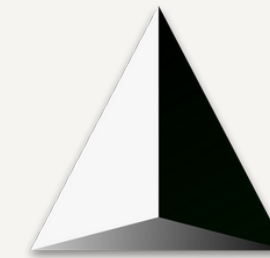


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL



PÓS  
ENG  
PPGEC | UFRGS

50  
anos  
1970-2020



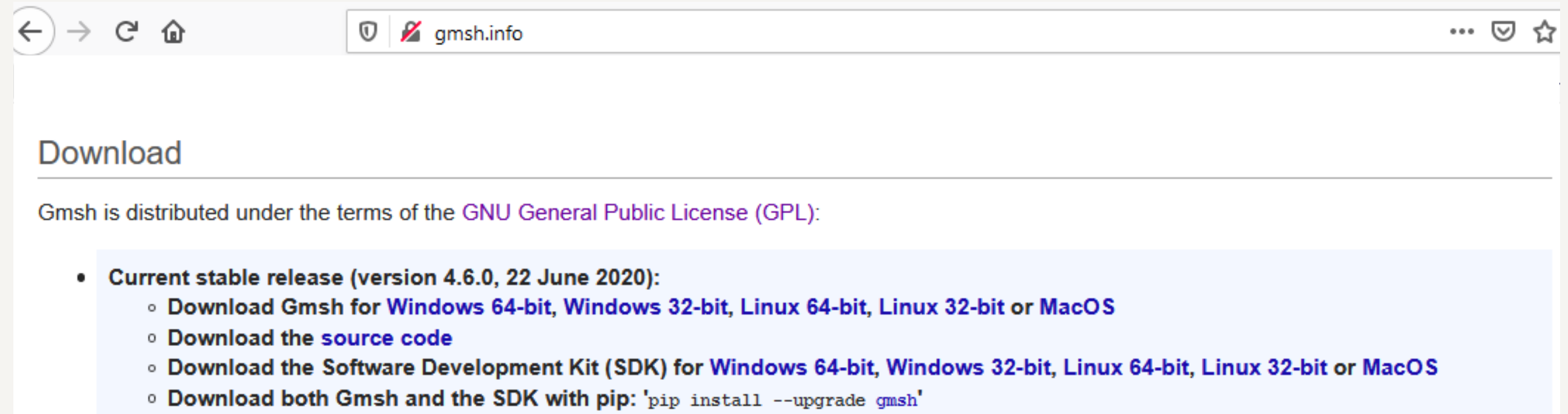
# MINICURSO GMSH

GABRIELA PENNA BIANCHIN  
MIGUEL ANGEL AGUIRRE

PORTO ALEGRE  
NOVEMBRO DE 2020

# 1. ASPECTOS GERAIS

O software **livre** Gmsh, distribuído pela *GNU General Public License* (GPL), foi desenvolvido em 1997 por C. Geuzaine e J-F. Remacle. Cujo, *download* é realizado pelo site: **gmsh.info**



Trata-se de um **gerador de malha de elementos finitos bi e tridimensional**, com código aberto, cujo objetivo principal é fornecer uma ferramenta de geração de malha *rápida, leve* (requer pouco espaço para instalação), com linguagem *paramétrica* e de *fácil manipulação*.

## Documentation

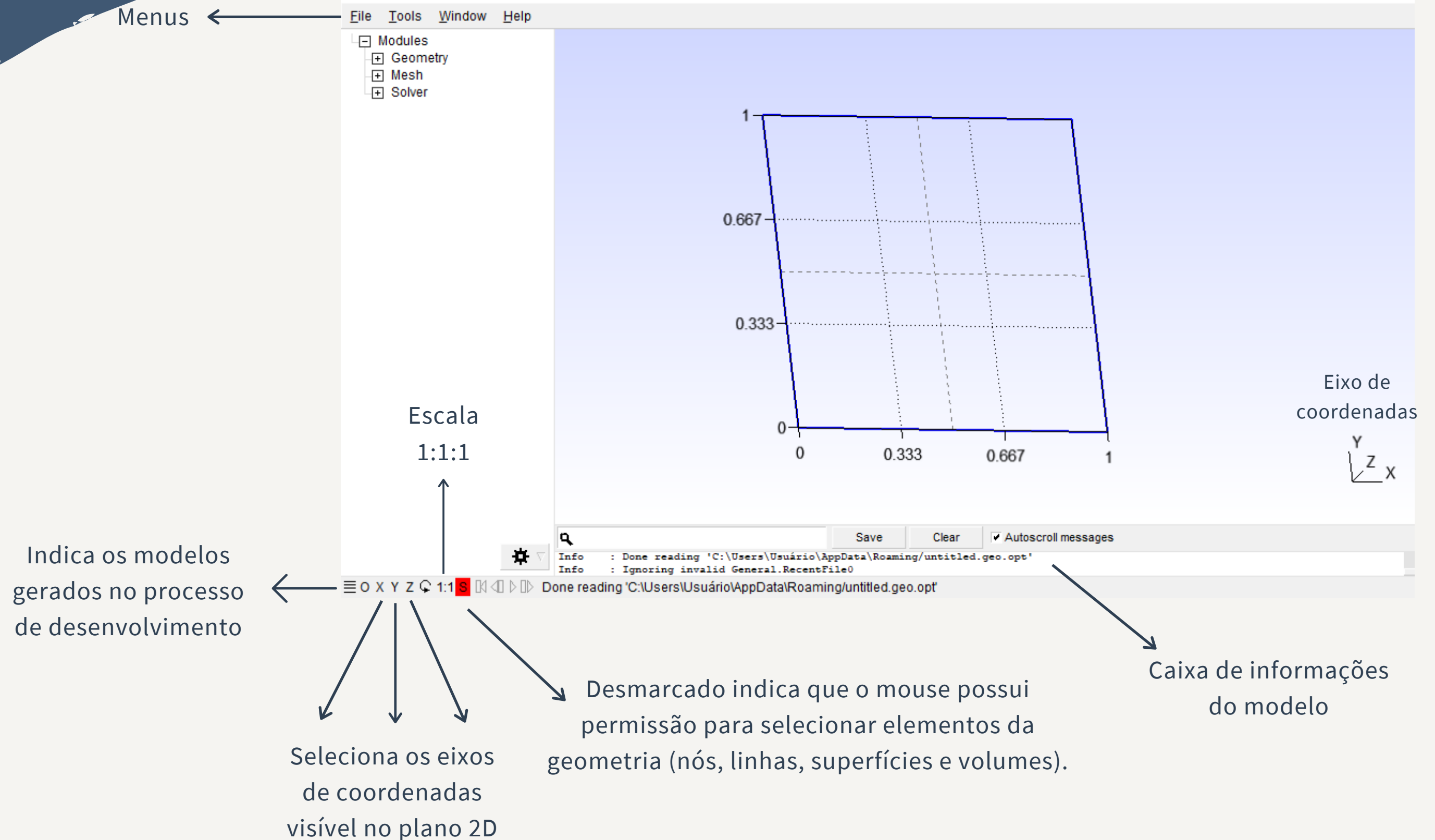
- [General presentation](#) with high-level overview of Gmsh and recent developments
- [Gmsh reference manual \(stable release\)](#) (also available in [PDF](#) and in [plain text](#))
- [Gmsh reference manual \(development version\)](#) (also available in [PDF](#) and in [plain text](#))
- [Screencasts](#) showing how to use the graphical user interface
- [Gitlab development site](#) with a [wiki](#), [time line](#) of changes and the [bug tracking](#) database
- [Changelog](#)

Please report all issues on <https://gitlab.onelab.info/gmsh/gmsh/issues>.

# 1. ASPECTOS GERAIS

## INTERFACE DO GMSH:

Através da interface e dos *modules* é possível construir geometrias dos problemas e malhas de elementos finitos.



# 1. ASPECTOS GERAIS

## MENU FILE

FileToolsWindowHelp

New...Ctrl+N

Open...Ctrl+O

Open Recent

Merge...Ctrl+Shift+O

Watch Pattern...

Clear

Rename...Ctrl+R

Delete

Remote

Save MeshCtrl+Shift+S

Save Model OptionsCtrl+J

Save Options As DefaultCtrl+Shift+J

Export...Ctrl+E

QuitCtrl+Q

→

Inicia um projeto novo

→

Abre 1 projeto

→

Abre vários projetos

→

Comandos de exportação de malha - várias extensões.

FileToolsWindowHelp

OptionsCtrl+Shift+N

PluginsCtrl+Shift+U

VisibilityCtrl+Shift+V

ClippingCtrl+Shift+C

ManipulatorCtrl+Shift+M

StatisticsCtrl+I

Message ConsoleCtrl+L

→

Configurações relativas à malha e geometria (cores, visibilidade, algoritmos de otimização...); aspectos do software;

→

Aspectos relativos a visibilidade da geometria dos modelos (nós, linhas, superfícies, volumes)

→

Mostram os vetores e coordenadas dos nós

→

Manipula o domínio computacional, movendo o desenho na interface do *software*

→

Mostra dados relativos à malha: quantidade de nós e elementos

## MENU TOOLS

## MENU WINDOW

FileToolsWindowHelp

ModulesNew Window

GeometryCopy to ClipboardCtrl+C

MeshSplit Horizontally

SolverSplit Vertically

Unsplit

MinimizeCtrl+M

Zoom

Enter Full ScreenCtrl+F

Attach/Detach MenuCtrl+D

Bring All to Front

→

Divisões da tela para visualização em todas as dimensões

## MENU HELP

Gmsh - C:\Users\Usuário\AppData\Roaming\untitled.geo

FileToolsWindowHelp

ModulesOnline Documentation


GeometryKeyboard and Mouse UsageCtrl+H

MeshCurrent Options and WorkspaceCtrl+Shift+H

SolverRestore all Options to Default Settings

About Gmsh

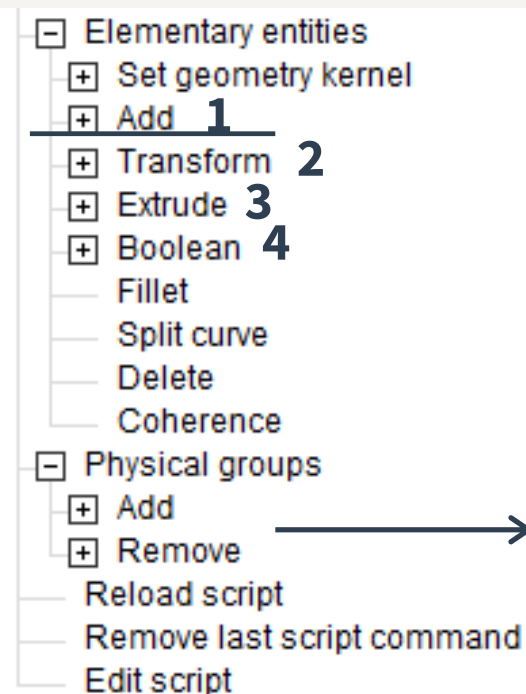
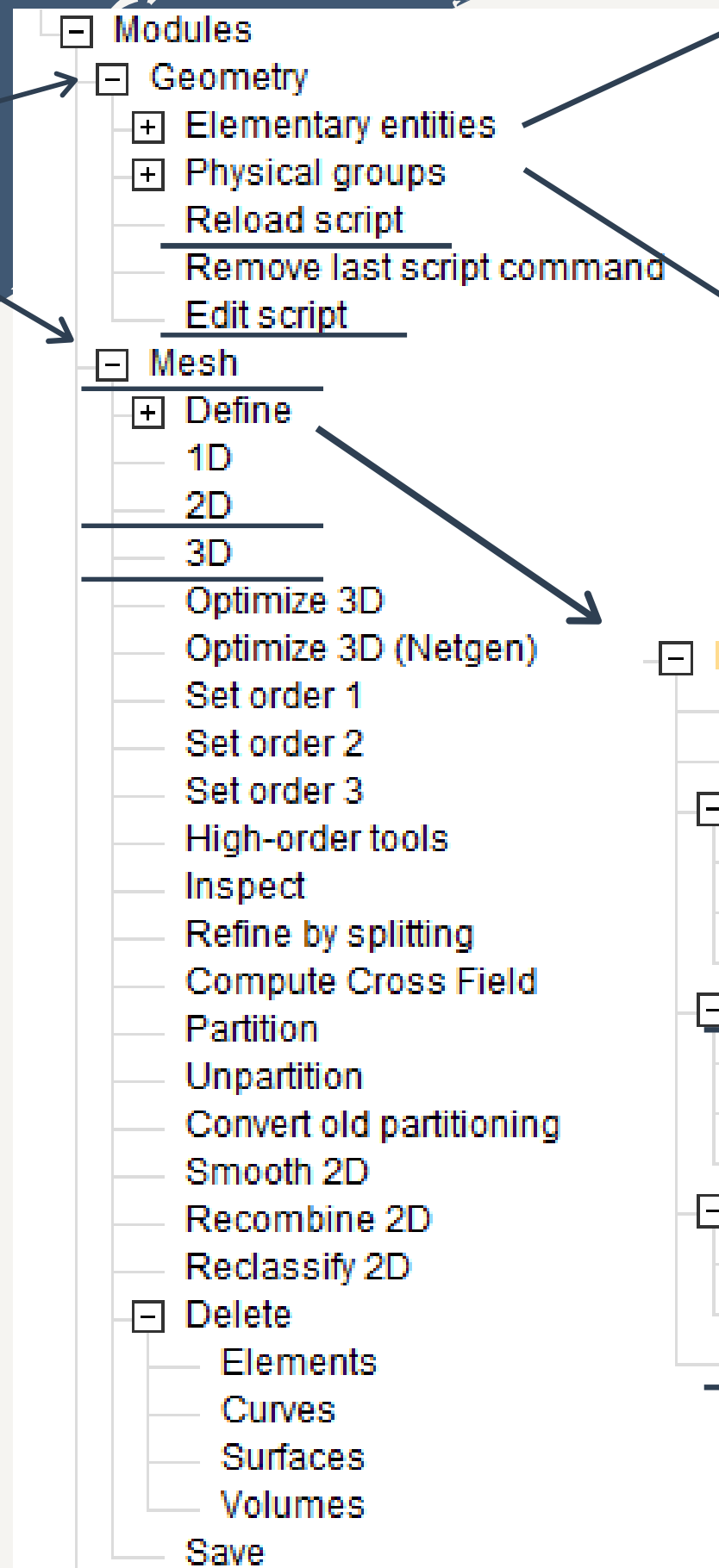
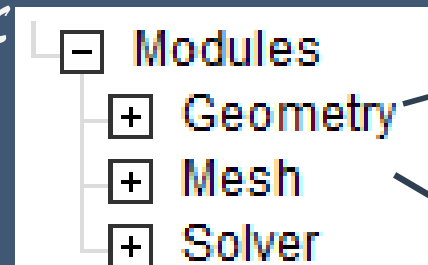
gabriela\_bianchin@hotmail.com



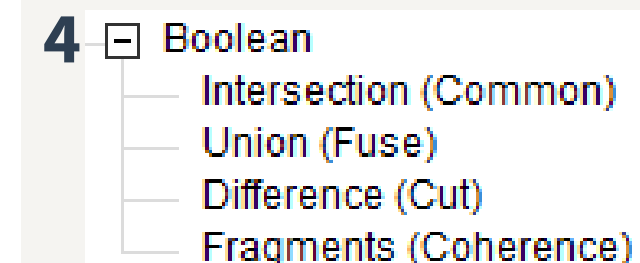
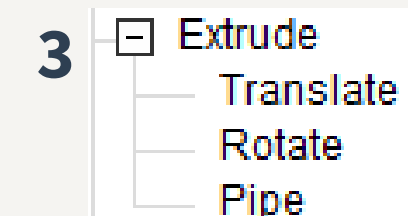
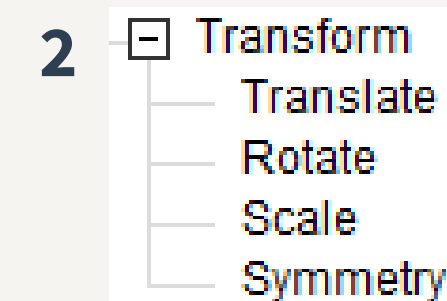
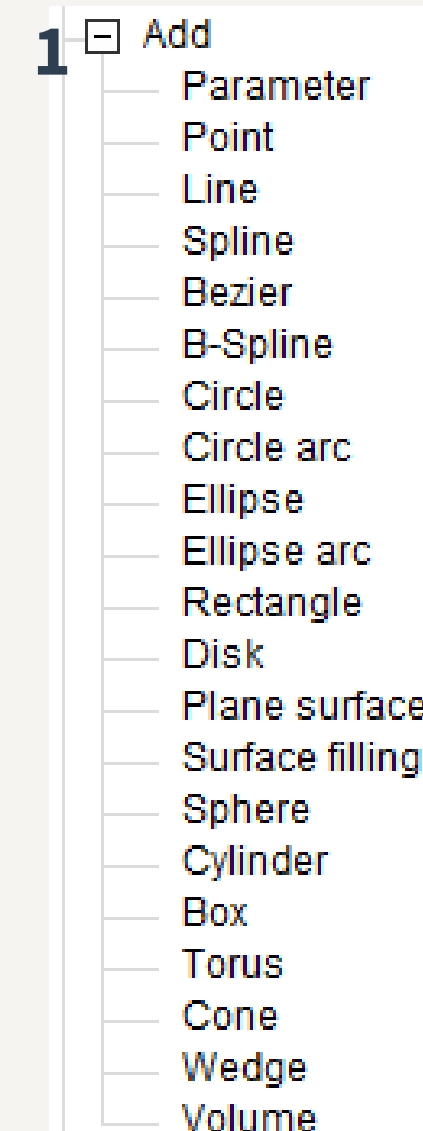
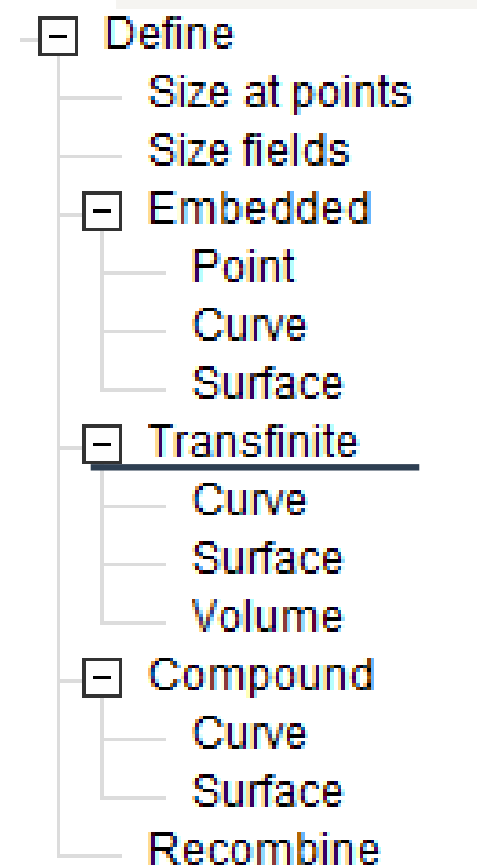
ing.amangel@gmail.com

3

## MODULES:



- Point
- Curve
- Surface
- Volume



**1** Comandos para adicionar pontos, linhas, superfícies e volumes.

**2** Comandos para rotacionar, transladar a geometria desenhada.

**3** Comandos para extrudar a geometria.

**4** Funções Boolean para interseccionar, unir e cortar a geometria.



# 2. ELABORAÇÃO DE GEOMETRIAS

Há **duas maneiras** de elaborar geometrias, a primeira através de arquivo com script *.geo*, escrito em linguagem paramétrica e carregado através do menu File e a segunda maneira através de comandos presentes no *module geometry* na interface do *Gmsh*.

**obs:** As duas maneiras podem ser utilizadas conjuntamente a fim de facilitar a geração.

```
exemplo1 - Bloco de Notas
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda
Mesh.MshFileVersion = 2.2;

//dimensoes em m
x1=0;           //dimensão x do ponto 1
y1=0;           //dimensão y do ponto 1
x2=5;           //dimensão x do ponto 2
y2=0.5;         //dimensão y do ponto 2

gridsize=1;

//Montagem da geometria do objeto de estudo - VIGA
Point(1) = {x1,y1,0,gridsize};
Point(2) = {x1,y2,0,gridsize};
Point(3) = {x2,y2,0,gridsize};
Point(4) = {x2,y1,0,gridsize};

//Linhas que unem os pontos do objeto - VIGA
Line(1) = {1,2}; Transfinite Line{1} = 6 Using Progression 1;
Line(2) = {2,3}; Transfinite Line{2} = 51 Using Progression 1;
Line(3) = {3,4}; Transfinite Line{3} = 6 Using Progression 1;
Line(4) = {4,1}; Transfinite Line{4} = 51 Using Progression 1;

//Superfície da viga
Curve Loop(1) = {1, 2, 3, 4};
Plane Surface(1) = {1};
```

Formato de exportação da malha

1ª Arquivo de entrada *.geo*  
Exemplo script bidimensional com elementos triangulares

Dimensões que os pontos do objeto de estudo estarão localizados

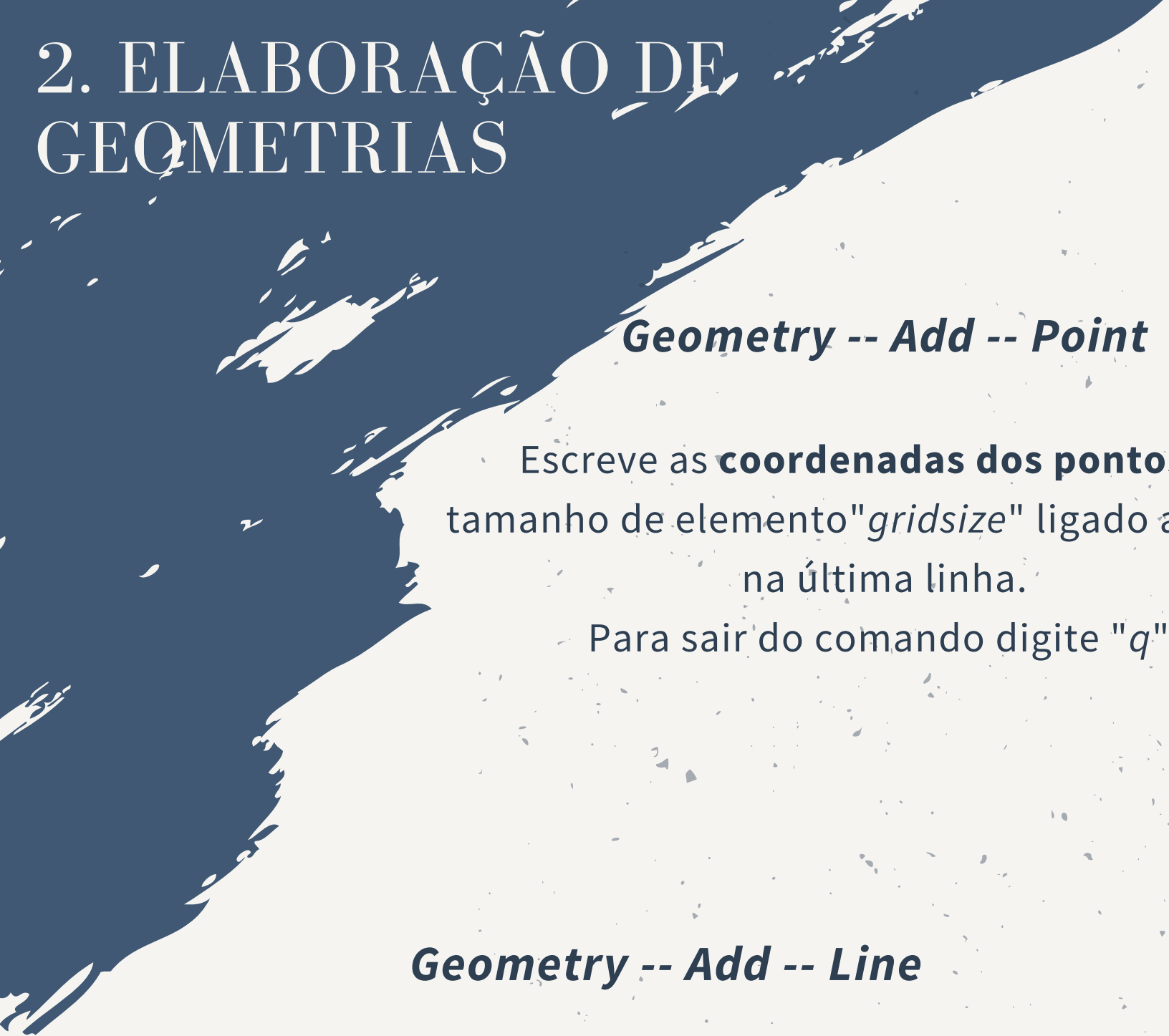
**Pontos** do problema {posição x; posição y; posição z; valor de tamanho de elementos}

**Linhas** entre os pontos determinados anteriormente. O comando "*Transfinite Line*" indica a quantidade de pontos que a linha será dividida para a formação da malha de elementos finitos e "*Progression*" remete a uma progressão geométrica relativa ao aumento/decréscimo do tamanho dos lados de elemento.

**obs:** valor da *progression* 1 indica que a divisão será uniforme.

**obs2:** ao utilizar o comando "*progression*", o comando "*gridsize*" não é levado em consideração.

Comandos para definir a **superfície** entorno das linhas já determinadas

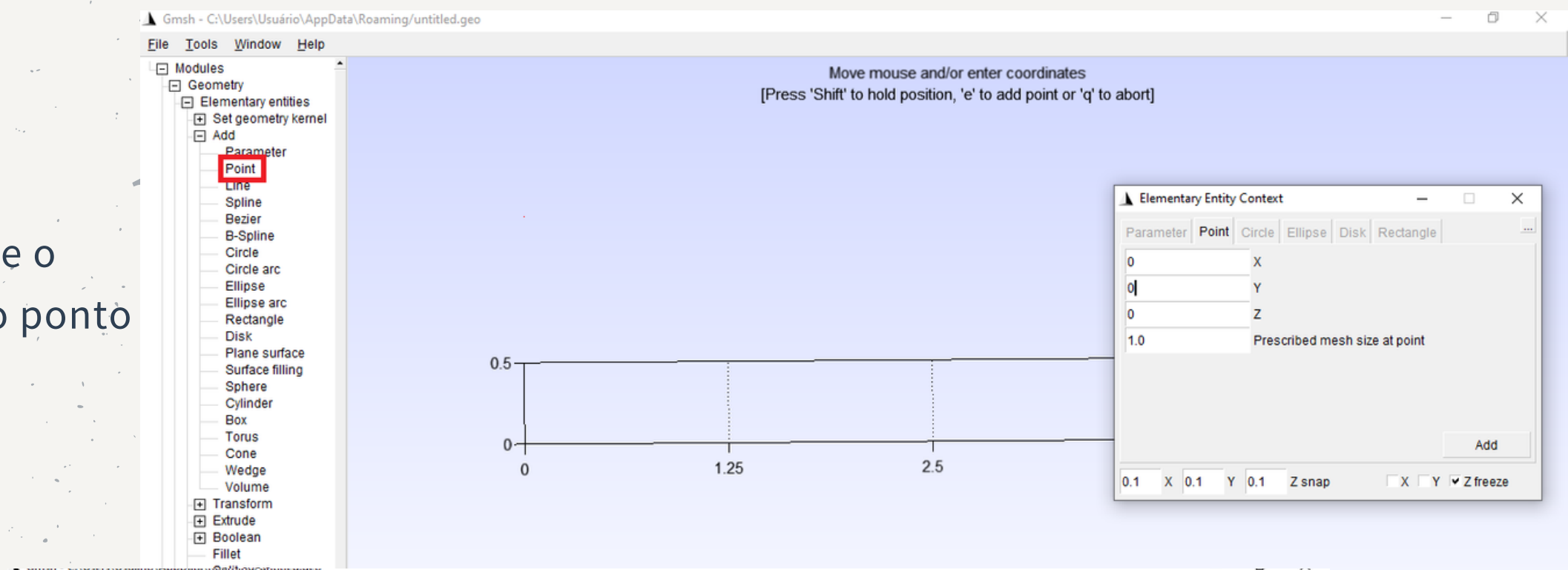


# 2. ELABORAÇÃO DE GEOMETRIAS

## 2ª Comandos module geometry Exemplo script bidimensional com elementos triangulares

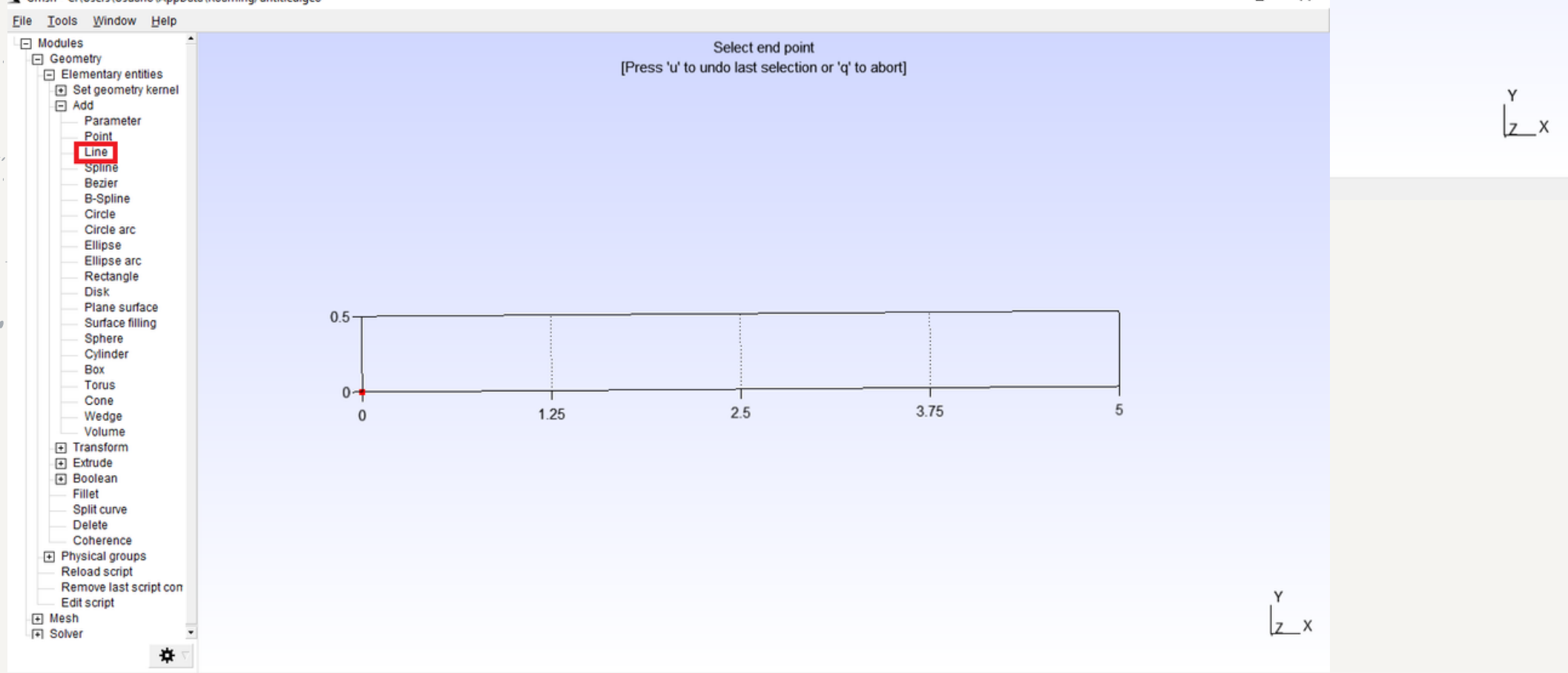
### Geometry -- Add -- Point

Escreve as **coordenadas dos pontos** e o tamanho de elemento "*gridsize*" ligado ao ponto na última linha.  
Para sair do comando digite "q".



### Geometry -- Add -- Line

Seleciona dois pontos por vez;  
Quando se utiliza o comando *Progression*, a ordem de seleção dos pontos para formar as linhas deve ser tal qual se inicia com o menor tamanho de elemento.  
Para sair do comando digite "q".



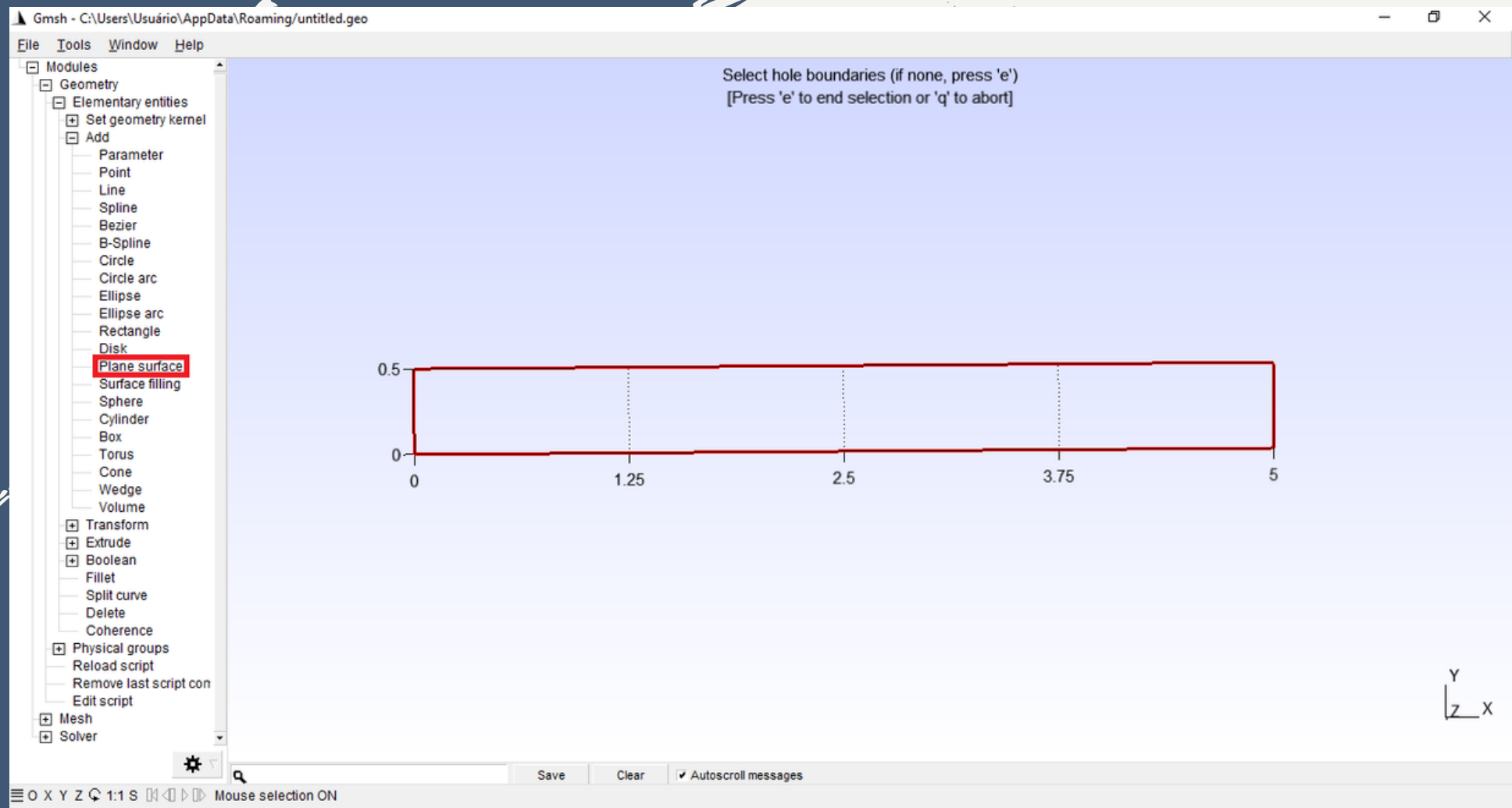
# 2. ELABORAÇÃO DE GEOMETRIAS

## 2ª Comandos module geometry

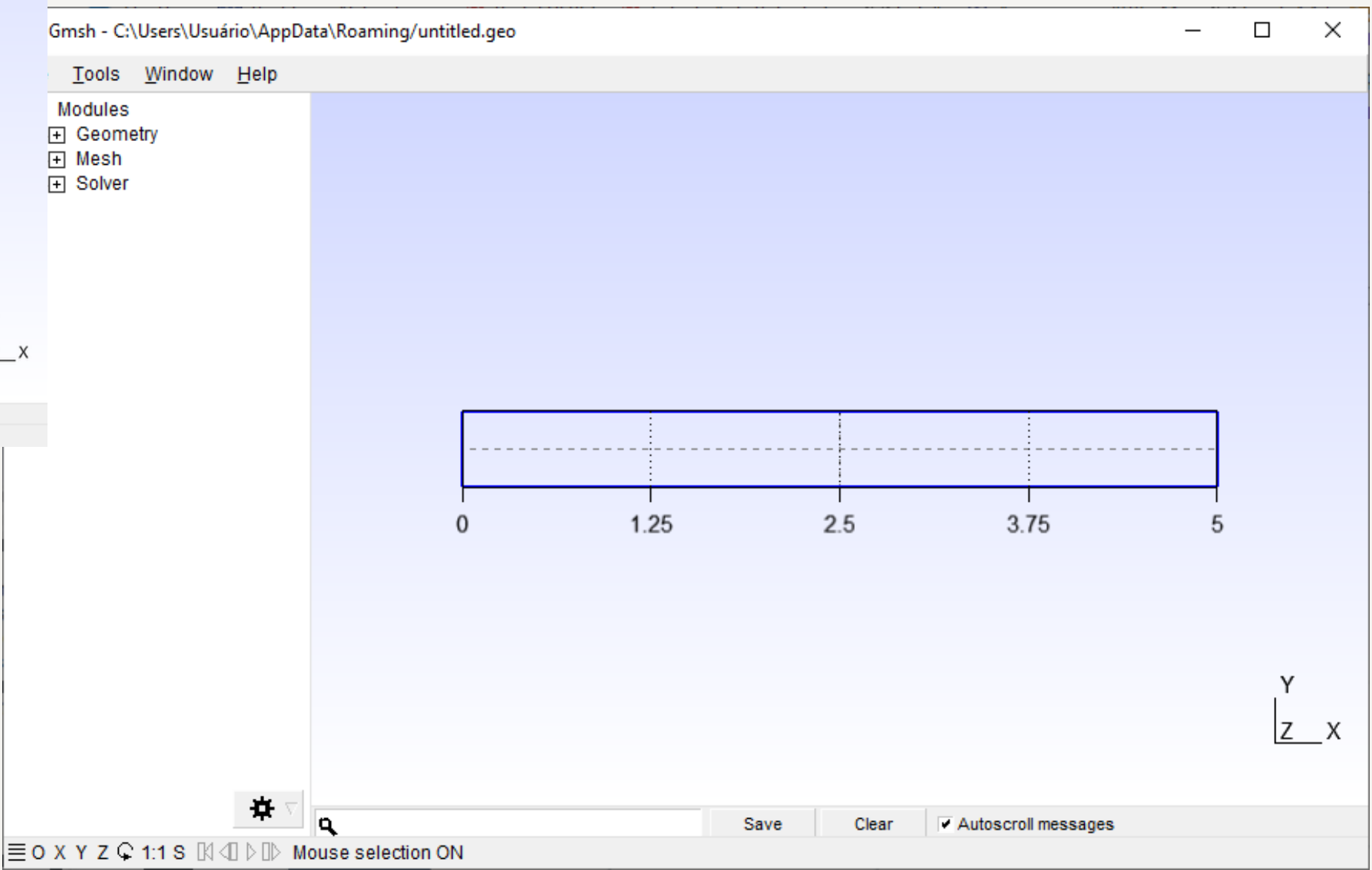
Exemplo script bidimensional com elementos triangulares

### Geometry -- Add -- Plane Surface

Selecione todas as linhas e digite "e";  
Para sair do comando digite "q".



A cruz tracejada representa a superfície formada



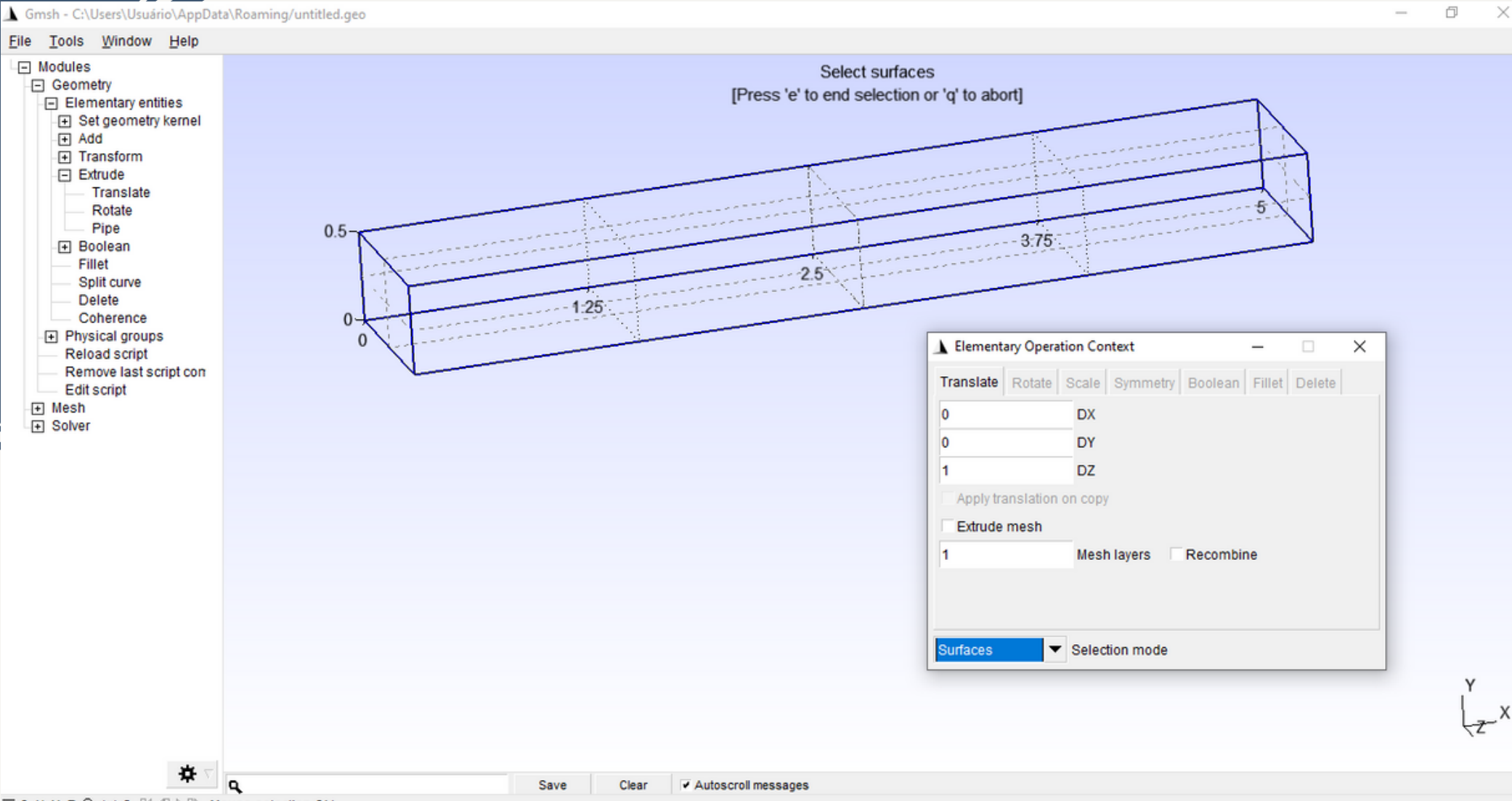




# 2. ELABORAÇÃO DE GEOMETRIAS

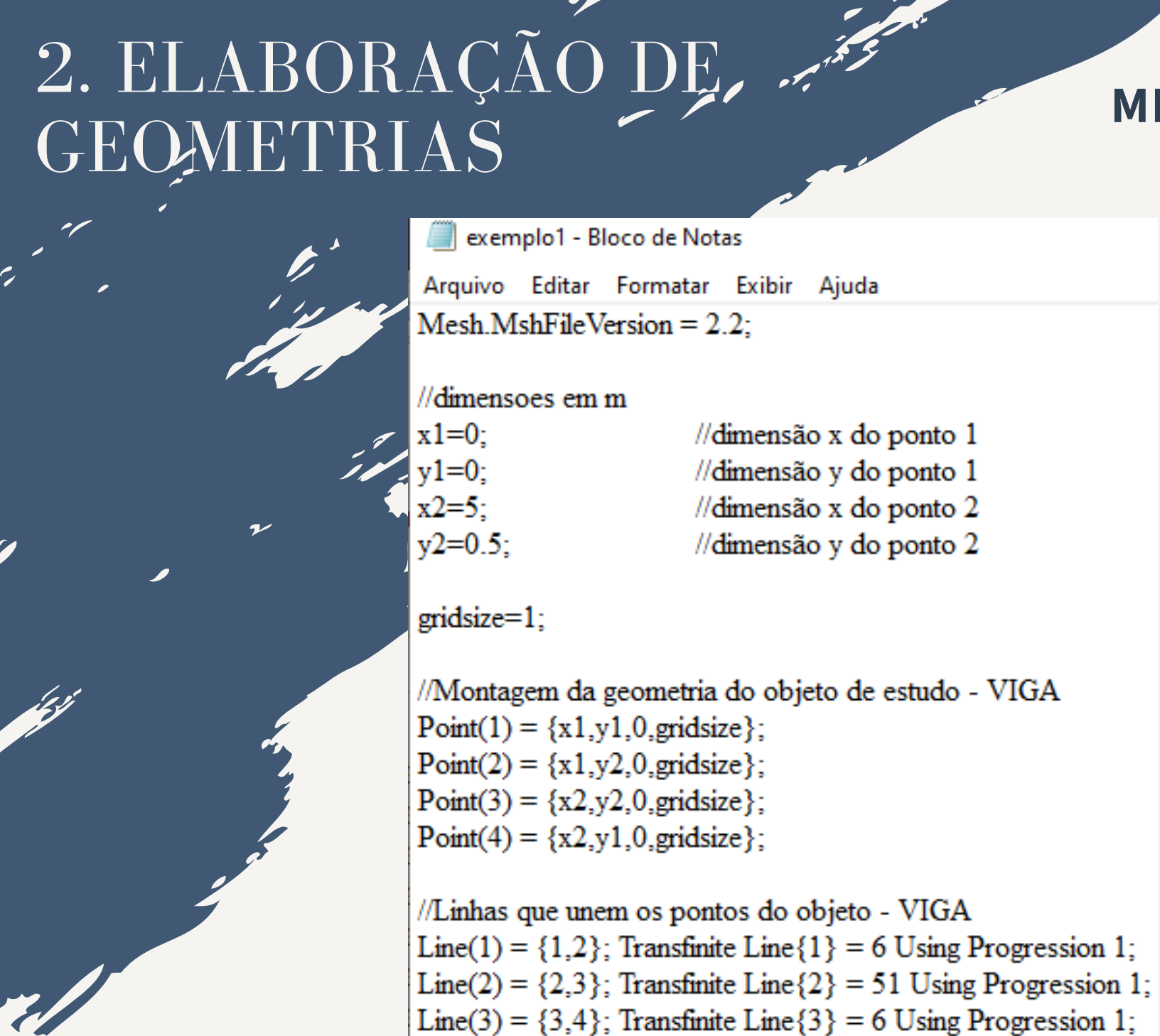
## MÉTODOS PARA TRANSFORMAR EM EXEMPLO TRIDIMENSIONAL

### 1. Comando Extrudar



### Geometry -- Extrude -- Translate

- Determina o valor de extrusão para cada dimensão;
- Escolhe quantos *layers* deseja para elaboração da malha (valor 1 indica a mesma malha para toda a geometria e que ao longo da direção extrudada haverá apenas um elemento);
- Indica a entidade que se deseja extrudar (linha, superfície ou volume).



# 2. ELABORAÇÃO DE GEOMETRIAS

## MÉTODOS PARA TRANSFORMAR EM EXEMPLO TRIDIMENSIONAL

### 1. Comando Extrudar

```
exemplo1 - Bloco de Notas
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda
Mesh.MshFileVersion = 2.2;

//dimensoes em m
x1=0;           //dimensão x do ponto 1
y1=0;           //dimensão y do ponto 1
x2=5;           //dimensão x do ponto 2
y2=0.5;         //dimensão y do ponto 2

gridsize=1;

//Montagem da geometria do objeto de estudo - VIGA
Point(1) = {x1,y1,0,gridsize};
Point(2) = {x1,y2,0,gridsize};
Point(3) = {x2,y2,0,gridsize};
Point(4) = {x2,y1,0,gridsize};

//Linhas que unem os pontos do objeto - VIGA
Line(1) = {1,2}; Transfinite Line{1} = 6 Using Progression 1;
Line(2) = {2,3}; Transfinite Line{2} = 51 Using Progression 1;
Line(3) = {3,4}; Transfinite Line{3} = 6 Using Progression 1;
Line(4) = {4,1}; Transfinite Line{4} = 51 Using Progression 1;

//Superficie da viga
Curve Loop(1) = {1, 2, 3, 4};
Plane Surface(1) = {1};

Extrude {0, 0, 1} {
  Surface{1}; Layers{1};
}
```

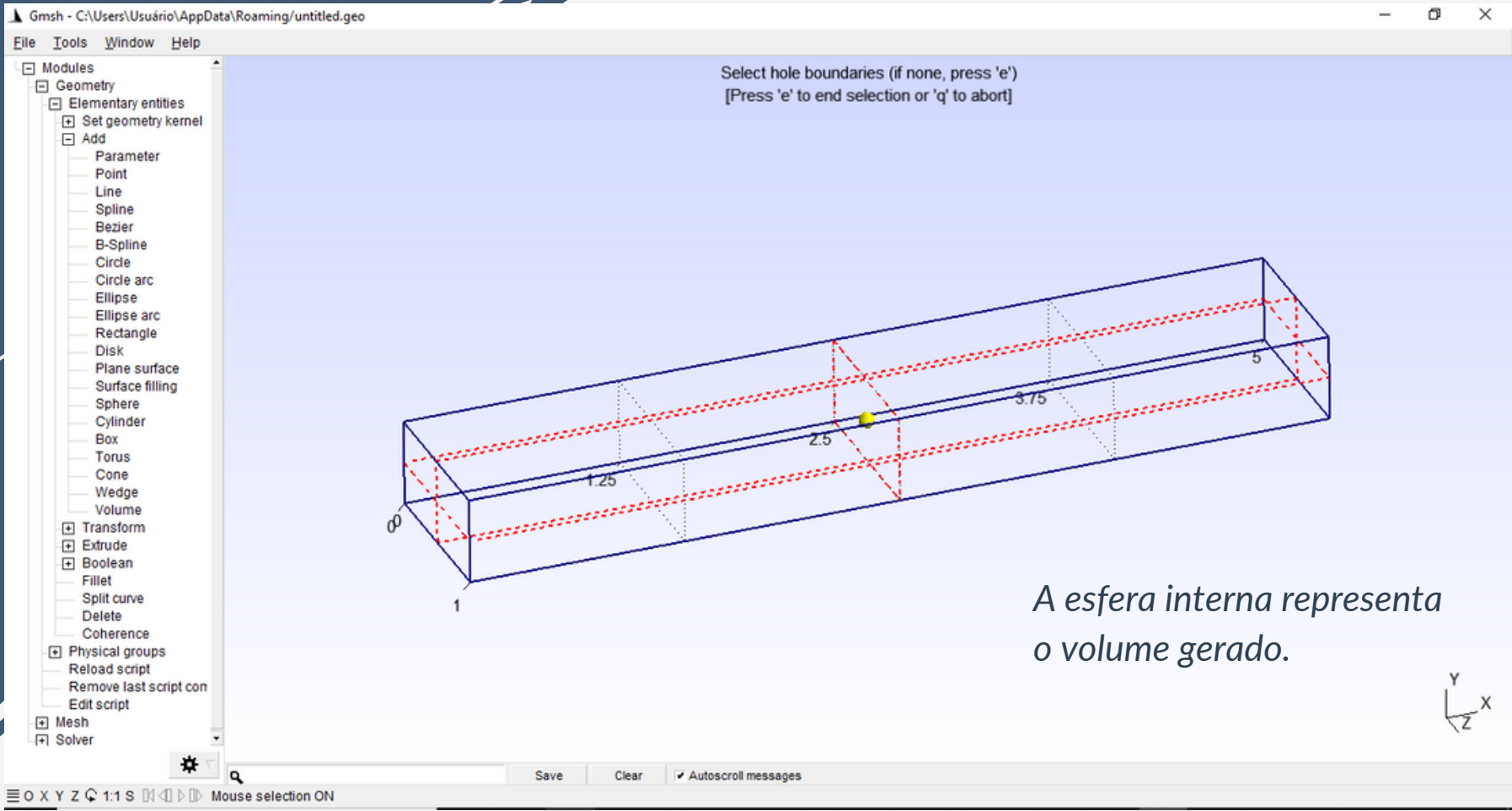
—————→ *Comando aplicado diretamente no script .geo*



# 2. ELABORAÇÃO DE GEOMETRIAS

## MÉTODOS PARA TRANSFORMAR EM EXEMPLO TRIDIMENSIONAL

### 2. Comandos de geometria



Através da escrita semelhante a anterior, cuidando as coordenadas dos novos pontos.

Sequência de comandos para as duas maneiras de construção:

- 1. **Determinar os pontos**
- 2. **Fazer as linhas ligando os pontos**
- 3. **Determinar as superfícies**
- 4. **Determinar o volume:**

#### Geometry -- Add-- Volume

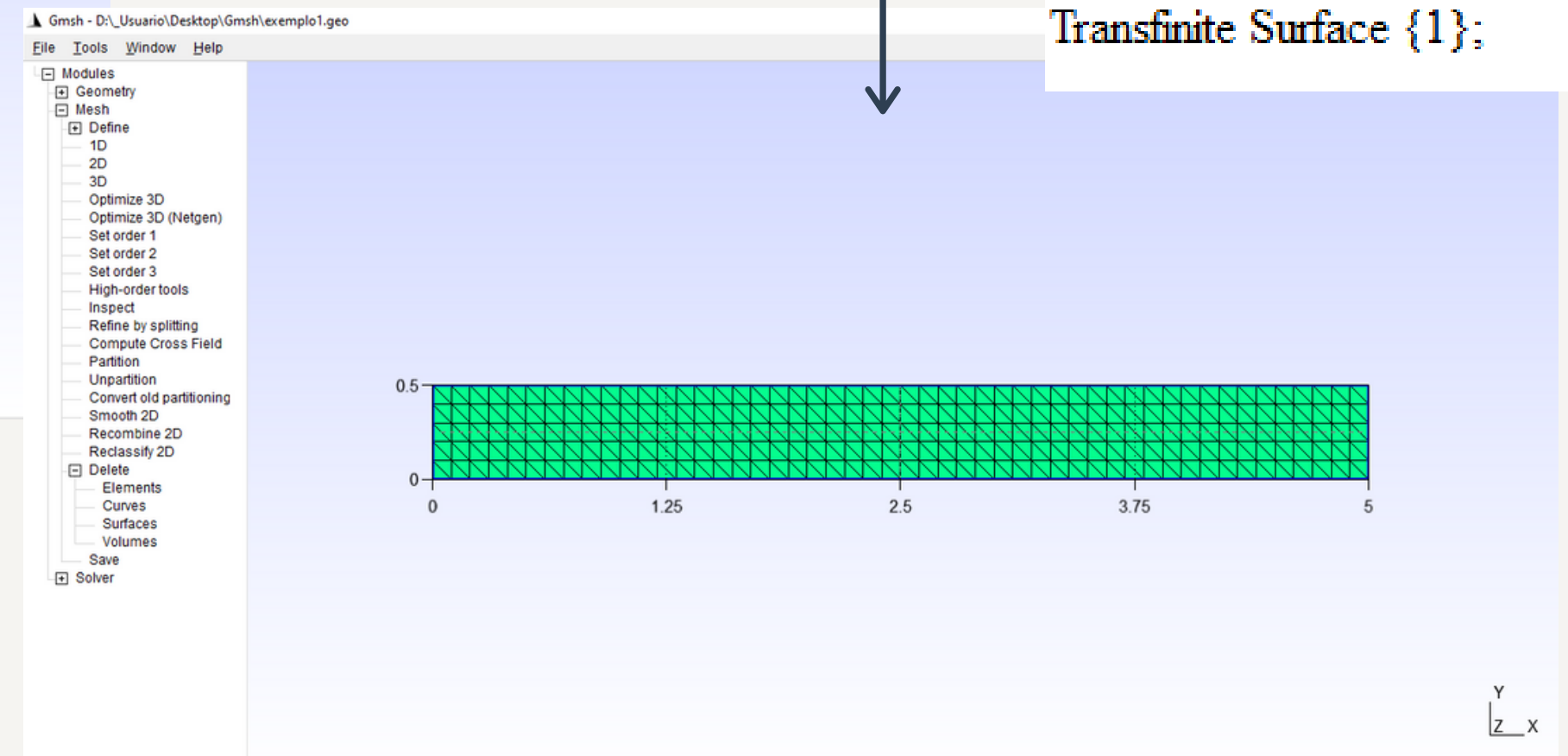
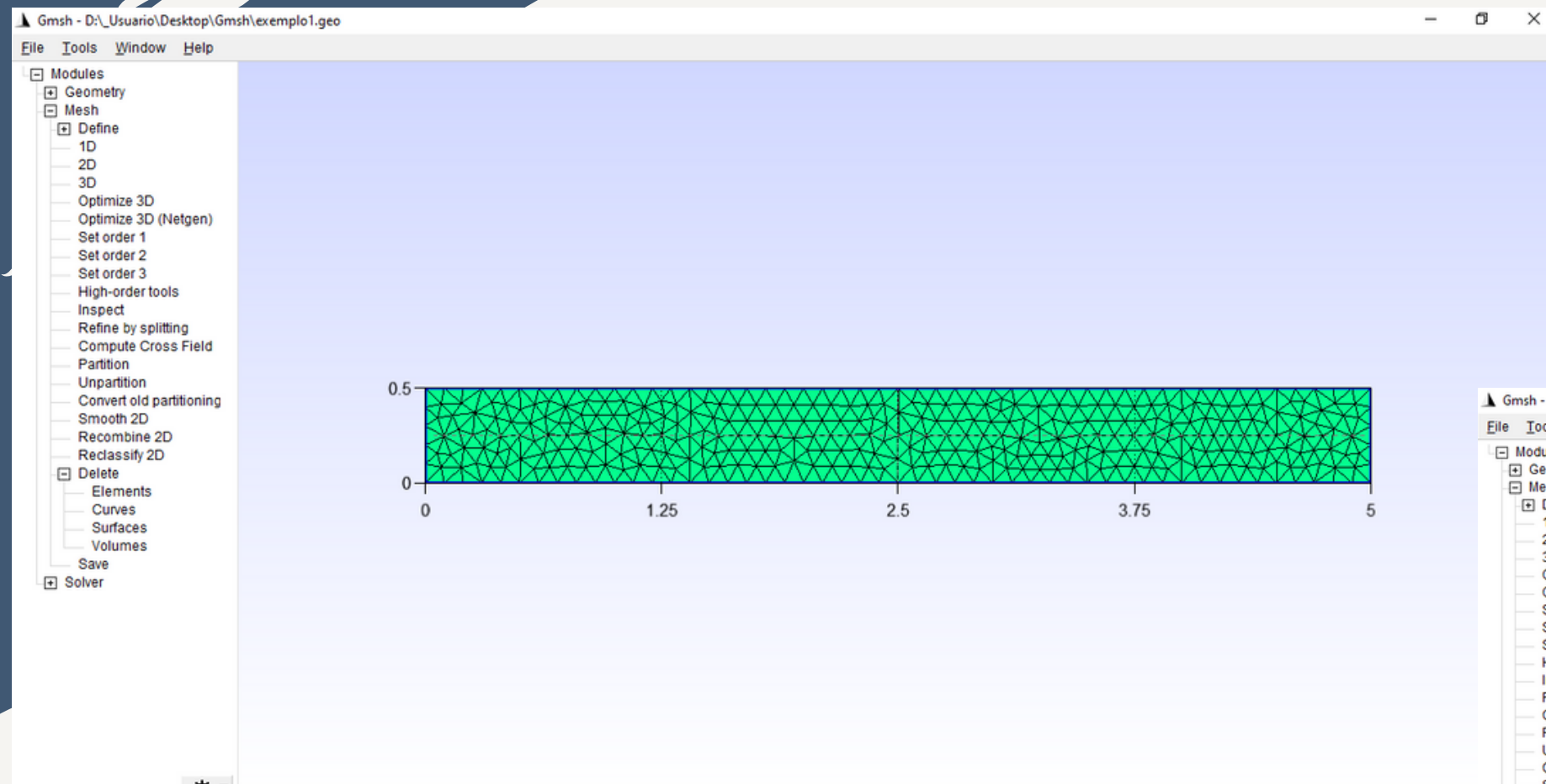
Selecione todas as superfícies determinadas e digite "e";  
Para sair do comando pressione "q".

# 3. GERAÇÃO DE MALHAS DE ELEMENTOS FINITOS

A geração de malhas de elementos finitos ocorre automaticamente através dos **comandos na interface do Gmsh**.

***Module -- Mesh -- 2D ou 3D***

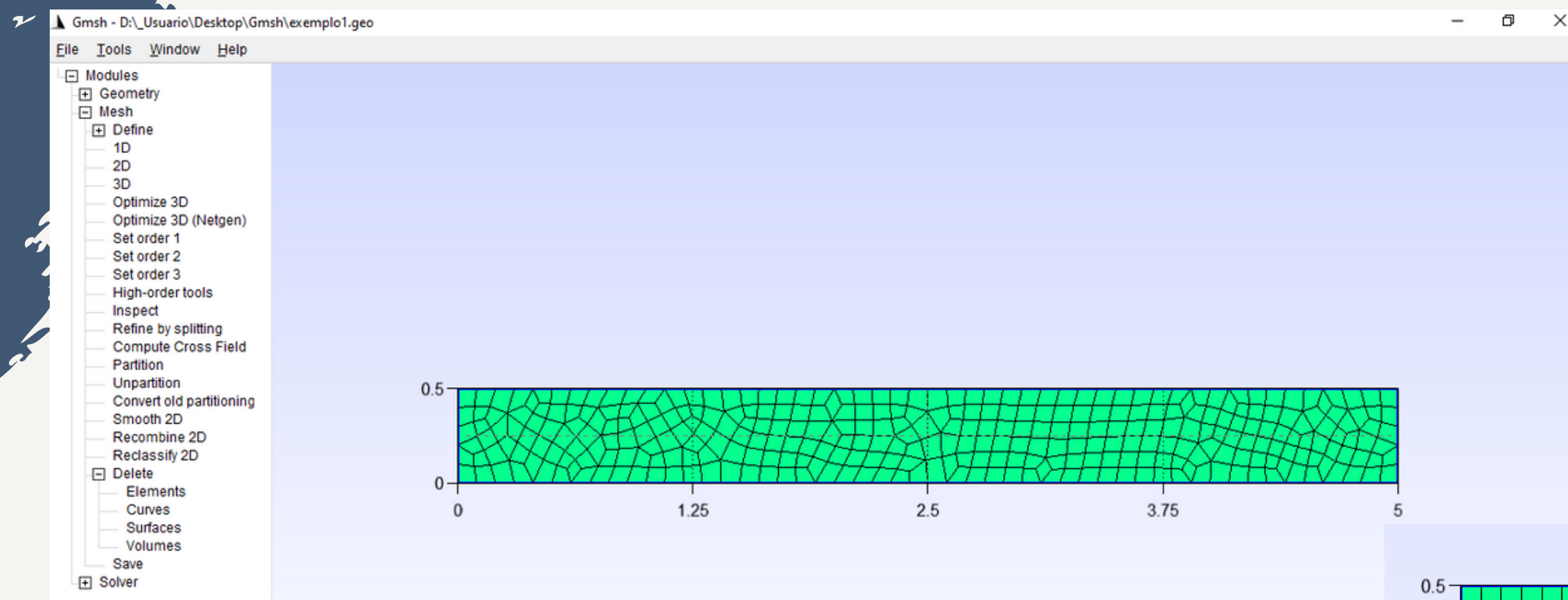
Para gerar **malhas estruturadas** basta inserir o comando "*Transfinite Surface*".



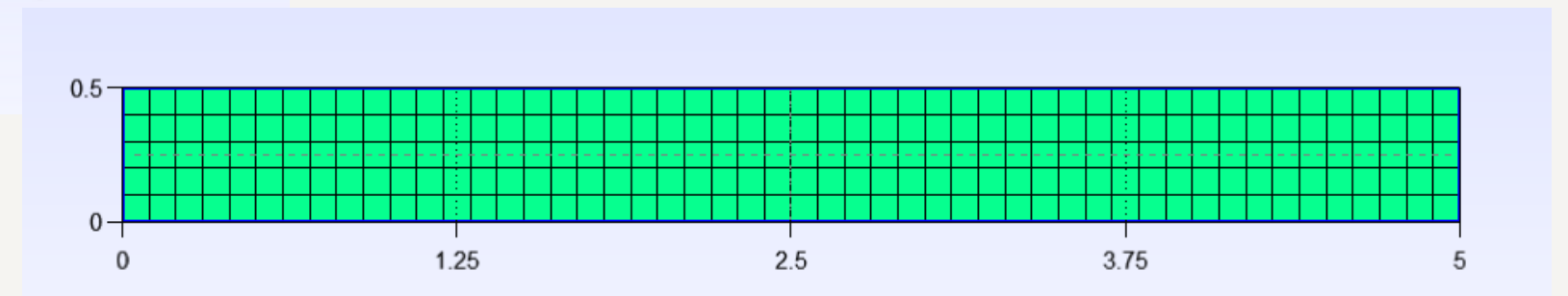


### 3. GERAÇÃO DE MALHAS DE ELEMENTOS FINITOS

Naturalmente o gmsh gera **elementos triangulares** com três nós, mas **elementos quadrangulares** podem ser obtidos através do comando "*Recombine Surface*"



```
//Superfície da viga  
Curve Loop(1) = {1, 2, 3, 4};  
Plane Surface(1) = {1};  
Recombine Surface {1};
```



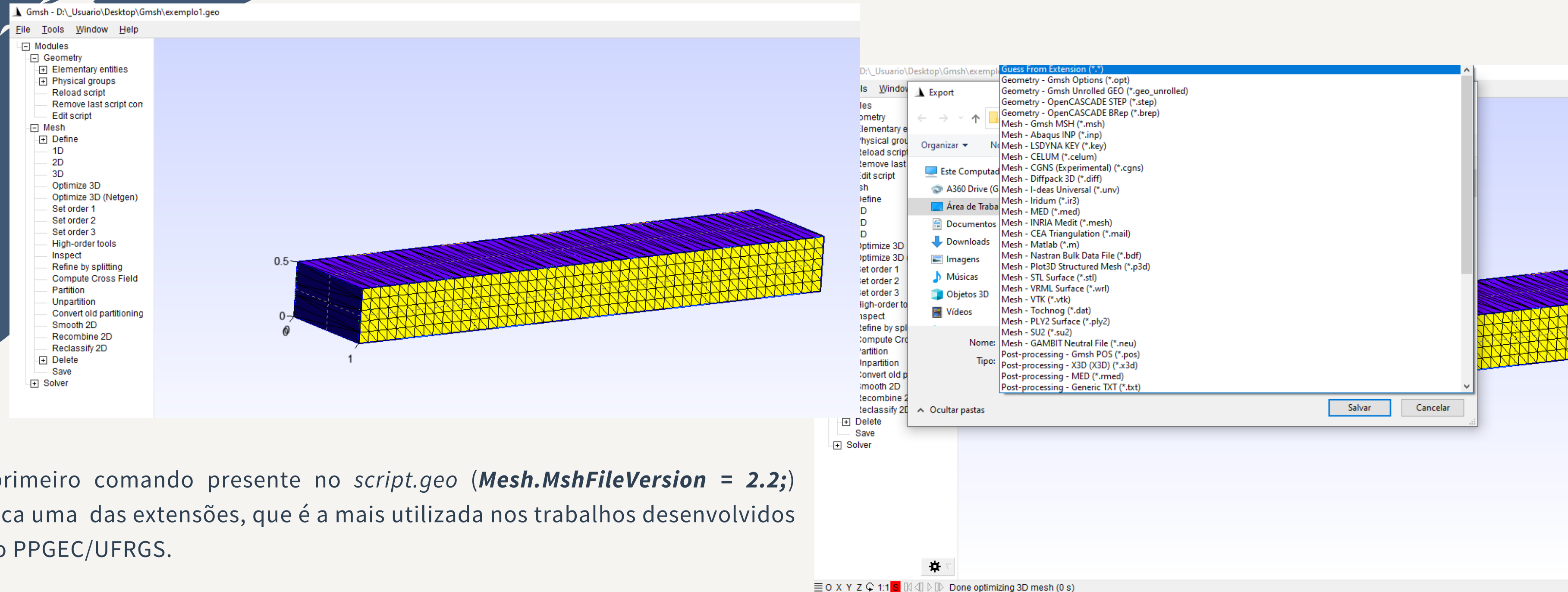


# 3. GERAÇÃO DE MALHAS DE ELEMENTOS FINITOS

A exportação da malha gerada pode ser obtida através dos comandos:

***Mesh -- save***

***File -- Export -- Escolhe a extensão -- salvar***



O primeiro comando presente no *script.geo* (***Mesh.MshFileVersion = 2.2;***) indica uma das extensões, que é a mais utilizada nos trabalhos desenvolvidos pelo PPGEC/UFRGS.

### 3. GERAÇÃO DE MALHAS DE ELEMENTOS FINITOS

Através do comando **Mesh.MshFileVersion = 2.2;** é gerado um arquivo **.msh**, com as características da malha de elementos finitos, cujas informações referem-se a:

```
exemplo1 - Bloco de Notas
Arquivo  Editar  Formatar  Exibir  Ajuda
$MeshFormat
2.2 0 8
$EndMeshFormat
$Nodes
612
1 0 0 0
2 0 0.5 0
3 5 0.5 0
4 5 0 0
5 0 0 1
6 0 0.5 1
7 5 0.5 1
```

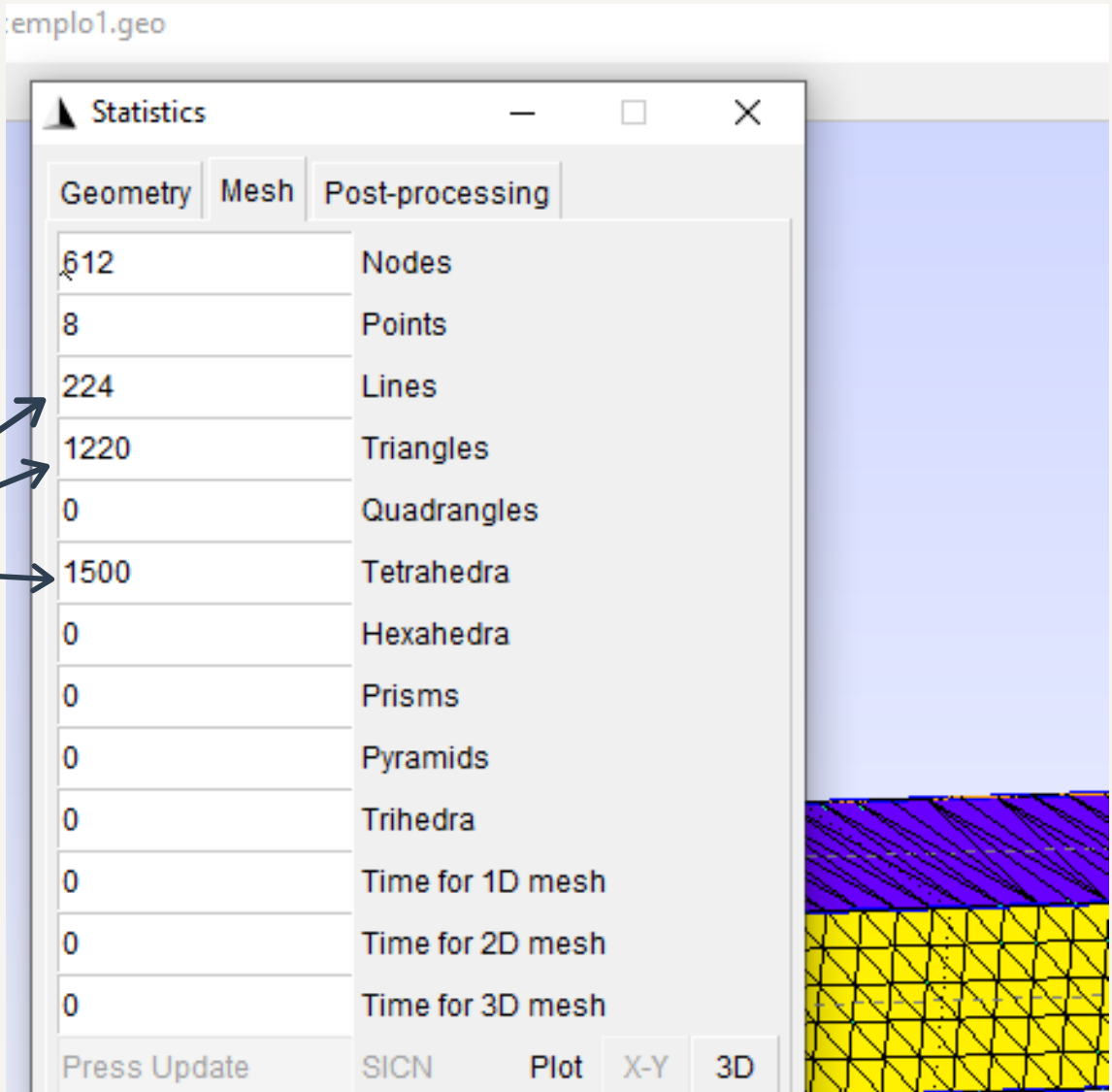
Formato escolhido

Número total de nós

Nome do nó; coordenadas x; y; z.

```
611 4.7999999999999756 0.3999999999999895 1
612 4.8999999999999877 0.3999999999999947 1
$EndNodes
$Elements
2952
1 15 2 0 1 1
2 15 2 0 2 2
3 15 2 0 3 3
4 15 2 0 4 4
5 15 2 0 5 5
6 15 2 0 6 6
7 15 2 0 10 7
8 15 2 0 14 8
```

Número total de elementos



# 3. GERAÇÃO DE MALHAS DE ELEMENTOS FINITOS

```
611 4.799999999999756 0.3999999999999895 1
612 4.8999999999999877 0.3999999999999947 1
$EndNodes
$Elements
2952
1 15 2 0 1 1
2 15 2 0 2 2
3 15 2 0 3 3
4 15 2 0 4 4
5 15 2 0 5 5
6 15 2 0 6 6
7 15 2 0 10 7
8 15 2 0 14 8
232 1 2 0 20 4 8
233 2 2 0 1 1 9 114
234 2 2 0 1 114 9 221
235 2 2 0 1 114 221 113
236 2 2 0 1 113 221 222
237 2 2 0 1 113 222 112
238 2 2 0 1 112 222 223
239 2 2 0 1 112 223 111
```

**Nome do elemento; entidade** (15=points; 1=linhas; 2=elemento triangular; 4=elemento tetraedro); **número máximo de entidades ao longo das linhas para formar os elementos** (dois pontos); **número mínimo de entidades ao longo das linhas** (0 pontos); **"nome da entidade"** (ponto 1; linha 1; superfície 1; volume 1...); **conectividades** (nós-1; linhas-2; superfícies-3; volumes-4).

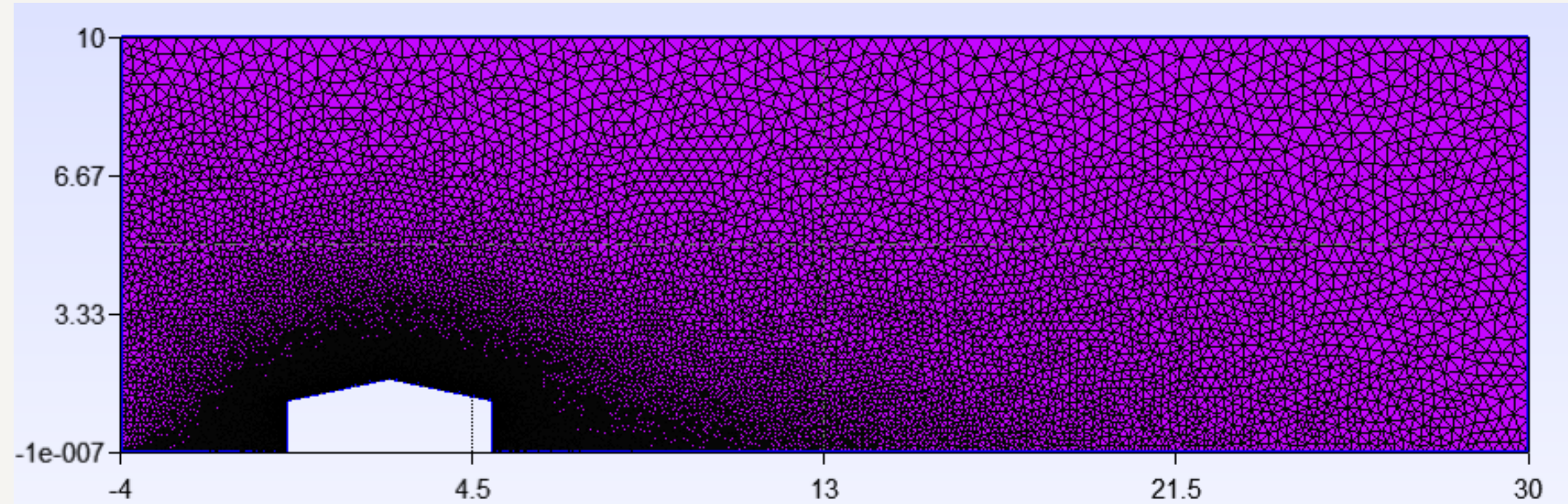
```
1451 2 2 0 26 612 167 168
1452 2 2 0 26 168 167 7
1453 4 2 0 1 9 1 114 220
1454 4 2 0 1 5 115 220 1
1455 4 2 0 1 1 9 115 220
1456 4 2 0 1 9 114 221 220
```

```
2948 4 2 0 1 612 167 168 61
2949 4 2 0 1 612 61 168 62
2950 4 2 0 1 61 62 3 7
2951 4 2 0 1 168 167 7 61
2952 4 2 0 1 168 61 7 62
$EndElements
```

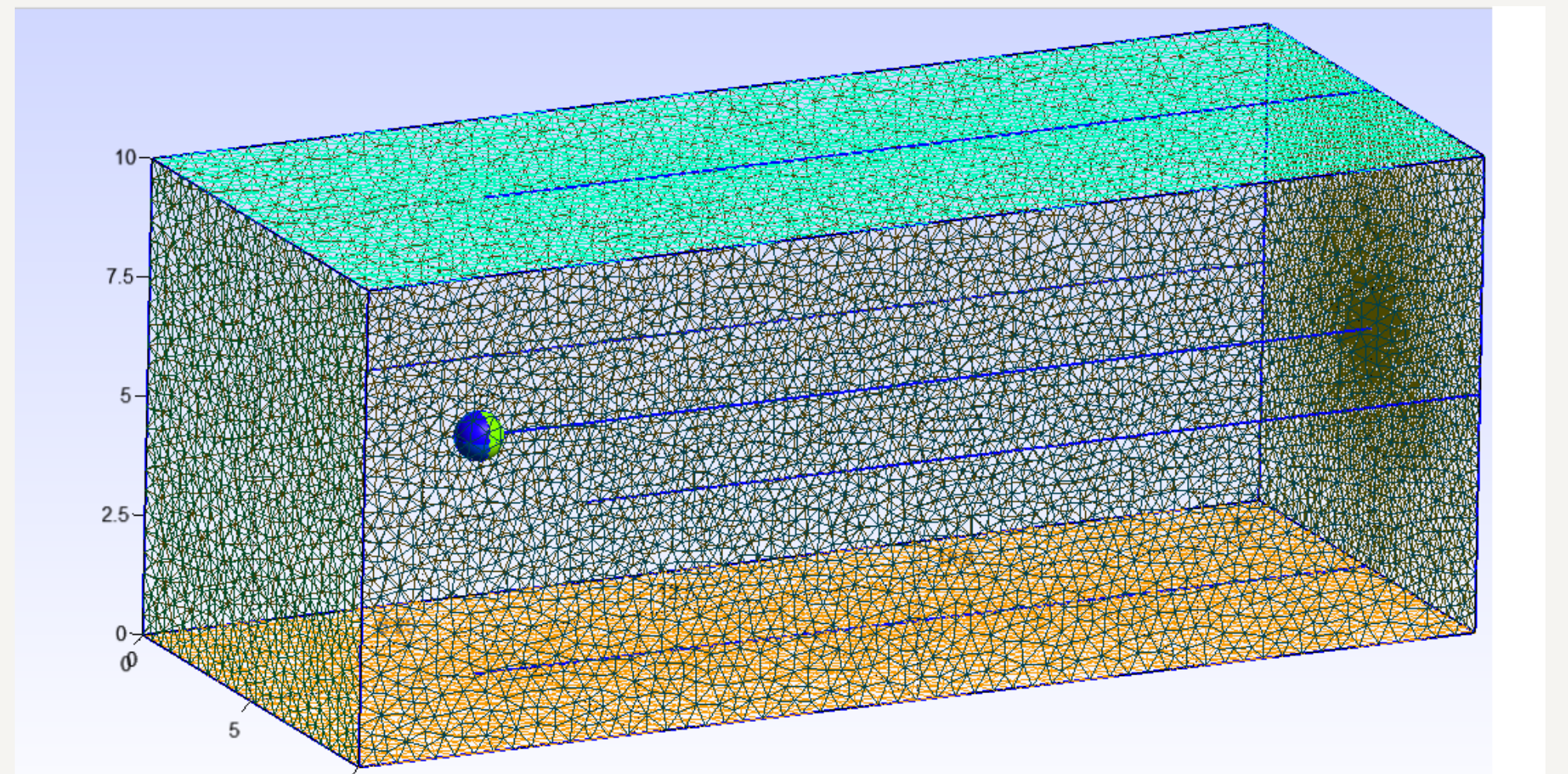


# EXEMPLOS DE MALHAS PARA SIMULAÇÃO DE FLUIDOS:

Galpão bidimensional



Esfera tridimensional





## REFERÊNCIAS:

GEUZAINÉ, C.; REMACLE, J.-F. Gmsh: a three-dimensional finite element mesh generator with built-in pre- and post-processing facilities. **International Journal for Numerical Methods in Engineering** 79(11), pp. 1309-1331, 2009.

GEUZAINÉ, C.; REMACLE, J.-F. **Gmsh Reference Manual**. Copyright, 2020, 364 p. Disponível em: <https://gmsh.info/doc/texinfo/gmsh.html>. Acesso em: 04 de Nov. de 2020.

## LINKS:

**Download:** <http://gmsh.info/#Download>

**Manual de referência:** <http://gmsh.info/doc/texinfo/gmsh.html>

# OBRIGADO PELA ATENÇÃO!