Segmentação para impressão 3D

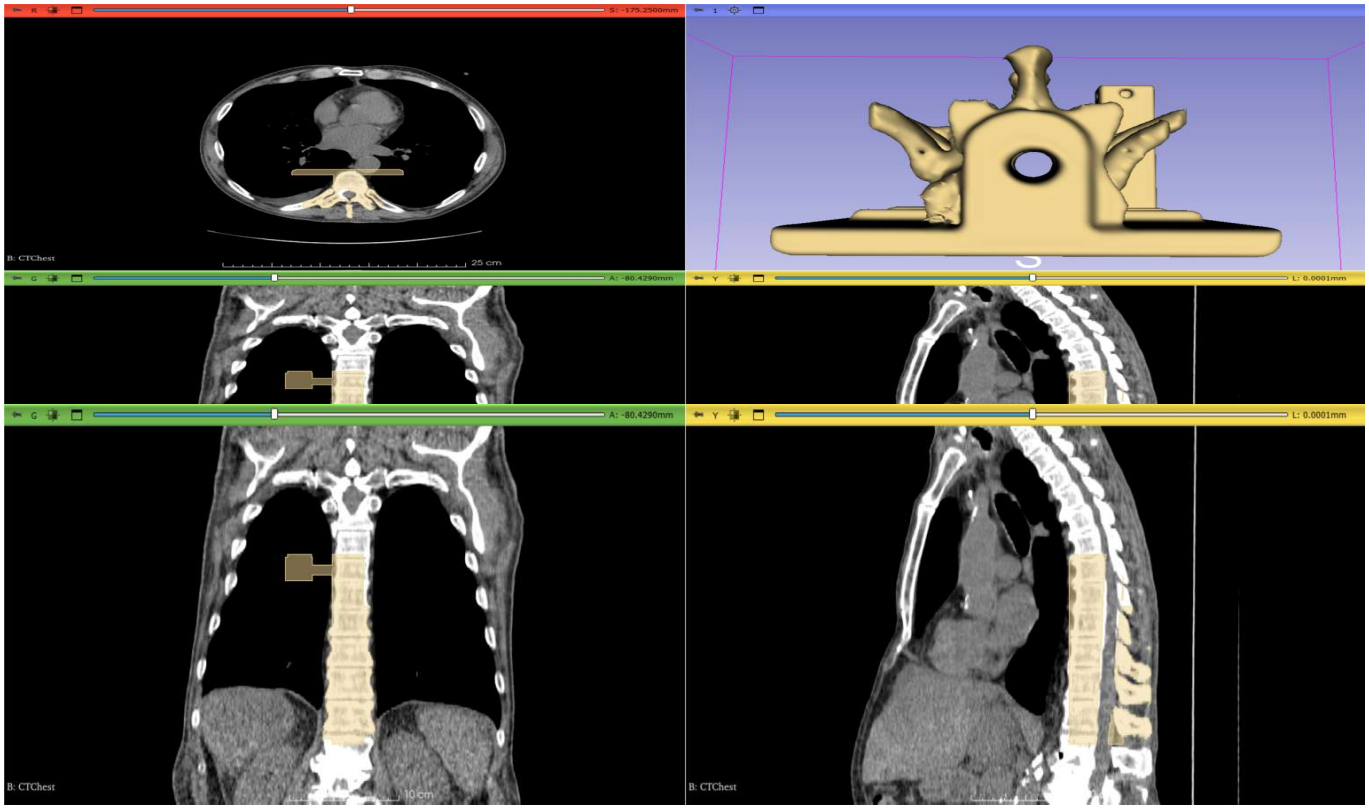
Attila Nagy
Universidade de Szeged

Csaba Pintér
EBATINCA, S.L., Espanha

38&40th NA-MIC Project Week, 2023 Janeiro – 2024 Janeiro

Objetivos de Aprendizagem

Este tutorial demonstra a segmentação de imagens no módulo Editor de Segmento do 3D Slicer com o objetivo de impressão 3D.



Utilidade clínica do fantoma de coluna

- Fantoma de treinamento para inserção de agulha
- Suporte para marcador eletromagnético
- Preenchido com gel (~tecido mole)
- Coberto com película (~pele)
- Tubo com água no centro

Moult et al. 2013

Material

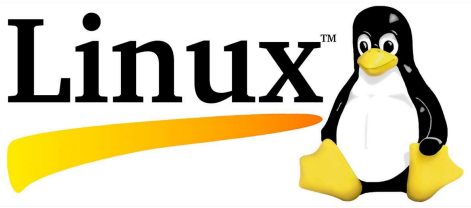
- Este tutorial requer a instalação de uma versão estável recente do 3D Slicer (pelo menos 5.6.1), que está disponível na página de download do Slicer: http://download.slicer.org/

- Conjunto de dados do tutorial: Modelo STL da base do fantoma: https://raw.githubusercontent.com/Slicer/SlicerSegmentationFor3DPrintingTutorial/main/BasePiece.stl (fonte: PerkLab Model Catalog)

- Páginas de documentação do usuário: https://slicer.readthedocs.io/en/latest/user_guide/modules/segmentations.html https://slicer.readthedocs.io/en/latest/user_guide/modules/segmenteditor.html

Plataformas

- Desenvolvido e mantido em Windows 64bit, macOS e Linux 64bit e 32bit

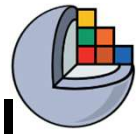


- O Slicer requer:

  Mínimo de 4GB de RAM (mais é recomendado)

  GPU dedicada para renderização rápida (OpenGL 3.2+)

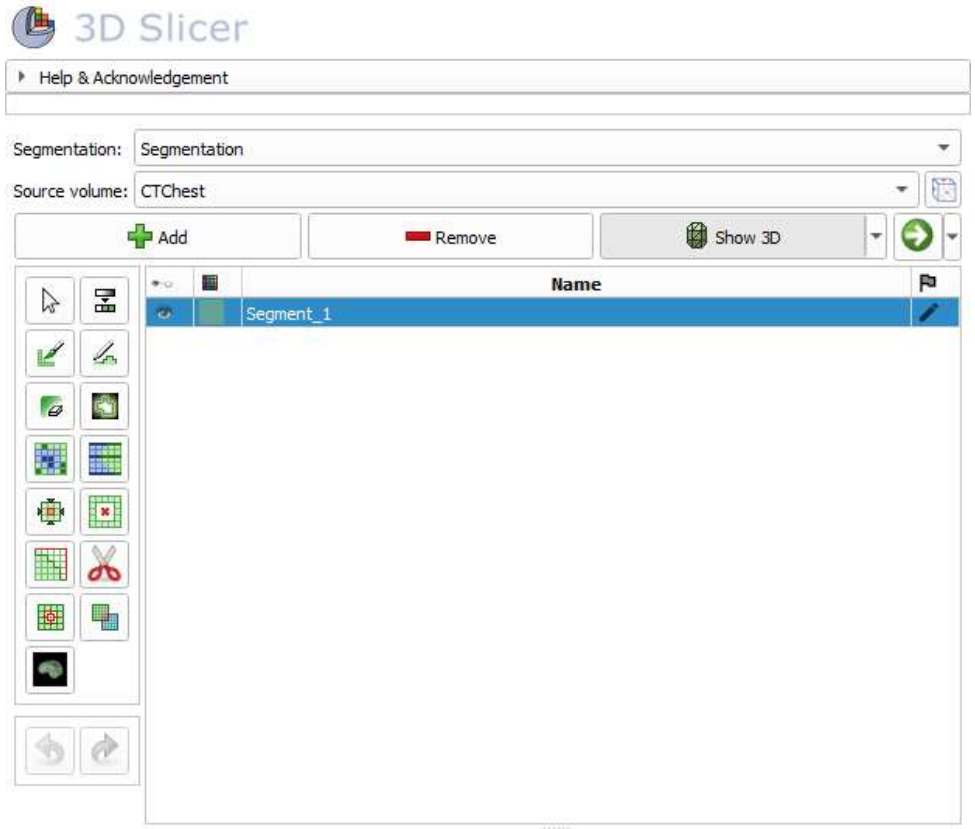
Um guia rápido sobre como usar este tutorial



- O Slicer é uma plataforma abrangente. Portanto, geralmente há mais de uma maneira de trabalhar com seus dados e alcançar o mesmo resultado. Durante este tutorial, às vezes mostramos mais de uma possibilidade, então você verá três tipos de slides:
- Slides que são **comuns** a ambas as abordagens, com **fundo branco**.
- Se você estiver interessado em **mais detalhes**, basta seguir todos os slides. Os slides com um **tom verde claro** mostram diferentes maneiras de alcançar os mesmos resultados.
- Se você deseja uma solução **mais rápida**, sem entrar muito nos detalhes, além dos slides brancos, siga os slides marcados com um relógio (mostrado no canto), e fundo levemente **avermelhado**.

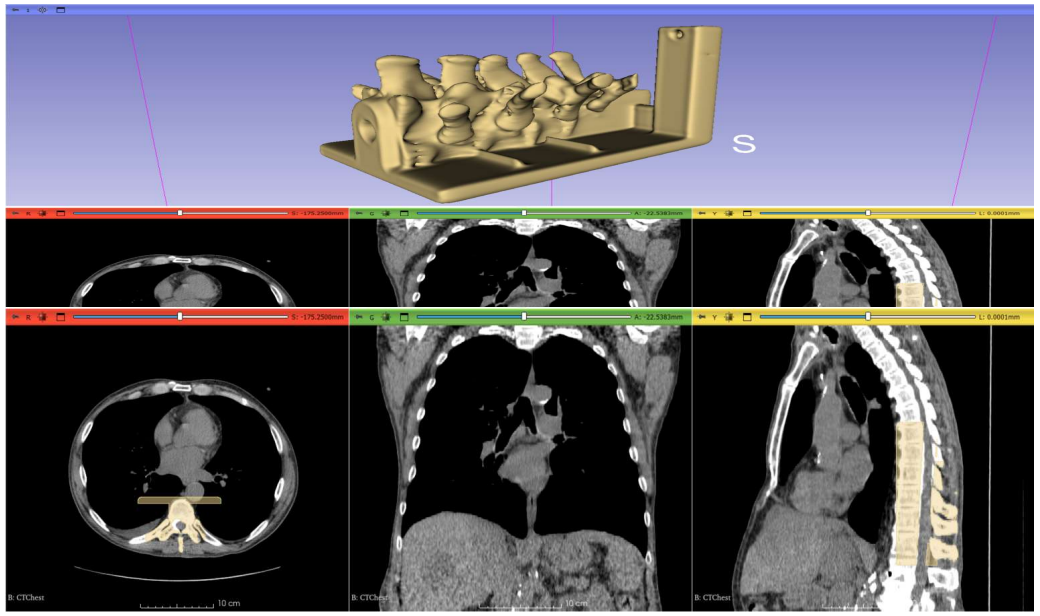
Módulo de Editor de Segmento

- Atualização de superfície 3D em tempo real
- Edição em fatias oblíquas
- Segmentos sobrepostos
- Ferramentas intuitivas
- Manual
- Semiautomático
- Configurações avançadas



Visão geral

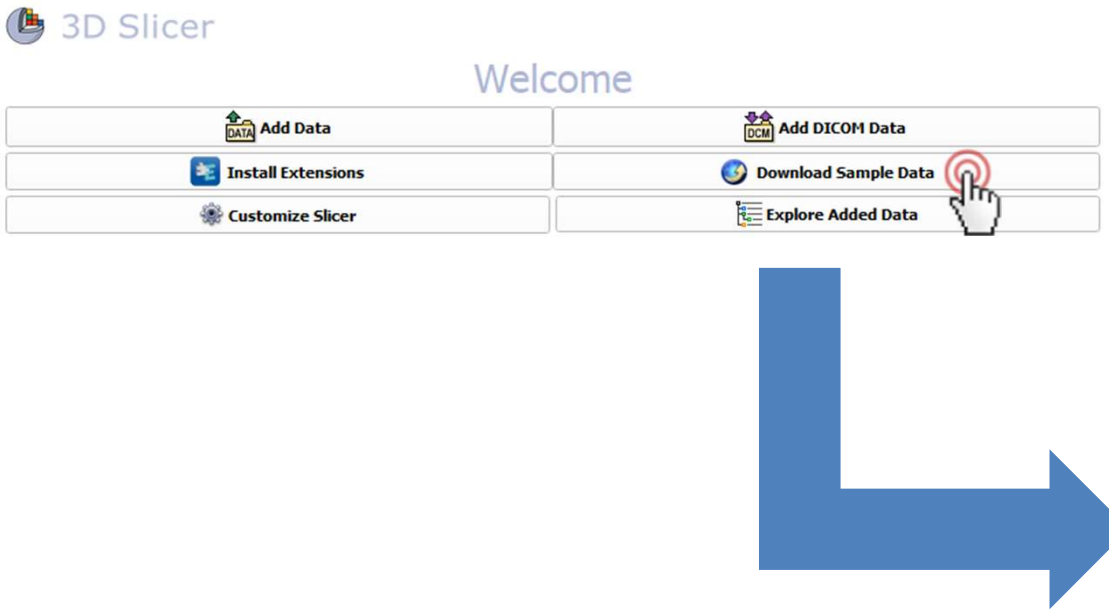
1. Carregar imagem de TC
2. Segmentar vértebras para impressão 3D
3. Adicionar base do fantoma à segmentação
4. Mesclar e finalizar o fantoma
5. Salvar segmento do fantoma em arquivo STL para impressão 3D

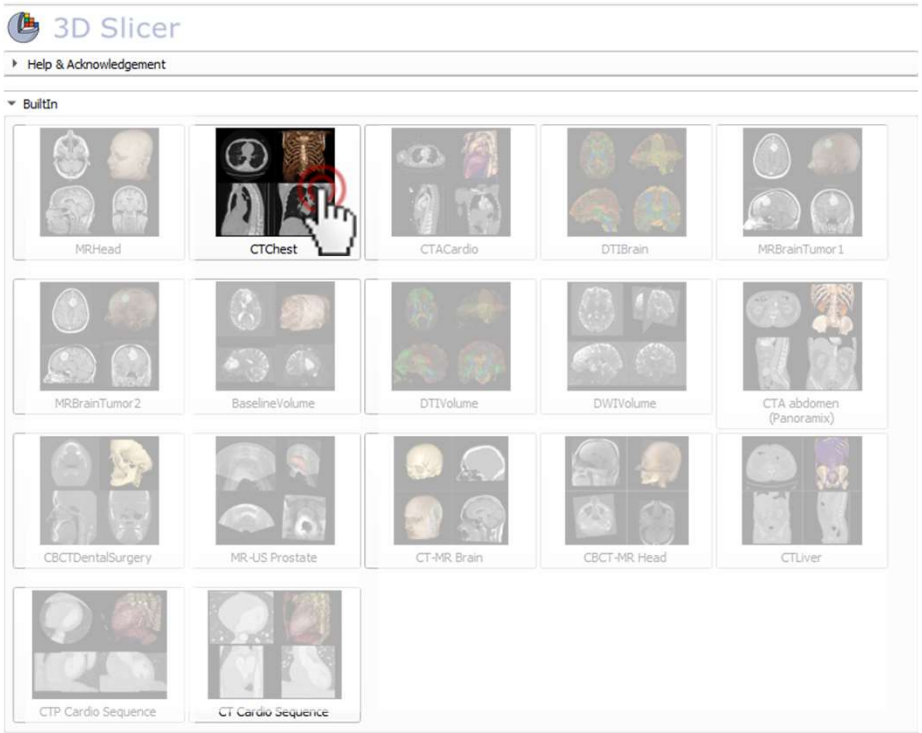


Parte 1: Carregar imagem de TC

Visão geral:
Carregar o conjunto de dados de amostra “CTChest”
Ajustar o contraste da imagem para melhor visibilidade

1/1: Carregar o conjunto de dados “CTChest”





EBATINCA

SZTE UNIVERSITY OF SZEGED

1/2: CT de amostra carregado

Requesting download *CT-chest.nrrd* from https://github.com/Slicer/SlicerTestingData/releases/download/SHA256/4507b664690840abb6cb9af2d919377ffc4ef75b167cb6fd0f747befdb12e38e ...

Downloaded 4.0 MB (10% of 40.2 MB)...

.
.
.

Downloaded 40.2 MB (100% of 40.2 MB)...

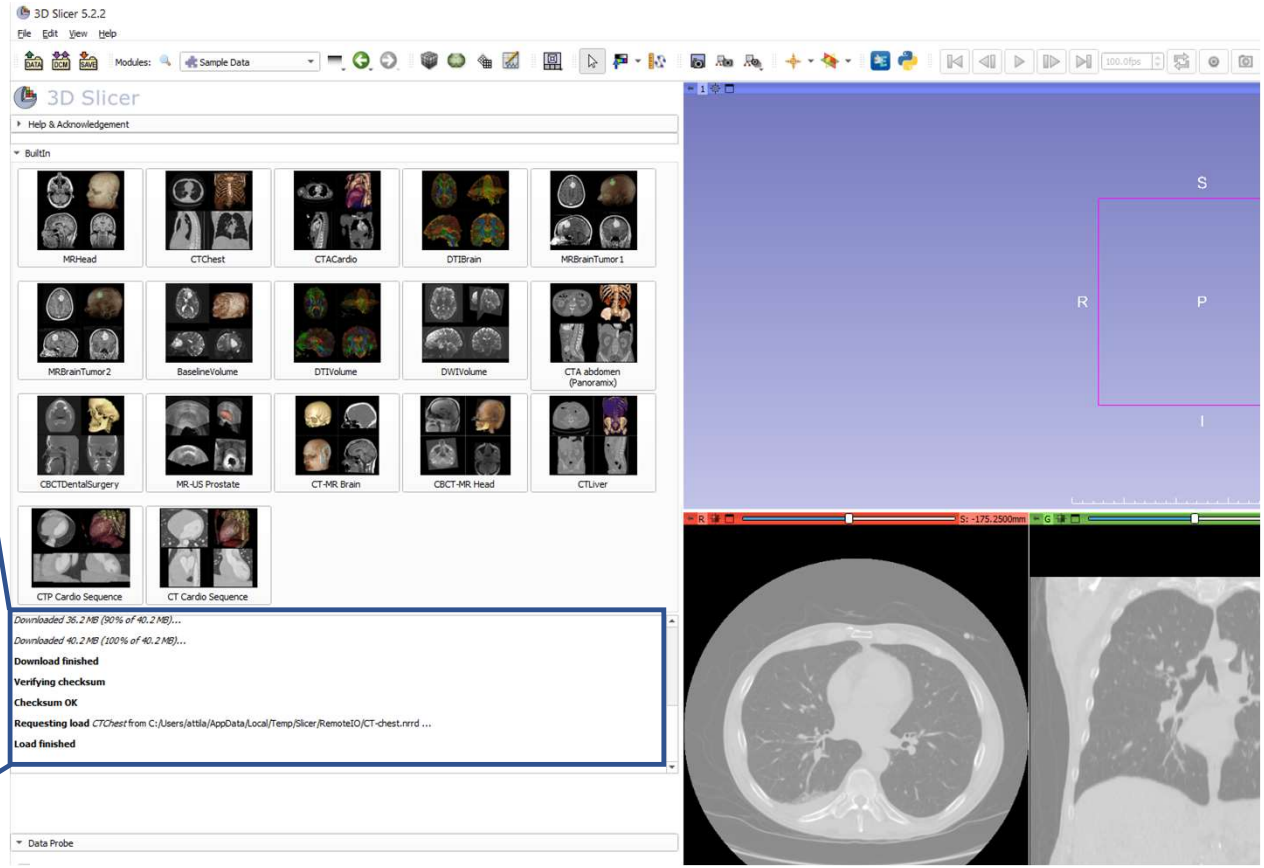
Download finished

Verifying checksum

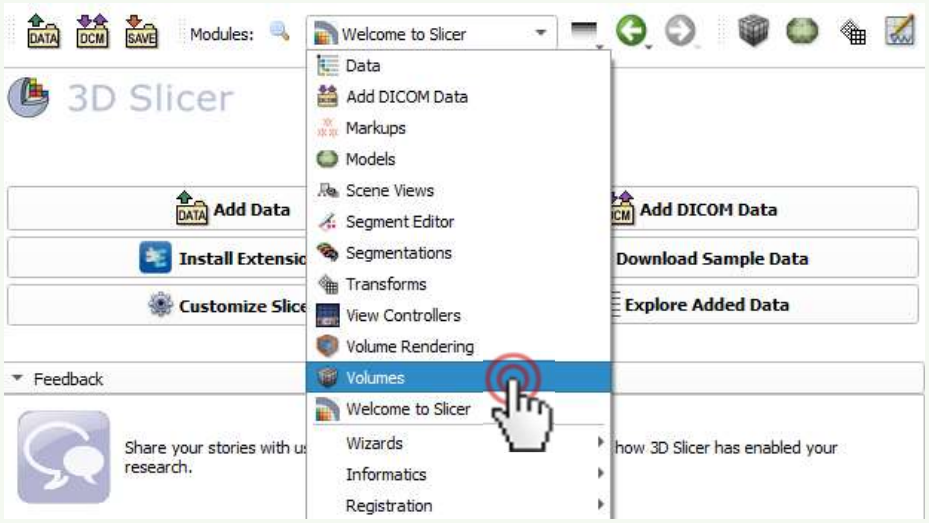
Checksum OK

Requesting load *CTChest* from C:/Users/attila/AppData/Local/Temp/Slicer/RemoteIO/CT-chest.nrrd ...

Load finished

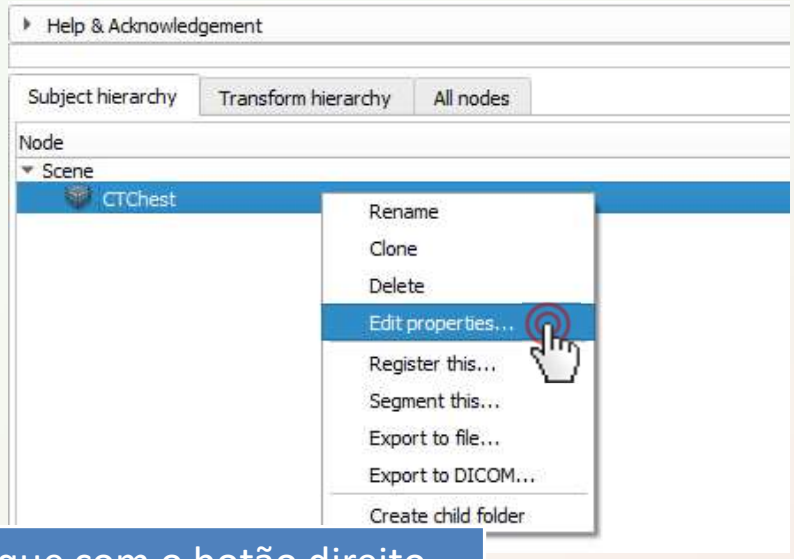


1/3/A: Alterar contraste



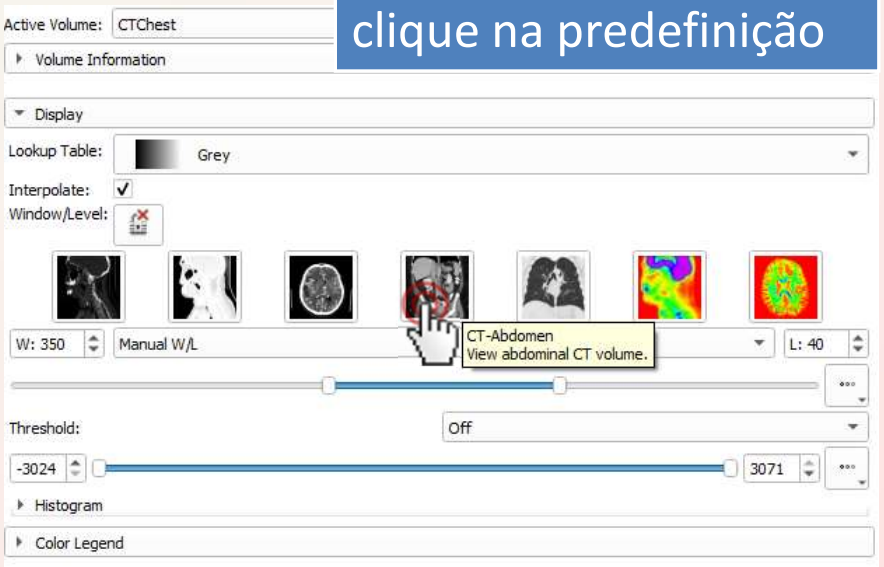
1/3/B: Alterar contraste

Mude para o Módulo de Dados



Clique com o botão direito nos dados e selecione "Editar propriedades..."

Selecione o *CTChest* como volume ativo e clique na predefinição



1/3/C: Alterar contraste

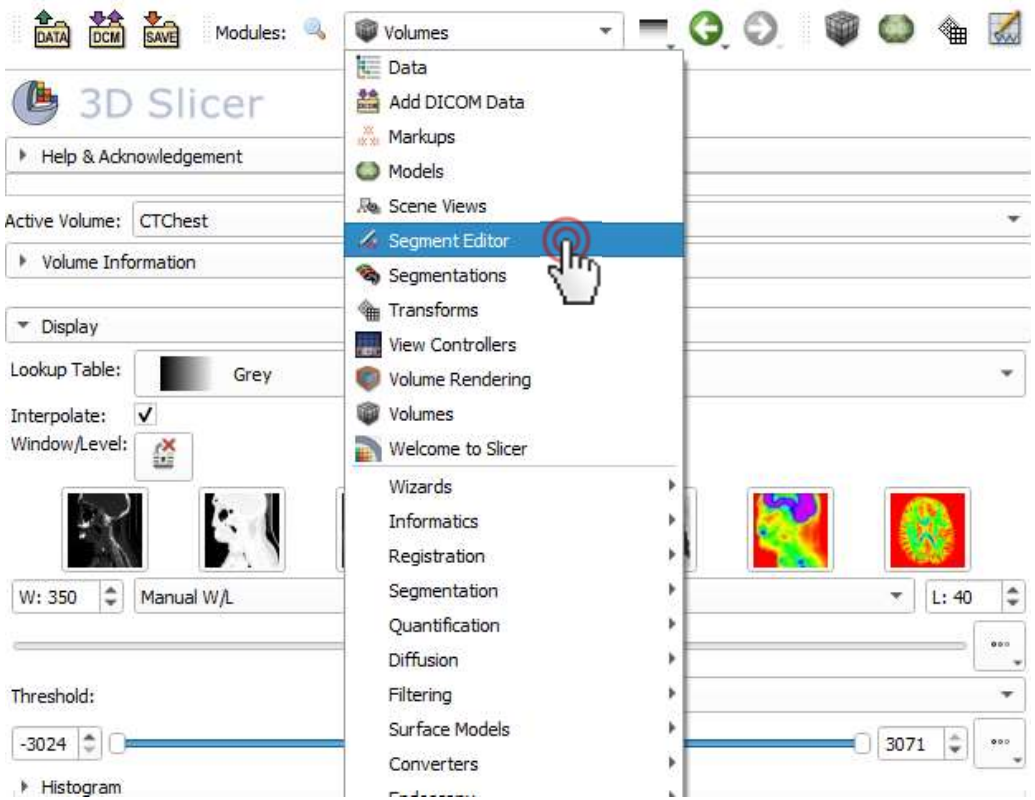
Clique com o botão direito em qualquer uma das visualizações de fatias, selecione "Predefinições de Janela/Nível" e escolha "CT-Abdômen".

Parte 2: Segmentar vértebras

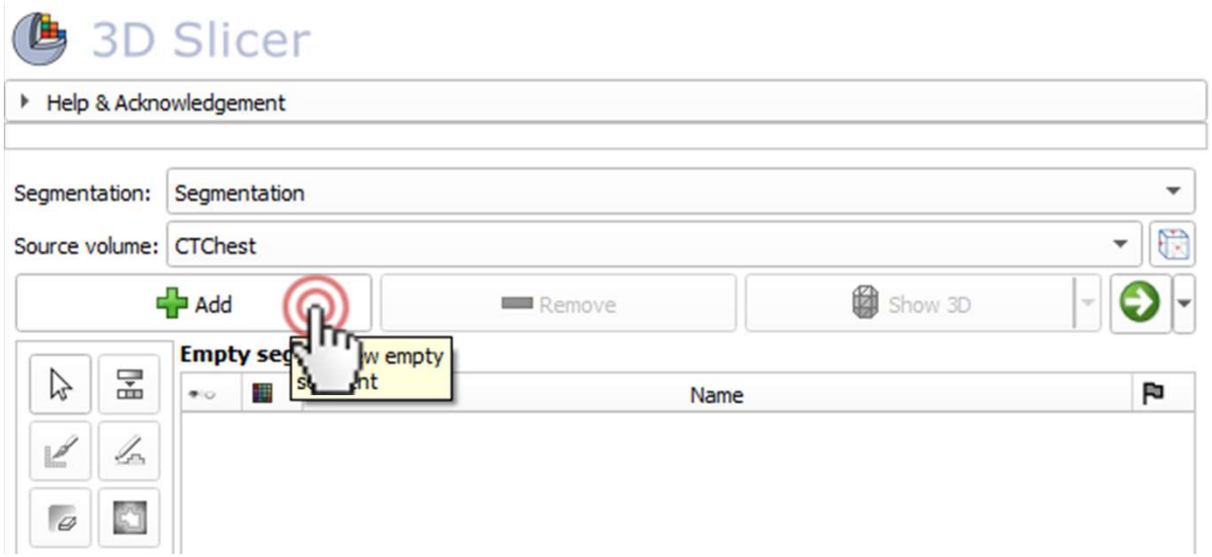
Visão geral:

- Adicionar novo segmento
- Aplicar limiar para os ossos
- Remover manchas com Ilhas
- Cortar as vértebras com Tesoura

2/1: Mudar para o módulo “Editor de Segmento”



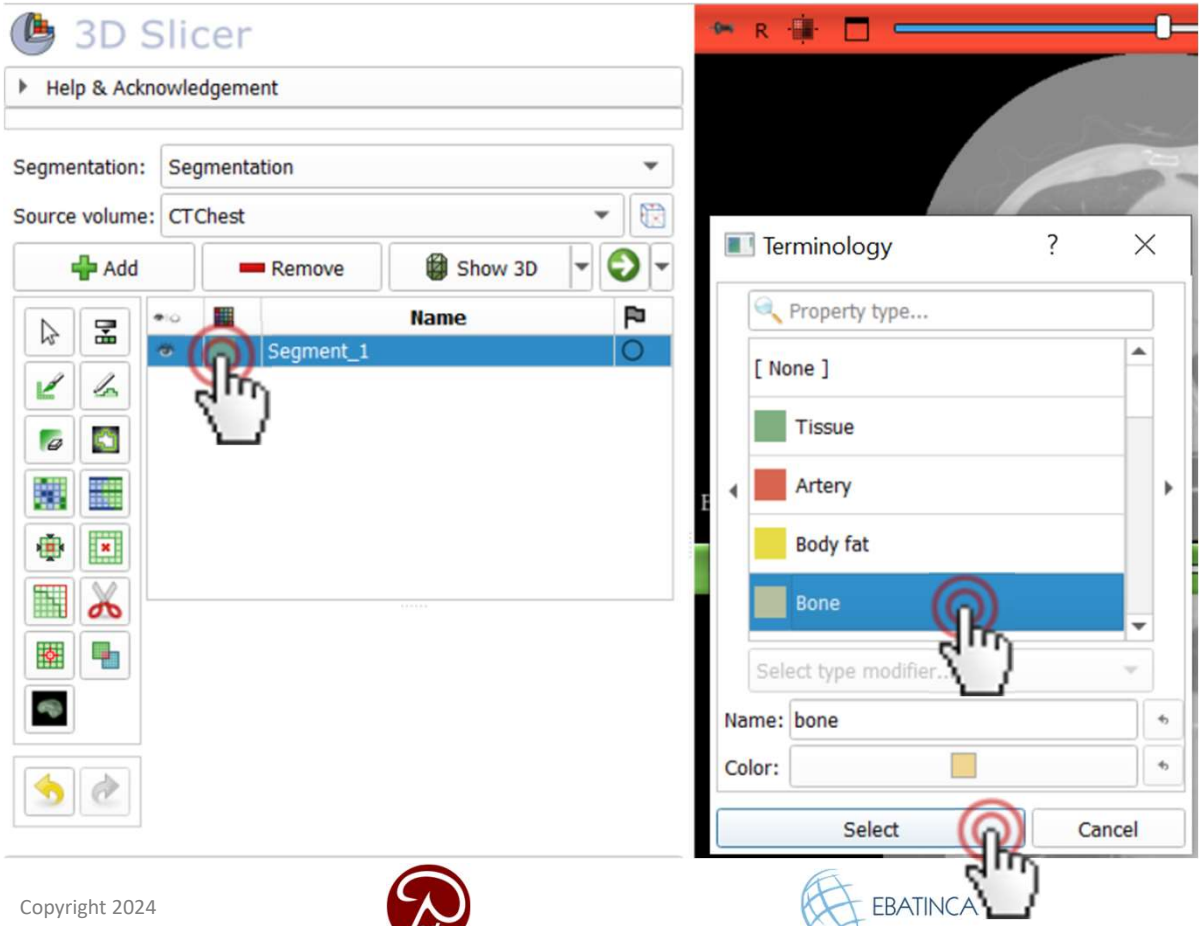
2/2: Adicionar novo segmento



- Segmentação criada automaticamente
- Volume de TC selecionado automaticamente como fonte

(O volume de origem é o volume segmentado que define a resolução dos segmentos)

2/3: Definir terminologia

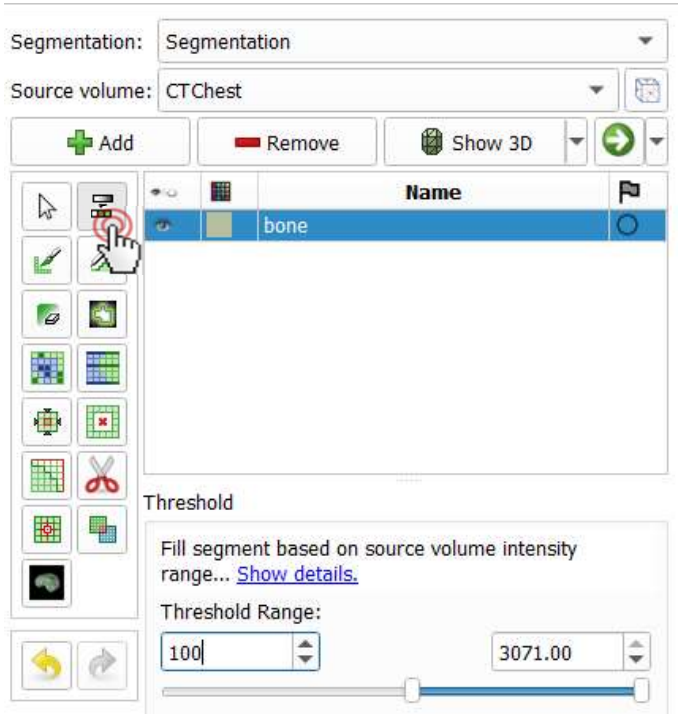


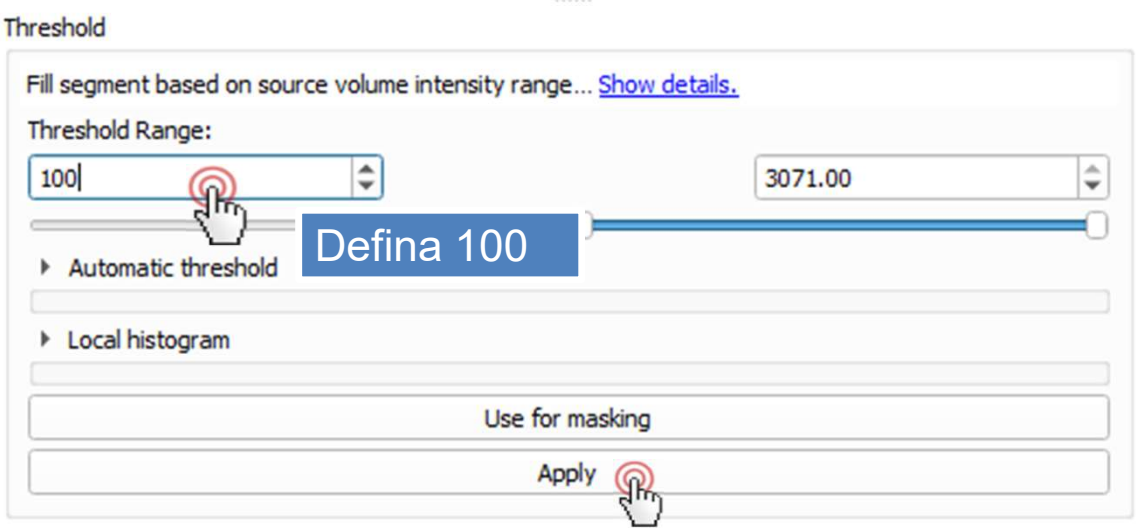
1. Dê um duplo clique na cor do segmento.
2. Escolha uma Terminologia para o segmento (um nome e uma cor para o segmento).

Você também pode definir um nome e uma cor diferentes, se necessário.

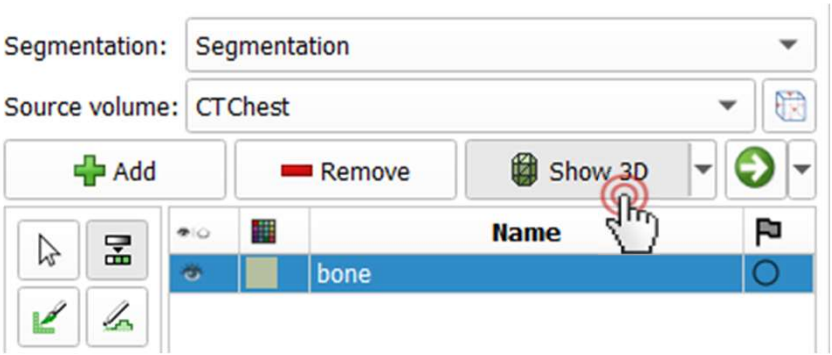
Não é obrigatório, mas torna o seu fluxo de trabalho mais robusto.

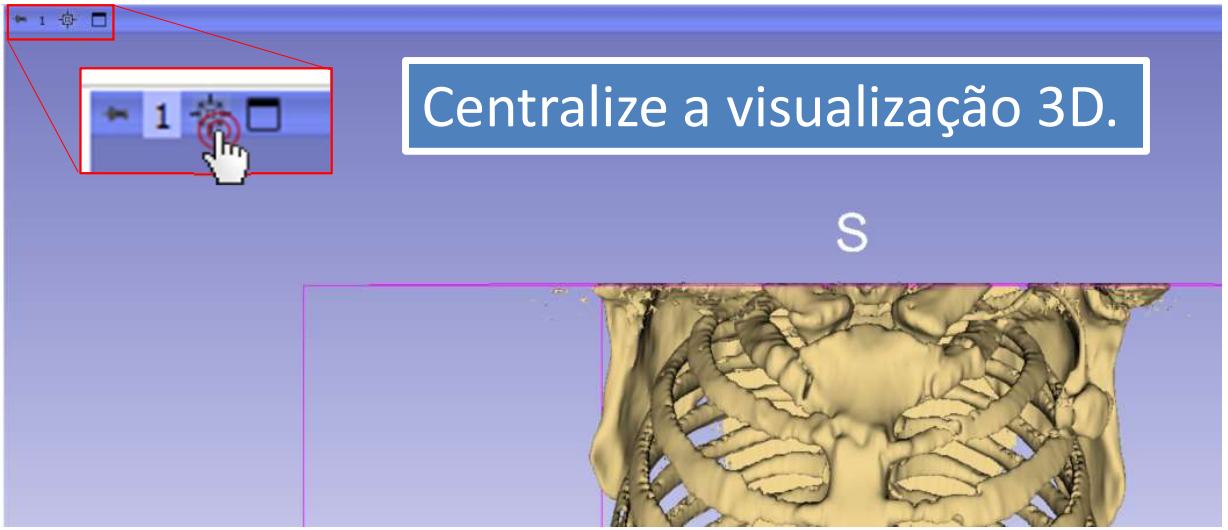
2/4: Definir o limiar para obter os ossos



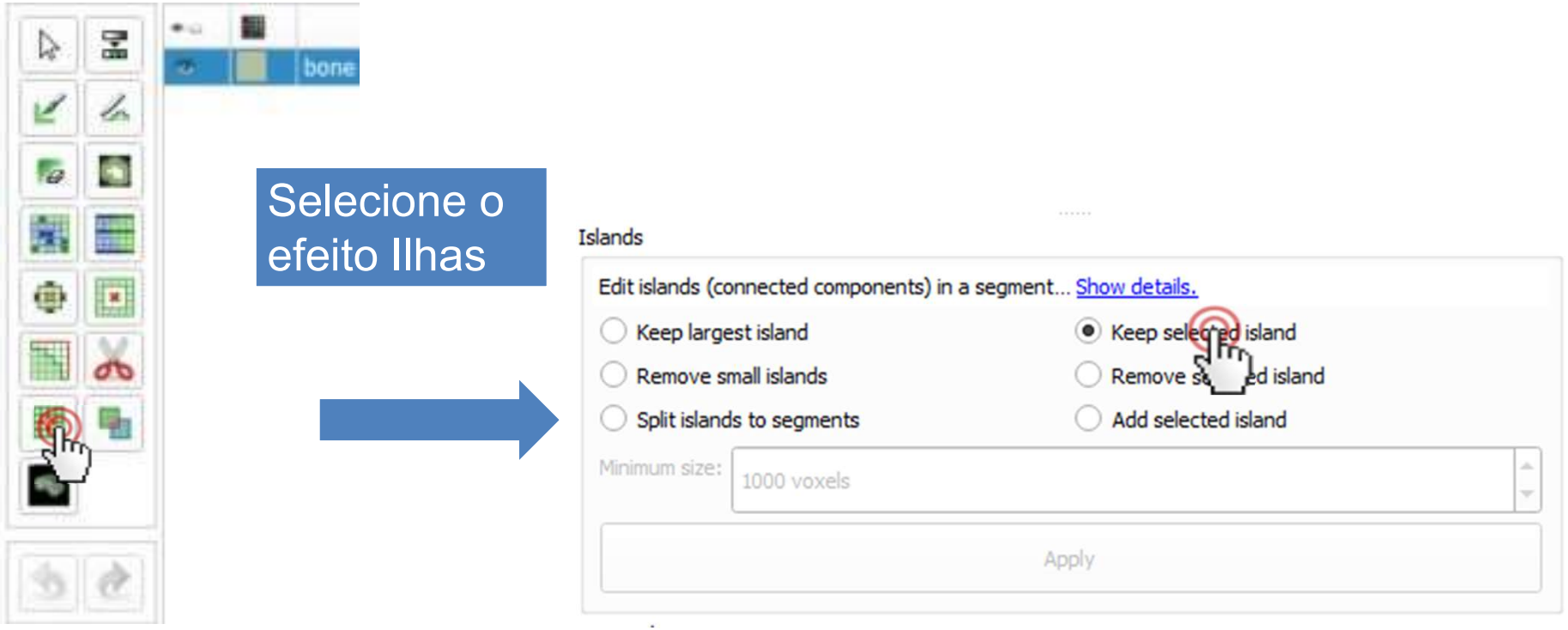


Veja em 3D!

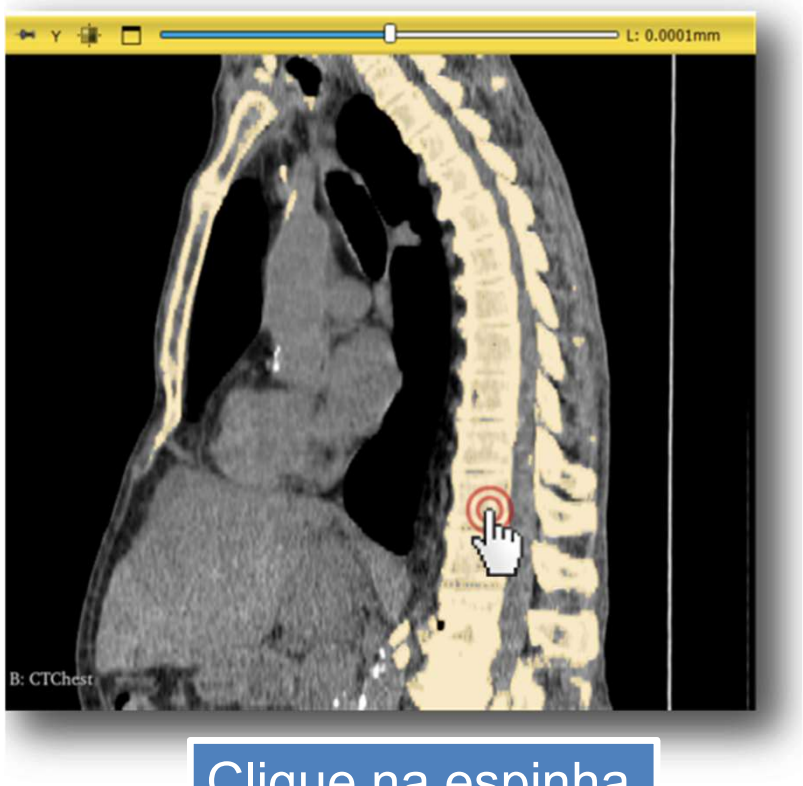




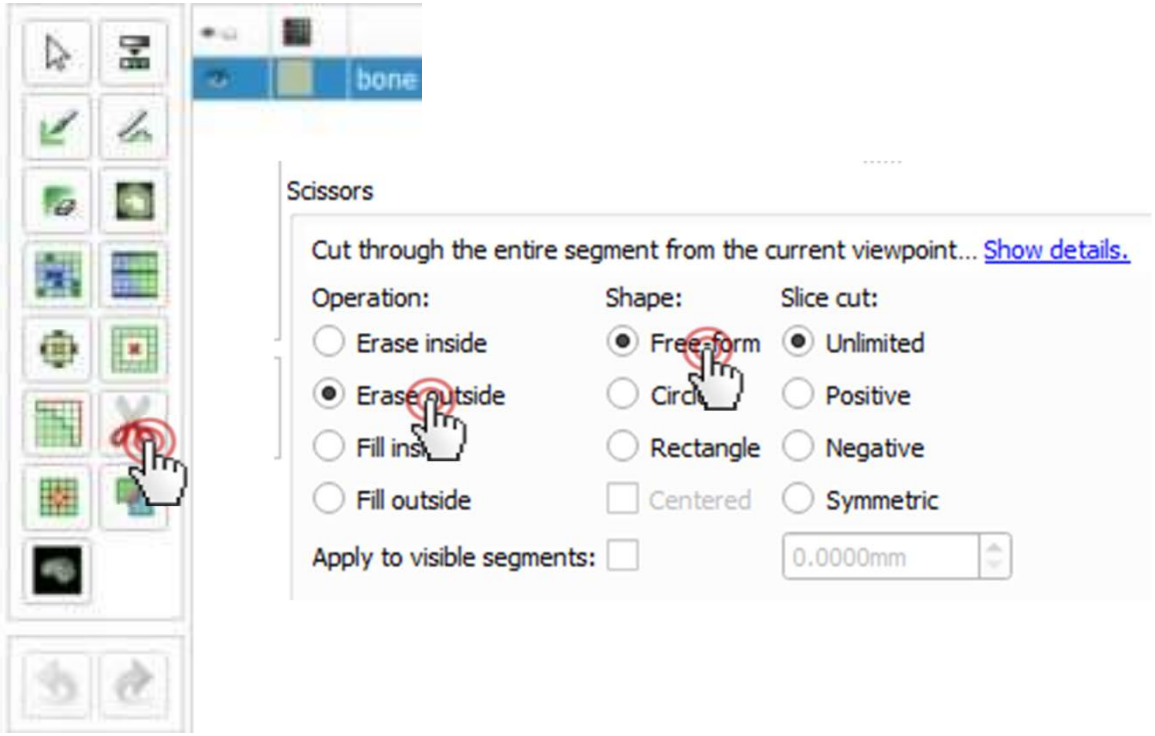
2/5: Remover o ruído com o efeito Ilhas



2/5: Remover o ruído com o efeito Ilhas

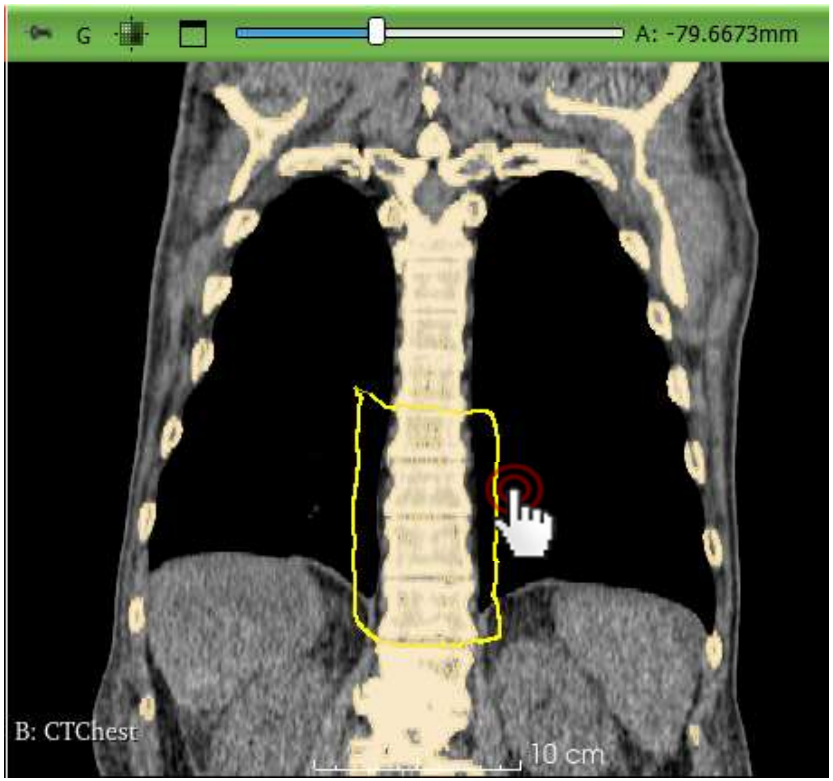


2/6: Cortar as vértebras com a ferramenta Tesoura



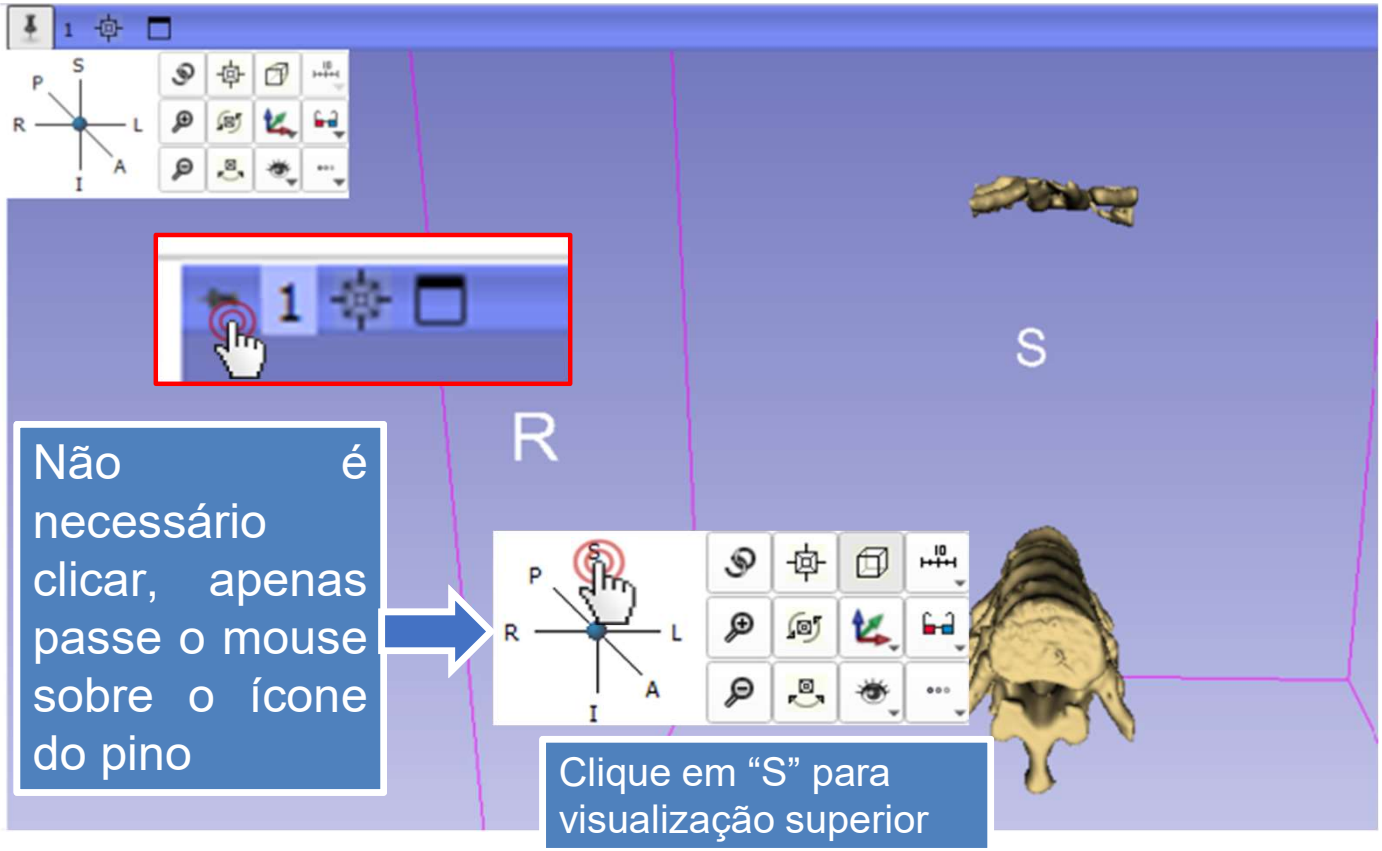
1. Selecione o efeito “Tesoura”
2. Escolha “Apagar fora” como operação
3. Escolha a forma “Livre”

2/7: Cortar as vértebras com a ferramenta Tesoura

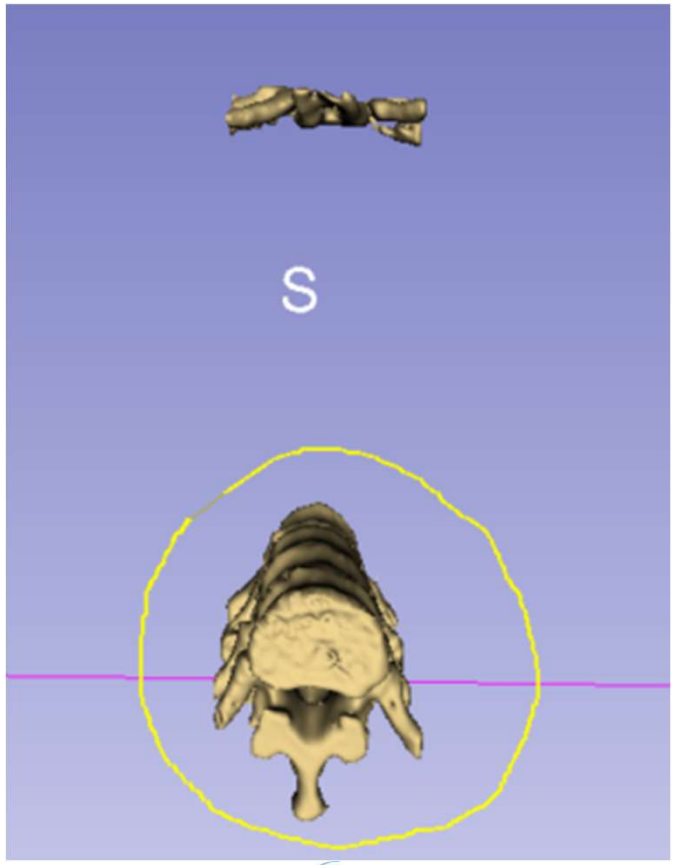


Rastreie ao redor da vértebra desejada com a ferramenta Tesoura na visão coronal (fatia verde)

Oriente a visualização 3D

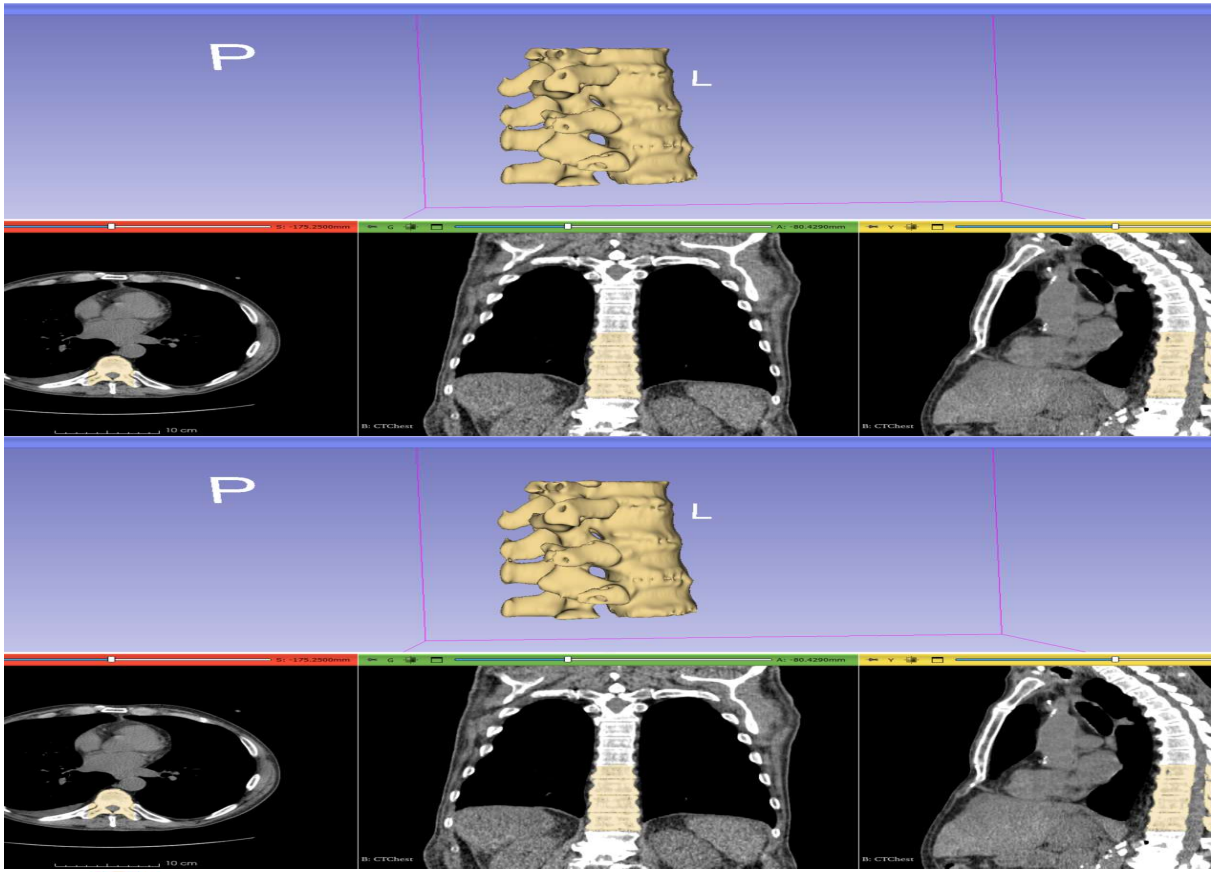


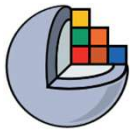
2/8: Remover as partes restantes com a ferramenta Tesoura



Selecione as vértebras na visualização 3D para apagar as partes desnecessárias (costelas no lado anterior, nesse caso).

2/9: As vértebras estão segmentadas





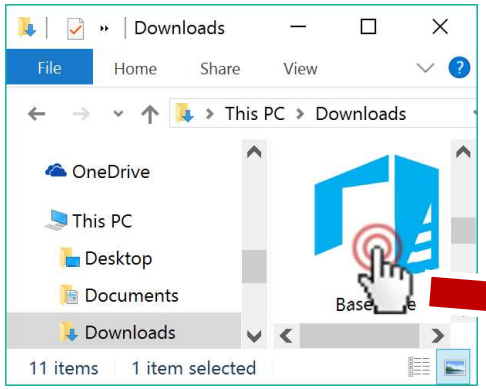
Parte 3: Adicionar base do fantoma

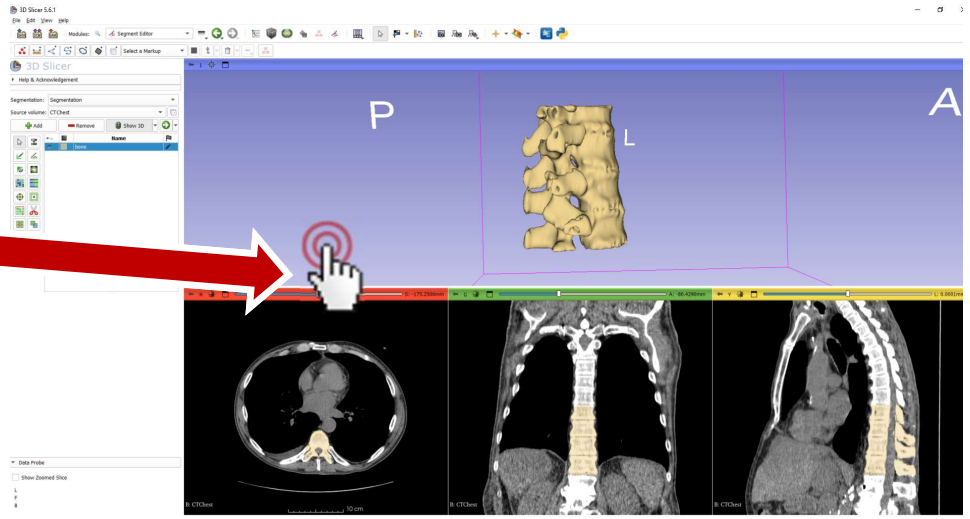
Visão geral:

- Carregar o arquivo STL da base do fantoma
- Transformar o modelo para a posição e orientação desejadas
- Importar o modelo para o nó de segmentação
- Cortar um buraco no meio da coluna vertebral

3/1: Carregar a base do fantoma como nó de modelo

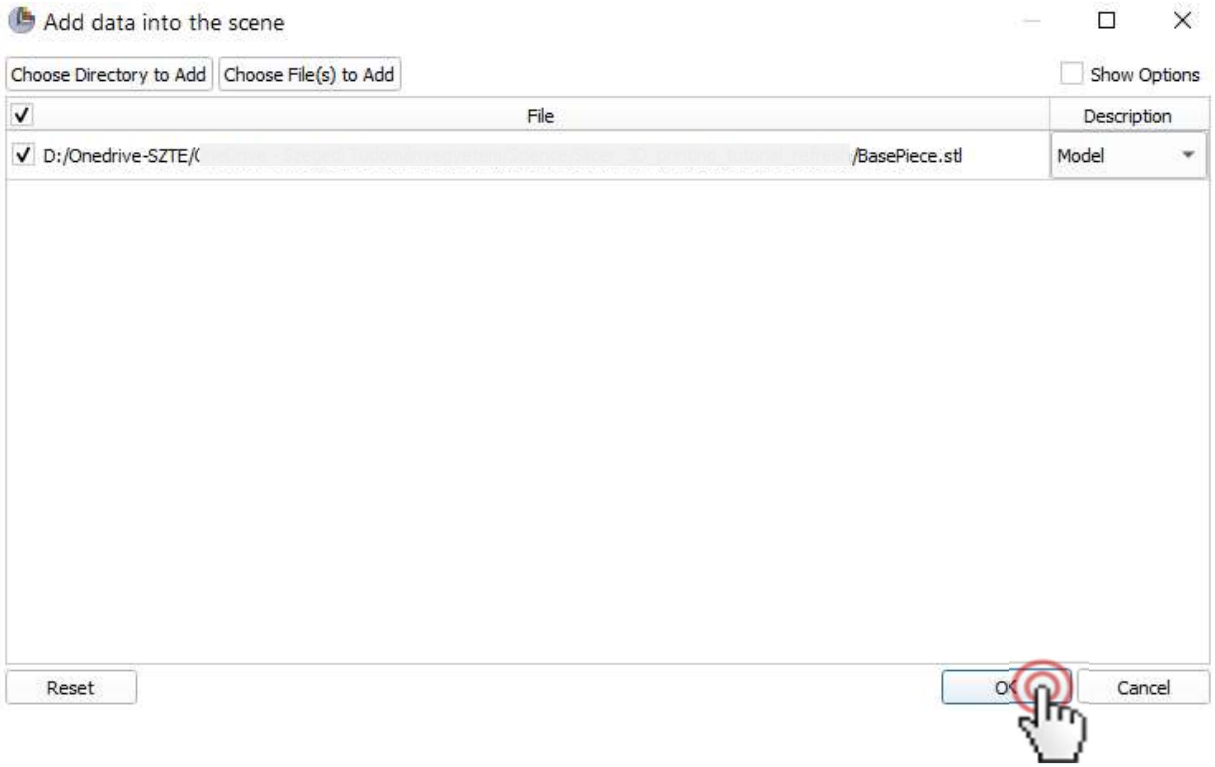
Baixe o arquivo STL da base do fantoma de https://www.slicer.org/wiki/File:BasePiece.zip



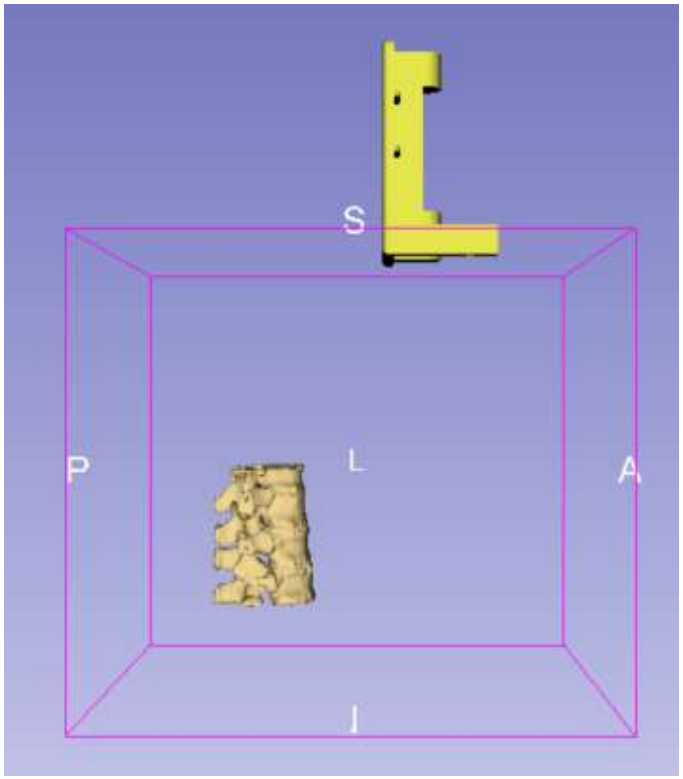


Extraia o conteúdo do arquivo zip e arraste o arquivo BasePiece.stl para a janela do Slicer

3/2: Carregar a base do fantoma como nó de modelo.

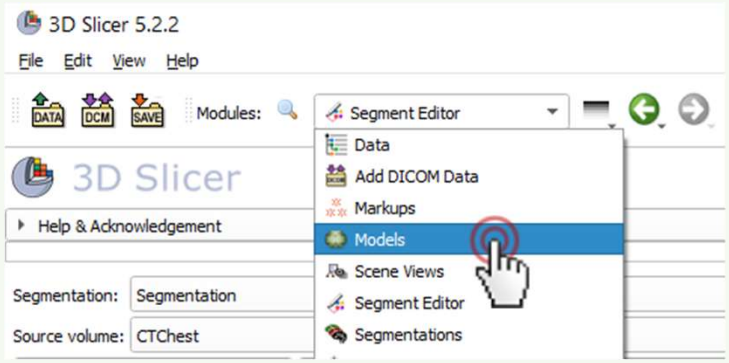


3/2: Carregar a base do fantoma como nó de modelo.

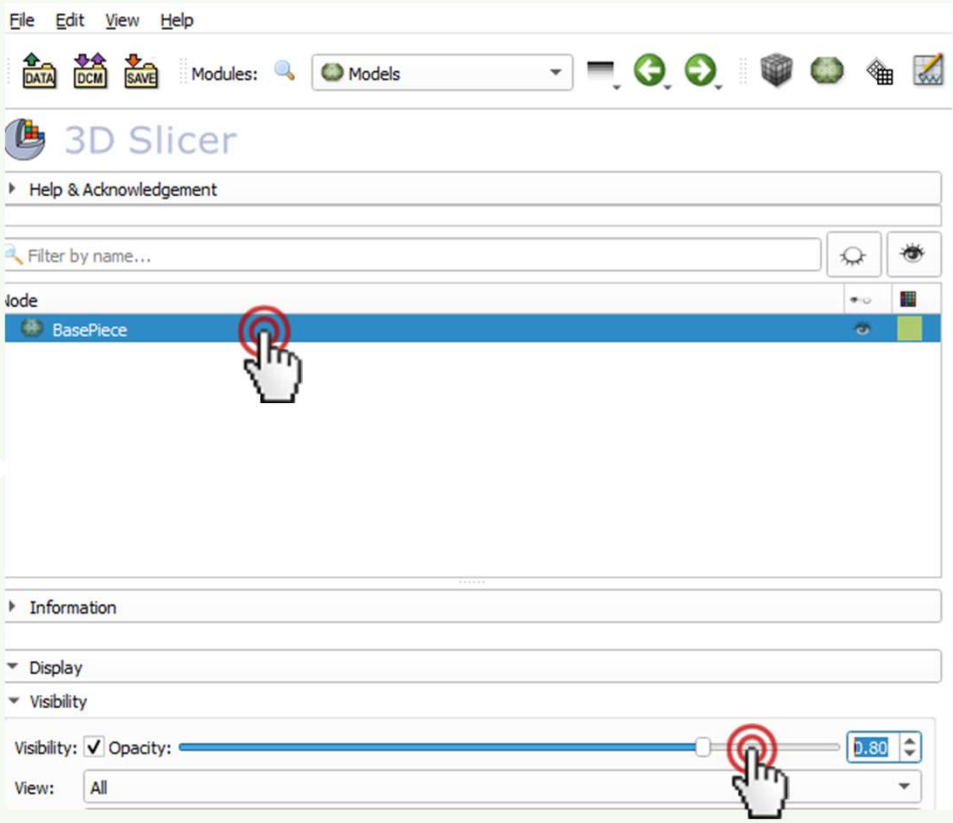


A base do fantoma foi carregada

3/1: Tornar a base semitransparente em Modelos



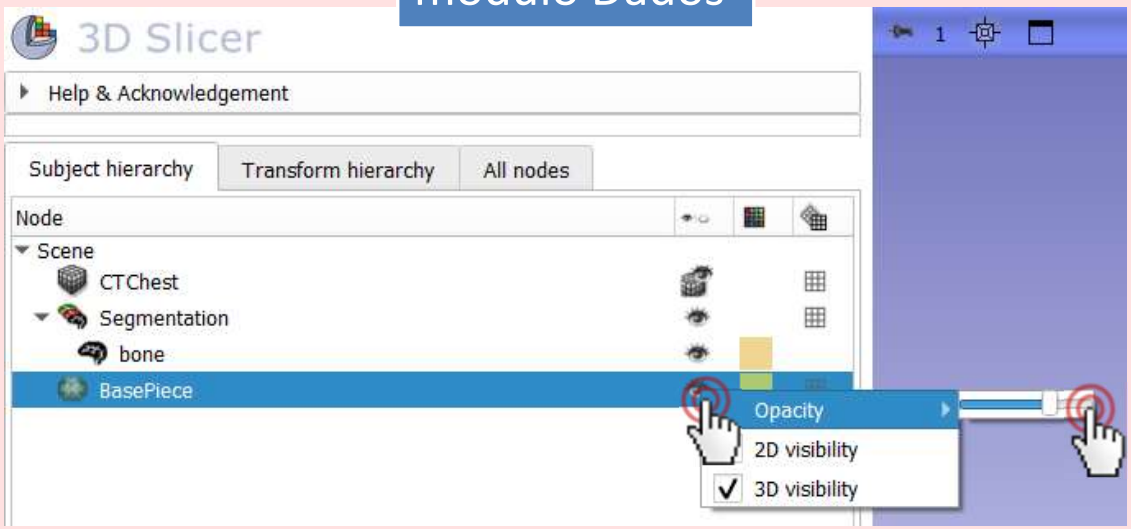
1. Mude para o módulo Modelos
2. Diminua a opacidade para 0.8



Quando tanto a segmentação quanto o modelo estão opacos, fica difícil visualizar quando eles estão na posição relativa correta.

3/1: Tornar a base semitransparente

Mude para o módulo Dados

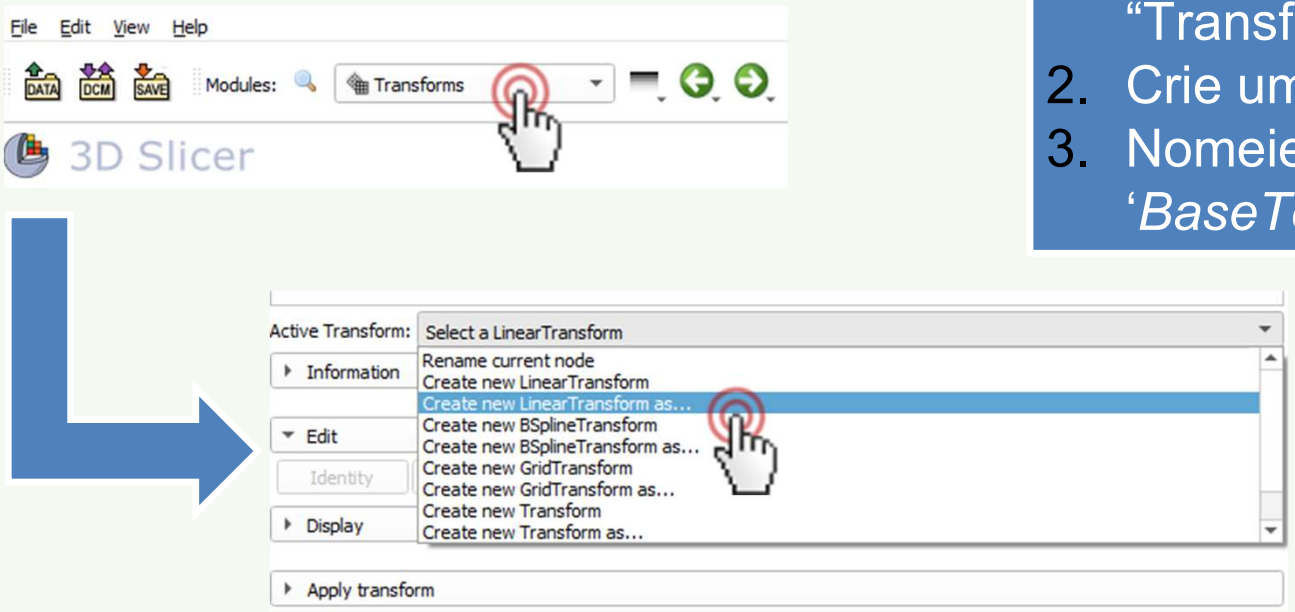


Clique com o botão direito no ícone do olho ao lado de "PeçaBase" e passe o ponteiro sobre a opção "Opacidade". Ajuste para cerca de 3/4.

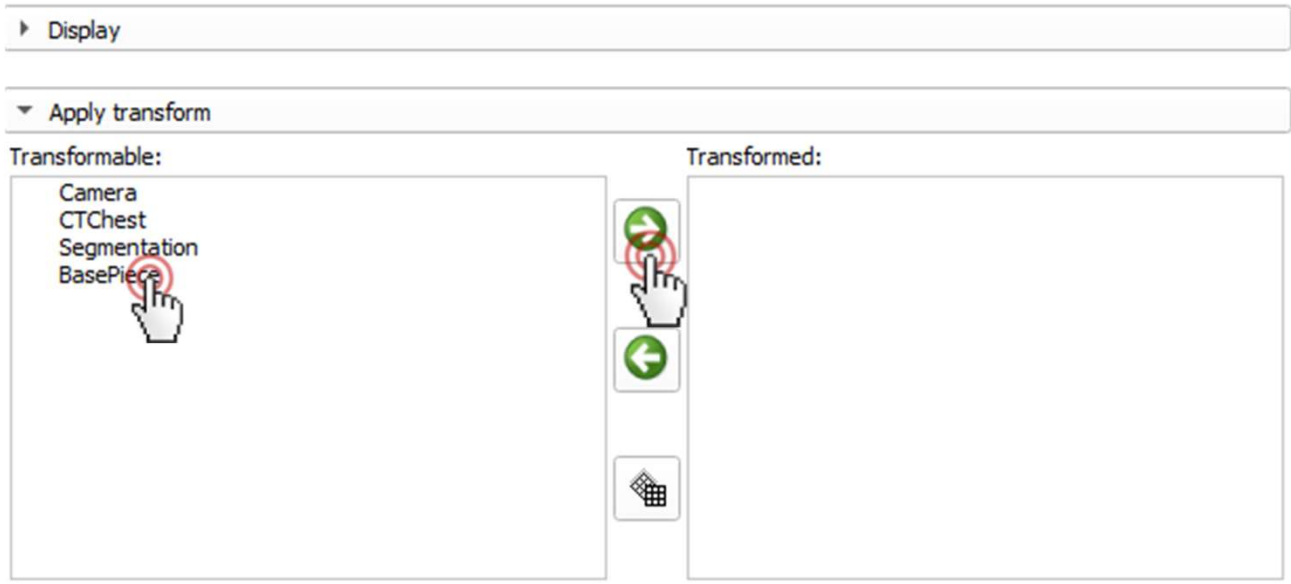
Quando tanto a segmentação quanto o modelo estão opacos, fica difícil perceber se estão na posição relativa correta.

3/2/A: Criar transformação

1. Mude para o módulo “Transformações”
2. Crie uma transformação linear
3. Nomeie-a como ‘*BaseToSpineTransform*’

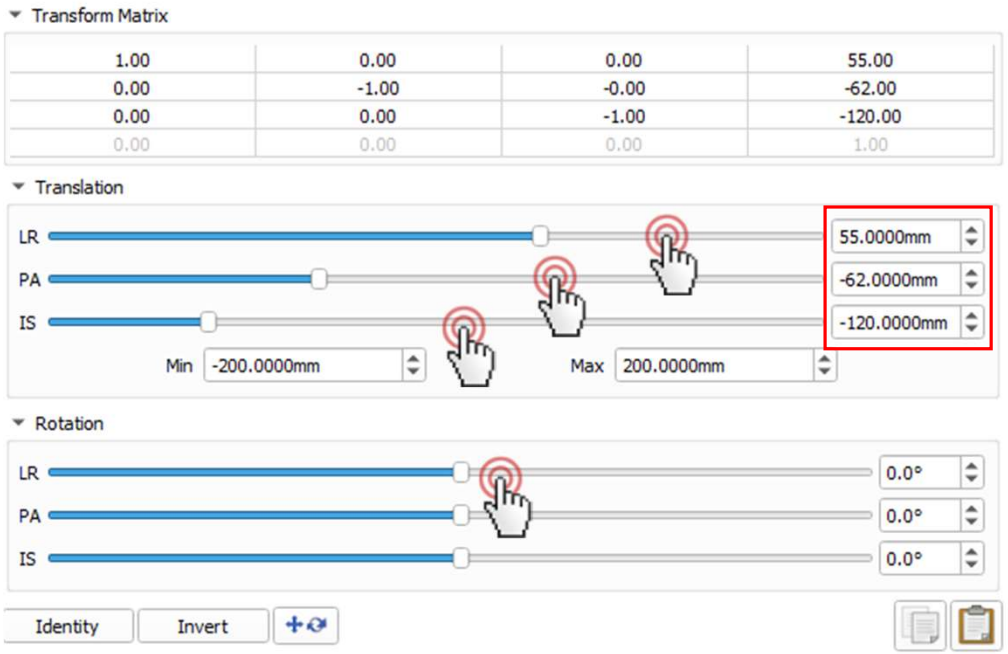


3/3/A: Aplicar a transformação à base



1. Selecione a peça base
2. Mova-a para aplicar a transformação

3/4/A: Mover a base para o local correto

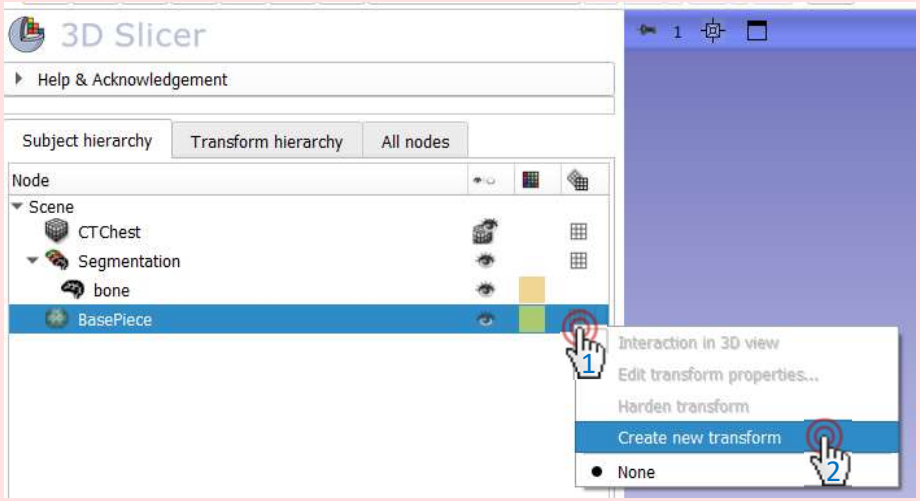


1. Primeiramente, gire o modelo 180 graus da esquerda para a direita, arrastando o controle deslizante “LR” para a esquerda.
2. Mova os controles deslizantes até que a base esteja na posição correta (os valores na imagem são os finais).

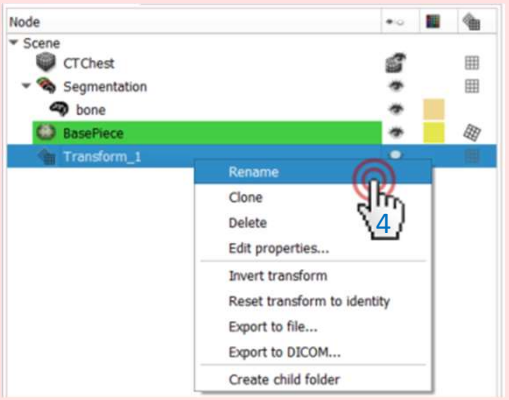
EBATINCA

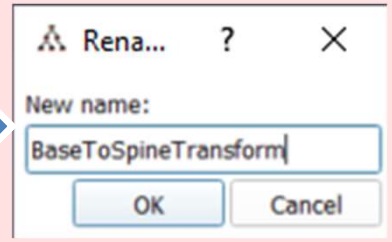
UNIVERSITY OF SZEGED

3/2/B: Criar transformação



1. Clique com o botão direito na grade (o último ícone)
2. Crie uma transformação linear.
3. A transformação aparecerá na lista.
4. Clique com o botão direito nela e renomeie-a para ‘BaseToSpineTransform’.

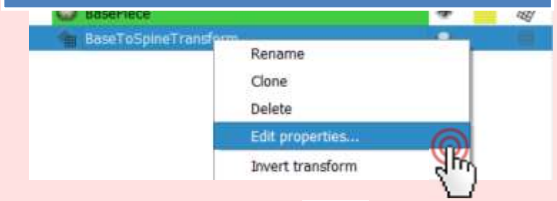


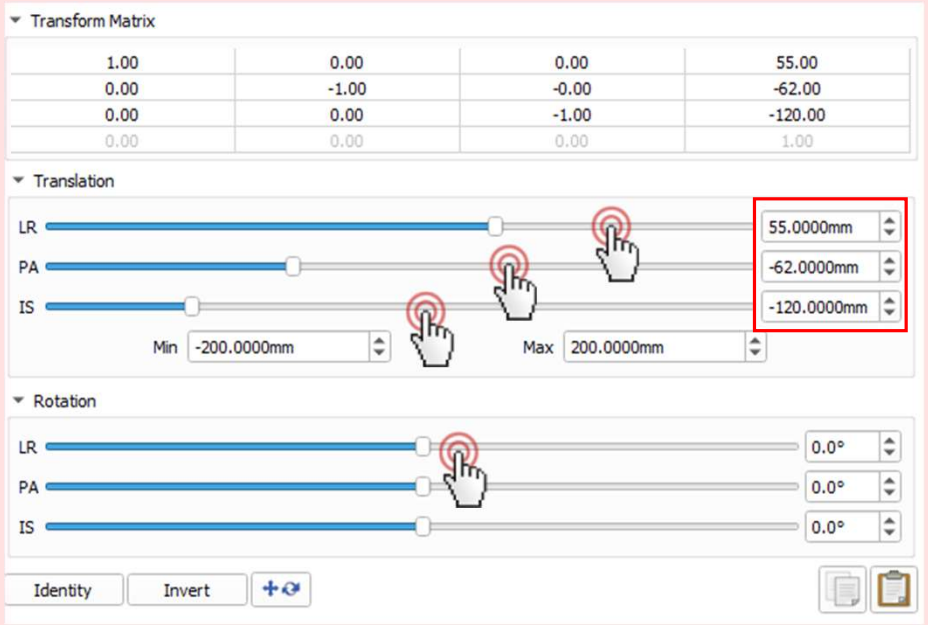


3/4/B: Mover a base para a posição correta

Não precisamos de 3/3 quando fazemos dessa forma

Clique com o botão direito novamente e escolha Editar propriedades...

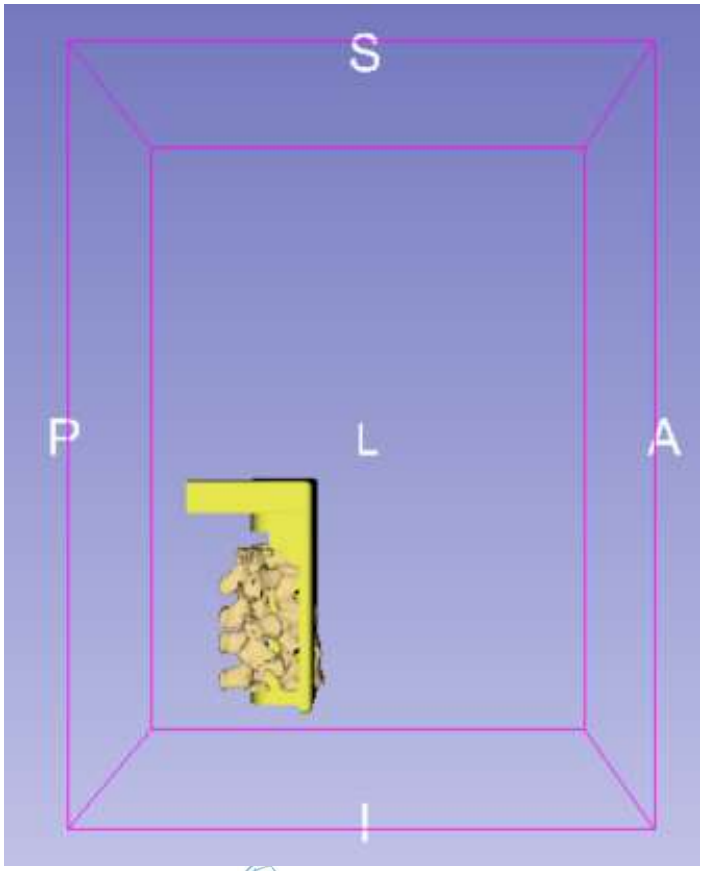




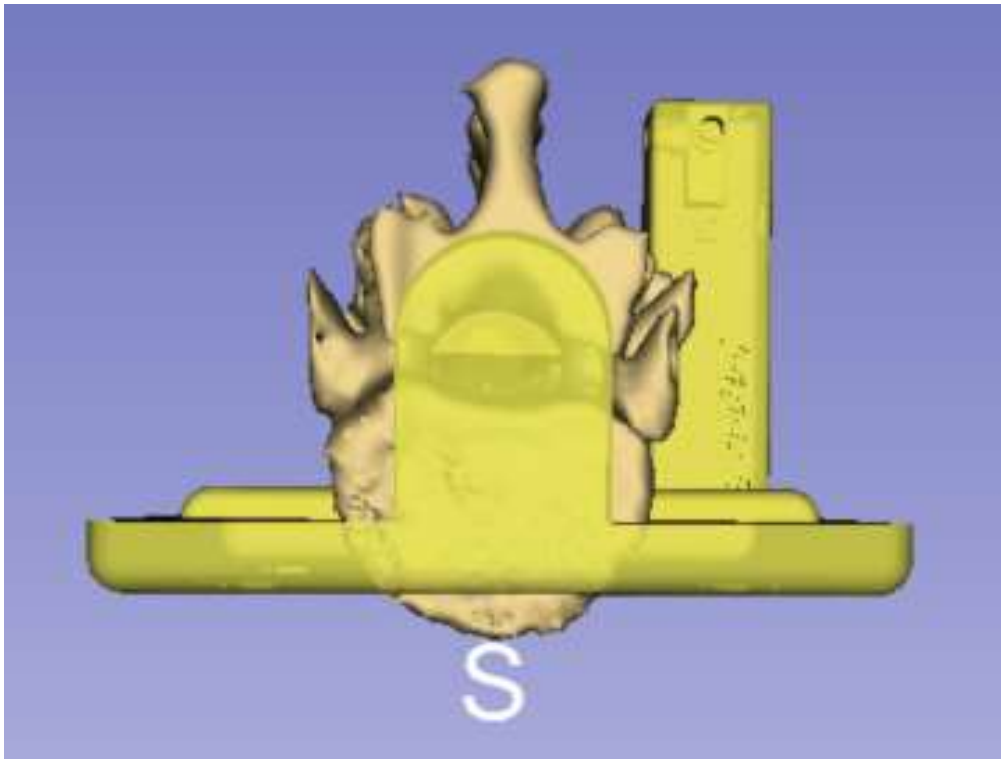
1. Primeiro, gire o modelo 180 graus de Esquerda-para-Direita, arrastando o controle deslizante “LR” para a esquerda.

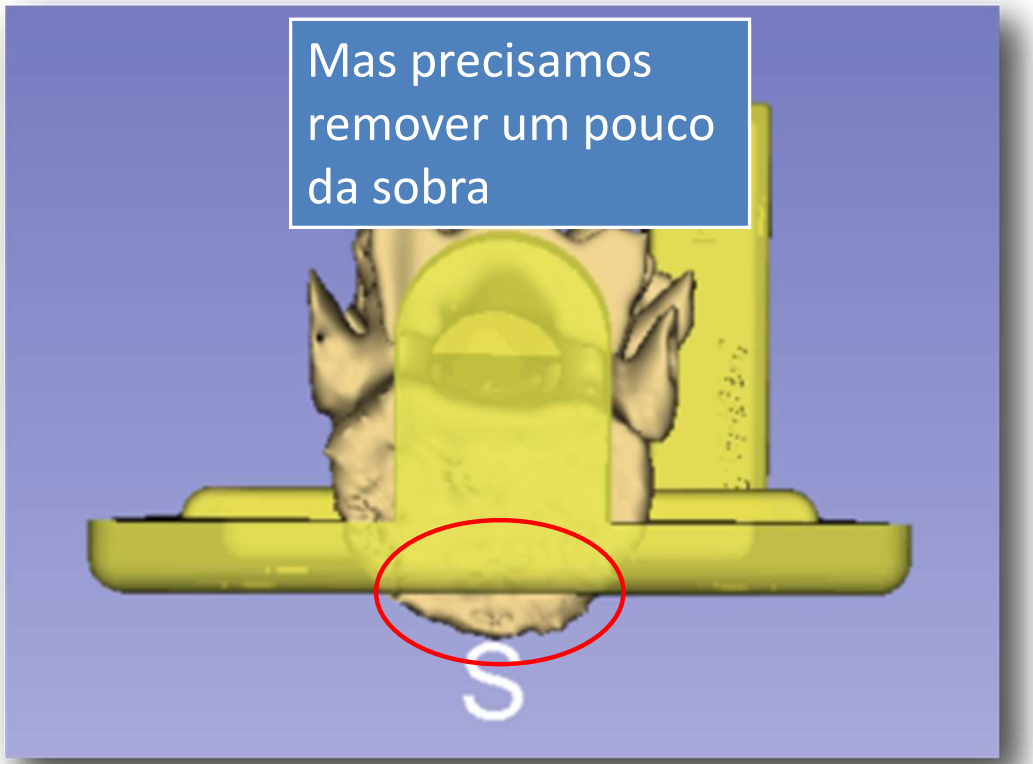
2. Em seguida, mova os controles deslizantes até que a base esteja na posição correta (os valores na imagem são os finais).

3/6/A: A base está na posição correta

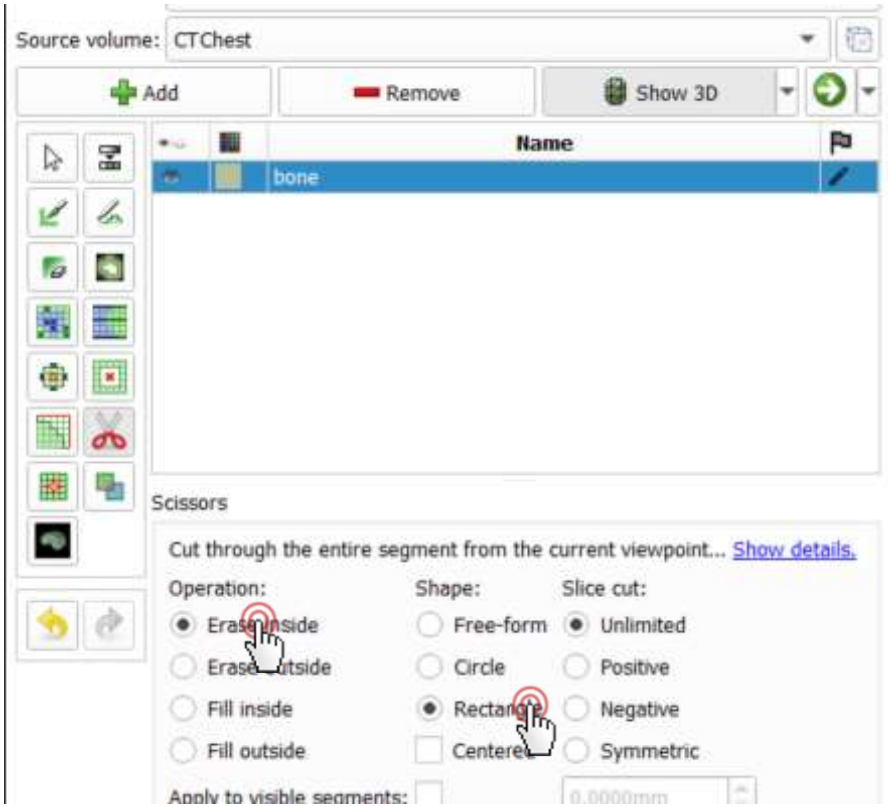


3/6/B: A base está na posição correta

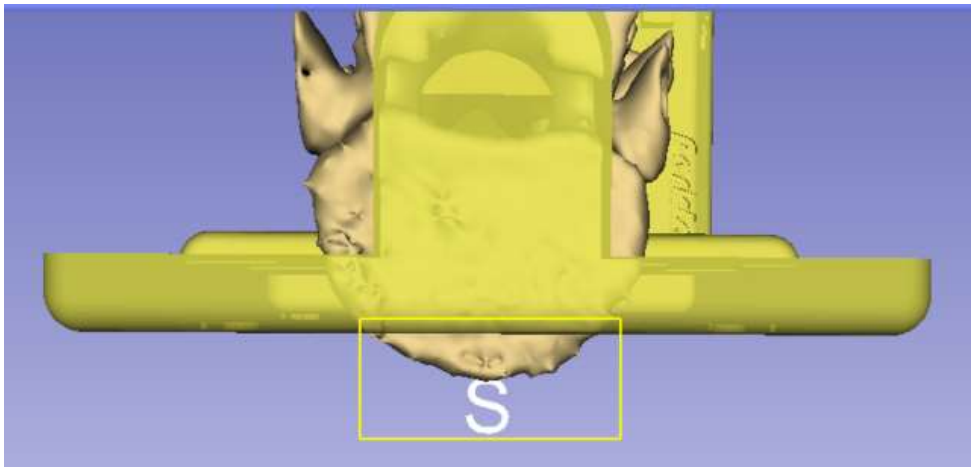


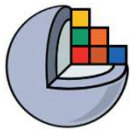


3/7: Usar o efeito Tesoura para remover a sobra



1. Volte para o Editor de Segmentos
2. Apague a sobra



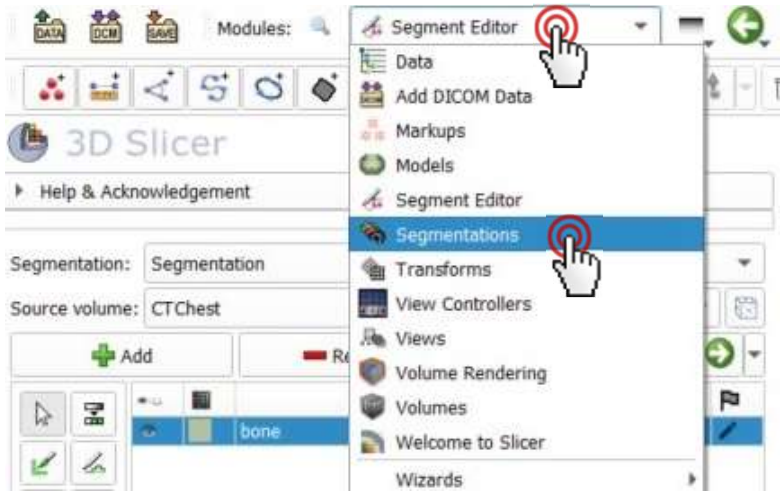


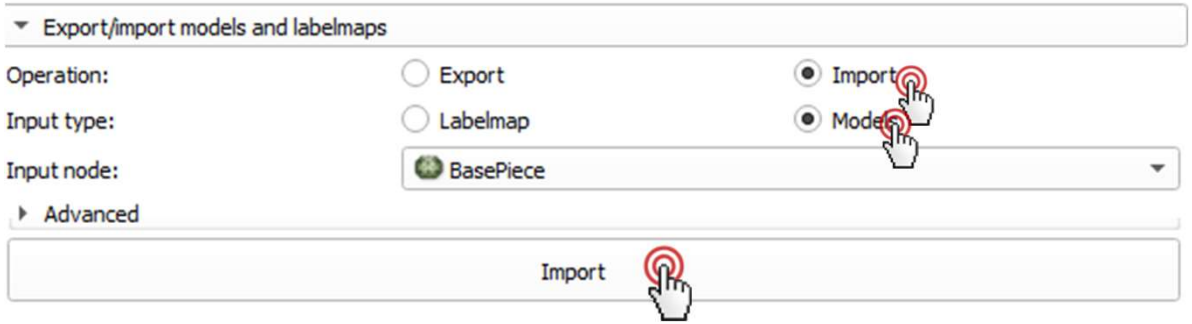
Parte 4: Mesclar e finalizar o fantoma

Visão geral:

- Criar segmentação a partir da peça base
- Copiar o segmento da peça base para a segmentação da vértebra
- Mesclar os dois segmentos
- Cortar o buraco no fantoma

4/1: Importar base para segmentação

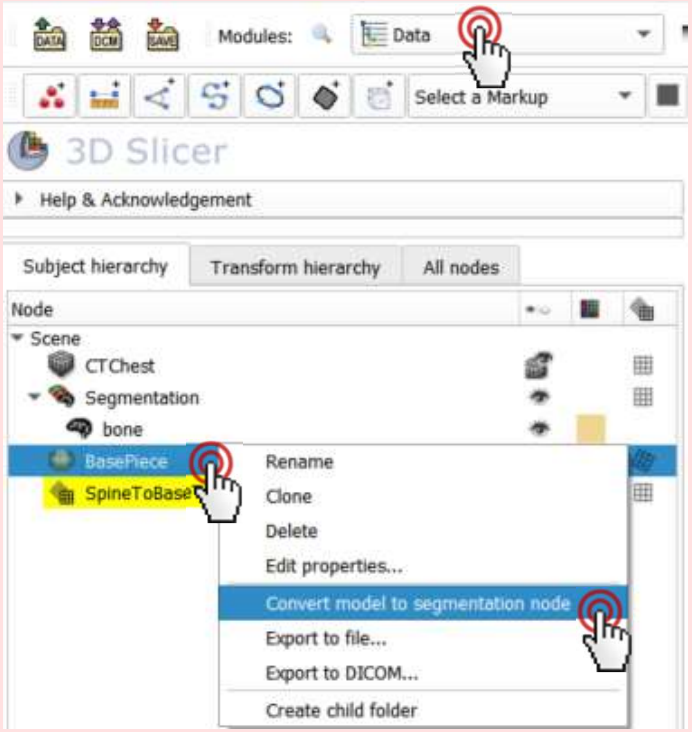


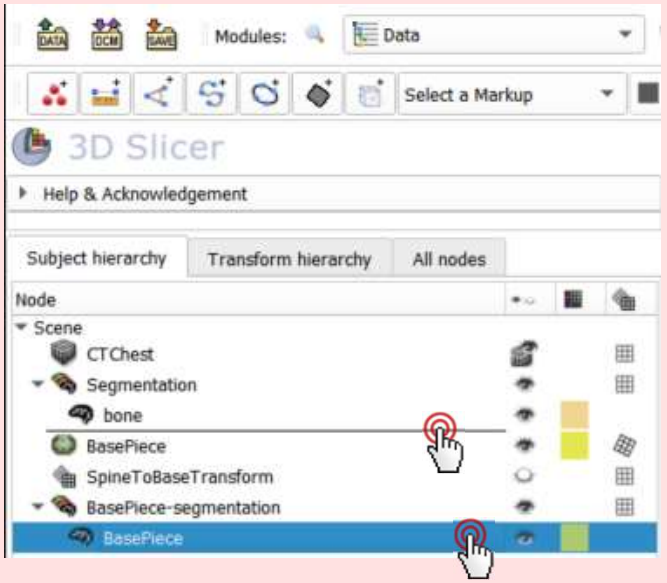


EBATINCA

4/1/A Importar base para segmentação

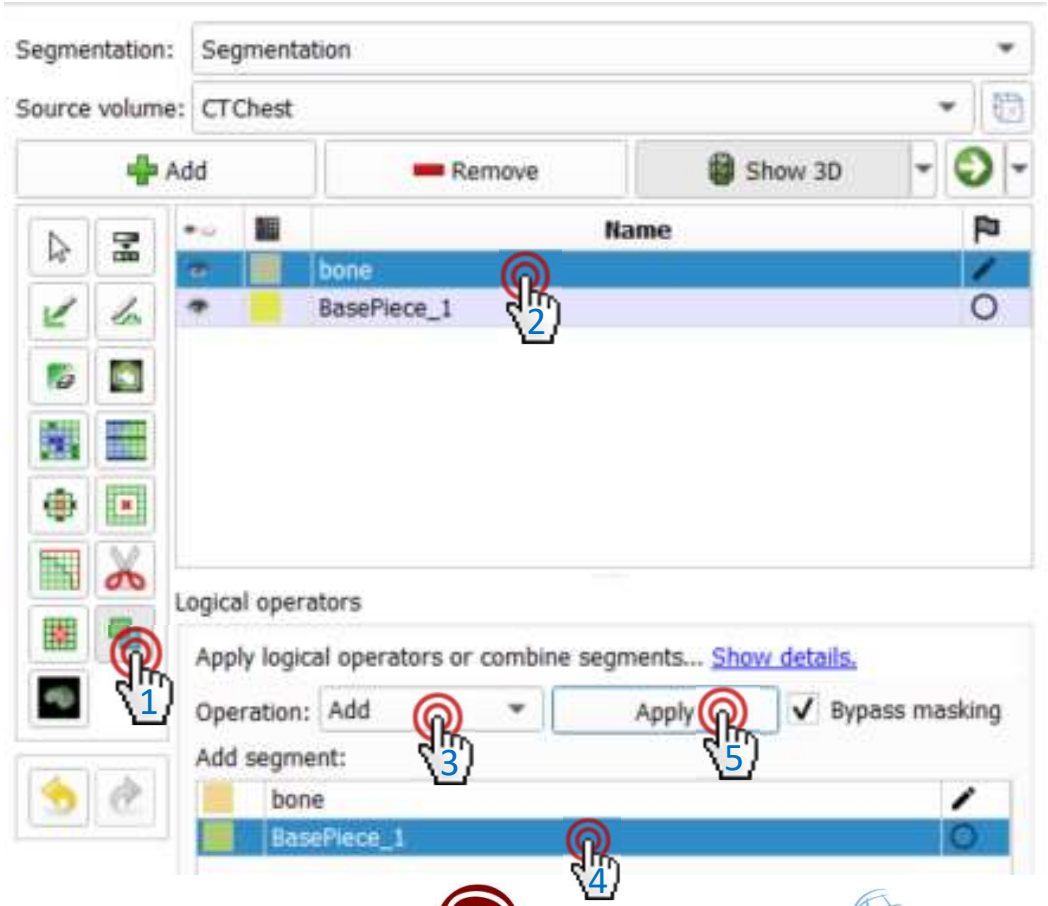
Troque para o módulo de Dados, clique com o botão direito em PeçaBase e selecione “Converter modelo para nó de segmentação”





Arraste e solte a “PeçaBase" da "Segmentação PeçaBase" abaixo do segmento “Osso".

4/2: Mesclar no Editor de Segmento



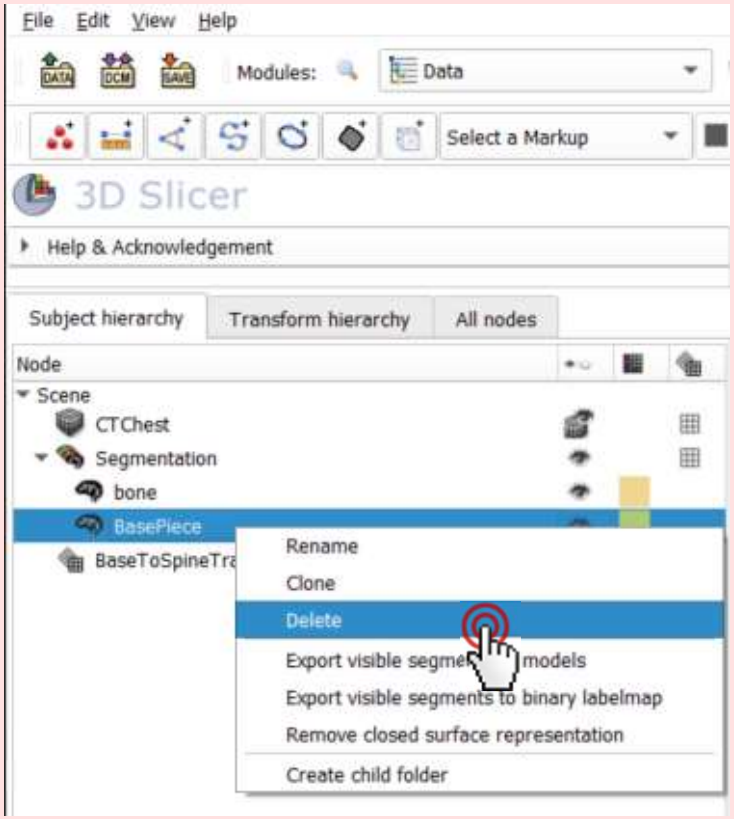
Volte ao *Editor de Segmentos*

1. Selecione Operadores Lógicos
2. Selecione a coluna (osso)
3. Escolha a operação Adicionar
4. Selecione PeçaBase
5. Clique em Aplicar

4/3: Remover o segmento da base

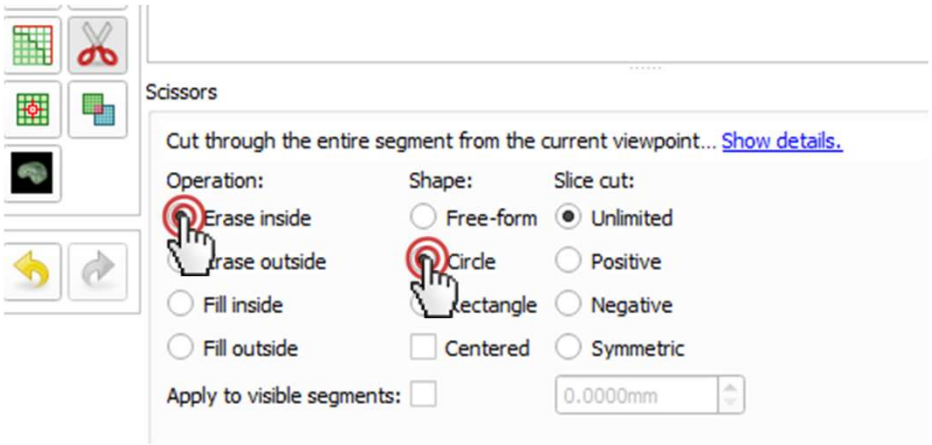
4/3: Remover o segmento da base

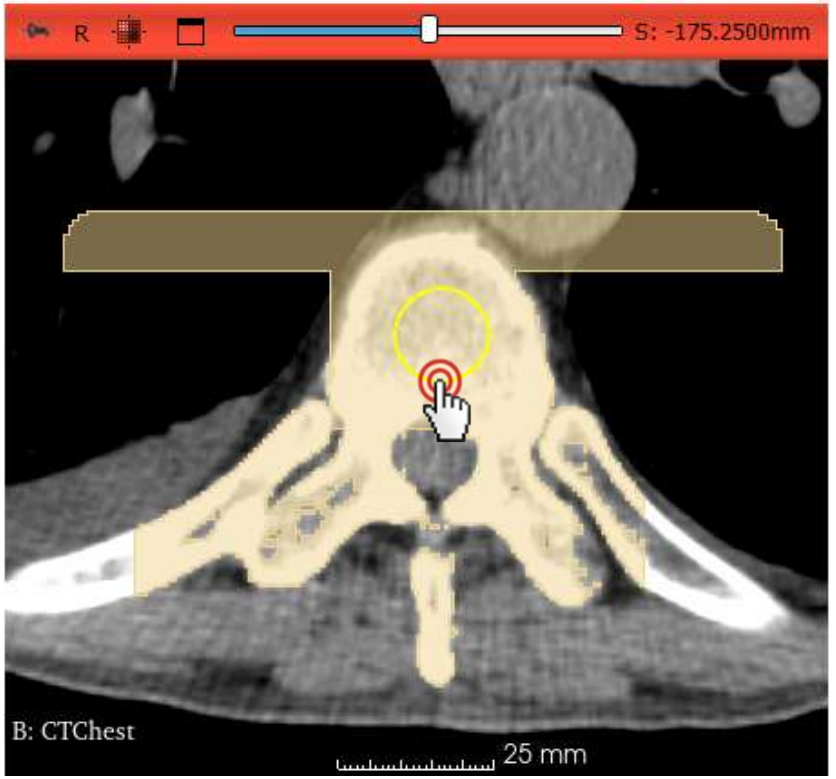
Altere para o Módulo Dados



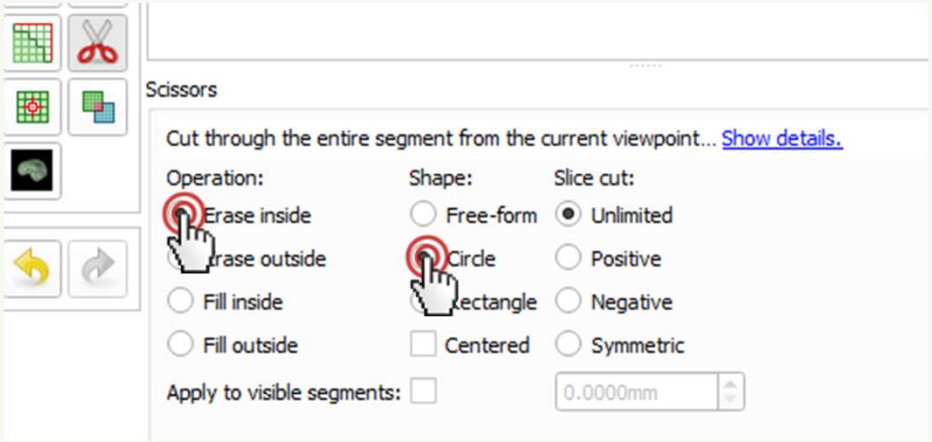
Clique com o botão direito no nó do segmento PeçaBase e escolha “Excluir”

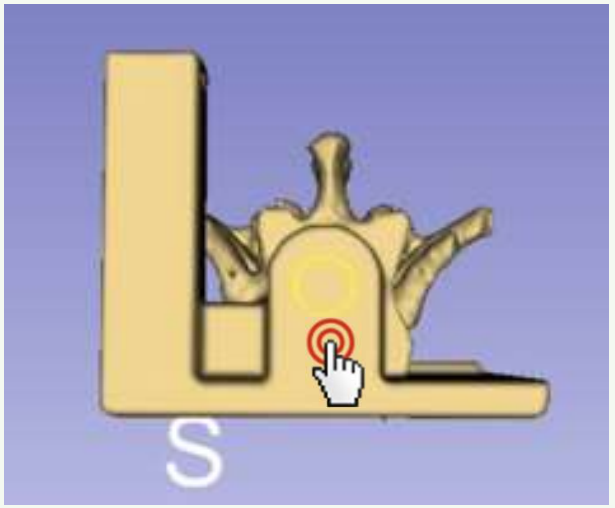
4/4: Use a ferramenta Tesoura para cortar o buraco no modelo do fantoma





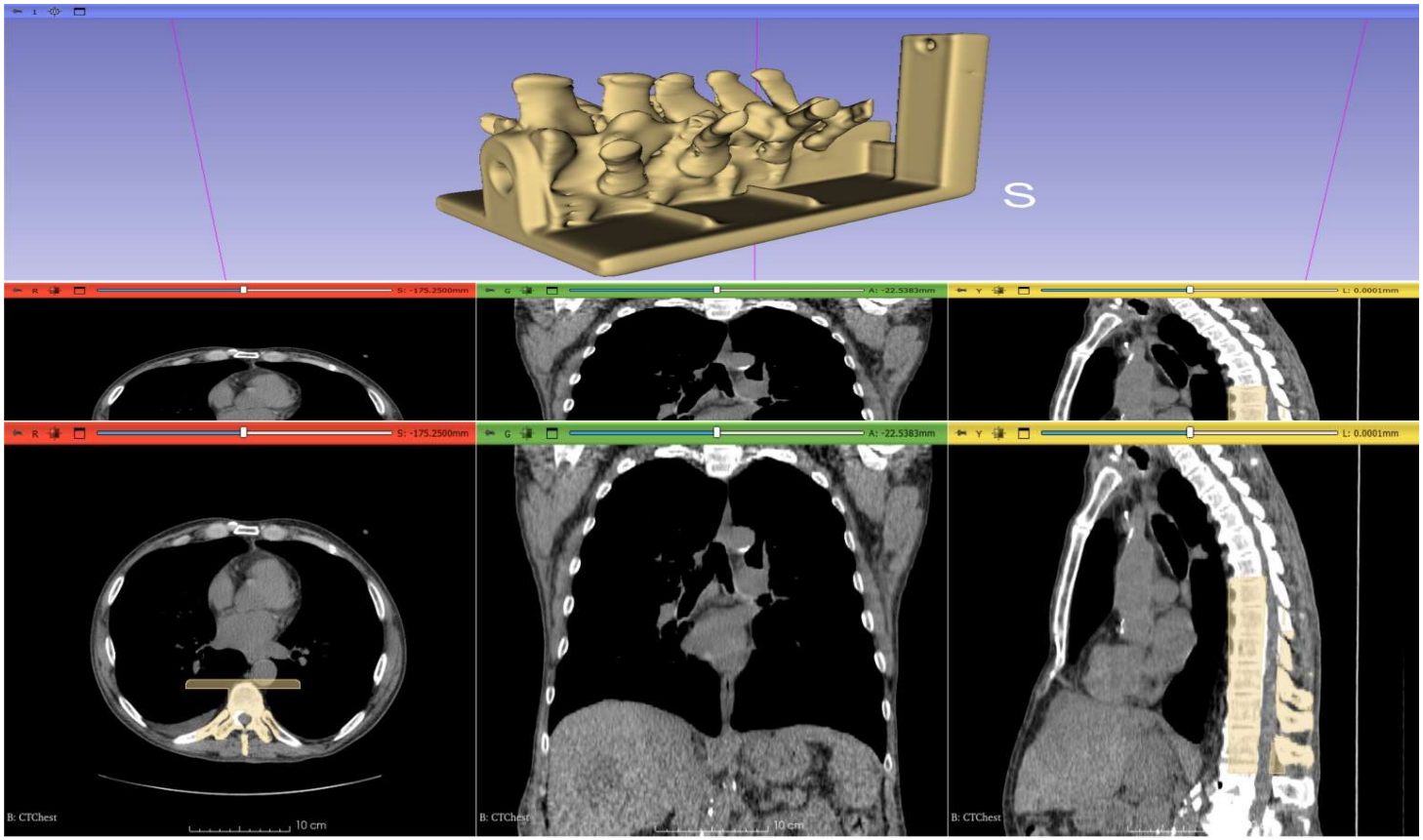
4/4: Cortar um buraco no fantoma usando a ferramenta Tesoura



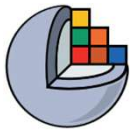


Você também pode cortar o buraco diretamente na visualização 3D

O fantoma está pronto!



Parte 5: Salvar o fantoma como arquivo STL

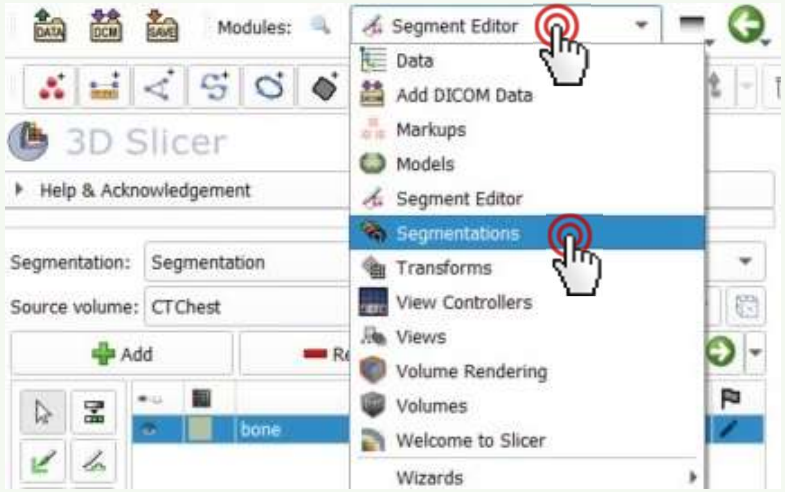


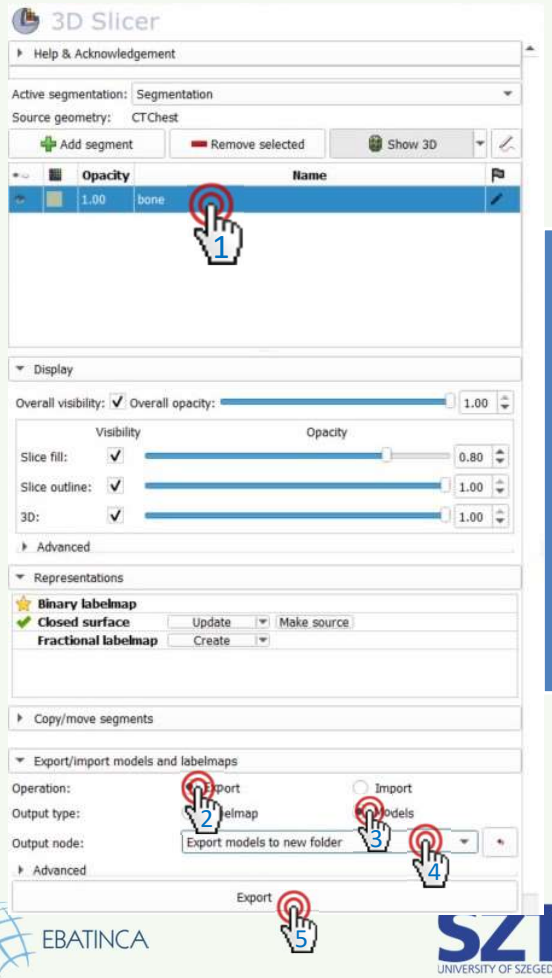
Visão Geral:

- Exporte o segmento do fantoma para um nó de modelo.
- Salve o modelo em um arquivo STL.

5/1: Exportar o segmento do fantoma para um modelo

Altere para o módulo Segmentações



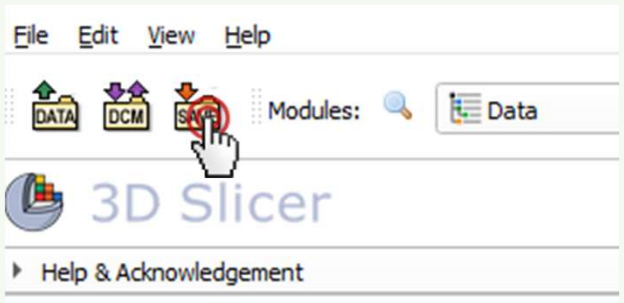


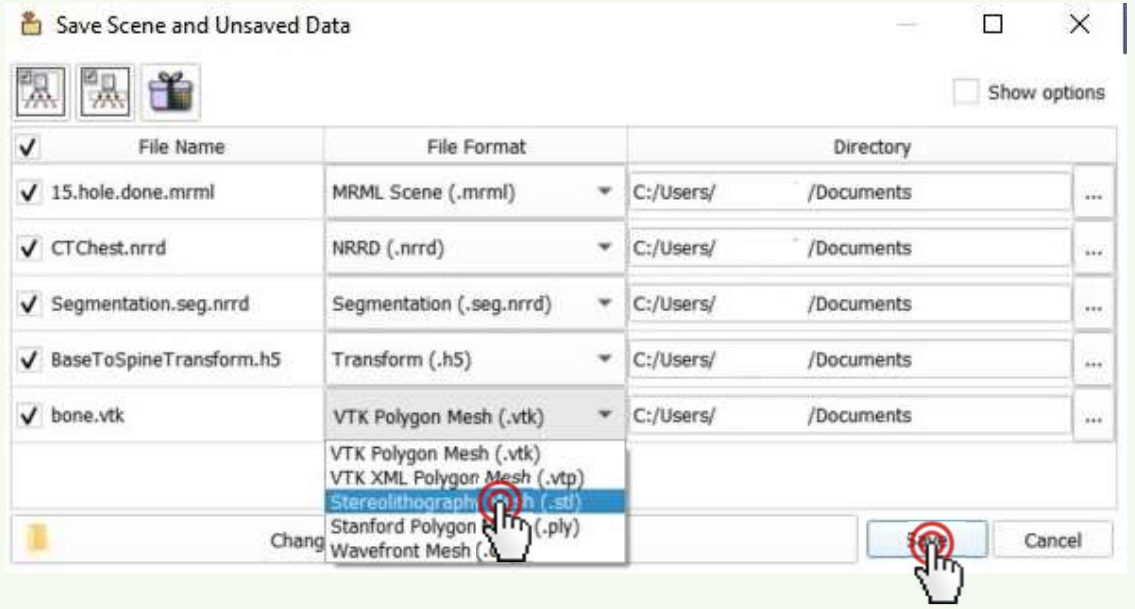
1. Selecione o segmento.
2. Selecione Exportar.
3. Escolha Modelos.
4. Escolha Exportar modelos para uma nova pasta.
5. Clique em Exportar.

EBATINCA

SZTE UNIVERSITY OF SZEGED

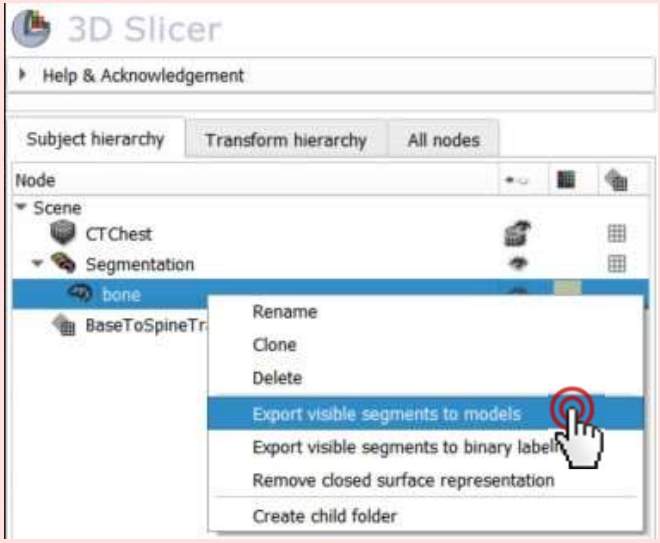
5/2: Salvar o modelo para STL





5/1: Exportar o segmento do fantoma para um modelo

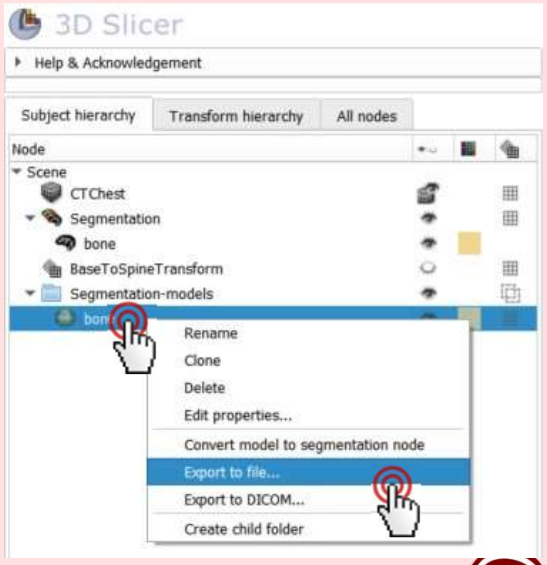
Mude para o módulo Dados, clique com o botão direito no segmento e clique em Exportar segmentos visíveis para modelos

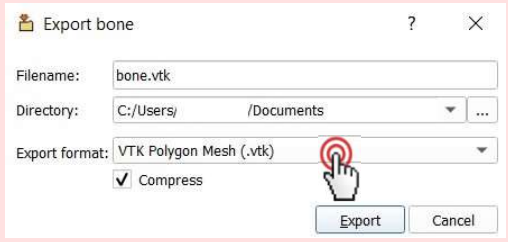


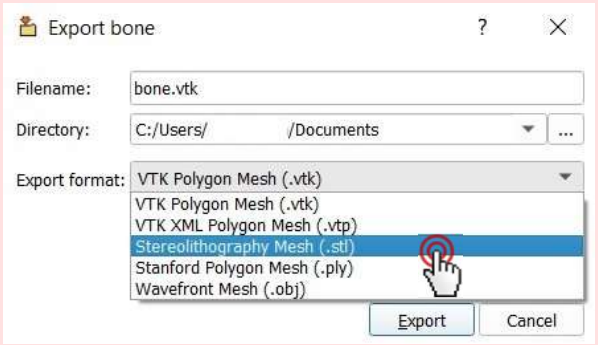
Você pode definir a visibilidade de um segmento clicando no ícone do olho

5/2: Salvar modelo para STL

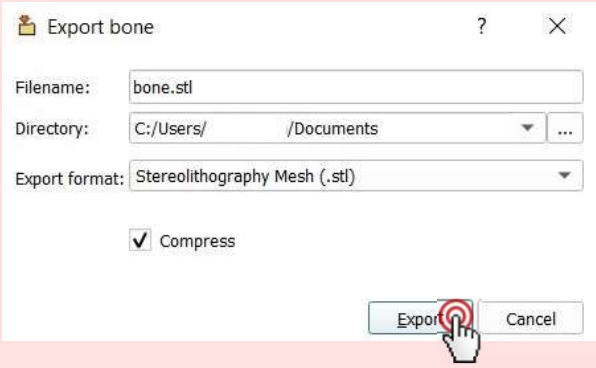
Ainda no módulo de Dados, clique com o botão direito no segmento e escolha Exportar para arquivo





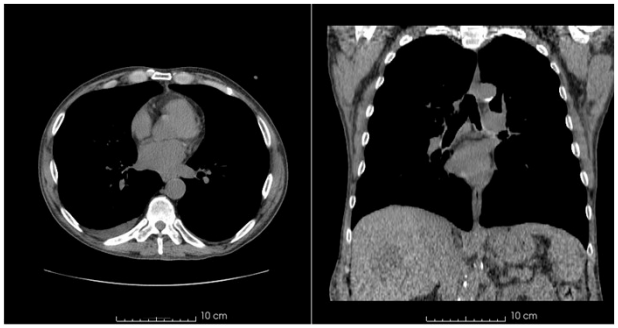


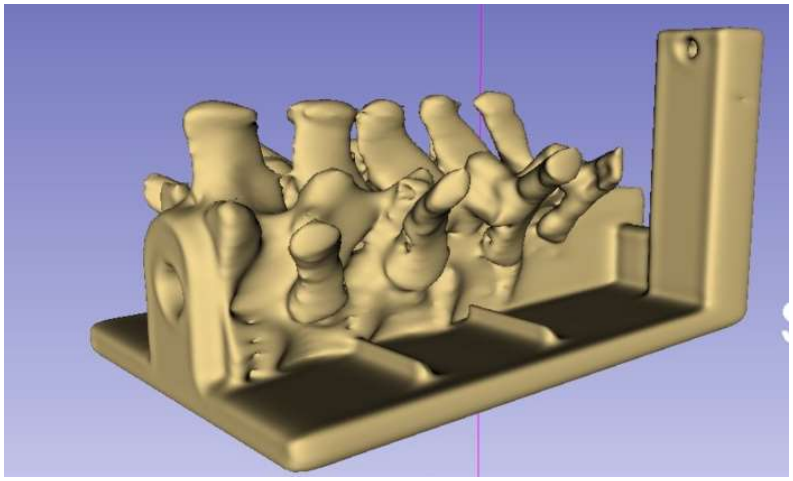
1. Defina o diretório de saída clicando nos 3 pontos
2. Clique no menu suspenso de formato de exportação e selecione ‘.stl’
3. Clique em Exportar



Conclusão

No tutorial, resumimos, por meio de um exemplo, como podemos carregar e segmentar uma região anatômica no 3D Slicer, além dos passos necessários para preparar o modelo criado para impressão 3D.





Agradecimentos

National Alliance for Medical Image Computing

NIH U54EB005149

Cancer Care Ontario

Ontario Consortium for Adaptive Interventions in Radiation Oncology

PerkLab, Queen's University, Kingston, Ontario, Canada

University of Szeged, Szeged, Hungary

Ebatinca S.L. Las Palmas de Gran Canaria, Gran Canaria, Spain