

# SMM0176 – Engenharia de Fabricação Metalúrgica

Prof. Marcelo Falcão de Oliveira

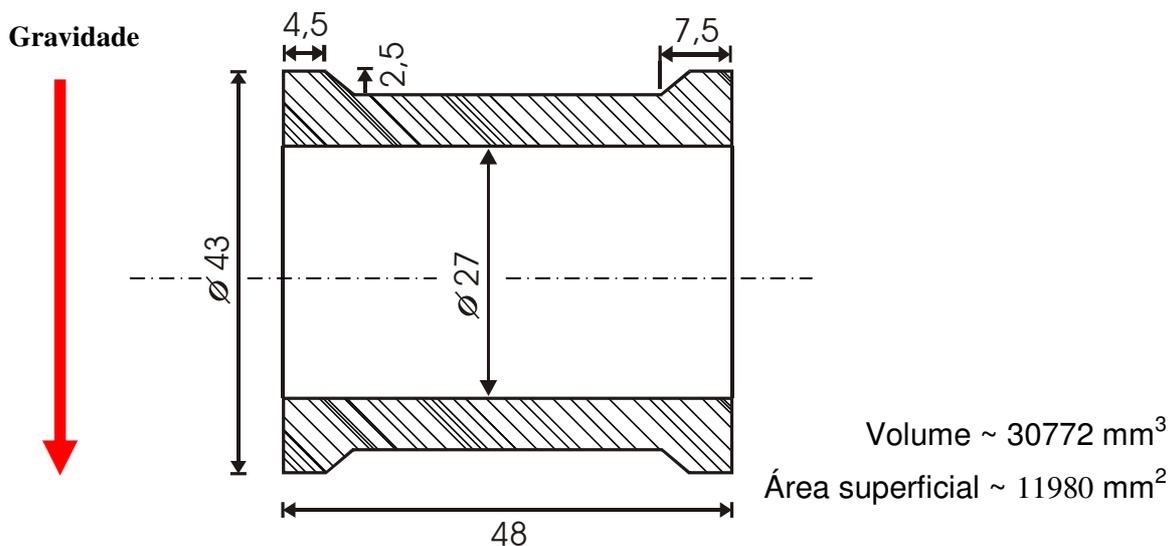
## Aula Prática – Simulação da Fundição

**Objetivo:** Projetar um molde para fundição utilizando simulação numérica.

**Procedimento:**

- 1) Calcular o módulo de resfriamento da peça do desenho abaixo.
- 2) Definir a geometria do massalote a ser utilizado e sua posição na peça.
- 3) Calcular as dimensões do massalote garantindo que seu módulo de resfriamento seja no mínimo igual ao da peça a ser protegida
- 4) Simular a solidificação conforme guia de uso do software em anexo.
- 5) Ajustar o seu projeto conforme o necessário.
- 6) Simular também o preenchimento, decidindo o melhor local de entrada do metal líquido.
- 7) Ajustar o seu projeto conforme o necessário.

**IMPORTANTE:** o modelo é bipartido e a moldagem será em caixa, com areia verde, e tanto o massalote quanto o sistema de alimentação deverão ser escavados manualmente no molde de areia.



## Guia básico de uso do SOLIDCast

SMM0176 - Prof. Marcelo Falcão de Oliveira - Aula: Projeto de molde

### Iniciar um novo projeto:

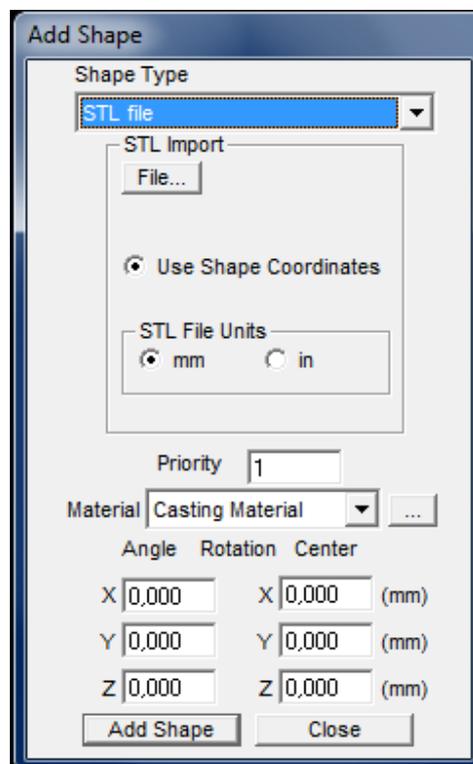
- *File > New Project*
- *File > Save Project as* (escolher um nome e salvar)
- *File > New Model*

### Acertar detalhes do simulador antes de iniciar o trabalho:

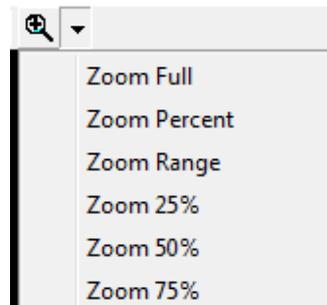
- *Tools > System Parameters*
  - na aba *Model & Sim*
    - Ativar: - *Use Metric Measurements*
    - *Display Temperature Data Graphic During Simulation*
  - na aba *Alloy Curves*
    - Ajustar *Default Critical Fraction Solid %* em 30
    - Ajustar *Default Niyama Point %* em 35
    - Ajustar *Default Shrinkage %* em -6 (menos seis)
- *Tools > Simulation Image Control*
  - Selecionar *Show only nodes above Solidification Temperature*

### Importar o modelo no formato STL:

- Clicar em 
- Ajustar os parâmetros da janela *Add Shape* como abaixo:



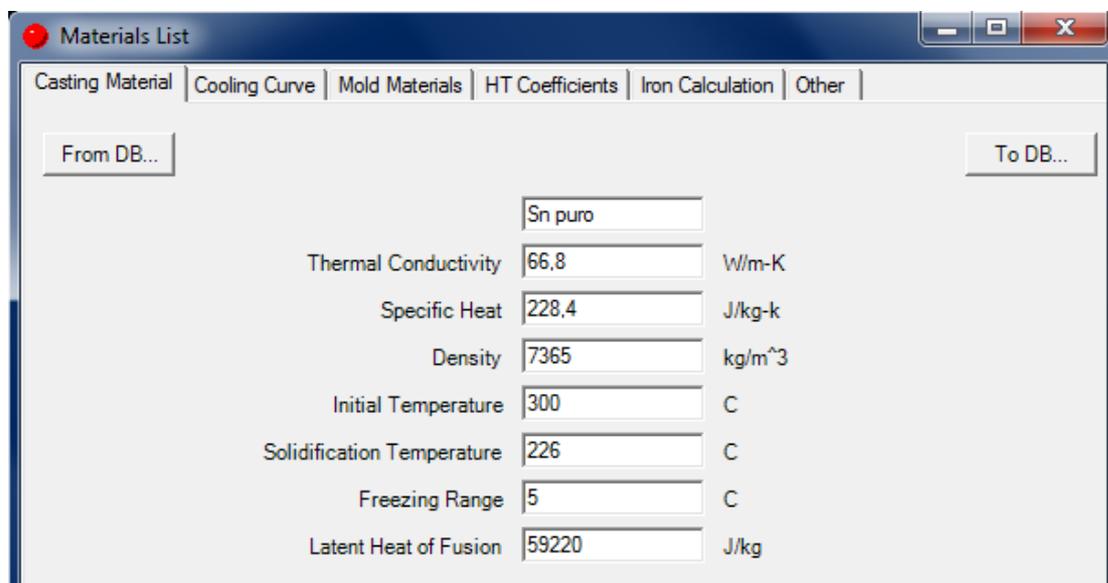
- Clicar em *File...* e procurar pelo arquivo *Luva\_bin.stl*
- Clicar em *Add Shape*
- Clicar em *Close*
- Clicar na seta de 
- Selecionar *Zoom Full* e depois *75%*



- Clicar em  para poder girar o modelo em qualquer direção
- Gire o modelo apertando o botão do mouse e movimentando o ponteiro na tela
- Se precisar centralizar o modelo na tela clique em 

### **Inserir os parâmetros físicos do metal (que não está na base de dados):**

- *Model > Materials List*
- Selecionar a aba *Casting Material* e ajustar os parâmetros conforme abaixo:

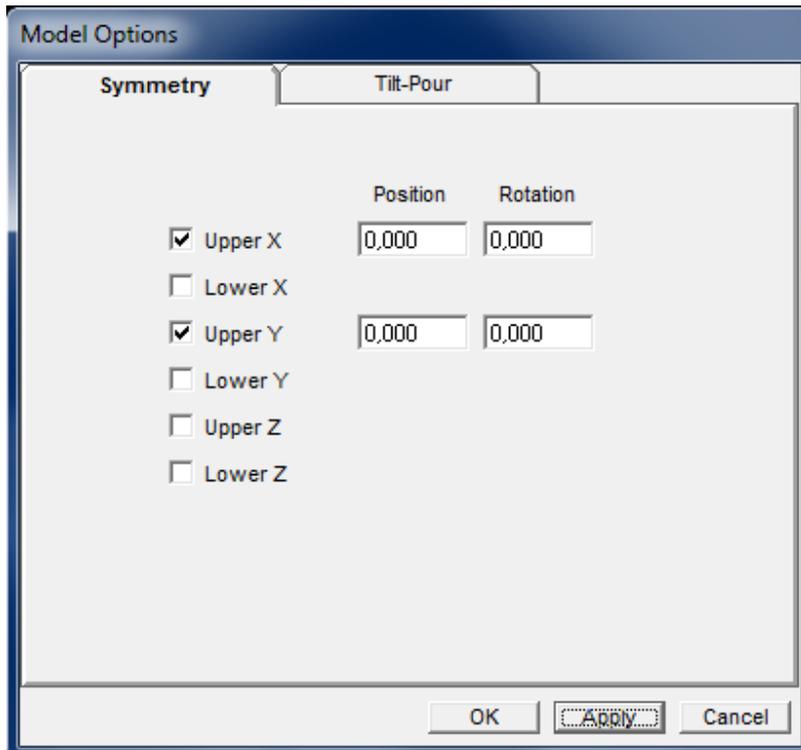


- Clicar em *To DB...*
- Clicar em *Sim (Yes)* na mensagem que aparecer
- Selecionar a aba *Cooling Curve*
- Clicar em *Reset*
- Clicar em *OK* na mensagem que aparecer

- Selecionar a aba *Other* e ajustar *Ambient Temperature* para 25°C
- Fechar a janela *Materials List* clicando em *Close*

### **Selecionar Planos de Simetria para economizar recursos e tempo da máquina:**

- *Model > Options...*
- Ajustar os parâmetros conforme abaixo:



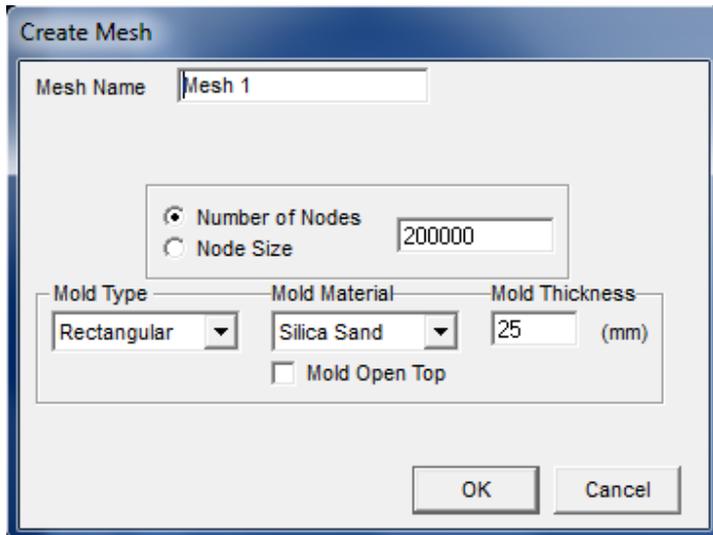
- Clicar em *Apply*
- Clicar em *OK*

### **Criar a malha para a primeira simulação:**

- *Model > Create Mesh...*
- Ajustar os parâmetros da malha conforme o quadro abaixo.

Obs. 1.: o número de “nós” determina a rapidez e a precisão da simulação. Quanto mais “nós” mais precisa e mais demorada, quanto menos “nós” menos precisa e mais rápida.

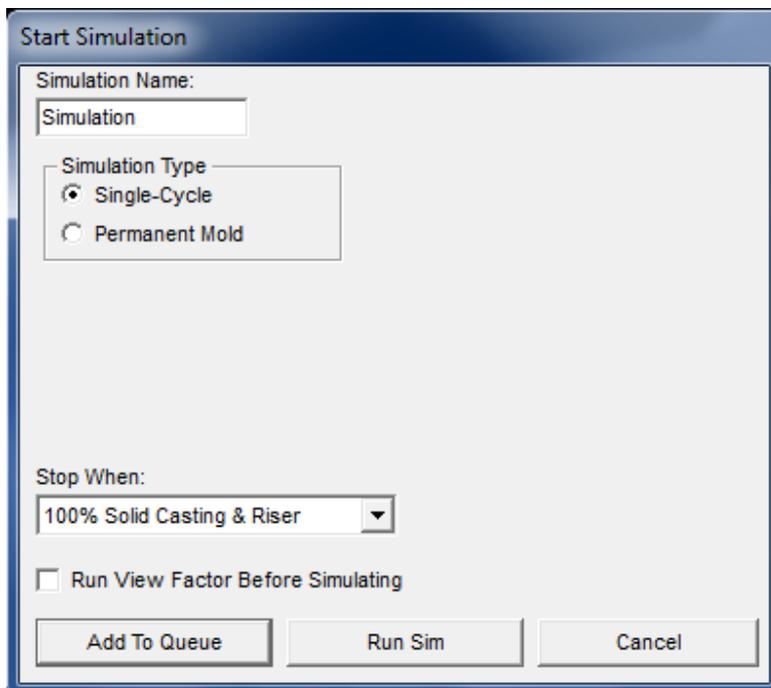
Obs.: 2: a espessura da parede do molde, indicada abaixo, é aproximadamente a espessura média do molde que será usado na fundição da peça, embora a caixa real não seja retangular.



- Clicar em *OK*

### **Rodar a simulação:**

- Selecionar a malha criada (*mesh*) no menu lateral esquerdo
- *Mesh > Start Simulation...*
- Selecionar as opções conforme abaixo:



- Clicar em *Run Sim*

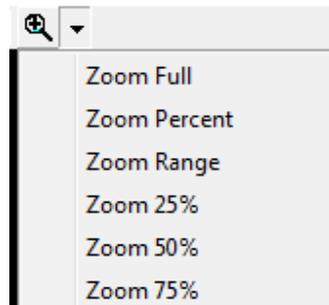
### Observar os vazios e regiões porosas que foram simuladas:

- Selecionar a simulação feita (*Simulation*) no menu da esquerda.
- Desabilitar a visão dos planos de simetria:
  - *Show > Planes of Symmetry*
- Espelhar os resultados da simulação nas outras partes simétricas da peça:
  - *Simulation > Mirror Results...*
  - Clicar em *OK* na mensagem que aparecer
  
- *Simulation > Plot Iso Surface...*
  - Selecionar *Material Density*
  - Ajustar o valor em 0,995
  - Clicar em *OK*

A região delimitada apresenta uma fração de vazios superior a 0,5%

### Criar um novo modelo com um massalote

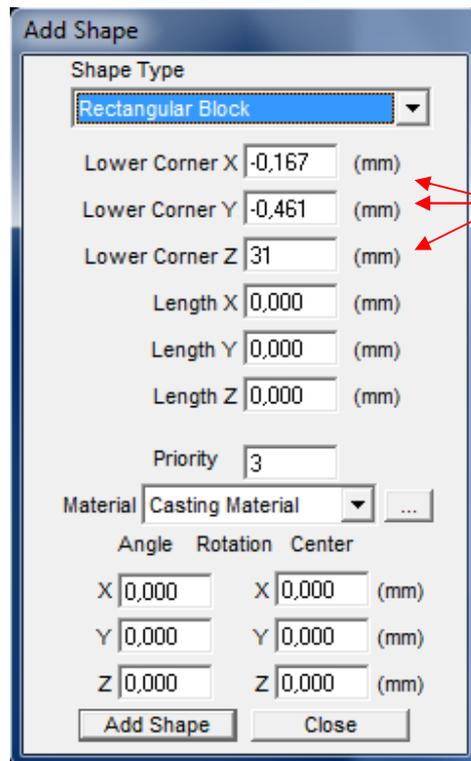
- Selecionar o modelo original no menu lateral esquerdo e depois clonar.
  - *File > Clone Model*
- Selecionar o modelo clonado no menu lateral esquerdo (2 cliques).
- Selecionar Zoom de 75%



- Centralizar o modelo clicando em 
- Posicionar a face desejada para colocação do massalote de frente para a tela
- Os seguintes botões podem ser usados para ajudar no posicionamento:
  -  modelo com o eixo y perpendicular à tela (apontando para fora)
  -  modelo com o eixo x perpendicular à tela (apontando para fora)
  -  modelo com o eixo z perpendicular à tela (apontando para fora)

**Importante:** a gravidade é, por padrão, definida no sentido contrário ao eixo z

- Adicionar o modelo do massalote clicando em 
- Na janela *Add Shape* escolha a geometria do massalote em *Shape Type*
- Depois de escolhida a geometria clicar sobre o modelo da peça na posição onde deve ficar o massalote. As coordenadas serão copiadas para o janela *Add Shape* como abaixo:



Coordenadas capturadas com o mouse.

- Faça os ajustes de posição que julgar necessário
- Definir as dimensões do massalote levando em conta que o ponto previamente definido corresponde:
  - para paralelepípedos, ao canto inferior nos 3 eixos
  - para cilindros, ao centro da base
- Definir a prioridade do modelo, *Priority*, em 2
- Definir o material, *Material*, como *Riser Material*
- Clicar em *Add Shape*
- Clicar em *Close*
  
- **Para apagar um modelo desenhado** ativar o ícone  clicando sobre ele.
  - Clicar sobre o modelo desejado, que ficará vermelho
  - Clicar na tecla "delete" do teclado
  - Clicar em *sim (yes)* na mensagem que aparecer
  
- **Para movimentar o modelo desenhado e/ou mudar suas dimensões** ativar o ícone 
  - Clicar sobre o modelo desejado que ficará vermelho
  - Clicar com o botão direito do mouse que abrirá o seguinte menu:

Undo Last Move	Ctrl+Z
Move Selected Shape(s)...	Ctrl+M
Rotate Selected Shape(s)...	Ctrl+R
CopySelectedShape(s)...	Ctrl+C
Edit Selected Shape(s)	Ctrl+E
Add Shape...	Ctrl+S
Delete Selected Shapes	Del
Group Shapes	Ctrl+G
Ungroup Shapes...	Ctrl+U
Select All Shapes	Ctrl+A

- Clicar sobre a opção desejada:
  - *Move Selected Shape(s)...* para transladar o modelo
  - *Rotate Selected Shape(s)...* para rotacionar o modelo
  - *Edit Selected Shape(s)...* para mudar as dimensões do modelo
- Fazer os ajustes desejados na janela que aparecer e clicar em *OK*.
- Para desmarcar o modelo selecionado (em vermelho) dar um duplo clique.

**Importante:** sempre que o ícone  estiver ativado não é possível girar o modelo com o ícone . Para desativar  basta clicar novamente sobre ele.

- Ativar a opção de ver os planos de simetria:
  - *Show > Planes of symmetry*
- Verifique se os planos de simetria correspondem também ao massalote adicionado.
- Caso necessário defina novos planos de simetria ou desative-os em:
  - *Model > Options...* na aba *Symmetry*
  - Clique em *Apply* e depois *OK*

### **Criar a malha para a simulação com o massalote:**

- Mesmo procedimento visto acima.
- ATENÇÃO: Se o seu massalote for aberto selecione a opção *Mold Open Top* na janela *Create Mesh*

### **Rodar a simulação:**

- Mesmo procedimento visto acima.

### **Observar os vazios e regiões porosas da simulação com massalote:**

- Mesmo procedimento visto acima.
- Caso o projeto de massalote não esteja bom clonar o modelo, fazer os ajustes e tentar uma nova simulação.

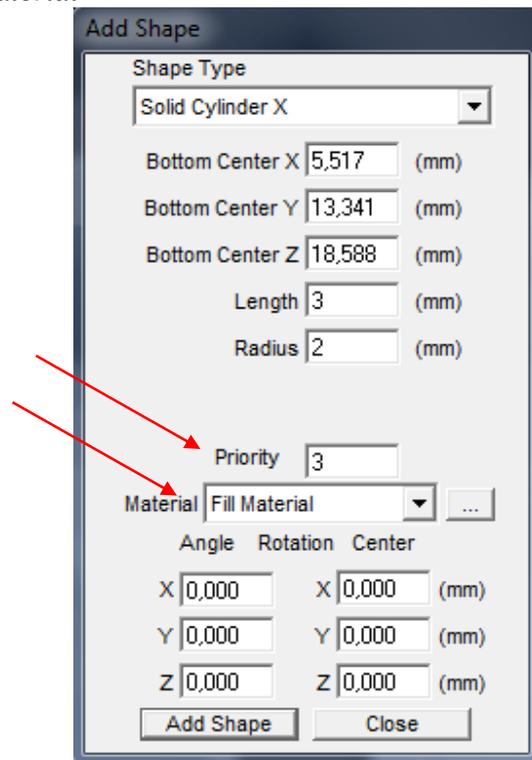
## Melhorando o projeto:

### Simulando o preenchimento da cavidade

## Clonar o modelo com o massalote e criar um ponto de entrada de metal líquido:

- Mesmo procedimento usado para criar o massalote, porém, na hora de inserir a geometria, na janela *Add Shape*, selecionar:

- *Priority* em 3
- *Material* como *Fill Material*



- Ajustar o tempo de preenchimento do molde:

- *Model > Materials List >* na aba *Other* em *Pour Time*

## Criar a malha para a simulação com preenchimento:

- Mesmo procedimento visto acima.

## Rodar a simulação:

- Mesmo procedimento visto acima, porém, na janela *Start Simulation* selecionar *Fill Algorithm* como *FLOWCast Quick*

## Observar os vazios e regiões porosas da simulação com preenchimento:

- Mesmo procedimento visto acima.

- Caso o projeto não esteja bom, clonar o modelo, fazer os ajustes e tentar uma nova simulação.