

# ST\_Terças

## Manual do Usuário

Modelagem, análise, dimensionamento  
e detalhamento de terças

## AVISOS IMPORTANTES

### 1. Responsabilidade do Usuário

O sistema **ST\_Terças** 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 **ST\_Terças**, 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 **ST\_Terças** 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 **ST\_Terças** está muito bem documentado, com descrição desde sua instalação até a utilização das rotinas de geração, análise e dimensionamento das estruturas.

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.**

### 5. Manual Único do ST\_Terças

Tem-se um manual único para todo o sistema **ST\_Terças**. Dependendo da configuração e módulos licenciados, algumas características/rotinas descritas nesse manual não estarão disponíveis na instalação licenciada.

## AGRADECIMENTOS

A **STABLE 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 **ST\_Terças**.

Antecipadamente agradecemos as contribuições que ainda virão.

O aperfeiçoamento do **ST\_Terças** será uma consequência inevitável da colaboração de todos, tornando-o uma imbatível ferramenta para projetos de estruturas de aço.



Produto brasileiro



Desenvolvido no Rio Grande do Sul

*... nesta terra que eu amei desde guri ! ...*

.....  
.....  
*“Computations involving scientific principles should serve as a guide to decision making and not be followed blindly. The art or intuitive ability of the experienced engineer is utilized to make the decisions, guided by the computational results.”*

**(Charles G. Salmon – John E. Johnson)**

# CONTEÚDO

## Capítulo 1. Uma Visão Geral

1.1 Introdução .....	1 -2
1.2 Instalando o <b>ST_Terças</b> .....	1 -2
1.3 Iniciando o uso do <b>ST_Terças</b> .....	1 -3

## Capítulo 2. Módulo de Geração de Terças

2.1 Geometria Principal .....	2 -2
2.2 Modulação da Cobertura .....	2 -5
2.3 Modulação da Lateral.....	2 -7
2.4 Modulação dos Oitões.....	2 -8
2.5 Configurações do Sistema Estrutural.....	2 -10
2.6 Configurando as Ações.....	2 -11
2.6.1 Ação do Vento.....	2 -12

## Capítulo 3. Módulo Ações

3.1 Introdução .....	3 -2
3.2 Lista de Estados.....	3 -2
3.2.1 Editando Estados.....	3 -3

## Capítulo 4. Módulo Análise

4.1 Introdução .....	4 -2
4.2 Lista de Combinações.....	4 -2
4.3 Diagramas.....	4 -3

## Capítulo 5. Módulo de Dimensionamento

5.1 Introdução .....	5 -2
5.2 Dimensionando as Terças Via Planilha .....	5 -3
5.3 Configurações - CFG .....	5 -4
5.4 Dimensionando as Terças Através do Botão DIM .....	5 -5

## Capítulo 6. Módulo Resultados

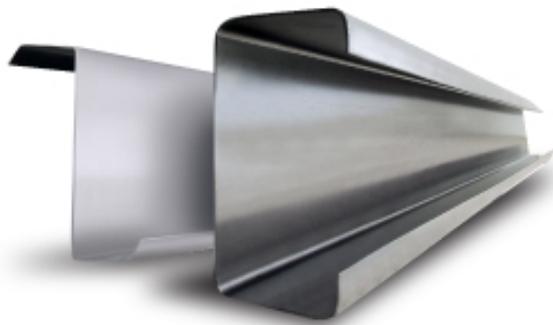
6.1 Introdução .....	6 -2
6.2 Relatório.....	6 -3
6.3 Detalhamento.....	6 -4

## **CAPÍTULO 1.**



---

### **ST\_Terças- UMA VISÃO GERAL**



# CAPÍTULO 1. ST\_Terças - UMA VISÃO GERAL

## 1.1 INTRODUÇÃO

A **STABLE 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 sistema que vai revolucionar a confecção de projetos de estruturas metálicas no mercado nacional: o sistema **ST\_Terças**.

A tônica do **ST\_Terças**, totalmente projetado e desenvolvido pela **STABLE®**, é que esse sistema tem a mesma facilidade de uso que os programas da família **mCalc** que já é sucesso nacional: geração automática de terças, um programa intuitivo, fácil ambiente para declaração de ações, um *solver* muito rápido e um módulo de **Dimensionamento** imbatível.

Esse sistema, desenvolvido por quem projeta estruturas metálicas desde SET/71, é uma poderosa ferramenta na confecção de projetos de Estruturas Metálicas e que é usada, pela **STABLE®**, para a confecção dos projetos estruturais encomendados por nossos clientes.

Essa carência, aliada às solicitações dos clientes em obter respostas ágeis e consistentes, determinou a necessidade da **STABLE®** em desenvolver o sistema **ST\_Terças**.

O sistema **ST\_Terças** é um conjunto de rotinas para a modelagem, análise, dimensionamento e detalhamento de terças.

## 1.2. INSTALANDO O ST\_Terças

A instalação do sistema **ST\_Terças** é simples e é conduzida pelo programa instalador:

- Coloca-se o *pen drive* na entrada USB;
- 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.

Todos os módulos do sistema **ST\_Terças** são protegidos contra uso indevido por meio de um chaveador *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.**

### **1.3. INICIANDO O USO DO ST\_Terças**

Após a instalação do programa, para chamar-se o **ST\_Terças** basta clicar-se sobre o ícone



criado pela instalação do programa **ST\_Terças**.

Surgirá na tela a janela de apresentação do programa:



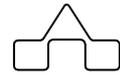
Em seguida surgirá a janela para inserir os primeiros dados da geometria da estrutura principal:

The screenshot shows the 'ST\_Terças' software window. It is divided into several sections for inputting roof parameters:

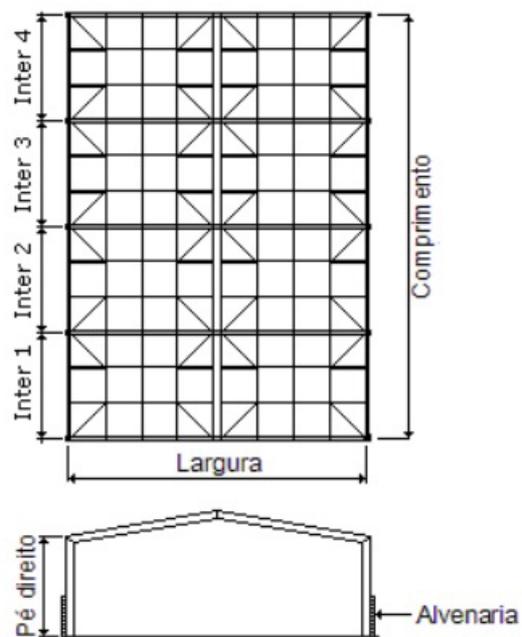
- Tipo de cobertura:** Three radio button options: '1 Água' (selected), '2 Águas', and 'Arco'. Each option is accompanied by a small icon representing the roof type.
- Dimensões:** A set of input fields for: 'Largura' (0 m), 'Comprimento' (0 m), 'Posição da Cumeeira' (0 m), 'Inclinação do telhado' (0 %), 'Flecha' (0 m), and 'Pé direito' (0 m).
- Incluir:** Two checkboxes: 'Laterais' and 'Oitões', both currently unchecked.
- Unidades:** Two dropdown menus: 'kgf' and 'm'.
- Distribuição dos Pórticos:** A section with 'Inter pórticos' (0 m), 'Nº módulos' (1), and 'Nº linhas correntes' (0). It also includes a checkbox for 'Mesa superior da terça lateralmente contida' which is unchecked. A small table below shows 'Inter 1' with a value of '0'.
- Diagrama:** A large area on the right showing a grid representing the roof structure. The grid is labeled with 'Inter 1' through 'Inter 4' on the vertical axis and 'Largura' on the horizontal axis. A smaller diagram below shows a cross-section of the roof with labels 'Pé direito' and 'Alvenaria'.
- Buttons:** At the bottom, there are buttons for 'Abrir', 'Sair', and navigation arrows.



## CAPÍTULO 2.



### ST\_Terças- MÓDULO DE GERAÇÃO DE TERÇAS



## CAPÍTULO 2. ST\_Terças – MÓDULO DE GERAÇÃO

### 2.1 GEOMETRIA PRINCIPAL

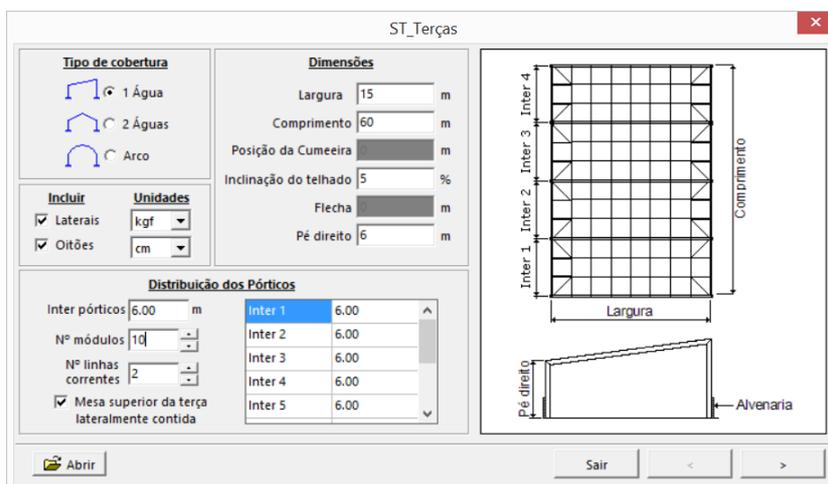
No módulo de geração de terças deverão ser informados os dados da geometria da estrutura, sistema construtivo e dos estados de ações para posterior dimensionamento das terças.

Na janela Geometria serão declaradas as dimensões do galpão ou prédio e da cobertura, a largura, comprimento, inclinação, etc.

Existem três opções de cobertura, podem ser de uma água, duas águas ou arco:

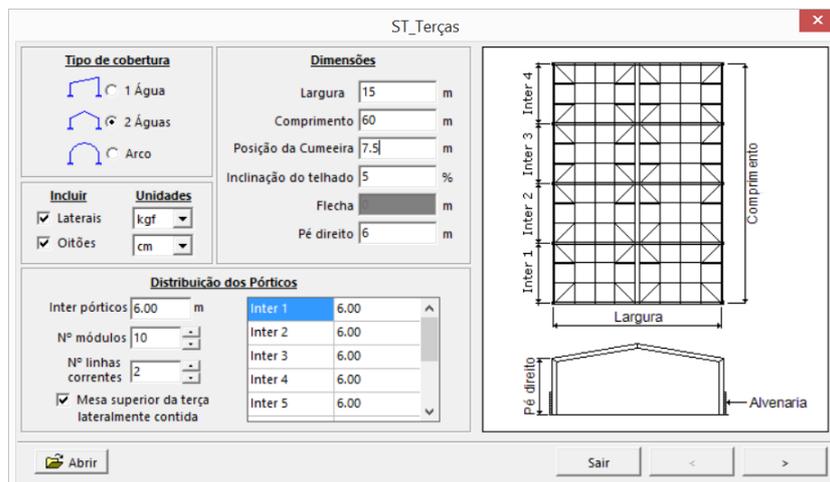


No caso de telhados de uma água alguns campos ficarão inativos, conforme a figura a seguir:

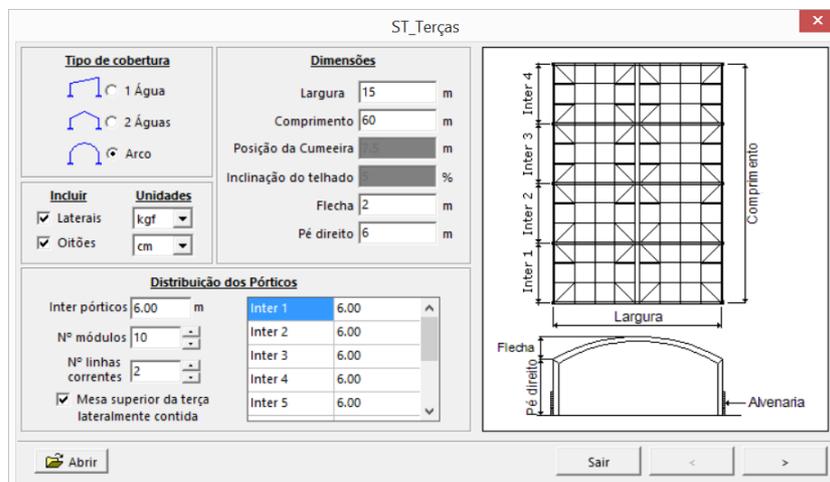


Já para telhados de duas águas todos os campos estarão ativos, exceto “flecha”:

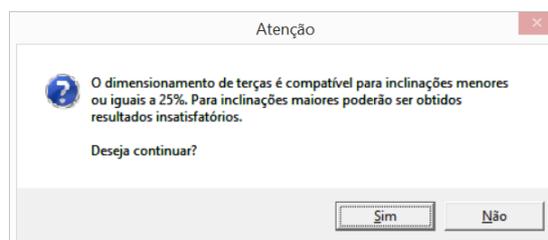




E para arcos todos os campos inativos serão “Posição da cumeeira” e “Inclinação do telhado”:



As dimensões largura, comprimento, pé direito e alvenaria estão representados na figura. A inclinação do telhado deverá ser declarada e não deve exceder 25%. Caso o usuário declare uma inclinação maior aparecerá uma mensagem de alerta:



Ainda nesta primeira janela o usuário deverá selecionar as unidades de força (kgf, tf ou kN) e de comprimento (cm ou m), e também, informar se utilizará no modelo terças nas laterais e oitões:

Incluir	Unidades
<input checked="" type="checkbox"/> Laterais	kgf
<input checked="" type="checkbox"/> Oitões	cm

A distribuição de pórticos compreende a definição do número de pórticos e suas dimensões. A distância interpórticos, em princípio, é feita considerando o comprimento do modelo em planta e o número de módulos declarados pelo usuário.

The screenshot shows the 'Distribuição dos Pórticos' dialog box with the following fields and callouts:

- Inter pórticos:** 6.00 m (Callout: *Distância interpórticos*)
- Nº módulos:** 10 (Callout: *Número de módulos.*)
- Nº linhas correntes:** 2 (Callout: *Número de linhas de corrente na terça da cobertura.*)
- Mesa superior da terça lateralmente contida
- Inter 1 to 4:** 6.00 (Callout: *Dimensão de cada módulo.*)

Sempre que for marcada a opção **Mesa superior da terça lateralmente contida** será considerado o fator “R” no dimensionamento das terças, segundo critérios da ABNT NBR 14672:2010.

Os interpórticos poderão ser diferentes entre si, mas por *default* a estrutura é dividida em partes iguais de acordo com o número de interpórticos declarados.

Caso se queiram interpórticos desiguais basta editar manualmente a dimensão e o programa ajustará a diferença no último interpórtico listado, por exemplo:

The two screenshots illustrate the manual editing process:

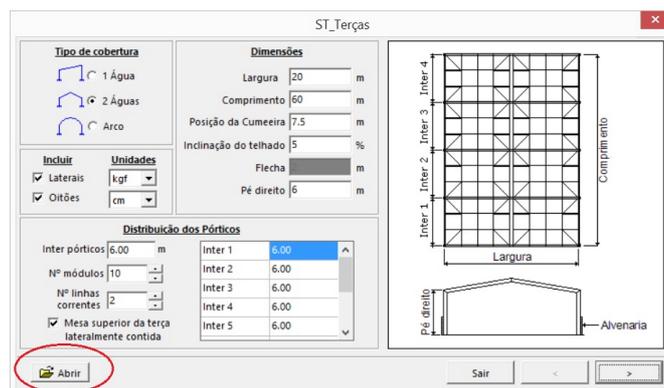
- Left Screenshot:** Shows the dialog with 'Inter pórticos' set to 5.00 m and 'Nº módulos' set to 4. The 'Inter 1' to 'Inter 4' table shows all values as 5.00.
- Right Screenshot:** Shows the dialog with 'Inter pórticos' set to 5.00 m and 'Nº módulos' set to 4. The 'Inter 1' to 'Inter 4' table shows 'Inter 1' as 3.00 and 'Inter 4' as 7.00. Red circles highlight these edited values.

Neste caso, o interpórtico 1 foi editado, reduziu 2 metros, então o **ST\_Terças** ajustou a diferença no último interpórtico, que passou a ser de 7 metros.

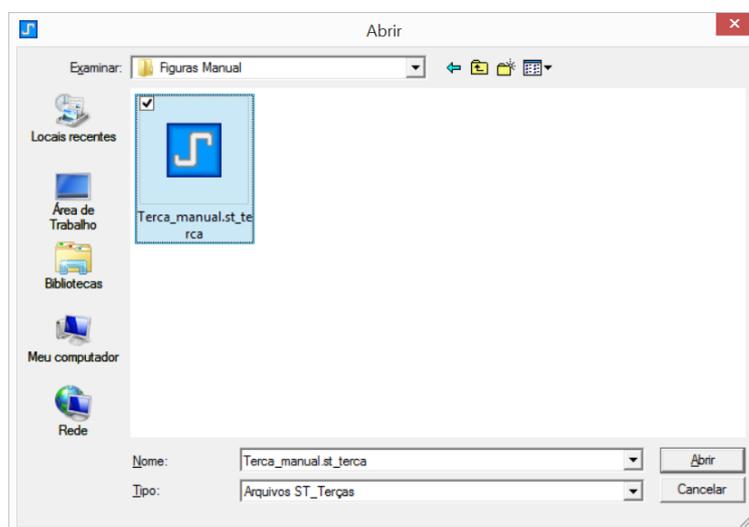
Quando forem declarados interpórticos maiores ou iguais a 12 metros, estas distâncias serão escritas em vermelho alertando que, para estas dimensões de vão, será necessário transporte especial.



Nesta primeira janela também encontramos um botão para abrir arquivos gerados pelo **ST\_Terças**:



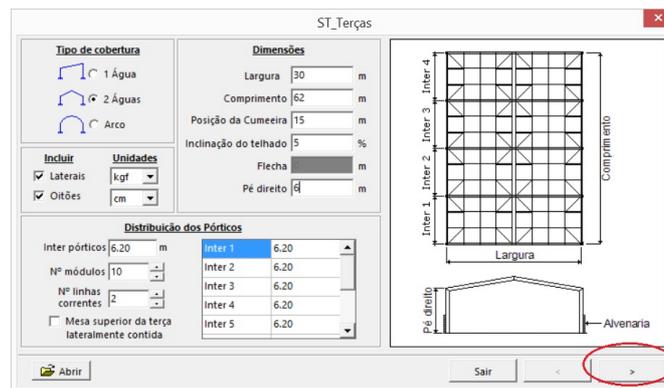
Clicando nele deve-se buscar o arquivo de extensão **.st\_terca** que deseja-se abrir:



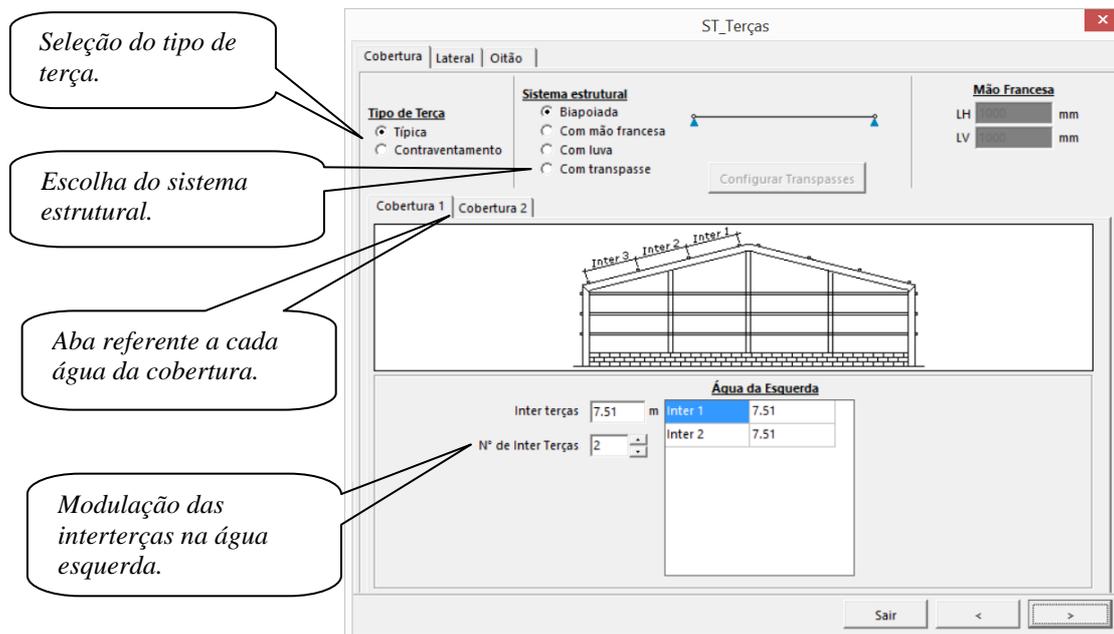
## 2.2. MODULAÇÃO DA COBERTURA

Após a inserção dos dados na janela principal da geometria da estrutura clica-se no botão avançar:





Então abrirá a janela para declarar os dados da cobertura:



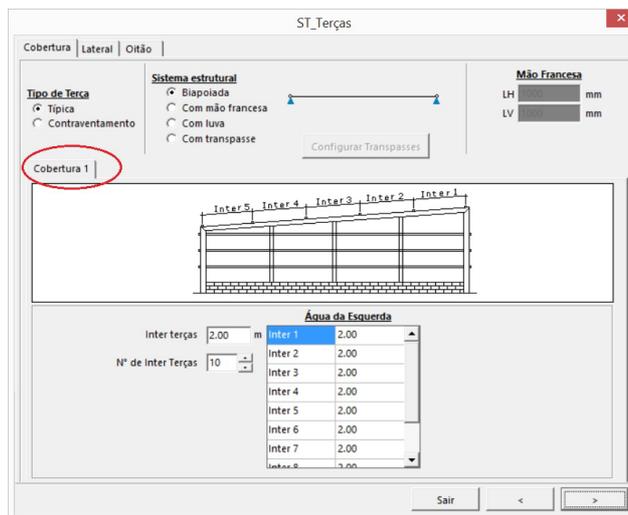
Observando que o tipo de terça e sistema estrutural serão, obrigatoriamente, iguais nas regiões “Cobertura 1” e “Cobertura 2”, sendo possível alterar o número de terças e a distância interterças das águas esquerda e direita.

As interterças poderão ser diferentes, por default cada água é dividida em partes iguais de acordo com o número de interterças declaradas.

Caso se queiram interterças desiguais basta editar manualmente a dimensão e o programa ajustará a diferença na última interterça listada (mesma dinâmica da modulação interpórticos).

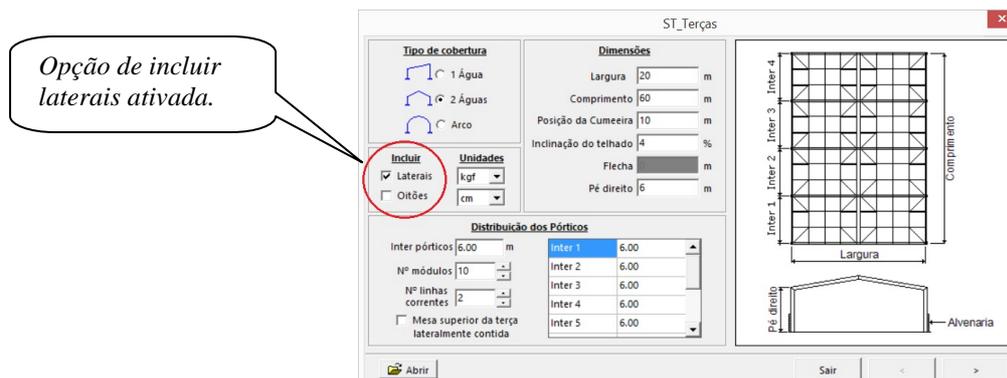
No caso de estruturas de apenas uma água só será apresentada uma aba para modulação da cobertura:





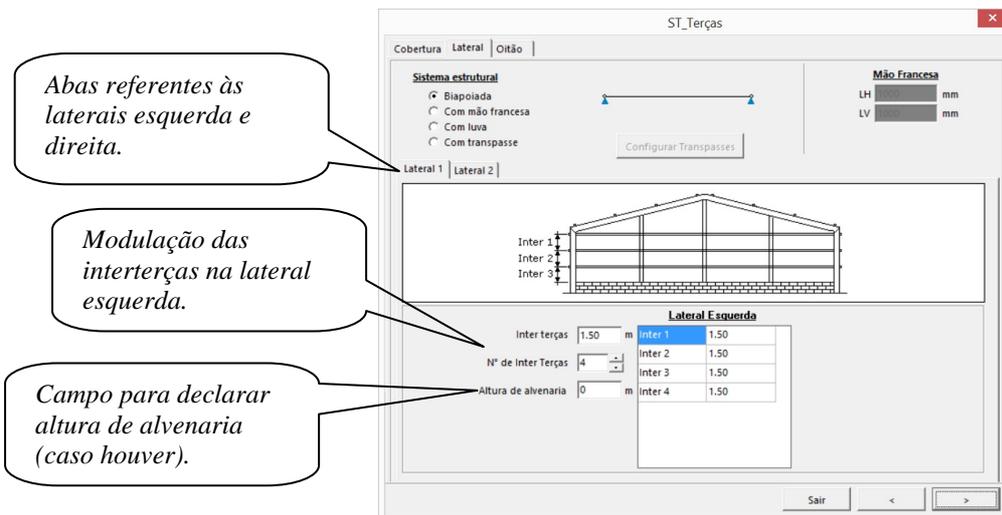
## 2.3. MODULAÇÃO DA LATERAL

Caso, na janela principal, esteja ativada a opção de incluir laterais, então nas próximas janelas do **ST\_Terças** deverá ser fornecida a modulação de interterças nestas regiões.



A modulação das laterais é similar a da cobertura, adicionalmente, tem-se o campo para inserção da altura da alvenaria:





No caso das laterais também podem-se ter interterças diferentes e o programa ajustará a diferença na última interterça listada. Também receberá ajuste esta última interterça caso o usuário declare altura da alvenaria:

Lateral Esquerda			
Inter terças	1.50 m	Inter 1	1.50
Nº de Inter Terças	4	Inter 2	1.50
Altura de alvenaria	0 m	Inter 3	1.50
		Inter 4	1.50

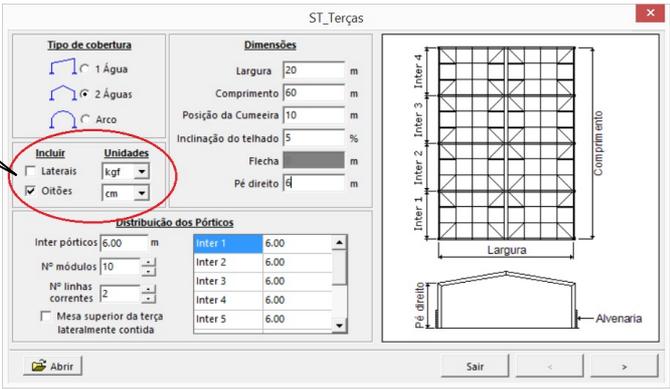
Lateral Esquerda			
Inter terças	1.50 m	Inter 1	1.50
Nº de Inter Terças	4	Inter 2	1.50
Altura de alvenaria	0.8 m	Inter 3	1.50
		Inter 4	0.70

## 2.4. MODULAÇÃO DOS OITÕES

Caso, na janela principal, esteja ativada a opção de incluir oitões, então nas próximas janelas do **ST\_Terças** deverão ser fornecidas as modulações de interterças e interpilares nestas regiões.



Opção de incluir oitões ativada.



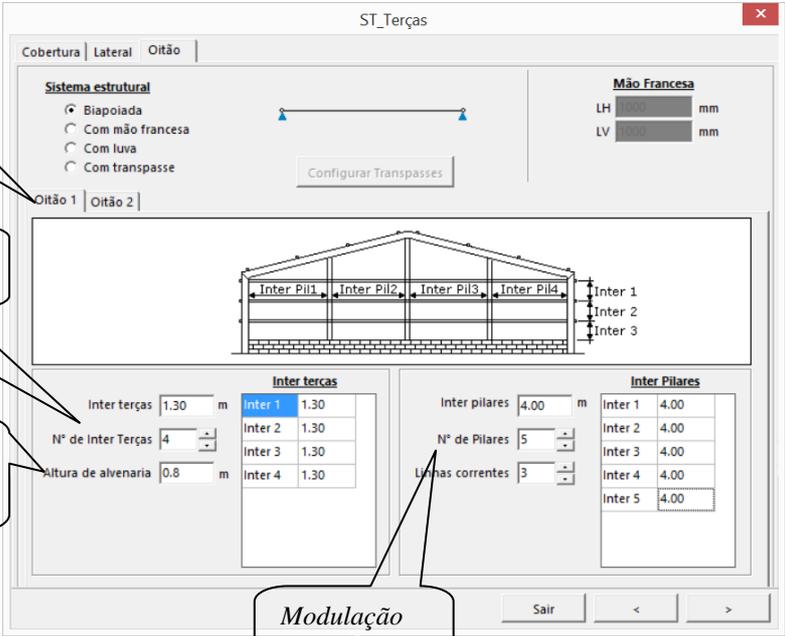
A modulação das interterças e da altura da alvenaria se dá de forma idêntica a das laterais, adicionalmente, tem-se os campos para modulação interpilares:

Abas referentes aos oitões 1 e 2.

Modulação das interterças no oitão 1.

Campo para declarar altura de alvenaria (caso houver).

Modulação interpilares.



Também existe a possibilidade de distâncias interpilares diferentes, sendo a diferença ajustada no último da lista.



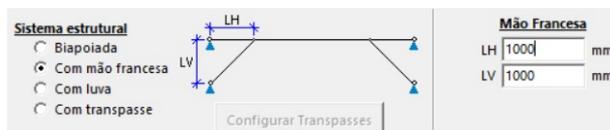
## 2.5. CONFIGURAÇÕES DO SISTEMA ESTRUTURAL

Dependendo do tipo de sistema estrutural escolhido poderão haver algumas restrições, posteriormente, no momento do dimensionamento.

Se for selecionado um sistema estrutural tipo Biapoiada não há nenhuma restrição, ou seja, poderá ser selecionado qualquer tipo de perfil. A ilustração que aparecerá na janela será:

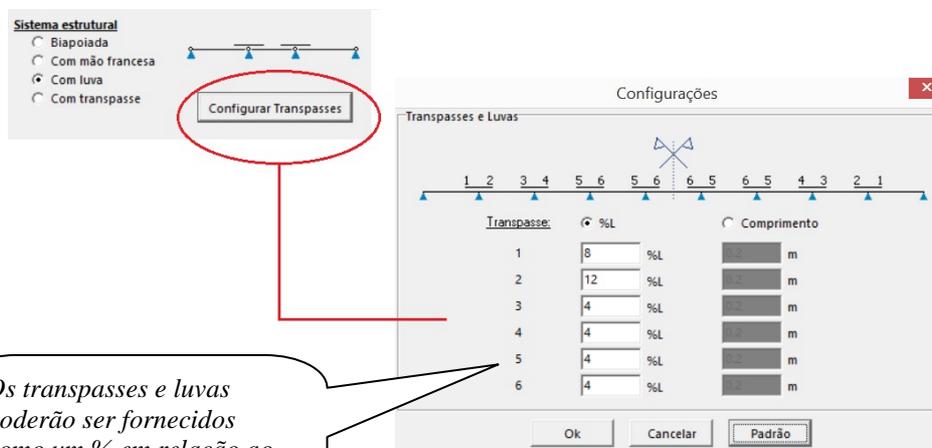


No caso da terça com mão francesa, também não existem restrições em relação ao tipo de perfil. Adicionalmente, deverão ser configuradas as dimensões da mão francesa (LH e LV):



Para o sistema estrutural com luvas já existem restrições em relação ao tipo de perfil. No caso de utilizar perfis Z estes deverão ser do mesmo tipo para os tramos internos, externos e luvas. Mas, usando perfis tipo U ou U enrijecido é possível combinar luvas e tramos alternando estes dois tipos.

Selecionando esta modalidade o botão Configurar Transpasses ficará ativo e deve-se acioná-lo para configurar as luvas:



*Os transpasses e luvas poderão ser fornecidos como um % em relação ao vão das terças ou dado em comprimento.*

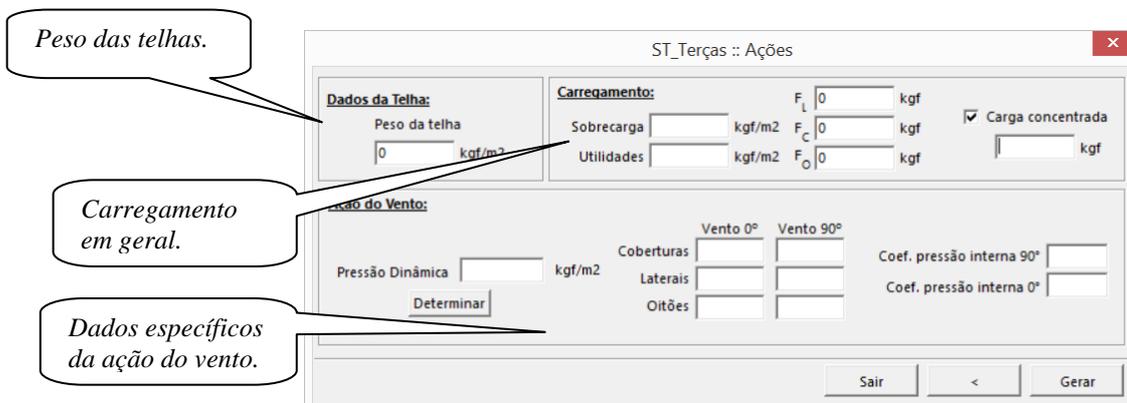


As terças com transpasse só poderão ser dimensionadas com perfis tipo Z e também é necessário configurar os transpasses.



## 2.6. CONFIGURANDO AS AÇÕES

Na janela de Ações deverão ser declarados o peso das telhas, a sobrecarga, utilidades, força de compressão (habilitado nos casos de terças de contraventamento), carga concentrada e dados da ação do vento nas terças.



A etapa de declarar os carregamentos terá alguns campos desabilitados, dependendo do tipo de terça que foi escolhida.

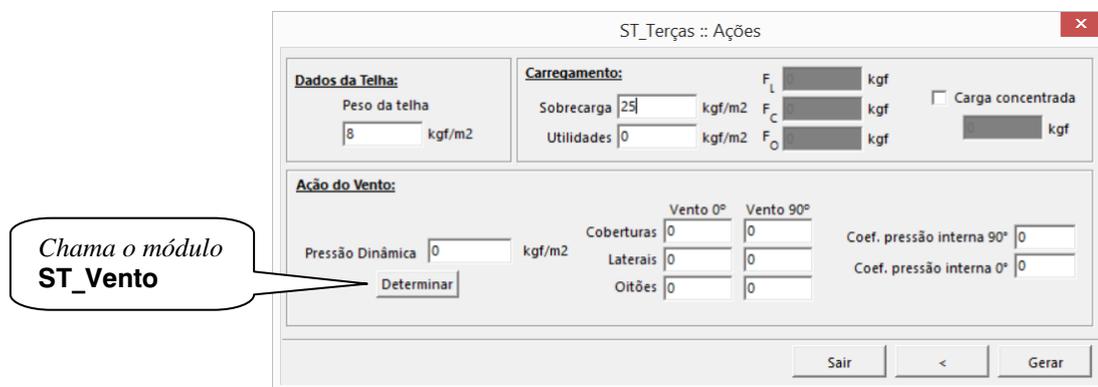
No caso de selecionar terça de cobertura típica o único campo que vai estar desabilitado será o  $F_C$ , força de compressão devido ao vento. O mesmo ocorre para as terças da lateral ( $F_L$ ) e nos oitões ( $F_O$ ).

Para considerar a carga concentrada deverá ser marcado este campo. Então a força será colocada no meio do vão dos tramos externos e internos da terça.

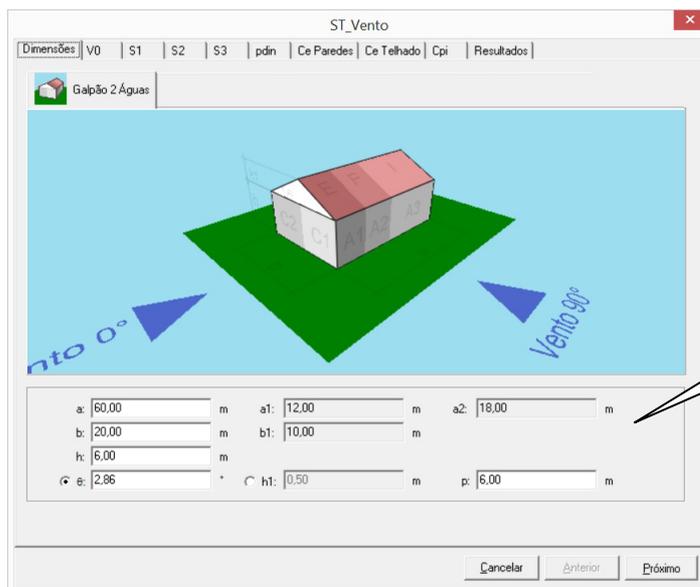


## 2.6.1 Ação do Vento

A pressão dinâmica e os coeficientes de vento podem ser determinados pelo módulo **ST\_Vento** clicando no botão DETERMINAR:

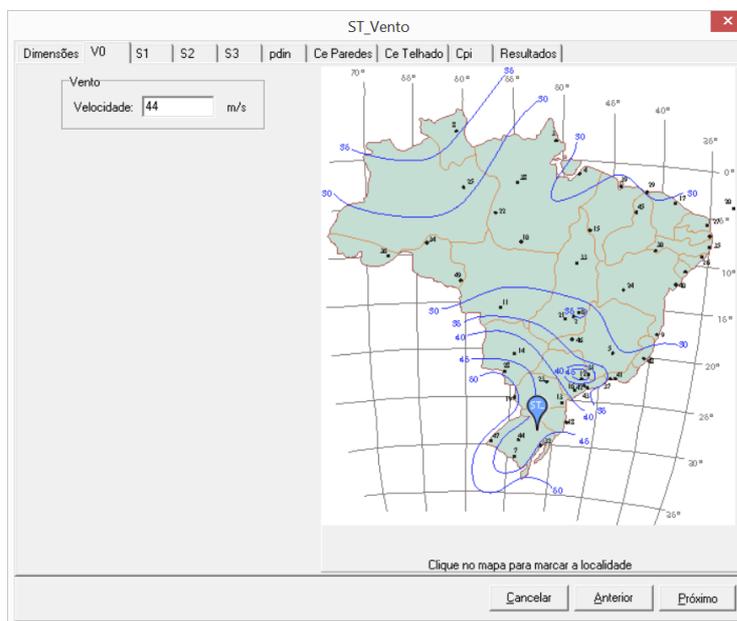


A primeira janela do módulo apresenta as dimensões declaradas pelo usuário na etapa da geração principal e tem o seguinte aspecto:

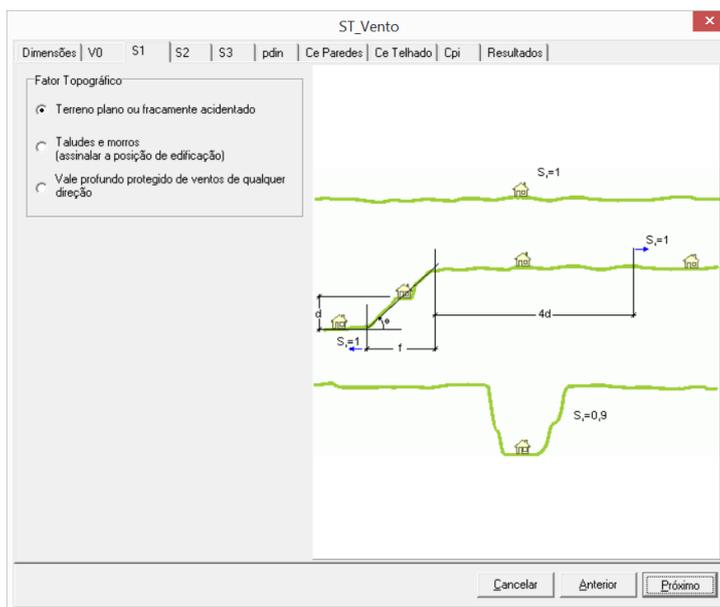


As dimensões a,b,h e p não poderão ser editadas e para destacá-la no desenho basta clicar sob o campo correspondente.

A próxima etapa a ser preenchida no módulo de vento **ST\_Vento** é a obtenção da velocidade básica do vento ( $V_0$ ). Clica-se sob o mapa das isopletas indicando a região onde está a estrutura:



Clicando em próximo determina-se o fator S1 que depende da topografia da região.



O próximo fator a determinar é o S2 que depende da rugosidade do terreno, da altura da edificação e de suas dimensões em planta:

ST\_Vento

Dimensões | V0 | S1 | S2 | S3 | pdin | Ce Paredes | Ce Telhado | Cpi | Resultados

Rugosidade do Terreno

- Rugosidade I**  
Superfícies lisas de grandes, com mais de 5 km de extensão, medidas na direção e sentido do vento incidente.  
Exemplos: Mar calmo, lagos e rios, pântanos sem vegetação.
- Rugosidade II**  
Terrenos abertos em nível ou aproximadamente em nível, com poucos obstáculos isolados, tais como árvores e edificações baixas  
Exemplos: Zonas costeiras planas, pântanos com vegetação rala, campos de aviação, pradarias, fazendas sem muros.
- Rugosidade III**  
Terrenos planos ou ondulados com obstáculos, tais como sebes e muros, poucos quebra-ventos de árvores, edificações baixas e esparsas.  
Exemplos: Granjas e casas de campo ( exceção das partes com matos ); fazendas com sebes e/ou muros; subúrbios a considerá
- Rugosidade IV**  
Terrenos cobertos por obstáculos numerosos e pouco esparsos, em zona florestal, industrial ou urbanizada.  
Exemplos: Zonas de parques e bosques com muitas árvores; cidades pequenas e seus arredores; subúrbios densamente construídos de grandes cidades; área
- Rugosidade V**  
Terrenos cobertos por obstáculos numerosos, grandes, altos e pouco espaçados  
Exemplos: Centros de grandes cidades; complexos industriais bem desenvolvidos; florestas com árvores altas de copas isoladas.

Dimensões da Edificação

- Classe A** Toda a edificação na qual a maior dimensão (horiz./vert.) for menor que 20 m. Todas as unidades de vedação, seus elementos de fixação e peças individuais de estruturas s/vedação.
- Classe B** Toda a edificação ou parte de edificação para a qual a maior dimensão ( horizontal ou vertical ) da superfície frontal esteja entre 20 e 50 metros.
- Classe C** Toda a edificação ou parte de edificação para a qual a maior dimensão ( horizontal ou vertical ) da superfície frontal for maior que 50 metros.

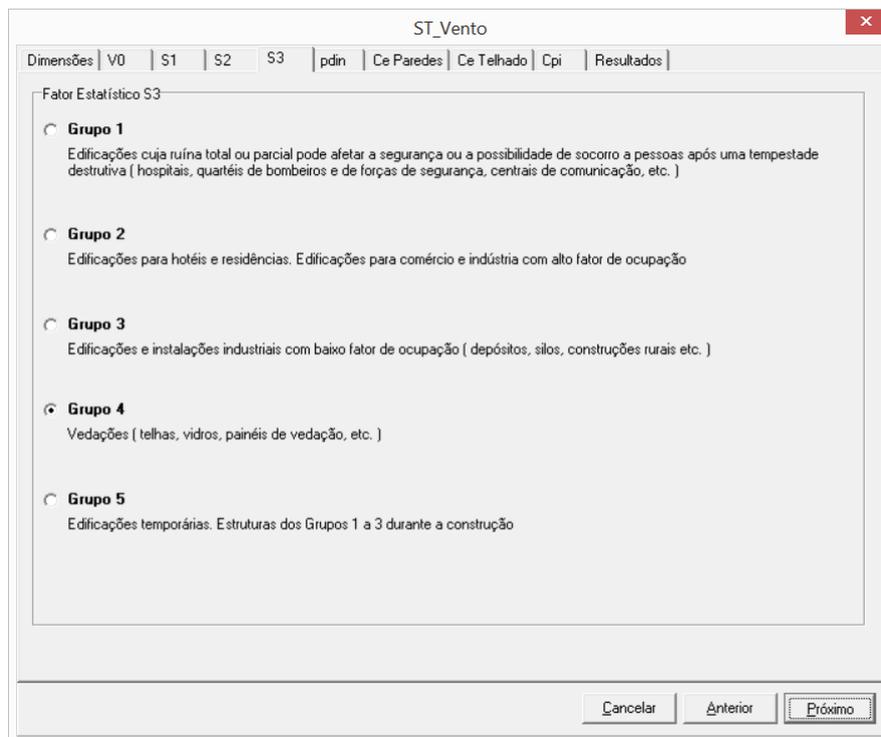
Altura sobre o Terreno

Z = 6,50 m

Cancelar Anterior Próximo

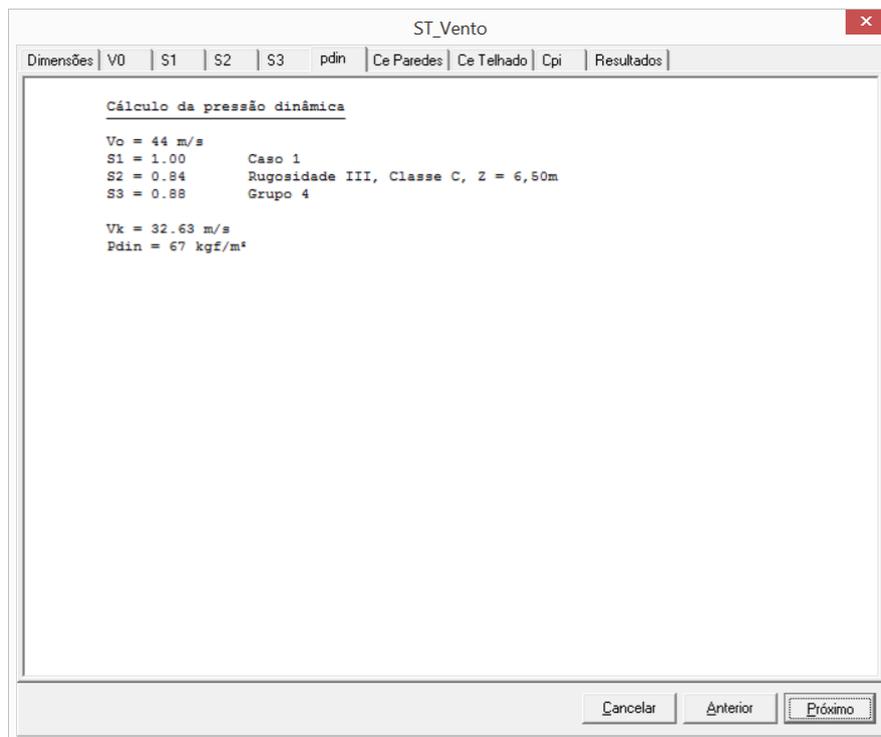
O fator S3 dependerá do grupo em qual a edificação se enquadre:





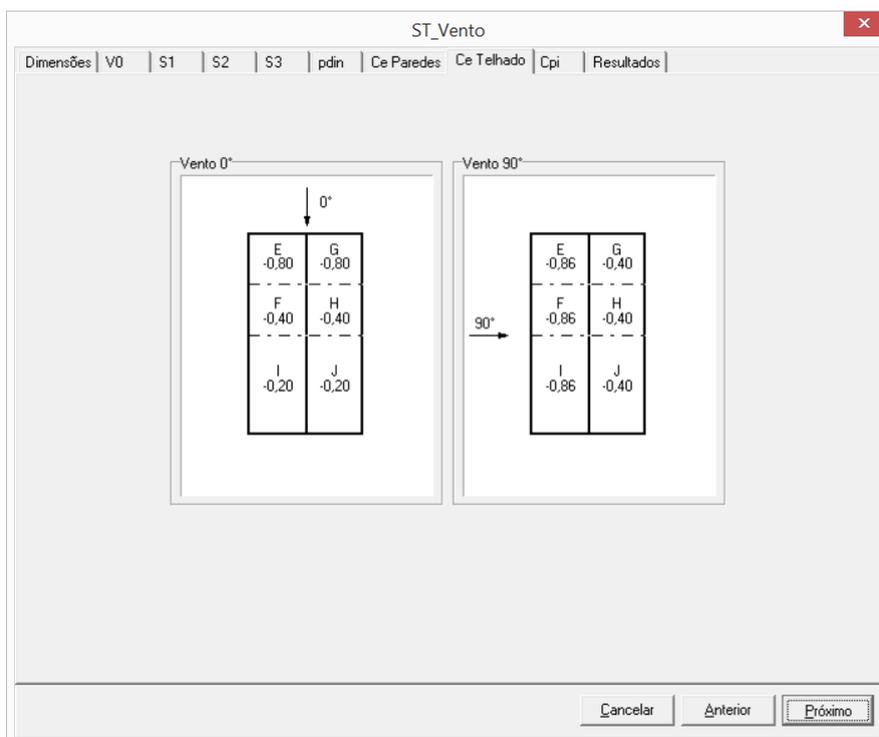
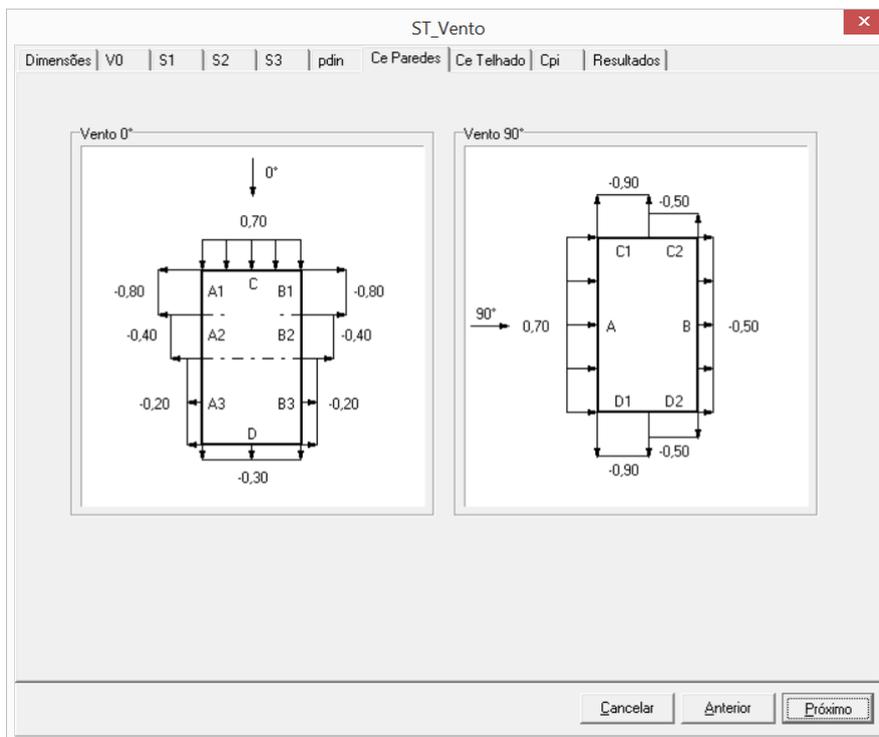
A partir da velocidade básica do vento e dos fatores S1, S2 e S3 é determinada a velocidade característica do vento ( $V_k$ ) e finalmente a pressão dinâmica ( $p_{din}$ ):





Em seguida, são apresentados os coeficientes de forma externos das paredes e dos telhados.





Finalizando os coeficientes, tem-se os coeficientes de pressão interna:

ST\_Vento

Dimensões | V0 | S1 | S2 | S3 | pdin | Ce Paredes | Ce Telhado | Cpi | Resultados

Coeficiente de Pressão Interna

Duas faces opostas igualmente permeáveis; as outras faces impermeáveis:  
- vento perpendicular a uma face permeável: Cpi = +0,2  
- vento perpendicular a uma face impermeável: Cpi = -0,3

Quatro faces igualmente permeáveis:  
Cpi = -0,3 ou 0 (considerar o valor mais nocivo);

Abertura dominante em uma face; as outras faces de igual permeabilidade:

Abertura dominante na face de barlavento: Cpi = 0,10 ou Cpi = 0,10

Abertura dominante na face de sotavento: Cpi = 0,70 ou Cpi = 0,70

Abertura dominante em uma face paralela ao vento

Abertura dominante não situada em zona de alta sucção externa: Cpi = -0,80 ou Cpi = -0,90

Abertura dominante situada em zona de alta sucção externa: Cpi = -0,40 ou Cpi = -0,40

Edificações efetivamente estanques e com janelas fixas que tenham uma probabilidade desprezável de serem rompidas por acidente: Cpi = -0,2 ou 0

Relação entre a área das aberturas e a área total da face:  
- vento a 0°: Cpi = NÃO CALCULADO  
- vento a 90°: Cpi = NÃO CALCULADO

Calcular Cpi de acordo com as áreas das aberturas

Valores definidos pelo usuário:

Cpi 0° | 0,2 | Cpi 90° | 0,3

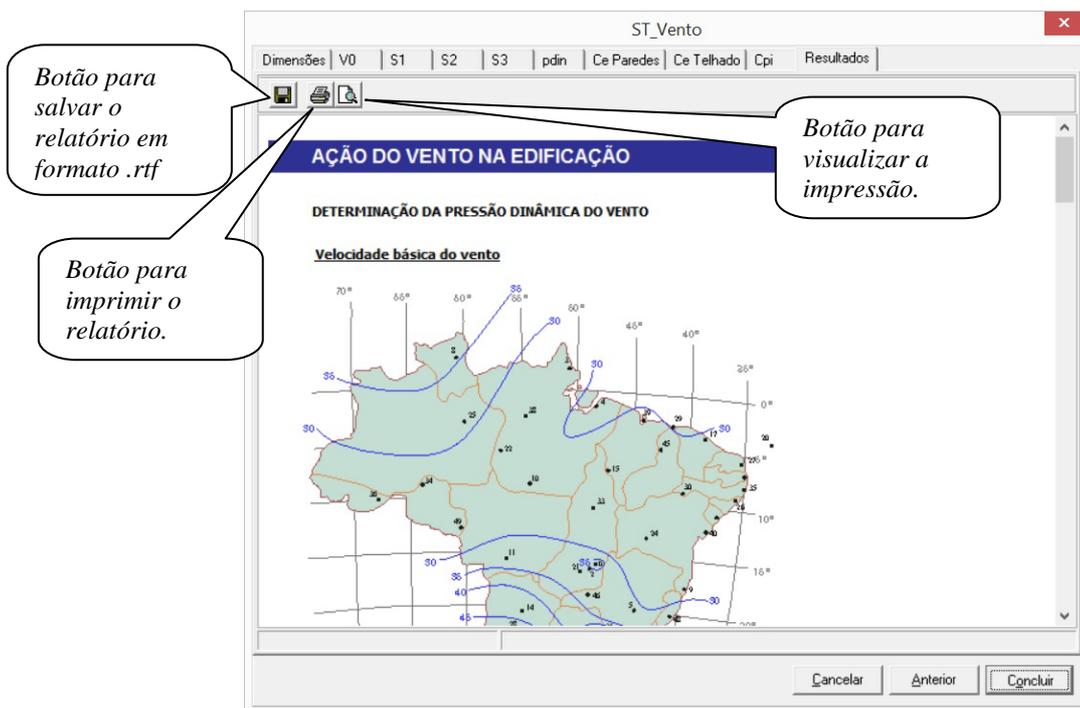
Cancelar Anterior Próximo

O usuário poderá optar por utilizar um destes casos pré estabelecidos pela NBR 6123:1988 ou declarar conforme seus critérios.

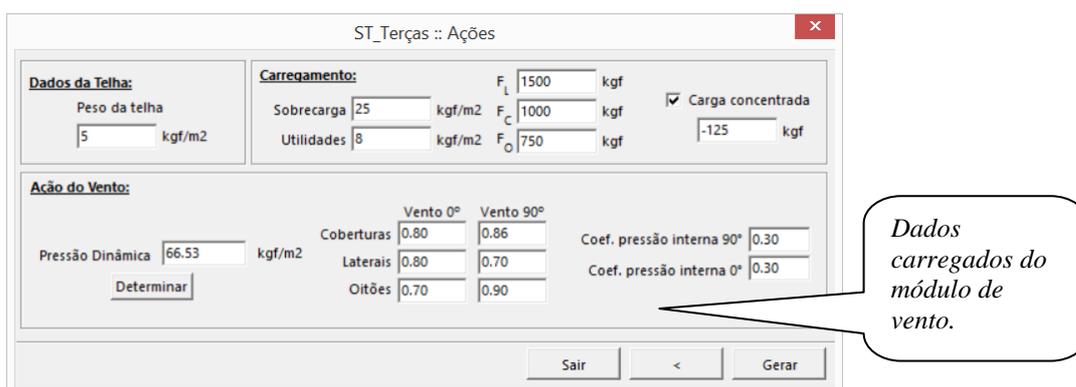
Entrada dos coeficientes fornecidos pelo usuário.

A próxima janela do módulo é a de RESULTADOS, nesta é apresentado o relatório com os dados de cada aba:





Clicando em CONCLUIR volta-se para a janela de AÇÕES do **ST\_Terças** com os campos referentes à Ação do Vento preenchidos:



Dessa forma é finalizada a modelagem das terças, clicando em GERAR seguem as demais etapas.



## **CAPÍTULO 3.**



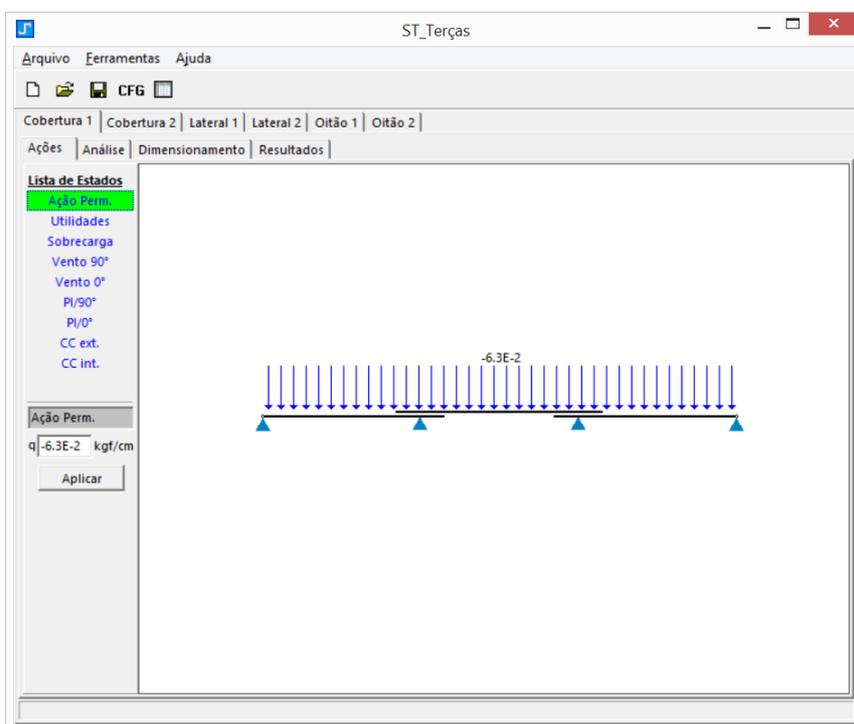
---

### **ST\_Terças- MÓDULO AÇÕES**

## CAPÍTULO 3. ST\_Terças – MÓDULO AÇÕES

### 3.1 INTRODUÇÃO

O módulo de Ações apresenta a lista de estados e um desenho esquemático do tipo de sistema estrutural da terça, conforme o que foi declarado no módulo de Geração de Terças:



### 3.2. LISTA DE ESTADOS

O máximo de estados criados pelo **ST\_Terças** são nove. Dependendo do tipo de terça selecionada na geração e também depende se o usuário optou por declarar carga concentrada no meio dos vãos na aba de carregamentos.



### 3.2.1. Editando Estados

Depois de gerados os estados, estes poderão ser editados no módulo Ações.

Para editá-los basta clicar sob o nome do estado e alterar o valor do carregamento.

Quando a alteração for feita em estados de carga distribuída deverá ser declarado um valor de força por comprimento e com a devida orientação de sinal. Já para cargas concentradas o valor declarado deverá ser em unidades de força, também vale a convenção de sinais.

As cargas deverão ser declaradas em relação ao eixo y, ou seja, cargas orientadas de baixo para cima serão positivas (sentido positivo do eixo y) e as orientadas de cima para baixo serão negativas (sentido negativo do eixo y).

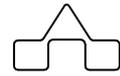
*Seleciona o estado na lista.*

*Edita o valor do carregamento.*

*Depois de editar clica-se no botão Aplicar para confirmar a edição.*



## **CAPÍTULO 4.**



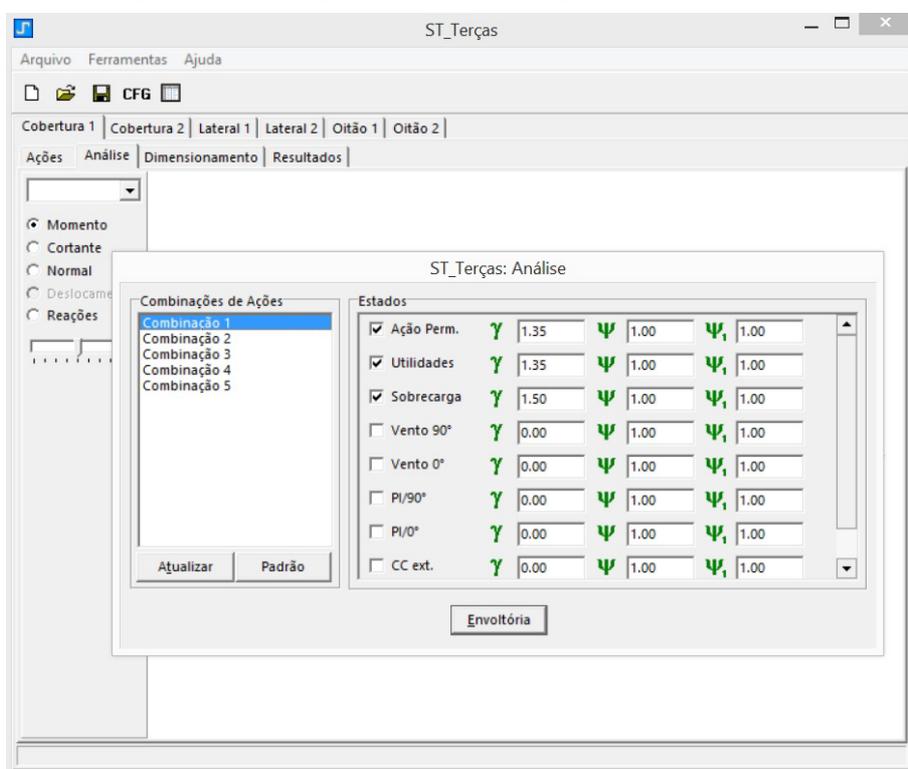
---

### **ST\_Terças- MÓDULO ANÁLISE**

## CAPÍTULO 4. ST\_Terças – MÓDULO ANÁLISE

### 4.1 INTRODUÇÃO

No módulo de Análise o **ST\_Terças** irá processar os estados através das combinações para obter os esforços máximos que serão enviados para o dimensionamento.



### 4.2. LISTA DE COMBINAÇÕES

Após clicar na aba Análise aparecerá uma janela com uma lista de combinações, inicialmente, estarão listadas as combinações de estados com os coeficientes de ponderação  $\gamma$  de acordo com a ABNT NBR 14762:2010. Estes coeficientes poderão ser editados, para isso, basta alterar o valor no campo correspondente e depois clicar em Atualizar.

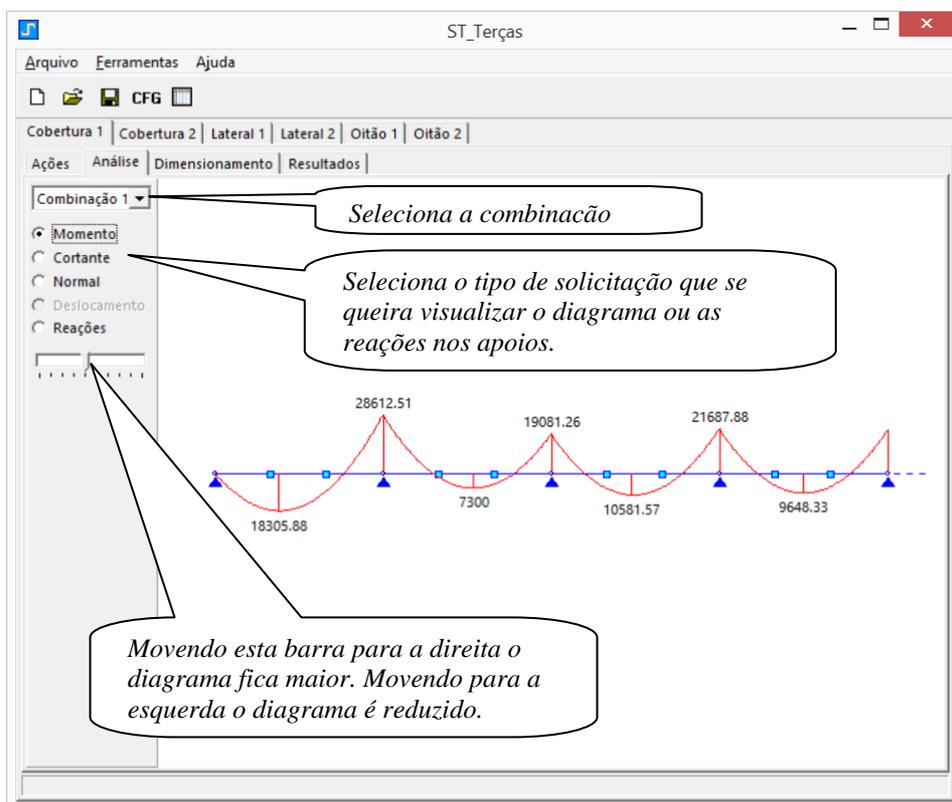
Os coeficientes poderão ser restaurados clicando no botão Padrão.

Depois de combinar os estados clica-se em Envoltória para que a análise seja feita.



### 4.3. DIAGRAMAS

Depois de feita a Análise são apresentados os diagramas das solicitações nas terças. Seleciona-se a combinação de ações que se queira visualizar os diagramas e este é apresentado na tela.



Obs.: a opção de exibir o diagrama de deslocamentos estará desabilitada quando a análise for feita antes do dimensionamento. Para visualizar este diagrama basta retornar na aba Análise após o dimensionamento da terça. Isto acontece porque é necessária a informação das propriedades do perfil para o cálculo dos deslocamentos.



## **CAPÍTULO 5.**



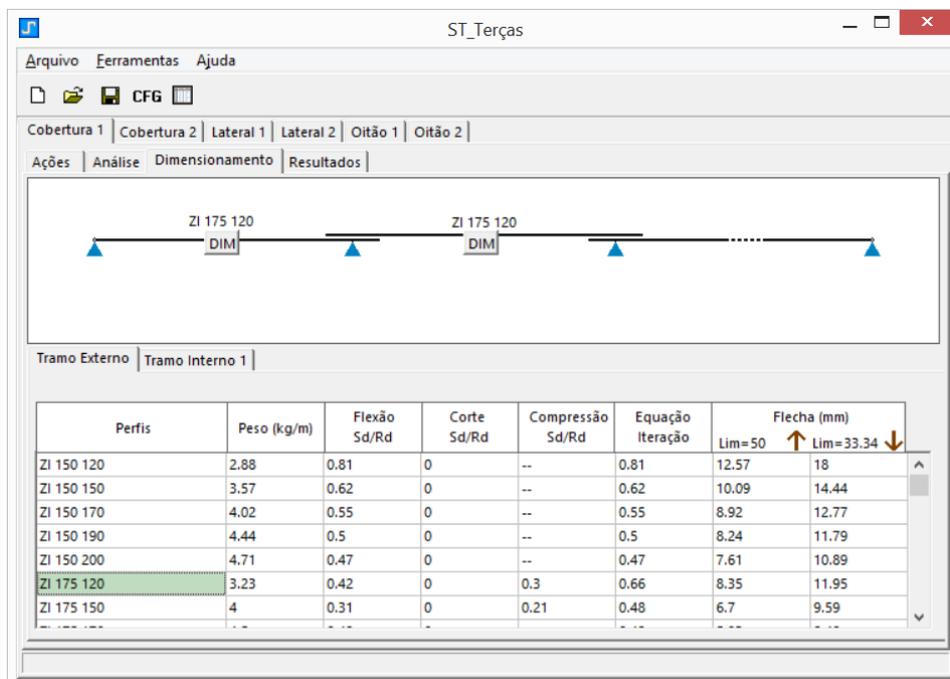
---

### **ST\_Terças- MÓDULO DIMENSIONAMENTO**

## CAPÍTULO 5. ST\_Terças – MÓDULO DIMENSIONAMENTO

### 5.1 INTRODUÇÃO

No módulo de dimensionamento deverão ser selecionados os perfis das terças.



O dimensionamento poderá ser feito através da planilha ou pelos botões DIM. Dependendo do tipo de terça deverão ser dimensionados elementos diferentes.

- Terças Biapoiadas: só dimensiona um tramo;
- Terças com mão-francesa: dimensiona um tramo e as mãos francesas (perfil cantoneira);
- Terças com luvas: dimensiona tramo interno e externo e ainda as luvas seguintes aos tramos externos e as luvas internas;
- Terças com transpasse: dimensiona um tramo externo e outro interno.



## 5.2. DIMENSIONANDO AS TERÇAS VIA PLANILHA

Logo que clicamos no módulo de Dimensionamento o **ST\_Terças**, automaticamente, dimensiona todos os perfis da lista e os exibe juntamente com a relação solicitação/resistência para avaliação da performance de cada perfil perante as solicitações de cálculo obtidas da Análise.

Para dimensionar através da planilha basta selecionar o perfil desejado clicando duas vezes sob ele com o botão esquerdo do mouse e este ficará destacado demonstrando que foi escolhido.

Perfis	Peso (kg/m)	Flexão Sd/Rd	Corte Sd/Rd	Compressão Sd/Rd	Equação Iteração	Flecha (mm)	
						Lim=50	Lim=33.34
ZI 150 170	4.02	0.55	0	--	0.55	8.92	12.77
ZI 150 190	4.44	0.5	0	--	0.5	8.24	11.79
ZI 150 200	4.71	0.47	0	--	0.47	7.61	10.89
ZI 175 120	3.23	0.42	0	0.3	0.66	8.35	11.95
ZI 175 150	4	0.31	0	0.21	0.48	6.7	9.59
ZI 175 170	4.5	0.42	0	--	0.42	5.93	8.48
ZI 175 190	4.98	0.38	0	--	0.38	5.45	7.8

Os perfis que não verificam aparecerão em vermelho na lista.

Na planilha de dimensionamento são exibidas as seguintes colunas:

The screenshot shows the software interface with a table of beam profiles. Callouts explain the columns:

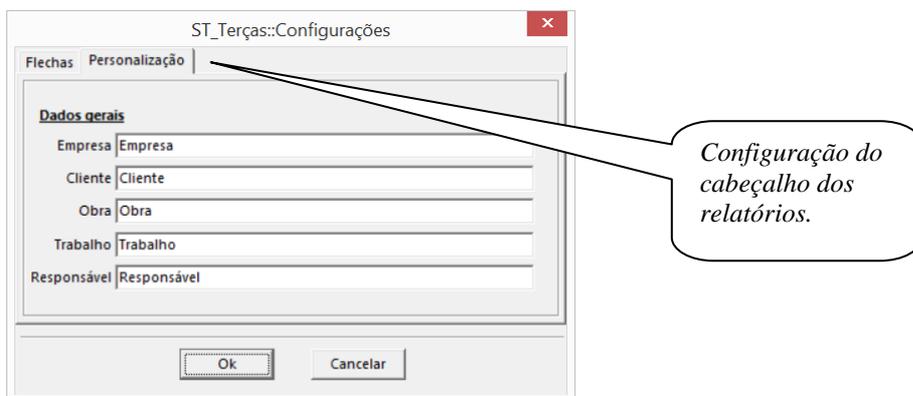
- Equação Iteração:** Resultado da equação de iteração de cada perfil.
- Flecha Limite para ações de vento, ascensional:** Flecha limite para ações de vento, ascensional.
- Flecha Limite para ações de sobrecarga e ação permanente:** Flecha limite para ações de sobrecarga e ação permanente.
- Perfis:** Lista de perfis
- Peso (kg/m):** Peso dos perfis em kg/m
- Flexão Sd/Rd:** Relação entre a solicitação e a resistência ao momento fletor
- Corte Sd/Rd:** Relação entre a solicitação e a resistência ao esforço cortante
- Compressão Sd/Rd:** Relação entre a solicitação e a resistência ao esforço normal



Obs.: os critérios para determinar as flechas limites podem ser alterados no botão de configurações CFG.

### 5.3. CONFIGURAÇÕES – CFG

No botão CFG, configurações, podem ser editados os dados gerais do arquivo e personalizar o cabeçalho do relatório. Além disso, podem ser visualizados e editados os critérios de flechas limites que serão considerados no módulo de Dimensionamento.



## 5.4. DIMENSIONANDO AS TERÇAS ATRAVÉS DO BOTÃO DIM

Caso se queira consultar mais dados sobre os perfis, poderá ser acionado o botão DIM, então abrirá uma janela com a calculadora de perfis:

**ST\_Stabile :: mCalc\_Perfis**

Arquivo Editar Ajuda

Perfil **Z de abas iguais a 45°**

**Dimensões**

b<sub>w</sub> 150 mm  
b<sub>f</sub> 60 mm  
D 20 mm  
t 3.75 mm

**Solicitações de Cálculo (kgf e cm)**

N<sub>o,sd</sub> 0 V<sub>x,sd</sub> 0 M<sub>x,sd</sub> 25065.97 C<sub>b</sub> 1.12  
N<sub>t,sd</sub> 0 V<sub>y,sd</sub> 76.92 M<sub>y,sd</sub> 0 C<sub>mx</sub> 0.31  
C<sub>my</sub> 0.31

**Comprimentos da Barra (cm)**

K<sub>x</sub>L<sub>x</sub> 600 K<sub>z</sub>L<sub>z</sub> 200 λ<sub>x</sub> 102.83 Travej. L/ Aço ASTM A36 Selecionar  
K<sub>y</sub>L<sub>y</sub> 200 L<sub>b</sub> 200 λ<sub>y</sub> 72.97 Z f<sub>y</sub> 250 MPa f<sub>u</sub> 400 MPa

**Resistências de Cálculo**

N<sub>o,Rd</sub> 19408.81 Sd/Rd = 0 V<sub>x,Rd</sub> 13806.82 Sd/Rd = 0  
N<sub>t,Rd</sub> 23888.38 Sd/Rd = 0 V<sub>y,Rd</sub> 3068.18 Sd/Rd = 0.025  
M<sub>x,Rd</sub> 96144.44 Sd/Rd = 0.261 M<sub>y,Rd</sub> 24203.7 Sd/Rd = 0

$$\frac{N_{o,sd} + M_{x,sd} + M_{y,sd}}{N_{o,Rd} + M_{x,Rd} + M_{y,Rd}} = 0.261 \quad \frac{M_{x,sd} + M_{y,sd} + N_{t,sd}}{M_{x,Rd} + M_{y,Rd} + N_{t,Rd}} = 0.261$$

$$\frac{M_{x,sd} + M_{y,sd} - N_{t,sd}}{M_{x,Rd} + M_{y,Rd} - N_{t,Rd}} = 0.261$$

ix, ly, ...

**ZSI 150 x 60 x 20 x 3.75**

**Perfis Favoritos:**

b <sub>w</sub>	b <sub>f</sub>	D	t
150	60	20	2.25
150	60	20	2.65
150	60	20	3
150	60	20	3.35
150	60	20	3.75
150	60	20	4.25

Adiciona Remove Selecciona

Calcular Relatório Configuração Aplicar Sair

Nesta janela também existe uma janela de configurações:



**Configurações**

**Unidades e Coeficientes**

Unidade de Comprimento:  m  cm  mm

Unidade de Força:  kgf  kN  tf

Precisão dos valores no relatório:  0  0.0  0.00  0.000  0.0000  0.00000

PFF: r =

Área Líquida: An =  %A

Aço Padrão: Aço  Selecionar

f<sub>y</sub>  f<sub>u</sub>  MPa

Esbeltez: Limite à tração:  Limite à compressão:

Ruptura - T:  Na região (γ = 1.65)  Fora da região (γ = 1.35)

Módulo de Elasticidade do Aço: E  MPa

OK Cancelar Padrão

*Os campos referentes às unidades estarão desabilitados, pois serão os mesmos que já foram declarados no módulo de Geração.*

*A precisão para exibição dos resultados no relatório poderá ser de até 5 casas decimais.*

*Limites de esbeltez para tração e compressão. Definidos como padrão 300 e 200, respectivamente. De acordo com as normas de projeto. Podendo ser alterados.*

*Módulo de elasticidade do aço.*

Os dados referentes ao perfil estão posicionados à esquerda da janela de dimensionamento:



Nome do perfil.

Slide indicando as cotas

Dimensões do perfil

Propriedades geométricas do perfil

Seleção do perfil na lista. Sempre que opta-se por dimensionar através do botão DIM, o perfil que estará aqui selecionado representa o primeira da lista que verifica. Pode-se selecionar qualquer perfil desta lista e visualizar a performance deste através das relações Sd/Rd apresentadas nesta janela de dimensionamento.

Perfis Favoritos:	b <sub>w</sub>	b <sub>f</sub>	D	t
	150	60	20	2.25
	150	60	20	2.65
	150	60	20	3
	150	60	20	3.35
	150	60	20	3.75
	150	60	20	4.25

Visualização das propriedades geométricas do perfil

ZSI 150 x 60 x 20 x 3.75			
Perfil Simples	Perfil Composto		
I <sub>x</sub> :	357,846 cm <sup>4</sup>	I <sub>x</sub> :	-
I <sub>y</sub> :	78,959 cm <sup>4</sup>	I <sub>y</sub> :	-
x <sub>g</sub> :	0 cm	x <sub>g</sub> :	-
y <sub>g</sub> :	7,313 cm	y <sub>g</sub> :	-
Área:	10,511 cm <sup>2</sup>	Área:	-
I <sub>t</sub> :	0,492 cm <sup>4</sup>	I <sub>t</sub> :	-
C <sub>w</sub> :	3152,35 cm <sup>6</sup>	C <sub>w</sub> :	-
x <sub>0</sub> :	0 cm	x <sub>0</sub> :	-
y <sub>0</sub> :	0 cm	y <sub>0</sub> :	-
Peso:	8,251 kg/m	Peso:	-
r <sub>x</sub> :	5,835 cm	r <sub>x</sub> :	-
r <sub>y</sub> :	2,741 cm	r <sub>y</sub> :	-

As solicitações de cálculo serão preenchidas pelo próprio **ST\_Terças** que as preencherá com os dados obtidos pela análise e não poderão ser editadas pelo usuário.



Solicitação normal de cálculo à compressão e a tração

Solicitação cortante de cálculo na direção x

Momento fletor solicitante de cálculo em torno do eixo x

Solicitação cortante de cálculo na direção y

Momento fletor solicitante de cálculo em torno do eixo y

Fatores de modificação do momento

Solicitações de Cálculo (kgf e cm)							
$N_{c,sd}$	0	$V_{x,sd}$	0	$M_{x,sd}$	19472,49	$C_b$	1,12
$N_{t,sd}$	0	$V_{y,sd}$	-50,7	$M_{y,sd}$	0	$C_{mx}$	0,31
						$C_{my}$	0,31

Para determinar o momento fletor resistente de cálculo para o estado limite de flambagem lateral com torção (FLT) o **ST\_Terças** calcula os fatores de modificação do momento considerando o comprimento da barra e a distância entre travamentos. Mas se usuário quiser poderá editá-los.

Os comprimentos também serão preenchidos pelo programa.

Comprimento efetivo de flambagem por flexão em torno do eixo x

Comprimento efetivo de flambagem por torção

Seleção do tipo de aço do perfil.

Comprimento efetivo de flambagem por flexão em torno do eixo y

Comprimento destravado.

Eslidez das barras, em relação aos comprimentos x e y. Estes campos estarão sempre desabilitados, pois o programa calcula automaticamente através dos comprimentos de flambagem e os raios de giração.

Comprimentos da Barra (cm)							
$K_x L_x$	600	$K_z L_z$	200	$\lambda_x$	102,83	Travej. L/	Aço ASTM A36 Selecionar
$K_y L_y$	200	$L_b$	200	$\lambda_y$	72,97	Z	$f_y$ 250 MPa $f_u$ 400 MPa



RESISTÊNCIAS DE CÁLCULO: após serem fornecidos todos os dados da janela principal basta clicar em Calcular quando serão exibidas as respostas do programa:

Resistências de Cálculo					
$N_{c,Rd}$	19408,81	Sd/Rd = 0	$V_{x,Rd}$	13806,82	Sd/Rd = 0
$N_{t,Rd}$	23888,38	Sd/Rd = 0	$V_{y,Rd}$	3068,18	Sd/Rd = 0,025
$M_{x,Rd}$	96144,44	Sd/Rd = 0,261	$M_{y,Rd}$	24203,7	Sd/Rd = 0
$\frac{N_{cSd}}{N_{cRd}} + \frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} = 0,261$		$\frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} + \frac{N_{tSd}}{N_{tRd}} = 0,261$			
$\frac{M_{xSd}}{M_{xRd}} + \frac{M_{ySd}}{M_{yRd}} - \frac{N_{tSd}}{N_{tRd}} = 0,261$					

Onde:

- $N_{c,Rd}$ : Força normal resistente de cálculo à compressão
- $N_{t,Rd}$ : Força normal resistente de cálculo à tração
- $M_{x,Rd}$ : Momento fletor resistente de cálculo em torno do eixo x
- $V_{x,Rd}$ : Força cortante resistente de cálculo em x
- $V_{y,Rd}$ : Força cortante resistente de cálculo em y
- $M_{y,Rd}$ : Momento fletor resistente de cálculo em torno do eixo y

Na janela principal de dimensionamento, após o cálculo, também poderão ser visualizadas as equações de iteração.

Clicando no botão do relatório poderá ser acionado após os cálculos serem efetuados. Neste estarão discriminadas as equações principais utilizadas para a determinação de cada força ou momento resistente de cálculo.

Para salvar o relatório em padrão RTF basta clicar em ARQUIVO e SALVAR, indicando o local.



## **CAPÍTULO 6.**



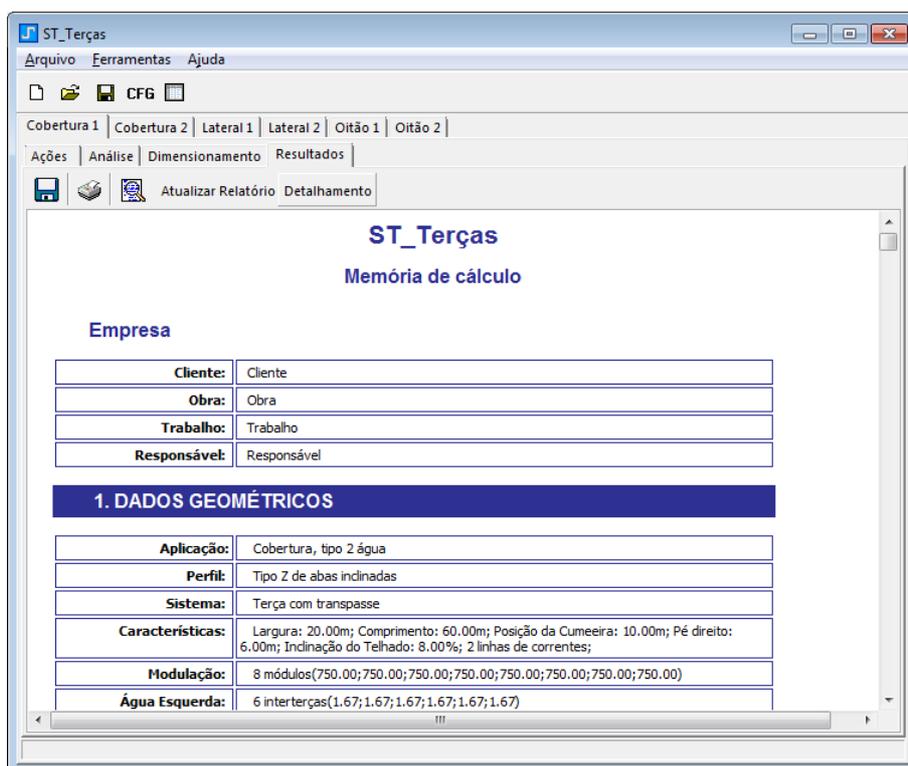
---

### **ST\_Terças- MÓDULO RESULTADOS**

## CAPÍTULO 6. ST\_Terças – MÓDULO RESULTADOS

### 6.1 INTRODUÇÃO

No módulo Resultados são apresentados o Relatório (memória de cálculo) e o Detalhamento.



No módulo Relatório é possível acionar os botões de salvar, imprimir e *preview* da impressão.



: salvar resumo ou relatório (salva em formato RTF);



: imprimir resumo ou relatório;



: *preview* da impressão.



## 6.2 RELATÓRIO

O módulo Relatório apresenta todos os dados declarados e os resultados obtidos da geração, análise e do dimensionamento.

**Dados Geométricos** - neste item são exibidos os seguintes dados:

- Aplicação: informa o tipo de cobertura, se é uma ou duas águas ou se é uma estrutura em arco;
- Perfil: informa o tipo de perfil;
- Sistema: exhibe o tipo de terço usada, luvas, transpasse, biapoiada ou mão-francesa;
- Características: apresenta os dados da geometria, largura, comprimento, posição da cumeeira, pé direito, inclinação do telhado, número de linhas de corrente;
- Modulação: numero de módulos e distância entre eles;
- Número de interterças em cada água e suas distâncias.

**Carregamento** - neste item são exibidos os seguintes dados:

- Aplicação: informa o peso unitário declarado para as telhas;
- Sobrecarga: valor da sobrecarga declarada;
- Pressão Dinâmica: valor da pressão dinâmica declarada ou obtida pelo módulo de Vento;
- Ações lineares: exhibe a maior interterça e a lista de estados gerados já em unidades de força por comprimento;
- Coeficientes Aerodinâmicos: valores dos coeficientes de forma externos e coeficientes de pressão interna, declarados ou obtidos do módulo de Vento.

**Ação do vento na edificação** - neste item são exibidos os dados do relatório do módulo **ST\_Vento**.

**Análise** - neste item são exibidas as combinações de estado.

**Resultados da Análise** - neste item são exibidos:

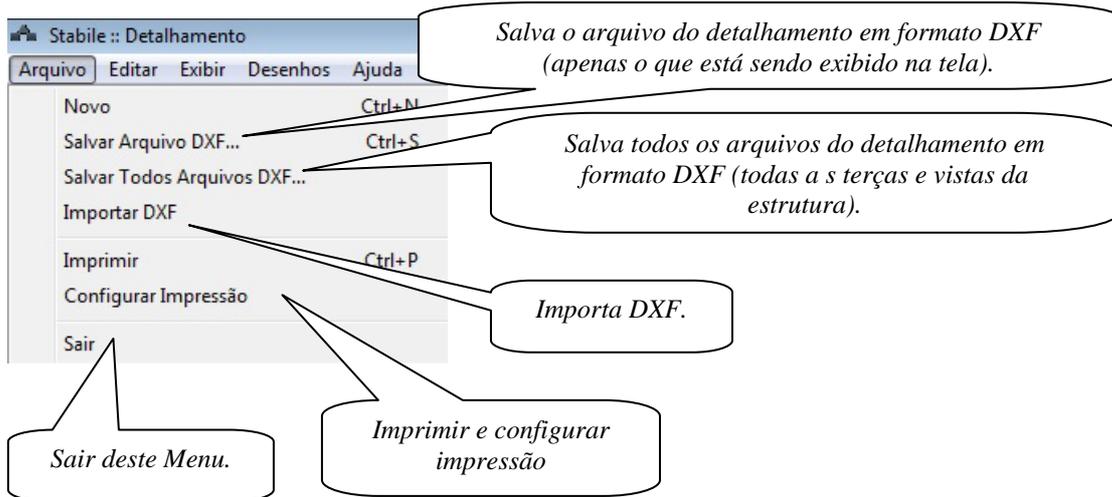
- Diagramas de momento fletor nas terças para todas as combinações de estado e os valores máximos em cada tramo e em cada apoio;
- Diagramas de esforço cortante nas terças para todas as combinações e os valores máximos em cada tramo e nos apoios;
- Diagramas de deformada de cada combinação;
- Reações de cada apoio em cada uma das combinações.

**Dimensionamento** - neste item são exibidos os perfis que foram adotados para cada tramo das terças. Além disso, exhibe a relação solicitação/resistência dos perfis.

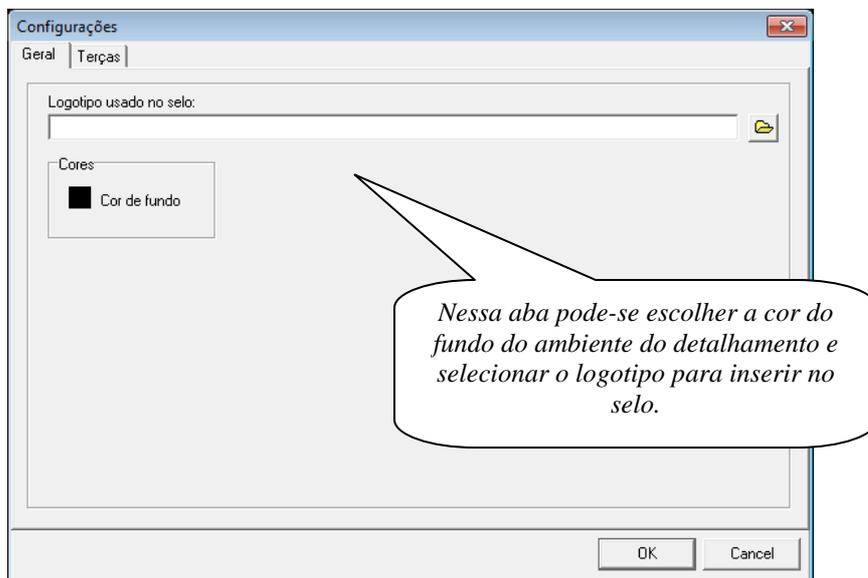


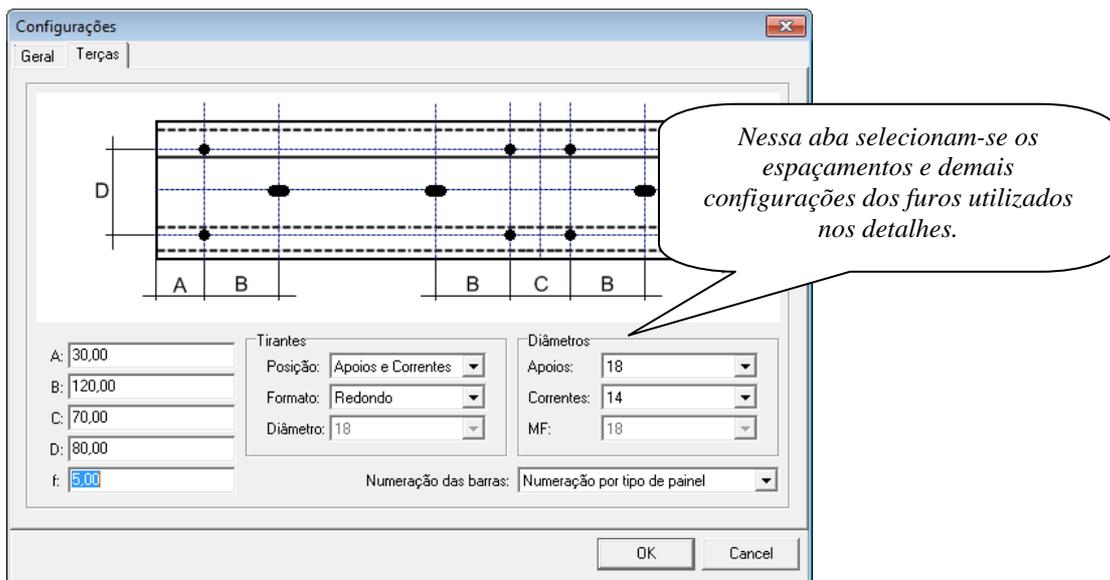


Menu Arquivo: clicando em Arquivo são abertas as opções



Menu Editar: clicando em Editar abre a janela de configuração Geral e de furos e espaçamentos para o detalhamento.





Menu Exibir: clicando neste menu abre opção de Zoom.

Menu Desenhos: clicando neste menu abre a opção de detalhes das terças e seus elementos em cada grupo (coberturas, laterais ou oitões) e vistas.

