

**INSTITUTO FEDERAL**

São Paulo

Câmpus Votuporanga

**Núcleo de Engenharia Virtual (NEV)**

**MANUAL DE UTILIZAÇÃO DO PROGRAMA IFESTRUT-LAJES**

**Última atualização: 24/10/2022**

Votuporanga - SP

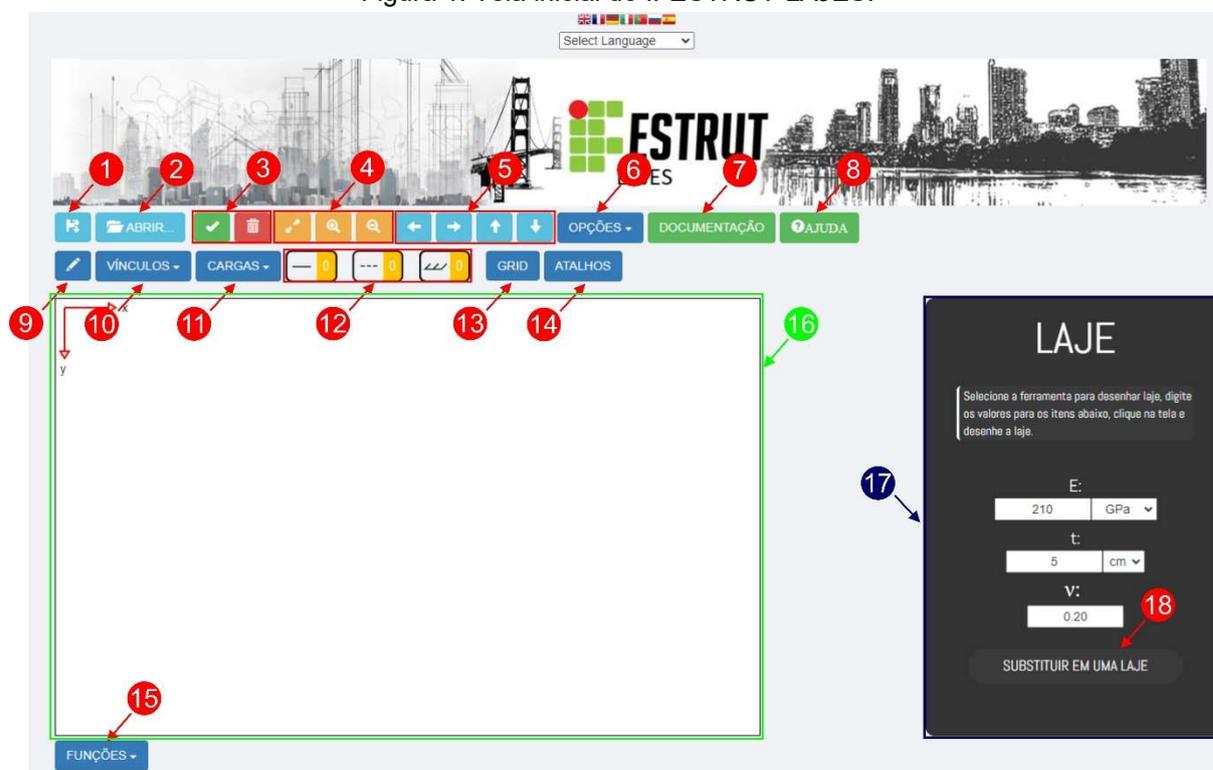
## SUMÁRIO

1. TELA INICIAL E FUNCIONALIDADES.....	2
2. DESENHO DE UMA LAJE.....	3
3. CONDIÇÕES DE CONTORNO (VÍNCULOS).....	4
4. CARREGAMENTOS.....	6
4.1 CARGA DISTRIBUÍDA SOBRE TODA A LAJE .....	6
4.2 CARGA DISTRIBUÍDA SOBRE REGIÃO .....	8
4.3 CARGA PONTUAL.....	10
4.4 CARGA TREM-TIPO TB-450 NBR.....	13
5. SALVAR E ABRIR ARQUIVOS .....	15
6. FUNCIONALIDADES DO AMBIENTE GRÁFICO (APAGAR, AMPLIAR E MOVER).....	16
7. BOTÃO OPÇÕES.....	17
7.1 DADOS DA LAJE.....	17
7.2 MEDIR.....	17
7.3 TAMANHO DA FONTE .....	18
7.4 MÍNIMO DE CASAS DECIMAIS A EXIBIR .....	19
7.5 SISTEMA DE UNIDADES DOS VALORES FINAIS.....	19
8. ATALHOS E GRID.....	20
9. BOTÃO FUNÇÕES.....	21

## 1. TELA INICIAL E FUNCIONALIDADES

Na Figura 1 apresenta-se a tela inicial do programa indicando todas as suas funcionalidades.

Figura 1: Tela inicial do IFESTRUT-LAJES.



Onde:

- 1 – Permite salvar uma laje desenhada no ambiente gráfico (*canvas*);
- 2 – Permite abrir um arquivo de uma laje salva anteriormente;
- 3 – Opção para confirmar a abertura do arquivo e botão para limpar o ambiente gráfico de desenho de lajes;
- 4 – Botões de zoom (zoom total, aumentar zoom e diminuir zoom);
- 5 – Botões que permitem mover o desenho na tela em todas as direções;
- 6 – Opções dentro do módulo (dados da laje, função de medir, tamanho da fonte, quantidade de casas decimais e sistema de unidades finais);
- 7 – Encontram-se todas as documentações publicadas dos criadores do programa e módulos;
- 8 – Botão de ajuda (email para sugestões e manual);
- 9 – Permite o desenho de uma laje no ambiente gráfico;
- 10 – Permite a inserção de vínculos nas lajes (apoiadas, livres ou engastadas);

- 11 – Permite a inserção de cargas nas lajes (carga sobre toda a laje, carga sobre uma região, carga pontual e carga trem-tipo TB-450);
- 12 – Indica a quantidade e os tipos dos vínculos inseridos pelo usuário na laje dentro do ambiente gráfico;
- 13 – Ativa/desativa o GRID no ambiente gráfico (apenas visual);
- 14 – Indica em texto todos os atalhos que podem ser usados dentro do ambiente gráfico;
- 15 – Funções dentro do programa (módulos inseridos para cálculos);
- 16 – Ambiente gráfico de desenho (Canvas);
- 17 – Menu lateral que permite definir os dados da laje a ser inserida;
- 18 – Botão que permite substituir os dados de uma laje já existente.

## 2. DESENHO DE UMA LAJE

Existem dois modos de desenhar uma laje dentro do programa, sendo eles utilizando dois cliques na tela ou utilizando um clique e definindo as suas dimensões. No primeiro modo de inserção da laje, o usuário deve selecionar o botão de desenho da laje (botão 9 na Figura 1) e clicar em algum lugar dentro do ambiente gráfico (Indicação 16 na Figura 1), após isso será mostrada na tela uma pré-imagem da laje conforme o usuário movimentar o *mouse* até ele clicar novamente em outra posição e completar o desenho da laje. No segundo modo, o usuário repete o processo de selecionar o botão de desenho da laje e clica na tela do ambiente, mas após isso ele digita a “largura, altura” em metros da laje desejada, na caixa de texto que aparece na parte superior e pressiona a tecla *enter*.

Figura 2: Passo a passo para a inserção de laje pelo modo dos dois cliques.

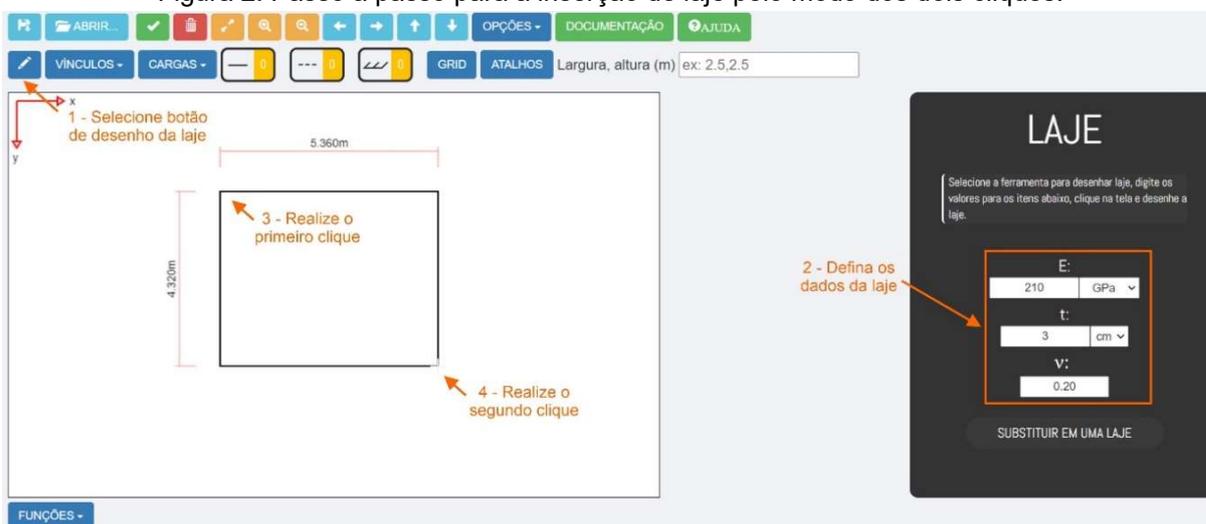
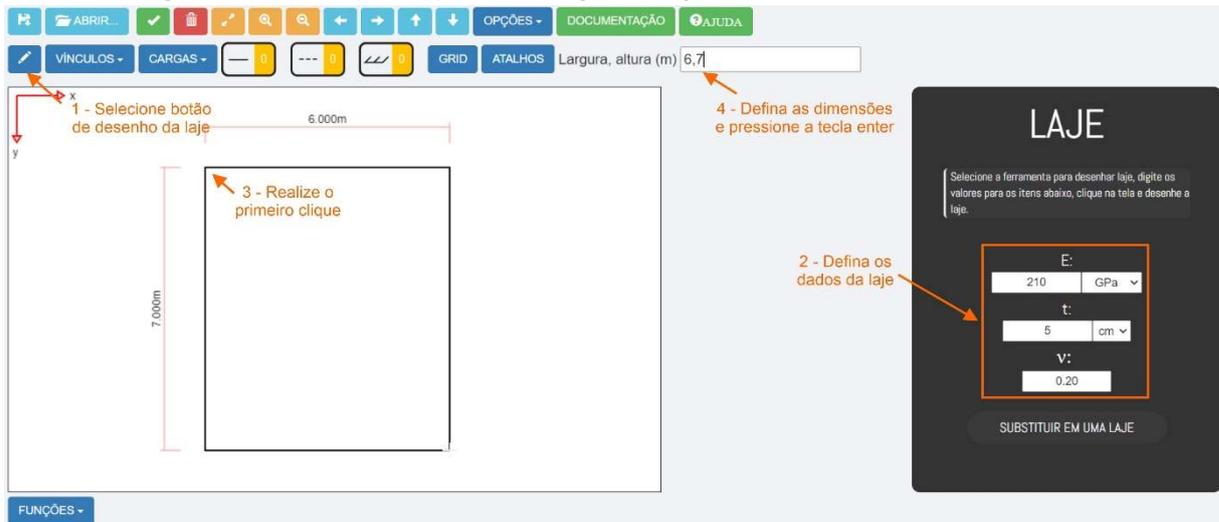


Figura 3: Passo a passo para a inserção de laje utilizando dimensões definidas.



Dessa forma, é importante frisar que os dados da laje precisam ser inseridos após selecionar o botão de desenho da laje e antes de realizar o primeiro clique no ambiente para ambos os modos de inserção da laje, conforme mostram as Figuras 2 e 3.

### 3. CONDIÇÕES DE CONTORNO (VÍNCULOS)

O programa permite a inserção de três tipos diferentes de condições de contorno (vínculos), sendo elas: apoiada, livre ou engaste. Para acessar essas opções basta acessar o botão "VÍNCULOS" (botão 10 da Figura 1) e escolher uma das opções, conforme mostra Figura 4.

Figura 4: Opções de condições de contorno no botão "VÍNCULOS".



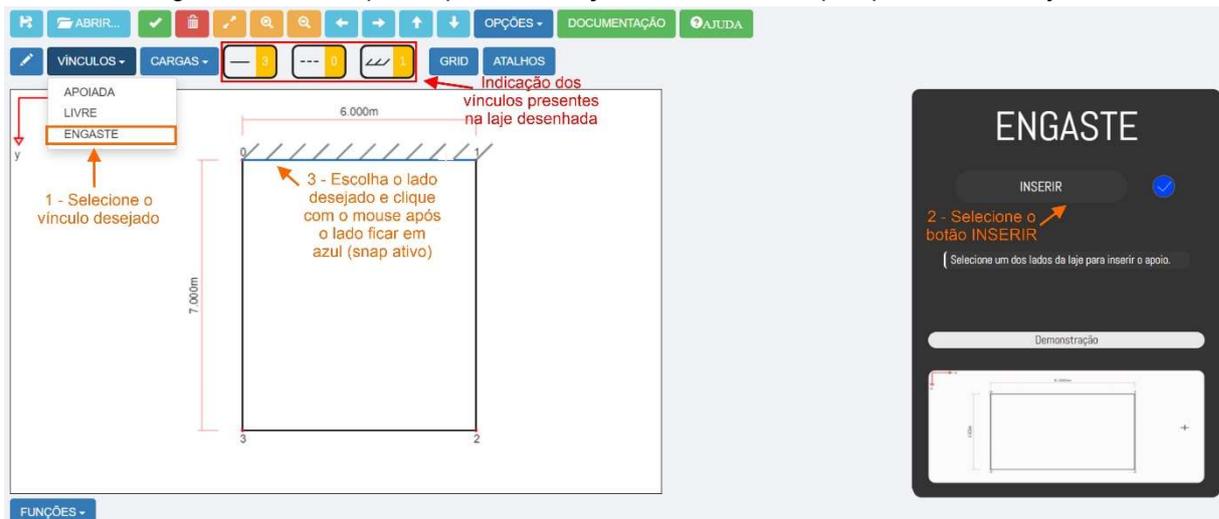
Ao selecionar uma das opções presentes na Figura 4, um menu lateral que permite a inserção do vínculo selecionado será aberto, como mostra a Figura 5.

Figura 5: Menus laterais para inserir os vínculos.



Para inserir um vínculo qualquer é necessário que uma laje esteja desenhada no ambiente, caso contrário o programa não deixará o usuário inseri-lo. Após escolher o vínculo desejado basta selecionar o botão “INSERIR” no menu lateral e depois selecionar o lado da laje que deseja inserir dentro do ambiente com o *mouse* (possui um snap similar ao do *software* AutoCad, portanto basta chegar com o *mouse* próximo ao local que a barra mudará de cor indicando que o snap foi ativo), conforme exemplifica a Figura 6. Vale ressaltar que por padrão a laje é desenhada com os 4 lados apoiados.

Figura 6: Passo a passo para a inserção de um vínculo qualquer em uma laje.



## 4. CARREGAMENTOS

O programa permite a inserção de 4 tipos diferentes de carregamentos nas lajes, sendo eles: Carga distribuída sobre toda a superfície, carga distribuída sobre uma região, carga pontual e conjunto de cargas do Trem-tipo TB-450. Para acessar essas opções basta acessar o botão “CARGAS” (botão 11 da Figura 1) e escolher uma das opções, conforme mostra Figura 7.

Figura 7: Opções de cargas no botão "CARGAS".



Ao selecionar uma das opções presentes na Figura 7, um menu lateral que permite a inserção da carga selecionada será aberto (Figura 8).

Figura 8: Menus laterais para inserir cargas



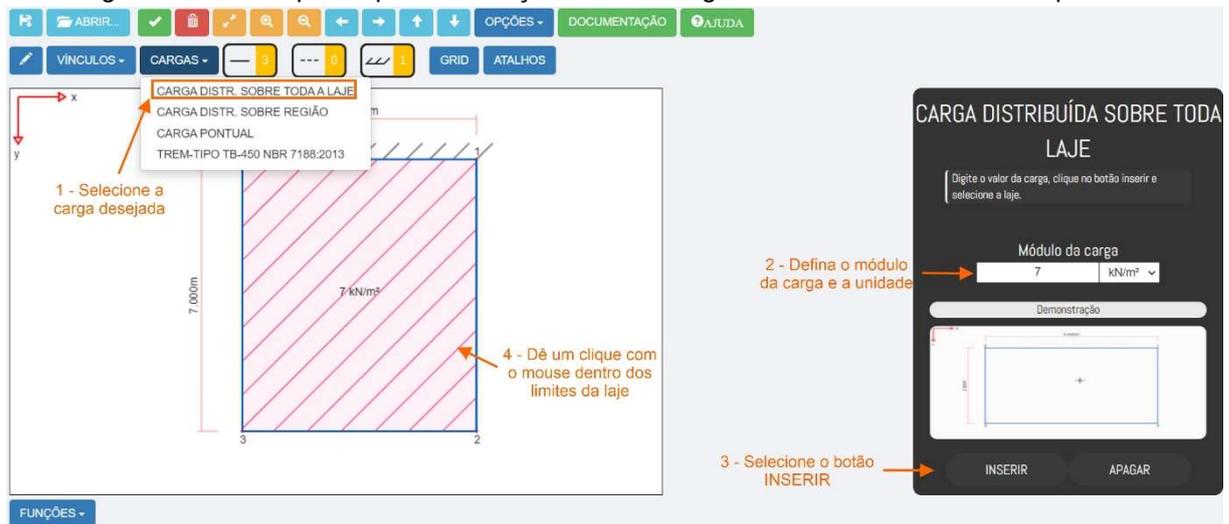
Cada tipo de carga possui seus próprios métodos de inserção que serão apresentados a seguir. Contudo, uma característica de todas as cargas é que elas só podem ser inseridas se existir uma laje desenhada no ambiente gráfico do programa.

### 4.1 CARGA DISTRIBUÍDA SOBRE TODA A LAJE

Após escolher a opção “CARGA DISTR. SOBRE TODA A LAJE”, deve-se definir o módulo da carga desejada bem como a unidade de medida e clicar no botão “INSERIR”. Após isso basta selecionar a laje para colocar a carga (possui um snap similar ao do *software* AutoCad, portanto basta o *mouse* estar dentro dos limites da

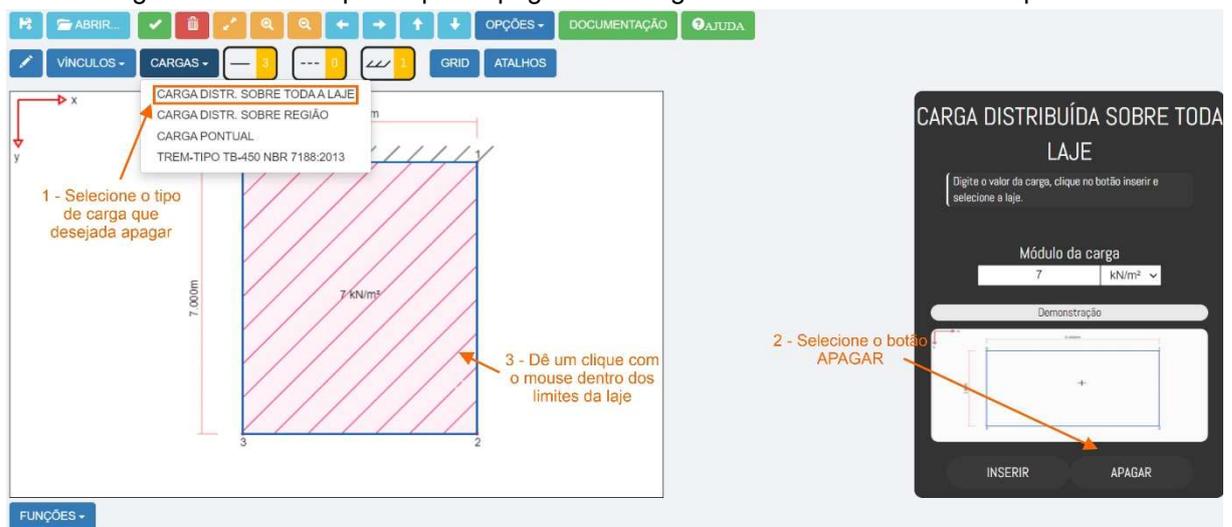
laje que ela mudará de cor indicando que o snap foi ativo). Além disso, só é possível inserir uma carga sobre toda a superfície na laje, de maneira que a carga antiga será substituída ao tentar colocar uma nova. O passo a passo do processo de inserção da carga está presente na Figura 9.

Figura 9: Passo a passo para a inserção de uma carga distribuída sobre toda a superfície.



Também é possível apagar uma carga já inserida, basta apenas selecionar o botão “APAGAR” e depois selecionar a laje com a carga (funciona igual ao processo de inserir a carga, com um snap indicando que a carga será apagada ao clicar com o *mouse*). Esse processo pode ser visto na Figura 10.

Figura 10: Passo a passo para apagar uma carga distribuída sobre toda a superfície.



## 4.2 CARGA DISTRIBUÍDA SOBRE REGIÃO

Existem dois métodos de inserção de carga distribuída sobre região, conforme Figura 11, sendo eles por meio de coordenadas ou por desenho (similar ao modo de inserção de uma laje utilizando dois cliques do *mouse*).

Figura 11: Modos de inserção da carga distribuída sobre região  
1 - MÉTODO DE INSERÇÃO POR DESENHO

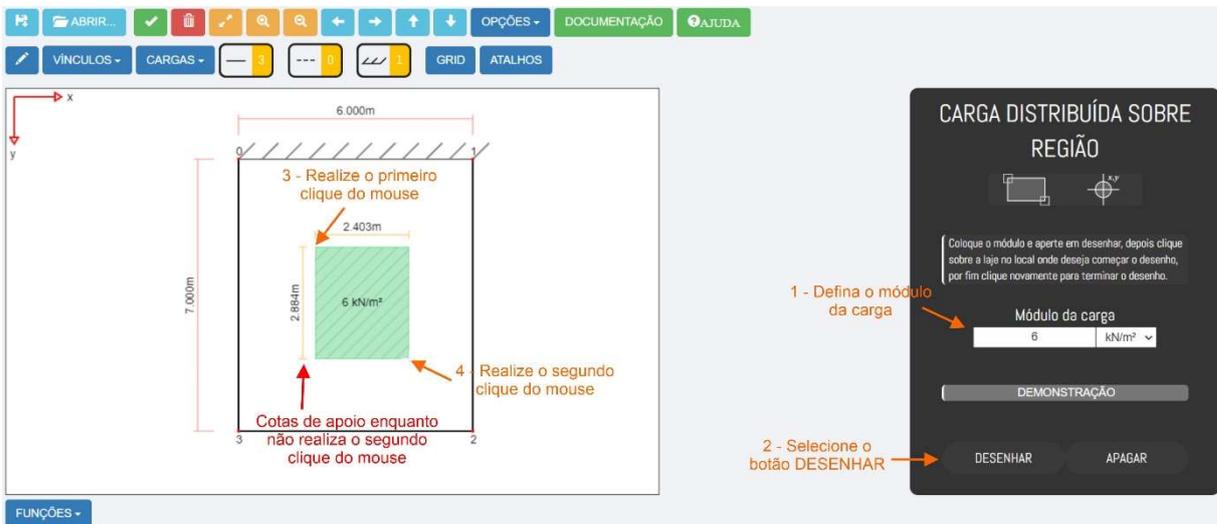


2 - MÉTODO DE INSERÇÃO POR COORDENADAS



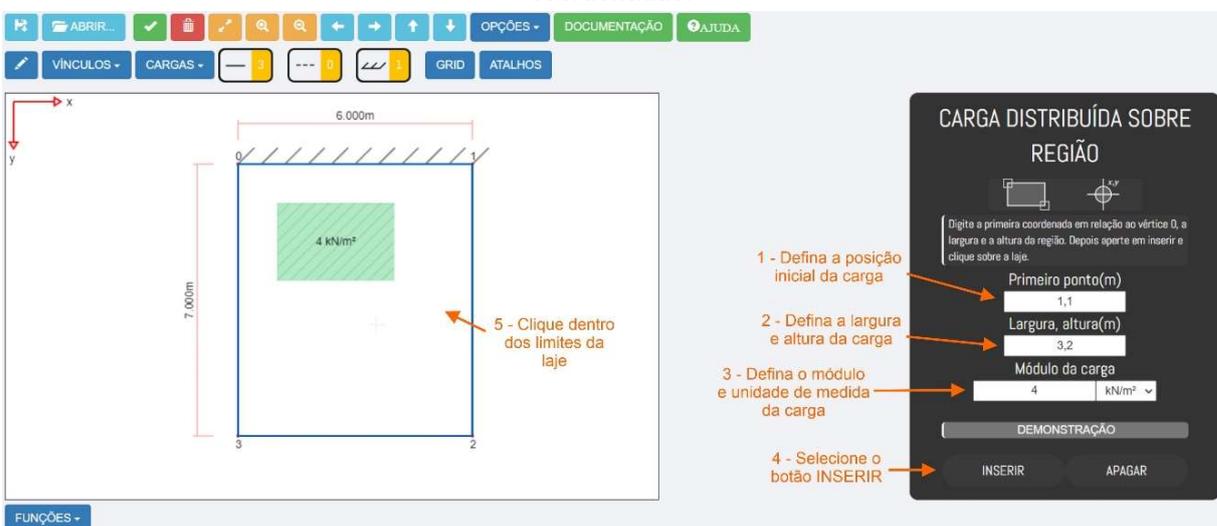
Para inserir uma carga distribuída sobre região por desenho (método 1 da Figura 11) basta definir o valor do módulo da carga e depois selecionar o botão “DESENHAR”, após isso, uma ferramenta de cotas será ativada quando o usuário passar o ponteiro do *mouse* sobre uma laje, indicando a posição do ponteiro em relação às dimensões da laje. Depois, basta o usuário dar o primeiro clique do mouse e a partir desse momento as cotas mostradas serão as da carga pré-visualizada conforme move o ponteiro do mouse sobre a laje. Por fim, basta mover o ponteiro do mouse para a segunda posição formando um retângulo e finalizando com o segundo clique, como mostra a Figura 12.

Figura 12: Passo a passo para a inserção de uma carga distribuída sobre região pelo método de desenho.



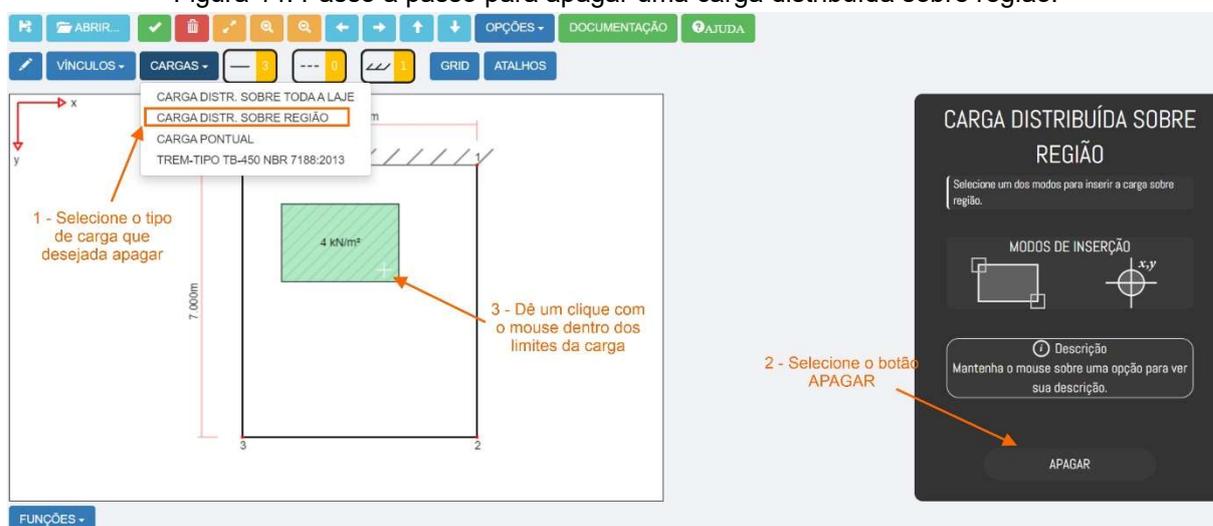
Para inserir uma carga distribuída sobre região por coordenadas (método 2 da Figura 11), basta definir a posição do primeiro ponto em relação ao ponto 0 da laje, a largura e altura do retângulo da carga com base no eixo de coordenadas do ambiente gráfico, o módulo da carga a ser inserida e sua unidade de medida. Em seguida, deve-se selecionar o botão “INSERIR” e com o mouse selecionar a laje (possui um sistema de snap similar ao da carga distribuída sobre toda a superfície). Na Figura 13 exemplifica-se o passo a passo da inserção da carga sobre região por coordenadas para uma carga sobre região com 3x2 metros a uma coordenada  $x = 1$  m e  $y = 1$  m do ponto 0 da laje, com módulo de  $4 \text{ kN/m}^2$ .

Figura 13: Passo a passo para a inserção de uma carga distribuída sobre região utilizando coordenadas.



Além disso, também é possível apagar uma carga distribuída sobre região já inserida, bastando apenas selecionar o botão “APAGAR” presente nos menus da Figura 11 e depois selecionar a carga que deseja apagar (Um snap indica a carga que será apagada ao aproximar o ponteiro do mouse sobre ela). Vale ressaltar que, diferentemente da carga distribuída sobre toda a superfície, é possível inserir mais de uma carga distribuída sobre região, contudo, ao inserir uma carga com as mesmas coordenadas de uma já existente, ela será substituída. O processo de apagar uma carga pode ser visto na Figura 14.

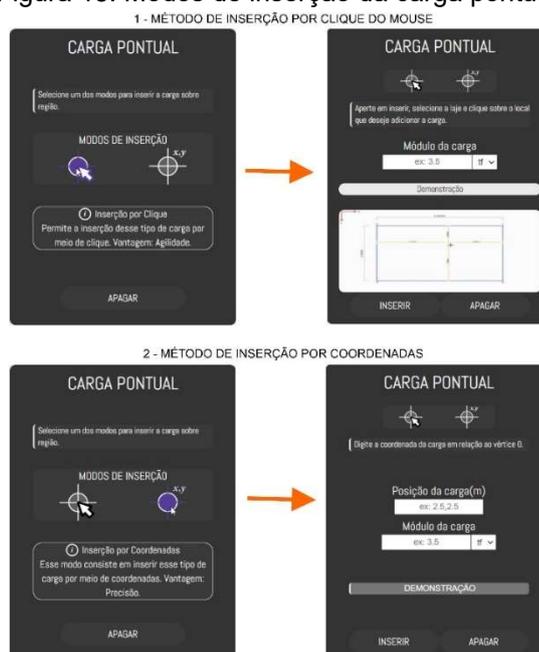
Figura 14: Passo a passo para apagar uma carga distribuída sobre região.



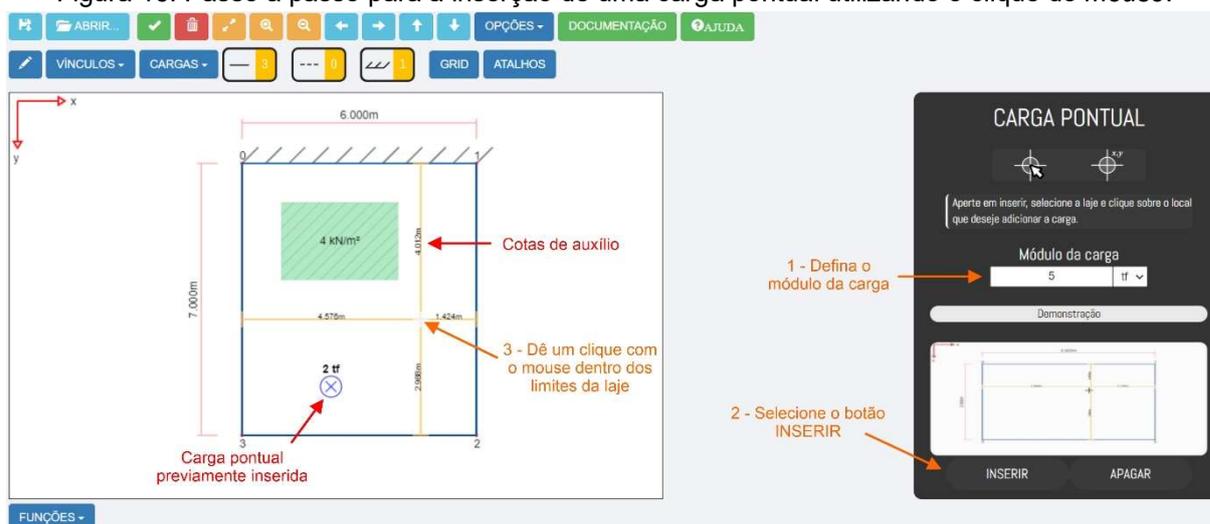
### 4.3 CARGA PONTUAL

Existem dois métodos de inserção de carga pontual, conforme Figura 15, sendo eles pelo clique do *mouse* em uma posição dentro dos limites da laje ou por meio de coordenadas.

Figura 15: Modos de inserção da carga pontual.



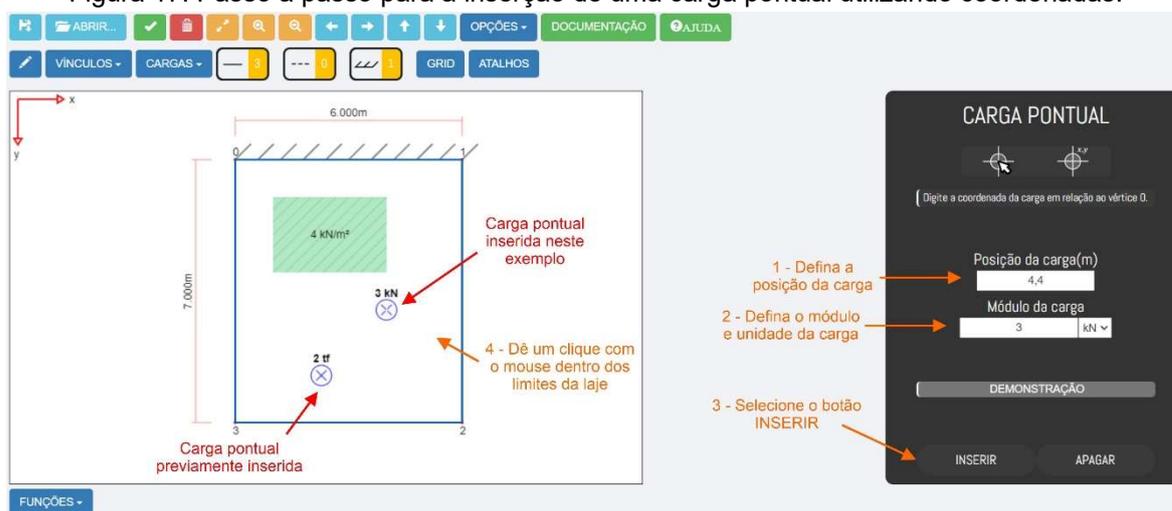
Para inserir uma carga pontual por clique do *mouse* (método 1 da Figura 15), basta definir o valor do módulo da carga e depois selecionar o botão “INSERIR”, posteriormente, uma ferramenta de cotas será ativada quando o usuário passar o ponteiro do *mouse* sobre uma laje, indicando a posição do ponteiro em relação às dimensões da laje. Em seguida, basta o usuário clicar com o *mouse* na posição desejada, como mostra a Figura 16.

Figura 16: Passo a passo para a inserção de uma carga pontual utilizando o clique do *mouse*.

Para inserir uma carga pontual por coordenadas (método 2 da Figura 15), basta definir a posição da carga em relação ao ponto 0 da laje, o módulo da carga e sua unidade de medida. Após isso deve-se selecionar o botão “INSERIR” e com o mouse

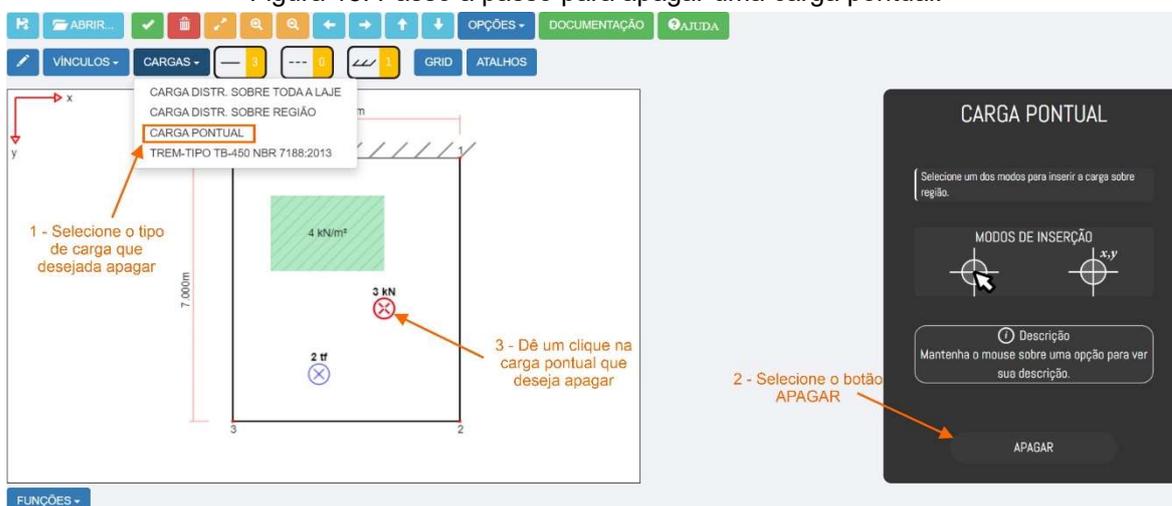
selecionar a laje (possui um sistema de snap similar ao da carga distribuída sobre toda a superfície). Na Figura 17, exemplifica-se o passo a passo da inserção da carga pontual por coordenadas para uma carga pontual com módulo de 3 kN na posição  $x = 4 \text{ m}$  e  $y = 4 \text{ m}$ .

Figura 17: Passo a passo para a inserção de uma carga pontual utilizando coordenadas.



Também é possível apagar uma carga pontual já inserida, basta apenas selecionar o botão “APAGAR” presente nos menus da Figura 15 e depois selecionar a carga que deseja apagar (Um snap indica a carga que será apagada ao aproximar o ponteiro do mouse sobre ela). Vale ressaltar que, diferentemente da carga distribuída sobre toda a superfície, é possível inserir mais de uma carga pontual, contudo, ao inserir uma carga com as mesmas coordenadas de uma já existente, ela será substituída. O processo de apagar uma carga pontual pode ser visto na Figura 18.

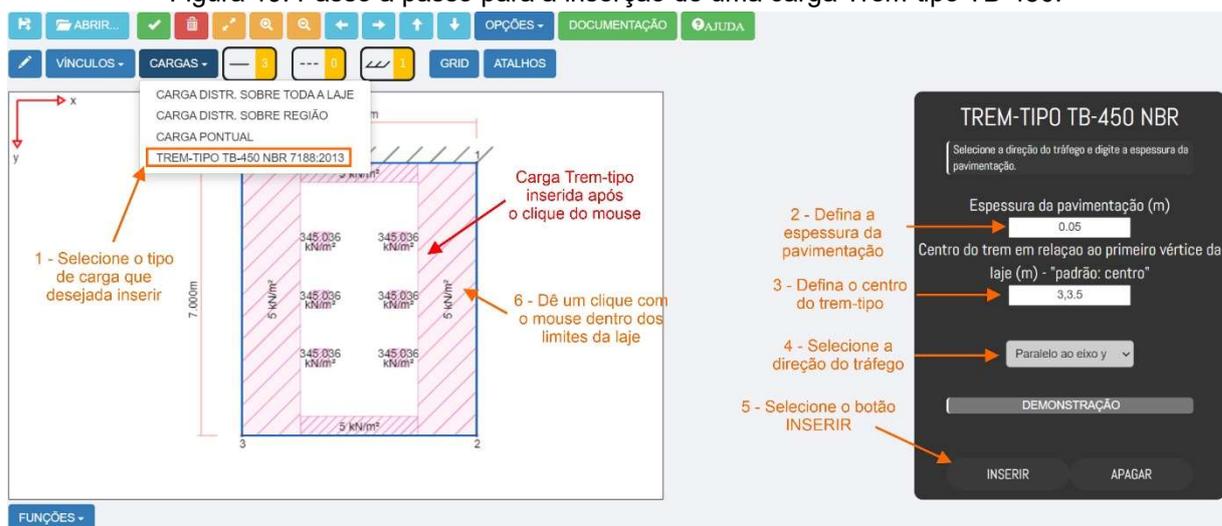
Figura 18: Passo a passo para apagar uma carga pontual.



#### 4.4 CARGA TREM-TIPO TB-450 NBR

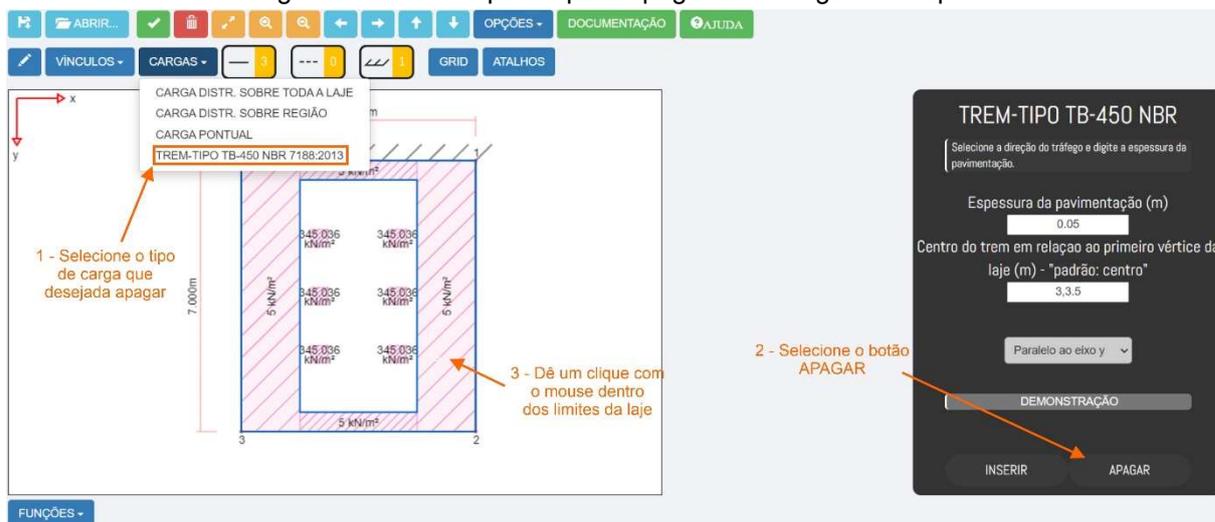
A carga TREM-TIPO TB-450 é um conjunto de cargas baseado na NBR 7188:2013. Para inserir esse conjunto de cargas basta escolher a opção “TREM-TIPO TB-450 NBR 7188:2013”, definir a espessura do pavimento, centro do trem-tipo em relação ao ponto 0 da laje (o padrão é no centro da laje, no programa) e a direção do tráfego (paralelo ao eixo x ou y). Após isso, deve-se selecionar o botão “INSERIR” e, com o mouse, selecionar a laje (possui um sistema de snap similar ao da carga distribuída sobre toda a superfície). Na Figura 19 pode-se visualizar o passo a passo da inserção da carga Trem-tipo TB-450 com uma espessura de pavimentação de 0,05 m e centro do Trem-tipo nas coordenadas  $x = 3$  e  $y = 3,5$  com a direção do tráfego paralela ao eixo y.

Figura 19: Passo a passo para a inserção de uma carga Trem-tipo TB-450.



Além do mais, só é possível inserir um conjunto de cargas do Trem-tipo na laje, de maneira que a carga antiga será substituída ao tentar colocar uma nova. Também é possível apagar um conjunto de cargas do Trem-tipo já inserido, bastando apenas selecionar o botão “APAGAR” e depois selecionar a laje com a carga (funciona igual ao processo de inserir a carga, com um snap indicando que a carga será apagada ao clicar com o *mouse*). Esse processo pode ser visto na Figura 20.

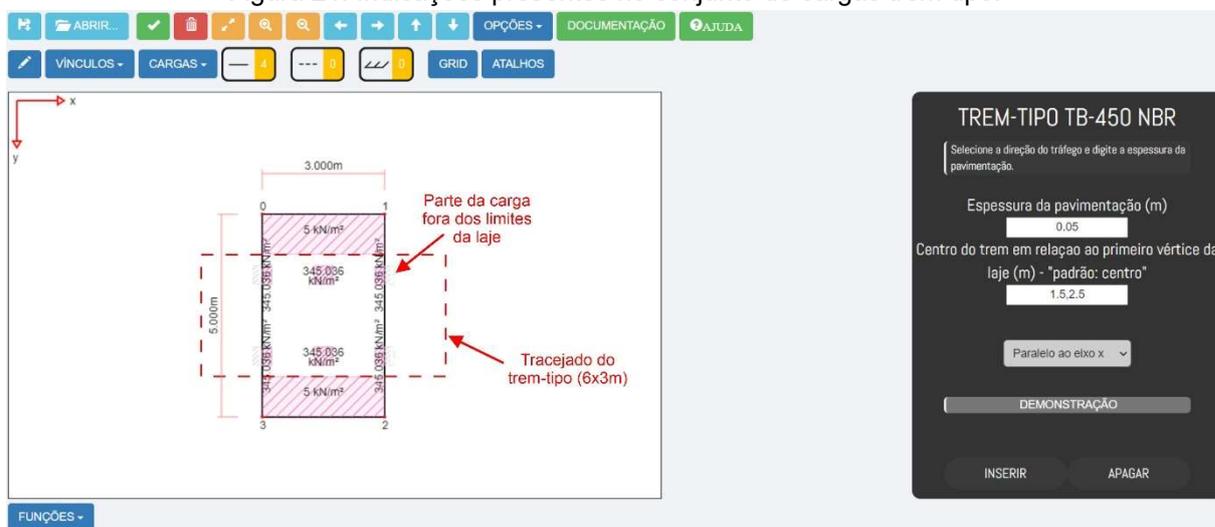
Figura 20: Passo a passo para apagar uma carga Trem-tipo.



O trem-tipo se trata de um retângulo de 6 m por 3 m, de maneira que a dimensão de 6 m é na direção do tráfego, ou seja, a direção na qual o carro anda. Além disso, ele possui 6 cargas referentes às rodas, de 75 kN cada, que são distribuídas em regiões (cargas distribuídas sobre região). Caso a laje na qual o trem-tipo está inserido seja maior que ele, também existirá carga distribuída ao redor no valor de 5 kN/m<sup>2</sup>, conforme Figura 19.

Caso a laje na qual o trem-tipo foi inserido seja menor que suas dimensões (6x3m), o programa mostrará por meio de linhas tracejadas as cargas ou partes das cargas que ficaram fora dos limites da laje. Além disso, o trem-tipo, de dimensões 6x3 m, será apresentado em linha tracejada na cor vermelha, como pode ser visto na Figura 21.

Figura 21: Indicações presentes no conjunto de cargas trem-tipo.



## 5. SALVAR E ABRIR ARQUIVOS

O programa permite salvar um arquivo em formato .txt das informações da laje, dados, apoios e cargas inseridas, de forma que esse arquivo possa ser aberto futuramente pelo usuário. Na Figura 22, exemplifica-se o processo de salvamento de uma laje inserida no ambiente e na Figura 23 observa-se o processo de abertura de uma laje previamente salva. Por fim, a Figura 24 mostra o arquivo em formato txt com todos os dados da laje salva na Figura 22.

É importante ressaltar que um arquivo txt apenas pode ser aberto se o ambiente gráfico estiver vazio/limpo.

Figura 22: Passo a passo para o salvamento de um arquivo dentro do programa.

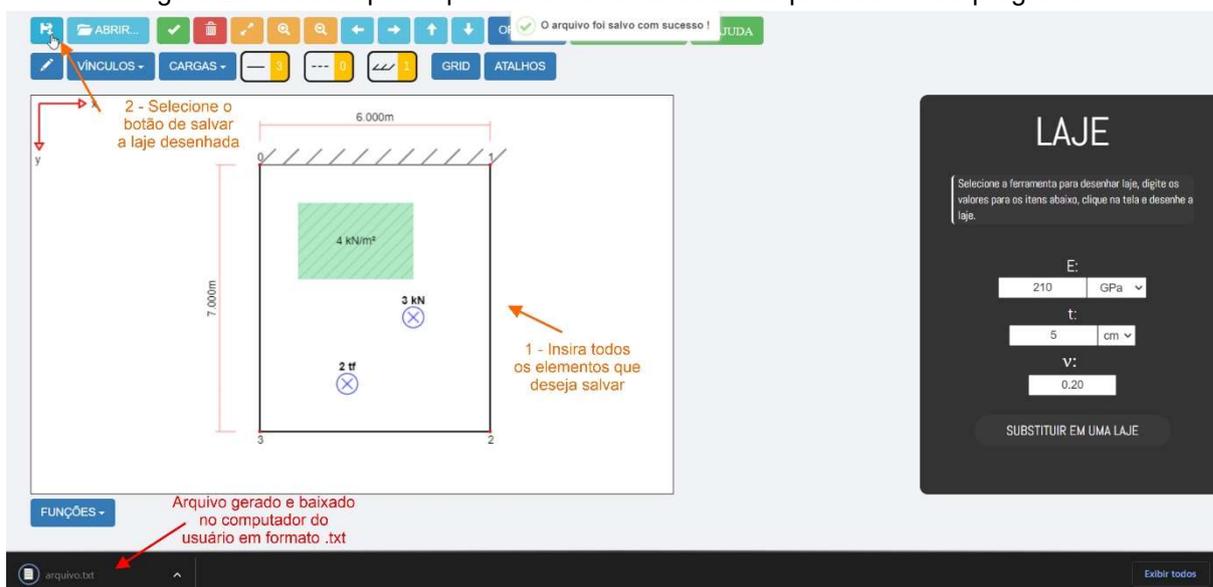


Figura 23: Passo a passo para a abertura de um arquivo dentro do programa.

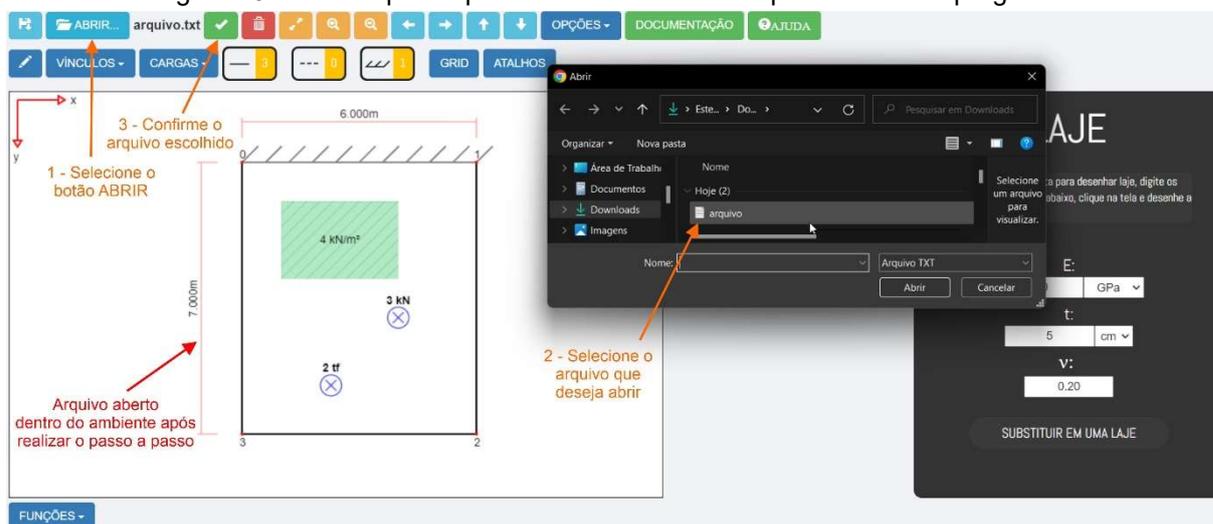


Figura 24: Arquivo txt gerado pelo programa.

```

arquivo - Bloco de notas
Arquivo  Editar  Exibir

L7|0.2|210|5|6|GPa|cm|3.18|9.18|9.18|3.18|1.68|1.68|8.68|8.68
L1-2|9.18|9.18|8.68|1.68\2-3|3.18|9.18|8.68|8.68\3-0|3.18|3.18|1.68|8.68
L0-1|9.18|3.18|1.68|1.68
L
L
L2|3|0|4|kN/m²|1|4|4|1|2.5|1|1|3|3|2
L0|2|tf|2.278|5.746\0|3|kN|4|4
L
L
Ln 16, Col 1      100%      Windows (CRLF)      UTF-8

```

## 6. FUNCIONALIDADES DO AMBIENTE GRÁFICO (APAGAR, AMPLIAR E MOVER)

O programa possui alguns botões funcionais que permitem apagar, ampliar e mover o desenho dentro do ambiente gráfico do programa. A função de cada botão está especificada na Figura 25.

Figura 25: Funcionalidades do ambiente gráfico.



Onde:

- 1 – Permite apagar todo o desenho presente no ambiente gráfico;
- 2 – Permite um zoom em todo conteúdo do ambiente gráfico, de modo a enquadrar no centro (similar ao comando Zoom Extents do *software* AutoCad);
- 3 – Permite aumentar o zoom no ambiente gráfico;
- 4 – Permite diminuir o zoom no ambiente gráfico;
- 5 – Move o desenho no ambiente gráfico para o lado esquerdo;
- 6 – Move o desenho no ambiente gráfico para o lado direito;
- 7 – Move o desenho no ambiente gráfico para cima;
- 8 – Move o desenho no ambiente gráfico para baixo.

## 7. BOTÃO OPÇÕES

O programa disponibiliza algumas funções dentro do botão “OPÇÕES” indicado por 6 na Figura 1. Dentro desse botão existem algumas opções como dados da laje, medir, tamanho da fonte, mínimo de casas decimais a exibir e sistema de unidades dos valores finais, conforme mostra a Figura 26.

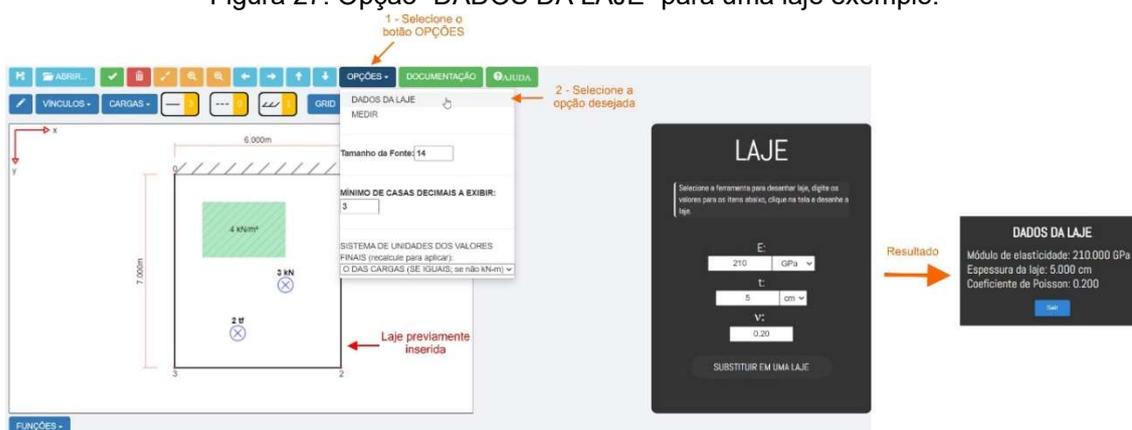
Figura 26: Funções dentro do botão “OPÇÕES”



### 7.1 DADOS DA LAJE

Ao selecionar a opção “DADOS DA LAJE”, o software emite um aviso com todos os dados inseridos pelo usuário no ambiente gráfico. Portanto, a opção só funciona ao introduzir algum elemento dentro do ambiente, como mostra a Figura 27.

Figura 27: Opção “DADOS DA LAJE” para uma laje exemplo.

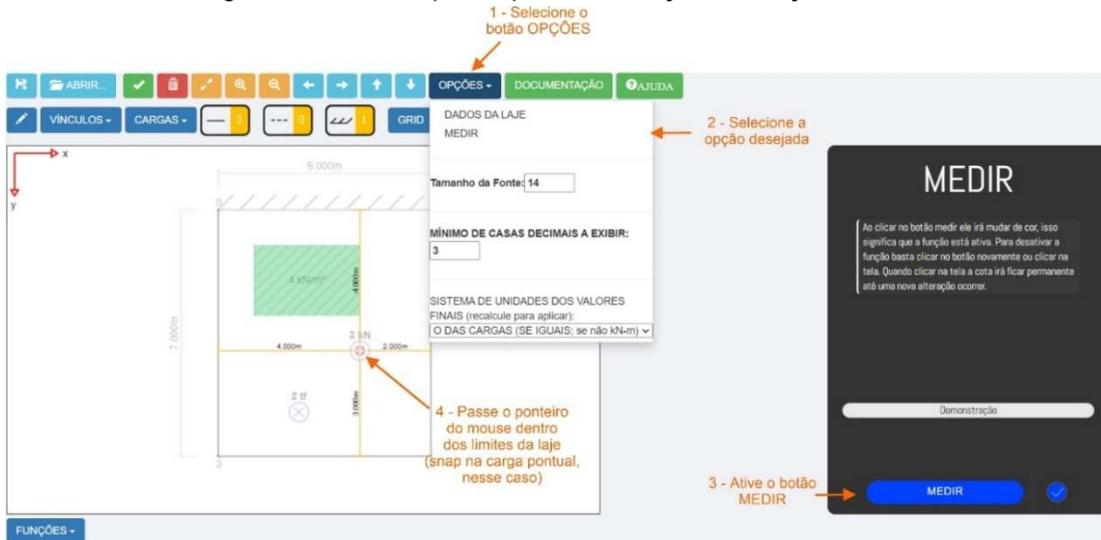


### 7.2 MEDIR

A opção “MEDIR”, dentro do botão “OPÇÕES”, permite ao usuário medir distâncias em relação às dimensões da laje, de forma que funciona com pontos específicos como centros de cargas, lados das cargas sobre região etc. Para utilizar a funcionalidade

basta acessar a opção e selecionar o botão “MEDIR” no menu lateral, após isso o ambiente gráfico ficará desfocado e, ao passar o mouse dentro dos limites da laje, uma cota auxiliar será mostrada conforme movimentação do ponteiro do *mouse*. Além do mais, ao chegar perto de um ponto de referência, o snap será ativado indicando a cota desse ponto. O processo explicado pode ser visto na Figura 28.

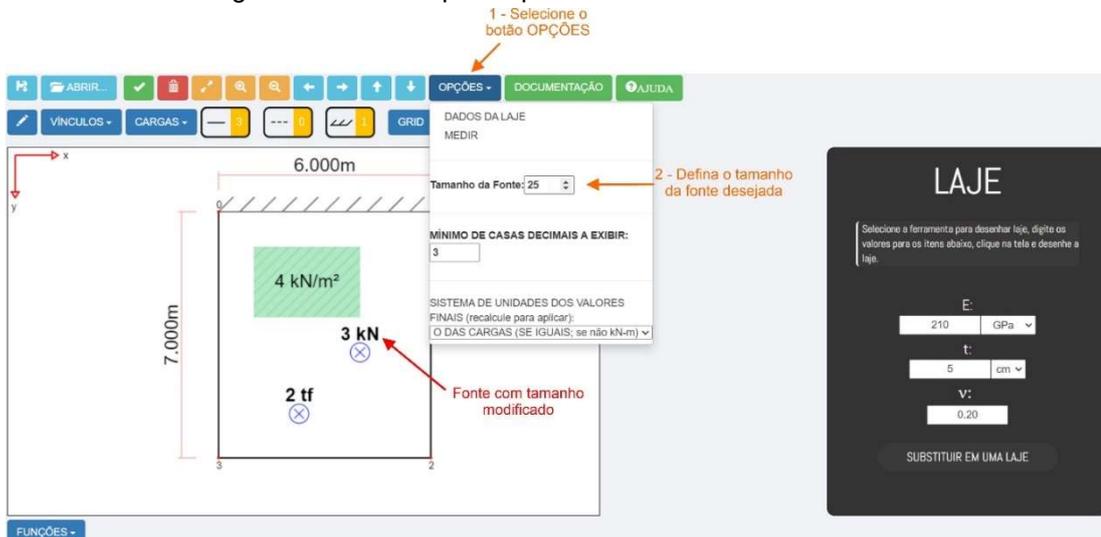
Figura 28: Passo a passo para a utilização da função medir.



### 7.3 TAMANHO DA FONTE

A opção “Tamanho da Fonte”, dentro do botão “OPÇÕES”, possibilita ao usuário definir o tamanho da fonte dos dados inseridos dentro do ambiente gráfico. Por padrão, o tamanho da fonte é 14. Na Figura 29, encontra-se o passo a passo da definição do tamanho da fonte no programa.

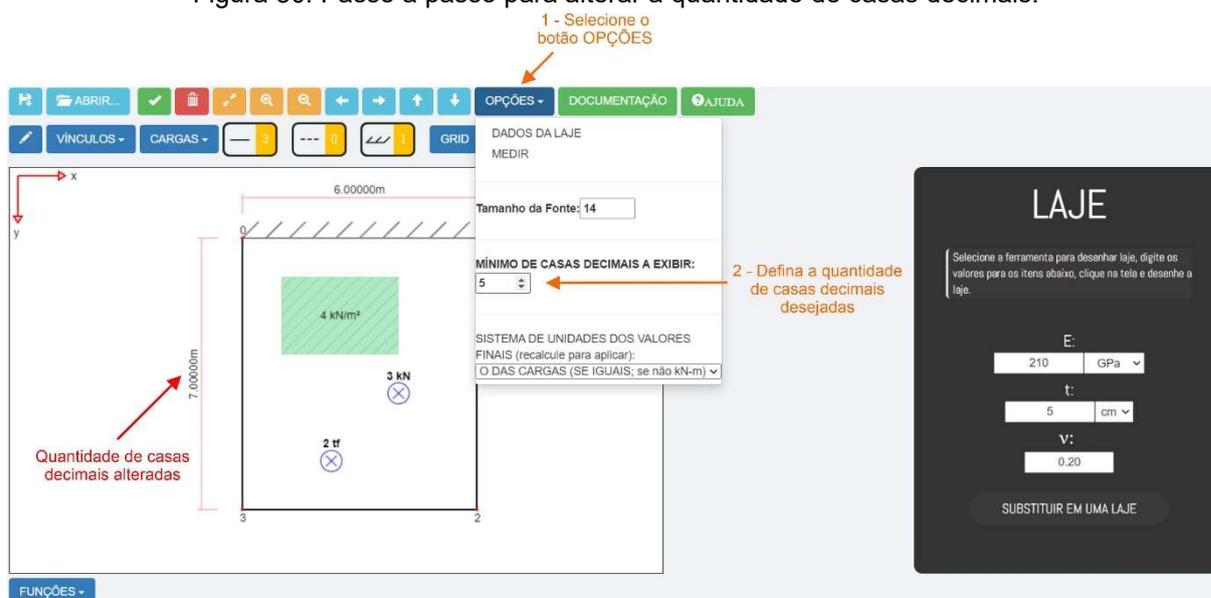
Figura 29: Passo a passo para alterar o tamanho da fonte.



## 7.4 MÍNIMO DE CASAS DECIMAIS A EXIBIR

A opção “MÍNIMO DE CASAS DECIMAIS A EXIBIR” dentro do botão “OPÇÕES” permite ao usuário definir a quantidade de casas decimais que serão exibidas pelo programa. Por padrão a quantidade de casas decimais é 3. Na Figura 30, encontra-se o passo a passo da definição da quantidade de casas decimais no programa.

Figura 30: Passo a passo para alterar a quantidade de casas decimais.



## 7.5 SISTEMA DE UNIDADES DOS VALORES FINAIS

A opção “SISTEMA DE UNIDADES DOS VALORES FINAIS”, dentro do botão “OPÇÕES”, permite ao usuário definir quais serão as unidades de medida que o programa utilizará para apresentar os resultados finais dentro dos modos de cálculo presentes no botão “FUNÇÕES”. Por padrão, o programa analisa as unidades de medida presentes nas cargas onde, para o caso delas serem iguais, ele utiliza essas unidades e, para o caso de elas serem diferentes, ele utiliza a unidade “kN-m”. As opções de unidades de medida podem ser visualizadas na Figura 31.

Figura 31: Opções de unidade de medida do programa

OPÇÕES - DOCUMENTAÇÃO AJT

DADOS DA LAJE

MEDIR

Tamanho da Fonte: 14

MÍNIMO DE CASAS DECIMAIS A EXIBIR:

3

SISTEMA DE UNIDADES DOS VALORES

FINALIS (recalcule para aplicar):

O DAS CARGAS (SE IGUAIS; se não kN-m)

O DAS CARGAS (SE IGUAIS; se não kN-m)

kN-m

kN-cm

kN-mm

N-m

N-cm

N-mm

kgf-m

kgf-cm

kgf-mm

tf-m

tf-cm

tf-mm

## 8. ATALHOS E GRID

O programa possui uma maneira de acessar diversas funcionalidades utilizando teclas de atalhos. Essas teclas e o que elas executam podem ser visualizadas ao selecionar o botão "ATALHOS" indicado por 14 na Figura 1. Os atalhos disponíveis no programa estão presentes na Figura 32.

Figura 32: Teclas de atalho do programa.

**TECLAS DE ATALHO DO PROGRAMA**

L: Ativa a função "DESENHAR LAJE"

Q: Abre a função "APOIOS - APOIADA"

W: Abre a função "APOIOS - LIVRE"

E: Abre a função "APOIOS - ENGASTE"

T: Abre a função "CARGAS - CARGA DISTR. SOBRE TODA A LAJE"

S: Abre a função "CARGAS - CARGA DISTR. SOBRE UMA REGIÃO"

P: Abre a função "CARGAS - CARGA PONTUAL"

N: Abre a função "CARGAS - TREM-TIPO TB-450 NBR 7188:2013"

M: Abre a função "OPÇÕES - MEDIR"

D: Abre a função "OPÇÕES - DADOS"

G: Ativa/Desativa o grid;

Z: Ativa o comando "EXIBIR TUDO"

- : Ativa o comando "ZOOM -";

=/+ : Ativa o comando "ZOOM +"

Tecla shift + scroll do mouse (sobre o canvas principal): Ativa o comando "ZOOM + ou ZOOM -"

↑: Movimenta o desenho para cima

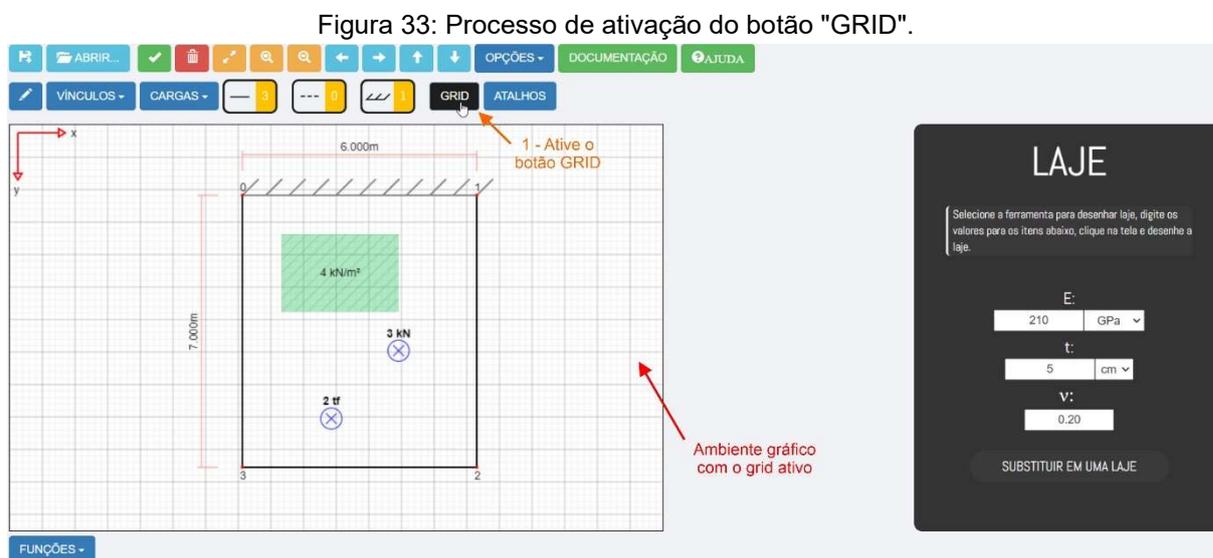
↓: Movimenta o desenho para baixo

←: Movimenta o desenho para a esquerda

→: Movimenta o desenho para a direita

Sair

O programa possui também um *grid* (Figura 33) similar ao do *software* AutoCad, contudo, é apenas um *grid* visual. Portanto, não apresenta efeitos práticos ao desenhar uma laje no ambiente gráfico.



## 9. BOTÃO FUNÇÕES

O botão "FUNÇÕES" indicado por 15 na Figura 1 é o local onde estão e serão inseridos todos os modos de cálculo para lajes no programa (Figura 34).

Figura 34: Opções presentes no botão "FUNÇÕES".

