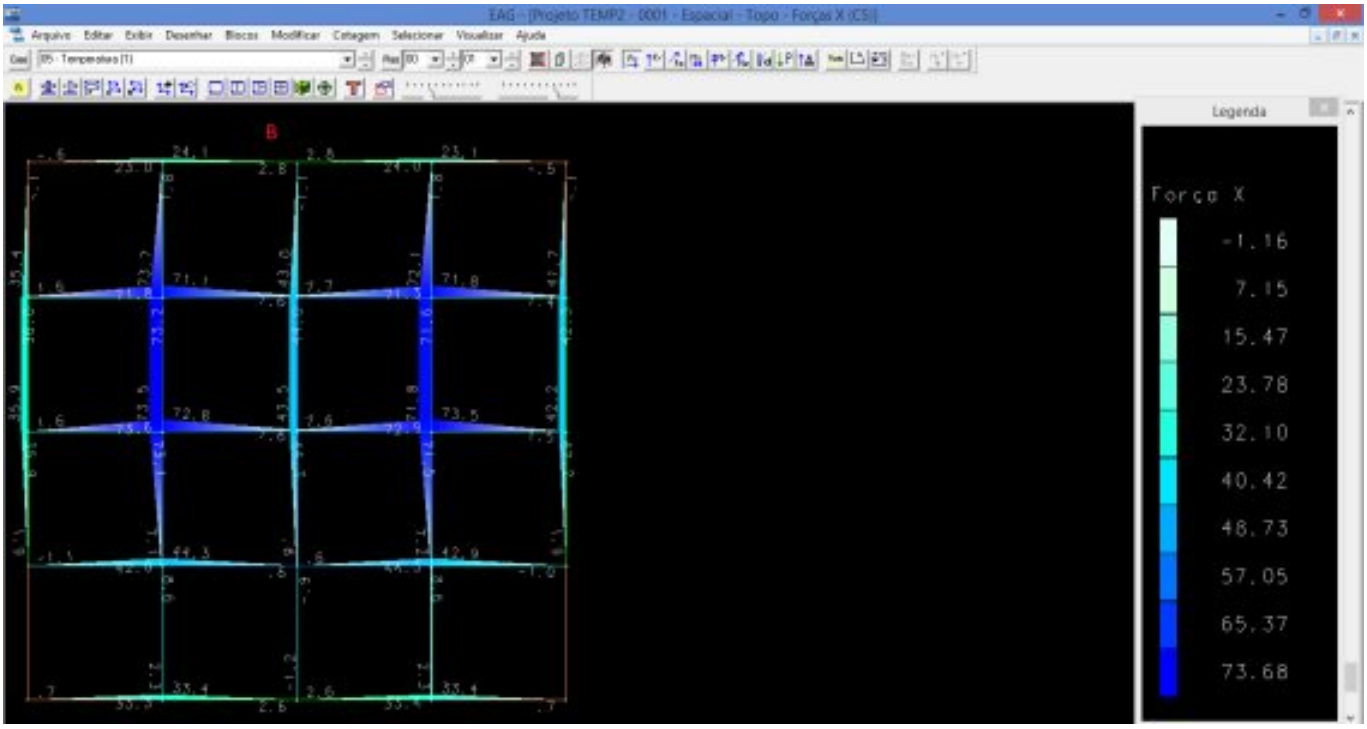
$$R_h = 10^{-5} \cdot 30 \cdot 5600\sqrt{25}/100 \cdot 101 \cdot 30 \cdot 20 + 10^{-5} \cdot 30 \cdot 5600\sqrt{25}/100 \cdot 5 \cdot 80 \cdot 40 = 6434{,}4tf$$

$$R_v = 10^{-5} \cdot 30 \cdot 5600\sqrt{25}/100 \cdot 102 \cdot 30 \cdot 20 + 10^{-5} \cdot 30 \cdot 5600\sqrt{25}/100 \cdot 5 \cdot 80 \cdot 40 = 6484{,}4\ tf$$

Comparando o modelo A e o modelo B, verificou-se uma diferença entre o esforço normal dos modelos, porque as variações axiais dependem da área da seção transversal.

Tendo em vista esta ideia, seria esperado que o comportamento dos esfoços normais do modelo fosse diferente entre os modelos e isto aconteceu conforme as figuras abaixo mostram.





Nem sempre, a geração automática do modelo de grelhas, principalmente quando os espaçamentos entre barras tem um valor razoável, estará adequada. Mediante este contexto, existem ferramentas de edição do desenho de grelha e critérios para controlar a geração deste modelo.

Cabe sempre ao engenheiro a responsabilidade de validação dos resultados emitidos pelo programa.