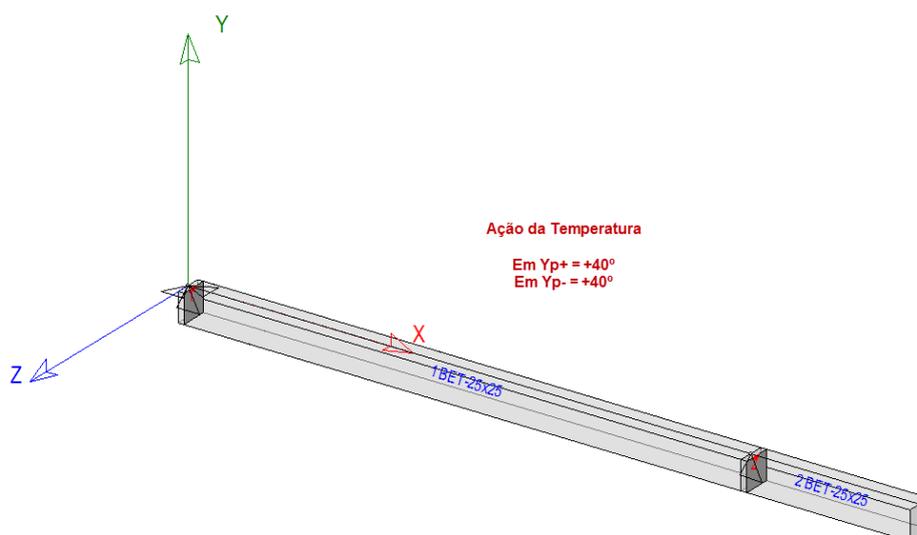


Nível iniciação - Exemplo 11

Viga de 1 tramo mais consola: Temperatura

O EXEMPLO 11 ilustra o tratamento da ação da temperatura em barras. Modela-se um tramo de uma viga e uma consola com diferentes tipos de apoio. Consta-se, ao longo do exercício a variação dos deslocamentos e esforços do modelo, consoante a restrição ao deslocamento horizontal esteja ou não restringido no apoio antes da consola. Utilizaremos funções de modelação, de pré-dimensionamento, de atribuição de ações, de cálculo e de obtenção de valores de deslocamentos e esforços em listagens e gráficos.



Abrir uma nova estrutura com o nome EXEMPLO 11 em **Ficheiro / Abrir...**

Opções iniciais

Ao abrir a estrutura escolher a opção de trabalhar com a precisão de coordenadas em 'mm'.

Para termos uma situação inicial igual para todos vamos ativar as opções por defeito em **Ficheiro / Opções / Opções Por Defeito**

Seguidamente ir a **Ficheiro / Preferências** e selecionar o 'Idioma' português, o regulamento 'Portugal' (Rebap, RSA, EC3, EC5 e EC6) e em unidades escolher 'SI' (Sistema Internacional).

Em **Cálculo / Materiais** vamos à ficha 'Betão Armado', em 'Aplicar a' escolhemos 'Todos' e selecionamos betão 'C30/37' e aço 'A500'.

Terminar pressionando em `Ok`.

Pressionar [F6] para ativar a representação no ecrã do nome de seção.

Pressionar [Shift] + [F6] para ativar a representação no ecrã do corte da seção.

Pressionar [F5] para ativar a representação no ecrã das ações.

Pressionar [F1] para ativar a representação no ecrã do número das barras.

Pressionar [F2] para ativar a representação no ecrã do número dos nós.

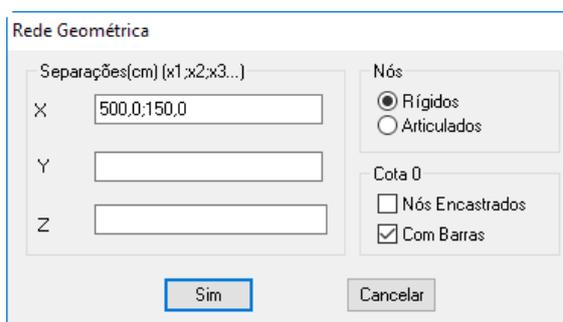
Definição de Geometria

Vamos modelar um tramo de viga apoiado seguido de um tramo em consola.

Executar a função **Geometria / Rede** 

Introduzir no eixo Xg (500,0 ; 150,0) para criar uma viga com dois tramos de 500cm e 150cm.

DESATIVAR os 'Nós encastrados' na Cota 0.



A caixa de diálogo 'Rede Geométrica' apresenta os seguintes campos e opções:

- Separações(cm) (x1;x2;x3...):**
 - X: 500,0;150,0
 - Y: [campo vazio]
 - Z: [campo vazio]
- Nós:**
 - Rígidos
 - Articulados
- Cota 0:**
 - Nós Encastrados
 - Com Barras

Botões: Sim, Cancelar.

Terminar pressionando em `Sim`.

Visualização

Selecionamos uma visualização em um plano vertical através da função **Geometria / Plano / Paralelo a XY** (também acessível através da barra de ícones **G.PLANO** que se pode ativar clicando com o botão direito do rato sobre as barras de ícones existentes e selecionando a linha **G.PLANO** podendo depois selecionar o ícone ).

Definição dos apoios

Ao longo do exercício iremos por várias vezes modificar os apoios do nosso modelo estrutural. Para o efeito utilizaremos a função **Geometria / Apoios** onde selecionaremos os deslocamentos e rotações a restringir. Os casos de apoios que iremos analisar são:

Caso 'Apoios 01'

Impedimento ao deslocamento em Yg nos nós 1 e 2.

Liberdade de rotação nos 3 eixos.

Caso 'Apoios 02'

Impedimento aos deslocamentos em Xg, Yg, Zg no nó 1 impedimento ao deslocamento em Yg no nó 2.

Liberdade de rotação nos 3 eixos.

Caso 'Apoios 03'

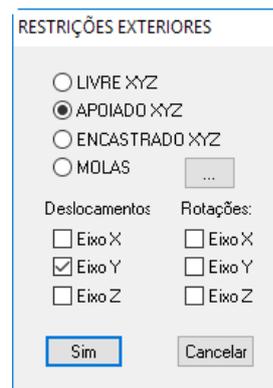
Impedimento aos deslocamentos em Xg, Yg, Zg no nó 1 e no nó 2.

Liberdade de rotação nos 3 eixos.

Nesta primeira parte do exercício vamos colocar apenas restrições ao deslocamento em **Yg** nos nós **1** e **2** (nós mais à esquerda). Com estes apoios a estrutura poderá dilatar ou retrair livremente nas suas duas extremidades.

Começamos então por ir a **Geometria / Apoios** e desativar todas as restrições à rotação e a restrição ao deslocamento em **Xg** e **Zg**. Seguidamente clicamos em 'Sim' e, com o botão esquerdo do rato, clicamos nos nós **1** e **2**.

Aparecerá nesses nós um triângulo representando o impedimento, a restrição, ao deslocamento no eixo **Yg**.



Definição de seções

Ir a **Secções e dados / Definir seção...**

Pressionar *Procurar/ Betão/ BET/ 25x25* e pressione *Aceitar*.

Pressionar *Atribuir* e selecionar os tramos da viga com o botão esquerdo do rato.

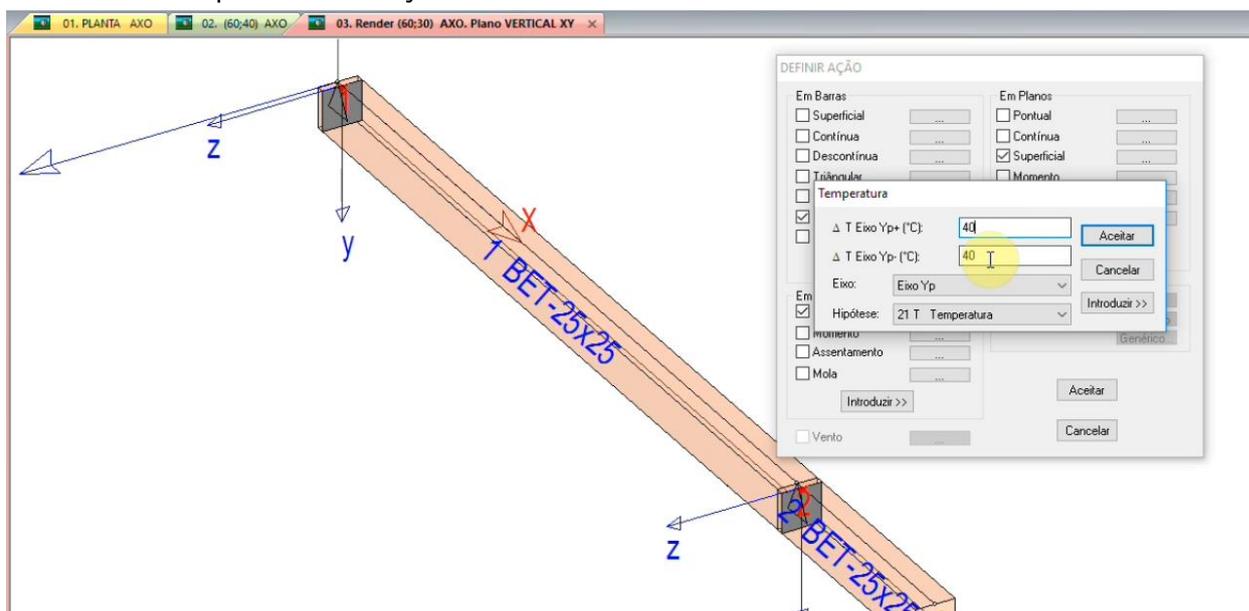
Ativar em **Secções e dados / Desenhar seções / Desenhar eixos** a representação dos eixos principais das barras, fundamentais para a introdução da ação da temperatura.

Definição de ações

Como o objetivo deste exercício é estudar o comportamento da estrutura somente com a ação da temperatura vamos a **Ações / Opções...** e desativamos a consideração do peso próprio das barras.

Seguidamente vamos a **Ações / Definir... / Temperatura** (em barras) e clicamos no botão  para termos acesso às características da ação a introduzir.

Na caixa de diálogo da ação 'Temperatura' vamos escolher o eixo Yp e a hipótese de ação 21(temperatura) para se aplicar um aumento de temperatura uniforme de +40° (na face Yp+ e Yp- da viga). Clicamos no botão 'Introduzir >>' e, com o botão esquerdo do rato, clicamos nas duas barras. Clicar 3x em 'Esc' para sair da função.



Nota: A ação da temperatura em barras não tem representação gráfica no modelo. Para se verificar a existência da ação da temperatura na barra deve-se utilizar a função **Ações / Modificar / Em barras** e clicar com o botão esquerdo do rato nas barras.

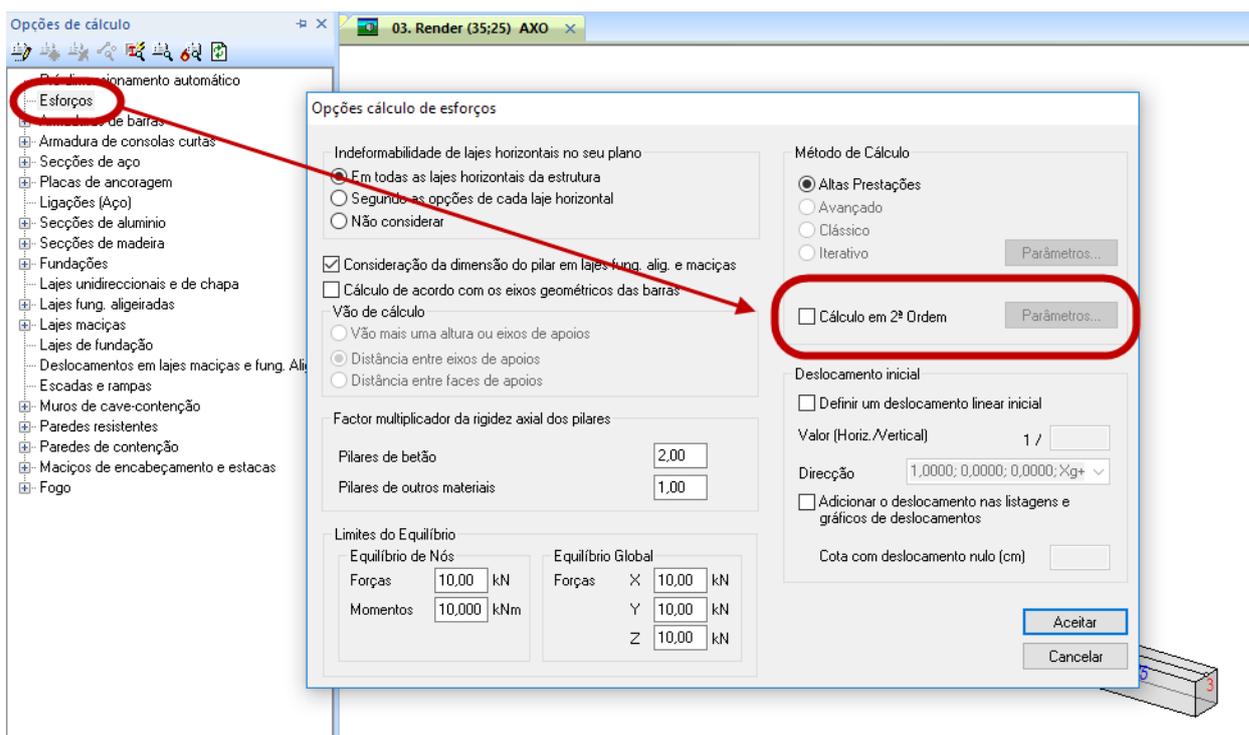
Barra	Ação	a(cm)	l(cm)	Direcção	Hip Id
1	TEMP(°C)	40	- 40	YPrincipal	21 T

Seguinte Editar... Eliminar Sair

Para concluir vamos novamente a **Ações / Opções** confirmar que a verificação do *Sismo*, *Vento* e a consideração do *Peso Próprio* estão desativadas.

Cálculo esforços

Ir à janela deslizante das 'Opções de Cálculo', clicar em 'Esforços' e desativar a opção 'Cálculo em 2ª Ordem'.



Executar a função **Cálculo / Esforços / Calcular** 

'Verificar geometria?', pressione *Sim* e pressione *Aceitar*.
Aparece a caixa de diálogo 'Cálculo Finalizado!'
Pressione *Aceitar*.

Com a função **Cálculo / Esforços / Equilíbrio...**  verificar se existem erros de equilíbrio e verificar o total da ações de cada tipo presente no modelo estrutural.

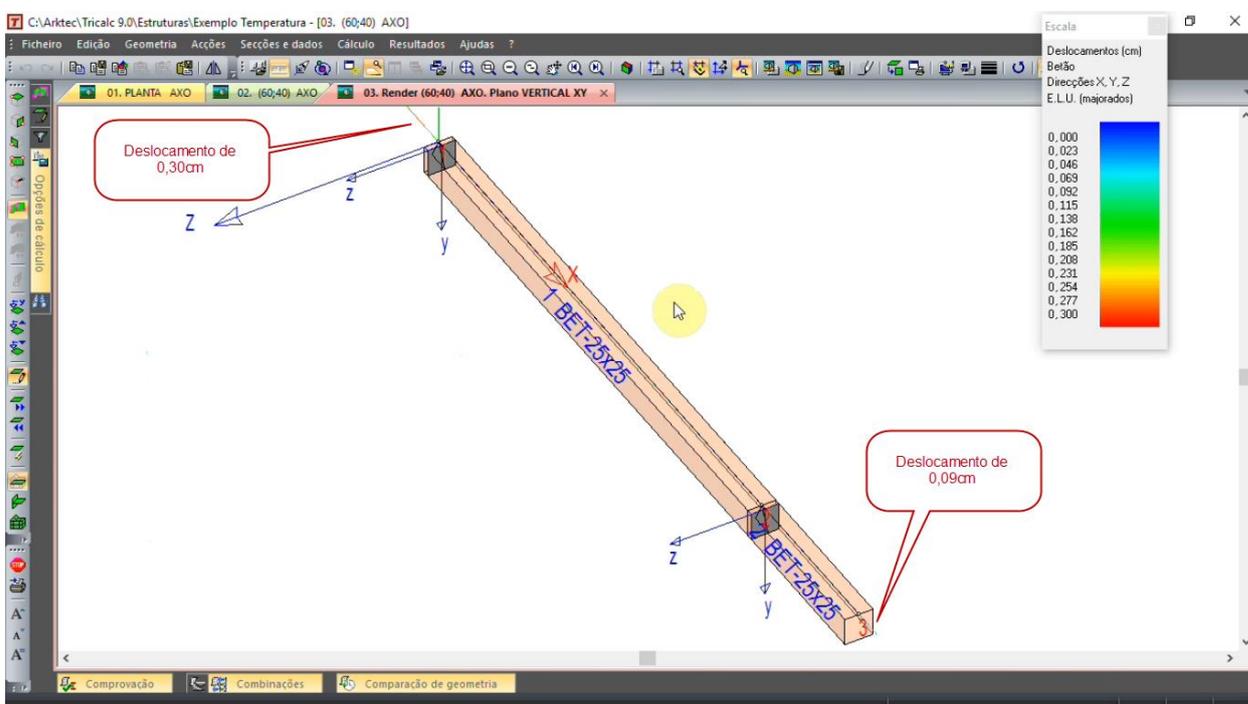
Gráficos de Deslocamento e Esforços (caso 'Apoios 01')

Após o cálculo de esforços vamos estudar o comportamento da estrutura. Para o efeito podemos utilizar as listagens e os gráficos que o *Tricalc* disponibiliza.

Neste exercício, para analisar o comportamento da estrutura vamos, por conveniência, utilizar os gráficos de deslocamentos e esforços bem como as etiquetas emergentes. Torna-se assim a análise mais prática e mais intuitiva.

Vamos solicitar o gráfico de esforços axiais em **Resultados / Gráficos / Axiais** e, como esperado, o gráfico é inexistente (não existem restrições ao deslocamento horizontal portanto a dilatação da barra não introduz esforços na estrutura).

Seguidamente solicitamos o gráfico de deslocamentos em **Resultados / Gráficos / Deslocamentos** e, surge-nos um gráfico com um deslocamento na barra 1 (esquerda) de 0,300cm e um deslocamento na barra 2 (direita) de 0,090cm. Ou seja ambas as barras dilatam livremente nas suas extremidades.



Definição dos apoios (caso 'Apoios 02')

Caso 'Apoios 02'

Impedimento aos deslocamentos em X_g , Y_g , Z_g no nó 1 impedimento ao deslocamento em Y_g no nó 2.

Liberdade de rotação nos 3 eixos.

Vamos a **Geometria / Apoios** e restringimos o deslocamento em X_g , Y_g e Z_g .

Clicamos com o botão esquerdo do rato no nó **1**.

Aparece no apoio inicial (**1**) triângulos representando o impedimento aos deslocamentos em X_g , Y_g e Z_g .

RESTRICÇÕES EXTERIORES

LIVRE XYZ
 APOIADO XYZ
 ENCASTRADO XYZ
 MOLAS ...

Deslocamentos:	rotações:
<input checked="" type="checkbox"/> Eixo X	<input type="checkbox"/> Eixo X
<input checked="" type="checkbox"/> Eixo Y	<input type="checkbox"/> Eixo Y
<input checked="" type="checkbox"/> Eixo Z	<input type="checkbox"/> Eixo Z

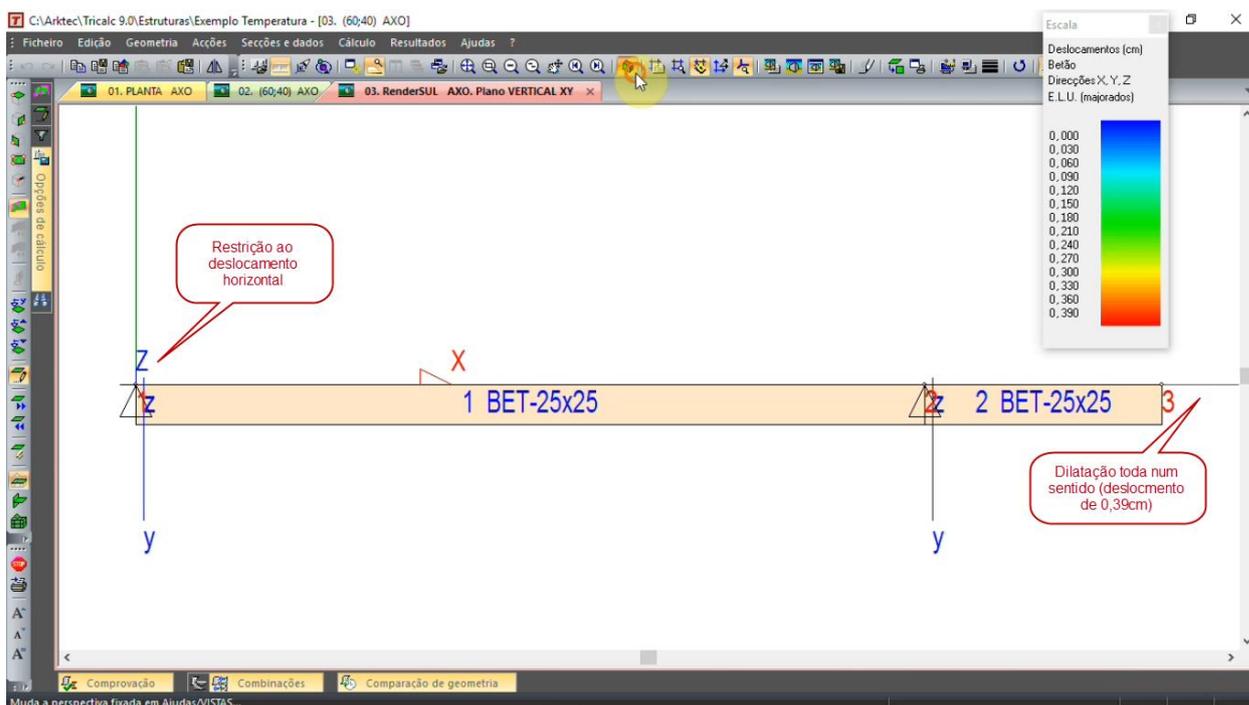
Voltamos a calcular os esforços com a função **Calculo / Esforços / Calcular**.

Gráficos de Deslocamento e Esforços (caso 'Apoios 02')

Após o cálculo de esforços vamos voltar a estudar o comportamento da estrutura.

Vamos solicitar o gráfico de esforços axiais em **Resultados / Gráficos / Axiais** e, como esperado, o gráfico é inexistente (não existem restrições ao deslocamento horizontal em simultâneo nas duas extremidades da barra, portanto a dilatação da barra não introduz esforços na estrutura pois existe um lado com capacidade de dilatar).

Seguidamente solicitamos o gráfico de deslocamentos em **Resultados / Gráficos / Deslocamentos** e, surge-nos um gráfico com um deslocamento na barra 2 (direita) de 0,390cm. Ou seja, a dilatação das barras realiza-se toda na direção Xg+.



Definição dos apoios (caso 'Apoios 03')

Caso 'Apoios 03'

Impedimento aos deslocamentos em **Xg, Yg, Zg** no nó **1** e **2**

Liberdade de rotação nos 3 eixos.

Vamos a **Geometria / Apoios** e restringimos o deslocamento em **Xg, Yg** e **Zg**.

Clicamos com o botão esquerdo do rato nos nós **1** e **2**.

Aparecem nos apoios triângulos representando o impedimento aos deslocamentos em **Xg, Yg** e **Zg**.

Voltamos a calcular os esforços com a função **Calculo / Esforços / Calcular**.

RESTRICÇÕES EXTERIORES

LIVRE XYZ
 APOIADO XYZ
 ENCASTRADO XYZ
 MOLAS ...

Deslocamentos:	Rotações:
<input checked="" type="checkbox"/> Eixo X	<input type="checkbox"/> Eixo X
<input checked="" type="checkbox"/> Eixo Y	<input type="checkbox"/> Eixo Y
<input checked="" type="checkbox"/> Eixo Z	<input type="checkbox"/> Eixo Z

Gráficos de Deslocamento e Esforços (caso 'Apoios 03')

Após o cálculo de esforços vamos voltar a estudar o comportamento da estrutura.

Vamos solicitar o gráfico de esforços axiais em **Resultados / Gráficos / Axiais** e, como esperado, o gráfico de esforços axiais já apresenta valores de compressão (existem restrições ao deslocamento horizontal em simultâneo nas duas extremidades da barra, portanto a dilatação da barra está impedida e introduz esforços de compressão na barra).



Seguidamente solicitamos o gráfico de deslocamentos em **Resultados / Gráficos / Deslocamentos** e, surge-nos um gráfico com um deslocamento na barra 2 (direita) de 0,090cm. Ou seja, a dilatação da barra em consola.

Etiquetas emergentes

Tricalc possui um sistema de etiquetas emergentes que proporciona uma capacidade de, interactivamente, saber o deslocamento em cada nó da estrutura e os esforços em cada barra.

Com este sistema ativado, nos exemplos anteriores podíamos facilmente confirmar os deslocamentos e esforços dos nós e barras, de forma exata.

Para ativar este sistema devemos ir a 'Ajudas / Preferências / Ecrã' e, em 'Etiquetas emergentes' ativar a opção de 'Resultados'.

A partir deste momento, podemos colocar o cursor do rato num nó e obter logo o seu deslocamento. Podemos ainda colocar o cursor do rato numa barra e obter os seus esforços. Fácil, preciso e interativo para analisar a estrutura.

