



MANUAL DO USUÁRIO

ÍNDICE

Assunto	Página
Apresentação	2
Observações gerais sobre o software	2
Formas de trabalho	3
Fluxo das informações	4
Laje isolada	4
Geometria	6
Vinculação	6
Cargas	7
Configuração	8
Resultados	10
Impressão	13
Cálculo da obra	16
Exemplo de obra	18

1.- APRESENTAÇÃO

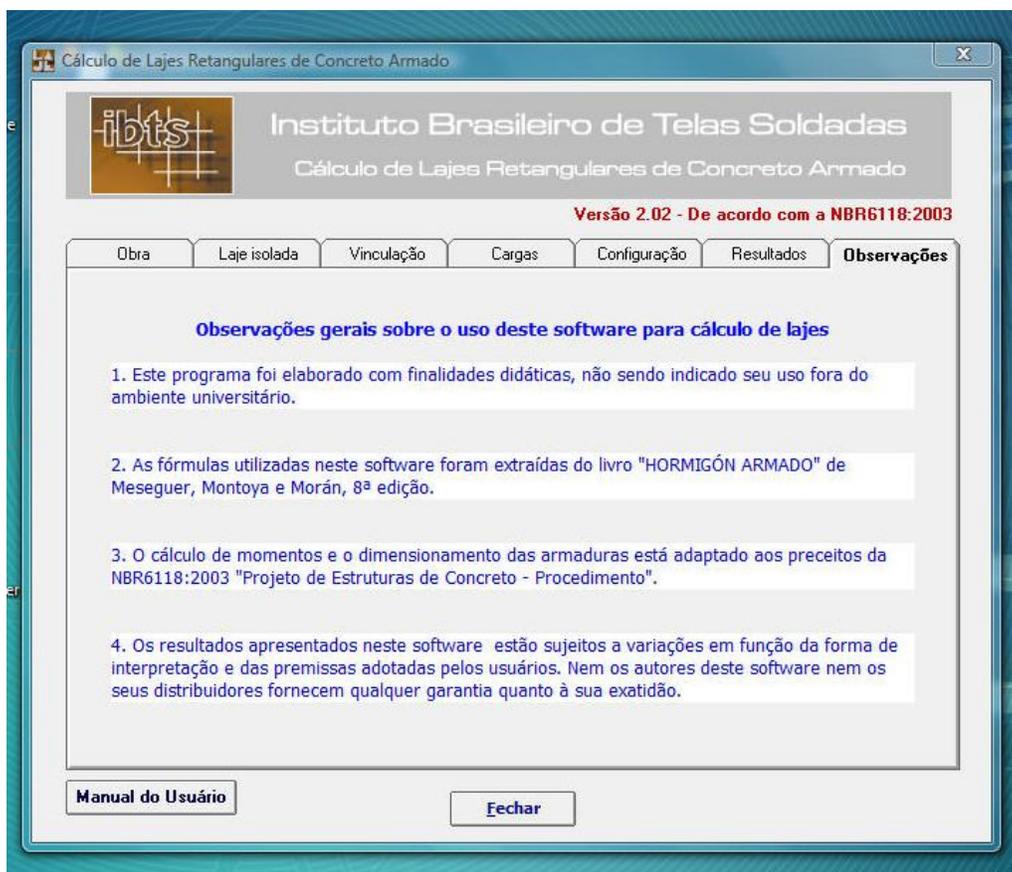


MANUAL DO USUÁRIO

Este Manual destina-se a auxiliar aos usuários do programa para o Cálculo de Lajes Retangulares de Concreto Armado no seu uso.

Foi produzido apresentando a seqüência usual de fornecimento de informações e uso de comandos que são utilizadas cotidianamente pelos interessados em calcular e dimensionar lajes retangulares de concreto armado usando armaduras em telas soldadas.

2.- OBSERVAÇÕES GERAIS SOBRE O SOFTWARE



Uma vez completada a instalação do software, aparecerá a tela da Figura 1 abaixo que apresenta as informações necessárias para o



MANUAL DO USUÁRIO

correto uso do programa e o entendimento de suas limitações e pressupostos. Dentre as principais observações, salienta-se nesta tela aquela que afirma que o resultado do dimensionamento das lajes de concreto armado é muito dependente das hipóteses adotadas pelo projetista.

Dada a importância que as hipóteses de cálculo apresentam e sua enorme influência sobre os resultados, fica patente a necessidade de que o projetista verifique sempre os valores adotados bem como certifique-se da validade dos resultados antes de qualquer utilização dos mesmos em obras reais.

Com base no que foi exposto acima, ressalta-se aqui mais uma vez que: **“Nem os distribuidores nem os autores deste software fornecem qualquer garantia quanto à exatidão de seus resultados”**.

3.- FORMAS DE TRABALHO

O software pode ser utilizado de duas formas: ou no cálculo de lajes retangulares isoladas ou no cálculo de lajes de pavimentos de obras. A única diferença entre as duas formas de trabalho é na apresentação dos resultados.

Os resultados do cálculo de uma laje isolada são apresentados em folhas individuais, ou seja: é impressa uma laje por folha. Os resultados do cálculo das lajes de um pavimento são apresentados sob a forma de uma planilha, com até 20 lajes por página.

Tanto num caso como no outro, tanto a entrada de dados como o cálculo propriamente dito é realizado sob a forma de lajes isoladas, o que muda é unicamente, como dissemos acima, é o método de impressão dos resultados.

4.- FLUXO DAS INFORMAÇÕES



MANUAL DO USUÁRIO

As informações necessárias ao cálculo das lajes são fornecidas na mesma ordem lógica que serão utilizadas:

1. **Geometria** – lado maior, lado menor, espessura e altura útil
2. **Vinculações** – condições de continuidade dos lados: engastes perfeitos ou apoios simples
3. **Cargas** – composição das cargas distribuídas que agem sobre as lajes
4. **Configurações** – método de cálculo, unidades, armaduras de distribuição, materiais, cobrimento, tolerâncias e relação entre M_b e M_a no Método das Linhas de Ruptura

A partir dos dados fornecidos, a laje é automaticamente calculada e os resultados usuais: momentos fletores, reações, armaduras necessárias e telas soldadas escolhidas ficam disponibilizados ao usuário.

5.- LAJE ISOLADA

Vamos começar explicando o cálculo de uma laje retangular isolada de concreto armado. A Figura 2 abaixo apresenta a tela onde devemos clicar na guia “Laje isolada” para começar o seu cálculo.

Ao clicar será exibida a tela de entrada da geometria da laje, com os espaços para o fornecimento dos valores dos lados maior e menor (usualmente fornecemos os valores efetivos, obtidos através da aplicação dos critérios do item 14.7.2.2 e Figura 14.5 da NBR6118:2003)



MANUAL DO USUÁRIO

Cálculo de Lajes Retangulares de Concreto Armado

ibts Instituto Brasileiro de Telas Soldadas
Cálculo de Lajes Retangulares de Concreto Armado

Versão 2.02 - De acordo com a NBR6118:2003

Obra **Laje isolada** Vinculação Cargas Configuração Resultados Observações

Lado menor (a) m

Lado maior (b) m

Altura total (h) cm

Altura útil (d) cm

Manual do Usuário Fechar

A tela sempre repete, numa mesma sessão, os últimos valores preenchidos para as variáveis que compõem a tela em questão. Os valores acima são aqueles que aparecem quando o programa é utilizado pela primeira vez.

A altura útil é determinada diminuindo da altura total a soma do valor do cobrimento das armaduras com 0,5 cm.

Vamos calcular como exemplo uma laje retangular de concreto armado com 4,2 m x 6,1 m, com 12 cm de altura total e 9,5 cm de altura útil, engastada em dois lados adjacentes com uma carga acidental de 150 kgf/m², revestimento de 100 kgf/m² e um enchimento de 100kgf/m². O cobrimento será de 2,0 cm e o fck de 25 MPa. Os demais dados serão definidos na medida em que se façam necessários.



MANUAL DO USUÁRIO

A seqüência de telas que será utilizada para o fornecimento das informações é ilustrada abaixo.

Geometria

Lado menor (a)	<input type="text" value="4,2"/>	m
Lado maior (b)	<input type="text" value="6,1"/>	m
Altura total (h)	<input type="text" value="12"/>	cm
Altura útil (d)	<input type="text" value="9,5"/>	cm

Vinculação

Obra	Laje isolada	Vinculação	Cargas	Configuração	Resultados	Observações
------	--------------	-------------------	--------	--------------	------------	-------------

<input type="radio"/> Engaste		<input type="radio"/> Engaste
<input checked="" type="radio"/> Apoio		<input checked="" type="radio"/> Apoio

The diagram shows a central rectangle representing the slab. Around it are four sets of radio buttons for defining the boundary conditions: top, bottom, left, and right. Each set has an 'Engaste' (edge) and an 'Apoio' (support) option. In the current screenshot, the 'Apoio' option is selected for all four sides.

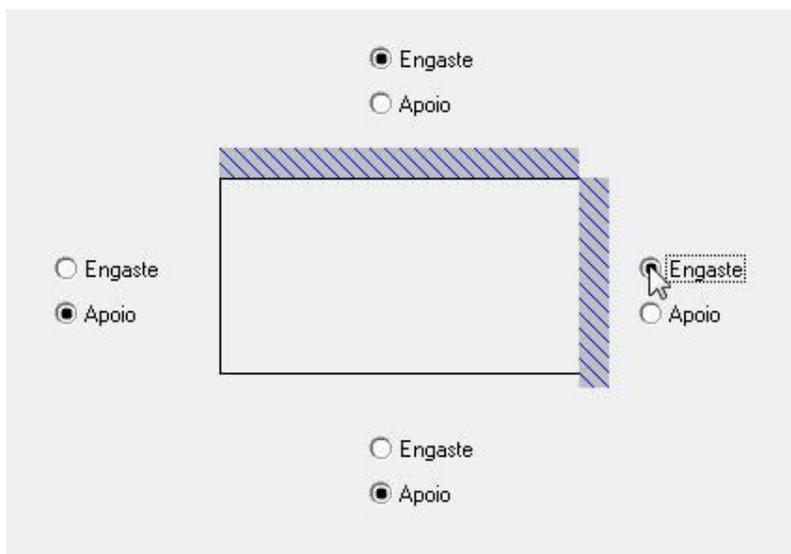
<input type="radio"/> Engaste		<input type="radio"/> Engaste
<input checked="" type="radio"/> Apoio		<input checked="" type="radio"/> Apoio

<input type="radio"/> Engaste		<input type="radio"/> Engaste
<input checked="" type="radio"/> Apoio		<input checked="" type="radio"/> Apoio

Uma vez clicada a guia de **Vinculação** devemos definir as vinculações dos lados da laje. As únicas vinculações admissíveis são **apoio simples** ou **engaste perfeito**.



MANUAL DO USUÁRIO



Os vínculos são ativados clicando nas correspondentes opções. Os vínculos podem ser alterados a qualquer momento, permitindo de forma muito fácil fazer quantas comparações de resultados e consumos se queira.

Cargas

Peso próprio	<input type="text" value="300"/>	kgf/m ²
Revestimento	<input type="text" value="100"/>	kgf/m ²
Carga acidental	<input type="text" value="150"/>	kgf/m ²
Outras	<input type="text" value="100"/>	kgf/m ²
Total	<input type="text" value="650"/>	kgf/m ²

O peso próprio é calculado automaticamente pelo programa e não pode ser editado. Todas as demais cargas são inseridas diretamente nos respectivos campos pelo usuário, podendo ser alteradas a qualquer momento. Feita qualquer alteração, é só clicar na guia **Resultados** e a laje é automaticamente recalculada com os valores atualizados.



MANUAL DO USUÁRIO

Vale lembrar que os valores das cargas acidentais mínimas a serem consideradas devem obedecer à **NBR 6120/80 – Cargas para o cálculo de edificações**.

Configuração

A guia **Configuração** habilita a tela abaixo, onde informamos ao programa quais os dados e parâmetros que deverão ser utilizados no cálculo e dimensionamento das lajes de concreto armado.

Obra	Laje isolada	Vinculação	Cargas	Configuração	Resultados	Observações
Método de cálculo <input type="radio"/> Elástico <input checked="" type="radio"/> Linhas de ruptura						
Unidade de força <input type="radio"/> kN <input checked="" type="radio"/> kgf						
Cobrimento nominal 20 mm						
Armadura mínima (cm²/m) Conforme Tabela 17.3 e 19.1 da NBR6118:2003						
Armadura de distribuição <input checked="" type="radio"/> 0,20 As principal <input type="radio"/> 0,25 As principal						
Materiais Concreto: fck 25 MPa Aço CA 60						
Tolerância na escolha das Telas 3 %						
Definir $\psi = Mb/Ma$						
Relação entre lados ψ						
a/b < 0,55 0,3						
0,55 < a/b < 0,7 0,5						
0,7 < a/b < 0,85 0,75						
0,85 < a/b 1						

A primeira informação é o **Método de cálculo** a ser utilizado para a determinação dos momentos fletores atuantes na laje: podemos escolher entre o Método Elástico e o Método das Linhas de Ruptura.

A segunda informação é a **Unidade de força** a ser utilizada: ou o **kgf** (Sistema Técnico) ou o **kN** (Sistema Internacional). Cabe lembrar que, dentre as duas, a unidade legal no Brasil é o **kN**.



MANUAL DO USUÁRIO

A próxima informação é o **Cobrimento nominal** a ser utilizado. O valor do cobrimento depende de diversos fatores, entre os quais podemos citar a agressividade do ambiente onde a laje será executada, o seu revestimento, etc. O valor do cobrimento nominal deve obedecer ao item **7.4** e à **Tabela 6.1** e à **Tabela 7.2** da **NBR 6118:2003 Projeto de estruturas de concreto – Procedimento**. O valor do cobrimento, em milímetros, é colocado diretamente pelo usuário no correspondente campo da tela

A **Armadura de distribuição** para lajes armadas em uma direção pode também ser escolhida, optando-se diretamente na tela entre o valor de 20% da armadura principal (que atende à **Tabela 19.1** da **NBR 6118:2003**) ou adotando um valor maior, de 25% desta armadura principal.

A **Tolerância na escolha das telas** representa a diferença percentual que o usuário admite como aceitável entre a área de armadura teoricamente necessária e o valor escolhido na tabela de telas soldadas. Assim, numa laje em que a área de armadura teoricamente necessária seja de $3,40 \text{ cm}^2/\text{m}$, precisaríamos trabalhar com uma tela da família 396. Escolhendo uma tolerância de 3%, o programa aceitará como válida uma solução em tela soldada que apresente uma área de aço de $3,40 \times 0,97 = 3,30 \text{ cm}^2$, ou seja, pode-se adotar uma tela da família 335. A tolerância pode ser definida entre 0% e 5%.

No campo dos **Materiais** será definido o valor do f_{ck} , escolhido entre 20 MPa e 35 MPa. Como pode ser visto na figura, o aço que será utilizado será sempre o CA60.

O último parâmetro a ser informado é o **Valor de ϕ** , que é a relação arbitrária entre os momentos nas duas direções (M_a/M_b) para lajes armadas pelo Método das Linhas de Ruptura. Os valores indicados na figura acima representam um conjunto usual de parâmetros para faixas indicadas de relações entre os lados. Este conjunto poderá ser arbitrariamente alterado pelo usuário diretamente nos campos numéricos da tabela, tanto no que tange aos limites de relações entre os lados como os próprios valores de ϕ .

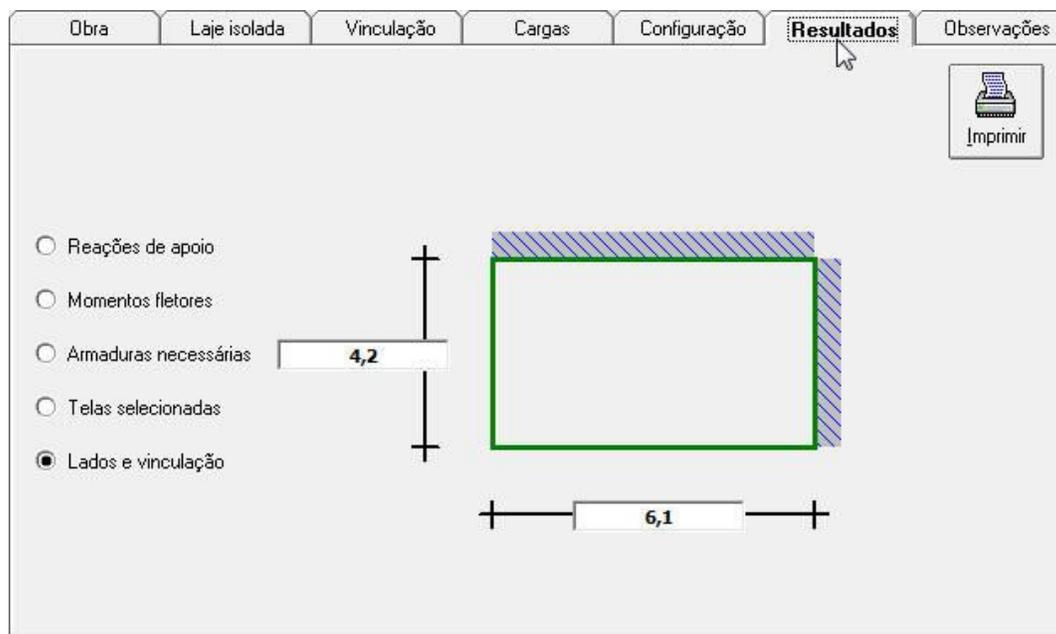


MANUAL DO USUÁRIO

Em nosso exemplo adotaremos os valores default, com exceção do fck, que adotaremos como sendo 25 MPa.

Resultados

Ao clicar na guia **Resultados** aparece a tela abaixo, onde estão listados todos os resultados que podem ser obtidos com o programa. Inicialmente vem marcado o campo *Lados e Vinculação*, o que faz com que sempre seja possível conferir se os lados e os vínculos da laje calculada estão corretos.



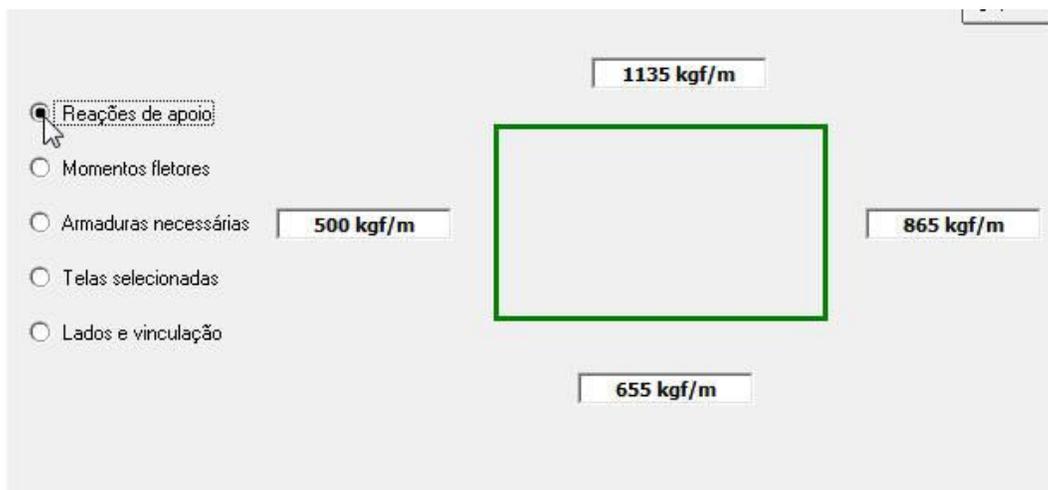
Como podemos ver, a laje que foi calculada coincide com o que queríamos calcular, tanto nos lados maior e menor como na vinculação.

Os resultados que serão apresentados obedecem à ordem em que usualmente são necessários: *Reações de apoio*, *Momentos fletores*, *Armaduras necessárias* e *Telas selecionadas*.

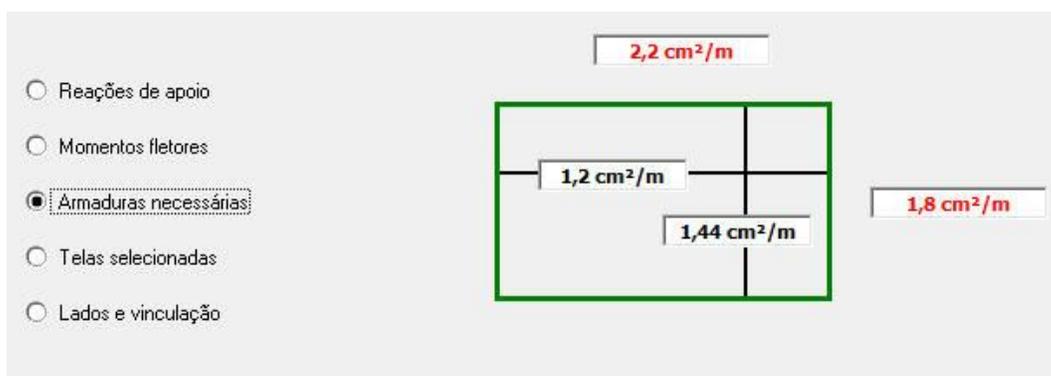
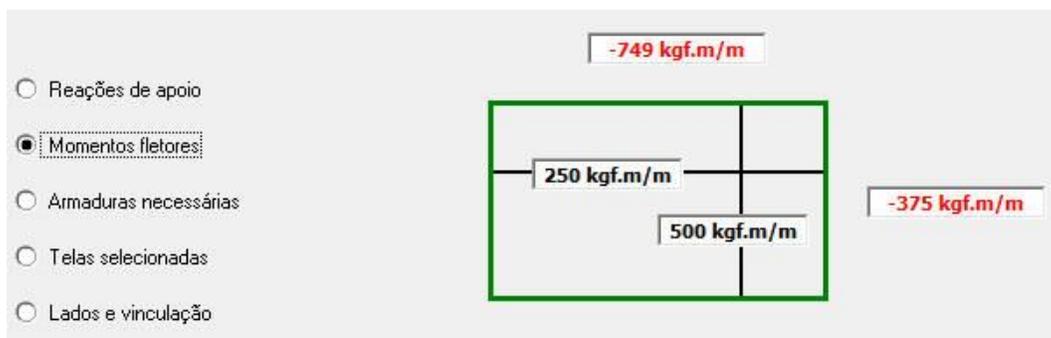


MANUAL DO USUÁRIO

Clicando em *Reações de apoio*, aparecem as reações de apoio sobre os quatro lados da laje:

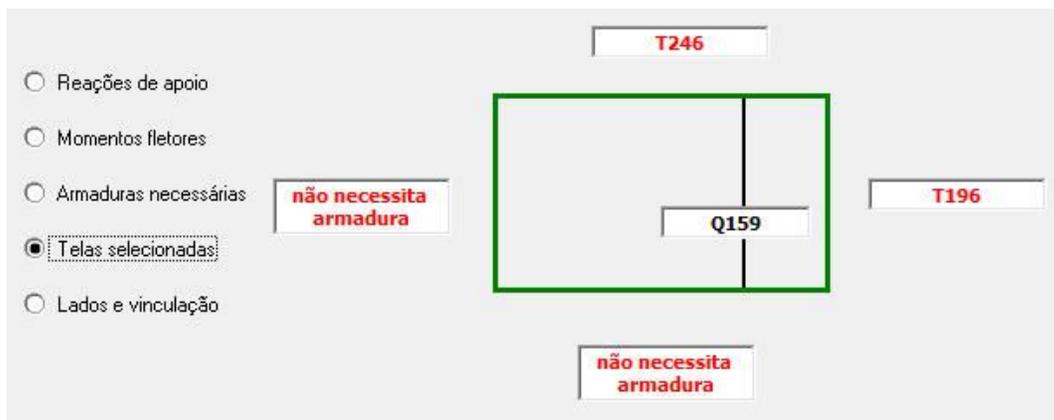


Clicando subseqüentemente nos demais resultados, as telas que aparecerão são as seguintes:





MANUAL DO USUÁRIO



É conveniente que se façam algumas observações obre as telas de **Resultados**:

- A laje é sempre calculada, ou recalculada, toda a vez em que se clica na guia **Resultados**;
- O desenho esquemático da laje (um retângulo em linhas verdes) não está em escala, servindo apenas para identificar os lados menores e os lados maiores;
- As armaduras apresentadas, tanto nas Telas soldadas como em barras soltas, são consideradas sempre em aço CA60
- Os resultados que aparecem são sempre coerentes com as unidades selecionadas;
- Para modificar algum dado, basta clicar na guia correspondente ao dado que se quer mudar e introduzir a modificação pretendida; quando clicarmos novamente na guia **Resultados**, o que aparecerá na tela será o cálculo da laje já com os novos dados

O programa não armazena os dados e os resultados das lajes. Caso o usuário queira guardar os dados e resultados de uma laje, deve clicar no botão **Imprimir** que aparece no canto superior direito da guia **Resultados** (veja figura abaixo). Uma vez alterados os dados da laje ou fechado o programa, será necessário reinserir os dados para conseguir imprimir o cálculo da laje.



MANUAL DO USUÁRIO

1135 kgf/m

Reações de apoio

Momentos fletores

Armaduras necessárias 500 kgf/m

Telas selecionadas

Lados e vinculação

865 kgf/m

655 kgf/m

Imprimir

Impressão

Uma vez clicado o botão **Imprimir** o programa solicitará os dados de identificação da laje e do projetista para preencher o cabeçalho da folha de impressão:

Dados da laje

Projetista Engº João

Nome da obra Edifício Belvedere Sul

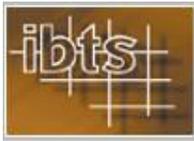
Pavimento Térreo

Nome da laje L1

Ok Cancelar

Nas próximas lajes a serem impressas o programa repetirá os dados de identificação da última laje impressa. Assim, se o usuário quiser calcular mais de uma laje no mesmo pavimento do mesmo prédio somente precisará trocar o nome da laje. O nome da laje pode ser qualquer combinação alfanumérica com até 20 caracteres.

A folha impressa tem a seguinte apresentação:



Cálculo de Lajes Retangulares de Concreto Armado

MANUAL DO USUÁRIO



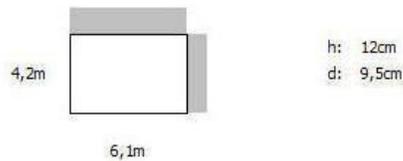
Instituto Brasileiro de Telas Soldadas

Cálculo de Lajes Retangulares de Concreto Armado V 2.02

Data: 27/08/2008

Projetista: Eng^o João
Obra: Edifício Belvedere Sul
Pavimento: Térreo
Nome da laje: L1

Geometria e vinculações



Cargas

Peso próprio	300 kgf/m ²
Revestimento	100 kgf/m ²
Carga acidental	150 kgf/m ²
Outras	100 kgf/m ²
TOTAL	650 kgf/m²

Método de cálculo: Linhas de Ruptura

Mb/Ma = 0,5

Armadura de distribuição: 20% da As Principal.

fck = 25 MPa

Aço CA 60

Resultados

Reações

Lado maior engastado: 1135 kgf/m

Lado maior apoiado: 655 kgf/m

Lado menor engastado: 865 kgf/m

Lado menor apoiado: 500 kgf/m

Momentos

Ma = 500 kgf.m/m

Xa = -749 kgf.m/m

Mb = 250 kgf.m/m

Xb = -375 kgf.m/m

Armaduras necessárias

AsMa: 1,44 cm²/m

AsXa: 2,2 cm²/m

AsMb: 1,2 cm²/m

AsXb: 1,8 cm²/m

Telas selecionadas

Positiva: Q159

Negativa sobre o lado menor: T196

Negativa sobre o lado maior: T246

* Os resultados acima são válidos conforme as OBSERVAÇÕES apresentadas na tela inicial do sistema. *

Nesta folha aparecem todos os dados de materiais, geometria e critérios de cálculo da laje bem como todos os resultados do cálculo. A convenção adotada é a usual em nosso meio:



MANUAL DO USUÁRIO

Ma = momento positivo (traciona as fibras inferiores da laje) paralelo à menor dimensão da laje. É o momento que deverá ser resistido pela armadura inferior paralela à menor dimensão da laje.

Xa = momento negativo (traciona as fibras superiores da laje) paralelo à menor dimensão da laje. É o momento que deverá ser resistido pela armadura superior paralela à menor dimensão da laje colocada sobre o apoio no(s) lado(s) maior(es) da laje.

Mb = momento positivo (traciona as fibras inferiores da laje) paralelo à maior dimensão da laje. É o momento que deverá ser resistido pela armadura inferior paralela à maior dimensão da laje.

Xb = momento negativo (traciona as fibras superiores da laje) paralelo à maior dimensão da laje. É o momento que deverá ser resistido pela armadura superior paralela à maior dimensão da laje colocada sobre o apoio no(s) lado(s) menor(es) da laje.

AsMa = armadura inferior paralela à menor dimensão da laje, que deverá resistir ao momento **Ma**.

AsXa = armadura superior paralela à menor dimensão da laje, que deverá resistir ao momento **Xa**.

AsMb = armadura inferior paralela à maior dimensão da laje, que deverá resistir ao momento **Mb**.

AsXb = armadura superior paralela à maior dimensão da laje, que deverá resistir ao momento **Xb**.

A impressão é feita clicando-se no botão no canto superior esquerdo da página com a visualização da impressão.



MANUAL DO USUÁRIO



6.- CÁLCULO DE OBRA

Uma obra é definida como um conjunto de um ou mais pavimentos compostos, cada um deles, de várias lajes isoladas. As principais vantagens no uso da obra como método de trabalho consistem em que a saída dos resultados é apresentada na forma usual de tabela e que ela fica automaticamente armazenada, o que facilita a análise e a apresentação dos resultados do cálculo.

O processo de cálculo das diversas lajes que compõem um pavimento de uma obra é exatamente igual ao de uma laje isolada, seguindo a mesma ordem de introdução.

Os dados da obra são armazenados pelo programa e podem ser editados quando desejado.

A principal diferença no processo advém do fato de ser necessária a criação da obra e a informação ordenada de seus dados básicos. Isto é conseguido através dos comandos para a criação e gravação da obra, como ilustrado abaixo.

Esta é a tela que fica disponibilizada quando é clicada a guia **Obra**.



MANUAL DO USUÁRIO



Os botões acima do formulário são auto-explicativos, servindo para:

- Criar uma obra (***Nova obra***)
- Gravar a obra (***Gravar obra***)
- Localizar uma obra já gravada (***Localizar obra***)
- Eliminar uma obra já gravada (***Excluir obra***) e
- Terminar uma seção de trabalho com uma obra (***Sair da obra***).

Ao clicar o botão ***Nova obra*** fica disponibilizada a seguinte tela:



MANUAL DO USUÁRIO

7.- Exemplo de Obra

The screenshot shows the 'Nova obra' (New work) screen. At the top, there are five buttons: 'Nova obra', 'Gravar obra', 'Localizar obra', 'Excluir obra', and 'Sair da obra'. Below these buttons, there are three input fields: 'Nome da obra' (Edifício Belvedere Norte), 'Endereço' (Rua Miosótis, 346), and 'Projetista' (Engº João). Below the input fields, there are two empty tables: 'Pavimentos' and 'Lajes'. The 'Gravar obra' button is highlighted with a mouse cursor.

Uma vez inseridos os dados da obra (nome, endereço e projetista), devemos gravar a obra para então podermos criar os pavimentos existentes.

The screenshot shows the 'Gravar obra' (Save work) screen. At the top, there are five buttons: 'Nova obra', 'Gravar obra', 'Localizar obra', 'Excluir obra', and 'Sair da obra'. Below these buttons, there are three input fields: 'Nome da obra' (Edifício Belvedere Norte), 'Endereço' (Rua Miosótis, 346), and 'Projetista' (Engº João). Below the input fields, there are two empty tables: 'Pavimentos' and 'Lajes'. The 'Gravar obra' button is highlighted with a mouse cursor.

Se tentarmos criar um pavimento antes de gravar a obra aparecerá o seguinte lembrete:



MANUAL DO USUÁRIO



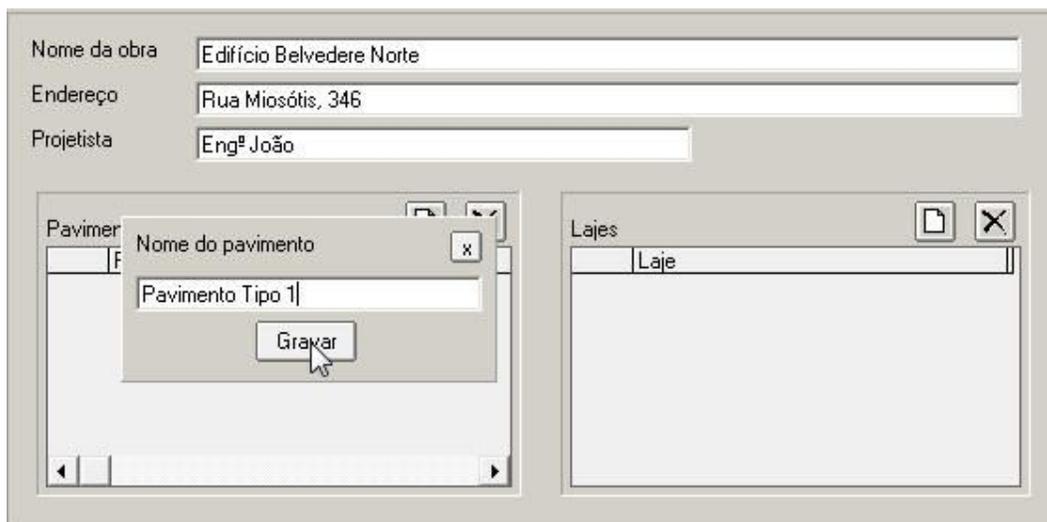
Após gravar a obra clicando no correspondente botão, estamos prontos para criar os seus pavimentos, clicando no botão Novo, como mostra a figura abaixo. O botão com um **X** ao lado do botão **Novo** serve para excluir um pavimento já gravado.



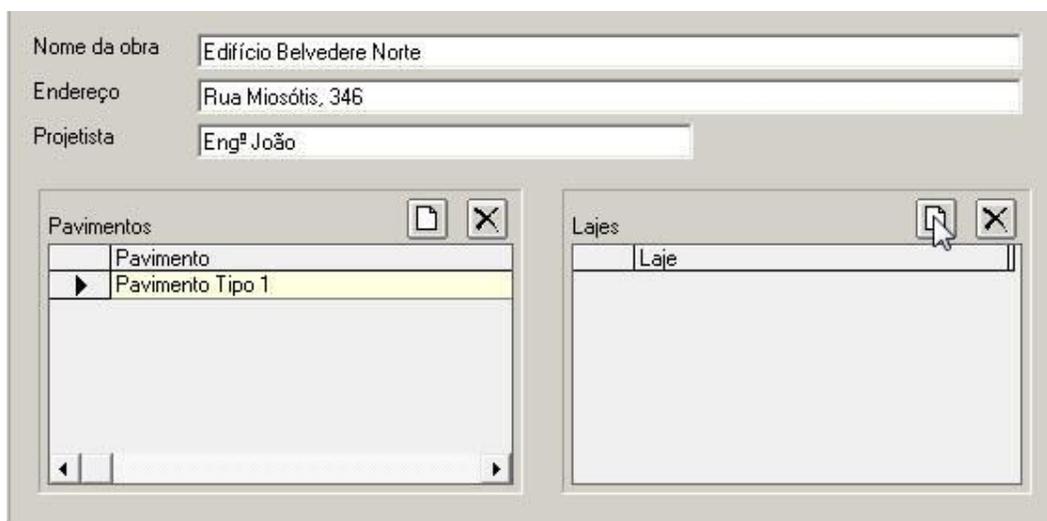
Após informar o nome do pavimento devemos gravá-lo, clicando no botão **Gravar**, como mostrado na figura abaixo.



MANUAL DO USUÁRIO



Uma vez gravado o pavimento, este é mostrado numa lista e este pavimento já fica automaticamente selecionado para permitir a entrada das suas lajes, como pode ser visto na figura abaixo:



Clicando, como mostrado na figura, em nova laje, é possível começar a definir as lajes. A cada nova laje criada aparece uma tela que pede o nome da laje e, a partir daí, a introdução dos dados segue o mesmo procedimento do fornecimento de dados da laje isolada.



MANUAL DO USUÁRIO

The screenshot shows a software window with the following fields:

- Nome da obra: Edifício Belvedere Norte
- Endereço: Rua Miosótis, 346
- Projetista: Engº João

Below these fields are two panels:

- Pavimentos:** A table with two rows: 'Pavimento' and 'Pavimento Tipo 1' (highlighted).
- Lajes:** A dialog box titled 'Lajes' with a sub-dialog 'Nome da laje' containing the text 'L1' and buttons 'Ok' and 'Cancelar'.

No exemplo acima será criada a L1. Ao clicar em **Ok** aparece imediatamente a tela abaixo, que é a mesma de fornecimento dos lados da laje isolada.

The screenshot shows the 'Geometria' tab of the software interface. It contains four input fields for slab geometry:

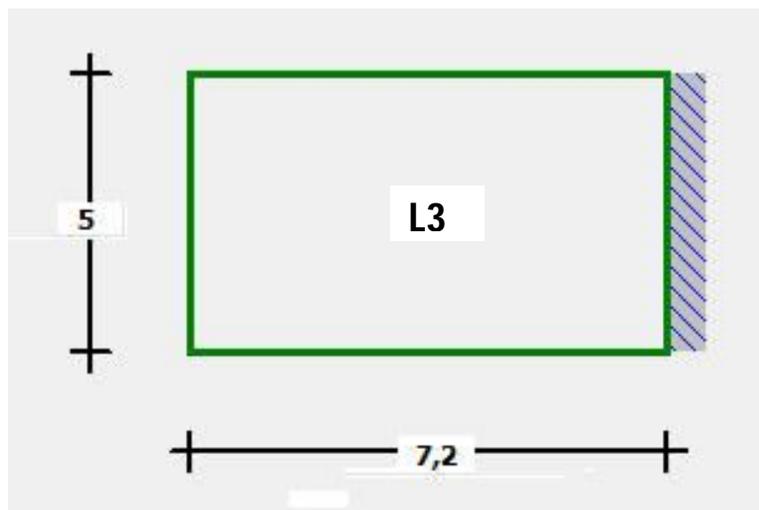
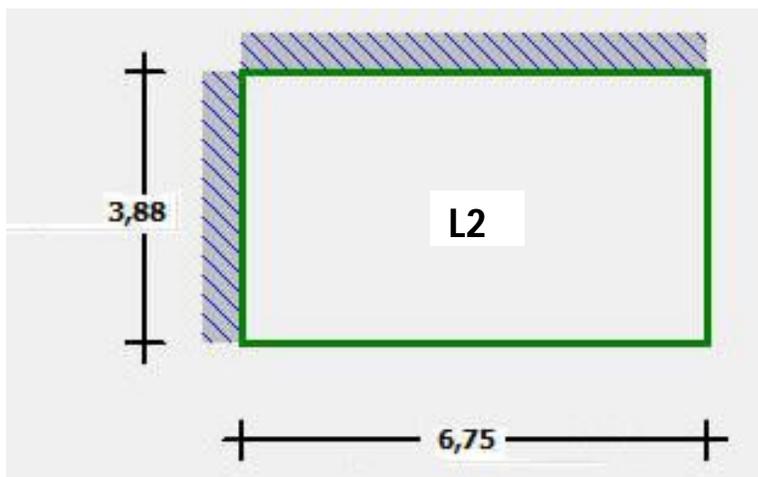
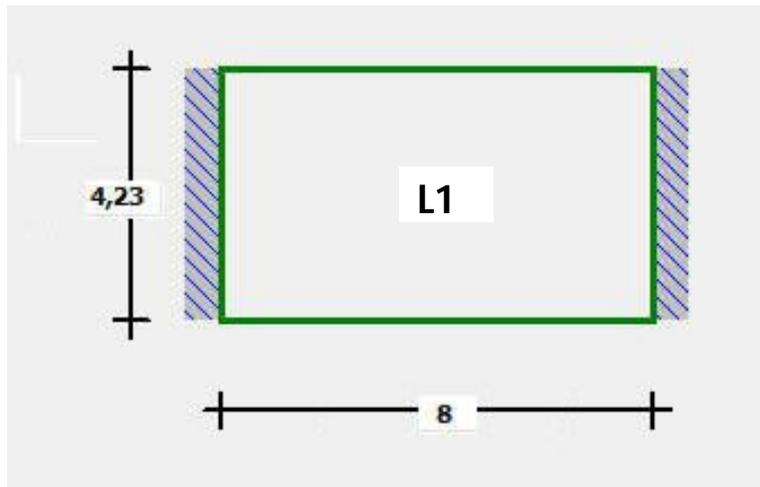
- Lado menor (a) m
- Lado maior (b) m
- Altura total (h) cm
- Altura útil (d) cm

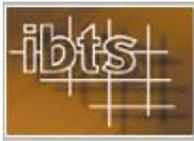
A partir deste ponto, o procedimento de introdução dos dados da laje é exatamente o mesmo que vimos para a laje isolada.

Vamos imaginar que o Pavimento Tipo 1 da obra Edifício Belvedere Norte seja composto pelas 3 lajes abaixo, todas com 13 cm de espessura, revestimento de 1,00 kN/m², carga acidental de 1,50 kN/m². Será considerada uma carga adicional de 1,00 kN/m² somente nas lajes L2 e L3. O fck será de 35 MPa e o cobrimento foi adotado como sendo de 20 mm.



MANUAL DO USUÁRIO





Cálculo de Lajes Retangulares de Concreto Armado

MANUAL DO USUÁRIO

As lajes L1 e L2 serão calculadas pelo Método Elástico e a L3 pelo Método das Linhas de Ruptura.

Começando pela L1, teremos a seguinte seqüência de telas:

Lado menor (a)	<input type="text" value="4,23"/>	m
Lado maior (b)	<input type="text" value="8"/>	m
Altura total (h)	<input type="text" value="13"/>	cm
Altura útil (d)	<input type="text" value="10,5"/>	cm

Geometria

Engaste
 Apoio

Engaste
 Apoio

Engaste
 Apoio

Vinculação

Peso próprio	<input type="text" value="3,3"/>	kN/m ²
Revestimento	<input type="text" value="1"/>	kN/m ²
Carga acidental	<input type="text" value="1,5"/>	kN/m ²
Outras	<input type="text" value="0"/>	kN/m ²
Total	<input type="text" value="5,8"/>	kN/m ²

Cargas



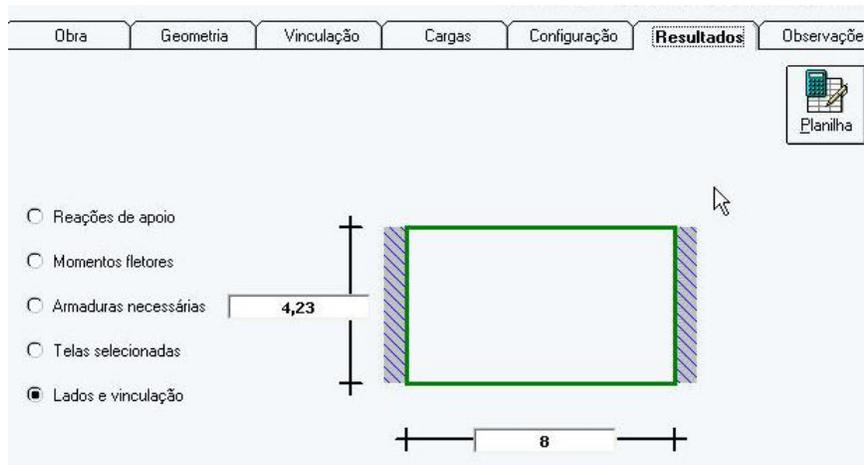
MANUAL DO USUÁRIO

Os demais parâmetros de configuração aparecem na tela abaixo, representando o caso da L1:



Como o cálculo será feito pelo Método Elástico, não existe sentido em aparecer a tabela dos valores de ϕ .

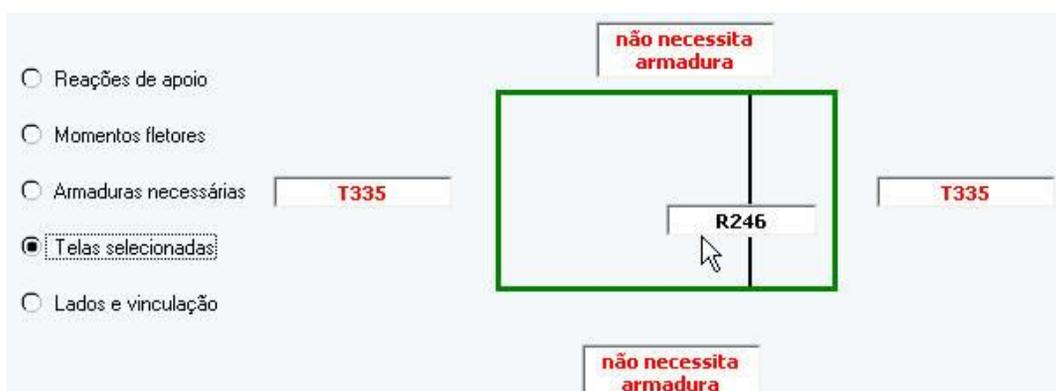
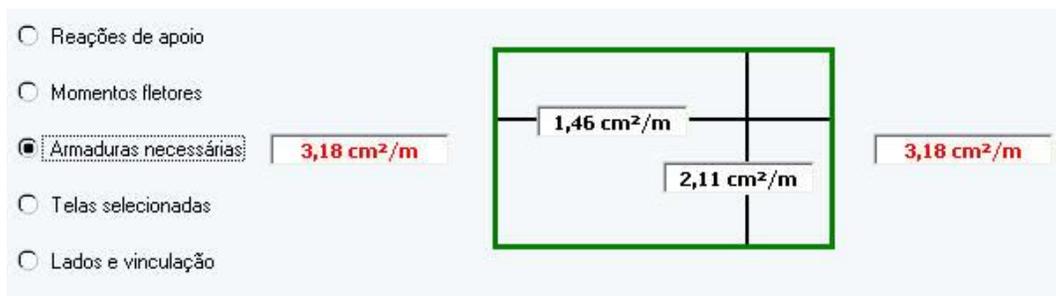
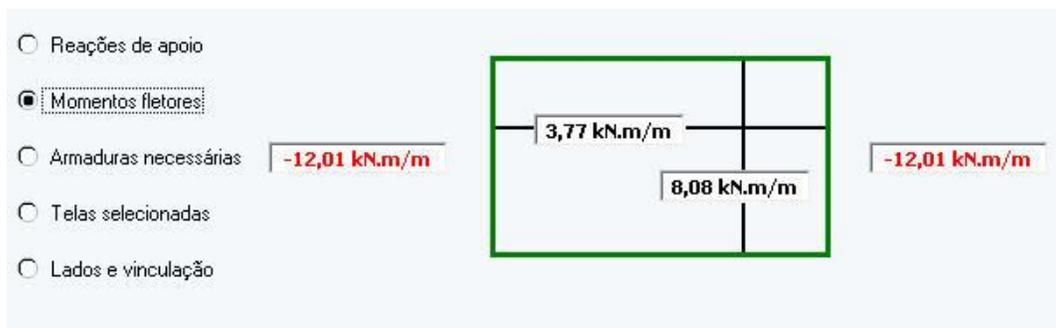
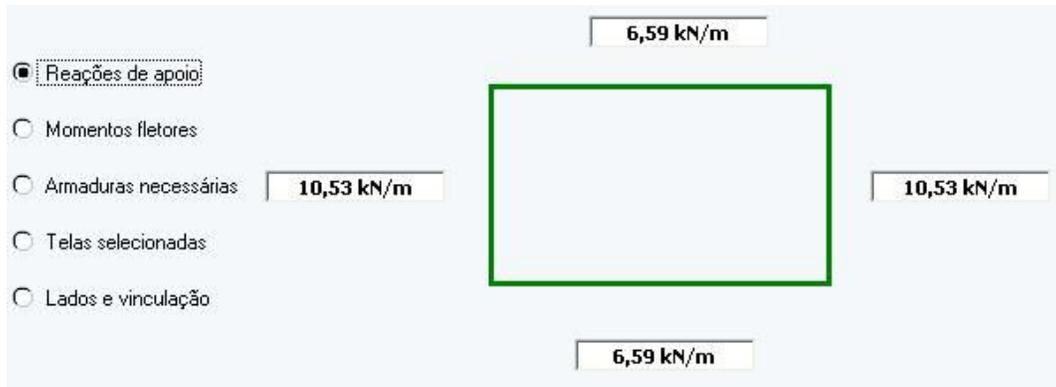
Clicando em **Resultados**, obteremos a seguinte tela, perfazendo um processo em tudo semelhante ao da laje isolada:



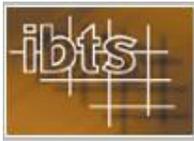


MANUAL DO USUÁRIO

Clicando nas diversas opções teremos, sucessivamente:



Tipo	Esp l (cm)	Esp t (cm)	Ø l (mm)	Ø t (mm)	Asl (cm²/m)	Ast (cm²/m)	Peso/m² (kg/m²)
R246	10	15	5,6	5,6	2,46	1,64	3,26



Cálculo de Lajes Retangulares de Concreto Armado

MANUAL DO USUÁRIO

Vale lembrar que as definições das telas aparecem quando se desliza o cursor sobre a caixa com o nome da tela soldada.

É importante lembrar que os valores da planilha são automaticamente gravados quando se clica na guia **Resultados**.

Clicando agora no botão **Planilha**, no canto superior da guia **Resultados**, aparece a visualização da tela de saída com a planilha de cálculo das lajes do *Pavimento Tipo 1*:



INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS
Cálculo de Lajes Retangulares de Concreto Armado V.2.02
Data: 19/1/2009

Obra: Edifício Belvedere Norte
Cobrimento: 20 mm

Pavimento: Pavimento Tipo 1

fck: 35 MPa

Unidades: lados em m, espessura em cm, cargas em kN/m², momentos fletores em kN.m/m, reações em kN/m e armaduras em cm²/m (CA 60)

Laje	Vinc.	a	b	Esp	PP	Rev.	Acid.	Outras	Ma/AsMa	Xa/ASXa	TelaXa	Mb/AsMb	Tela Positiva	Xb/ASXb	TelaXb	Ra/Rae	Rb/Rbe
*L1	AA-ee	4,23	8	13	3,3	1	1,5	- X -	8,08/2,11	- X -	- X -	3,77/1,46	R246	12/3,18	T335	1053/1053	659/659

Dividindo a planilha para melhor explicar a impressão, teremos:



INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADA
Cálculo de Lajes Retangulares de Concreto Armado V.2.02
Data: 19/1/2009

Obra: Edifício Belvedere Norte
Cobrimento: 20 mm

Unidades: lados em m, espessura em cm, cargas em kN/m², momentos fletores em

Laje	Vinc.	a	b	Esp	PP	Rev.	Acid.	Outras
*L1	AA-ee	4,23	8	13	3,3	1	1,5	- X -

O asterisco antes do nome da Laje L1 indica que a laje foi calculada pelo Método elástico.

A Vinculação é identificada por duas letras maiúsculas e duas letras minúsculas. Se uma letra maiúscula for **A**, então um lado maior é **Apoiado**, se uma letra maiúscula for **E**, então um lado maior é **Engastado**. Se as letras forem duas minúsculas (**AA**) ou duas maiúsculas (**EE**), a laje apresentará, respectivamente, os dois lados maiores **Apoiados** ou **Engastados**.



MANUAL DO USUÁRIO

Se as letras forem uma de cada (**AE** ou **EA**), isto quer dizer que a laje apresenta um lado maior **Engastado** e o outro **Apoiado**. Mutatis mutandi, o mesmo raciocínio vale para os lados menores.

As dimensões da laje são os valores de **a** e **b**, em m. **Esp** é o valor da espessura da laje em cm. **PP**, **Ver**, **Acid** e **Outras** são, respectivamente, os valores dos carregamentos devidos ao peso próprio, revestimento, carga accidental e outras cargas.

Vamos analisar agora o restante da planilha:

IAS
v 2.02

Pavimento: Pavimento Tipo 1

fck : 35 MPa

s em kN.m/m, reações em kN/m e armaduras em cm²/m (CA 60)

Ma/AsMa	Xa/ASXa	TelaXa	Mb/AsMb	Tela Positiva	Xb/ASXb	TelaXb	Ra/Rae	Rb/Rbe
8,08/2,11	- X -	- X -	3,77/1,46	R246	12/3,18	T335	1053/1053	659/659

Ma/AsMa apresentam o valor do Momento Fletor positivo paralelo à menor dimensão da laje e a armadura inferior necessária para resistir a este Momento Fletor.

Xa/ASXa apresentam o valor do Momento Fletor negativo paralelo à menor dimensão da laje e a armadura superior necessária para resistir a este Momento Fletor caso exista lado maior engastado.

TelaXa é a tela soldada sugerida como a solução mais econômica para a armadura que resistirá a **Xa**, caso exista lado maior engastado.

Mb/AsMb apresentam o valor do Momento Fletor positivo paralelo à maior dimensão da laje e a armadura inferior necessária para resistir a este Momento Fletor.

Tela positiva é a tela soldada sugerida como a solução mais econômica para funcionar como a armadura que resistirá simultaneamente a **Ma** e **Mb**.



MANUAL DO USUÁRIO

Xb/AsXb apresentam o valor do Momento Fletor negativo paralelo à maior dimensão da laje e a armadura superior necessária para resistir a este Momento Fletor caso exista lado menor engastado.

TelaXb é a tela soldada sugerida como a solução mais econômica para a armadura que resistirá a **Xb**, caso exista lado menor engastado.

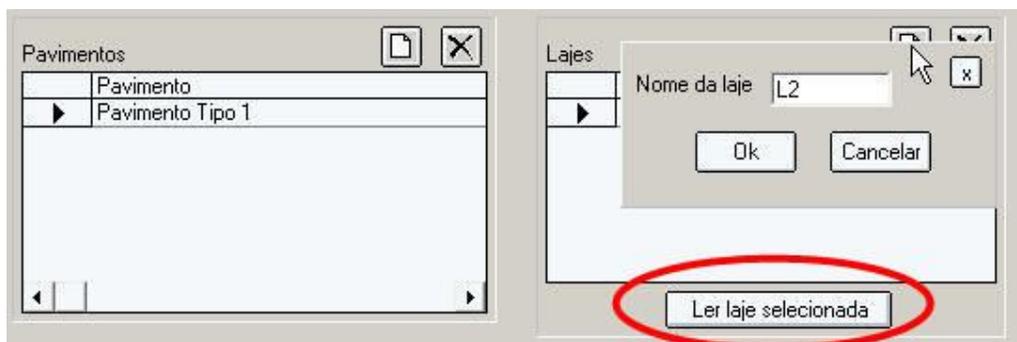
Ra/Rae são, respectivamente, as reações uniformemente distribuídas sobre os lados menores. Quando as vinculações forem iguais os dois valores de reação serão iguais; quando as vinculações forem diferentes o valor **Ra** corresponde à reação sobre o lado menor apoiado e **Rae** corresponde à reação sobre o lado menor engastado.

Rb/Rbe são, respectivamente, as reações uniformemente distribuídas sobre os lados maiores. Quando as vinculações forem iguais os dois valores de reação serão iguais; quando as vinculações forem diferentes o valor **Rb** corresponde à reação sobre o lado maior apoiado e **Rbe** corresponde à reação sobre o lado maior engastado.

As unidades e convenções estão explicadas no cabeçalho da planilha.

Podemos agora repetir o processo para calcular as lajes L2 e L3, lembrando que para elas existe uma carga **Outra** com o valor de 1,0 kN/m² e que a L3 será calculada pelo Método das Linhas de Ruptura.

Iniciamos criando a L2:





Cálculo de Lajes Retangulares de Concreto Armado

MANUAL DO USUÁRIO

Sempre que quisermos ver os dados de uma laje, basta selecioná-la e clicar no botão **Ler laje selecionada**.

Clica-se em nova laje  e insere-se o nome da Laje e depois **Ok**. A seguir inserimos as dimensões da L2:

Lado menor (a)	<input type="text" value="3,88"/>	m
Lado maior (b)	<input type="text" value="6,75"/>	m
Altura total (h)	<input type="text" value="13"/>	cm
Altura útil (d)	<input type="text" value="10,5"/>	cm

Em seguida informamos a vinculação da L2 e em seguida o seu carregamento, com a carga **Outras**:

Engaste
 Apoio



Engaste
 Apoio

Engaste
 Apoio

Peso próprio	<input type="text" value="3,3"/>	kN/m ²
Revestimento	<input type="text" value="1"/>	kN/m ²
Carga acidental	<input type="text" value="1,5"/>	kN/m ²
Outras	<input type="text" value="1"/>	kN/m ²
Total	<input type="text" value="6,8"/>	kN/m ²

Clicando em **Resultados** é feito o cálculo e o dimensionamento e, simultaneamente, a gravação da laje L2.



MANUAL DO USUÁRIO

Para a L3, repete-se o procedimento. Como esta laje deve ser calculada pelo Método das Linhas de Ruptura, devemos informar isto ao software através da guia **Configuração**:

A interface de configuração do software apresenta as seguintes opções:

- Método de cálculo:** Elástico, Linhas de ruptura
- Unidade de força:** kN, kgf
- Cobrimento nominal:** 20 mm
- Armadura mínima (cm²/m):** Conforme Tabela 17.3 e 19.1 da NBR6118:2003
- Armadura de distribuição:** 0,20 As principal, 0,25 As principal
- Materiais:** Concreto: fck 35 MPa, Aço CA 60
- Tolerância na escolha das Telas:** 3 %
- Definir $\Phi = Mb/Ma$:**

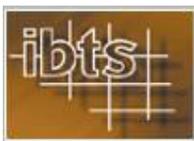
Relação entre lados		Φ
a/b <	0,55	0,3
0,55 < a/b <	0,7	0,5
0,7 < a/b <	0,85	0,75
0,85 < a/b		1

Botões: Manual do Usuário, Fechar

Se quiséssemos poderíamos ainda alterar, nesta mesma tela, a relação entre o valor do coeficiente Φ e a relação entre os lados da laje.

Vale a pena lembrar que o cálculo da laje soe armazenado ao se clicar na guia **Resultados**.

Uma vez calculada a L3, podemos visualizar a planilha da página seguinte com os dados de todas as lajes do **Pavimento Tipo1** do **Edifício Belvedere Norte**.



Cálculo de Lajes Retangulares de Concreto Armado

MANUAL DO USUÁRIO



INSTITUTO BRASILEIRO DE TELAS SOLDADAS

Cálculo de Lajes Retangulares de Concreto Armado V 2.02

Data: 19/1/2009

Obra: Edifício Belvedere Norte
Cobrimento: 20 mm

Pavimento: Pavimento Tipo 1

fck : 35 MPa

Unidades: lados em m, espessura em cm, cargas em kN/m², momentos fletores em kN.m/m, reações em kN/m e armaduras em cm²/m (CA 60)

Laje	Vinc.	a	b	Esp	PP	Rev.	Acid.	Outras	Ma/AsMa	Xa/ASXa	TelaXa	Mb/AsMb	Tela Positiva	Xb/ASXb	TelaXb	Ra/Rae	Rb/Rbe
*L1	AA-ee	4,23	8	13	3,3	1	1,5	- X -	7,72/2,01	- X -	- X -	2,32/1,46	Q196	3,47/2,18	T246	1053/1053	659/659
*L2	EA-ee	3,88	6,75	13	3,3	1	1,5	1	4,86/1,46	7,28/2,18	T246	2,43/1,46	Q159	3,64/2,18	T246	479/830	1183/683
L3	AA-ee	5	7,2	13	3,3	1	1,5	1	10,37/2,73	- X -	- X -	5,19/1,46	R283	7,78/2,18	T246	844/1461	887/887