

## Envoltória e Equivalência de Vigas

### Objetivo

A Envoltória de Carregamentos em Vigas tem como objetivo padronizar o detalhamento de vigas que tenham a **mesma geometria** e que apresentam **esforços diferentes**. A Equivalência de Vigas agrupa e reduz a quantidade de desenhos de vigas.

### Definição

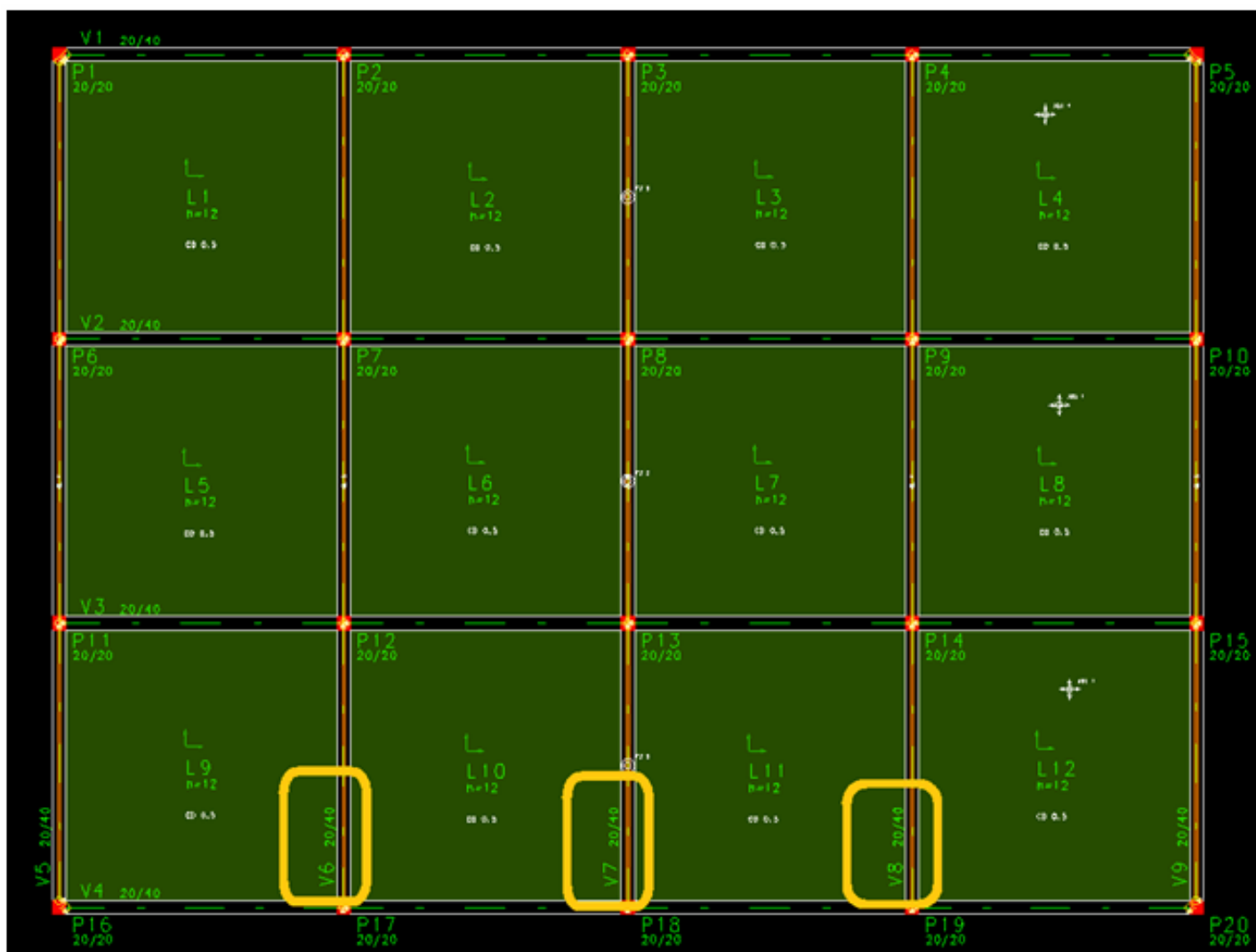
O programa calcula de forma automática a envoltória de esforços solicitantes de cada viga, considerando as atuações de esforços máximos e mínimos.

Ativando esta opção, **Envoltória de Carregamentos**, o programa obtém uma função adicional que é envoltória de esforços solicitantes (Momento fletor, Força Cortante e Momento de Torção) entre diversas vigas de **mesma geometria**, ou seja, o programa seleciona as maiores e menores solicitações em diversas seções de cada viga selecionada e cria o conceito de **Viga Mestre** – viga equivalente para todas as vigas analisadas – com as novas solicitações e com novo detalhamento. A seleção das vigas que participarão desta envoltória é realizada pelo usuário.

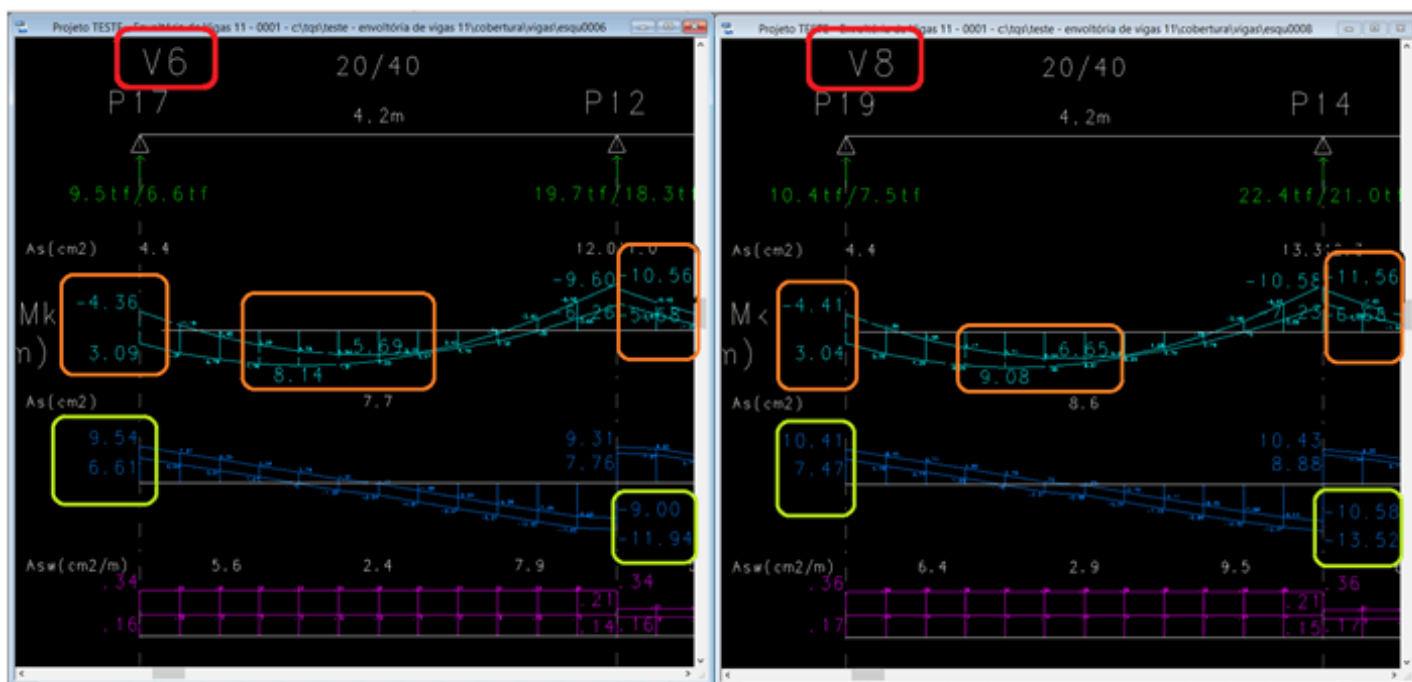
Após a definição da Viga Mestre, para efeitos de geração do desenho da viga, as outras vigas que fizeram parte da envoltória devem ser igualadas, agrupadas com a Viga Mestre através do comando de **Equivalência de Vigas**.

### Exemplo

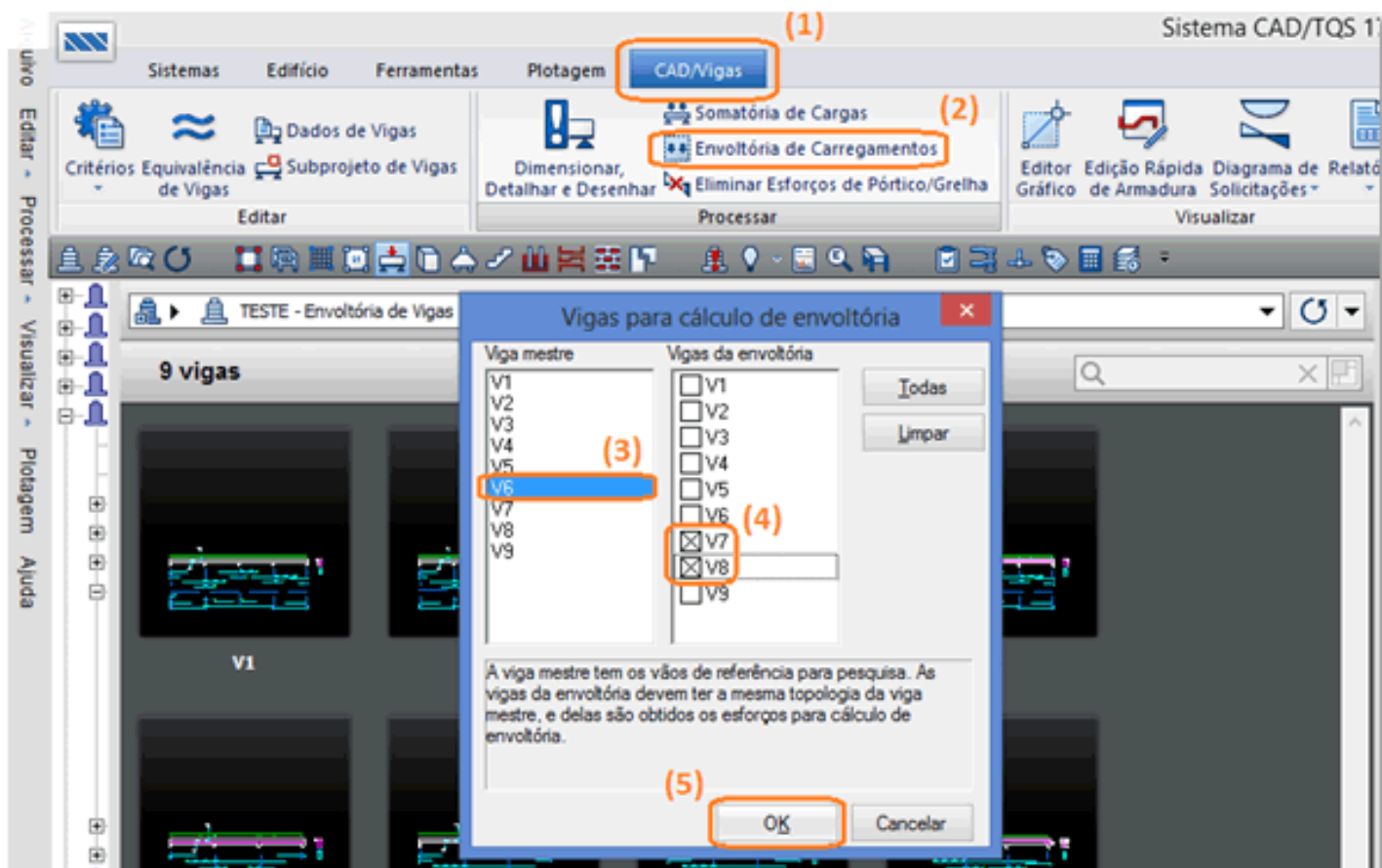
Este exemplo consiste em diversas vigas com mesmas geometrias (20x40), mas cada uma recebendo carregamentos diferentes. Para não apresentar uma envoltória muito desfavorável, separamos as vigas V5 e V9 em um grupo e as vigas V6, V7 e V8 em outro grupo. Aqui iremos exemplificar o grupo das **V6, V7 e V8**, definindo a **V6** como **Viga Mestre**:



Após o Processamento Global do edifício, no TQS-Vigas veja as envoltórias de esforços diferentes para cada viga. Aqui temos uma comparação de esforços diferentes entre as vigas V6 e V8:



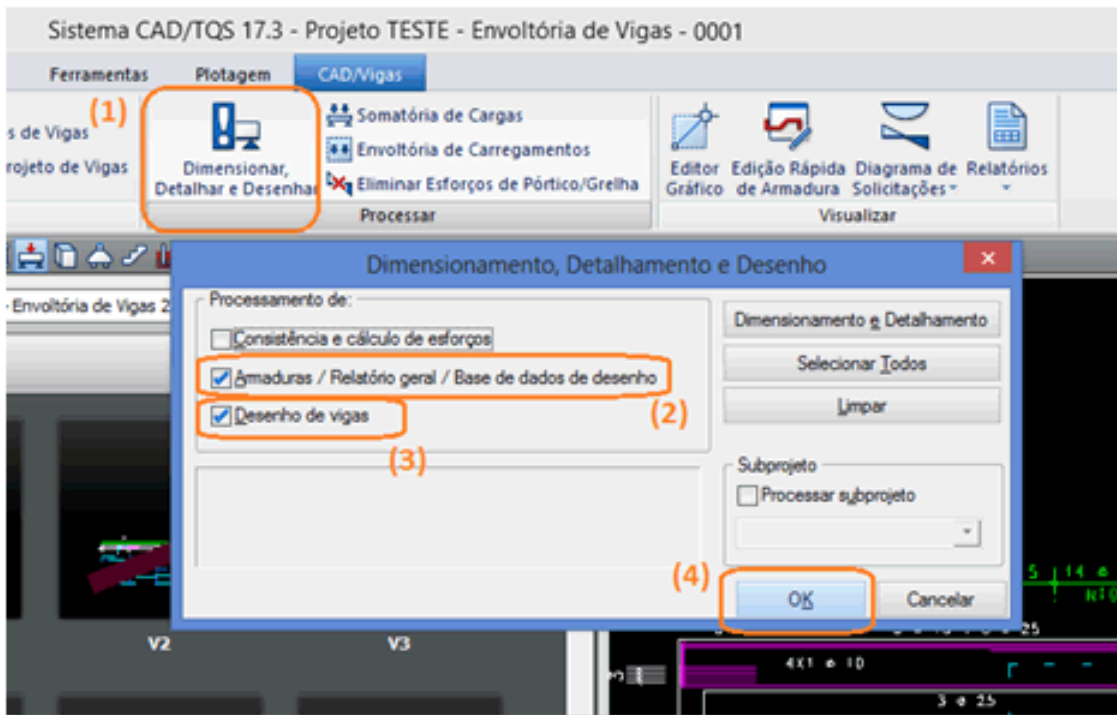
Para processar as envoltórias de solicitações entre as diversas vigas, selecione um pavimento e entre no TQS-Vigas:



- 1) Acione o Subsistema TQS-Vigas;
- 2) Clique em "Envoltória de Carregamentos";
- 3) Selecione a "V6" como a **Viga Mestre**;
- 4) Selecione as outras Vigas da envoltória: V7 e V8;
- 5) Clique em "OK".

Este comando de envoltória de carregamentos deve ser utilizado com muito cuidado, pois não é realizada a consistência de geometria de vigas e inadvertidamente você poderia fazer uma envoltória de vigas diferentes.

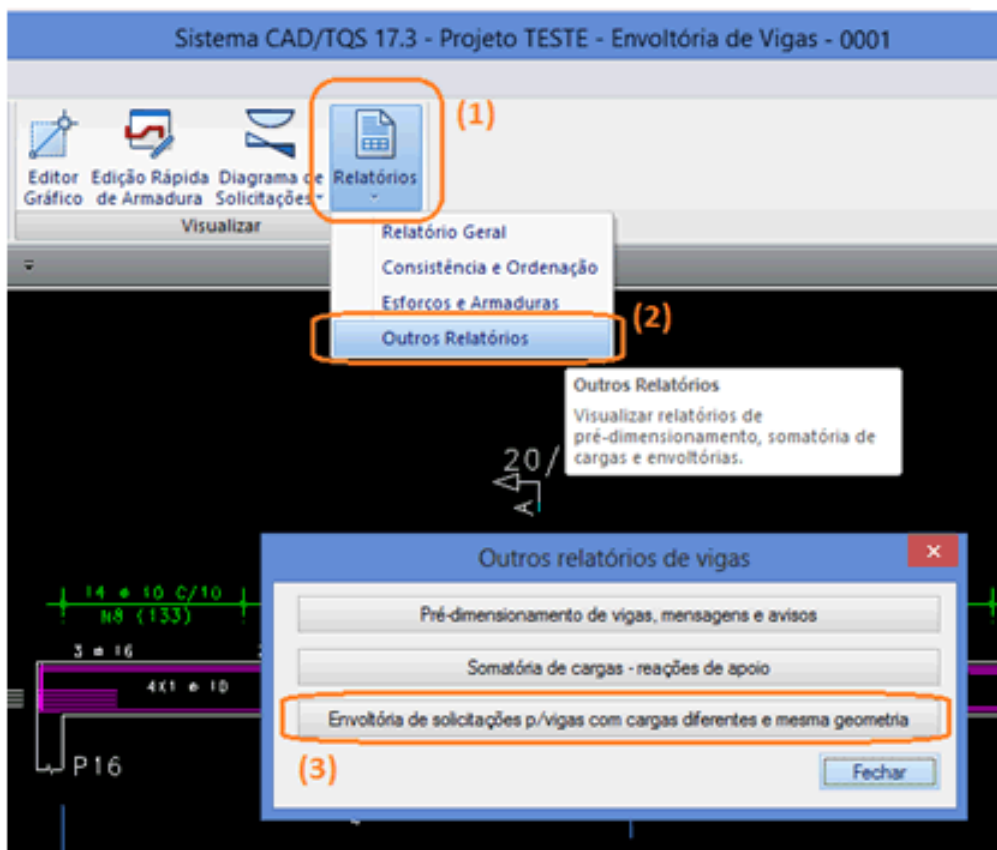
Para gerar o novo detalhamento e o novo desenho, faça o seguinte comando clicando na aba "Processar":



- 1) Selecione "Dimensionar, Detalhar e Desenhar";
- 2) Ative a opção "Armaduras / Relatório geral / Base de dados de desenho";
- 3) E também "Desenho de vigas";
- 4) Clique em "Ok".

Como pôde verificar a opção "Consistência e cálculo de esforços" não deve ser selecionada, pois se reprocessar o cálculo de esforços, a envoltória de vigas será desfeita.

Verifique o Relatório, acionando o comando na aba "Visualizar" e siga os passos abaixo:



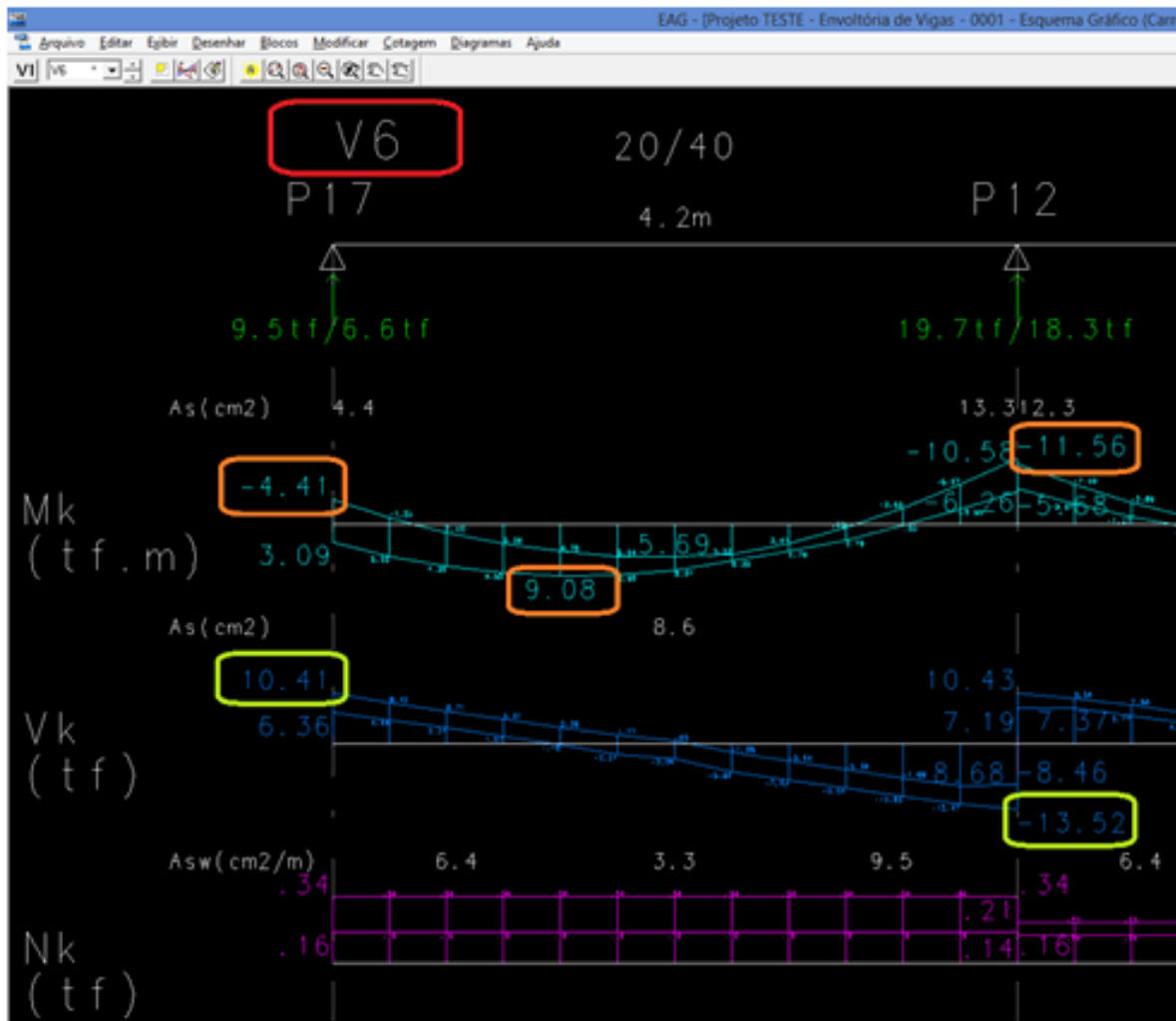
- 1) Em "Relatórios";
- 2) Selecione "Outros Relatórios";
- 3) Clique em "Envoltória de Solicitações p/ vigas com cargas diferentes e mesma geometria".

E observe como ficou a envoltória de esforços das diversas vigas na **Viga Mestre (V6)**:

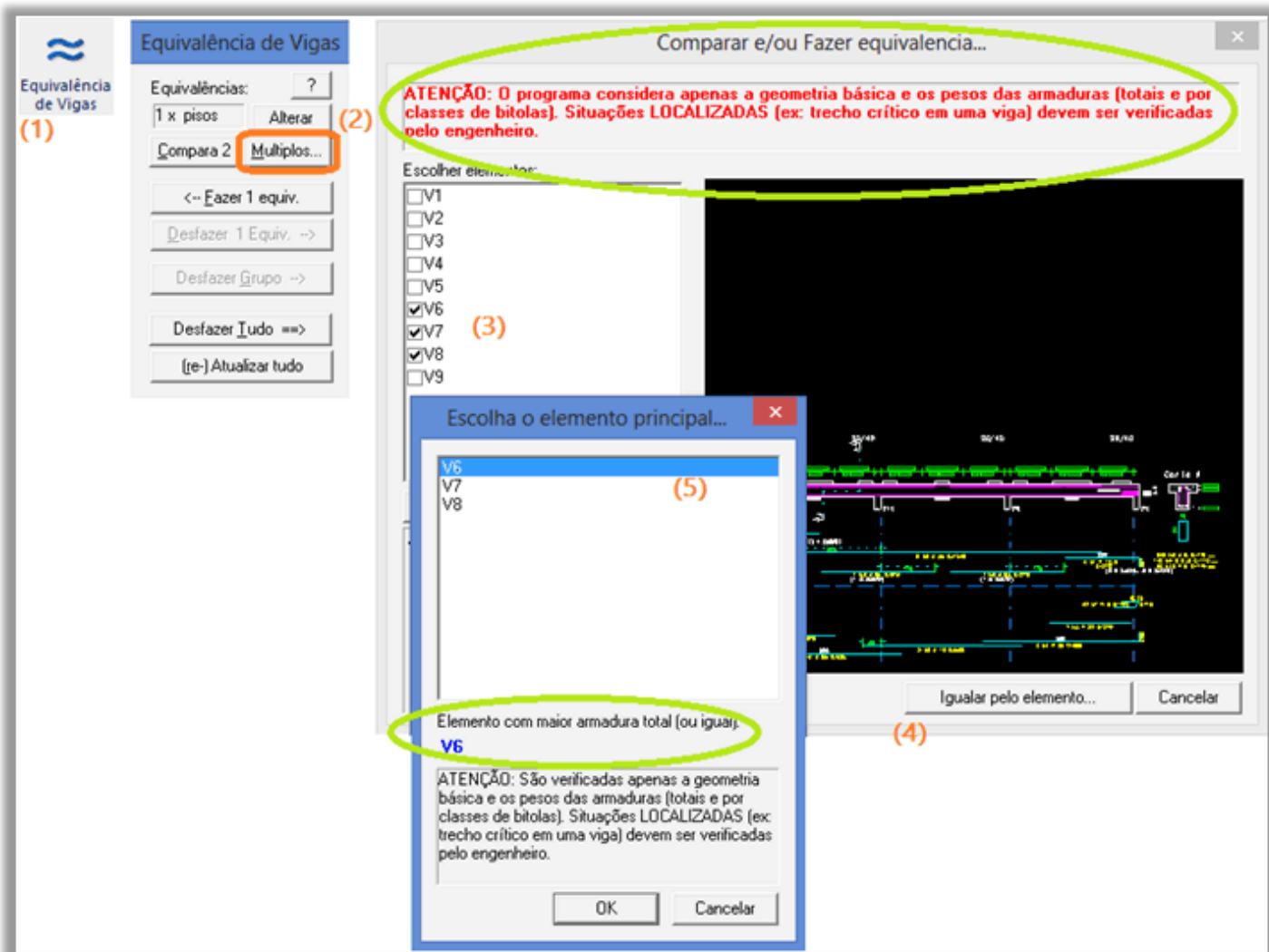
VIGA = 6 - V6									
ENVOLTORIA FINAL									
Q	MN.	VAO= 1							
Q	MN.	VAO= 2	6.357	4.935	3.314	1.606	-.156	-2.213	-3.041
Q	MN.	VAO= 3	7.191	7.372	5.774	4.078	2.369	.573	-.472
Q	MN.	VAO= 4	8.460	8.684	7.095	5.382	3.642	1.881	.761
Q	MN.	VAO= 5	.000						
M	MN.	VAO= 1							
M	MN.	VAO= 2	-4.407	-1.252	1.404	3.392	4.776	5.544	5.692
M	MN.	VAO= 3	-10.580	-7.021	-3.886	-1.327	.607	1.794	2.366
M	MN.	VAO= 4	-11.563	-6.971	-2.932	.599	3.414	5.218	5.691
M	MN.	VAO= 5	.000						
Q	MX.	VAO= 1							
Q	MX.	VAO= 2	10.410	8.420	6.705	5.009	3.379	1.774	.654
Q	MX.	VAO= 3	10.432	9.339	7.881	6.274	4.679	3.106	1.986
Q	MX.	VAO= 4	13.515	12.469	10.817	9.036	7.434	5.845	4.724
Q	MX.	VAO= 5	.000						
Envoltoria de Vigas									
M	MX.	VAO= 1							
M	MX.	VAO= 2	3.089	5.550	7.348	8.549	9.082	8.904	8.006
M	MX.	VAO= 3	-6.264	-3.665	-1.274	.554	1.883	2.783	3.131
M	MX.	VAO= 4	-5.685	-2.649	.202	2.784	4.776	6.388	8.004
M	MX.	VAO= 5	.000						

Toda vez que fizer uma nova envoltória, verifique este relatório na sequencia, pois este relatório mostra apenas a última envoltória de vigas.

Também é possível observar o Diagrama da nova envoltória com as maiores solicitações das vigas analisadas:



Através da função de "Equivalência de Vigas", vamos igualar as vigas analisadas com a **Viga Mestre**, para que não sejam utilizadas. Em "Editar", siga a sequência abaixo:



- 1) Clique em "Equivalência de Vigas";
- 2) Clique no botão "Múltiplos...";
- 3) Selecione as vigas a serem igualadas (V6, V7 e V8);
- 4) Aperte o botão "Igualar pelo elemento";
- 5) Escolha o elemento principal e clique em OK.

O programa Equivalência de Vigas verifica e informa o elemento que possui maior massa de armadura entre os elementos a serem igualados (segundo balão verde na imagem acima), ficando a critério de o usuário escolher o elemento principal. O programa também faz consistências geométricas para que não sejam igualadas vigas de diferentes geometrias (ao final desta mensagem veja um exemplo).

É importante lembrar que em trechos críticos de viga, ou seja, trechos em que os diagramas de esforços entre as vigas a serem igualadas são discrepantes, é necessário uma atenção maior como é informado no primeiro balão.

No caso do nosso exemplo, todas as vigas analisadas serão igualadas a **Viga V6** (depois de feita a Envolvória de Carregamentos, esta é a que possui maior massa de armadura).

Para identificação clara das vigas que foram agrupadas em termos de desenho, a tela seguinte é apresentada onde, à esquerda temos as vigas que serão efetivamente desenhadas e à direita todas as vigas, inclusive as feitas equivalências. Note que a V7 e V8 que foram feitas como equivalentes a V6 aparecem com a tarja "Elemento IGUALADO" no arquivo de desenho. Veja como ficaram padronizadas e agrupadas em um único desenho as **Vigas V6, V7, V8**:





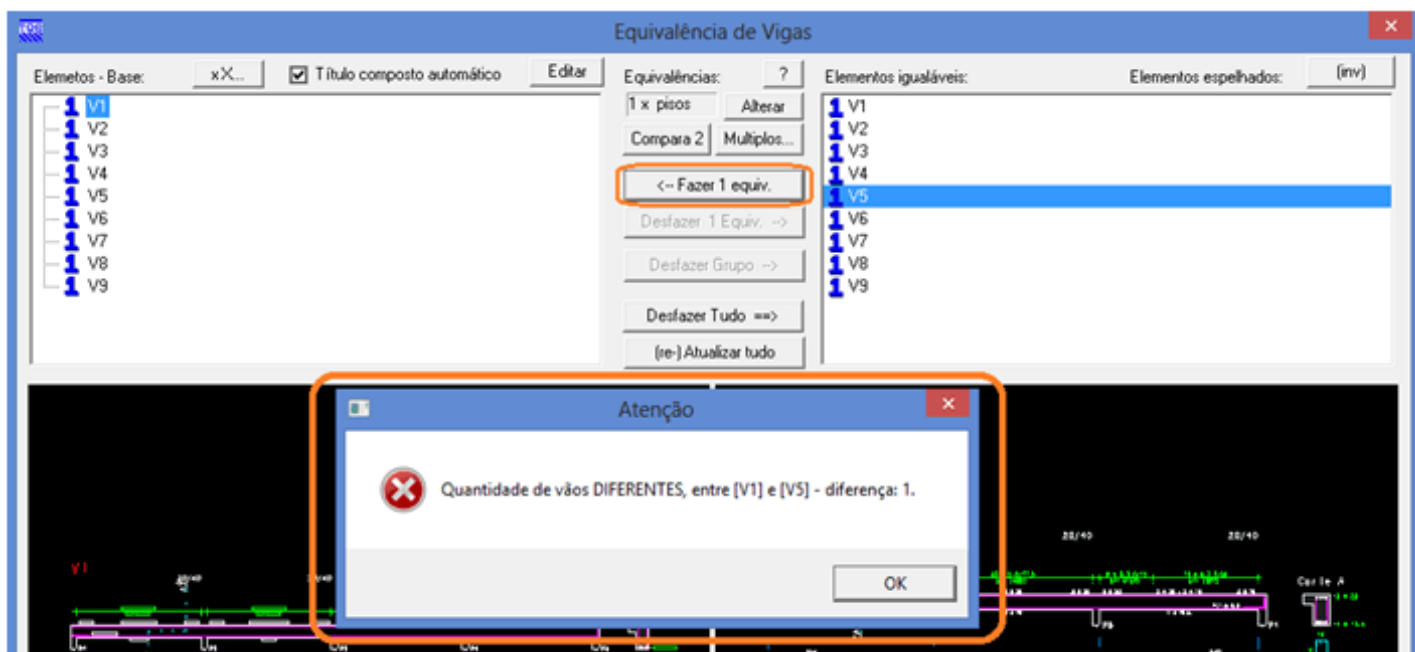
Como podemos ver na figura acima, além de alterar o texto do nome da viga (V6=V7=V8), as indicações dos apoios também são adicionadas para facilitar a montagem das vigas igualadas.

As propriedades dos desenhos igualados ficam como Sistema: TQS-AGC e Subsistema: Detalhes de armação (sem tabelas de ferros), para que não saiam em nenhuma tabela de ferros, mesmo que forem inseridos de maneira equivocada em uma planta. Somente no desenho V6=V7=V8 é possível extrair a tabela de ferros com o multiplicador informando quantas vigas estão igualadas (nesse exemplo "Multiplicador = 3"), confira a imagem abaixo:

ELEM	AÇO	POS	BIT (mm)	QUANT	COMPRIMENTO UNIT (cm)	COMPRIMENTO TOTAL (cm)
V6=V7=V8 (X3)						
	50A	1	12.5	24	270	6480
	50A	2	25	6	1040	6240
	50A	3	25	6	370	2220
	50A	4	20	12	535	6420
	50A	5	20	6	270	1620
	50A	6	10	12	520	6240
	50A	7	8	24	105	2520
	50A	8	8	192	112	21504
	50A	9	6.3	48	110	5280
	60B	10	5	24	110	2640

Para evitar enganos geométricos, o sistema também verifica se as vigas igualadas possuem consistência, ou seja, verifica se as geometrias, as dimensões, a quantidade de vãos entre as vigas são iguais, caso não forem, o programa irá soltar uma aviso informando de que não é possível igualar.

Como exemplo "tentaremos" fazer a Equivalência de Vigas entre a V1 e a V5, estas possuem número de vãos diferentes:



Para evitar enganos geométricos, o sistema também verifica se as vigas igualadas possuem consistência, ou seja, verifica se as geometrias, as dimensões, a quantidade de vãos entre as vigas são iguais, caso não forem, o programa irá soltar uma aviso informando de que não é possível igualar.

Como exemplo "tentaremos" fazer a Equivalência de Vigas entre a V1 e a V5, estas possuem número de vãos diferentes:

O comando de **Equivalência de Vigas** até permite o usuário igualar vigas espelhadas, porém não é recomendável o uso deste comando em vigas espelhadas juntamente com o comando de **Envolvória de Carregamentos de Vigas**, pois a Envolvória não trata vigas espelhadas.

Use com cautela o comando de **Equivalência de Vigas**, pois um engano neste comando fará com que o desenho final seja emitido com incorreções! Recomendamos que use somente após fazer a **Envolvória de Carregamentos de Vigas** e para as vigas **não** espelhadas.