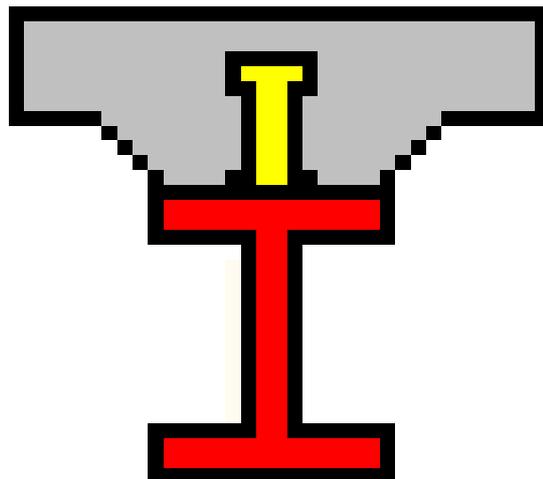


4.0  
VERSÃO

# mCalc AC

**mCalc Aço Concreto:** Programa para cálculo de Estruturas Mistas Aço Concreto

## Manual do Usuário



## AVISOS IMPORTANTES

### 1. Responsabilidade do Usuário

O sistema **mCalc AC** está sendo desenvolvido por profissionais qualificados e especializados. As rotinas do sistema foram testadas simulando inúmeras possibilidades, por um número muito grande de profissionais.

Embora se tenha despendido um enorme esforço na elaboração e na validação dessas rotinas, é possível que sejam detectados problemas em casos ainda não testados.

(A **STABILE ENGENHARIA LTDA.** agradecerá a indicação de eventuais erros observados quando da utilização do sistema).

Alerta-se que será da responsabilidade do usuário, além da verificação dos dados introduzidos, a verificação e aceitação dos resultados obtidos.

A proprietária desse sistema - **STABILE ENGENHARIA LTDA.** – seus distribuidores e representantes não poderão ser responsabilizados, a qualquer tempo, pelos resultados obtidos pelo sistema.

### 2. Condição de Licenciamento e estado de desenvolvimento do sistema

O sistema **mCalc AC**, a seguir descrito, embora continue em constante desenvolvimento e aperfeiçoamento, está sendo licenciado do jeito em que ele está, não havendo nenhuma promessa formal, implícita ou explícita, de futuras atualizações ou de desenvolvimento de outras rotinas.

### 3. Proteção contra uso indevido

O sistema **mCalc AC** está protegido contra uso indevido por meio de um *Rockey*.

**Nunca confie nos resultados do cálculo de uma estrutura que tenha sido calculada sem que o *Rockey* tenha sido *plugado*. Certamente, serão obtidos resultados inconsistentes e não confiáveis.**

### 4. Leitura do Manual do Usuário

O sistema **mCalc AC** está muito bem documentado, com descrição desde sua instalação até a utilização das rotinas de cálculo de estruturas mistas.

O **Manual do Usuário** (a referida documentação) foi redigido na forma de um *tutorial*, onde mais do que apresentar os tópicos do sistema, descrevem-se, passo a passo e com rica ilustração, os procedimentos a serem seguidos para se obter bons resultados na utilização desse sistema.

Por isso recomenda-se, **com veemência**, a leitura desse manual.

Certamente as respostas às dúvidas surgidas ou as soluções aos problemas observados na utilização do sistema terão resposta na leitura criteriosa do manual.

**Lembrar que: quando tudo estiver perdido e nada parecer funcionar ... é hora de se ler o manual.**

# CONTEÚDO

## Capítulo 1. Uma Visão Geral

1.1 Introdução .....	1 -2	
1.2 O pacote <b>Calc AC</b> .....	1 -3	
1.3 Equipamento Necessário .....	1 -3	
1.4. Instalando o <b>Calc AC</b> .....	1 -3	
1.5. Iniciando o <b>Calc AC</b> .....	1 -4	
1.5.1 Viga Mista .....	1 -5	
1.5.2 Coluna Mista .....	1 -6	
1.6. Usando o <b>Calc AC</b> .....	1 -6	
1.6.1 Ajustando as configurações do <b>Calc AC</b> .....		1 -6
1.6.2 Recursos gerais do <b>Calc AC</b> .....	1 -8	
1.6.3 Características do relatório .....	1 -10	

## Capítulo 2. Viga Mista

2.1 Módulo Análise .....	2 -2	
2.2 Módulo Dimensionamento .....	2 -7	
2.2.1 Dimensionamento em situação de incêndio .....	2 -12	
2.3 Módulo Resumo .....	2 -13	
2.4 Módulo Relatório .....	2 -14	
2.5 Exemplo Resolvido.....	2-16	

## Capítulo 3. Coluna Mista

3.1 Coluna Mista .....	3 -2	
------------------------	------	--

## Capítulo 4. Mensagens de Alerta

4.1 Alertas que podem ser exibidos .....	4 -2	
4.1.1 Distribuição de Interconectores .....	4 -2	
4.1.2 Entrada de dados .....	4 -3	
4.1.3 Esbeltez da viga .....	4 -3	

## Capítulo 5. Detalhamento

5.1 Detalhamento Viga Mista.....	5-2	
5.1.1 Detalhar.....	5-3	
5.1.1.1 Dimensões da Viga.....	5-6	
5.1.1.2 Apoios.....	5-6	
5.1.1.3 Vigas que se Apoiam.....	5-8	
5.2 Exemplo Resolvido.....	5-11	

## AGRADECIMENTOS

A **STABILE ENGENHARIA LTDA.** recebeu, desde o início do desenvolvimento desse sistema, a ajuda inestimável e desinteressada de inúmeras pessoas.

De público agradecemos essas valiosas contribuições, sem as quais seria muito mais difícil a elaboração do **mCalc AC**

Em especial agradecemos

**Welder Miranda** pelo incentivo para que se desenvolvesse essa ferramenta.

Antecipadamente agradecemos as contribuições que ainda virão, aperfeiçoando o **mCalc AC**, tornando-o uma imbatível ferramenta para projetos de estruturas metálicas.

*The harder you work, the better you get!*

***Harry Hopman***

(treinador da legendária equipe australiana de tênis dos anos 1960)

## CAPÍTULO 1.

---



### mCalc Aço Concreto - UMA VISÃO GERAL



# CAPÍTULO 1. mCalc AC - UMA VISÃO GERAL

## 1.1 INTRODUÇÃO

A **STABILE ENGENHARIA LTDA.** é uma empresa projetista de estruturas metálicas, atuando no mercado de Engenharia Estrutural desde OUT/1975, com trabalhos em vários países da América do Sul, tem o orgulho de apresentar o programa que o mercado de estruturas metálicas aguardava há muito tempo: o programa **mCalc Aço Concreto** ou simplesmente **mCalc AC**.

Um elemento estrutural misto, aço-concreto armado, se caracteriza por ser composto por dois, ou mais, materiais estruturais que trabalham em conjunto, fazendo com que esse elemento trabalhe como se fosse formado por um só material estrutural.

O **mCalc AC** é um programa para cálculo e detalhamento de vigas e colunas mistas aço-concreto armado.

Ele é um programa que pode rodar independente do **mCalc**, assumindo uma função de calculadora de estruturas mistas; ou que roda integrado ao **mCalc** ou **mCalc 3D** sendo considerado no módulo **Dimensionamento**.

Rodando-se isoladamente, na função calculadora, pode-se modelar uma viga isostática, analisar-se essa viga, obtendo-se as solicitações, e, com o módulo **Viga Mista**, fornecendo dados dos elementos estruturais a serem empregados, dimensionar o perfil a ser adotado – usando indistintamente perfis formados a frio, soldados ou laminados - como viga mista, considerando as resistências à flexão e ao corte, além do dimensionamento dos conectores e a obtenção das flechas da viga mista para ações de curta e de longa duração.

Rodando integrado ao **mCalc 3D** o programa **mCalc AC** será carregado quando se escolher, para dimensionar uma barra, uma viga-mista. Trabalhando desta forma, o **mCalc/ mCalc 3D** analisará a viga, e, lendo alguns dados do modelo estrutural passará esses parâmetros para o **mCalc AC** que oferecerá as mesmas respostas da calculadora de estruturas mistas.

O **mCalc AC**, que disponibiliza o *estado-da-arte* em recursos para a verificação de estruturas mistas, possui as seguintes características, indispensáveis para a obtenção de aumento de produtividade:

- Entrada de dados amigável e interativa;
- Uso de perfis laminados, soldados e perfis formados a frio;
- Procedimentos de cálculo de acordo a NBR 8800 e NBR 14762:2010;
- Programa *sensitivo*: depois que o tipo de perfil for escolhido o programa, sem nenhuma informação adicional fornecida pelo usuário, opta pela norma adequada ao seu tipo (formado a frio ou laminado/soldado);
- Detalhado relatório gerado em padrão RTF.

## 1.2 O PACOTE mCalc AC

O pacote do programa mCalc AC é composto por:

- Embalagem
- CD do sistema
- Manual do Usuário
- Chaveador de Hardware *Rockey 4* (entrada USB) - para usuários de outro programa da família mCalc esse item não será fornecido.

Certifique-se que todos esses itens constam na documentação remetida. Em caso de algum problema entre em contato com a **STABILE** e relate o problema.

## 1.3 EQUIPAMENTO NECESSÁRIO

Por ter sido desenvolvido no ambiente *Windows* o sistema mCalc AC rodará em qualquer computador que rode o *Windows 95, 98, 2000, Me, NT, XP, Vista e Win Seven*, entretanto sugere-se instalar o sistema num equipamento rápido com boa placa de vídeo, monitor de boa resolução e sobretudo com memória mínima de 64 MB.

## 1.4 INSTALANDO O mCalc AC

A instalação do sistema mCalc AC é simples e é conduzida pelo programa instalador:

- Coloca-se o CD no *driver*
- O programa de instalação rodará automaticamente.
- O instalador sugerirá o nome da pasta onde o programa será instalado. Caberá ao usuário aceitar ou não a sugestão.
- Quando for instalar o *driver* do *Rockey*, este deverá estar desconectado do computador.

Todos os módulos do sistema mCalc AC são protegidos contra uso indevido por meio de um *Rockey*.

**Nunca confie nos resultados do cálculo de uma estrutura que tenha sido calculada sem que o *Rockey* tenha sido *plugado*.**

**Certamente, serão obtidos resultados inconsistentes e não confiáveis.**

## 1.5 INICIANDO O mCalc AC

Após a instalação do programa, para carregar o mCalc AC basta clicar sobre o ícone

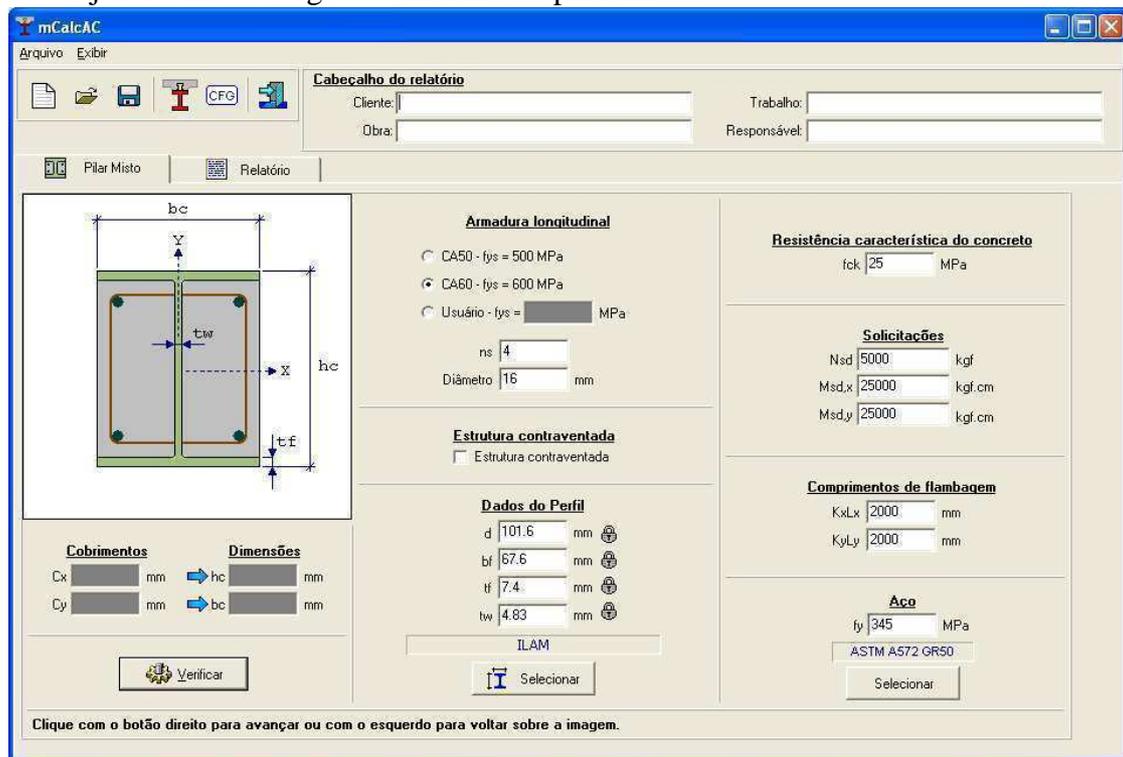
criado pela instalação do programa .

Será exibida a tela de abertura do programa:



Então surgirá a janela para inserir os dados da viga mista:

Caso o usuário queira usar o módulo de pilar misto basta clicar no ícone , nesta mesma janela. Então surgirá o ambiente de pilar misto:



### 1.5.1 Viga Mista

Ao se escolher trabalhar com Viga Mista visualizam-se no cabeçalho os comandos básicos de qualquer programa:

-  Arquivo Novo: começa novo trabalho
-  Abrir Arquivo: abrir um arquivo existente
-  Salvar Arquivo: salvar dados informados
-  Pilar Misto: chama a rotina de verificação de colunas mistas
-  Configuração: configuração geral do **mCalc AC**
-  Sair: abandonar o programa **mCalc AC**.

O cabeçalho do relatório (memória de cálculo) deve ser preenchido nos campos que seguem:

Cabeçalho do relatório	
Cliente:	NOME DO CLIENTE
Trabalho:	NOME DO TRABALHO
Obra:	NOME DA OBRA
Responsável:	NOME DO RESPONSÁVEL

A função **VIGA MISTA** do programa é subdividida em 4 módulos distintos:

- **Análise:** módulo para criar e analisar vigas bi-apoiadas;
- **Dimensionamento:** módulo que verifica Vigas Mistas;
- **Resumo:** módulo com resultados principais da análise ou dimensionamento;
- **Relatório:** módulo que exibe a memória de cálculo completa dos módulos.

## 1.5.2 Coluna Mista

O módulo de coluna mista tem um funcionamento análogo ao da viga mista, diferenciando-se em relação às subdivisões que agora apresenta apenas o ambiente da coluna mista e o relatório com a memória de cálculo e resultados.

## 1.6 USANDO O mCalc AC

### 1.6.1 AJUSTANDO AS CONFIGURAÇÕES DO mCalc AC

Uma vez selecionado o tipo de estrutura mista - viga ou coluna - é importante configurar o sistema. Clicar no botão de Configuração  ou no menu *Exibir – Configurações* para escolher as unidades para exibição dos resultados no relatório e as principais características dos cálculos que serão executados ao fazer as verificações das peças.

Clicando neste botão abrirá uma janela com três índices: Ambiente, Características e Viga Isostática.

## Índice Ambiente:

Caso ativo o mCalc AC exibirá os dados da última vez em que foi usado.

Pode-se escolher as mensagens exibidas no relatório.

The screenshot shows the 'Configurações' dialog box with the 'Ambiente' tab selected. It contains three sections: 'Dados de entrada', 'Relatório', and 'Mensagem exibida quando uma verificação:'. The 'Dados de entrada' section has a checked checkbox 'Exibir últimos valores quando iniciar o programa'. The 'Relatório' section has three checkboxes: 'Exibir relatório ao término da verificação' (checked), 'Salvar Relatório após verificar' (unchecked), and 'Salvar Resumo após verificar' (checked). Below these is a numeric input field for 'Casas decimais após a vírgula' set to 2, with a range of (1 - 5). The 'Mensagem exibida quando uma verificação:' section has two text input fields: 'Passou no teste' with 'OK!' and 'Não passou no teste' with 'ERRADO!'. At the bottom are 'OK' and 'Voltar' buttons.

Ativado exibirá automaticamente e o relatório. Caso contrário, após a verificação o usuário deverá clicar no índice relatório para que este possa ser visualizado.

Declara-se o número de algarismos significativos, após a vírgula, apresentados no relatório.

## Índice Características:

Podem ser escolhidas as unidades de força e comprimento para exibição dos resultados no relatório.

The screenshot shows the 'Configurações' dialog box with the 'Características' tab selected. It contains two sections: 'Unidades' and 'Relação Modular'. The 'Unidades' section has two dropdown menus: 'Força' set to 'kgf' and 'Comprimento' set to 'cm'. The 'Relação Modular' section has a numeric input field for 'K' set to 2. Below this are two equations:  $R_{MO} = \frac{E_a}{E_c} = 7.143$  Ações de curta duração and  $R_{MT} = K * R_{MO} = 14.286$  Ações de longa duração. At the bottom are 'OK' and 'Voltar' buttons.

**Configurações**

Ambiente | Características | Viga Isostática

**Unidades**

Força | kgf | Comprimento | cm

**Relação Modular**

K | 2

$R_{M0} = \frac{E_a}{E_c} = 7.143$  Ações de curta duração

$R_{MT} = K * R_{M0} = 14.286$  Ações de longa duração

OK Voltar

Deve ser preenchido o valor de k, para levar em consideração as ações de longa duração na determinação das flechas, de acordo com os critérios do usuário, sendo o valor default igual a 2,00.

**Índice Viga Isostática:**

**Configurações**

Ambiente | Características | Viga Isostática

**Critério para adoção de contra flecha(CF)**

Sempre adotar contra flecha

Adotar contra flecha se  $f_{Ap} >$  Vão 280

Considerar AP após a cura para cálculo da CF

**Sobrecarga de lançamento**

SC\_LANC | 100 | kgf/m<sup>2</sup>

**Momento na viga antes da cura do concreto**

MSdo | | % MSd

**Marcadores nos gráficos**

Utilizar marcador Diâmetro | 8

OK Voltar

Deve ser declarado o critério para calcular a contra flecha. Se estiver selecionado o segundo, então deverá ser inserido o denominador na

Sobrecarga de lançamento. Valor default de 100 kgf/m<sup>2</sup>. Considerado no carregamento automático da viga.

Este espaço só estará ativo se na janela de entrada estiver escolhido viga não escorada. Este valor poderá ser editado pelo usuário, caso não queira importá-lo do módulo de geração da viga isostática.

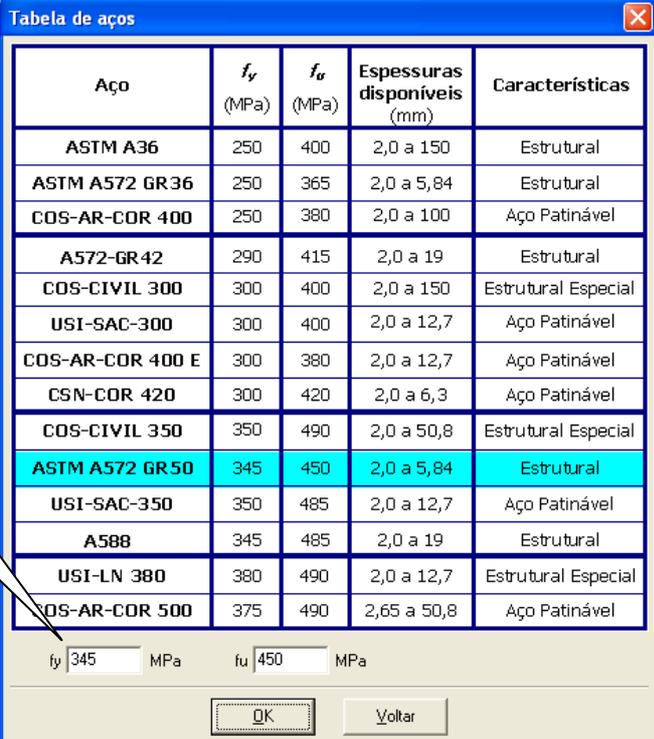
Marcadores para diferenciar as curvas nos gráficos do relatório. Poderá ser selecionado o tamanho deles.

## 1.6.2. RECURSOS GERAIS

No ambiente da janela principal do programa existem alguns botões para execução e seleção de valores para posterior verificação. Estes são explicitados abaixo:

**Selecionar**: este botão deve ser acionado para escolha do tipo de aço que será considerado nos cálculos. É apresentada uma tabela listando os principais tipos de aço e suas respectivas tensões de escoamento e ruptura, além das principais características:

*Caso o usuário optar por um aço que não consta na lista, ele poderá preencher os valores de tensões correspondentes nestes espaços e assim prosseguir com os cálculos.*

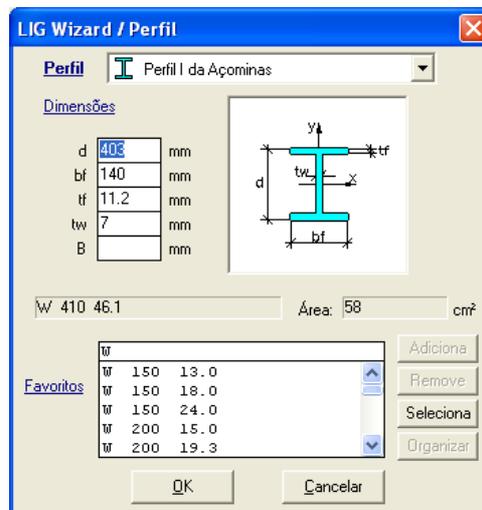


Aço	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	Espessuras disponíveis (mm)	Características
ASTM A36	250	400	2,0 a 150	Estrutural
ASTM A572 GR 36	250	365	2,0 a 5,84	Estrutural
COS-AR-COR 400	250	380	2,0 a 100	Aço Patinável
A572-GR42	290	415	2,0 a 19	Estrutural
COS-CIVIL 300	300	400	2,0 a 150	Estrutural Especial
USI-SAC-300	300	400	2,0 a 12,7	Aço Patinável
COS-AR-COR 400 E	300	380	2,0 a 12,7	Aço Patinável
CSN-COR 420	300	420	2,0 a 6,3	Aço Patinável
COS-CIVIL 350	350	490	2,0 a 50,8	Estrutural Especial
ASTM A572 GR 50	345	450	2,0 a 5,84	Estrutural
USI-SAC-350	350	485	2,0 a 12,7	Aço Patinável
A588	345	485	2,0 a 19	Estrutural
USI-LN 380	380	490	2,0 a 12,7	Estrutural Especial
COS-AR-COR 500	375	490	2,65 a 50,8	Aço Patinável

$f_y$  345 MPa     $f_u$  450 MPa

OK    Voltar

 Selecionar : através dele serão selecionados os perfis da viga de aço, sendo escolhidos através de uma janela com o seguinte aspecto:



e se estiver no módulo de viga mista poderá ser editado na janela de entrada os valores do perfil de modo que a viga tenha mesas desiguais. Isto só poderá ser feito se o perfil escolhido for do tipo PS.

 Verificar : após inserir todos os dados da viga ou pilar, este botão deve ser acionado para que iniciem as verificações.

 Sair : acionado quando desejar sair do programa.

Estando no módulo de viga mista, aparecerá na parte superior da tela o ícone  que permitirá ao usuário ir para o módulo de pilar misto sem que ele tenha que sair do programa. De forma análoga, aparecerá o botão  quando estiver no módulo de coluna mista.

### 1.6.3. CARACTERÍSTICAS DO RELATÓRIO

Após mandar verificar os dados da estrutura, abrirá uma janela com o resumo dos resultados das verificações feitas. Esta janela só aparecerá quando se estiver no módulo de dimensionamento da viga mista:

*O resumo poderá ser salvo em arquivo tipo RTF e também pode ser impresso diretamente do programa.*

**Resumo para exibição dos resultados - VIGA MISTA**

**Verificação da esbeltez**  
A viga não é esbelta.

**Avaliação da posição da linha neutra plástica na laje de concreto**  
$$\frac{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b \cdot t_c}{1,40} \geq \frac{(A \cdot f_y)_a}{1,10}$$
 A linha neutra plástica passa na laje de concreto.

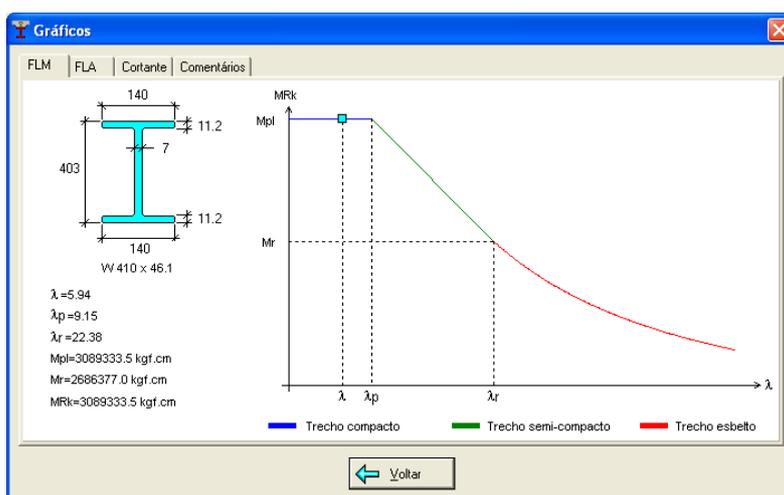
**Determinação do momento resistente de cálculo**  
$$M_{Rd} = \beta_{vm} \cdot T_{ad} \cdot \left[ d_1 + h_f + t_c - \frac{a}{2} \right] = 5758189 \text{ kgf.cm}$$
 Resistência de cálculo ao momento fletor.  
 $M_{Sd} = 5602000 \text{ kgf.cm}$  Momento fletor atuante  
$$\frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} = 0,97 < 1,0$$
 **OK!**

**Verificação ao esforço cortante**  
$$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 53086,09 \text{ kgf}$$
 Força cortante resistente de cálculo.  
 $V_{Sd} = 20300 \text{ kgf}$  Esforço cortante atuante na viga.

[Voltar](#) [Prop. Perfil](#) [Continuar](#)

Se o usuário quiser poderá clicar em continuar para que exiba o relatório por completo, senão, pode clicar em voltar e alterar valores na janela principal para posteriormente fazer uma nova verificação, de modo que obtenha os valores almejados.

A janela de resumo terá também o botão  Prop. Perfil, que se for acionado abrirá uma janela que conterà informações sobre o perfil selecionado para a viga. Constam neste espaço as características referentes a esbeltez das componentes do perfil, assim como a sua localização nos gráficos correspondentes a flambagem local da mesa (FLM), flambagem local da alma (FLA) e o cortante.



O Relatório é composto pelo cabeçalho que exibirá o nome do trabalho, o cliente, a obra, o responsável, além de data e hora em que foi emitido. Este cabeçalho irá exibir os textos digitados pelo usuário na janela de entrada.

No relatório estarão listados em forma de tabelas os dados de entrada que foram digitados na janela principal, além de propriedades do perfil escolhido.

Estarão, também, as verificações que foram feitas, com o formulário que foi aplicado nos cálculos.

No término do relatório serão exibidos o peso dos perfis usados e dos componentes metálicos da estrutura mista.

No canto superior esquerdo aparecem botões com as seguintes utilidades:



: salva o relatório como arquivo RTF;



: imprime o relatório;

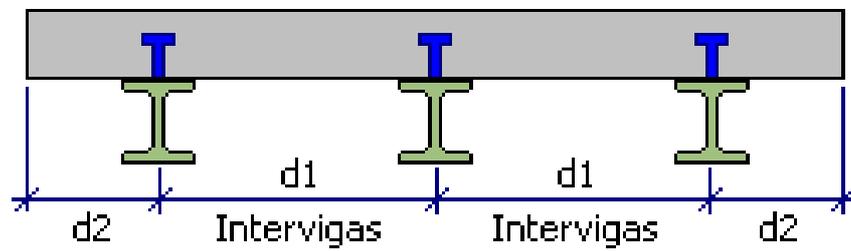


: visualiza a impressão do relatório.

## CAPÍTULO 2.



### mCalc AçoConcreto – VIGA MISTA

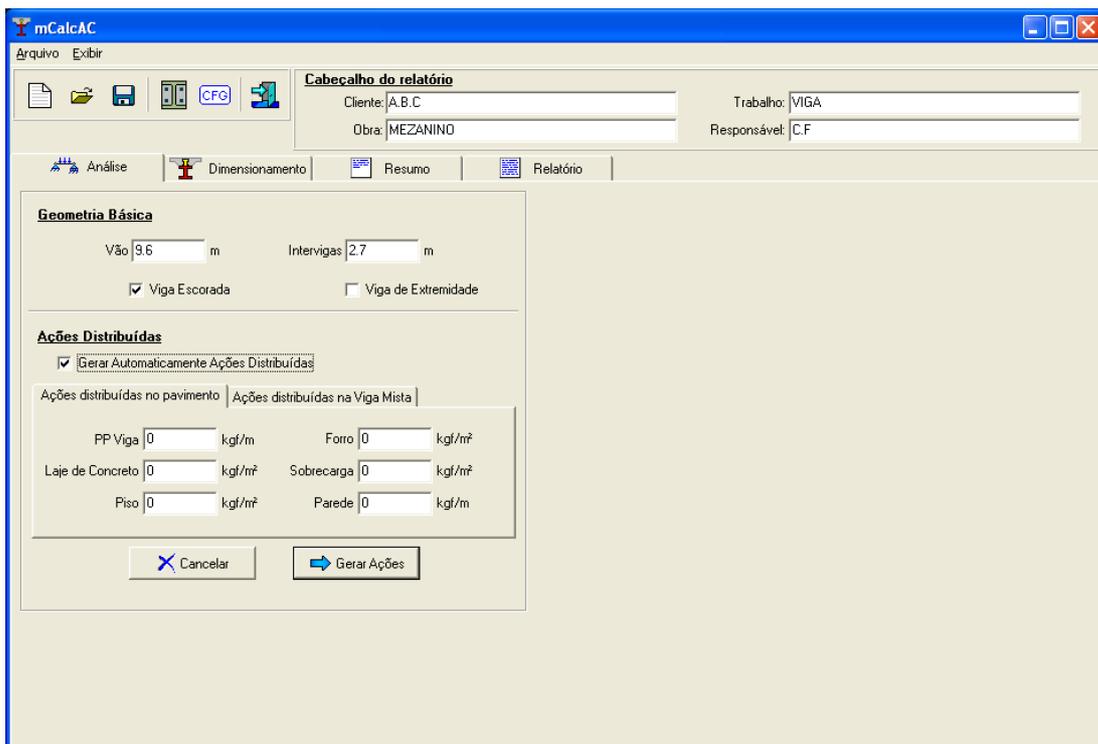


## CAPÍTULO 2. Calc AC – VIGA MISTA

Este capítulo é dedicado ao uso do módulo de Viga Mista somente. Os recursos a seguir expostos destinam-se somente a verificação de estruturas do tipo viga mista independentemente dos pilares mistos que serão salientados no capítulo 3.

### 2.1 MÓDULO ANÁLISE

A janela deste módulo inicia com o seguinte aspecto:



The screenshot shows the mCalc AC software window. The title bar reads 'mCalc AC'. The menu bar includes 'Arquivo' and 'Exibir'. The toolbar contains icons for file operations and a 'CFG' button. The 'Cabecalho do relatório' section contains fields for 'Cliente: A.B.C', 'Trabalho: VIGA', 'Obra: MEZANINO', and 'Responsável: C.F'. Below this are tabs for 'Análise', 'Dimensionamento', 'Resumo', and 'Relatório'. The main area is divided into two sections: 'Geometria Básica' and 'Ações Distribuídas'. In 'Geometria Básica', there are input fields for 'Vão' (9.6 m) and 'Intervigas' (2.7 m), and checkboxes for 'Viga Escorada' (checked) and 'Viga de Extremidade'. The 'Ações Distribuídas' section has a checked checkbox for 'Gerar Automaticamente Ações Distribuídas' and two tabs: 'Ações distribuídas no pavimento' and 'Ações distribuídas na Viga Mista'. Under the second tab, there are input fields for 'PP Viga' (0 kgf/m), 'Forro' (0 kgf/m²), 'Laje de Concreto' (0 kgf/m²), 'Sobrecarga' (0 kgf/m²), 'Piso' (0 kgf/m²), and 'Parede' (0 kgf/m). At the bottom are 'Cancelar' and 'Gerar Ações' buttons.

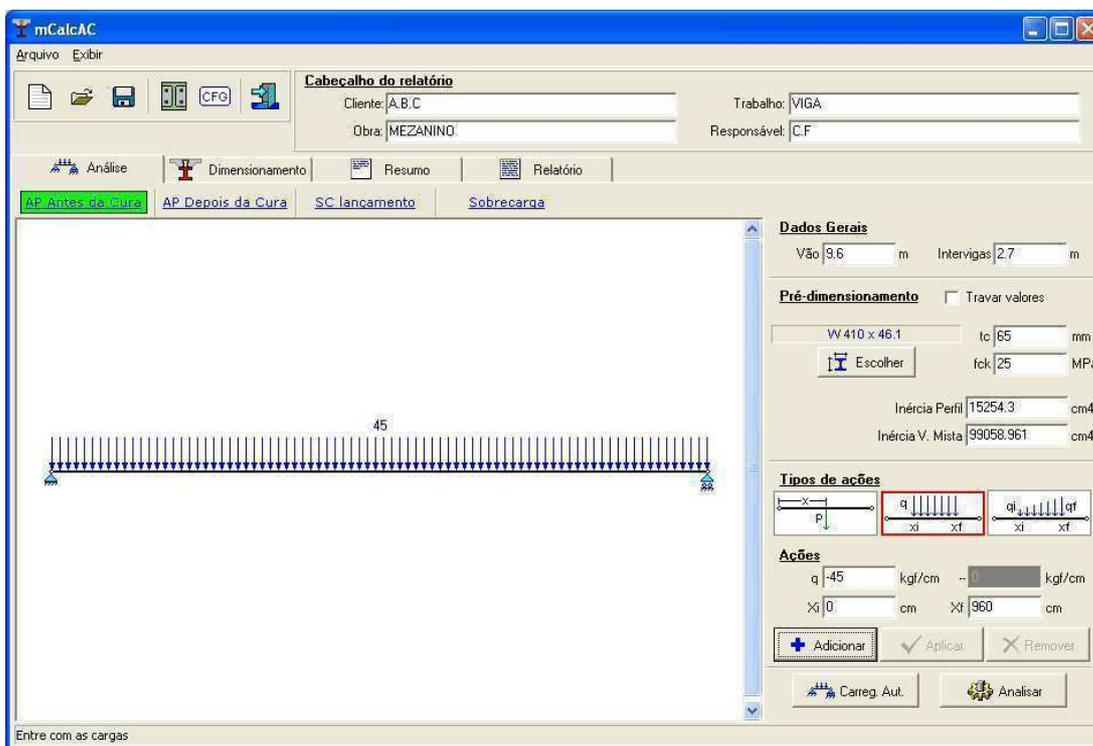
Este item é destinado à modelagem da viga: geometria e geração automática do carregamento. Deverá ser fornecida a geometria básica da viga: vão e intervigas. O usuário deverá informar se a viga é escorada ou não e se é viga de extremidade. Se selecionada viga escorada, então não existirão os estados antes da cura, caso contrário, o programa interpretará que a viga é não escorada e serão gerados os estados antes e depois da cura. E se for declarada que a viga é de extremidade então o carregamentos em cada estado serão gerados pela metade.



As ações distribuídas poderão ser fornecidas como ações distribuídas no pavimento, ou já ser fornecida ação distribuída na viga correspondente a cada estado de ação. Caso não se queiram gerar automaticamente as cargas, então deverá ser deselecionado o espaço correspondente:

Gerar Automaticamente Ações Distribuídas

Após preenchidos os dados, basta clicar em  para ir para o ambiente de análise no qual estão expostos os estados de ação.

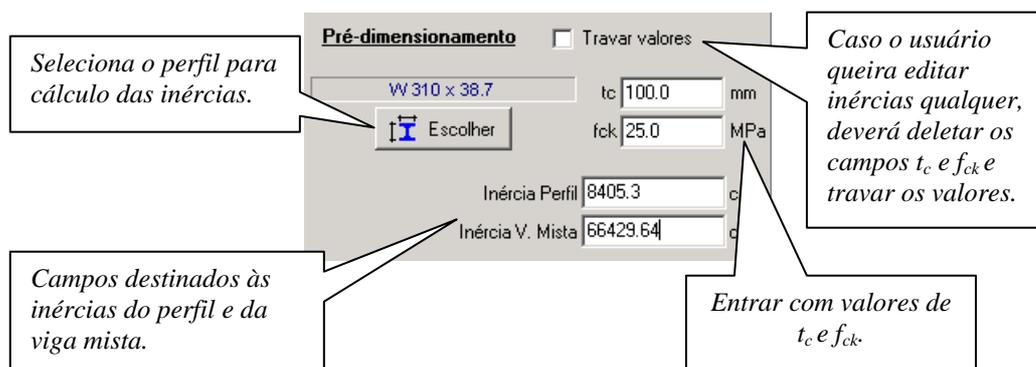


Neste ambiente estão os carregamentos correspondentes a cada um dos quatro estados gerados: *ação permanente antes da cura*, *ação permanente depois da cura*, *sobrecarga antes da cura* e *sobrecarga depois da cura*.

Os dados gerais da viga são os mesmos declarados anteriormente. No lado direito desta janela são apresentados os dados para o pré-dimensionamento e ações que podem ser adicionadas em cada um dos quatro estados.

Para determinar as flechas devido aos carregamentos, deverão ser informados ao programa alguns dados na parte de pré-dimensionamento, tal como a escolha do perfil, a espessura da laje e o  $f_{ck}$  do concreto.

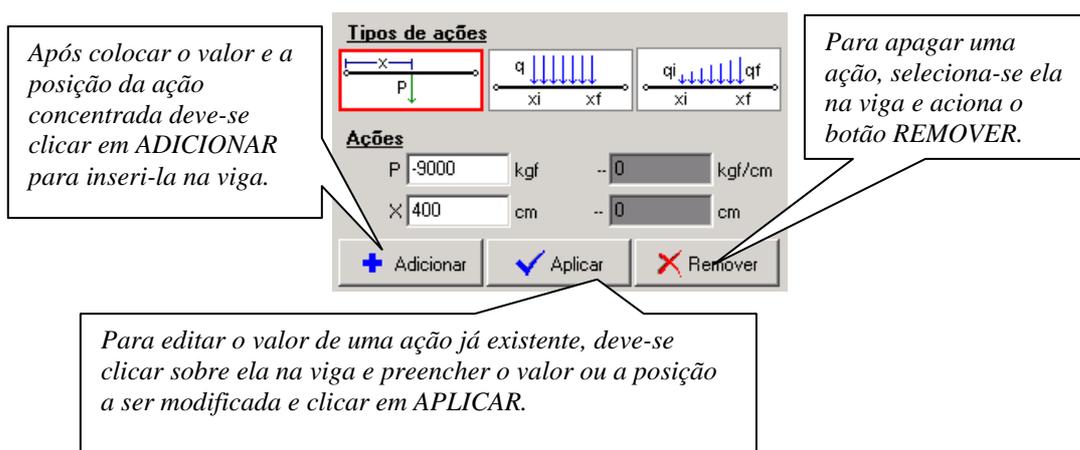




Assim o programa calculará uma inércia estimada para o perfil selecionado e para a viga mista. Este cálculo será efetuado novamente no módulo dimensionamento, portanto fica a critério do usuário informar ou não neste momento os dados referentes ao pré-dimensionamento.

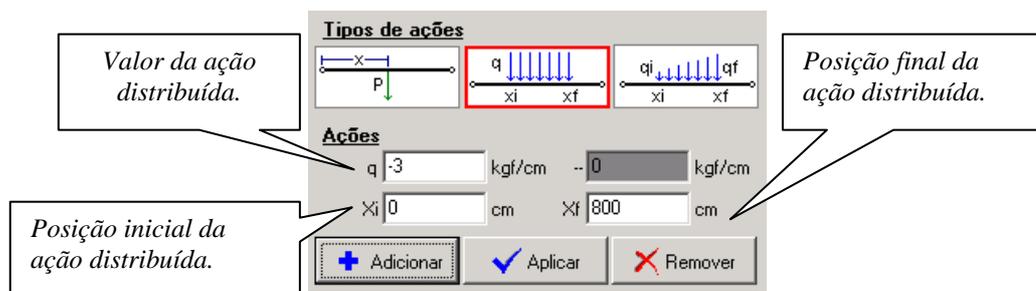
Em relação aos tipos de ações, poderão se acrescentadas cargas concentradas, distribuídas uniformemente e não-uniformes.

**Ação concentrada:** para inserir uma carga concentrada em um estado qualquer deverão ser informados o valor e a posição em que será aplicada. A posição é dada partindo do apoio da esquerda. E o sentido da carga é tomado como negativo apontando para baixo.



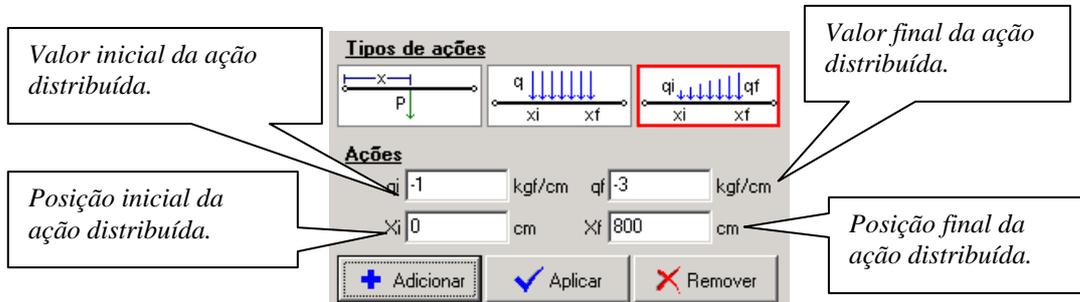
Para se alterar algum valor já declarado clica-se sobre a ação concentrada e ficará marcada em vermelho.

**Ação uniformemente distribuída:** para inserir este tipo de ação em um estado qualquer deverão ser informados o valor e a posição inicial e final em que será aplicada. E o sentido da carga é tomado como negativo apontando para baixo.

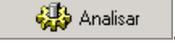


Ação distribuída não uniforme: para inserir este tipo de carga em um estado quaisquer deverão ser informados o valor da ação no ponto inicial e no ponto final em que será aplicada. E o sentido da carga é tomado como negativo apontando para baixo.

Observando que a carga inicial não necessariamente deverá ser inferior, em módulo, a carga final. Os índices “i” apenas indicam que está se referindo a carga mais à esquerda da viga.

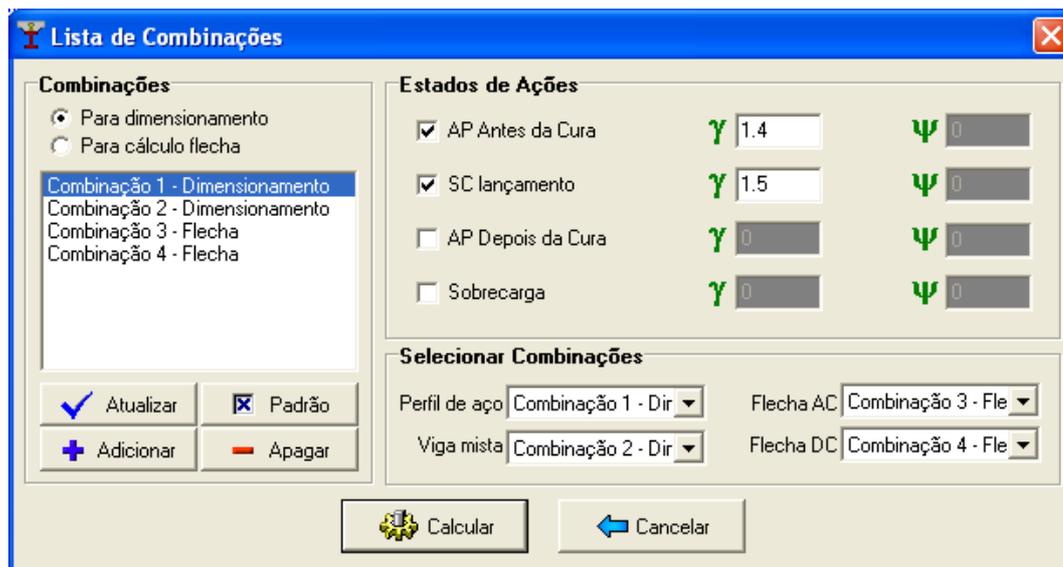


A qualquer momento pode-se retornar ao carregamento automático bastando clicar em .

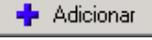
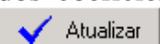
Após declarados todas as ações existentes em cada estado, passa-se para a fase de ponderar e criar combinações com os estados, aciona-se o botão .

A lista de combinações deverá ser fornecida de acordo com os quatro estados gerados. Poderão ser feitas quantas combinações se queira, entretanto, o programa sugere um grupo de combinações padrão que podem ser visualizadas acionando-se o botão . Esse conjunto de combinações é composto por duas combinações para fins de dimensionamento e duas para cálculo de deslocamentos (flecha).





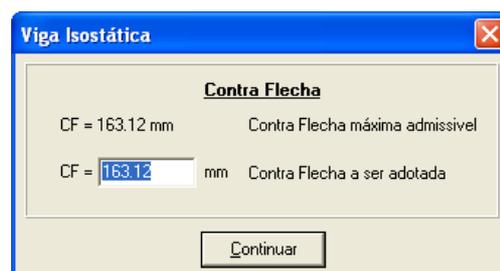
Caso o usuário queira criar novas combinações ou editar alguma delas, então deverá, primeiramente, selecionar se a combinação é para dimensionamento ou cálculo de flecha. Observando que quando for para dimensionamento estarão habilitados apenas os campos destinados ao coeficiente de ponderação  $\gamma$  e para cálculo de flecha estará habilitado o coeficiente de ponderação para estados limites de serviço  $\psi$ .

Para criar uma nova combinação clica-se em , e para atualizar os valores dos coeficientes ou fatores deve-se selecionar a combinação na lista e clicar em . E para excluir alguma combinação seleciona-se ela na lista e clica em .

Para retornar a janela dos estados clicar-se em .

Para prosseguir com a análise aciona-se .

O próximo módulo que o **mCalc AC** exibirá será o relatório da análise. Antes de apresentar o relatório aparecerá a seguinte janela:

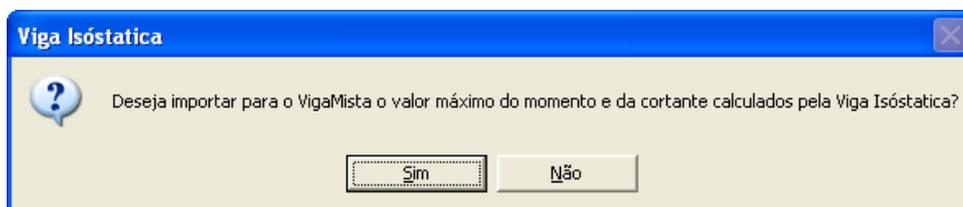


que surgirá ou não dependendo do que o usuário declarou nas configurações. O valor da contra-flecha poderá ser admitido como o valor calculado pelo programa ou então poderá ser editado. Para prosseguir clica-se em CONTINUAR.

O relatório da análise apresentará os dados principais usados para a geração da viga, os estados de ações, as listas de combinações e os diagramas de cortante e momento no vão, além do diagrama de deslocamentos.

## 2.2 MÓDULO DIMENSIONAMENTO

Quando é feita a passagem do módulo Análise para o Dimensionamento o **mCalc AC** perguntará ao usuário se vai querer ou não importar os dados obtidos pela análise:



Caso clicar em SIM os dados importados serão os referentes à geometria básica da viga: perfil selecionado no pré-dimensionamento, vão, intervigas,  $f_{ck}$  do concreto e espessura da laje. Também importará as solicitações máximas: o momento fletor máximo ( $M_{Sd}$ ), o esforço cortante máximo ( $V_{Sd}$ ) e o momento máximo antes da cura do concreto ( $M_{Sdo}$ ). Este último só deverá ser considerado caso o usuário esteja trabalhando com viga do tipo *Não Escorada*.

Se for selecionado NÃO, então o usuário deverá preencher estes campos desconsiderando os cálculos obtidos pela análise.

A janela de entrada do módulo dimensionamento da viga mista está dividida em grupos de forma a organizar os dados de entrada.

### Informações Gerais:

Dados gerais		Dados da Laje	
Vão	9.6 m	h <sub>F</sub>	50 mm
d1	2.7 m	b <sub>F</sub>	130 mm
d2	m	t <sub>c</sub>	65 mm
b <sub>ef</sub>	2.4 m	f <sub>ck</sub>	25 MPa

Vão da viga mista.

Altura da fôrma. Se escolher laje maciça, este campo estará inativo.

Largura da fôrma. Só estará ativo se tiver fôrma metálica incorporada.

Distância entre vigas, entre a viga mista e as adjacentes.

Distância entre a viga mista e a extremidade. Só estará ativa se for escolhido viga de extremidade.

Largura efetiva da laje de concreto.

Tensão característica do concreto.

Altura da laje de concreto.

Para a largura efetiva  $b_{ef}$ , pode-se optar por um outro valor menor que o calculado pelo programa.

O campo  $h_F$  estará habilitado para lajes do tipo pré moldada, podendo ser editado. Já para o caso da laje com fôrma metálica incorporada estarão habilitados  $h_F$  e  $b_F$ , porém não poderão ser editados, por isso ao lado deles estará a figura de um cadeado . E para laje maciça ambos,  $h_F$  e  $b_F$ , não precisarão ser informados.

### Tipo de interação:

O tipo de interação pode ser escolhido entre completa e parcial. Sendo que se optar por interação parcial dever-se-á indicar o grau de interação que deve assumir um valor entre 0 e 1.

Interação	
<input type="radio"/> Completa	
<input checked="" type="radio"/> Parcial	0.85 0 - 1



## Dados da viga:

Neste grupo devem ser selecionados o perfil para a viga e o tipo de aço.

Além disso, devem ser indicados o posicionamento da viga (intermediária ou de extremidade) e o tipo de construção (escorada ou não escorada).

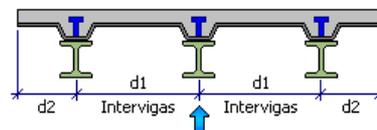
Também podem ser visualizadas as solicitações que podem ser editadas caso não queira considerar os valores obtidos da análise.

Observa-se, ainda, que existem campos destinados à armadura longitudinal. Estes campos apenas estarão habilitados quando as dimensões do perfil da viga forem tais que a viga seja classificada como semi-esbelta.

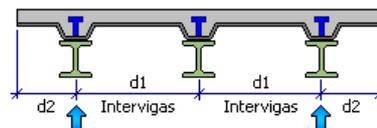
Neste caso estes dados da armadura longitudinal são necessários, pois o cálculo procede de forma diferente do que quando trata-se de uma viga não

O posicionamento da viga é ilustrado na janela de entrada, onde ele identifica a viga de acordo com o que está selecionado.

Se estiver selecionada viga intermediária:



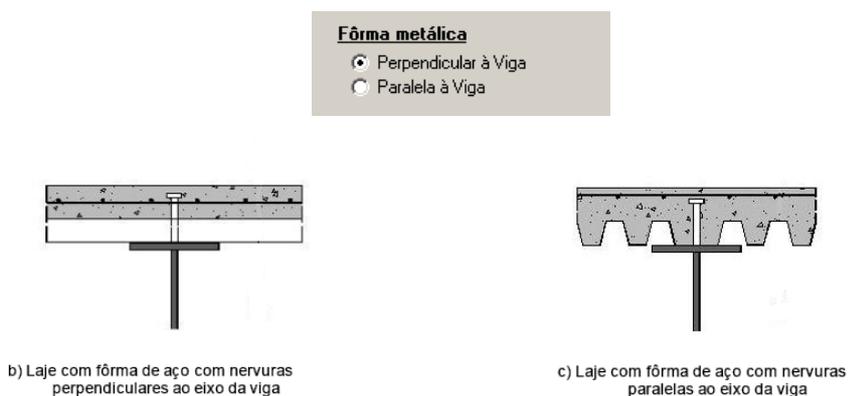
Se estiver selecionada viga de extremidade:



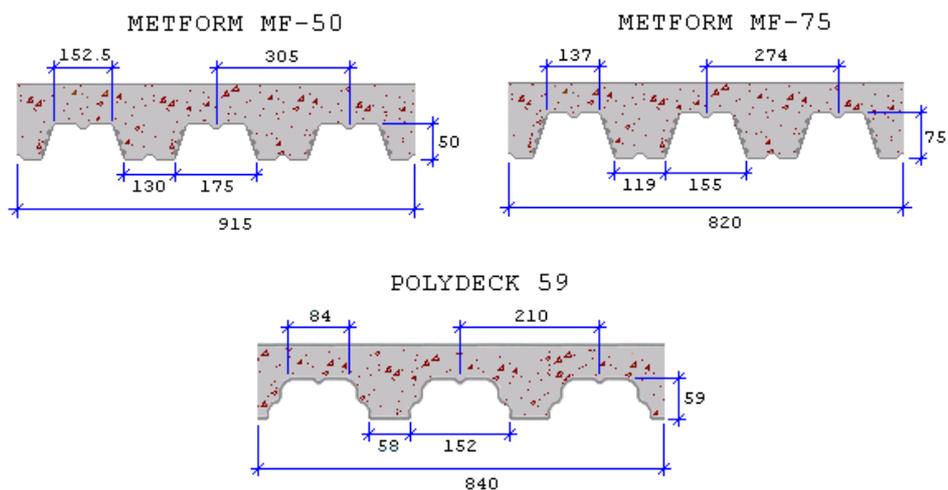
**Tipo de laje:** podem ser escolhidos três tipos de lajes.



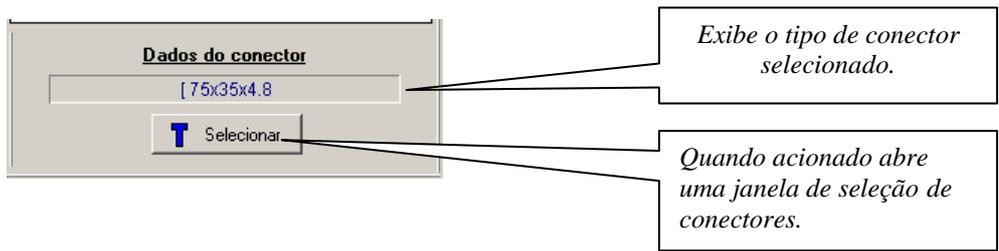
Caso escolha fôrma metálica incorporada, deve ser indicado se a fôrma é paralela ou perpendicular à viga, de acordo com o que é mostrado abaixo:



e ainda pode ser escolhida fôrma tipo *MetForm MF-50*, *MetForm MF-75* ou *PolyDeck 59*, que se selecionadas preencherão automaticamente os campos destinados à altura e largura da fôrma.



**Dados dos conectores:**



*Escolha do tipo de conector.*

*Dimensões do conector. Se escolher tipo U, deve ser fornecido o comprimento  $L_{cs}$ .*

*Importante: não esquecer de declarar a tensão de ruptura do aço do conector.*

**Conectores:**

- U Formado a Frio
- U Laminado
- Stud Bolt

**Dimensões:**

d	b	t
50	25	1.20
50	25	1.50
50	25	2.00
50	25	2.25
50	25	2.65
50	25	3.00
50	25	3.00
50	30	3.00

**Conectores por nervura:** 1 (1-3)    **Número de linhas:** 1 (1-3)    **Tensão de ruptura:** fu 345 MPa

*Se escolher conectores tipo Stud Bolt, deverá ser fornecido o número de conectores por nervura e o número de linhas. Este valor pode variar de 1 a 3.*

**Conectores:**

- U Formado a Frio
- U Laminado
- Stud Bolt

**Dimensões:**

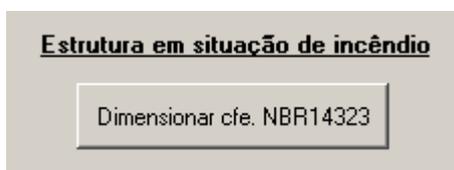
Hc	Dc
100	19
110	21
140	21
110	25

**Conectores por nervura:** 1 (1-3)    **Número de linhas:** 1 (1-3)    **Tensão de ruptura:** fu 345 MPa

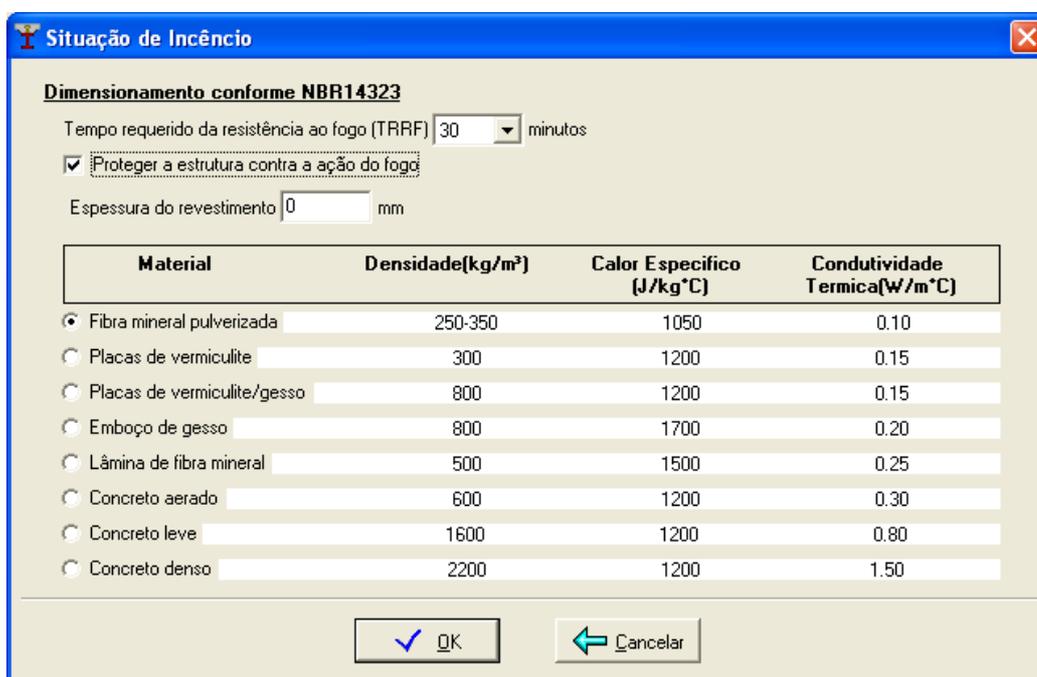


## 2.2.1 Dimensionamento em Situação de Incêndio

Caso queira-se dimensionar a estrutura em situação de incêndio, deve-se clicar no botão, conforme figura, para obter alguns fatores necessários segundo os critérios da NBR 14323 - Dimensionamento de estruturas de aço de edifícios em situação de incêndio.



Então surgirá uma janela com uma lista de tipos de revestimentos e suas características.



**Situação de Incêndio**

**Dimensionamento conforme NBR14323**

Tempo requerido da resistência ao fogo (TRRF) 30 minutos

Proteger a estrutura contra a ação do fogo

Espessura do revestimento 0 mm

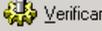
Material	Densidade(kg/m³)	Calor Especifico (J/kg°C)	Condutividade Termica(W/m°C)
<input checked="" type="radio"/> Fibra mineral pulverizada	250-350	1050	0.10
<input type="radio"/> Placas de vermiculite	300	1200	0.15
<input type="radio"/> Placas de vermiculite/gesso	800	1200	0.15
<input type="radio"/> Emboço de gesso	800	1700	0.20
<input type="radio"/> Lâmina de fibra mineral	500	1500	0.25
<input type="radio"/> Concreto aerado	600	1200	0.30
<input type="radio"/> Concreto leve	1600	1200	0.80
<input type="radio"/> Concreto denso	2200	1200	1.50

OK Cancelar

Deverá ser informado, necessariamente, o Tempo Requerido da Resistência ao Fogo (TRRF), que pode ser setado em 30, 60, 90, 120, 180 ou 240 minutos.

O usuário poderá optar por proteger ou não a estrutura. Caso selecione esta opção então ficarão ativos os campos de definição da espessura do revestimento e a lista para seleção do tipo de revestimento.



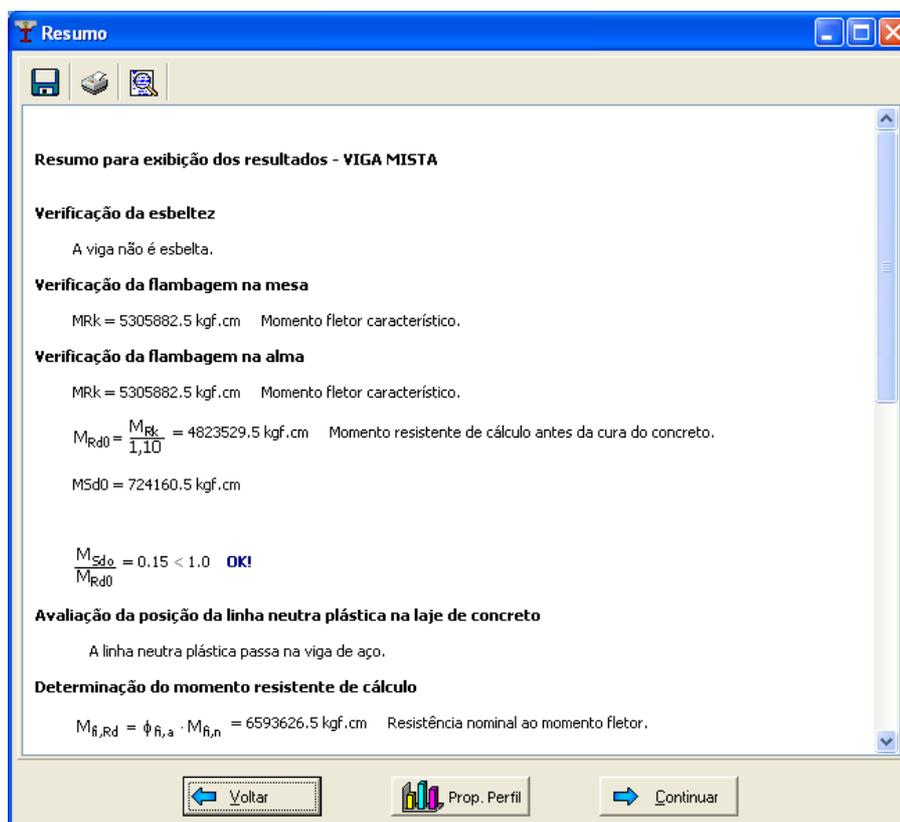
Após declarados todos os dados aciona-se o botão  e então surgirá, novamente, a janela informando a contra-flecha calculada e a adotada. Clicando em CONTINUAR, o programa segue exibindo o resumo.

## 2.3 MÓDULO RESUMO

Este módulo do **mCalc AC** apresenta, primeiramente, um quadro resumo só do dimensionamento, que já foi detalhado no item 1.6.3 do capítulo 1 deste manual. Clicando em CONTINUAR neste quadro resumo, então o programa apresentará um resumo de todos os módulos já visitados até então.

Neste resumo são apresentados dados básicos da geometria e as resistências obtidas com as respectivas relações solicitação/resistência. Também estão expostos a quantidade de conectores e a distribuição ao longo da viga; o consumo total de aço; a frequência da viga; esquema da viga com as reações e solicitações máximas e os diagramas de cortante, momento fletor e deslocamentos.

Este resumo poderá ser salvo como arquivo tipo RTF ou ainda impresso diretamente.



## 2.4 MÓDULO RELATÓRIO

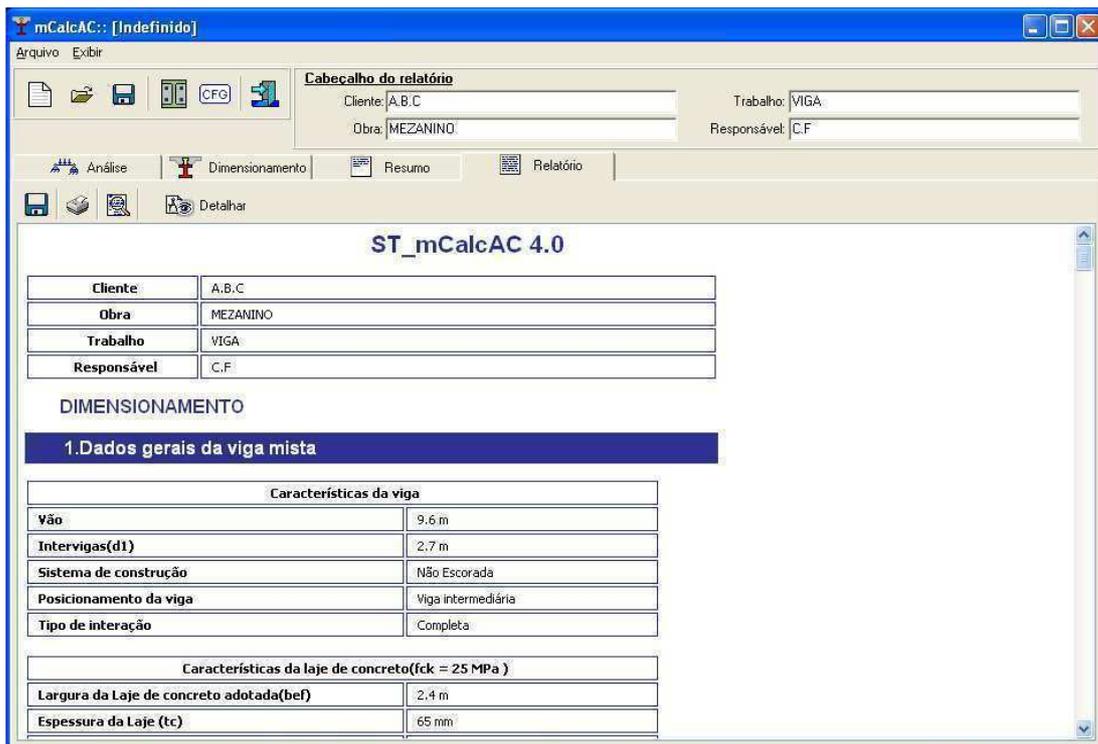
Para visualizar o relatório, basta clicar na aba referente a ele.

O relatório contém o formulário principal que foi empregado para obter os resultados do dimensionamento e também os resultados principais do módulo análise.

Nele vão constar no cabeçalho os dados preenchidos na janela principal da viga mista, também irá surgir uma tabela com todos os dados de entrada declarados.

No fim do relatório de dimensionamento será exibido um quadro com o consumo de aço, correspondente ao peso total da viga de aço e os conectores.

O relatório da análise vai conter os resultados e diagramas obtidos pelo módulo análise e a frequência da viga mista.



Cabeçalho do relatório	
Cliente:	A.B.C
Obra:	MEZANINO
Trabalho:	VIGA
Responsável:	C.F

**DIMENSIONAMENTO**

**1. Dados gerais da viga mista**

Características da viga	
Vão	9.6 m
Intervigas (d1)	2.7 m
Sistema de construção	Não Escorada
Posicionamento da viga	Viga intermediária
Tipo de interação	Completa

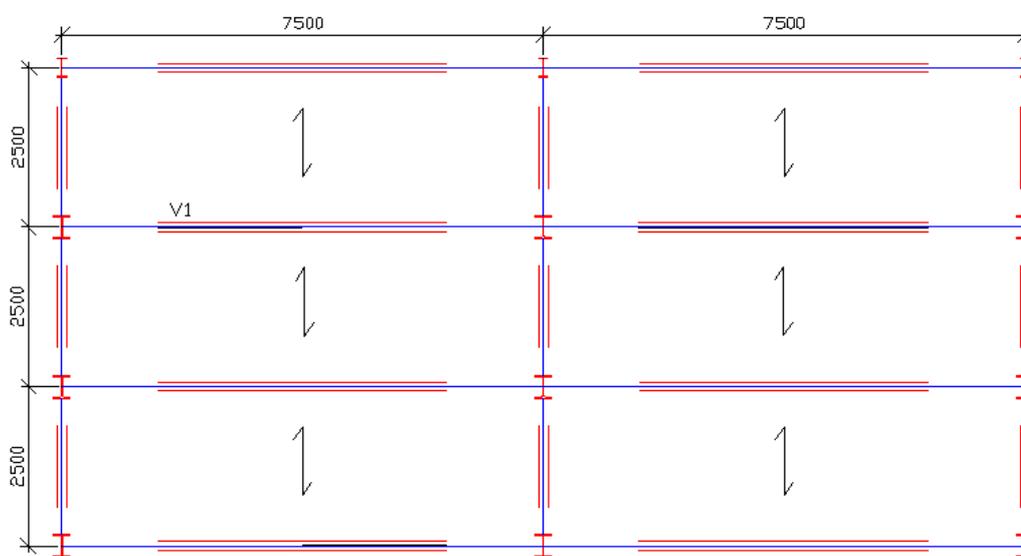
Características da laje de concreto (fck = 25 MPa )	
Largura da Laje de concreto adotada (bef)	2.4 m
Espessura da Laje (tc)	65 mm

Todo o formulário utilizado para determinar os resultados do dimensionamento da viga mista estará sendo exibido no Relatório.

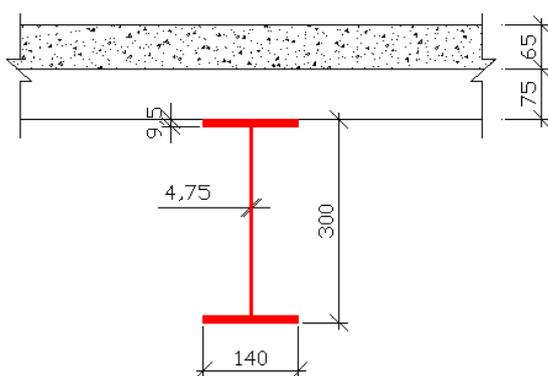


## 2.5 EXEMPLO RESOLVIDO

O presente exemplo foi extraído de Queiroz Gílson, Vigas Mistas – Exemplo 1  
Seja o sistema de piso misto apresentado, verificar as condições de segurança da viga V1.



Seção Transversal:



Dados:

Laje com fôrma metálica incorporada, Metform MF-75;  
Aço das vigas com  $f_y = 350\text{MPa}$  e  $f_u = 460\text{MPa}$ ;  
Construção não escorada;  
Concreto com  $f_{ck} = 20\text{MPa}$ ;  
Conectores de cisalhamento Stud Bolt  $\Phi 19\text{mm}$ ,  $f_u = 415\text{MPa}$ ;  
Interação Parcial 60%

**Ações antes da cura:**

Ação permanente:  $250\text{kgf/m}^2$

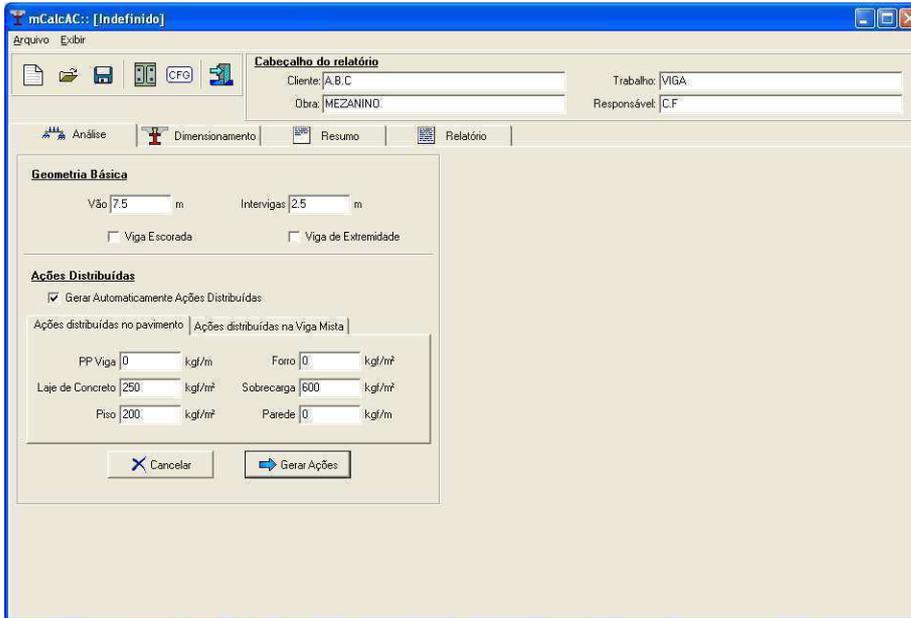
Sobre carga de Lançamento:  $100\text{kgf/m}^2$

**Ações depois da cura:**

Ação permanente:  $200\text{kgf/m}^2$

Sobre carga de Utilização:  $600\text{kgf/m}^2$

## 2.5.1 Informando cargas distribuídas no módulo **Análise**:

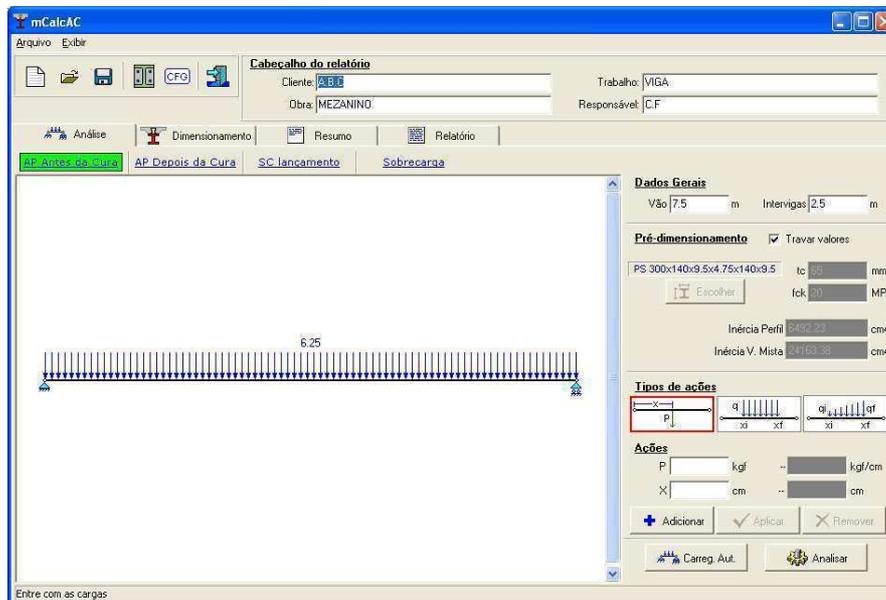


A sobre carga de lançamento é inserida no botão configurações na janela viga isostática.

### **Sobrecarga de lançamento**

SC.LANC 100 kgf/m<sup>2</sup>

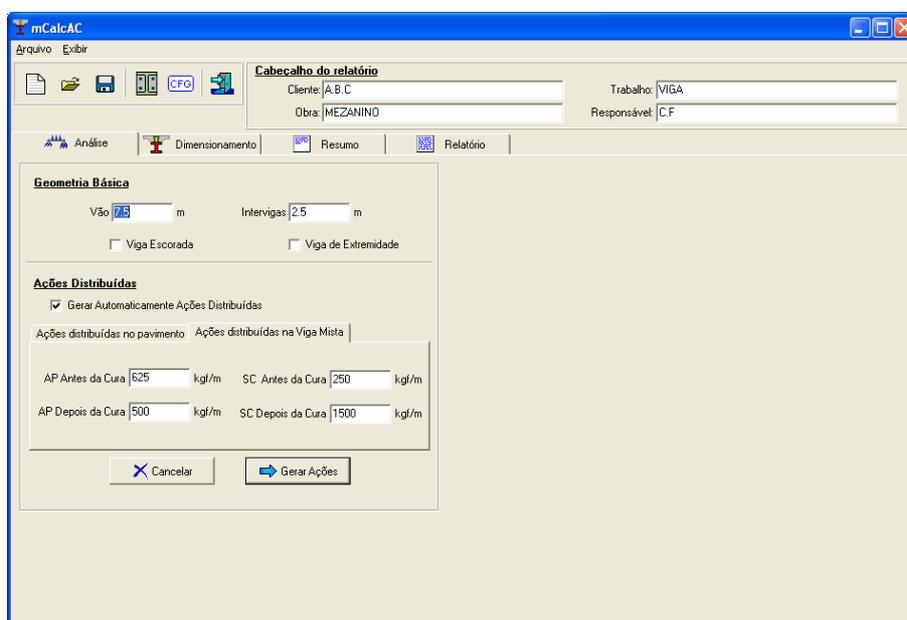
Ações aplicadas na viga:



As ações são geradas para cada estado:

- AP antes da cura;
- AP depois da cura;
- SC lançamento;
- Sobrecarga.

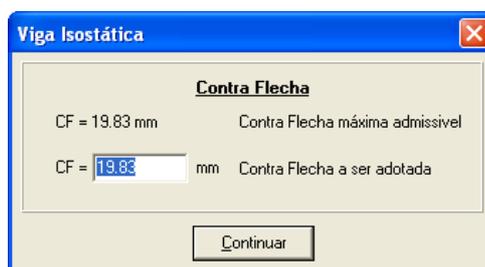
2.5.2 Como alternativa pode-se também informar diretamente as cargas sobre as vigas.



Ao analisar, o programa fornece a janela com as opções para fazer as combinações:



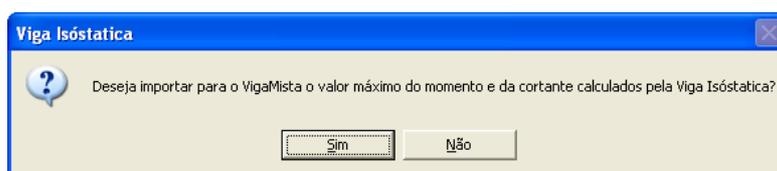
Ao clicar em **Calcular**, o programa informa a contra-flecha máxima e solicita o valor da contra-flecha a ser adotada. Neste exemplo adotaremos uma contra flecha igual à máxima.



O programa fornece um relatório com a análise realizada, a seguir é feita a verificação no módulo Dimensionamento.

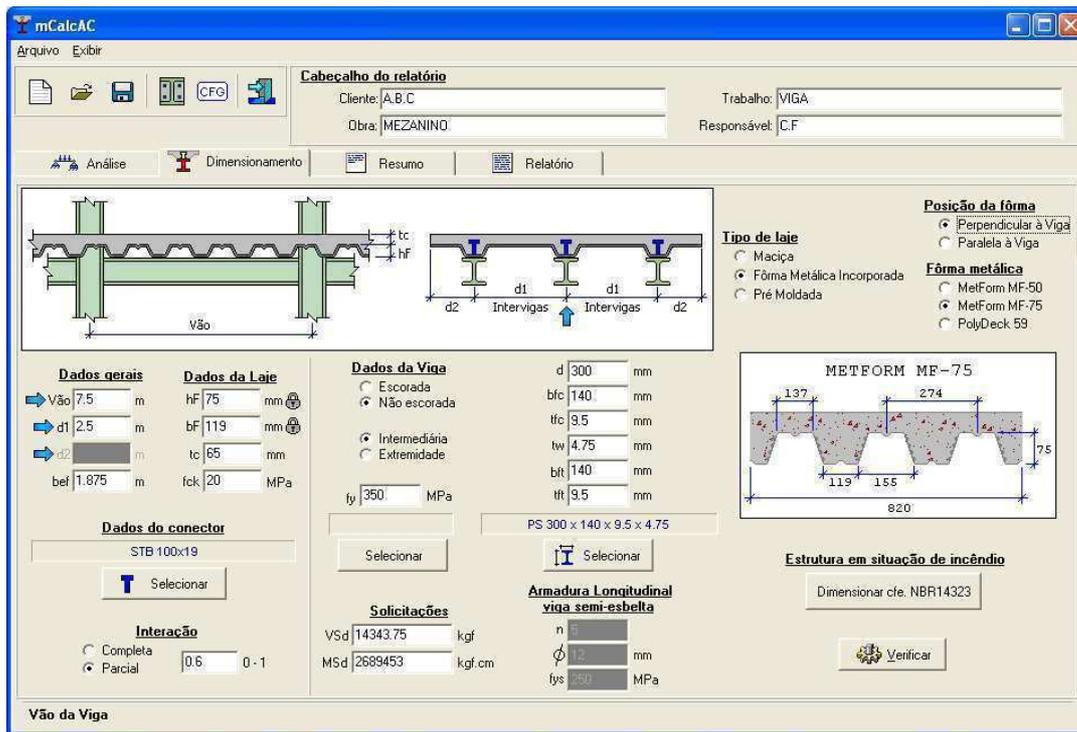
### 2.5.2 Fazendo a verificação no módulo **Dimensionamento**:

Ao selecionar este módulo, o programa pergunta se o usuário quer importar os dados das solicitações de cálculo do módulo de análise.

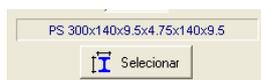


Escolhe-se a opção **Sim** para importar ou pode-se escolher **Não** e informar manualmente no campo das solicitações. Para o exemplo seleciona-se **Sim**. Tem-se então no campo Dados Gerais os dados que foram importados.

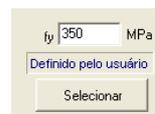
Declaramos os dados da viga, dados da laje, tipo e posição da fôrma, conectores de cisalhamento, aço e o perfil que será utilizado.



Escolha do perfil



e do aço

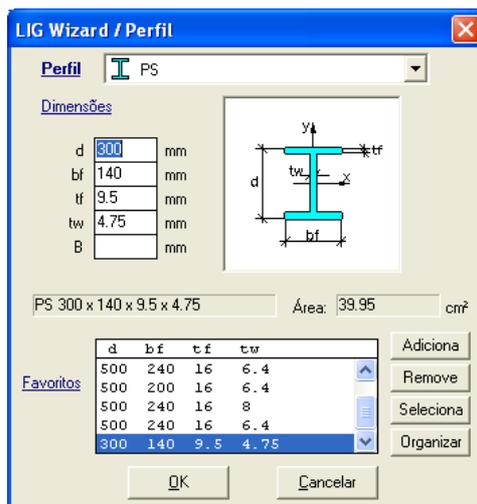


a ser utilizado:

Seleciona-se o tipo de perfil através da janela que contém alguns tipos de perfis, no caso dos perfis soldados pode-se declarar quaisquer dimensões e adicionar ao banco de dados.



Para o exemplo temos perfil soldado 300x140x9.5x4.74



A seleção do aço é feita através de uma lista contendo alguns tipos e podem-se declarar os valores da tensão de ruptura  $f_y$  e da tensão de escoamento  $f_u$ .

Aço	$f_y$ (MPa)	$f_u$ (MPa)	Espessuras disponíveis (mm)	Características
ASTM A36	250	400	2,0 a 150	Estrutural
ASTM A572 GR36	250	365	2,0 a 5,84	Estrutural
COS-AR-COR 400	250	380	2,0 a 100	Aço Patinável
A572-GR42	290	415	2,0 a 19	Estrutural
COS-CIVIL 300	300	400	2,0 a 150	Estrutural Especial
USI-SAC-300	300	400	2,0 a 12,7	Aço Patinável
COS-AR-COR 400 E	300	380	2,0 a 12,7	Aço Patinável
CSN-COR 420	300	420	2,0 a 6,3	Aço Patinável
COS-CIVIL 350	350	490	2,0 a 50,8	Estrutural Especial
ASTM A572 GR50	345	450	2,0 a 5,84	Estrutural
USI-SAC-350	350	485	2,0 a 12,7	Aço Patinável
A588	345	485	2,0 a 19	Estrutural
USI-LN 380	380	490	2,0 a 12,7	Estrutural Especial
COS-AR-COR 500	375	490	2,65 a 50,8	Aço Patinável

$f_y$  350 MPa     $f_u$  460 MPa



Escolha do conector de cisalhamento:

**Dados do conector**

STB 100x19

 Selecionar

**Interação**

Completa

Parcial 0.6 0 - 1

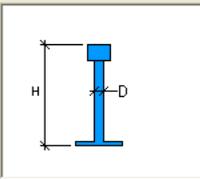
**Selecione um conector**

**Conectores:**

U Formado a Frio

U Laminado

Stud Bolt



**Dimensões:**

H 100 mm

D 19 mm

-- 0 mm

-- 0 mm

-- 0 mm

Hc	Dc
100	19
110	21
140	21
110	25

STB 100x19

Adicionar Remover Substituir

**Conectores por nervura:** 1 (1-3) **Número de linhas:** 1 (1-3) **Tensão de ruptura:** fu 415 MPa

Ok Cancelar

Ao clicar em **Verificar**, tem-se o relatório completo apresentando a análise e as rotinas de verificações para o dimensionamento, tem-se também a opção para que seja feito o detalhamento da viga calculada.

mCalcAC

Arquivo Exibir

**Cabecalho do relatório**

Cliente: A.B.C Trabalho: VIGA

Obra: MEZANINO Responsável: C.F

Análise Dimensionamento Resumo Relatório

Detalhar

**ST\_mCalcAC 4.0**

Cliente	A.B.C
Obra	MEZANINO
Trabalho	VIGA
Responsável	C.F

**DIMENSIONAMENTO**

**1.Dados gerais da viga mista**

Características da viga	
Vão	7,5 m
Intervigos(d1)	2,5 m
Sistema de construção	Não Escorada
Posicionamento da viga	Viga intermediária
Tipo de interação	Parcial - 60 %

Características da laje de concreto(fck = 20 MPa )	
Largura da Laje de concreto adotada(bef)	1,88 m
Funessura da Laje (fr)	65 mm



## RELATÓRIO mCalcAC 4.0

<b>Cliente</b>	A.B.C
<b>Obra</b>	MEZANINO
<b>Trabalho</b>	VIGA
<b>Responsável</b>	C.F

### DIMENSIONAMENTO

#### 1.Dados gerais da viga mista

Características da viga	
<b>Vão</b>	7.5 m
<b>Intervigas(d1)</b>	2.5 m
<b>Sistema de construção</b>	Não Escorada
<b>Posicionamento da viga</b>	Viga intermediária
<b>Tipo de interação</b>	Parcial - 60 %

Características da laje de concreto( $f_{ck} = 20 \text{ MPa}$ )	
<b>Largura da Laje de concreto adotada(bef)</b>	1.875 m
<b>Espessura da Laje (<math>t_c</math>)</b>	65 mm
<b>Tipo de laje</b>	Fôrma metálica incorporada

Características da fôrma	
<b>Altura da fôrma (<math>h_f</math>)</b>	75 mm
<b>Largura da fôrma (<math>b_f</math>)</b>	119 mm
<b>Tipo de fôrma</b>	Metform MF-75

Características do perfil	
<b>Perfil</b>	PS 300 x 140 x 9.5 x 4.75
<b>Limite de escoamento do perfil(<math>f_y</math>)</b>	350 MPa
<b>Altura do perfil(d)</b>	300 mm
<b>Momento de inércia do perfil (<math>I_a</math>)</b>	6492.229 cm <sup>4</sup>

Característica dos conectores	
<b>Tipo</b>	STB 100x19



Solicitações de cálculo	
Momento fletor máximo de cálculo(MSd)	2689453 kgf.cm
Momento fletor máximo de cálculo antes da cura(MSdo)	878906.25 kgf.cm
Esforço cortante máximo de cálculo(VSd)	14343.75 kgf

## 2.Verificação da esbeltez

$$\frac{h}{t_w} = 59.158 \quad \text{Esbeltez da viga.}$$

$$3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 89.881 \quad \text{Esbeltez limite da viga.}$$

$$\frac{h}{t_w} \leq 3,76 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} \quad \text{A viga não é esbelta.}$$

## 3.Verificação da flambagem na mesa

MSdo = 878906.25 kgf.cm Momento fletor na viga antes da cura do concreto.

W = 432.815 cm<sup>3</sup> Módulo elástico da seção de aço.

Wc = 216.408 cm<sup>3</sup> Módulo elástico da região comprimida da seção de aço.

fr = 1050 kgf/cm<sup>2</sup> Tensão residual de compressão nas mesas.

$$\lambda = \frac{b}{t_f} = 7.118 \quad \text{Parâmetro de esbeltez.}$$

$$\lambda_p = 0,38 \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 9.084 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.}$$

$$k_c = \frac{4}{\sqrt{h/t_w}} = 0.52$$

$$\lambda_r = 0,95 \cdot \sqrt{\frac{E}{(f_y - f_r)/k_c}} = 19.574 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento.}$$

$$M_r = W \cdot f_y = 1514853.5 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento.}$$

$$M_{pl} = 1,15 \cdot M_r = 1742081.5 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção.}$$



$$M_{cr} = \frac{0,90 \cdot k_c \cdot E \cdot W_c}{\lambda^2} = 3997895 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor de flambagem elástica.}$$

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$M_{Rk} = M_{pl} = 1742081.5 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor característico.}$$

$$M_{Rd0} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 1583710.5 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento resistente de cálculo antes da cura do concreto.}$$

#### 4. Verificação da flambagem na alma

$M_{Sdo} = 878906.25 \text{ kgf.cm}$  Momento fletor na viga antes da cura do concreto.

$W = 432.815 \text{ cm}^3$  Módulo elástico da seção de aço.

$h_p = 28.1 \text{ cm}$  Altura comprimida da alma da viga.

$$\lambda = \frac{h}{t_w} = 59.158 \quad \text{Parâmetro de esbeltez.}$$

$$\lambda_p = 3,76 \cdot \frac{h}{h_p} \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 89.881 \quad \text{Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.}$$

$$M_r = W_{ef} \cdot f_y = 1514853.5 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor correspondente ao início do escoamento.}$$

$$M_{pl} = 1,15 \cdot M_r = 1742081.5 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor de plastificação da seção.}$$

$$\lambda \leq \lambda_p$$

$$M_{Rk} = M_{pl} = 1742081.5 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento fletor característico.}$$

$$M_{Rd0} = \frac{M_{Rk}}{1,10} = 1583710.5 \text{ kgf.cm} \quad \text{Momento resistente de cálculo antes da cura do concreto.}$$

O momento resistente de cálculo para verificação da viga antes da cura do concreto é:

$M_{Rd} = 1583710.5 \text{ kgf.cm}$  Momento fletor na viga antes da cura do concreto.

$$M_{Rd} \geq M_{Sdo} \quad \text{OK!}$$

$$\frac{M_{Sdo}}{M_{Rd0}} = 0.555 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$



## 5. Avaliação da posição da linha neutra plástica na laje de concreto

(Afy)<sub>a</sub>: é o produto da área da seção da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.

$$\frac{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b \cdot t_c}{1,40} = 147991.078 \text{ kgf} \quad \text{Força de plastificação da laje de concreto.}$$

$$\frac{(A \cdot f_y)_a}{1,10} = 127105.68 \text{ kgf} \quad \text{Força de plastificação do perfil de aço.}$$

V<sub>hRd</sub> = 127105.68 kgf Força resistente de cisalhamento longitudinal.

$$Q_{Rd} = \eta \cdot V_{hRd} = 76263.414 \text{ kgf}$$

Conector: STB 100x19

A<sub>cs</sub> = 2.835 cm<sup>2</sup> Área da seção transversal dos conectores.

$$E_c = 0.85 \cdot 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}} = 21287.367 \text{ MPa} \quad \text{Módulo de elasticidade do concreto.}$$

R<sub>g</sub> = 1

R<sub>p</sub> = 0.75

$$Q_{Rd} = R_p \cdot R_g \cdot \frac{A_{cs} \cdot f_{ucs}}{1,25} = 7059.865 \text{ kgf}$$

$$\frac{Q_{Rd}}{Q_{Rd}}$$

Q<sub>Rd</sub> = 11 Número de conectores para metade do vão

C<sub>cd</sub> = 77658.516 kgf Resistência de cálculo da região comprimida da laje.

$$a = \frac{C_{cd}}{0,85 \cdot f_{ck} \cdot b} = 3.411 \text{ cm} \quad \text{Espessura comprimida da laje.}$$

$$C_{ad} = \frac{1}{2} \left[ \frac{(A \cdot f_y)_a}{1,10} - C_{cd} \right] = 24723.582 \text{ kgf} \quad \text{Resistência de cálculo da região comprimida do perfil de}$$

aço.

$$T_{ad} = C_{cd} + C_{ad} = 102382.094 \text{ kgf} \quad \text{Resistência de cálculo da região tracionada do perfil de aço.}$$

$$C_{ad} \leq \frac{(A \cdot f_y)_{tf}}{1,10} \quad \text{A linha neutra plástica está na mesa superior.}$$



## 6. Determinação do momento resistente de cálculo

$\beta_{vm}$  coeficiente dado conforme a capacidade de rotação da ligação. Para vigas biapoiadas é igual a 1,00.  
 $y_p = 0.555$  cm distância da linha neutra da seção plastificada até a face superior da viga de aço.  
 $y_c = 0.278$  cm distância do centro de gravidade da parte comprimida da seção da viga de aço até a face superior dessa viga.  
 $y_t = 11.445$  cm distância do centro de gravidade da parte tracionada da seção da viga de aço até a face inferior dessa viga.  
 $d = 30$  cm Altura do perfil de aço.  
(Afy)<sub>tf</sub>: é o produto da área da mesa superior da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.  
(Afy)<sub>tw</sub>: é o produto da área da alma da viga de aço pela sua resistência ao escoamento.

$$M_{Rd} = \beta_{vm} \cdot \left[ C_{ad} \cdot (d - y_t - y_c) + C_{cd} \cdot \left( t_c - \frac{a}{2} + h_f + d - y_t \right) \right] = 2847640.25 \text{ kgf.cm}$$

Resistência de cálculo ao momento fletor.

$$\frac{M_{Sd}}{M_{Rd}} = 0.944 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$

## 7. Verificação ao esforço cortante

$\lambda = 59.158$  Parâmetro de esbeltez.

$\lambda_p = 58.797$  Parâmetro de esbeltez correspondente à plastificação.

$\lambda_r = 73.23$  Parâmetro de esbeltez correspondente ao início do escoamento.

$A_w = 14.25$  cm<sup>2</sup> Área efetiva de cisalhamento.

$V_{pl} = 0,60 \cdot A_w \cdot f_y = 29925$  kgf Força cortante correspondente à plastificação.

$V_{Rk} = \frac{\lambda_p}{\lambda} \cdot V_{pl} = 29742.68$  kgf Força cortante resistente característica.

$V_{Rd} = \frac{V_{Rk}}{1,10} = 27038.799$  kgf Força cortante resistente de cálculo.

$$\frac{V_{Sd}}{V_{Rd}} = 0.53 \leq 1.0 \quad \text{OK!}$$



## 8. Distribuição dos conectores

Distância interconectores = 274 mm

Número total de conectores ao longo do vão: 22 mais 5 conectores extras

Distribuição: 1 linha com 27 conectores

### 8.1. Verificação dos espaçamentos máximos e mínimos

$$e_{\text{máx}} = 8 \cdot t_c = 520 \text{ mm}$$

$$274 \text{ mm} \leq 520 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

$$e_{\text{mín}} = 4 \cdot \phi = 76 \text{ mm}$$

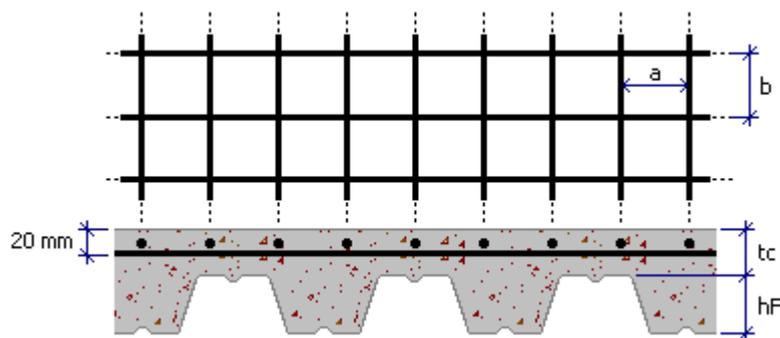
$$e_{\text{mín}} = b_f = 19 \text{ mm}$$

$$274 \text{ mm} \geq 19 \text{ mm} \quad \text{OK!}$$

## 9. Armadura adicional

### 9.1. Armadura de retração

Recomendações do fabricante da fôrma metálica



$$hf + tc = 140 \text{ mm}$$

$$a = 150 \text{ mm}$$

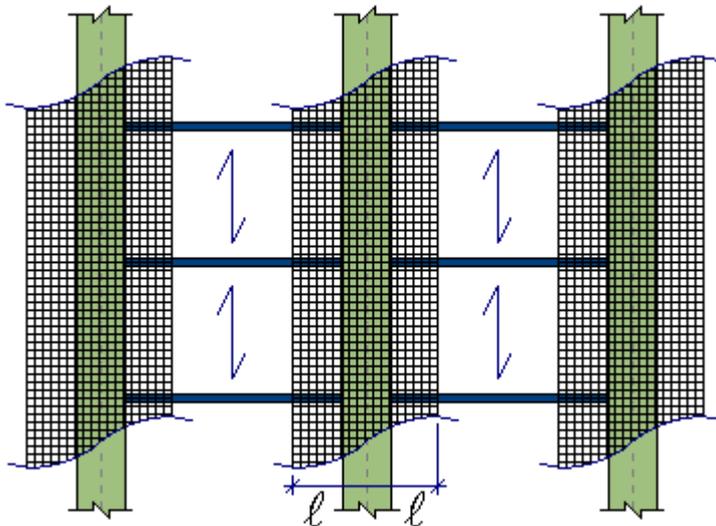
$$b = 150 \text{ mm}$$

$$\phi = 3.8 \text{ mm}$$

### 9.2. Armadura de fissuração

Recomenda-se uma malha de mesmas proporções que a de retração sobre as vigas de apoio.





$l$  = Largura de influência da armadura de fissuração

## 10. Determinação da inércia da viga mista: Análise elástica simplificada

$$E_c = 0.85 \cdot 5600 \cdot \sqrt{f_{ck}} = 21287.367 \text{ MPa} \quad \text{Módulo de elasticidade do concreto.}$$

$\kappa = 2$  Coeficiente que leva em conta a fluência do concreto no cálculo da relação modular.

$$R_{MO} = \frac{E_a}{E_c} = 9.395 \quad \text{Relação modular para ações de curta duração.}$$

$$R_M = \kappa \cdot R_{MO} = 18.79 \quad \text{Relação modular para ações de longa duração.}$$

Para ações de curta duração

$$I_{tr} = 29588.602 \text{ cm}^4 \quad \text{Momento de inércia da seção mista homogeneizada.}$$

$$I_{ef} = I_a + \sqrt{\frac{Q_{Rd}}{V_{hRd}}} \cdot (I_{tr} - I_a) = 24382.604 \text{ cm}^4 \quad \text{Momento efetivo de inércia.}$$

Para ações de longa duração

$$I_{tr} = 23112.459 \text{ cm}^4 \quad \text{Momento de inércia da seção mista homogeneizada.}$$

$$I_{ef} = I_a + \sqrt{\frac{Q_{Rd}}{V_{hRd}}} \cdot (I_{tr} - I_a) = 19366.203 \text{ cm}^4 \quad \text{Momento efetivo de inércia.}$$

## 11.Verificação da tensão na mesa inferior

$M_{SdGa} = 615234.375 \text{ kgf.cm}$  Momento máximo de cálculo devido a ação permanente antes da cura

$M_{SdL} = 492187.5 \text{ kgf.cm}$  Momento máximo de cálculo devido as ações depois da cura

$W_a = 432.815 \text{ cm}^3$  Módulo elástico da seção de aço

$W_{ef} = 676.276 \text{ cm}^3$  Módulo elástico efetivo da seção transformada

$f_{yd} = 3181.818 \text{ kgf/cm}^2$  Resistência de cálculo da seção de aço

$$\frac{M_{Sd,Ga}}{W_a} + \frac{M_{Sd,L}}{W_{ef}} = 2149.262 \text{ kgf/cm}^2$$

$$\frac{M_{Sd,Ga}}{W_a} + \frac{M_{Sd,L}}{W_{ef}} \leq f_{yd} \quad \text{OK!}$$

## 12.Peso da viga de aço e conectores

VIGA:PS 300 x 140 x 9.5 x 4.75 com STB 100x19 a cada 274 mm

Viga	
<b>Perfil</b>	<b>Peso</b>
<b>PS 300 x 140 x 9.5 x 4.75</b>	32 kgf/m
<b>27 STB 100x19</b>	7 kgf
<b>Peso Total</b>	247 kgf

## ANÁLISE

### 13.Dados gerais

<b>Vão</b>	750 cm	<b>Intervigas</b>	250 cm
<b>Inércia Perfil</b>	6492.23 cm <sup>4</sup>	<b>Inércia Viga Mista</b>	23112.46 cm <sup>4</sup>

### 14.Estado de Ações

<b>PP Viga</b>	0 kgf/m	<b>Forro</b>	0 kgf/m <sup>2</sup>
<b>Laje de Concreto</b>	250 kgf/m <sup>2</sup>	<b>Sobrecarga</b>	600 kgf/m <sup>2</sup>
<b>Piso</b>	200 kgf/m <sup>2</sup>	<b>Parede</b>	0 kgf/m



## 15. Combinações de ações:

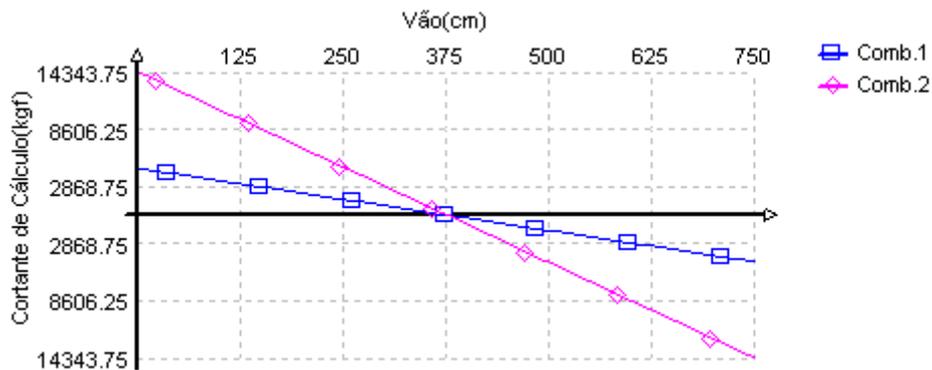
Combinações para dimensionamento				
Combinações	AP antes cura $\gamma$	SC antes cura $\gamma$	AP depois cura $\gamma$	SC depois cura $\gamma$
Combinação 1	1.4	1.5	---	---
Combinação 2	1.4	---	1.4	1.5

Combinações para cálculo da flecha				
Combinações	AP antes cura $\psi$	SC antes cura $\psi$	AP depois cura $\psi$	SC depois cura $\psi$
Combinação 3	1	---	---	---
Combinação 4	---	---	1	1

## 16. Cortantes:

Combinação	Cortante Máximo(kgf)	Posição(cm)
Combinação 1 - Dimensionamento	4687.5	0
Combinação 2 - Dimensionamento	14343.75	0

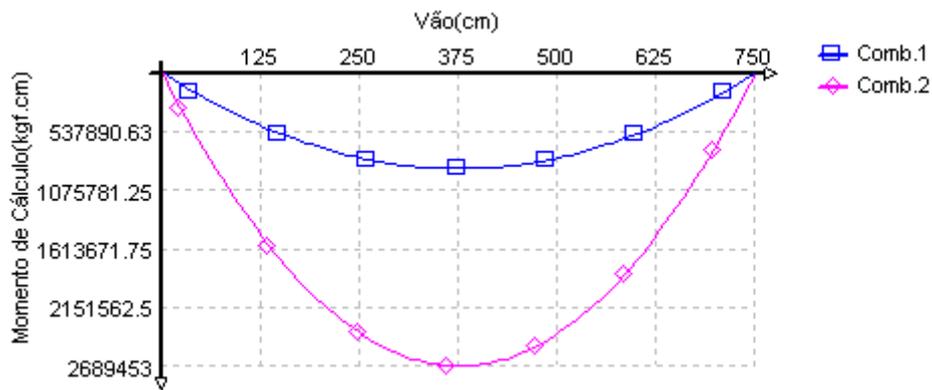
### 16.1. Diagrama de Cortantes:



## 17. Momentos:

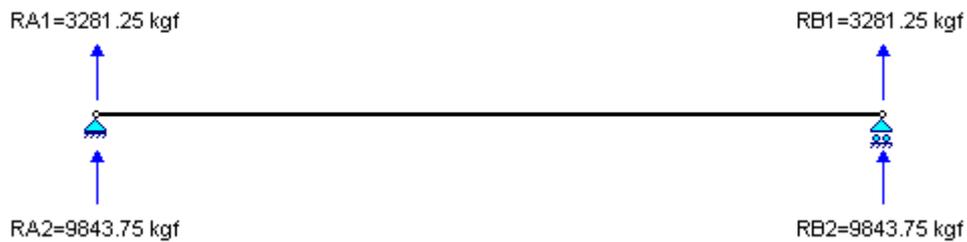
Combinação	Momento Máximo(kgf.cm)	Posição(cm)
Combinação 1 - Dimensionamento	878906.25	375
Combinação 2 - Dimensionamento	2689453	375

### 17.1. Diagrama de Momentos:



## 18. REAÇÕES:

### 18.1. Reações das combinações (sem ponderação):



### 18.2. Reações dos estados isolados:

Estados	RA(kgf)	RB(kgf)
AP Antes da Cura	2343.75	2343.75
AP Depois da Cura	1875	1875
SC Lançamento	937.5	937.5
SC Total	5625	5625

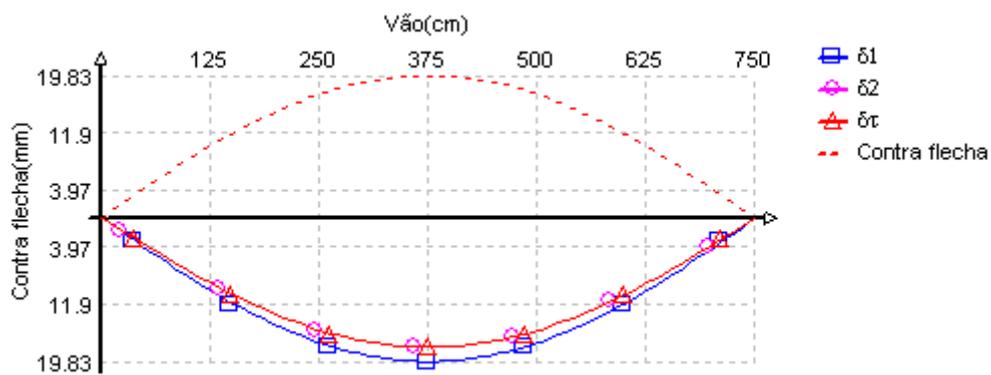
## 19. Diagrama de deslocamentos com Contra flecha:

$$CF = -(\delta_1 + \delta_2) = 19.83 \text{ mm}$$

$$\delta_T = \delta_1 + \delta_2 - CF = 17.83 \text{ mm}$$

$\delta_1 = 19.83 \text{ mm}$  flecha máxima devido à ação permanente no lançamento.

$\delta_2 = 17.83 \text{ mm}$  flecha máxima relacionada à ação permanente após a cura mais SC total.



## 20. Frequência da Viga Mista

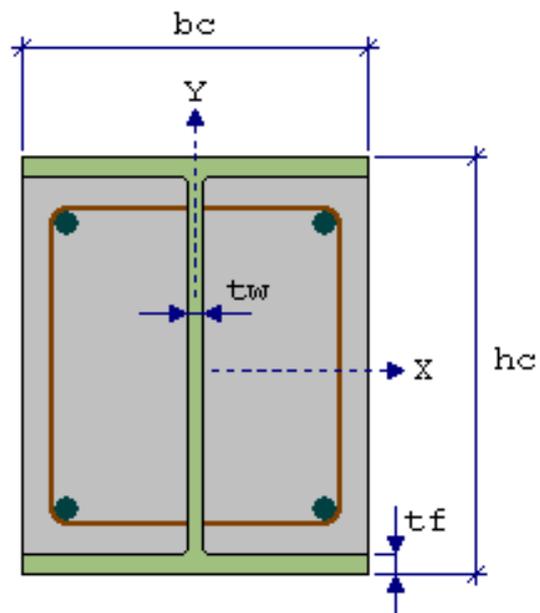
$E = 200000 \text{ N/mm}^2$  Módulo de elasticidade do aço  
 $I_{tr} = 231124592 \text{ mm}^4$  Inércia da seção transformada  
 $W = 4.805 \text{ N/mm}$  Peso da laje de concreto sob a largura efetiva  
 $L = 7500 \text{ mm}$  Vão da viga mista

$$f = 156 \cdot \sqrt{\frac{E \cdot I_{tr}}{W \cdot L^4}} = 8.602 \text{ Hz}$$

## CAPÍTULO 3.



### mCalc AçoConcreto – COLUNA MISTA

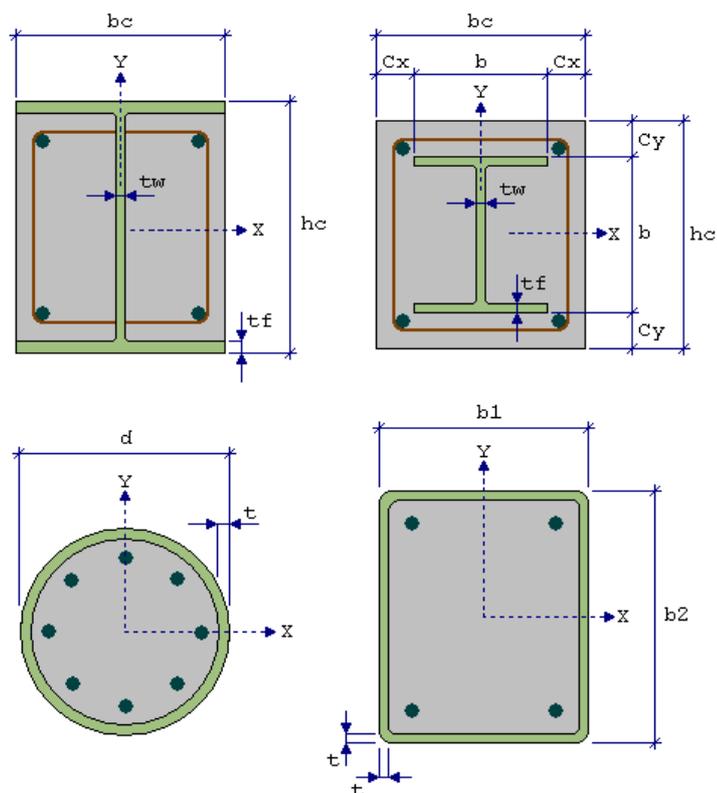


## CAPÍTULO 3. mCalc AC – COLUNA MISTA

### 3.1 COLUNA MISTA

Assim como na estrutura de viga mista, a coluna mista está organizado em grupos de forma a facilitar a entrada de dados pelo usuário.

Estão disponíveis quatro tipos de seções:



### Armadura Longitudinal:

Selecionar o tipo de aço da armadura. Pode ser escolhido entre CA50 ou CA60. Caso o usuário queira empregar armaduras com outro tipo de aço, basta marcar "usuário" e declarar a resistência ao escoamento.

**Armadura longitudinal**

CA50 -  $f_{ys} = 500$  MPa

CA60 -  $f_{ys} = 600$  MPa

Usuário -  $f_{ys} =$   MPa

ns

Diâmetro  mm

Número de barras que compõe a armadura longitudinal.

Diâmetro das barras da armadura longitudinal.

### Contraventamento:

É necessário que o usuário declare se a estrutura é contraventada ou não para obter os valores da esbeltez relativa para desprezar retração e fluência do concreto.

**Estrutura contraventada**

Estrutura contraventada

### Seleção do perfil de aço:

Para selecionar o perfil da coluna aciona-se este botão, poderá ser escolhido entre perfis tipo I, Tubo Circular (FF) e BOX (FF)..

**Dados do Perfil**

d  mm

bf  mm

tf  mm

tw  mm

W 360 x 79.0

Dimensões do perfil selecionado.

### Concreto:

**Resistência característica do concreto**

fck  MPa

Campo destinado à resistência característica do concreto.

### Seleção tipo de aço:

Para selecionar o tipo de aço basta clicar neste botão e aparecerá uma listagem com tipos de aço conforme comentado no item 1.6.2 do capítulo 1 deste manual.

**Aço**

$f_y$   MPa

ASTM A570 GR50



### Comprimentos de flambagem:

Comprimentos de flambagem	
<i>Comprimento de flambagem do pilar em relação ao eixo X.</i>	$K_x L_x$ <input type="text" value="5000"/> mm
<i>Comprimento de flambagem do pilar em relação ao eixo Y.</i>	$K_y L_y$ <input type="text" value="5000"/> mm

Os comprimentos e flambagem devem ser inseridos nos campos sabendo que L corresponde ao comprimento do pilar e K é o parâmetro de flambagem a ser utilizado.

### Solicitações de cálculo:

Solicitações	
<i>Momento fletor de cálculo na direção X.</i>	$N_{sd}$ <input type="text" value="50000"/> kgf
	$M_{sd,x}$ <input type="text" value="1200000"/> kgf.cm
	$M_{sd,y}$ <input type="text" value="856000"/> kgf.cm

*Esforço normal de cálculo.*

*Momento fletor de cálculo na direção Y.*

### Cobrimentos:

Estes campos só estarão ativos se for escolhido o pilar totalmente revestido por concreto, sendo  $h_c$  e  $b_c$  as dimensões externas do pilar e  $C_x$  e  $C_y$  os espaçamentos entre o perfil de aço e as bordas externas do pilar.

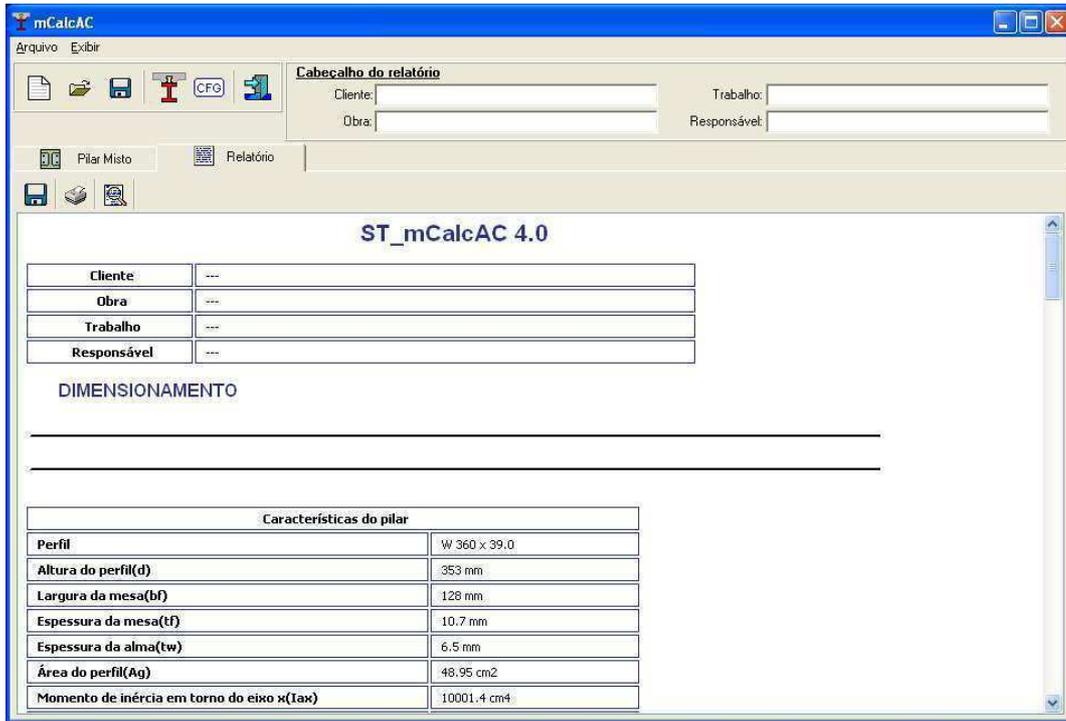
Cobrimentos		Dimensões	
$C_x$ <input type="text" value="125"/> mm	→	$h_c$ <input type="text" value="400"/> mm	
$C_y$ <input type="text" value="200"/> mm	→	$b_c$ <input type="text" value="250"/> mm	

Após declarados todos os dados de entrada da coluna mista, clica-se em  e o relatório é automaticamente exibido pelo **Calc AC**.

O relatório da coluna mista exibe um cabeçalho com os dados preenchidos na janela principal Pilar Misto e uma tabela com os dados de entrada.

Em relação às verificações realizadas, o pilar será verificado quanto à resistência ao esforço normal e a flexão em torno dos eixos x e y. Por fim, é apresentada a equação de interação para verificação dos efeitos da força axial e dos momentos fletores.





## CAPÍTULO 4.

---



### mCalc AçoConcreto – MENSAGENS DE ALERTA



## CAPÍTULO 4. Calc AC – MENSAGENS DE ALERTA

### 4.1 ALERTAS QUE PODEM SER EXIBIDOS

Durante a utilização do programa, conforme os dados de entrada inseridos pelo usuário, poderão aparecer alguns alertas.

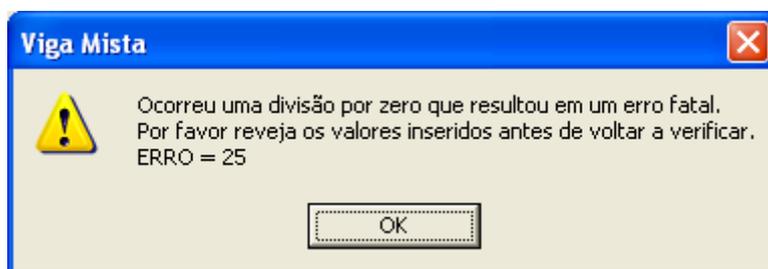
#### 4.1.1 Distribuição Interconectores



Relacionado a distância interconectores, sendo exibido o valor calculado e os valores mínimos e máximos segundo a revisão da norma NBR 8800. Cabe ao usuário editar este valor para que fique dentro deste intervalo ou então desconsiderar o critério da norma e continuar com o valor exibido pelo programa.

#### 4.1.2 Entrada de dados

Caso o usuário esqueça ou deixe de declarar algum dado de entrada o programa exibirá a seguinte mensagem:

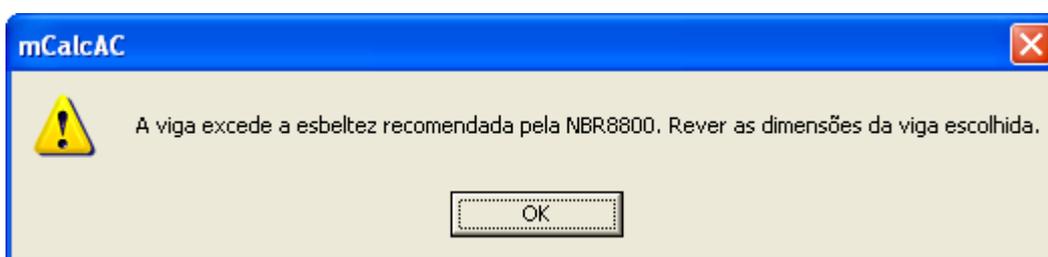
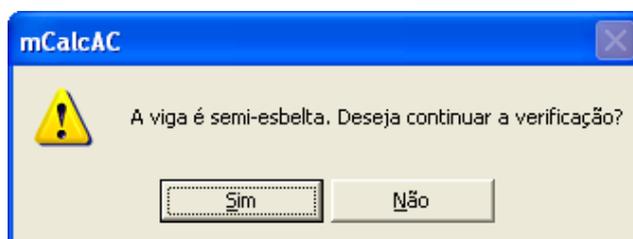


Indicando que devem ser revistos os dados de entrada na janela principal, ou na janela de configurações ou na janela dos dados dos conectores.

Caso não se consiga prosseguir com os cálculos deverá ser salvo o arquivo e enviado para a Stabile.

### 4.1.3 Esbeltez da viga

Os alertas que podem aparecer referentes a esbeltez da viga são:



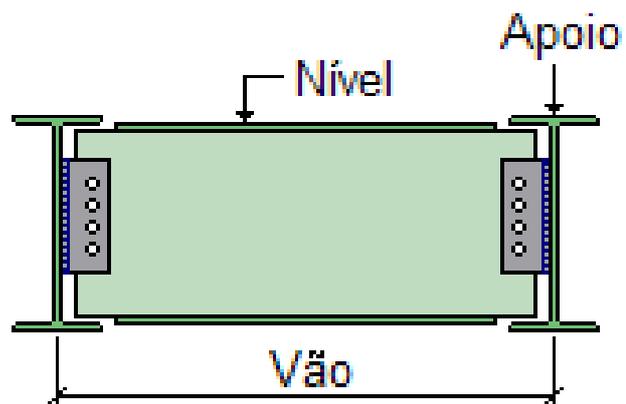
A primeira irá aparecer quando o cálculo da esbeltez indicar viga semi-esbelta, então o usuário poderá escolher se irá ou não prosseguir com os cálculos. Caso desejar prosseguir entrará num roteiro de cálculo específico para esta estrutura, senão, deverá editar novos valores para as dimensões do perfil da viga.

A segunda indica que a esbeltez foi excedida e o usuário deverá escolher outra dimensão para a viga.

## CAPÍTULO 5.



### mCalc AçoConcreto – DETALHAMENTO VIGA MISTA

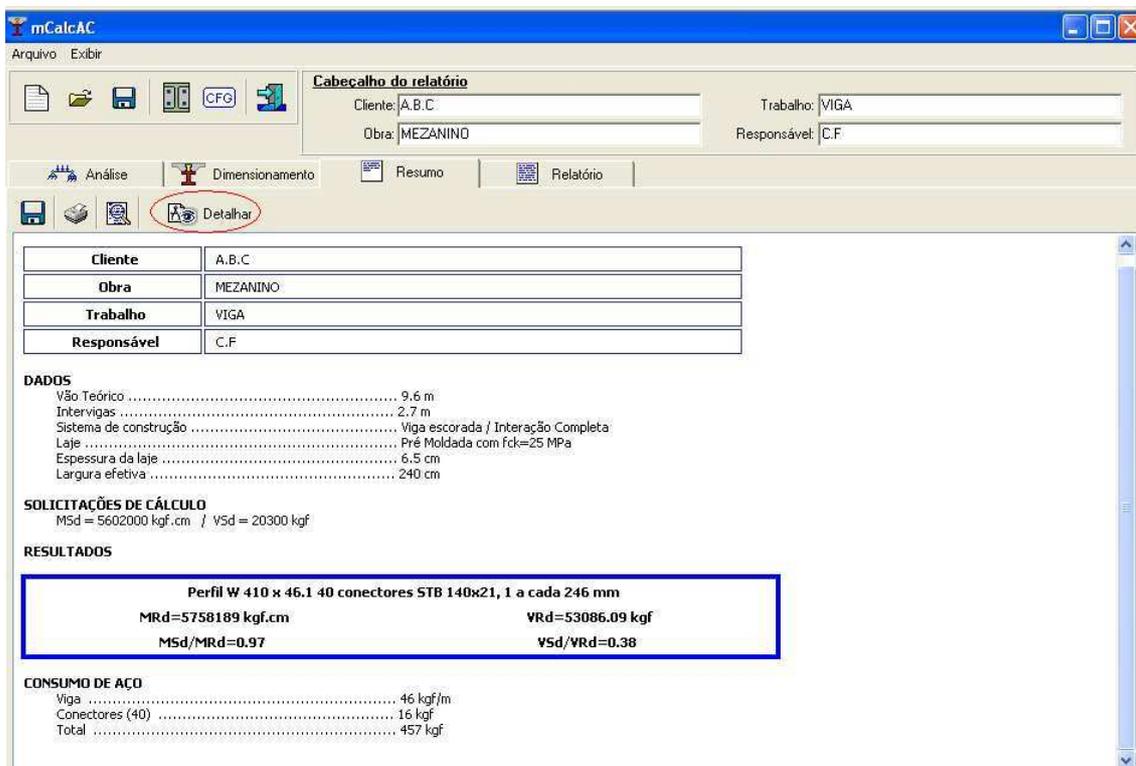


## CAPÍTULO 5. mCalc AC – DETALHAMENTO VIGA MISTA

### 5.1 DETALHAMENTO VIGA MISTA

Os recursos a seguir expostos, destinam-se ao detalhamento de viga mista.

No módulo RESUMO ou RELATÓRIO, que estarão ativos após realizar o dimensionamento, aparecerá o botão DETALHAR, clicando-se neste comando surgirá à janela com os campos a serem preenchidos para que se obtenha o detalhamento da viga mista mostrada no capítulo 2.



The screenshot shows the mCalcAC software interface. The title bar reads 'mCalcAC'. The menu bar includes 'Arquivo' and 'Exibir'. The toolbar contains icons for file operations and analysis. The 'Cabecalho do relatório' (Report Header) section contains the following information:

Ciente:	A.B.C	Trabalho:	VIGA
Obra:	MEZANINO	Responsável:	C.F

The 'Detalhar' button is highlighted with a red circle. Below it, a table displays the project details:

Ciente	A.B.C
Obra	MEZANINO
Trabalho	VIGA
Responsável	C.F

**DADOS**

Vão Teórico	9.6 m
Intervigas	2.7 m
Sistema de construção	Viga escorada / Interação Completa
Laje	Pré Moldada com fck=25 MPa
Espessura da laje	6.5 cm
Largura efetiva	240 cm

**SOLICITAÇÕES DE CÁLCULO**

MSd = 5602000 kgf.cm / VSd = 20300 kgf

**RESULTADOS**

Perfil W 410 x 46.1 40 conectores STB 140x21, 1 a cada 246 mm	
MRd=5758189 kgf.cm	VRd=53086.09 kgf
MSd/MRd=0.97	VSd/VRd=0.38

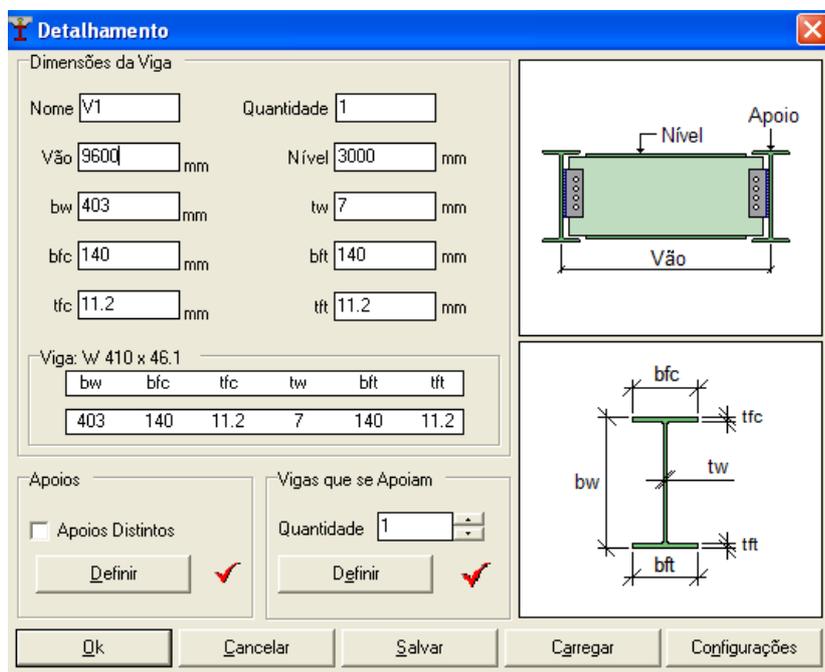
**CONSUMO DE AÇO**

Viga	46 kgf/m
Conectores (40)	16 kgf
Total	457 kgf



## 5.1.1 DETALHAR

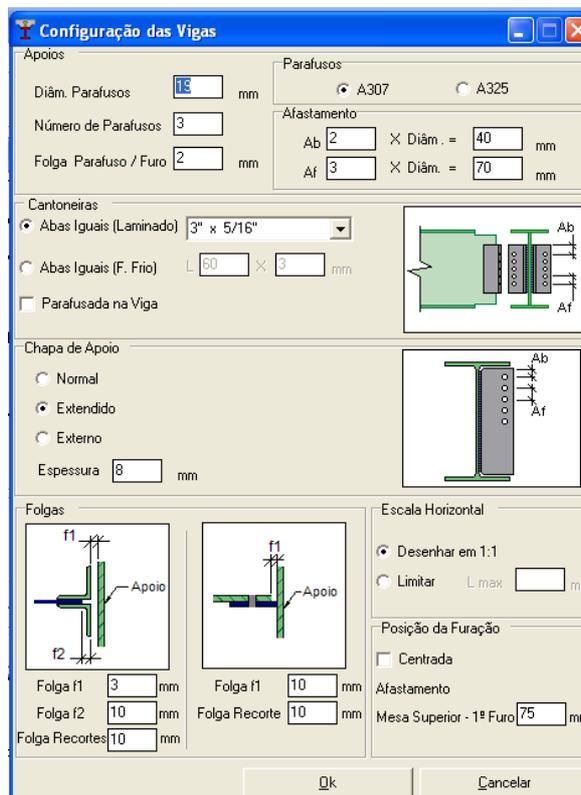
A janela deste módulo inicia com o seguinte aspecto:



Esta janela é composta pelos seguintes botões:

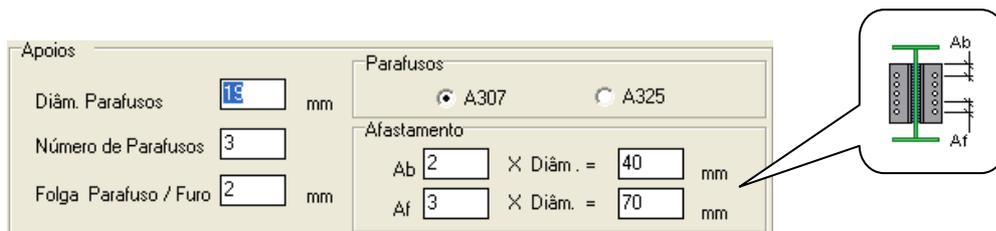
1. Ok – confirmar ação.
2. Cancelar – cancelar ação.
3. Salvar – permite salvar o arquivo com os dados introduzidos, podendo ser recuperado e atualizado a qualquer momento.
4. Carregar – carrega um arquivo salvo anteriormente pelo usuário.

5. Configurações – permite configurar dados usuais como, (diâmetro de parafusos, perfis etc.) e carrega-os direto quando a janela é solicitada.



Na janela de configurações podem-se configurar os itens que frequentemente são utilizados pelo usuário.

1. características dos apoios e parafusos:

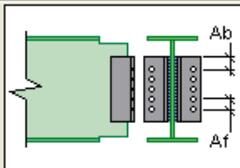


## 2. características das cantoneiras:

*Declarar o tipo de cantoneira utilizada nos apoios.*

Cantoneiras

- Abas Iguais (Laminado) 3" x 5/16"
- Abas Iguais (F. Frio) L 60 x 3 mm
- Parafusada na Viga



*Escolhe-se entre cantoneira soldada na viga ou parafusada*

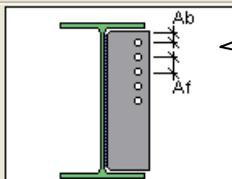
## 3. características das chapas

*Determinar o tipo da chapa e espessura*

Chapa de Apoio

- Normal
- Estendido
- Externo

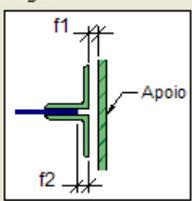
Espessura 8 mm



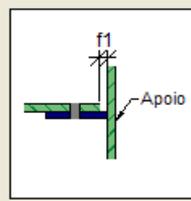
## 4. características de folga:

*Declarar valores conforme figura ilustrativa.*

Folgas



Folga f1 3 mm  
Folga f2 10 mm  
Folga Recortes 10 mm



Folga f1 10 mm  
Folga Recorte 10 mm

Escala Horizontal

- Desenhar em 1:1
- Limitar L max 5000 mm

Posição da Furação

- Centrada

Afastamento  
Mesa Superior - 1º Furo 75 mm

No campo da Escala Horizontal, pode-se limitar o comprimento que a viga será exibida no desenho, porém as cotas exibidas serão referentes ao tamanho real.

No campo posição da furação, pode-se optar para que a furação fique centrada na viga ou para que o primeiro furo fique afastado da mesa superior declarando-se o afastamento no campo indicado.



A janela DETALHAR contém os campos a serem preenchidos para exibir o detalhamento da viga, que são os seguintes:

#### 5.1.1.1 DIMENSÕES DA VIGA

O programa traz da viga calculada o dimensionamento, ficando necessário apenas preencher os campos:

Nome da Viga

Nível da sua face superior

Quantidade de vigas iguais

#### 5.1.1.2 APOIOS

Devem se declarar se as ligações das extremidades da viga são iguais ou distintas. Quando os apoios forem distintos deve-se declarar os dados do apoio esquerdo e direito.

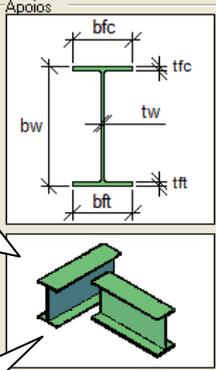


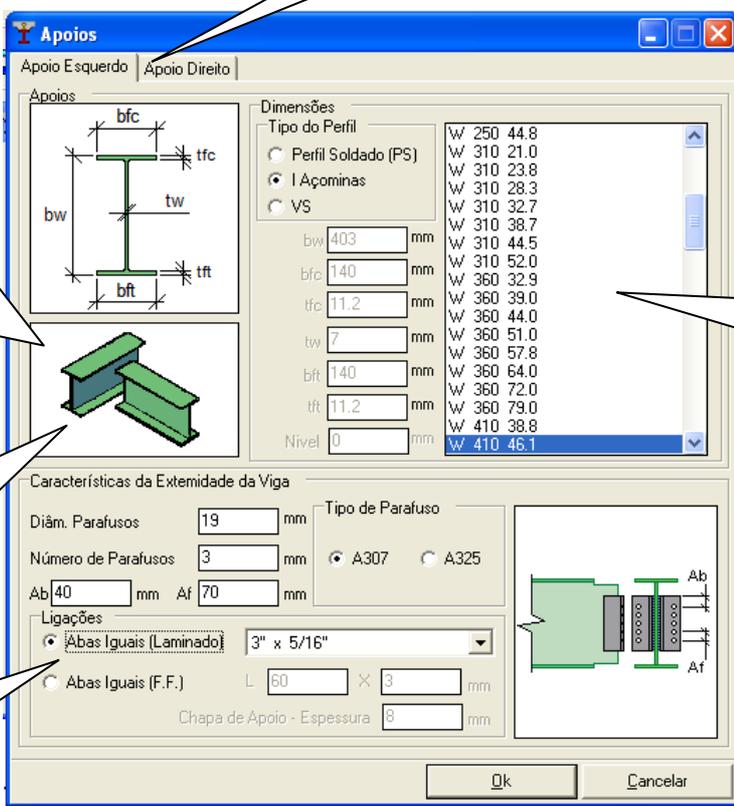
Clica-se em APOIOS DISTINTOS e então clica-se em DEFINIR, aparecerá uma janela com duas abas, uma solicitando os dados do apoio ESQUERDO e outra aba solicitando os dados do apoio DIREITO, os dados deverão ser preenchidos conforme o projeto em questão e inseridos conforme segue:



*Seleção do apoio direito/esquerdo*

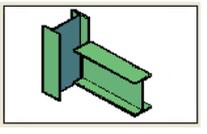
*Clicando-se na figura pode-se escolher entre apoio de viga c/ viga, viga c/ mesa de pilar e viga c/ alma de pilar.*





*Seleção do perfil da viga ou pilar de apoio*

*Seleção da cantoneira para ligação no apoio.*



No item **CARACTERÍSTICAS DA EXTREMIDADE DA VIGA**, inserem-se os dados da ligação conforme figura.

Os tipos de ligações de apoio podem ser:

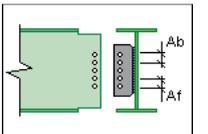
1. Com cantoneira dupla parafusadas
2. Com chapa simples (*single plate*)

*Declarar o  $\Phi$  e quantidade de parafusos da ligação.*



*Clicando-se na figura escolhe-se cantoneira ou chapa simples.*

*Escolha da cantoneira da ligação.*



Os dados deverão ser inseridos para o apoio **ESQUERDO** e **DIREITO** respectivamente.



Se as extremidades em que a viga se apoia forem iguais, basta clicar direto em DEFINIR

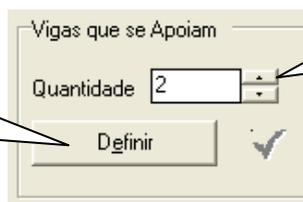
O procedimento será o mesmo anterior, porém será definido o mesmo apoio para as duas extremidades. Clicar em OK.



### 5.1.1.3 VIGAS QUE SE APOIAM,

Neste campo determina-se a quantidade de vigas que se apoiam na viga mista, através da barra de rolamento ao lado do campo quantidade, se não houver vigas que se apoiam deixa-se zero. Se existirem vigas que se apoiam, elas deverão ser definidas clicando-se em definir e os dados deverão ser inseridos como segue:

*Definir as características da(s) vigas que se apoiam na viga mista*



*Definir a quantidade de vigas que se apoiam na viga mista*

Clicando-se em DEFINIR surge a seguinte janela:

*Distância entre o apoio da esquerda e a viga que se apoia na viga mista.*

*Escolha do perfil da viga que se apoia na viga mista.*

*Nível da viga que se apoia na viga mista.*

*Determinação dos parafusos que compõe a ligação entre a viga mista e a viga que se apoia nela.*

*No caso de mais de uma viga que se apoia, utiliza-se as setas para chamar as vigas uma por uma e inserir os seus dados.*

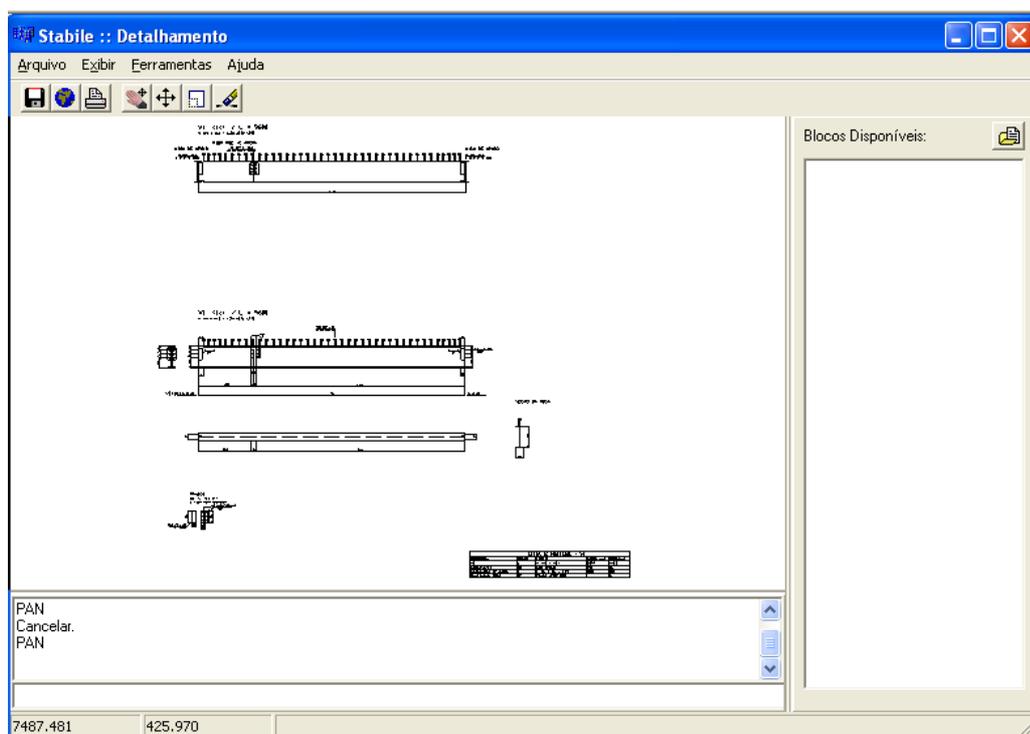
The dialog box contains the following fields and sections:

- Dimensões:** Aft (500 mm), Nivel (0 mm), bw (403 mm), tw (7 mm), bfc (140 mm), bft (140 mm), tfc (11.2 mm), tft (11.2 mm).
- Perfis:** A list of profiles including W 360 64.0, W 360 72.0, W 360 79.0, W 410 38.8, W 410 45.1, and W 410 52.0.
- Tipo de Perfil:** Radio buttons for PS, VS, and Açominas (selected).
- Características da Extremidade da Viga:**
  - Diâm. Parafusos: 19 mm
  - Número de Parafusos: 3
  - Ab = 40 mm, Af = 70 mm
  - Cantoneiras: 3" x 5/16"
  - Chapa de Apoio: Espessura 8 mm



Uma vez inserido todos os dados dos campos **5.1.1.1**, **5.1.1.2** e **5.1.1.3**, conforme apresentado até o momento, o usuário poderá salvar o arquivo no botão SALVAR, e a seguir confirmar com o botão OK, após a confirmação aparecerá uma nova janela contendo desenhos com o detalhamento da viga calculada.

Esta nova janela terá o seguinte aspecto:



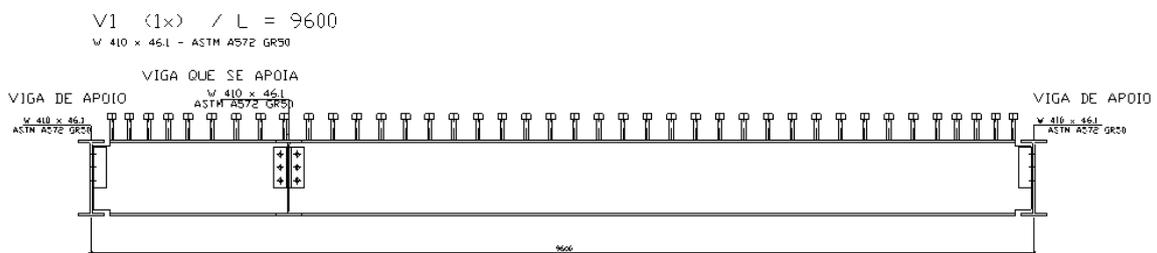
Nela encontram-se ícones para o usuário alterar manualmente o desenho tais como: escalar , mover , apagar , zoom  e mover a tela (PAN),  bem como o ícone para impressão .

Nesta janela encontram-se também a barra de ferramentas com o menu arquivo, no qual o usuário poderá salvar o desenho para um arquivo dxf ou importar um arquivo dxf para visualização, encontram-se também neste menu as configurações de impressão e o botão para imprimir .

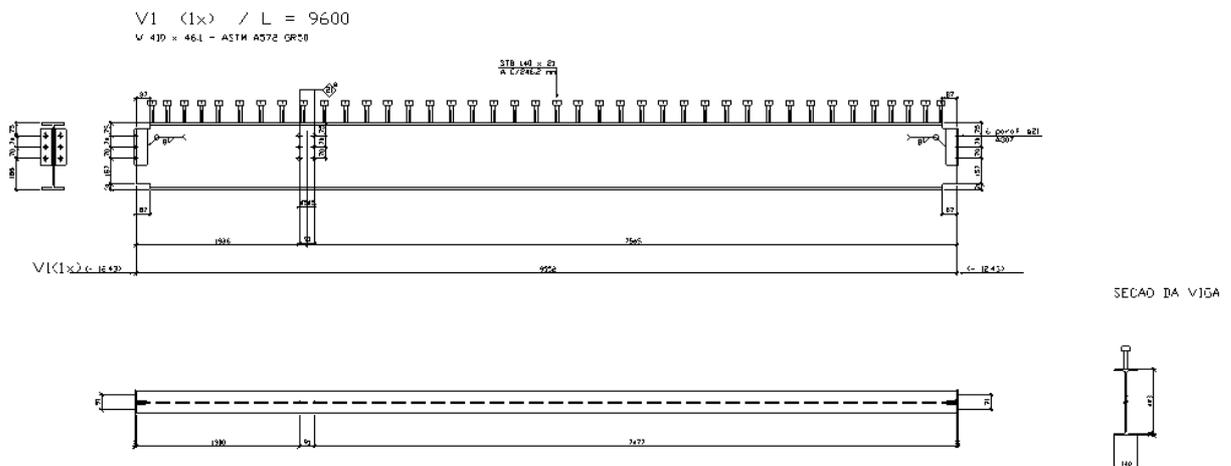


O resultado deste módulo de detalhamento apresenta os seguintes desenhos:

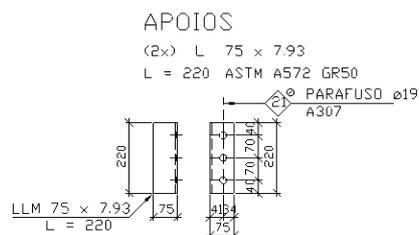
1. Detalhe da viga mista montada com os conectores, vigas de apoio nas extremidades, e vigas que se apoiam na viga em questão;



2. Detalhe das vistas e seção da viga mista com: furações, soldas, recortes, tipo dos conectores, e ligações;



3. Detalhe dos apoios;



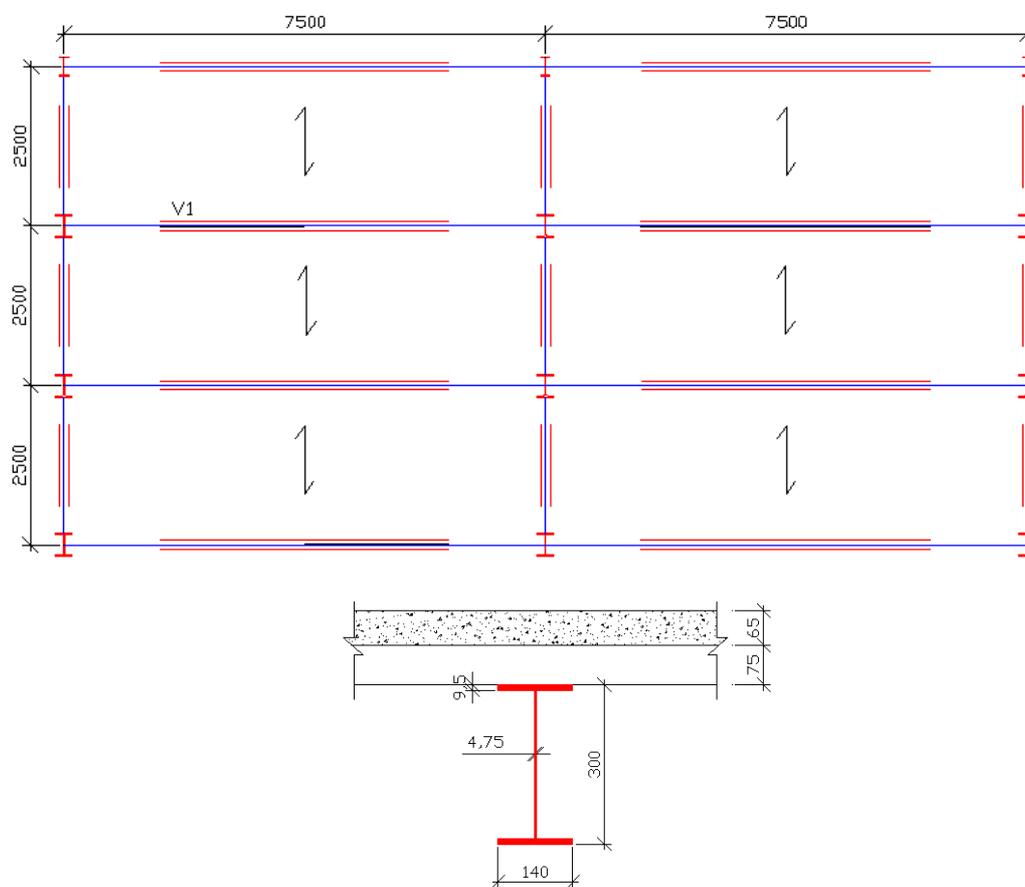
#### 4. Lista de material a ser utilizado;

LISTA DE MATERIAL - V1				
DESCRICA0	QUANT.	PERFIL	COMPR.(mm)	PESO(kg)
V1	1	W 410 x 461	9600	4416
Conectores	40	STB 140x21	140	16
Cantoneira de Apoio	4	L 75 x 75 x 7,93	220	4,11
Parafusos: A307	12	Paraf. A307 019		0

## 5.2 EXEMPLO RESOLVIDO

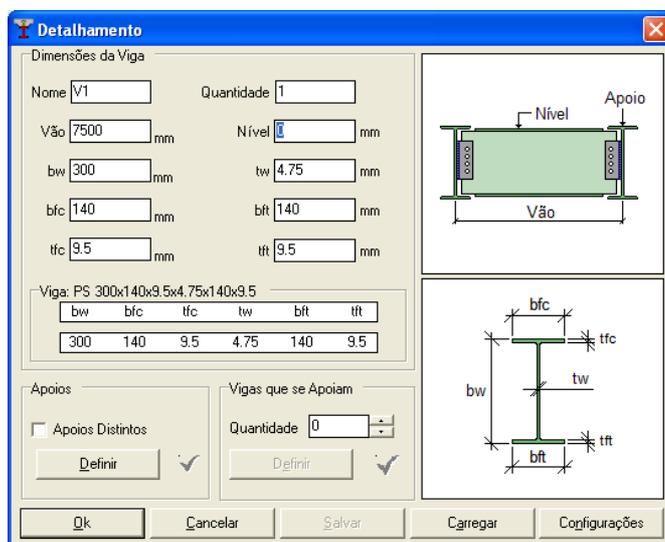
No exemplo do capítulo 2 calculou-se a viga mista V1, neste exemplo esta viga será detalhada utilizando-se o módulo de detalhamento.

Relembrando os dados da viga:

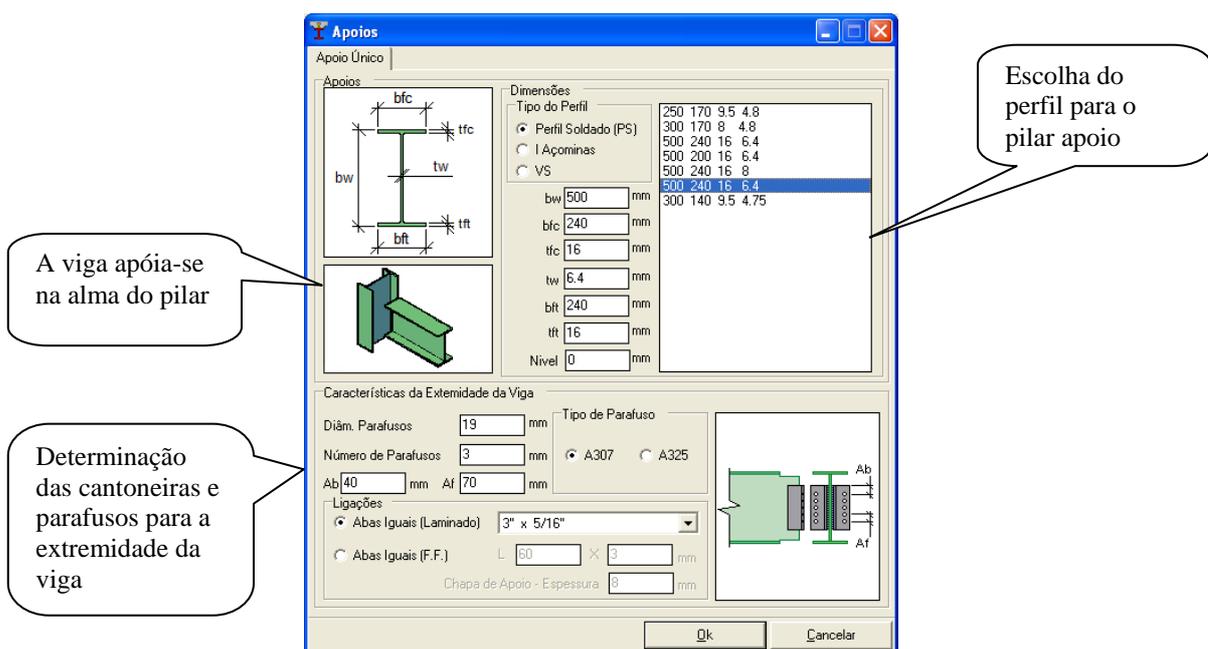


Ao clicar no botão detalhamento os dados gerais da viga calculada são importados automaticamente para este módulo.

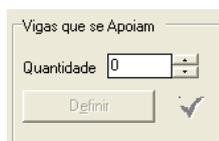
No campo **Nome** inserimos o nome da viga que neste caso é V1 e no campo **Quantidade** inserimos a quantidade de vigas que se quer detalhar. Para este caso será 1.



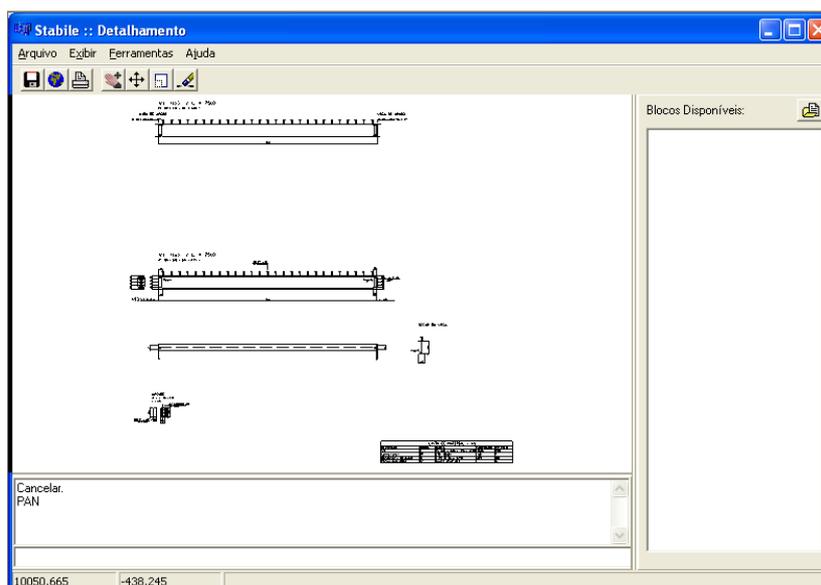
Definindo-se os apoios da viga:



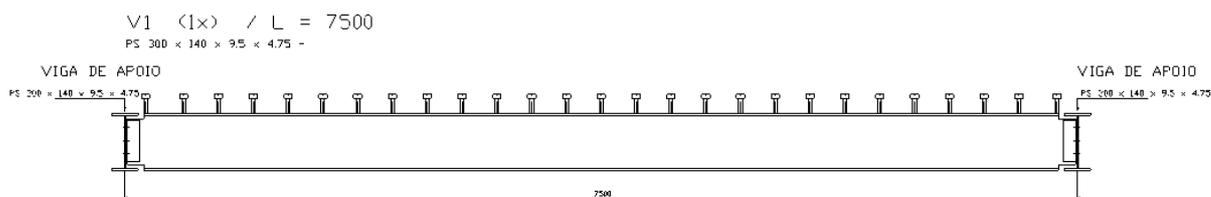
Neste exemplo não existem vigas apoiando-se na viga mista, logo o valor declarado para o campo correspondente permanece zero.



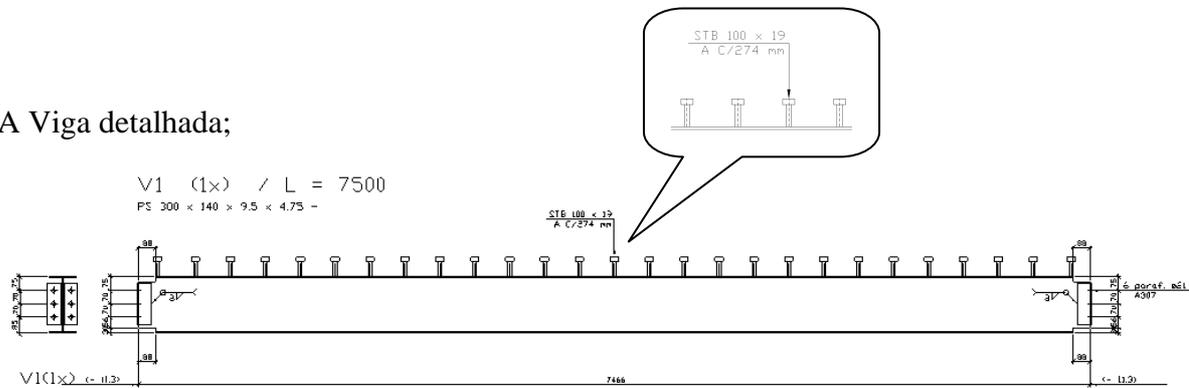
Janela com o detalhamento pronto:



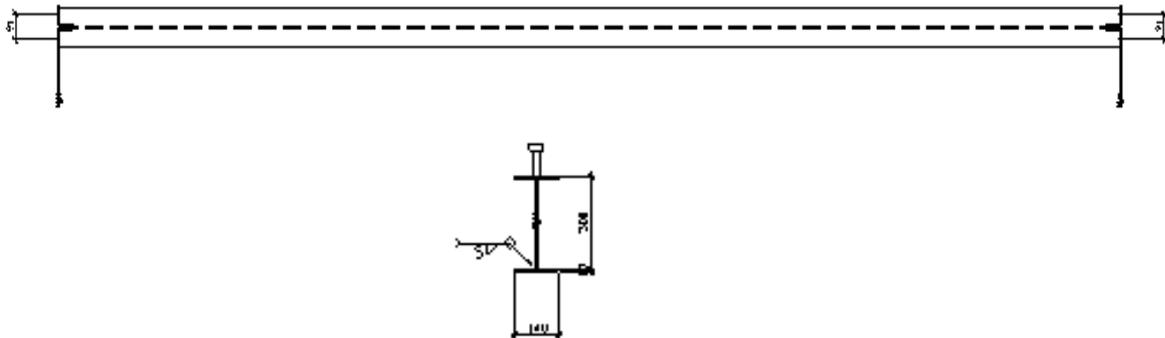
Nesta janela apresentam-se o detalhe da viga montada;



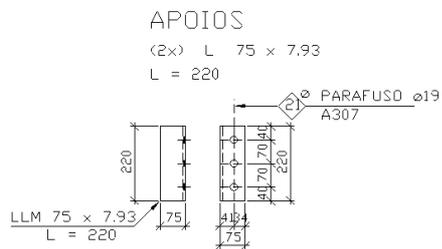
A Viga detalhada;



A Vista superior e seção;



As Cantoneiras de apoio e a lista de material;



LISTA DE MATERIAL - V1				
DESCRICAO	QUANT.	PERFIL	COMPR.(mm)	PESO(kg)
V1	1	PS 300 x 140 x 9.5 x 4.75	7500	240
Conectores	27	STB 100x19	100	7
Cantoneira de Apoio	4	L 75 x 75 x 7.93	220	4.11
Parafusos: A307	12	Paraf. A307 Ø19		0

