

SMM0224 – Introdução à fundição, soldagem e metalurgia do pó

Prof. Marcelo Falcão de Oliveira

Aula Prática – Simulação da Fundição

Objetivo: Projetar um molde simples para fundição utilizando simulação numérica

Procedimento:

- 1) Simular a solidificação da peça, conforme guia de uso do software abaixo.
- 2) Verificar a localização da última região (ou regiões) de solidificação.
- 3) Definir a posição de fundição da peça e a localização do massalote (ou massalotes).
- 4) Definir a geometria do massalote (ou massalotes).
- 5) Calcular as dimensões de cada massalote garantindo que o módulo de resfriamento seja no mínimo igual ao da região ou peça a ser protegida.
- 6) Simular a solidificação com o(s) massalote(s), conforme guia de uso do software abaixo.
- 7) Ajustar o seu projeto conforme o necessário, garantindo que a porosidade máxima na peça não ultrapasse aquela indicada pelo professor.
- 8) Finalmente, reajuste o seu projeto tentando minimizar o tamanho do massalote e, assim, aumentar o rendimento metalúrgico, sem, contudo, exceder a porosidade máxima permitida na peça.

Guia básico de uso do SOLIDCast

SMM0224 - Prof. Marcelo Falcão de Oliveira - Aula: Projeto de molde


Iniciar um novo projeto:

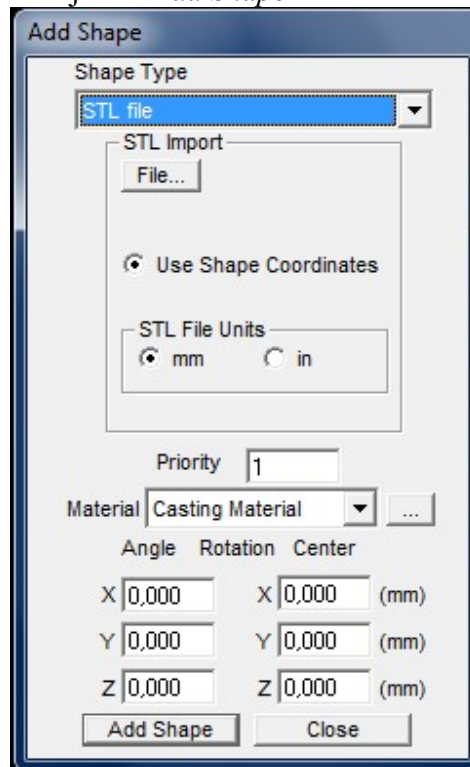
- File > New Project
- File > Save Project as (escolher um nome e salvar)
- File > New Model

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:



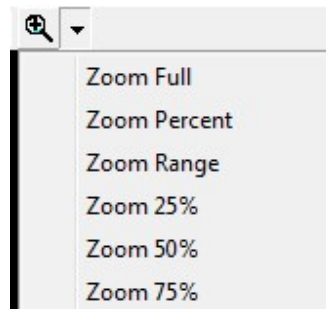
- Clicar em *File...* e procurar pelo arquivo com extensão .stl dado pelo professor


- 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

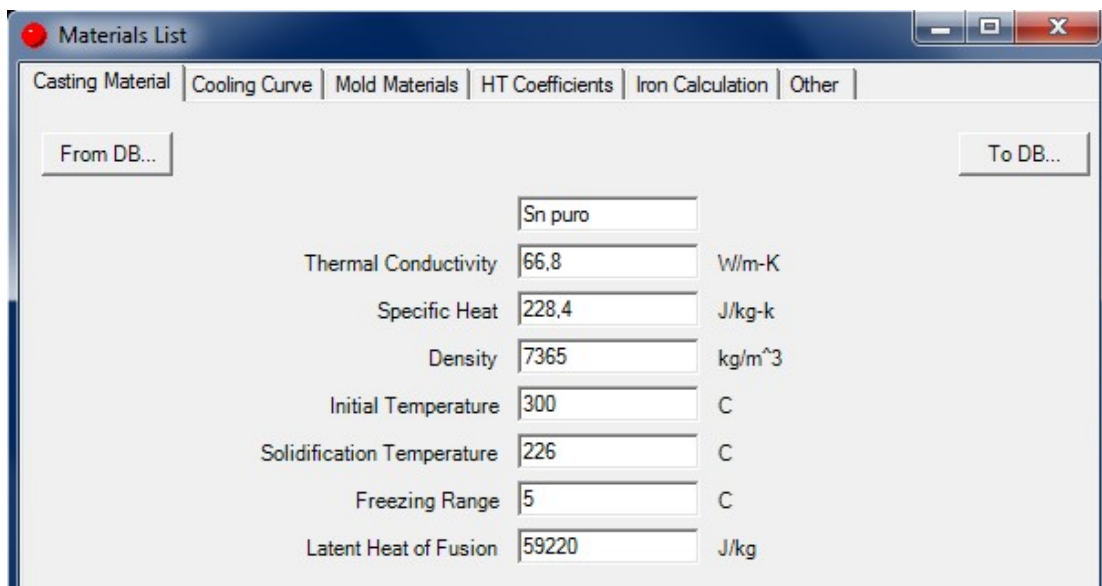
- Gire o modelo apertando o botão do mouse e movimentando o ponteiro na tela

- Se precisar centralizar o modelo na tela clique em 

Escolher os parâmetros físicos da liga e do molde de acordo com o indicado pelo professor:

- *Model > Materials List*

- Selecionar a aba *Casting Material* conforme abaixo:



- Clicar em *From DB...*

- Selecionar a liga na lista da esquerda conforme designação do professor

- Clicar em *Use This Casting Material*

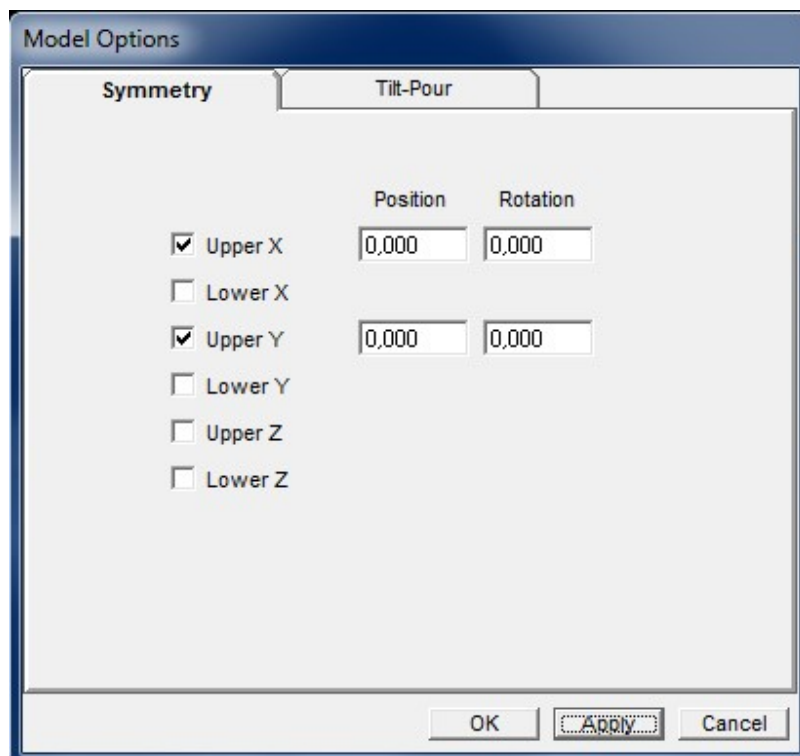
- Clicar em *Sim* na mensagem que aparecer

- Selecionar a aba *Other* e ajustar *Ambient Temperature* para 25°C
- Selecionar a aba *Mold Materials*
- Verificar se na lista de materiais consta *Silica Sand* (areia de sílica) e se *Material Type* está selecionado para *Normal Mold*
- Se o material do molde não estiver na lista, clicar em *From DB*
 - Na aba *Mold Materials* selecionar o material *Silica Sand*
 - clicar em *Add to Materials List*
 - clicar em *Sim* à mensagem que aparecer
- Verificar se *InitialTemp* está ajustada 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 a necessidade, veja o exemplo abaixo:
 - nesse caso a parte positiva dos eixos X e Y são espelhos de suas respectiva partes negativas



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

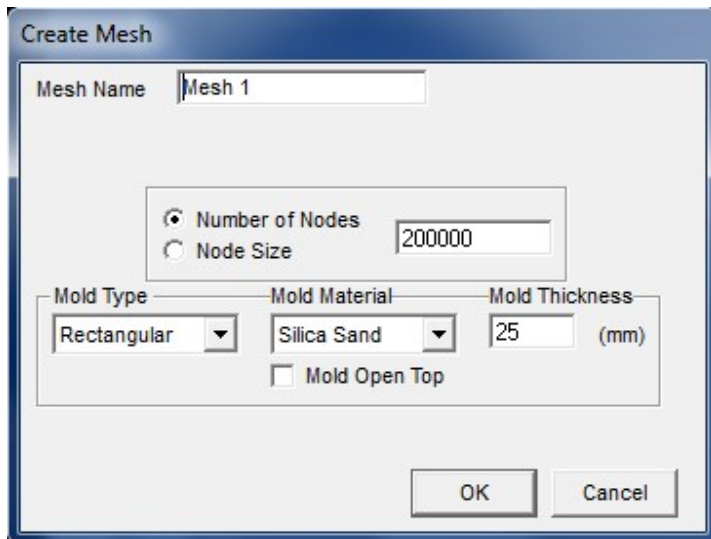
Criar a malha para a primeira simulação:

- *Model > Create Mesh...*

- Ajustar os parâmetros da malha conforme o exemplo abaixo, mas usando os números necessários ao seu projeto

Importante 1: Definir o número de nós (*Number of Nodes*) ou o tamanho dos nós (*Node Size*). A menor secção transversal da peça deve conter pelo menos 3 nós. Cuidado! Muitos nós aumentam a precisão do cálculo, mas tornam o processo extremamente lento. Poucos nós aceleram muito o cálculo mas prejudicam muito a precisão.

Importante 2: Recomenda-se que a espessura da parede do molde (*Mold Thicknes*), seja, aproximadamente, metade do comprimento máximo da peça.



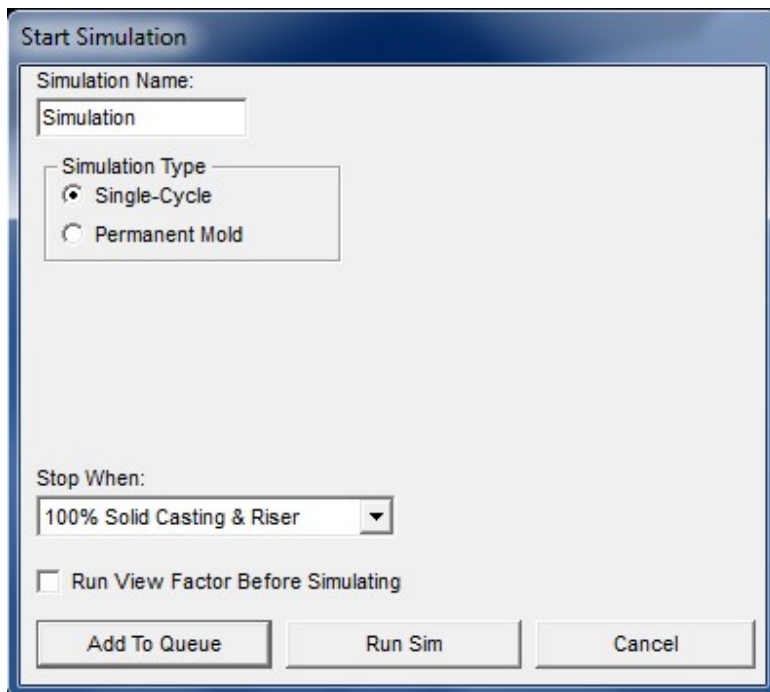
- Clicar em *OK*

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 a última região (ou regiões) da peça a solidificar:

- 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 *Solidification Time*
 - Ajustar o valor para aproximadamente 95% do tempo *Max*: indicado na janela
 - Clicar em *OK*

A região (ou regiões) delimitada indica a última porção da peça a solidificar.

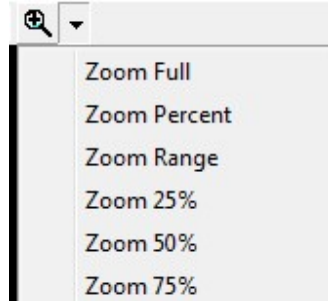
Observar os vazios e regiões porosas que foram simuladas:

- *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%, ou seja, $(1-0,995)*100\%$


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%






- Decidir qual será a posição de fundição da peça

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

- **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.

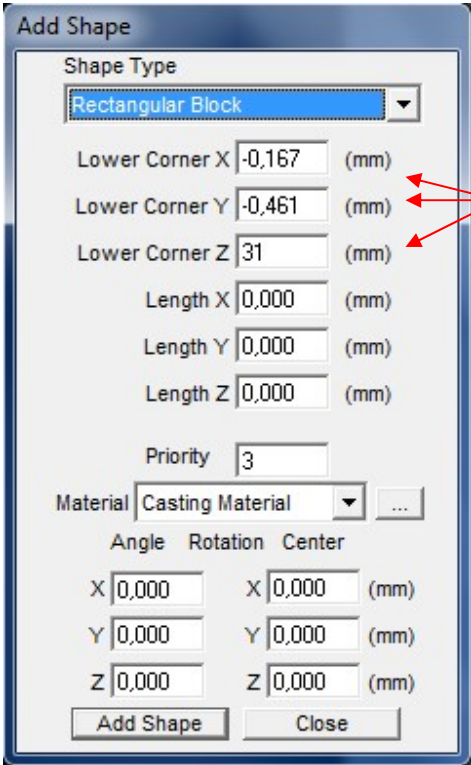
- Ativar a opção de ver os planos de simetria:
 - *Show > Planes of symmetry*
- Verifique se os planos de simetria estão corretos.
- Caso necessário defina novos planos de simetria ou desative-os em:
 - *Model > Options...* na aba *Symmetry*
 - Clique em *Apply* e depois *OK*

- Decidir o local do massalote junto à peça e calcular suas dimensões

- Centralizar o modelo da peça 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)

- 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 massalote, *Priority*, em 2
- Definir o material do massalote, *Material*, como *Riser Material*
- Clicar em *Add Shape*
- Clicar em *Close*

- **Caso queira 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

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

- Caso seu projeto necessite de mais de um massalote, repita o procedimento de se adicionar um massalote

Criar a malha para a simulação com o massalote (ou massalotes):

- Mesmo procedimento visto acima.

ATENÇÃO: Se um dos seus massalotes 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 (ou massalotes):

- Mesmo procedimento visto acima.
- Use como parâmetro de porosidade um valor de acordo com o limite admitido e fornecido pelo professor (note que o software trabalha com fração e não porcentagem e, além disso, ele mostra a densidade relativa e não a porosidade)
- Caso o projeto não esteja bom, clonar o modelo, fazer os ajustes necessários e tentar uma nova simulação