

RELATÓRIO FINAL – IFSP

BASE CAD-LAJES ON-LINE PARA PROGRAMAS DE ENGENHARIA CIVIL – FRENTE 2.

Guilherme Dos Santos Silva, (17) 99268-5359,
guilherme_cajobi@outlook.com.br.

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo-IFSP
Rua Pedro Vicente, 625 – Canindé – São Paulo – SP
CEP: 01109-010
Telefone: 11-3775-4570
e-mail: prp@ifsp.edu.br

Gustavo Cabrelli Nirschl, (17) 99153-2885, nirschl@gmail.com.

RESUMO

Existem inúmeros programas de computador que realizam cálculos de Engenharia Civil, entretanto tais programas mostram somente os resultados finais ou alguns passos. Dessa forma, um grupo de pesquisa já cadastrado no CNPq tem desenvolvido programas que não só fazem cálculos, mas que demonstram todo o procedimento realizado. Nesse sentido, por meio das linguagens de programação web (HTML/JavaScript) foi elaborado por duas frentes um ambiente CAD-Lajes 2D, um software que o usuário entra com dados de engenharia de forma gráfica, em desenho. Tal software servirá de base para a criação de futuros módulos de cálculos de lajes, que mostrarão todos os passos de resolução.

APRESENTAÇÃO (INTRODUÇÃO, JUSTIFICATIVA E OBJETIVOS)

Introdução

Com avanço do meio tecnológico surgiram novos métodos, mais rápidos e eficazes, para resolução de problemas já enfrentados há milênios pela

humanidade. No âmbito da Engenharia Civil esses problemas são variados, desde dimensionamentos de estruturas até projetos hidráulicos e elétricos.

Com isso, atualmente tais problemas são facilmente resolvidos por meio de softwares como o Eberick (2020), um programa de computador que resolve problemas estruturais, bem como o TQS (2020) que trata do dimensionamento de concreto armado. No entanto, a maioria desses softwares apenas mostram alguns passos realizados ou somente os resultados finais.

Pensando nisso um grupo de pesquisa cadastrado no CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), desde junho de 2015, tem desenvolvido uma série de programas voltados a resolução de problemas estruturais que cobrem a defasagem citada, mostrando aos usuários todos os procedimentos realizados. Nesse sentido com o avanço tecnológico e por meio das linguagens de programação web HTML/Javascript, tornou-se viável criar um ambiente gráfico CAD 2D-Lajes.

Convém lembrar ainda que os orientados das pesquisas de iniciação científica paralelas (frentes 1 e 2) já tinham conhecimento sobre essas linguagens e se aprofundaram, principalmente no elemento canvas (tela gráfica), a partir de páginas de internet como o W3Schools (2020) e o MDN web docs (2020), sites que são voltados justamente ao aprendizado das linguagens HTML/Javascript.

Portanto, nesta frente 2 foram implementados os seguintes itens: criação de menu e de figuras explicativas para organização de comandos; criação de comando de inserção de apoios, sendo elas: engaste, livre e apoiada; criação de comando de inserção de carga distribuída sobre toda laje; criação de comando de inserção de carga distribuída sobre seção; criação do recurso snap-lado; criação do GRID; criação do recurso snap-laje; opções (medir, tamanho da fonte, casas decimais); gerar diagrama de cores; gerar relatório PDF; redesenhar.

Justificativa:

A criação desse ambiente gráfico CAD 2D-Lajes servirá de base para futuros módulos voltados à resolução de cálculos de laje, tais módulos seguirão a filosofia abordada, apresentando todos os passos realizados para se chegar ao resultado final. Convém dizer que a evolução tecnológica popularizou o uso de páginas de internet, com isso professores e docentes passaram a utilizar sites

para aprender ou se aprofundarem em novos conhecimentos. Nesse sentido, o software poderá ser utilizado por professores, docentes ou qualquer pessoa no interesse de aprender cálculos de lajes.

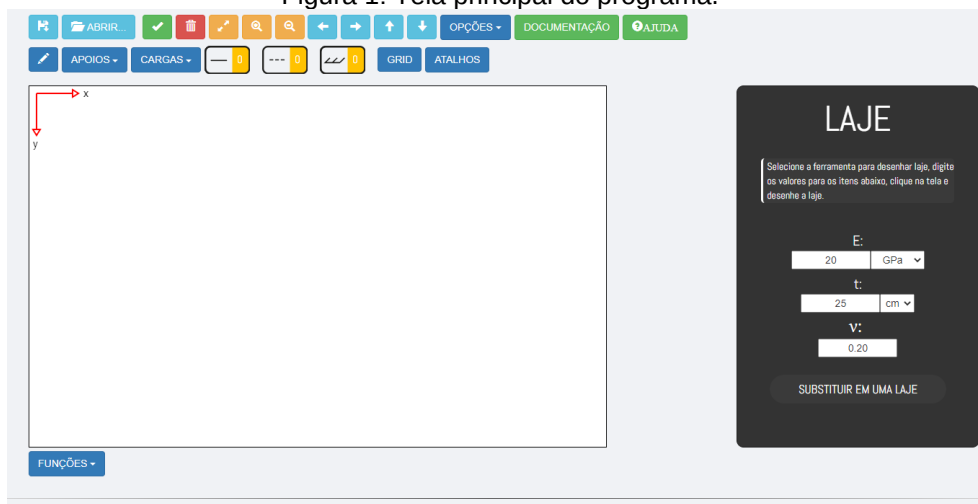
Objetivo:

Criação de um ambiente gráfico 2D para lajes, chamado CAD-Lajes, usando linguagem de página de internet que servirá de base para a criação de programas por professores da área de Engenharia Civil, principalmente da área de estruturas, que participam do grupo de pesquisa cadastrado e ativo no CNPq.

DESENVOLVIMENTO (METODOLOGIA E ANÁLISE)

O software criado segundo as pesquisas de iniciação científica paralelas (frentes 1 e 2) possibilita que se desenhe lajes, apoios e cargas. Além disso, há funções como o medir, diagrama de cores e o gerar relatório. A tela principal do software pode ser visualizada na Figura 1.

Figura 1: Tela principal do programa.

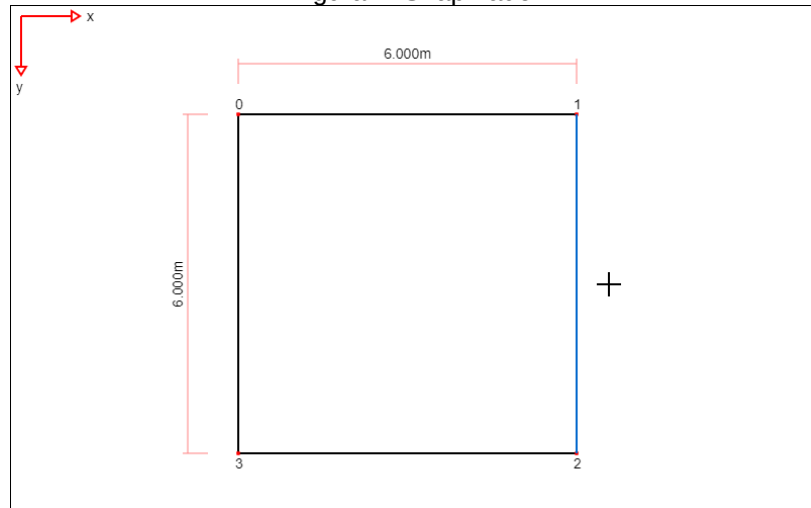


Fonte: O próprio autor (2020).

Para inserção dos apoios foi criado o recurso snap-lado, o qual pode ser visto na Figura 2. Nela também se nota que o lado 1-2 se encontra na cor azul claro, visto que nesse momento o usuário estava inserindo um apoio e o cursor do mouse estava próximo desse lado. Com isso percebe-se que tal recurso serve como ímã, uma vez que se o usuário clicar enquanto um lado estiver em azul,

mesmo se o ponteiro não estiver exatamente em cima do lado, o apoio será colocado nele. Vale ressaltar, para melhor entendimento, que dentro do elemento canvas (tela gráfica) o cursor do mouse assume a forma de cruz.

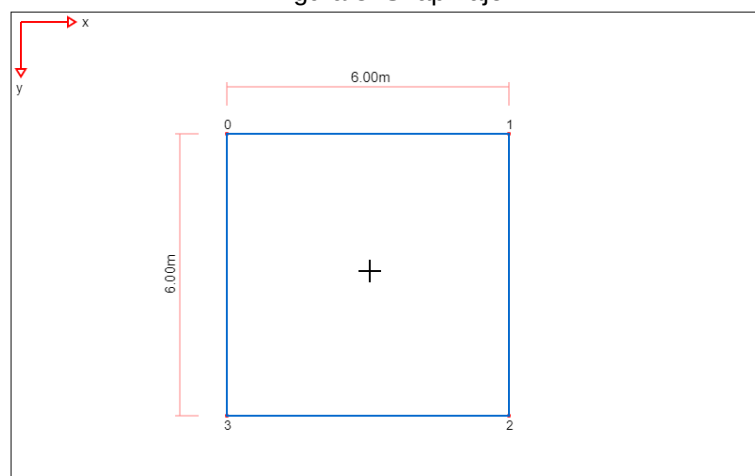
Figura 2: Snap Lado.



Fonte: O próprio autor (2020).

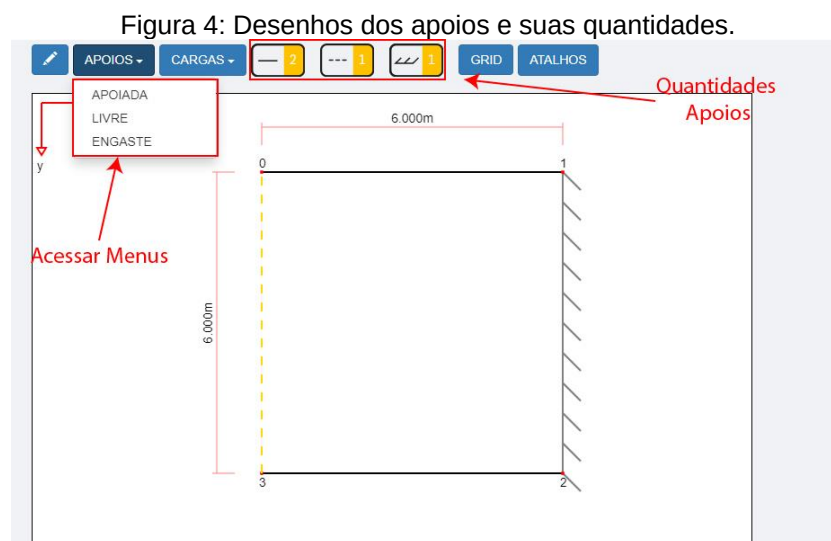
Já para inserção das cargas criou-se o recurso snap-laje, visualizado na Figura 3. Com isso, nota-se que toda a laje está contornada com a cor azul claro, uma vez que nessa ocasião o usuário está inserindo uma carga e o cursor do mouse se localiza no interior da laje. Portanto, o snap-laje sinaliza a laje que o usuário está prestes a inserir uma carga.

Figura 3: Snap Laje.



Fonte: O próprio autor (2020).

Pela Figura 4 é possível observar os desenhos representativos dos apoios engaste, livre e apoiada presentes em uma laje. O engaste se encontra no lado 1-2, o livre no lado 3-0 e os dois apoiados nos lados 0-1 e 2-3. Também nessa figura, observa-se a ilustração que exibe a quantidade de apoios presentes na laje, bem com o botão APOIOS utilizado para acessar os menus dos apoios (Figura 5). O usuário também pode acessar os menus pelas teclas de atalho “Q”, “W” e “E” que acessam, respectivamente, o menu do apoiado, do livre e do engaste.



Fonte: O próprio autor (2020).



Fonte: O próprio autor (2020).

Os desenhos representativos e os menus da carga distribuída sobre toda laje e carga distribuída sobre seção podem ser vistos, respectivamente, na

Figura 6 e Figura 7. Pode-se acessar os menus pelo botão “CARGAS” (sinalizado na figura) ou apertando a tecla “S” e “T” para acessar, respectivamente, o menu da carga distribuída sobre seção e o menu da carga distribuída sobre toda laje.

Convém dizer que há dois modos de inserção na carga distribuída sobre seção, sendo eles a inserção por desenho e a inserção por coordenadas, os menus podem ser visualizados na Figura 8.



Fonte: O próprio autor (2020).



Fonte: O próprio autor (2020).

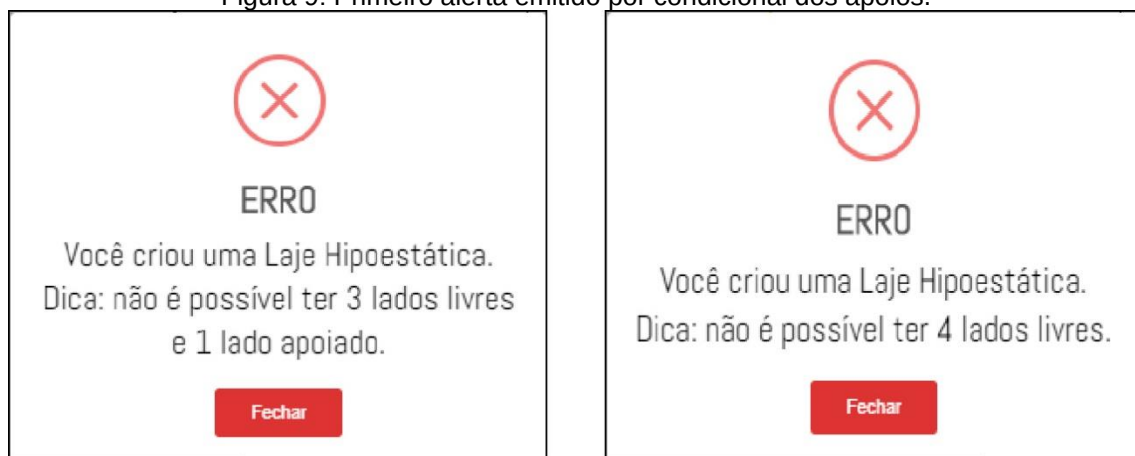
Figura 8: Modos de Inserção da Carga Dist. Sobre Seção.



Fonte: O próprio autor (2020).

Além disso, foi implementado no software a limitação de impedir que o usuário crie lajes hipostáticas. Tal limitação emite alertas quando o usuário tentar criar uma laje com 4 lados livres ou uma laje com 3 lados livres e um apoiado, conforme mostra a Figura 9. Ressalva-se que os alertas foram implementados por meio de uma biblioteca do JavaScript chamada SweetAlert2.

Figura 9: Primeiro alerta emitido por condicional dos apoios.



Fonte: O próprio autor (2020).

Por meio da Figura 10 percebe-se o funcionamento do comando redesenhar, contornado por um retângulo vermelho, o qual cria uma tela gráfica secundária abaixo do canvas principal e redesenha todo o conteúdo dele. Tal

comando foi criado para a verificação dos salvamentos dos elementos, entretanto poderá ser usado para a exibição de resultados de novos módulos.

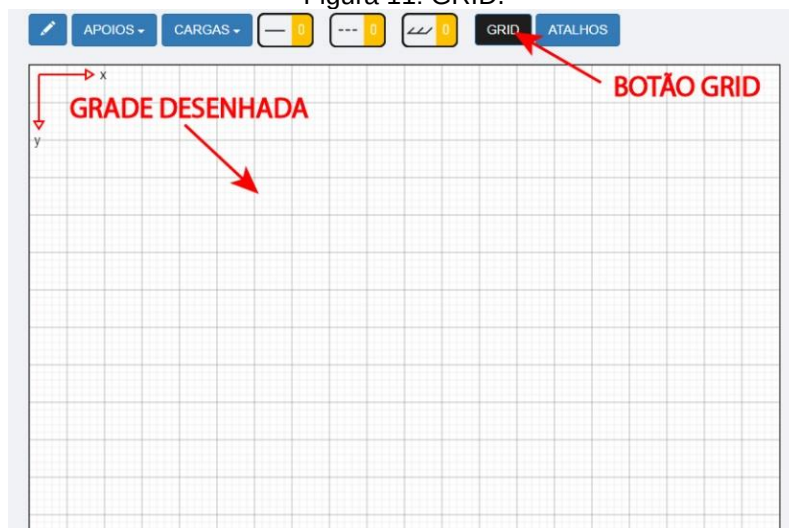
Figura 10: Comando redesenhar.



Fonte: O próprio autor (2020).

A Figura 11 apresenta o funcionamento do botão GRID, responsável por desenhar uma grade na tela gráfica. Tal grade atualmente só tem utilidade visual, entretanto novas iniciações científicas poderão modificá-la implementando novas funções.

Figura 11: GRID.



Fonte: O próprio autor (2020).

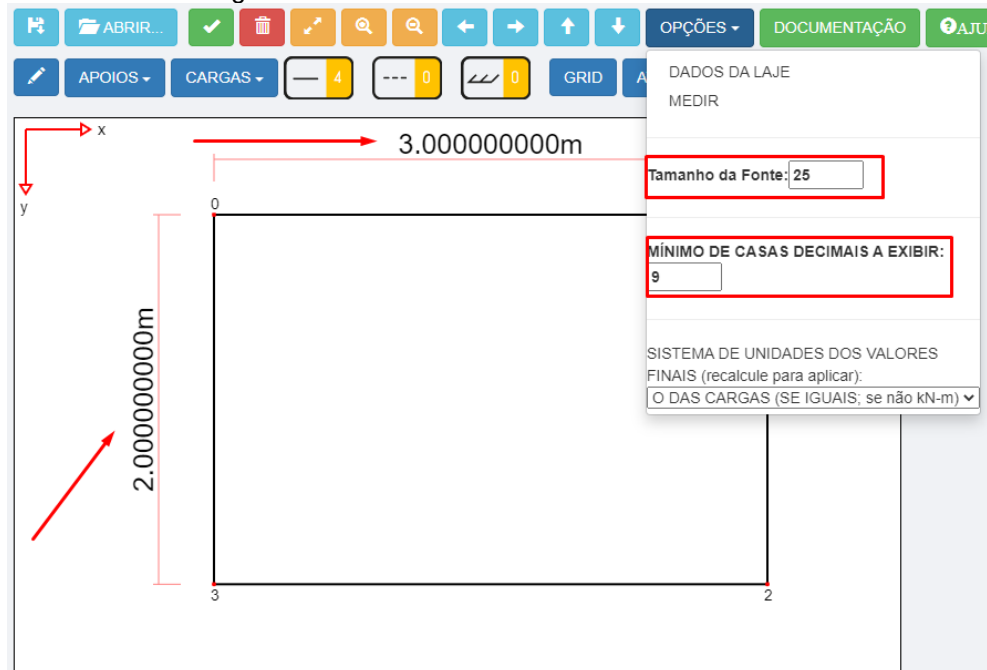
Também se construiu o botão OPCÕES, que ao ser clicado abre uma janela (Figura 12) com algumas opções. Dentre elas, as implementadas pela Frente 2 foram: medir (em conjunto com a Frente 1), tamanho da fonte e mínimos de casas decimais a exibir. Com isso a Figura 13 apresenta o funcionamento das configurações: tamanho da fonte e mínimos de casas decimais a exibir, onde percebe-se a alteração das casas decimais para 9 (padrão 3) e o aumento da fonte para 25 (padrão 14).

Figura 12: Opções.



Fonte: O próprio autor (2020).

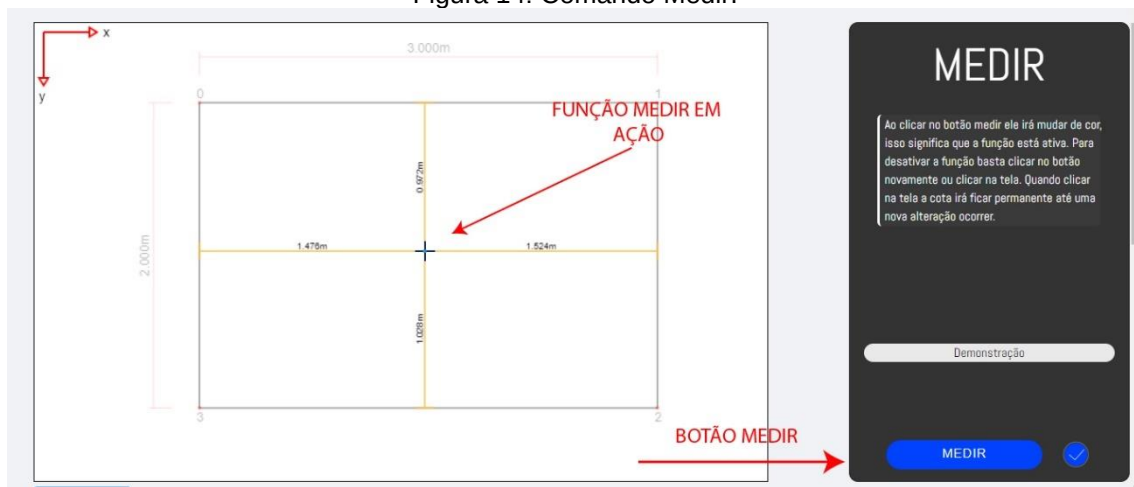
Figura 13: Tamanho da Fonte e Casas Decimais.



Fonte: O próprio autor (2020).

O medir foi implementado para que o usuário por meio do mouse consiga medir as distâncias de um ponto até as extremidades da laje, como pode ser observado na Figura 14. Para melhor aplicação desse sistema criou-se um snap que age como um ímã, fixando o movimento do mouse sobre alguns pontos das cargas à medida que o mouse passa por elas.

Figura 14: Comando Medir.



Fonte: O próprio autor (2020).

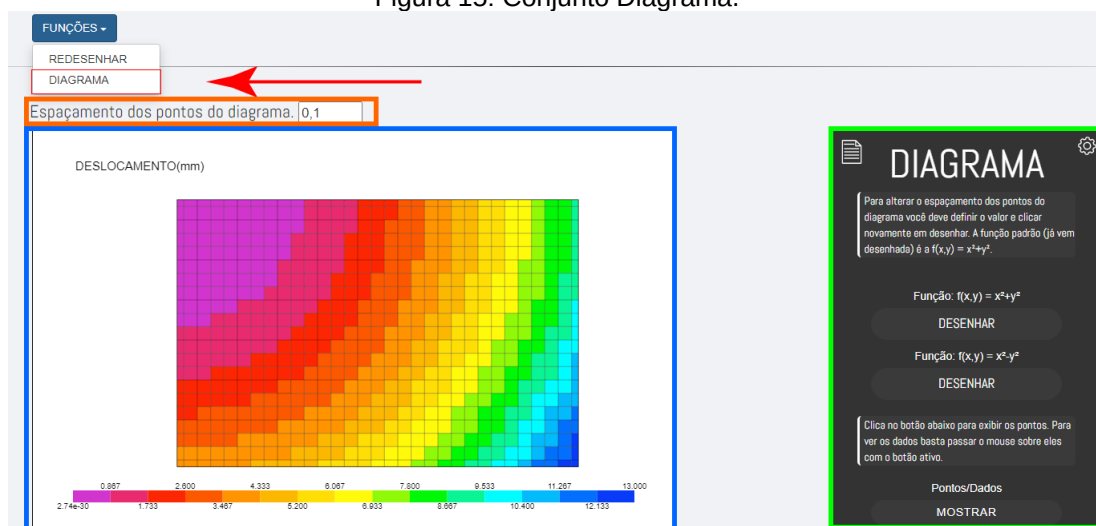
Na Figura 15 pode-se observar o conjunto responsável por gerar o diagrama de cores. Tal conjunto é constituído pelo botão diagrama (indicado em vermelho) que ao aperta-lo é criado: uma tela gráfica (destaque em azul), uma caixa de texto para o usuário alterar o espaçamento entre os pontos (destaque em laranja) e um menu de opções (destaque em verde).

Por padrão a tela gráfica desenha o diagrama dos resultados da função genérica: $f(x, y) = x^2 + y^2$, com o espaçamento entre os pontos igual a 0,1m.

Vale dizer que os espaçamentos entre os pontos definem o tamanho do quadrado de influência de cada ponto, por exemplo, se o espaçamento foi definido como 0,1m cada ponto será representado por um quadrado de dimensões iguais ao espaçamento (0,1m nesse exemplo).

O diagrama de cores gerado nesta iniciação científica é para uma função genérica, pois não foi objetivo fazer a análise estrutural das lajes. Portanto a rotina permite, no futuro, apenas substituindo a função a plotar, realizar o diagrama de cores. As funções a plotar virão, como explicado, de diversas iniciações científicas futuras, que poderão abordar análises estruturais de lajes por métodos variados, constituindo-se, por exemplo, de funções momento fletor, esforço cortante e deslocamentos.

Figura 15: Conjunto Diagrama.

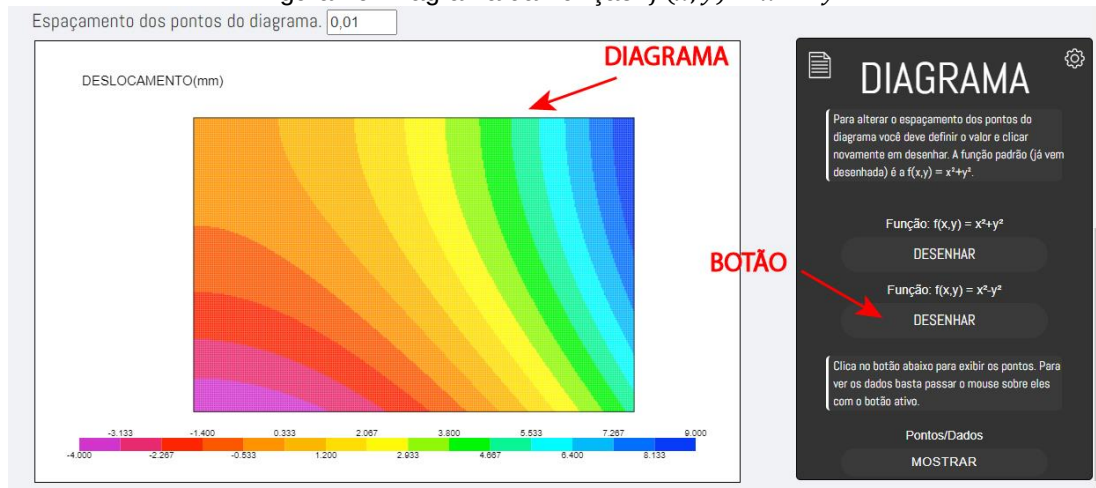


Fonte: O próprio autor (2020).

Pela Figura 16 nota-se a plotagem dos resultados obtidos pela função $f(x, y) = x^2 - y^2$, escolhida no menu de opções (botão sinalizado no menu) com o espaçamento dos pontos igual a 0,01m. Comparando com o

diagrama da Figura 15 nota-se a diferença da nitidez das curvas, visto que quanto menor o quadrado de influência maior será a quantidade de pontos representados, por conseguinte maior a nitidez do diagrama.

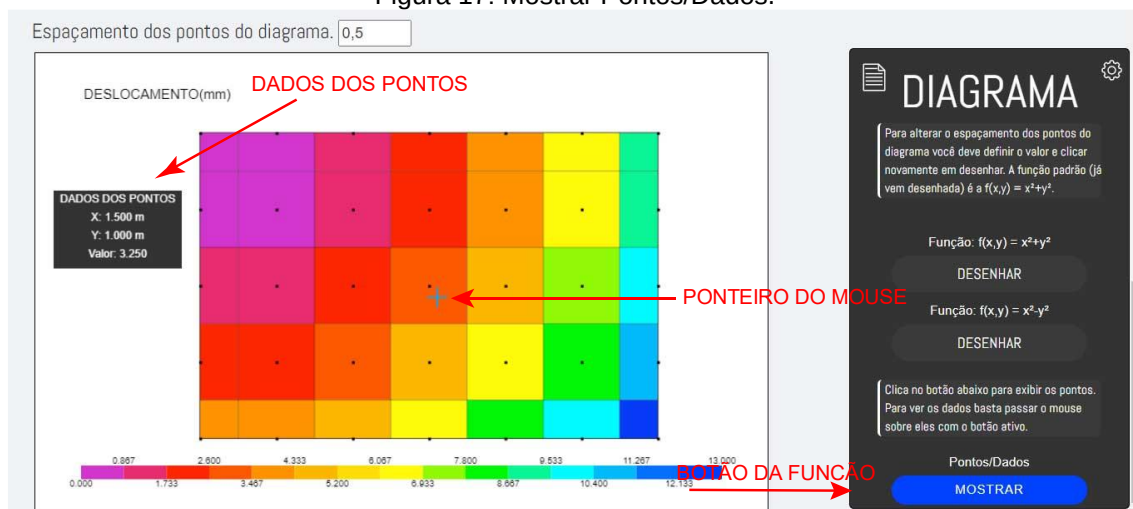
Figura 16: Diagrama da Função: $f(x, y) = x^2 - y^2$.



Fonte: O próprio autor (2020).

A função “Mostrar Pontos” (Figura 17) permite ao usuário observar os dados de um ponto. A função pode ser habilitada pelo botão “MOSTRAR” (na cor azul no menu do diagrama), dessa maneira o usuário deve manter o mouse sobre o quadrado de influência de um ponto desejado para que sejam exibidos, no lado esquerdo do diagrama, os dados desse ponto.

Figura 17: Mostrar Pontos/Dados.



Fonte: O próprio autor (2020).

Dentro das opções do diagrama (Figura 18) elaborou-se um sistema que permite ao usuário fazer um estudo do crescimento/decrescimento dos valores presentes dentro de um intervalo. Então criou-se três possibilidades para a criação de um intervalo, definindo: apenas mínimo (máximo será o calculado), apenas o máximo (mínimo será o calculado) ou ainda mínimo e máximo. Para exemplificação observe a Figura 19, nela pode ser observado um diagrama com um intervalo, o qual foi criado atribuindo o mínimo como 2 e o máximo como 5.

Figura 18: Janela Opções-Diagrama.



Fonte: O próprio autor (2020).

Figura 19: Opções - Máximo e Mínimo.



Fonte: O próprio autor (2020).

Por fim foi elaborado o botão Gerar relatório (Figura 20) de maneira que ao apertá-lo é gerado um arquivo em formato PDF, em uma nova guia do navegador. O relatório foi construído pela frente 1 e frente 2, por meio de uma biblioteca JavaScript chamada PDFMake. Na construção esta Frente 2 ficou responsável por exibir todos os dados e informações sobre elementos inseridos pelo usuário. Além disso, o relatório construído é moldável de modo que futuros projetos podem utilizá-lo na exibição de resoluções de cálculos. Algumas páginas do relatório, feitas pela Frente 2, são visualizadas pela Figura 21, Figura 22 e Figura 23.

Figura 20: Botão Gerar Relatório.



Fonte: O próprio autor (2020).

Figura 21: Capa do PDF Gerado.



Núcleo de Engenharia Virtual (NEV)

TÍTULO DO TRABALHO

Autor: Autor

Orientador: Prof. Gustavo Cabrelli Nirschl

Tipo: Iniciação Científica Voluntária (PIVICT)

Curso: Engenharia Civil

DATAS:

Versão original: 01/04/2020

Última atualização: 30/11/2020

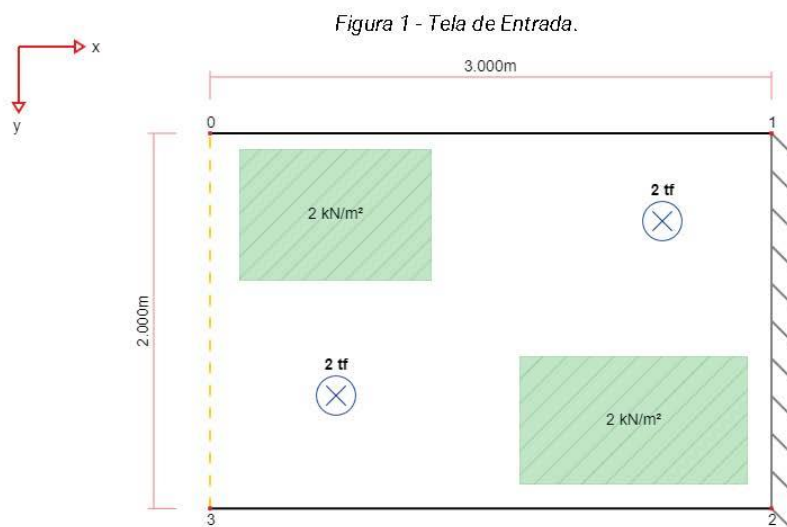
Geração do relatório: 04/07/2020

DADOS DE ENTRADA

Observações gerais:

- Os índices são ordenados de acordo com a inserção dos elementos;
- Todas as coordenadas "x,y" são em relação ao vértice 0 da laje, sendo as orientações dos eixos observadas no canto superior esquerdo da Figura 1.
- As resoluções de equações consideraram todas as casas decimais de suas variáveis. Entretanto, nas tabelas os valores serão mostrados com a quantidade de algarismos significativos escolhida (3).

Na Figura 1 podem ser vistos todos os elementos inseridos na laje.



A partir daqui, o relatório utilizará o sistema kN-m, mostrando os valores convertidos em relação aos dados de entrada do usuário.

LAJE

Tabela 1 - Propriedades da Laje.

Módulo de elasticidade(E) (kN/m²)	Espessura da laje(h) (m)	Coefficiente de Poisson(v)
20000000.000	0.250	0.200

APOIOS

Tabela 2 - Dados dos apoios.

Tipo de apoio	Índice	Lado
Apoiada	0	0-1

Figura 23: Terceira Página do PDF Gerado.

Tipo de apoio	Índice	Lado
Apoiada	1	2-3
Livre	0	3-0
Engaste	0	1-2

CARGA PONTUAL

Tabela 3 - Dados da Cargas Pontuais.

Índice	x (m)	y (m)	Módulo (kN)
0	2.418	0.468	19.613
1	0.672	1.398	19.613

CARGA SOBRE SEÇÃO

Tabela 4 - Dados da Cargas Sobre Seção.

Índice	xi (m)	yi (m)	Altura (m)	Largura (m)	Módulo (kN/m²)
0	0.156	0.0840	0.702	1.026	2.000
1	1.656	1.188	0.684	1.218	2.000

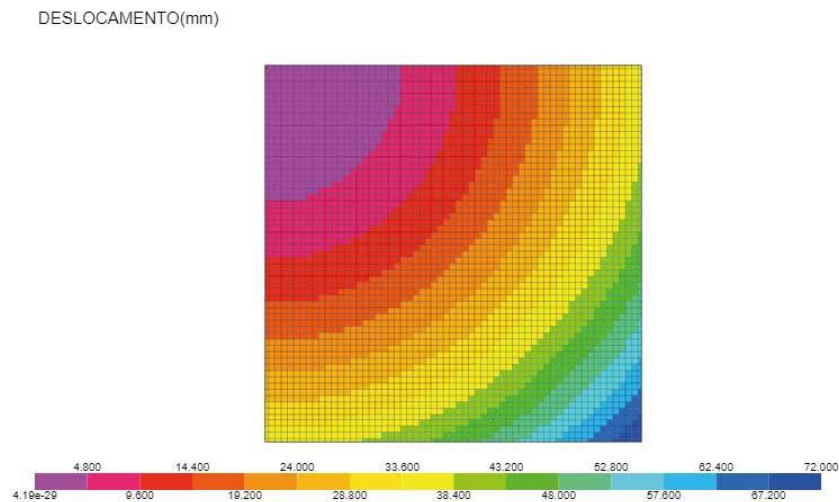
A coordenada "xi,yi" se refere ao primeiro vertice da carga sobre seção.

DIAGRAMA

O diagrama, observado na Figura 2, é a representação gráfica dos valores obtidos com a função:

$$f(x,y) = x^2 + y^2 \text{ e espaçamento entre os pontos igual a: } 0.1.$$

Figura 2 - Diagrama de cores.



CONCLUSÃO (RESULTADOS DA PESQUISA)

Os resultados obtidos correspondem as expectativas previstas pelo planejamento inicial, uma vez que se conseguiu entregar todo o cronograma. Vale ressaltar que o programa servirá de base para a criação de novos módulos, os quais serão desenvolvidos por participantes do grupo de pesquisa NEVE (Núcleo de Engenharia Virtual e Experimental). Por meio da Tabela 1 e Tabela 2 podem ser visualizados, respectivamente, os resultados obtidos e os períodos de realização.

Tabela 1: Resultados Obtidos.

RESULTADOS	DESCRIÇÃO
1	Criação do recurso snap lado e dos comandos para: inserção de apoios (livre, apoiado e engastado).
2	Criação do recurso snap laje e dos comandos para: inserção de carga distribuída sobre toda a laje, carga distribuída sobre seção.
3	Criação do comando redesenhar
4	Criação do GRID e das Opções (Medir, Casas decimais a exibir, tamanho da fonte).
5	Criação do Diagrama e suas opções.
6	Criação do comando para: gerar o PDF de dados e informações.
7	Aperfeiçoamento dos comandos.

Tabela 2: Períodos de Realização dos Resultados.

RESULTADOS	Nº DE MESES – 9								
	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	JAN
1	X	X	X						
2		X	X	X					
3	X	X	X	X					
4				X	X	X			
5					X	X	X		
6							X	X	X
7								X	X

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Eberick, 2020. Disponível em: <<https://www.altoqi.com.br/eberick/>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

MDN web docs, 2020. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/pt-BR/>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

W3Schools, 2020. Disponível em: <<https://www.w3schools.com/>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

pdfmake, versão 0.1.66. Disponível em: <<http://pdfmake.org/>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

TQS, versão 21.11. Disponível em: <<https://www.tqs.com.br/>>. Acesso em: 22 jul. 2020.

SweetAlert2, versão 9.10.12. Disponível em: <<https://sweetalert2.github.io/>>. Acesso em: 26 jul. 2020.

Assinatura do orientador:_____

Assinatura do bolsista:_____