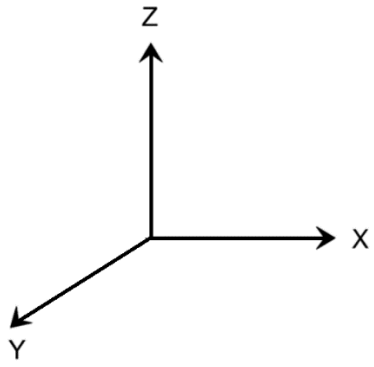
MANUAL DO USUÁRIO

CÁLCULO DOS PARÂMETROS MODAIS DE TRELIÇAS ESPACIAIS

Este manual tem como objetivo apresentar os passos para o uso correto do software SHOF. Tool, desenvolvido como trabalho de conclusão no curso de Engenharia Civil da Universidade Positivo no ano de 2019.

1. SISTEMA GLOBAL DE COORDENADAS

A orientação dos eixos X (horizontal), Y (longitudinal) e Z (vertical), é evidenciada na imagem a baixo com a finalidade de gerar resultados claros e facilitando o entendimento e a comunicação entre usuário e aplicativo.

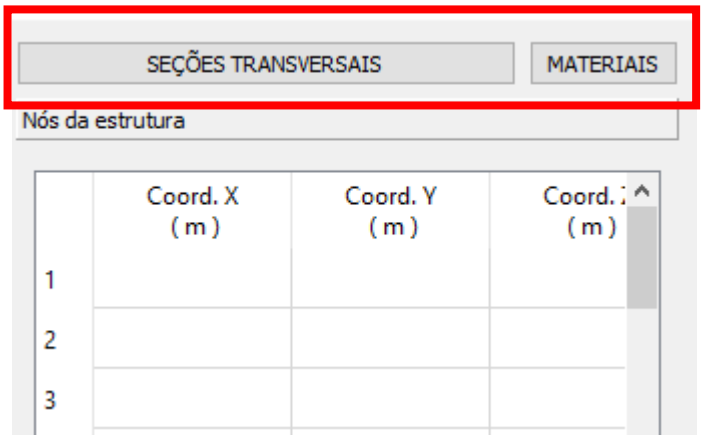


A convenção para deslocamentos está associada ao sistema de eixos locais das barras e globais da estrutura, toma-se a barra orientada em seu eixo de coordenadas locais e analisa-se onde se encontra a posição dos nós iniciais e finais e sua incidência para modelagem dos modelos matemáticos propostos para cálculo dos parâmetros modais.

2 ENTRADA DE DADOS

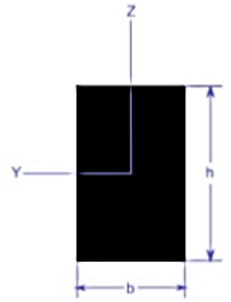
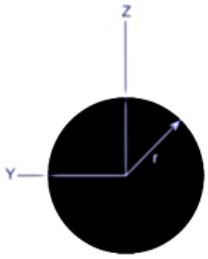
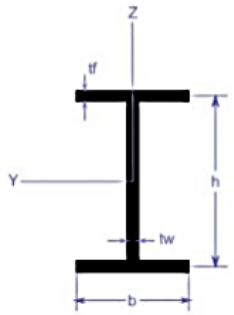
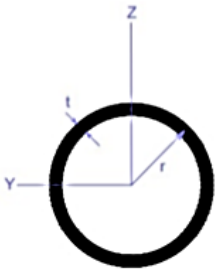
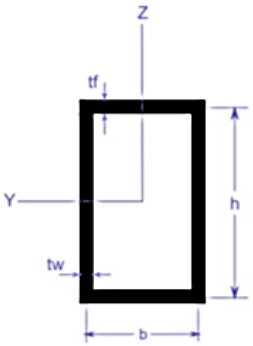
2.1 Propriedades das barras

A inserção das propriedades das barras é parte essencial para o correto dimensionamento visto que os parâmetros modais necessitam da rigidez e da massa de cada barra.

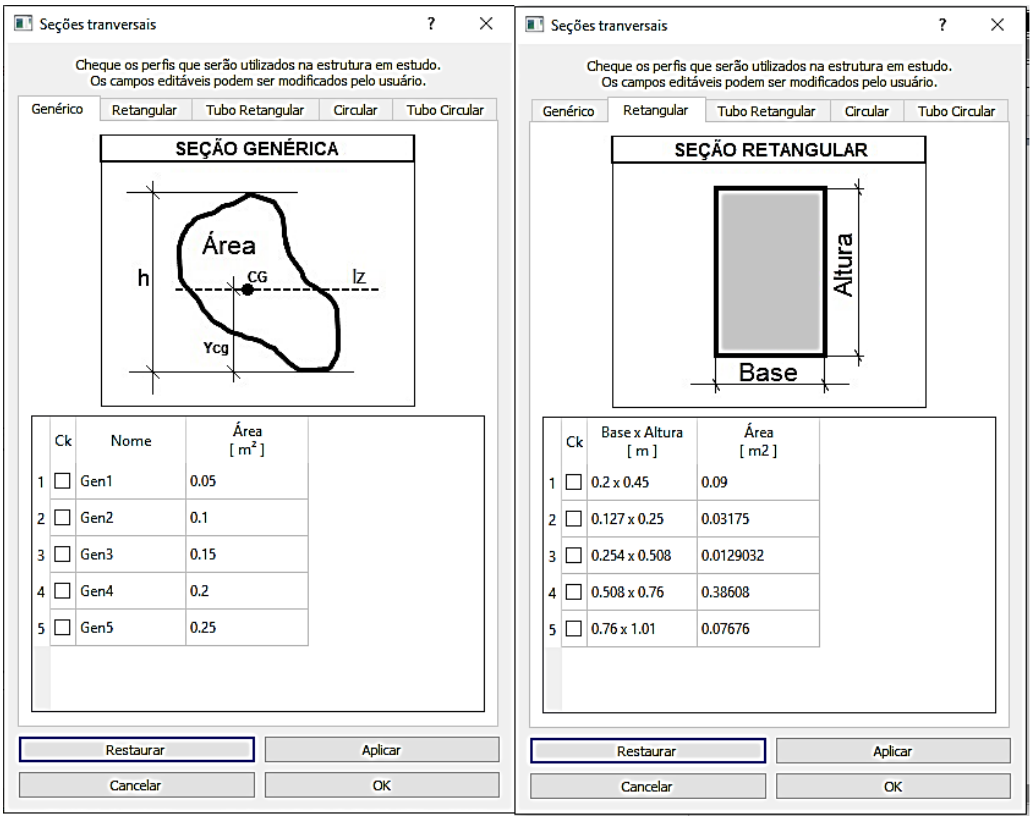


2.1.1. PROPRIEDADES GEOMÉTRICAS

Ao clicar no botão de Seções Transversais o usuário poderá informar os perfis que serão utilizados na estrutura em estudo. Para possibilitar a utilização de qualquer tipo de seção, e evitar simplificações indesejáveis pelo usuário, a entrada de dados referente as seções é feita através dos valores de áreas. Abaixo estão algumas fórmulas para determinação de áreas.

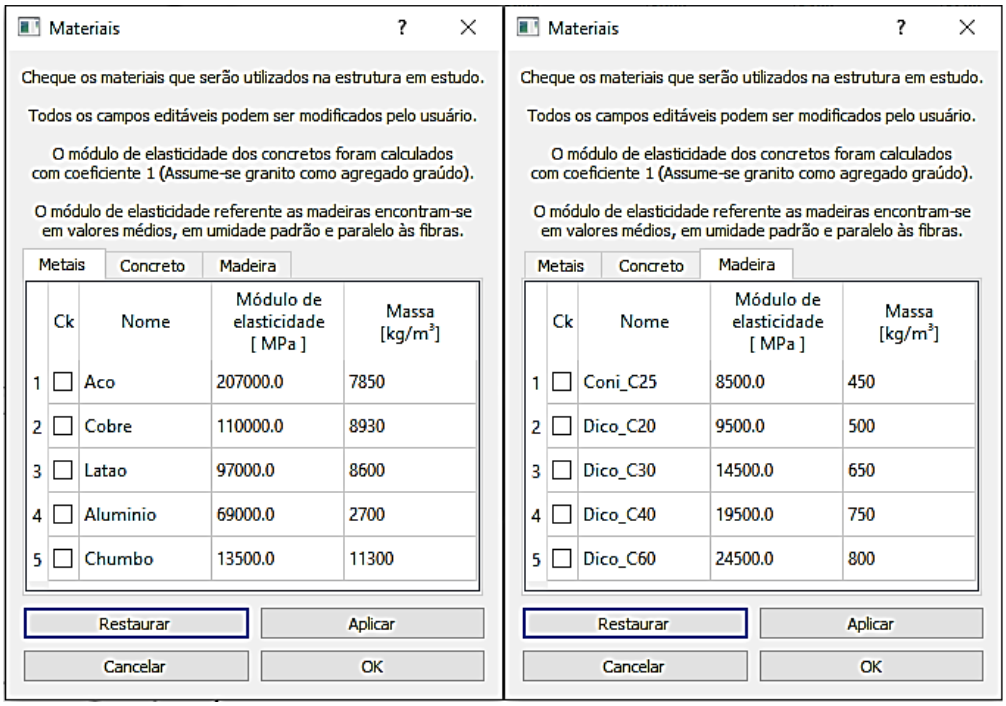
	$A = b * h$
	$A = \pi * r^2$
	$A \approx h * t_w + a * b$
	$A \approx 2 * \pi * r * t$
	$A \approx 2 * (b * t_f + h * t_w)$

A janela para informar as seções da estrutura estudada, apresenta valores pré-definidos para alguns modelos de seções conforme imagem, entretanto o software permite que mais de uma seção seja selecionada, alterada e/ou adicionada.



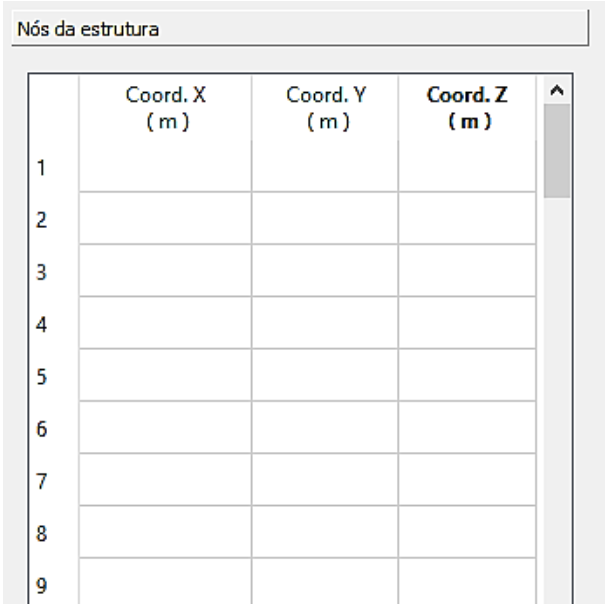
2.1.2. PROPRIEDADES DOS MATERIAIS

O programa apresenta alguns materiais pré-definidos, mas o usuário pode modificar os campos editáveis, permitindo que mais de um material seja selecionado.

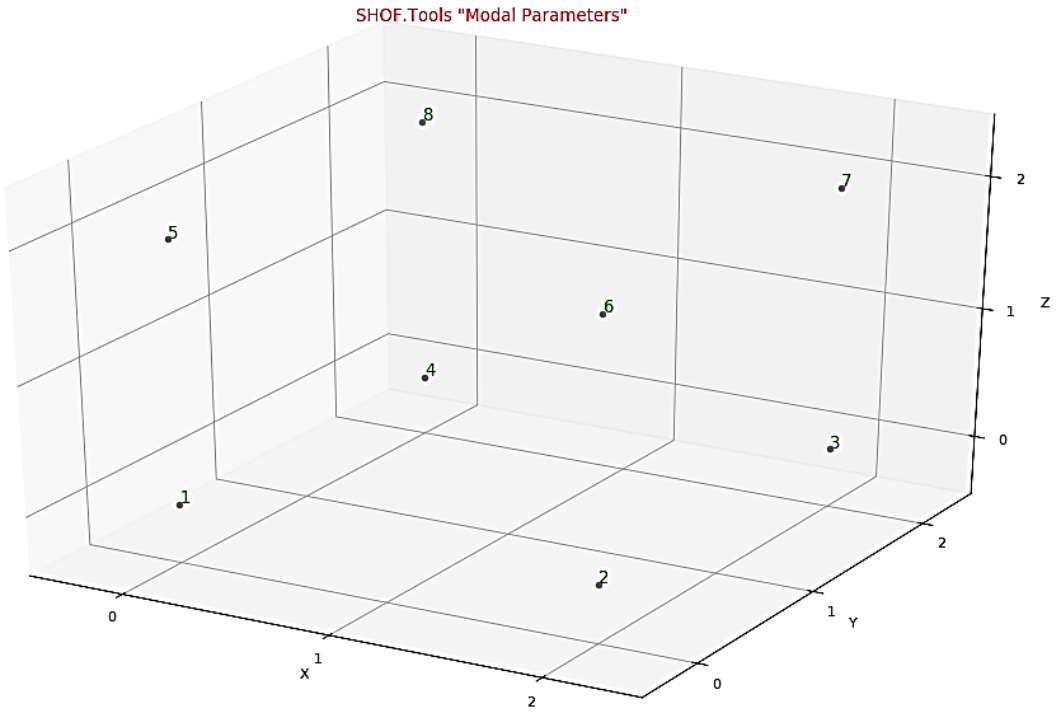


2.2 Nós da Estrutura

As coordenadas são inseridas em m (metros), separa-se os algarismos utilizando ponto, sempre orientando a estrutura por coordenadas globais.

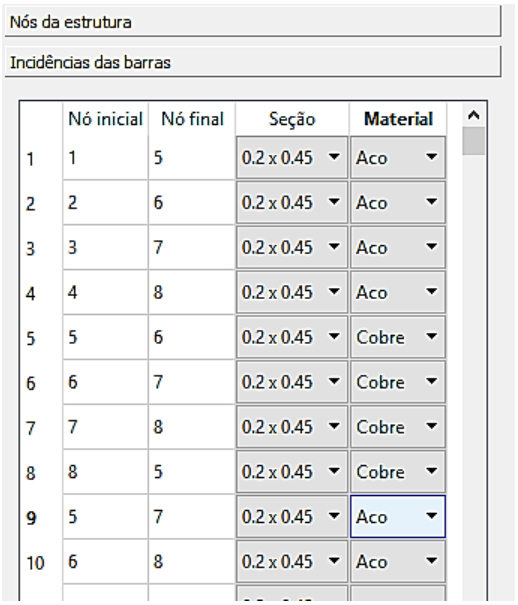


Ao listar as coordenadas, para visualizar o usuário poderá selecionar o botão plotar, e se orientar através das marcações dos nós.

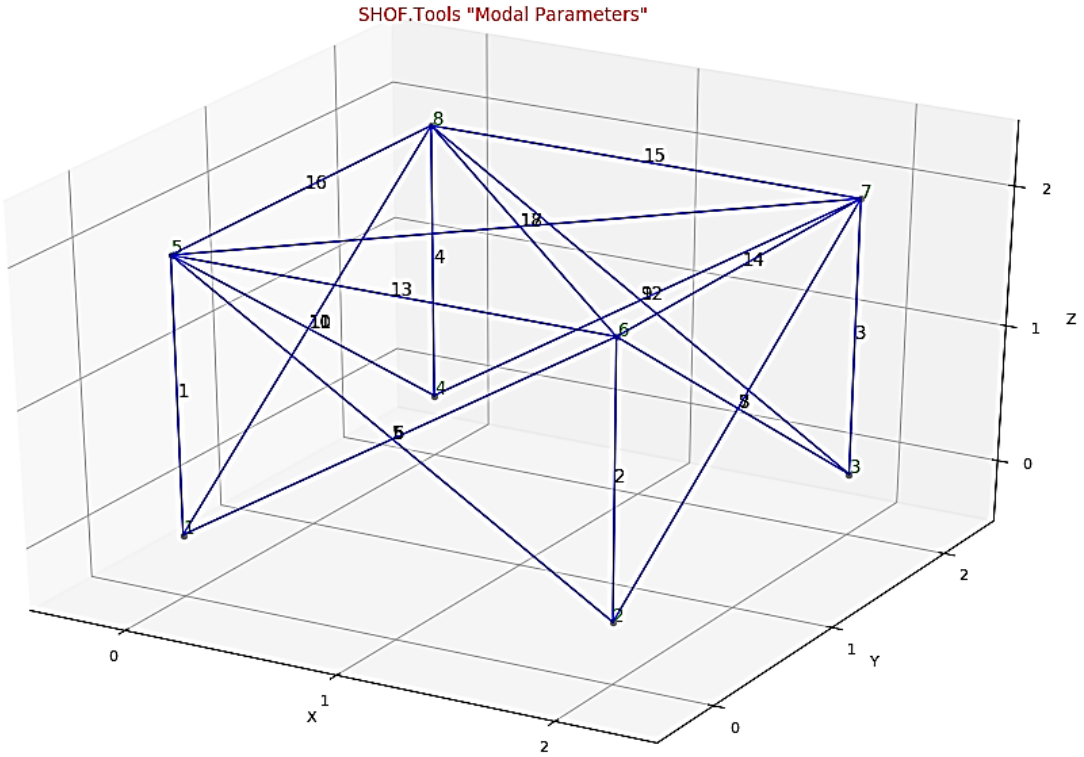


2.3 Incidência das barras

Neste campo serão informados o início e o fim das barras e suas respectivas propriedades que foram previamente selecionadas nas janelas especificas.

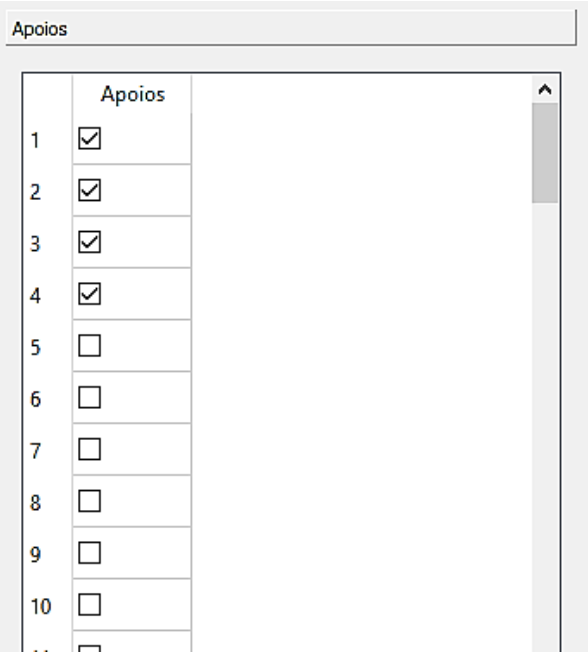


Ao listar as incidências das barras, para visualizar o usuário poderá selecionar o botão plotar e visualizar as barras.

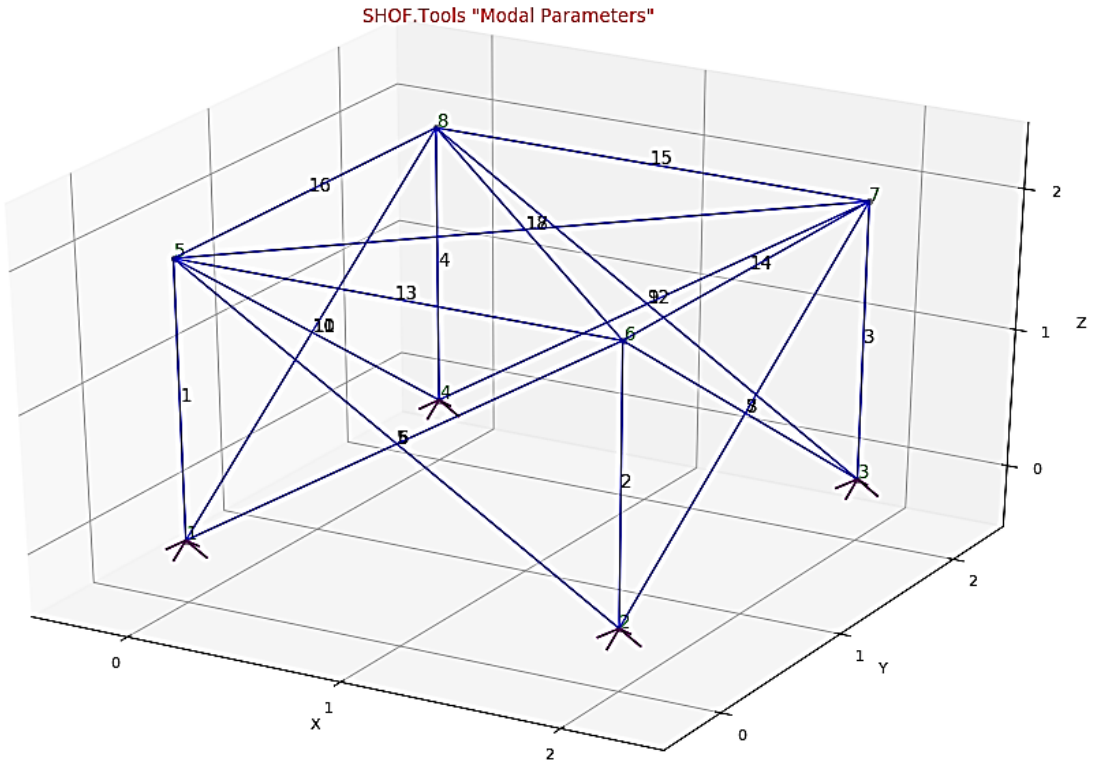


2.4 Apoios

Este campo se refere aos vínculos dos nós com meio exterior (apoios), onde ao selecionar um campo o programa irá considerar que o deslocamento está restringido.

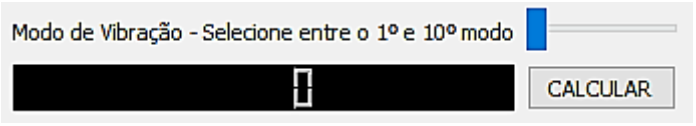


Depois de especificado as restrições dos nós, ao se clicar no botão plotar elas serão representadas nos respectivos nós com linhas roxas.

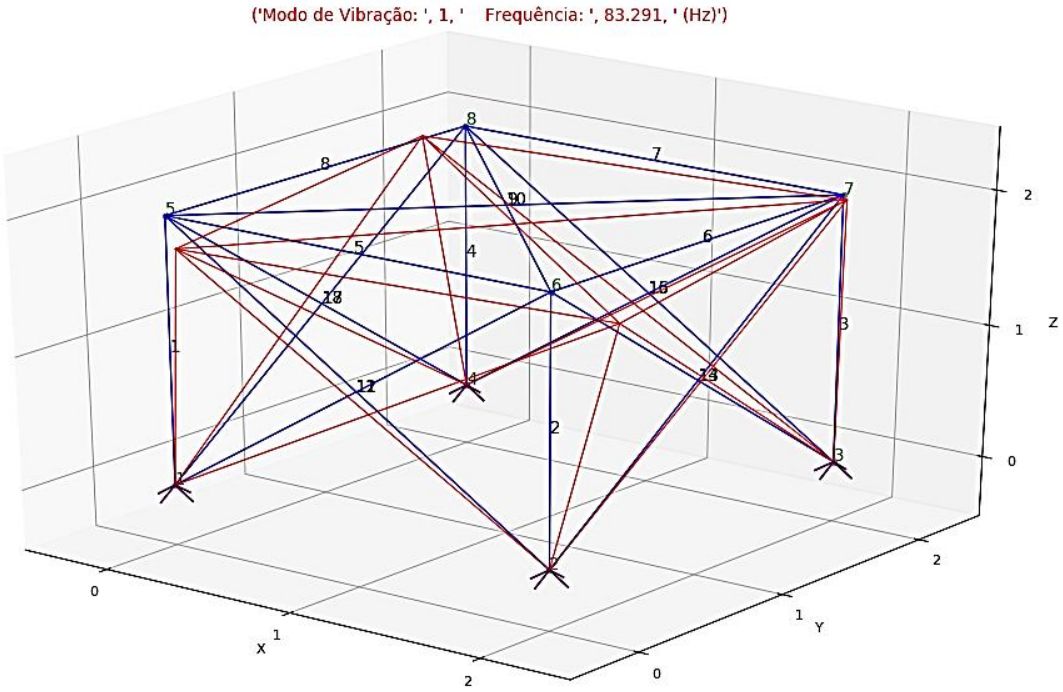


3 CALCULAR

Após finalizar a entrada de dados da estrutura ela poderá ser calculada, clicando primeiramente no slider que indicará qual o modo de vibração que será calculado, o programa está setado para inicialmente ter o valor 0 indicado e só irá calcular quando a indicação for maior que 0 após isso pode-se clicar no botão calcular. Ao clicar no botão, poderá ser visualizado as frequências e os modos de vibração da estrutura.

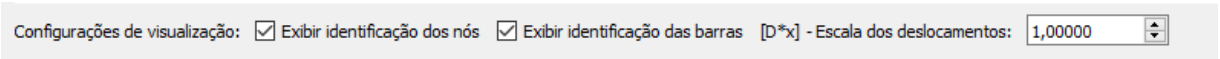


Os resultados são apresentados no sistema global conforme imagem abaixo.



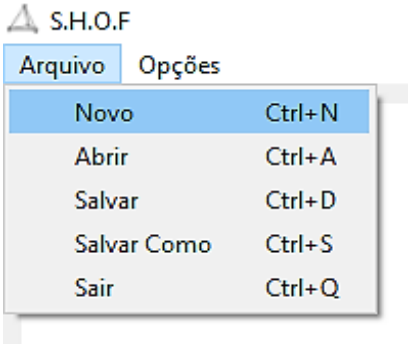
4 OPCIONAIS

Com a finalidade de aprimorar a experiência dos usuários foram inseridos botões de exibição, onde o usuário pode exibir ou ocultar o número dos nós e das barras e a escala no qual o modo será exibido, localizados na parte inferior esquerda do software.



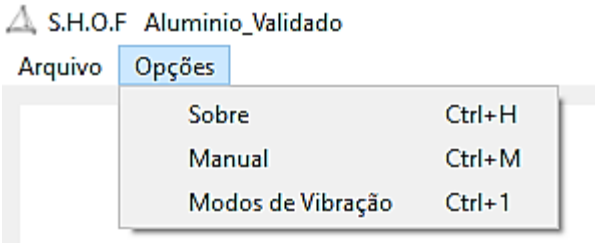
5 ARQUIVO

É possível salvar as estruturas modelas, clicando no botão salvar, salvar como ou ainda utilizando as teclas de atalho CTRL+D ou CTRL+S. Caso tenha estruturas salvas pode optar por abrir e carregar todas as características salvas anteriormente.



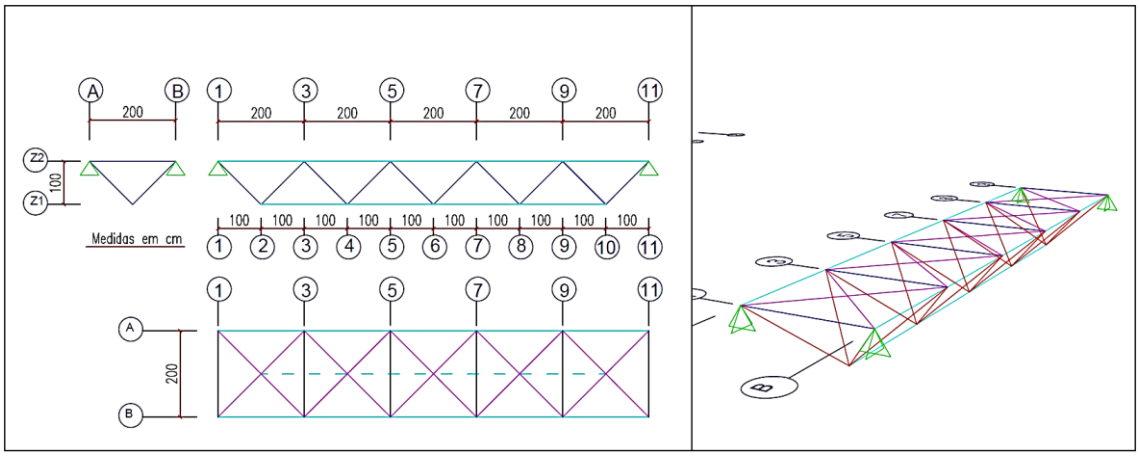
6 OPÇÕES

No menu Opções encontram-se os manuais e instruções para utilização do software e caso o usuário deseje ver quais os modos de vibração após o cálculo da estrutura, pode clicar no Modo de Vibração ou usar as teclas CTRL+1 onde abrirá um arquivo txt editável.



7 EXEMPLO RESOLVIDO

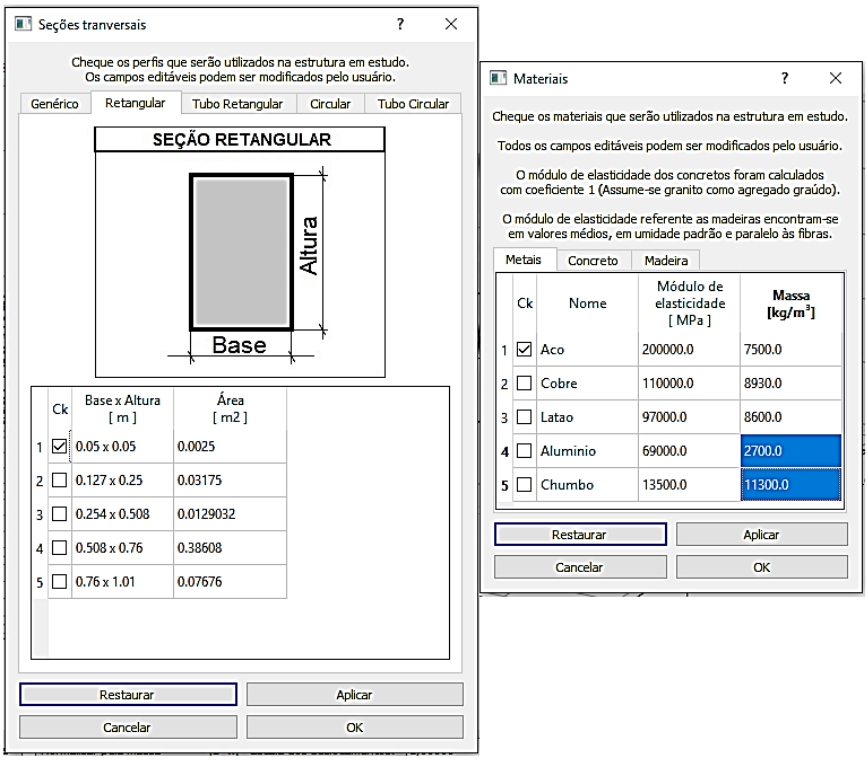
Como exemplificação, abaixo está uma estrutura treliçada, inserido os dados sequenciados.



Inicie o software selecionando as seções transversais e os materiais que serão utilizados, para este caso em específico utilizamos:

Seção Retangular 0,05 x 0,05 (m) = 0,0025m²

Aço: Módulo de Elasticidade = 200000 MPa e 7500 kgf/m³



A entrada dos nós será realizada manualmente, conforme as coordenadas e a incidência das barras, abaixo segue nós e barras da estrutura:

Nós:

	Cood. X (m)	Cood. Y (m)	Cood. Z (m)
1	0	0	1
2	0	2	1
3	0	4	1
4	0	6	1
5	0	8	1
6	0	10	1
7	2	0	1
8	2	2	1

	Cood. X (m)	Cood. Y (m)	Cood. Z (m)
9	2	4	1
10	2	6	1
11	2	8	1
12	2	10	1
13	1	1	0
14	1	3	0
15	1	5	0
16	1	7	0
17	1	9	0

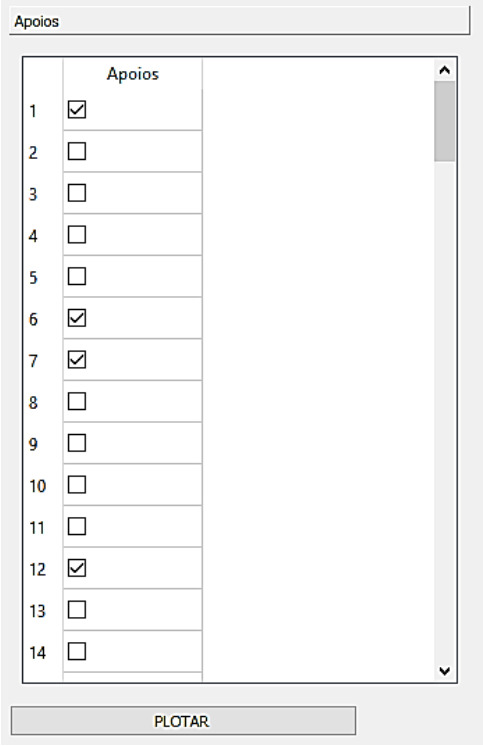
Incidência:

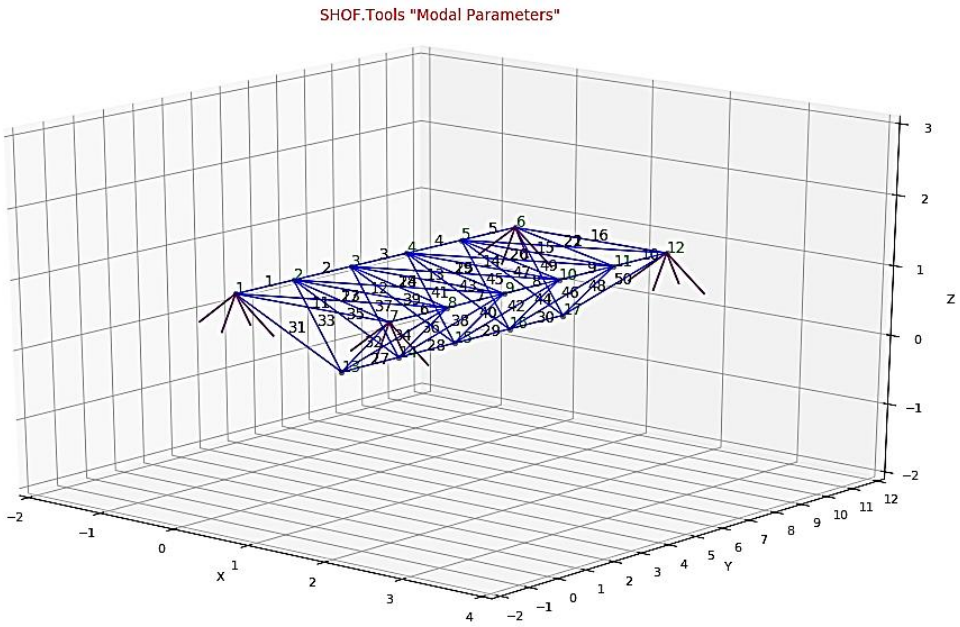
	Nó inicial	Nó Final	Seção	Material
1	1	2	0.05x0.05	Aco
2	2	3	0.05x0.05	Aco
3	3	4	0.05x0.05	Aco
4	4	5	0.05x0.05	Aco
5	5	6	0.05x0.05	Aco
6	7	8	0.05x0.05	Aco
7	8	9	0.05x0.05	Aco
8	9	10	0.05x0.05	Aco
9	10	11	0.05x0.05	Aco
10	11	12	0.05x0.05	Aco
11	1	7	0.05x0.05	Aco
12	2	8	0.05x0.05	Aco
13	3	9	0.05x0.05	Aco
14	4	10	0.05x0.05	Aco
15	5	11	0.05x0.05	Aco
16	6	12	0.05x0.05	Aco
17	1	5	0.05x0.05	Aco

	Nó inicial	Nó Final	Seção	Material
18	2	6	0.05x0.05	Aco
19	3	10	0.05x0.05	Aco
20	4	11	0.05x0.05	Aco
21	5	12	0.05x0.05	Aco
22	6	11	0.05x0.05	Aco
23	7	2	0.05x0.05	Aco
24	8	2	0.05x0.05	Aco
25	9	4	0.05x0.05	Aco
26	10	5	0.05x0.05	Aco
27	13	14	0.05x0.05	Aco
28	14	15	0.05x0.05	Aco
29	15	16	0.05x0.05	Aco
30	16	17	0.05x0.05	Aco
31	13	1	0.05x0.05	Aco
32	13	7	0.05x0.05	Aco
33	13	2	0.05x0.05	Aco
34	13	8	0.05x0.05	Aco
35	14	2	0.05x0.05	Aco
36	14	8	0.05x0.05	Aco
37	14	3	0.05x0.05	Aco
38	14	9	0.05x0.05	Aco
39	15	3	0.05x0.05	Aco
40	15	9	0.05x0.05	Aco
41	15	4	0.05x0.05	Aco
42	15	10	0.05x0.05	Aco
43	16	4	0.05x0.05	Aco
44	16	10	0.05x0.05	Aco
45	16	5	0.05x0.05	Aco
46	16	11	0.05x0.05	Aco
47	17	5	0.05x0.05	Aco
48	17	11	0.05x0.05	Aco

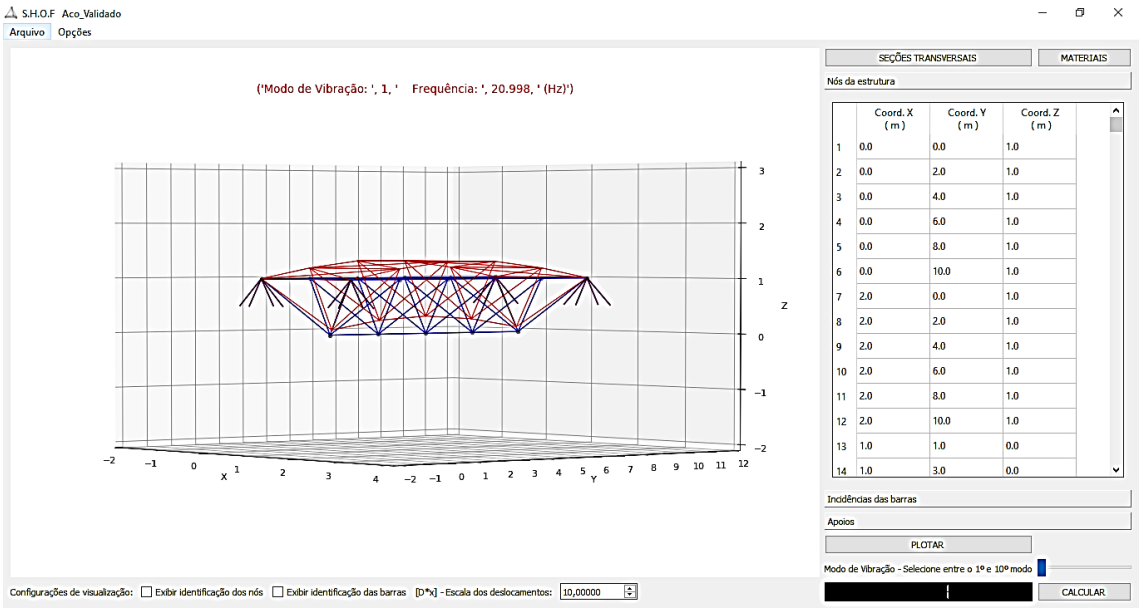
	Nó inicial	Nó Final	Seção	Material
49	17	6	0.05x0.05	Aco
50	17	12	0.05x0.05	Aco

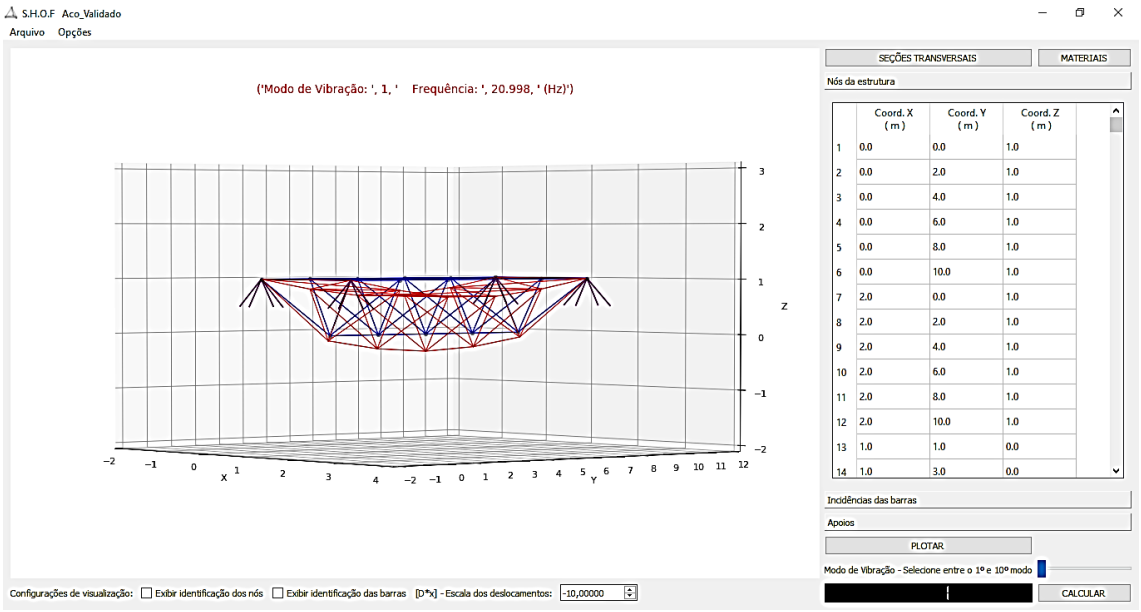
Insira os apoios nos nós 1, 6, 7 e 12, então clique em plotar





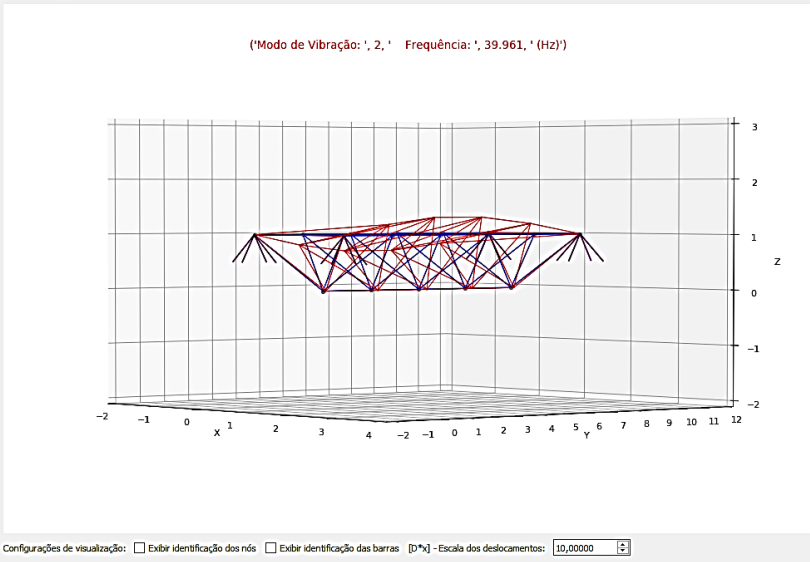
Para exibir as frequências e os modos de vibração clique no slider e altere a escala dos deslocamentos para 10, clique em calcular para exibir os valores novamente, caso a escala fique desproporcional pode-se alterar para melhor visualização.





S.H.O.F Aco_Validado

Arquivo Opções



SEÇÕES TRANSVERSAIS | MATERIAIS

Nós da estrutura

	Coord. X (m)	Coord. Y (m)	Coord. Z (m)
1	0.0	0.0	1.0
2	0.0	2.0	1.0
3	0.0	4.0	1.0
4	0.0	6.0	1.0
5	0.0	8.0	1.0
6	0.0	10.0	1.0
7	2.0	0.0	1.0
8	2.0	2.0	1.0
9	2.0	4.0	1.0
10	2.0	6.0	1.0
11	2.0	8.0	1.0
12	2.0	10.0	1.0
13	1.0	1.0	0.0
14	1.0	3.0	0.0

Incidências das barras

Apoios

PLOTAR

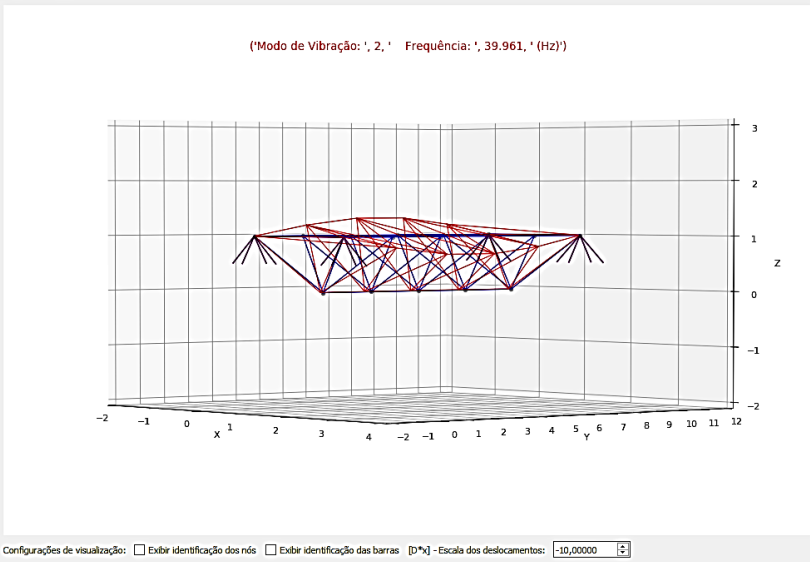
Modo de Vibração - Selecione entre o 1º e 10º modo

Configurações de visualização: ☐ Exibir identificação dos nós ☐ Exibir identificação das barras [D*x] - Escala dos deslocamentos: 10,00000

CALCULAR

S.H.O.F Aco_Validado

Arquivo Opções



SEÇÕES TRANSVERSAIS | MATERIAIS

Nós da estrutura

	Coord. X (m)	Coord. Y (m)	Coord. Z (m)
1	0.0	0.0	1.0
2	0.0	2.0	1.0
3	0.0	4.0	1.0
4	0.0	6.0	1.0
5	0.0	8.0	1.0
6	0.0	10.0	1.0
7	2.0	0.0	1.0
8	2.0	2.0	1.0
9	2.0	4.0	1.0
10	2.0	6.0	1.0
11	2.0	8.0	1.0
12	2.0	10.0	1.0
13	1.0	1.0	0.0
14	1.0	3.0	0.0

Incidências das barras

Apoios

PLOTAR

Modo de Vibração - Selecione entre o 1º e 10º modo

Configurações de visualização: ☐ Exibir identificação dos nós ☐ Exibir identificação das barras [D*x] - Escala dos deslocamentos: -10,00000

CALCULAR