



Uma introdução à fenotipagem de imagens

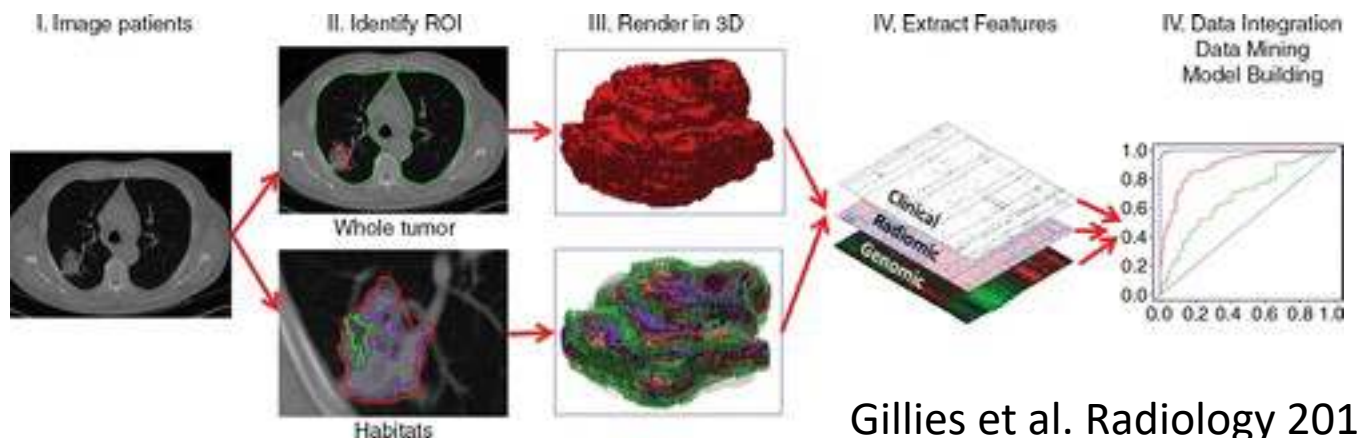
Sonia Pujol, Ph.D.

Professora Assistente de Radiologia
Diretora de Treinamento e Disseminação
Neuroimaging Analysis Center

Brigham and Women's Hospital
Harvard Medical School

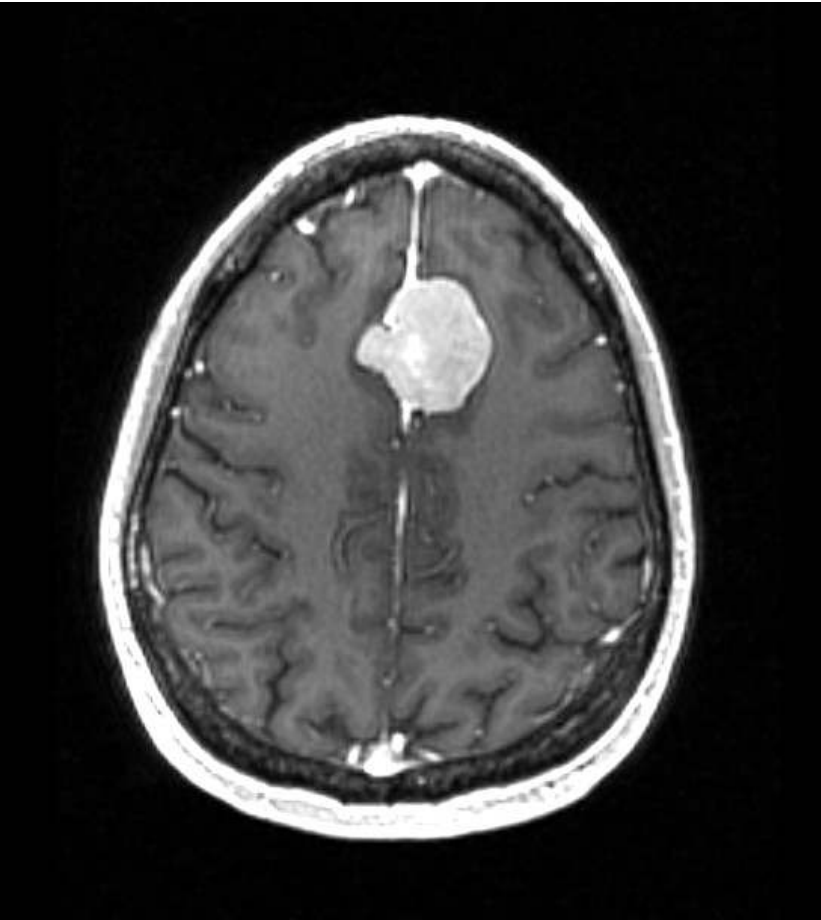
Fenótipos de imagem

- Os fenótipos de imagem descrevem características da doença que podem ser detectadas por meio de imagens médicas combinadas com detecção de características, aprendizado de máquina e análise estatística, e correlacionadas com outros indicadores da doença.



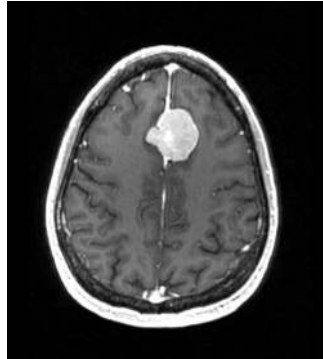
Gillies et al. Radiology 2015

Caso clínico: meningioma



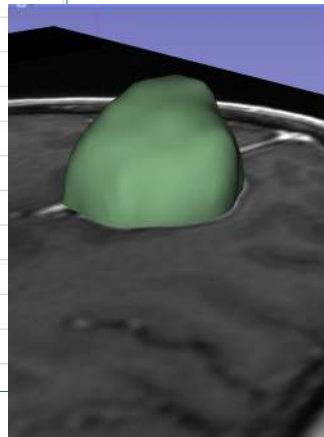
- Os meningiomas são tumores cerebrais extra-axiais de crescimento lento que surgem das células aracnoides
- As opções de tratamento incluem observação, cirurgia e radioterapia
- Preditores de graus tumorais baseados em imagens têm o potencial de aprimorar a tomada de decisão clínica

Objetivo geral

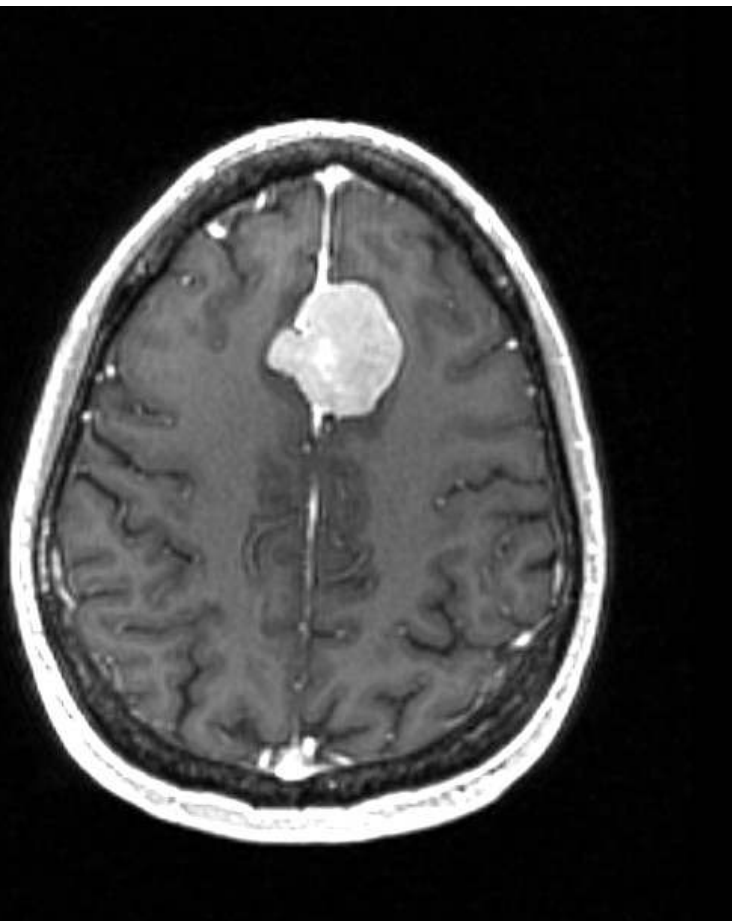


Este tutorial é uma introdução aos fundamentos da fenotipagem de imagens para a caracterização de tumores usando a plataforma 3D Slicer.

Kurtosis	12.4315749384
Mean	179.297568367
GrayLevelVariance	1.00567651545
HighGrayLevelEmphasis	45.873151021
DependenceEntropy	6.16459662954
DependenceNonUniformity	548.562883325
GrayLevelNonUniformity	4972.61959737
SmallDependenceEmphasis	0.0389261318031
SmallDependenceHighGrayLe...	1.92568883112
DependenceNonUniformityNor...	0.0395817074338
LargeDependenceEmphasis	237.650263367
LargeDependenceLowGrayLev...	5.58612453125
DependenceVariance	51.1747739691



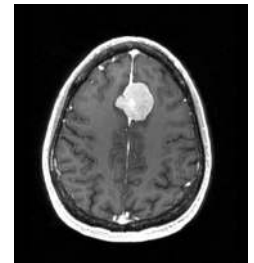
Características de imagem



- As características quantitativas derivadas de dados de imagem têm o potencial de fornecer informações clinicamente relevantes para prever o grau do tumor e avaliar a resposta ao tratamento

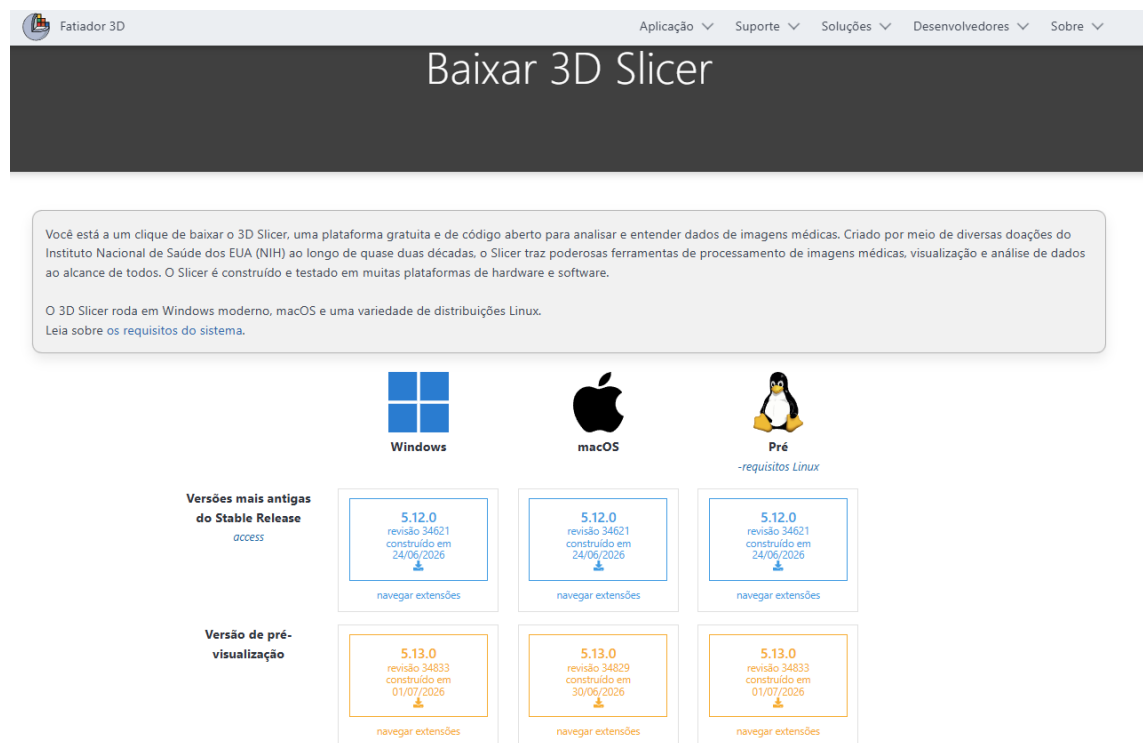
Materiais do tutorial

- 3D Slicer versão 5.12.0
- Slicer Radiomics Extension
- Conjunto de dados Meningioma



Instalação do 3D Slicer

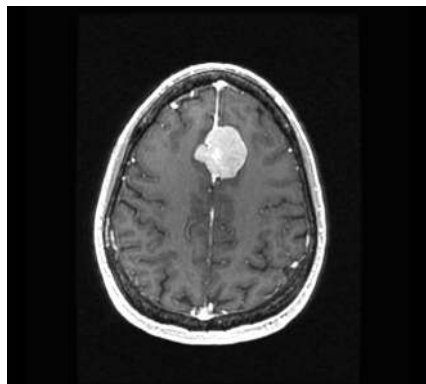
- Para instalar e iniciar o software 3D Slicer no seu computador, siga as instruções do **tutorial Quick Start Guide**, disponível em <https://download.slicer.org/>



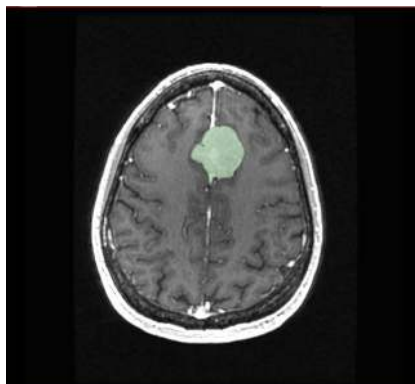
Aviso

- O 3D Slicer é um software livre e de código aberto para pesquisa em computação de imagens médicas, distribuído sob uma licença de estilo BSD.
- O software não é aprovado pela FDA nem possui marcação CE, e destina-se apenas a uso em pesquisa.

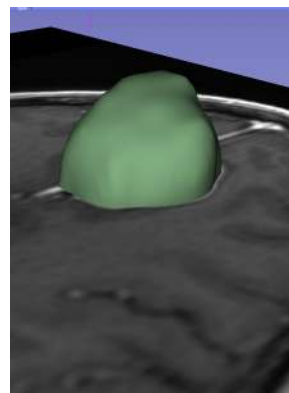
Visão geral do fluxo de trabalho



Etapa 1: Carregamento dos dados



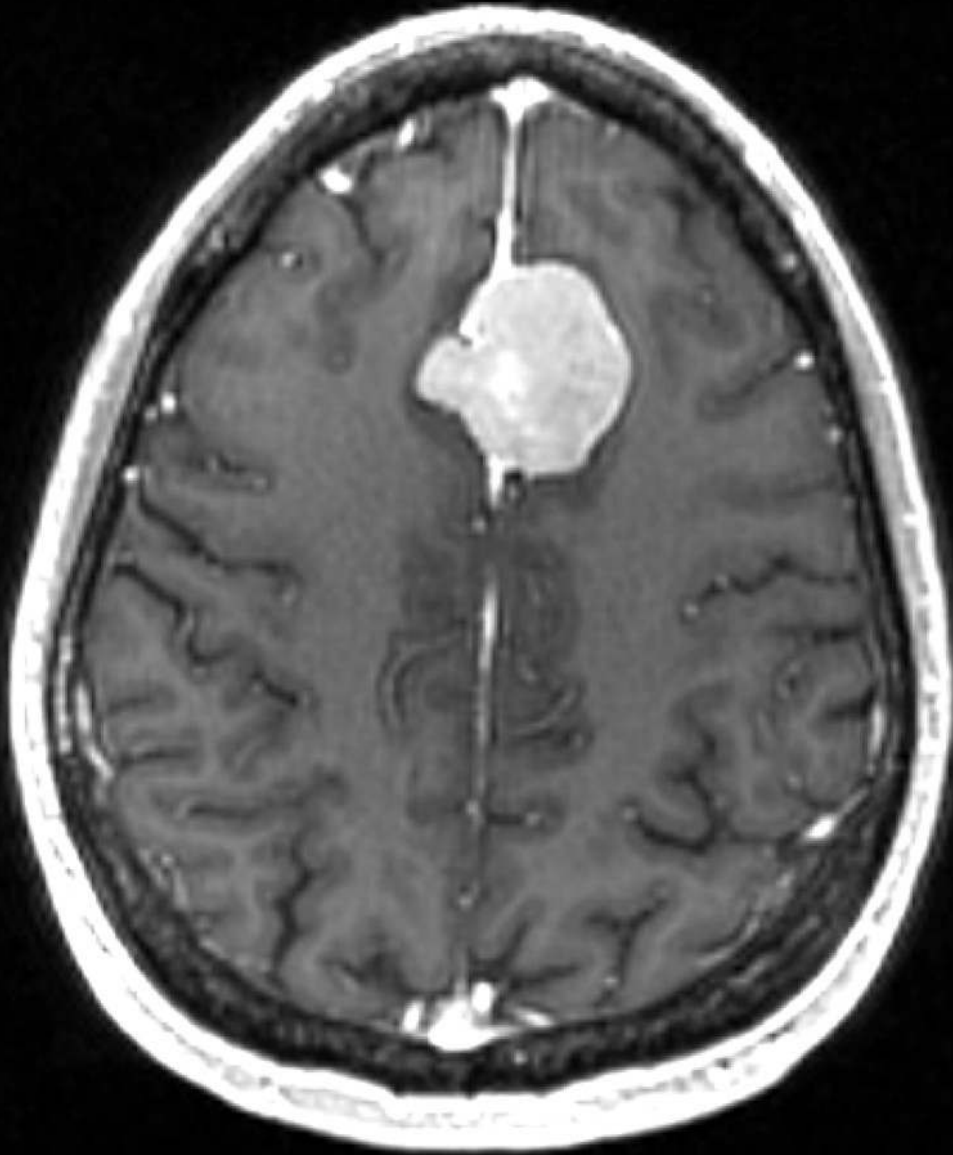
Etapa 2: Segmentação do tumor



Etapa 3: Cálculo do volume do tumor

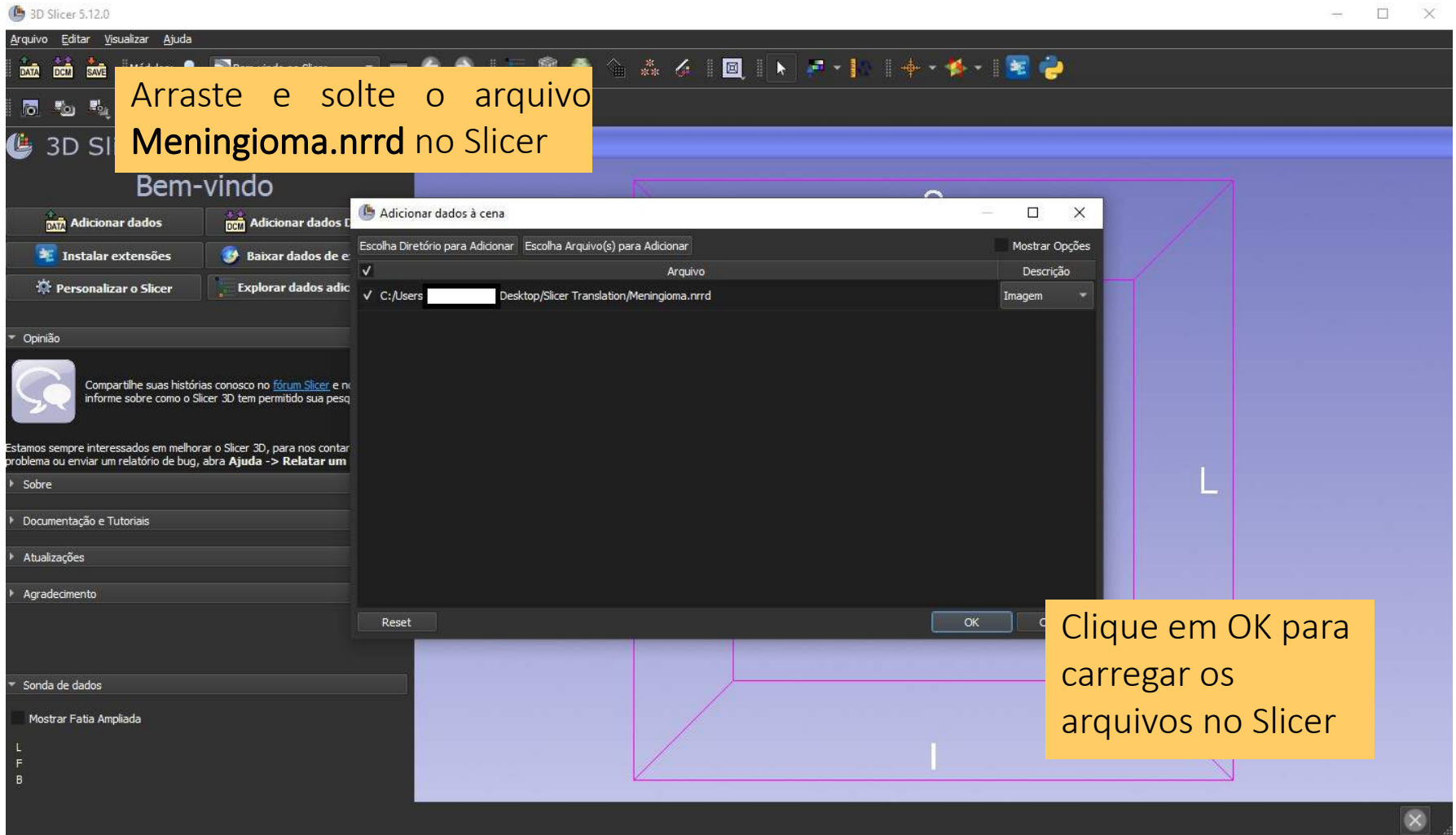
Kurtosis	12.4315749384
Mean	179.297568367
GrayLevelVariance	1.00567651545
HighGrayLevelEmphasis	45.873151021
DependenceEntropy	6.16459662954
DependenceNonUniformity	548.562883325
GrayLevelNonUniformity	4972.61959737
SmallDependenceEmphasis	0.0389261318031
SmallDependenceHighGrayLe...	1.92568883112
DependenceNonUniformityNor...	0.0395817074338
LargeDependenceEmphasis	237.650263367
LargeDependenceLowGrayLev...	5.58612453125
DependenceVariance	51.1747739691

Etapa 4: Extração das características de imagem

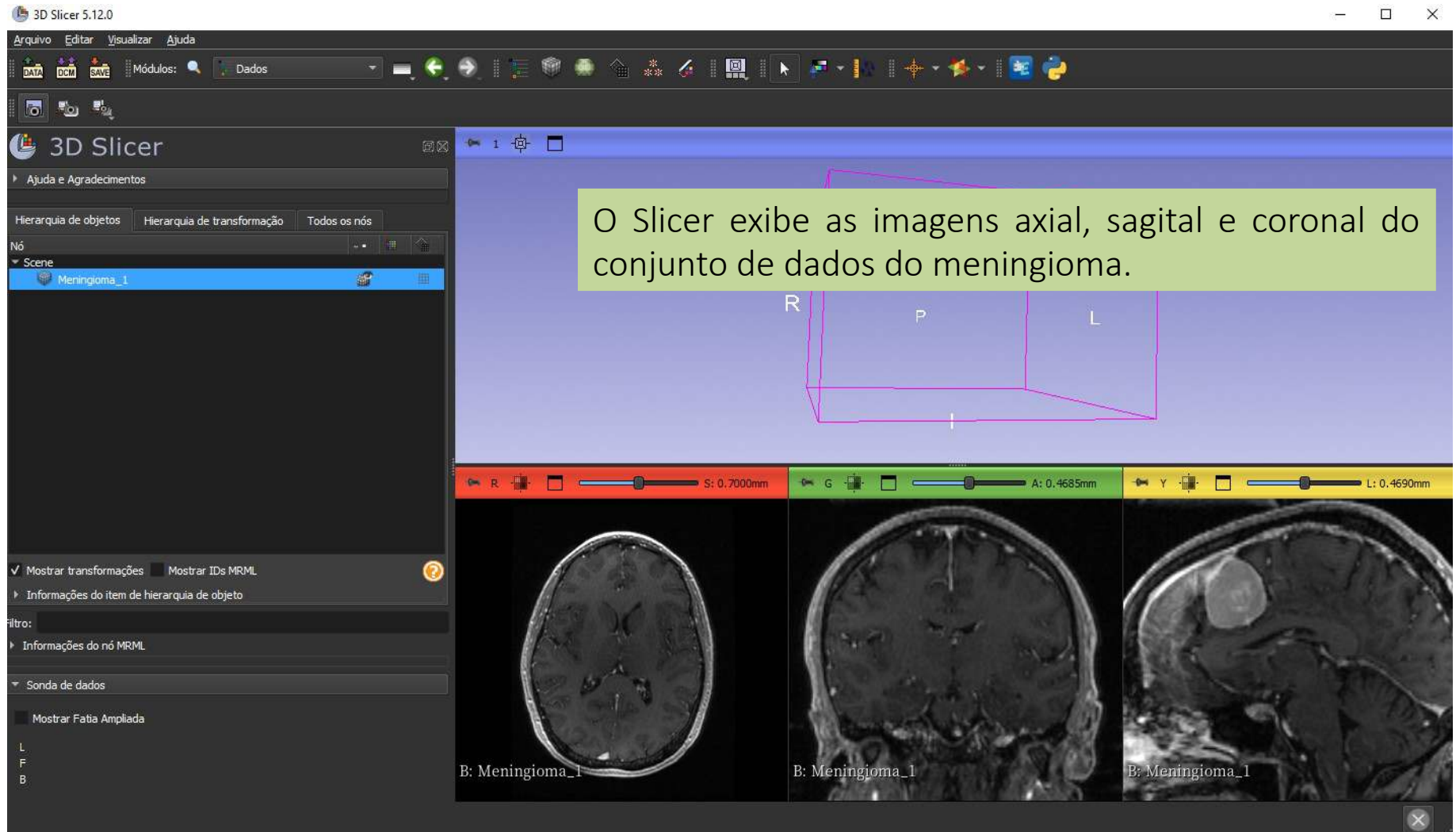


Parte 1:
Carregamento dos
dados e medições
do diâmetro do
tumor

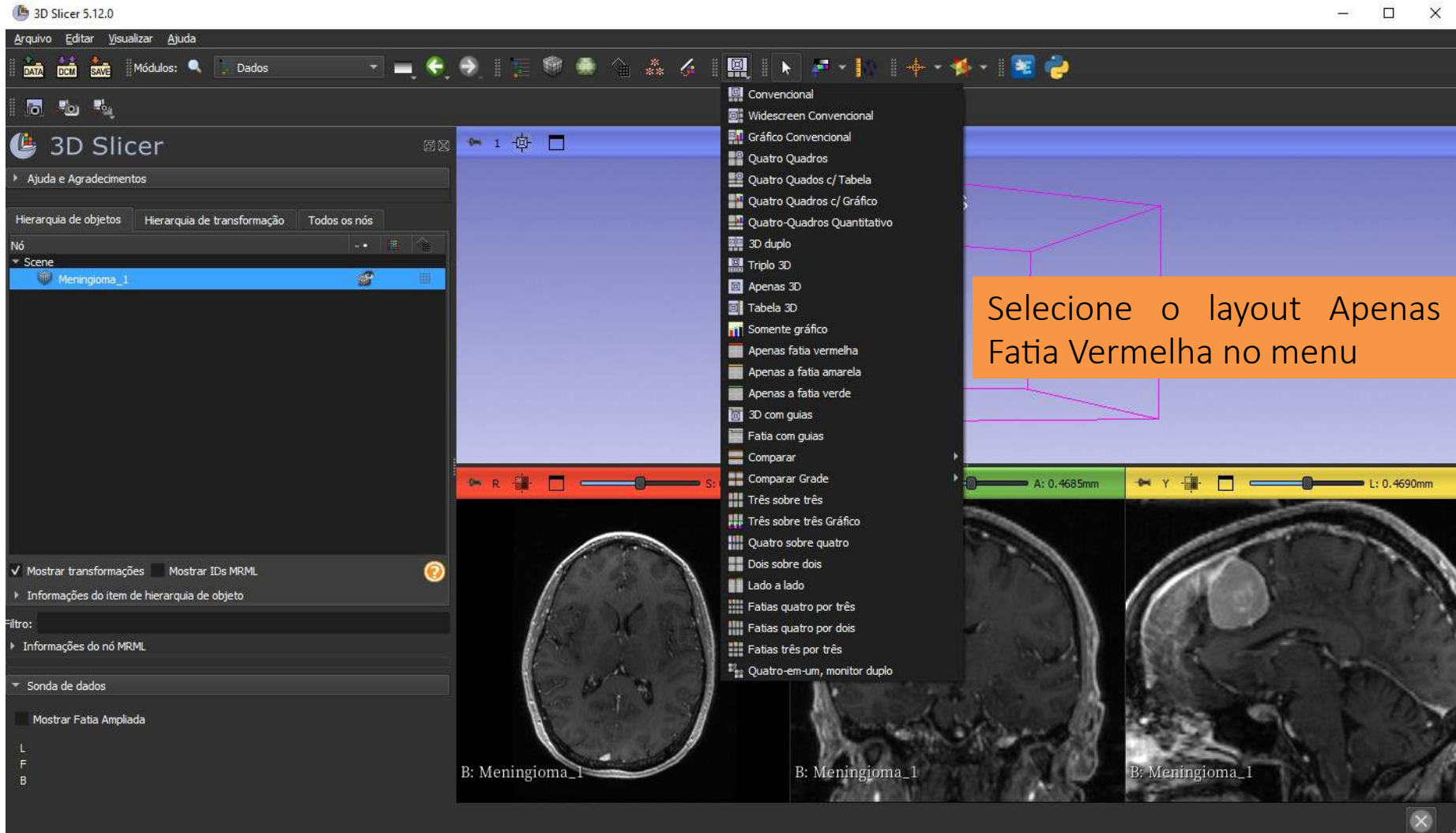
Carregamento dos dados



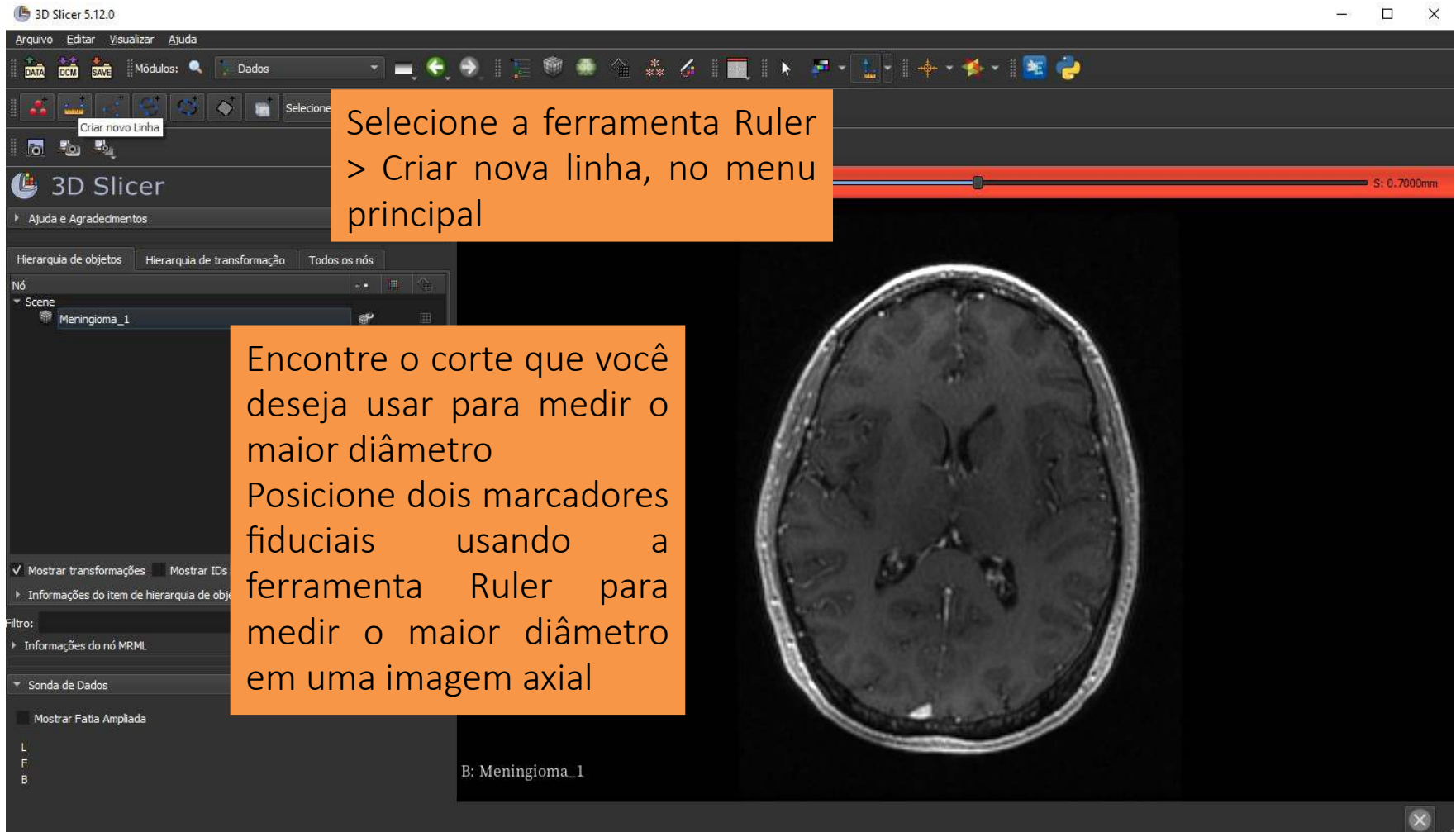
Carregamento dos dados



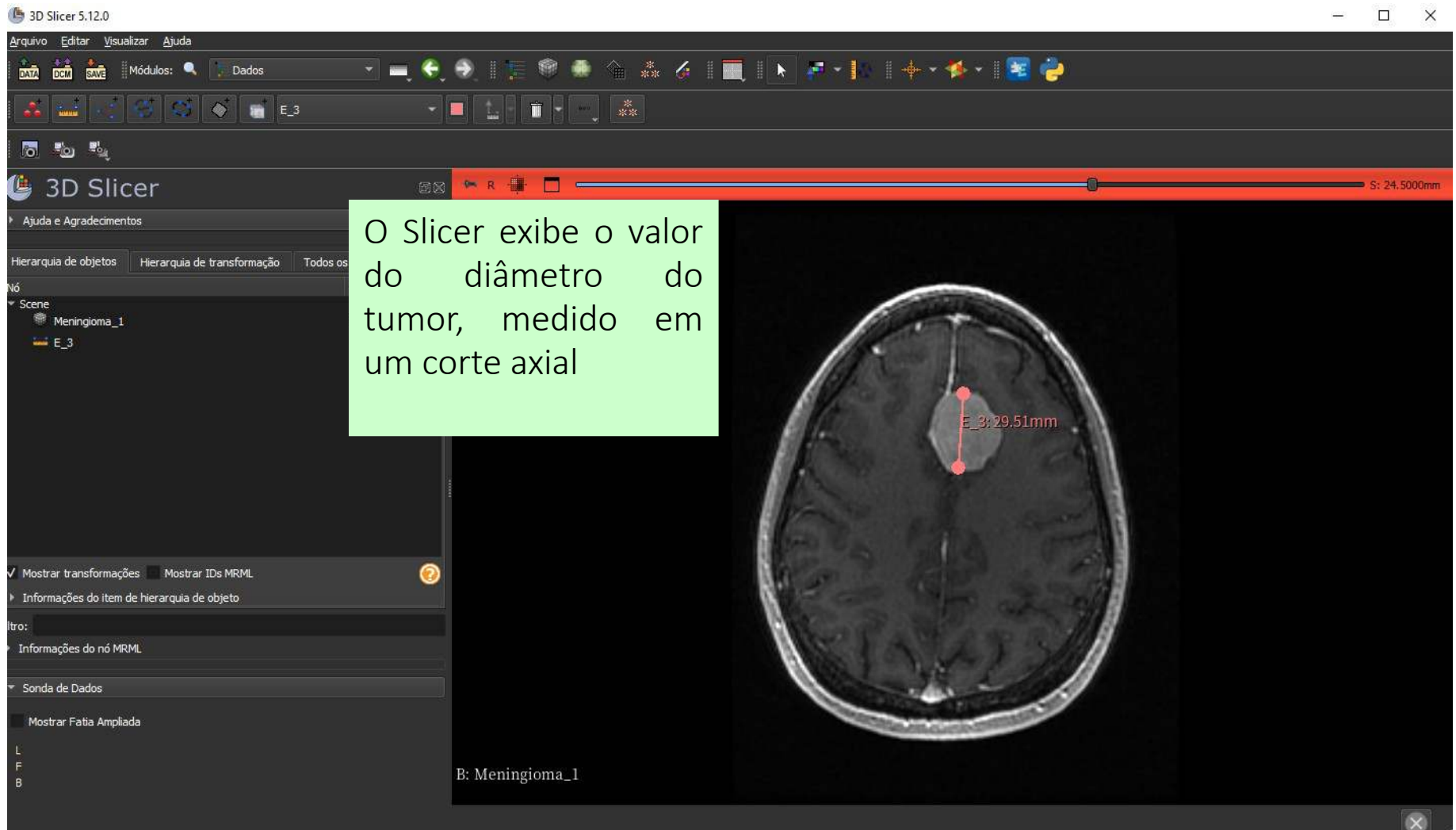
Carregamento dos dados

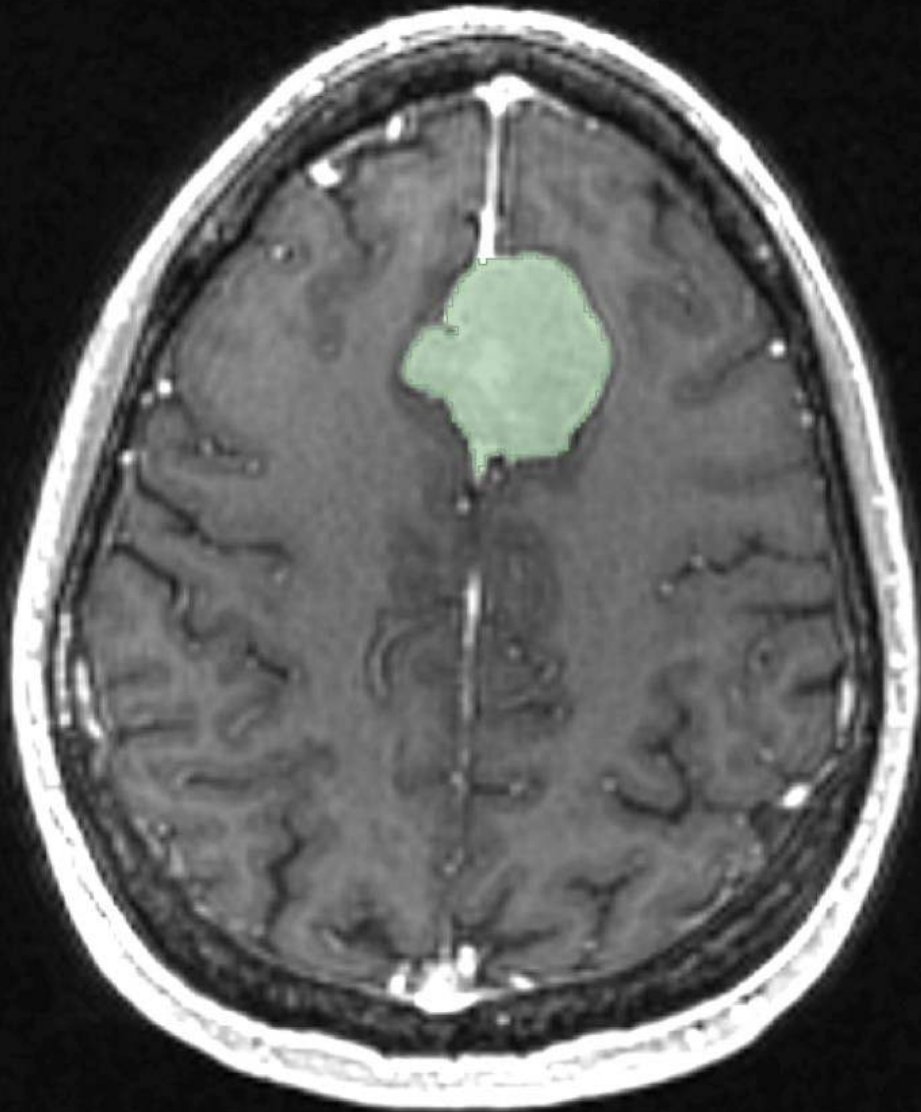


Carregamento dos dados



Carregamento dos dados





Par
Seg

Parte 2: Segmentação do tumor

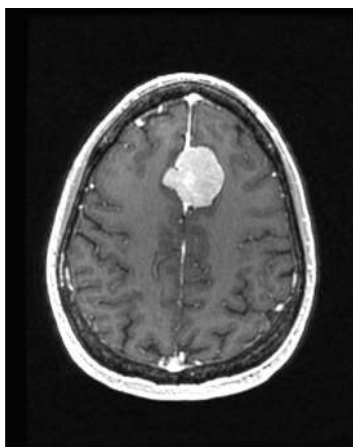
Segmentação de imagens

- A segmentação de imagens é o processo de identificar os contornos de estruturas de interesse nos dados de imagem
- A segmentação de imagens pode ser realizada por contorno manual ou usando algoritmos de segmentação automatizados

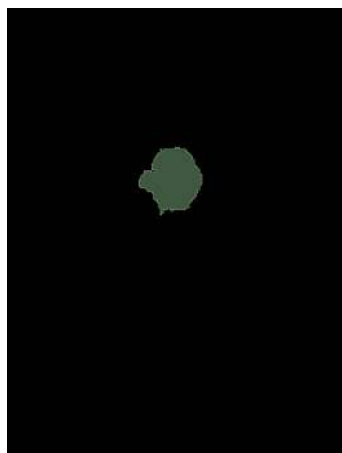
Segmentação de imagens

- O módulo Segment Editor do 3D Slicer oferece ferramentas poderosas para segmentação manual e semiautomática
- O módulo recebe uma imagem de referência (**Master Volume**) como entrada e produz uma imagem segmentada (**Segmentation**) como saída

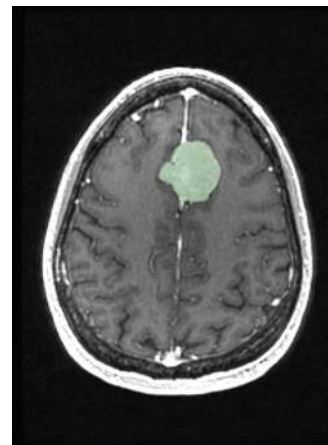
Terminologia



Master Volume



Segmentation

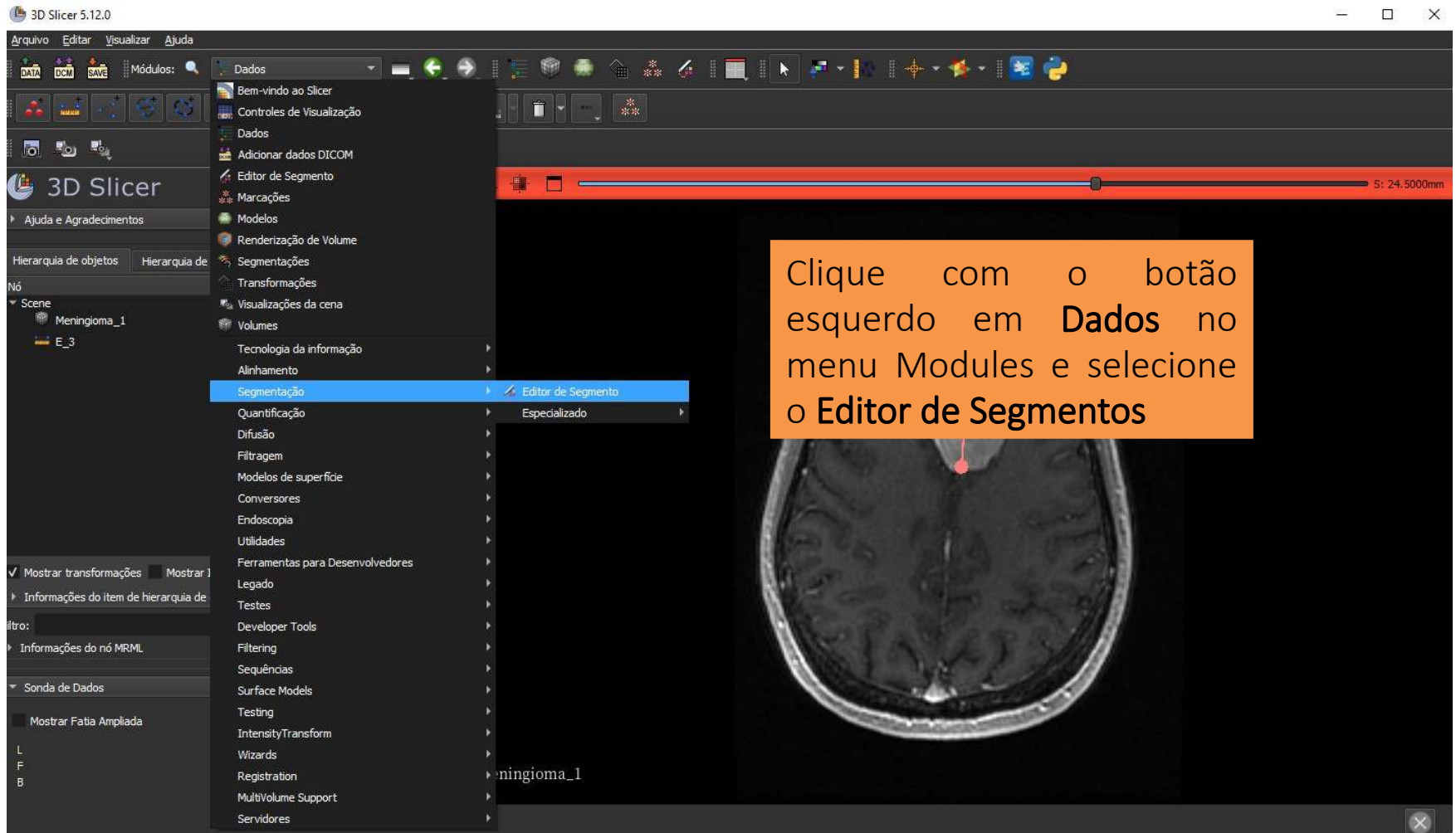


Master Volume
&
Segmentation

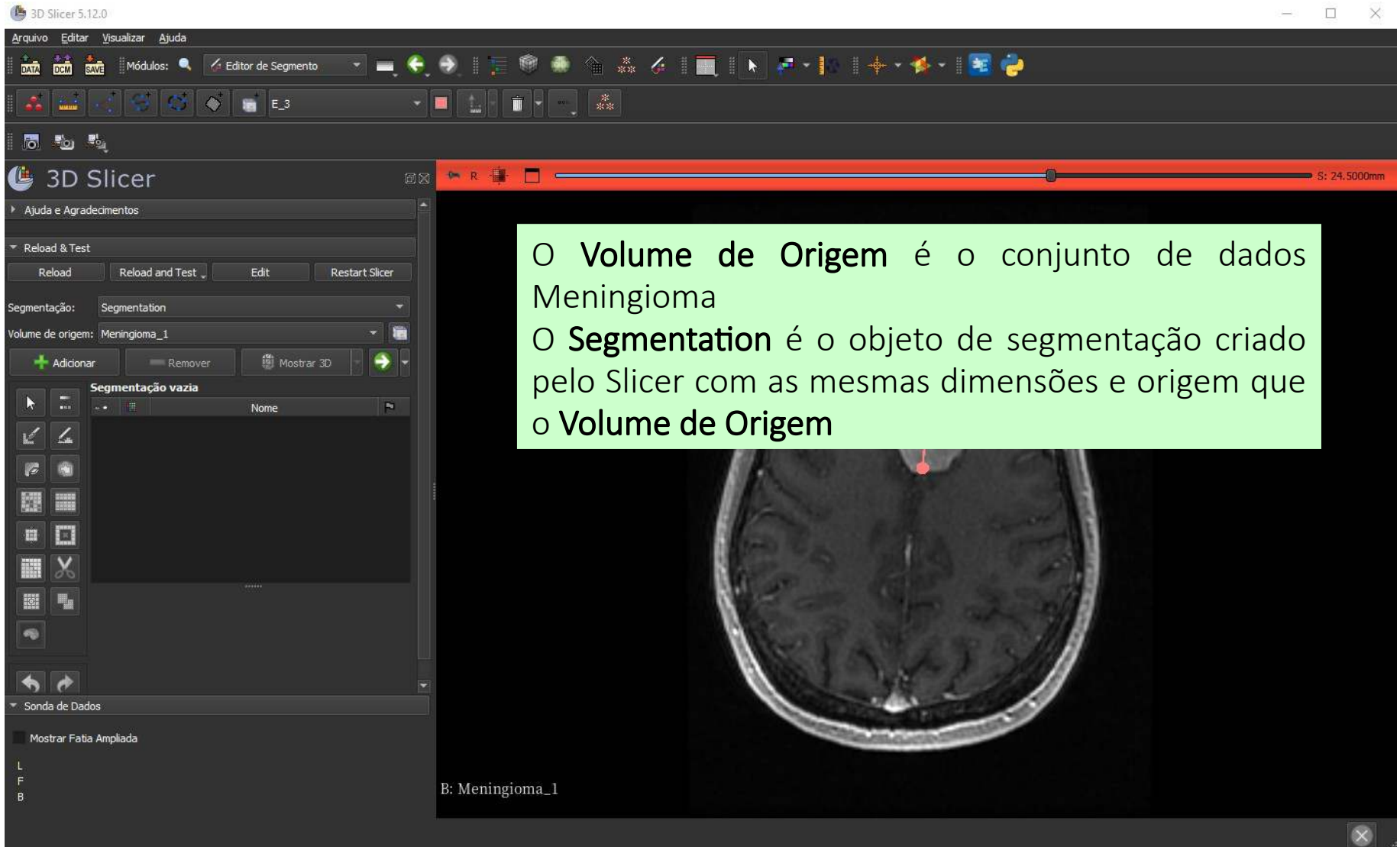
Neste tutorial,

- O Master Volume **Meningioma** é o conjunto de dados inicial de RM cerebral
- O volume Segmentation **Segmentation** é um objeto de segmentação com as mesmas dimensões e origem que o Master Volume

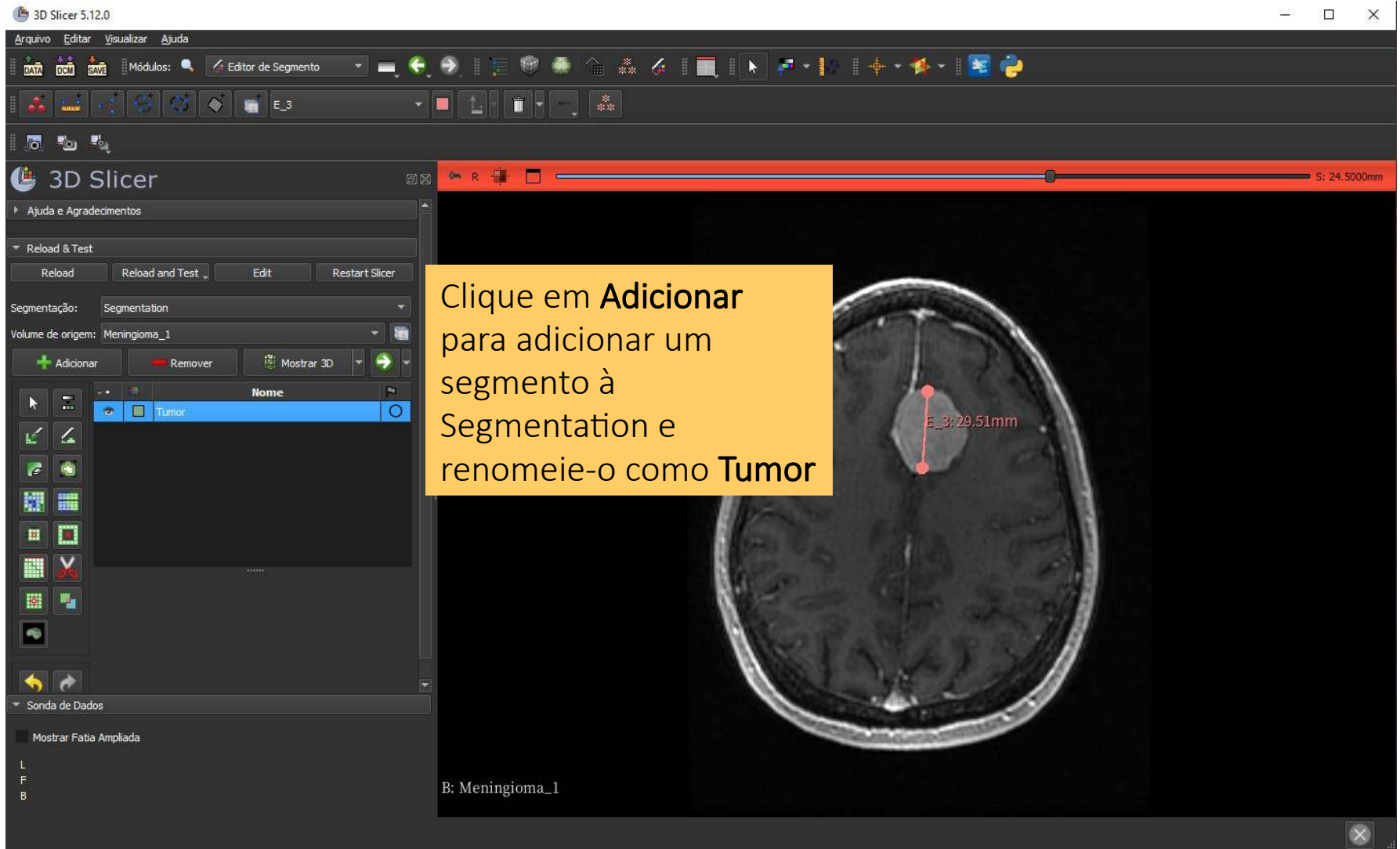
Módulo Editor de Segmentos



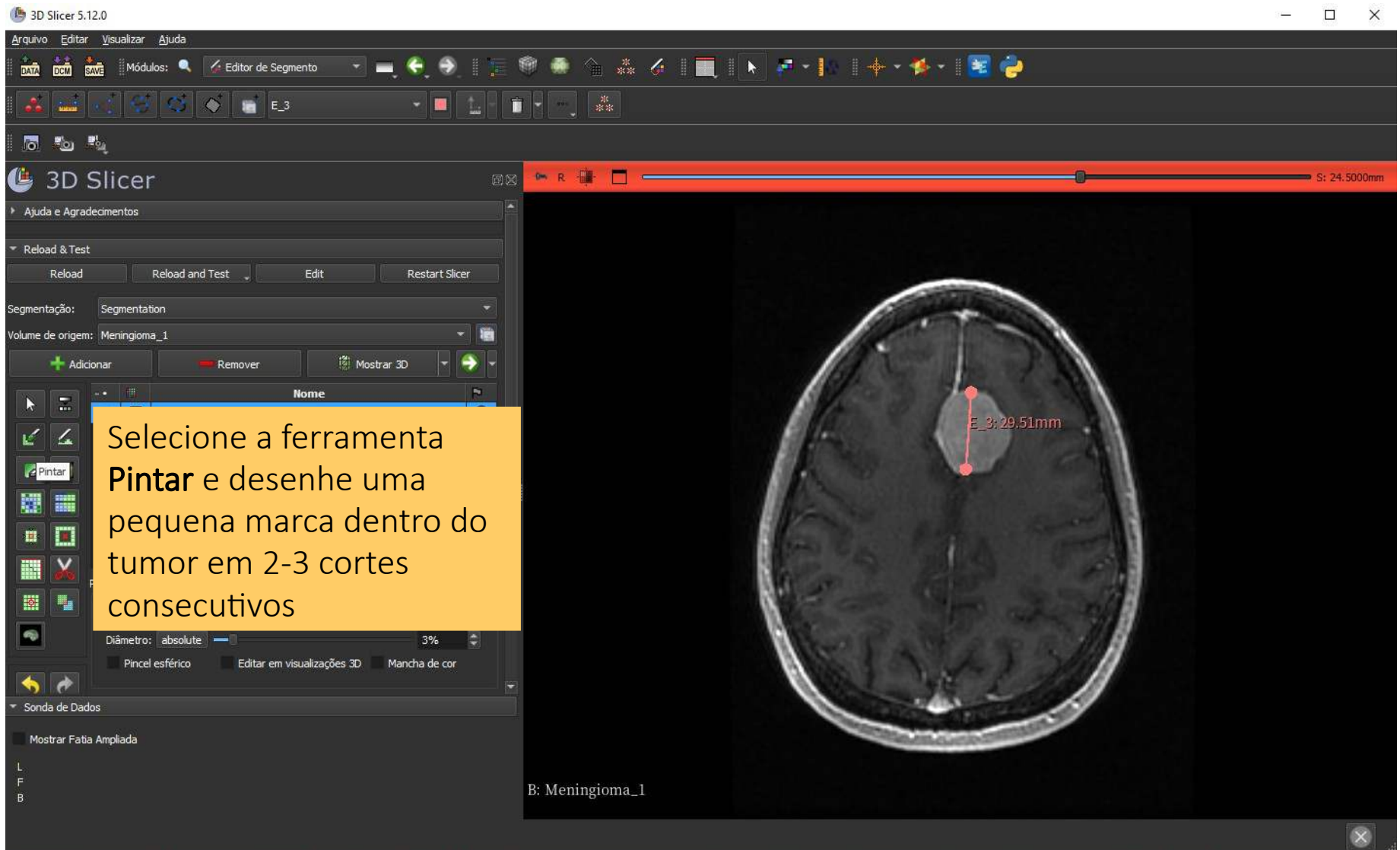
Módulo Editor de Segmentos



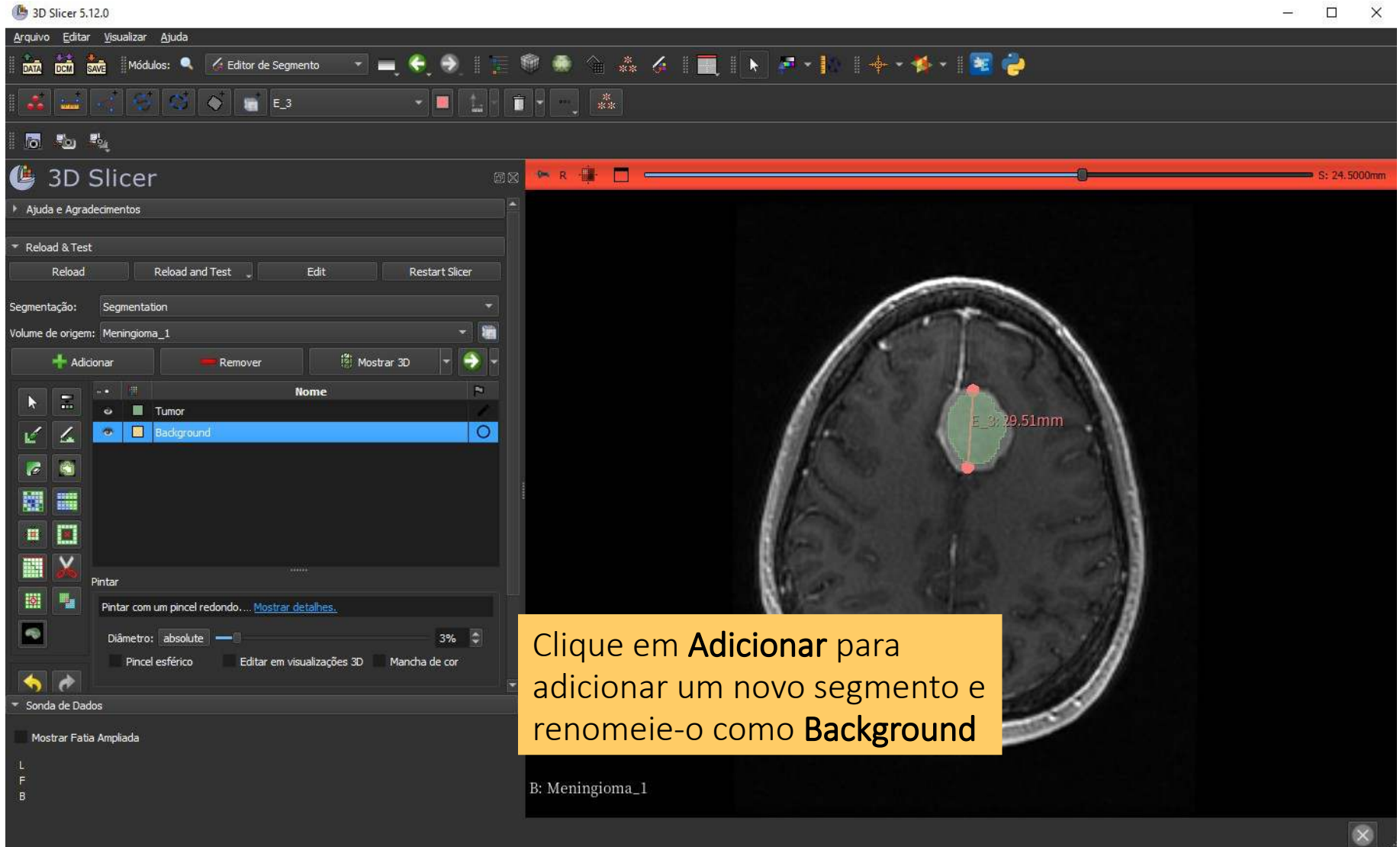
Módulo Editor de Segmentos



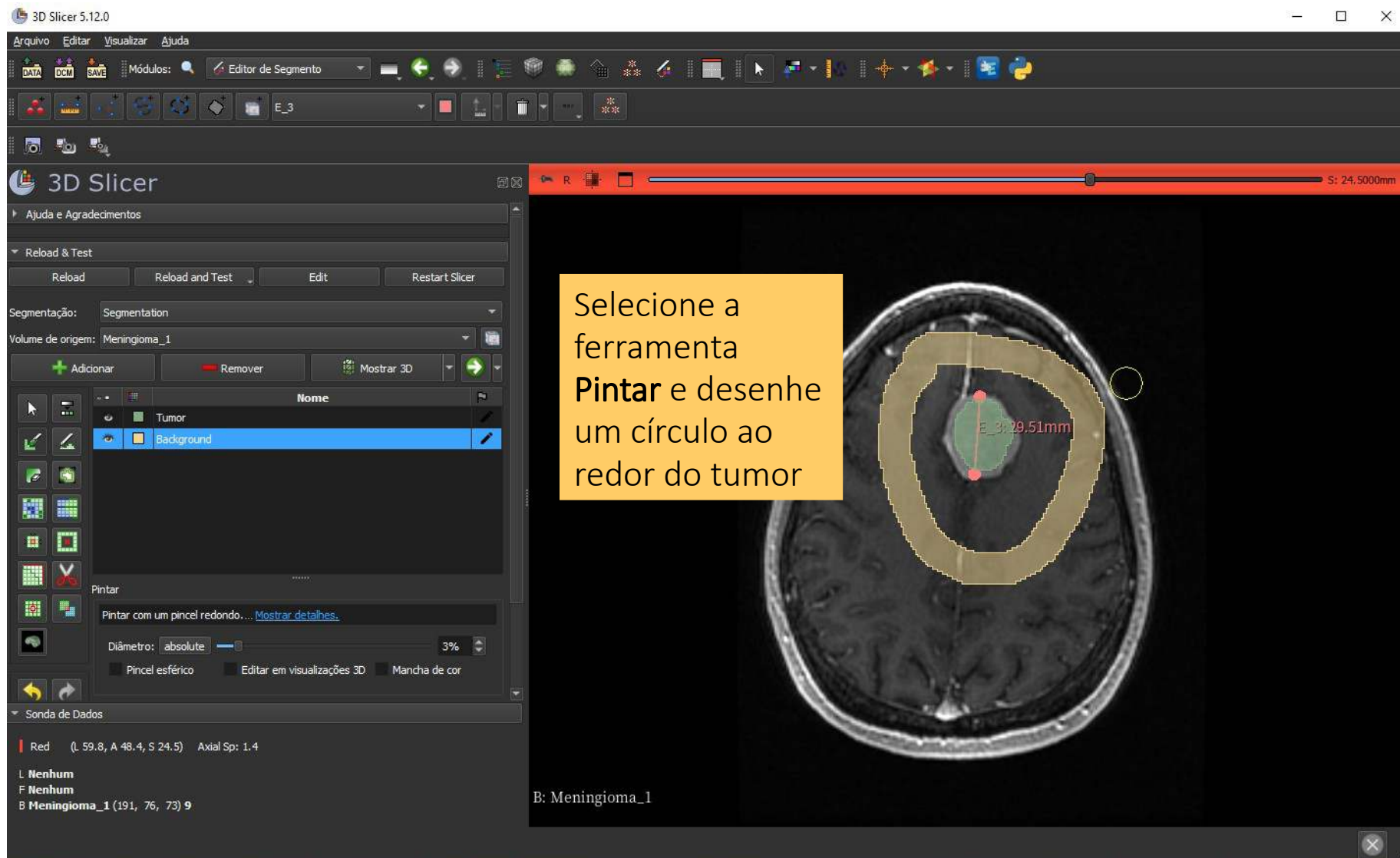
Módulo Editor de Segmentos



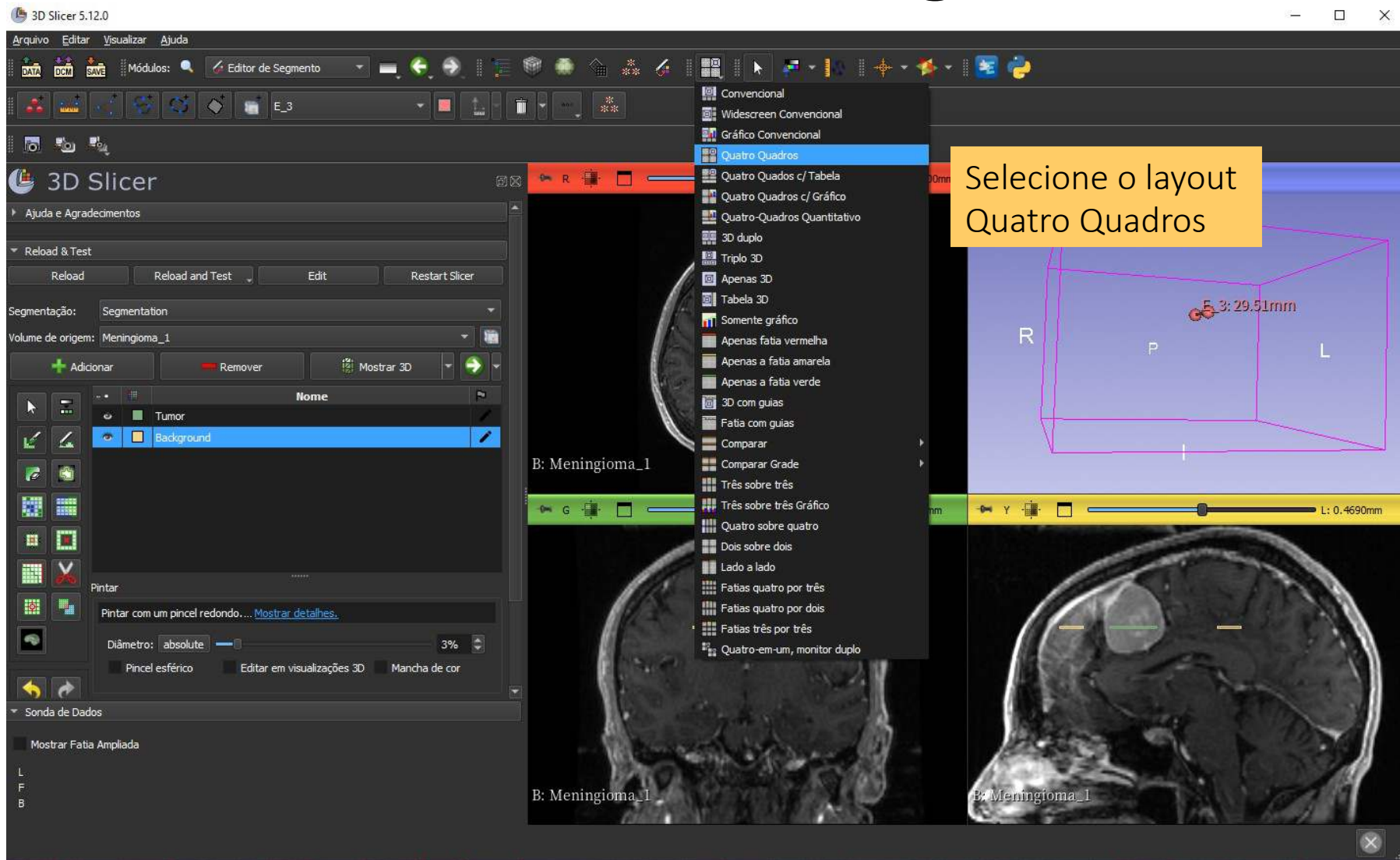
Módulo Editor de Segmentos



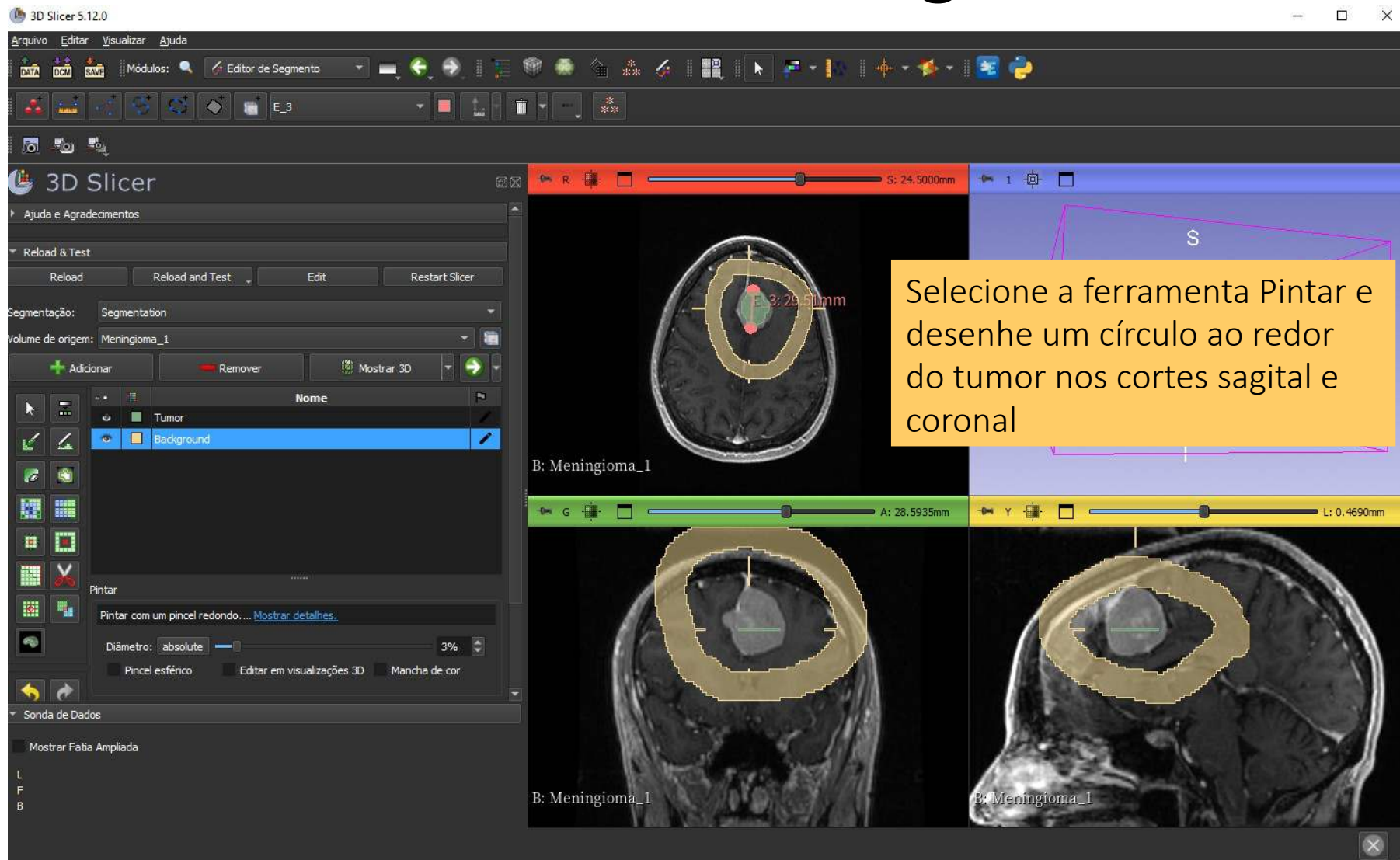
Módulo Editor de Segmentos



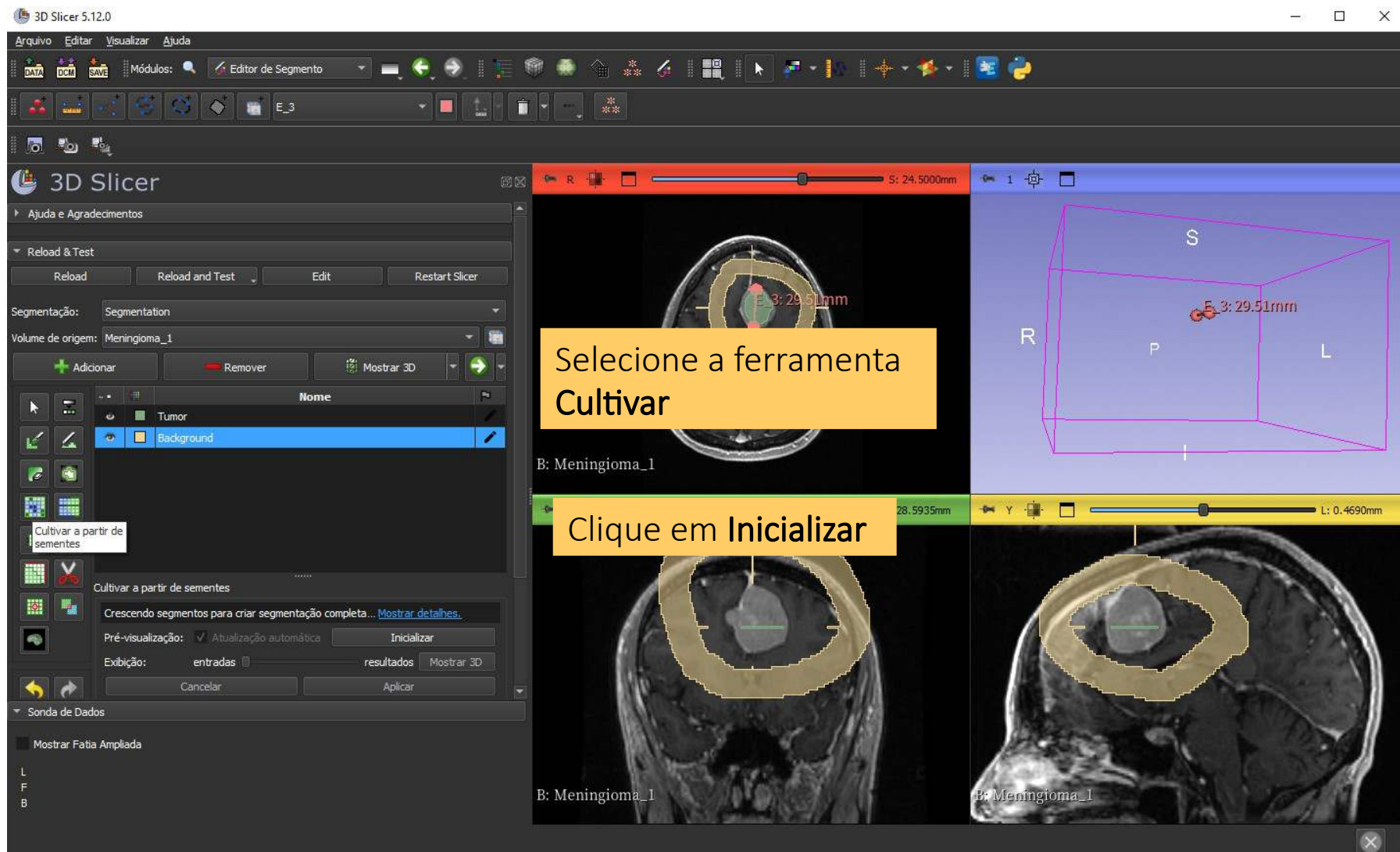
Módulo Editor de Segmentos



Módulo Editor de Segmentos



Módulo Editor de Segmentos



3D Slicer 5.12.0

Arquivo Editar Visualizar Ajuda

Módulos: Editor de Segmento

E_3

3D Slicer

Ajuda e Agradecimentos

Reload & Test

Reload Reload and Test Edit Restart Slicer

Segmentação: Segmentation

Volume de origem: Meningioma_1

Adicionar Remover Mostrar 3D

Nome

Tumor

Background

Cultivar a partir de sementes

Crescendo segmentos para criar segmentação completa... [Mostrar detalhes...](#)

Pré-visualização: ☒ Atualização automática Atualização

Exibição: entradas resultados Mostrar 3D

Cancelar Aplicar

Sonda de Dados

Mostrar Fatia Ampliada

L F B

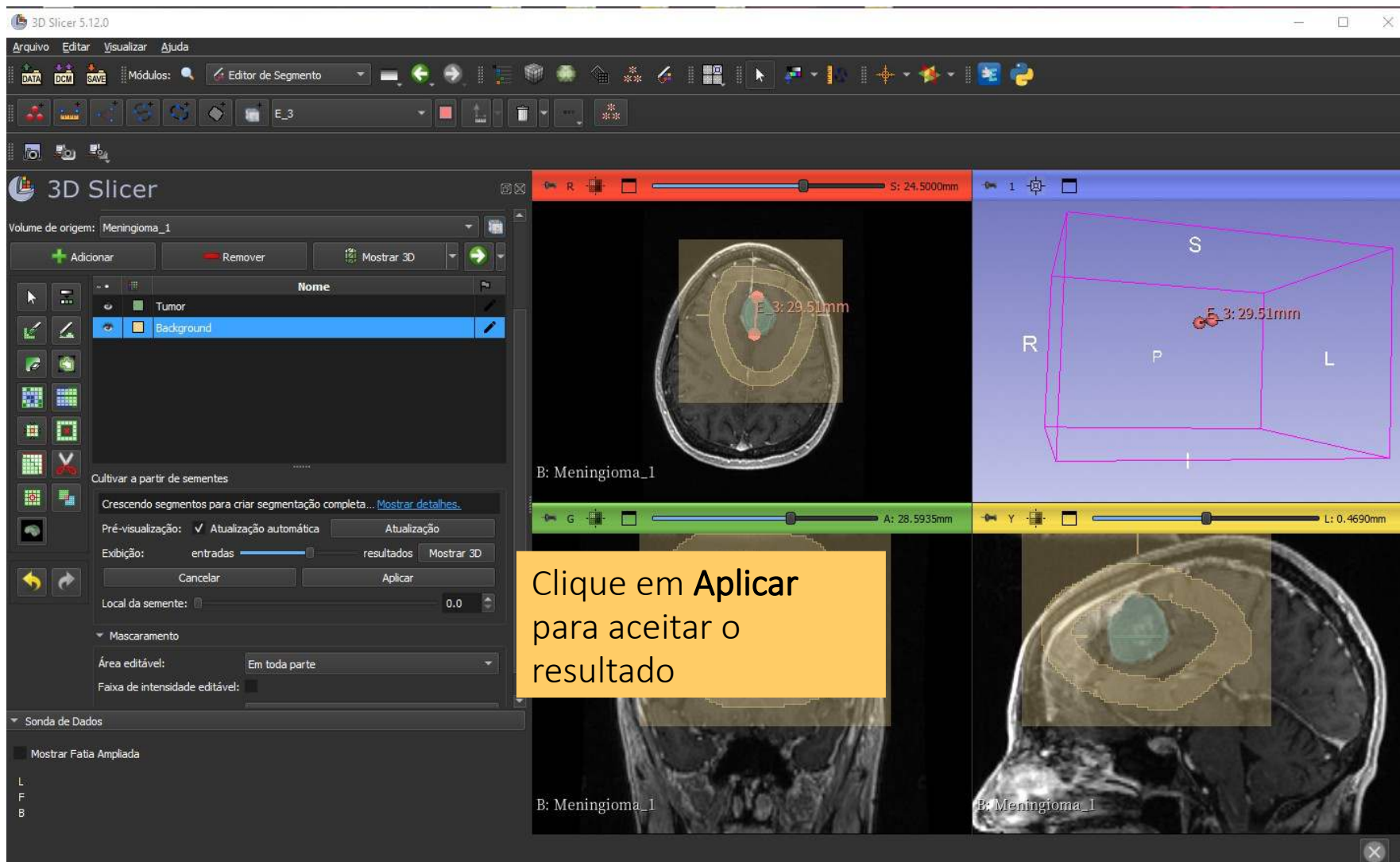
B: Meningioma_1

B: Meningioma_1

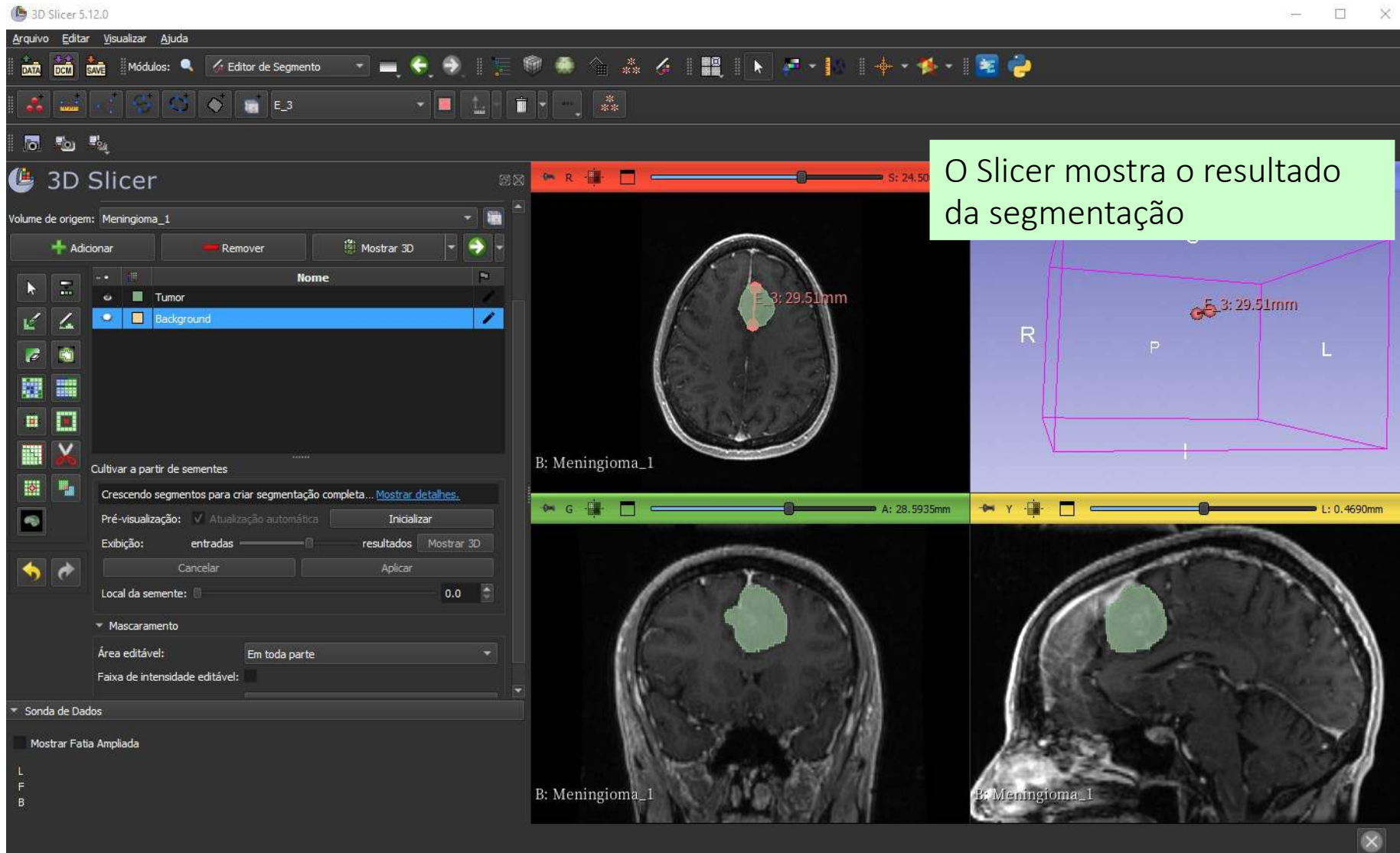
B: Meningioma_1

O Slicer mostra uma pré-visualização do resultado da segmentação

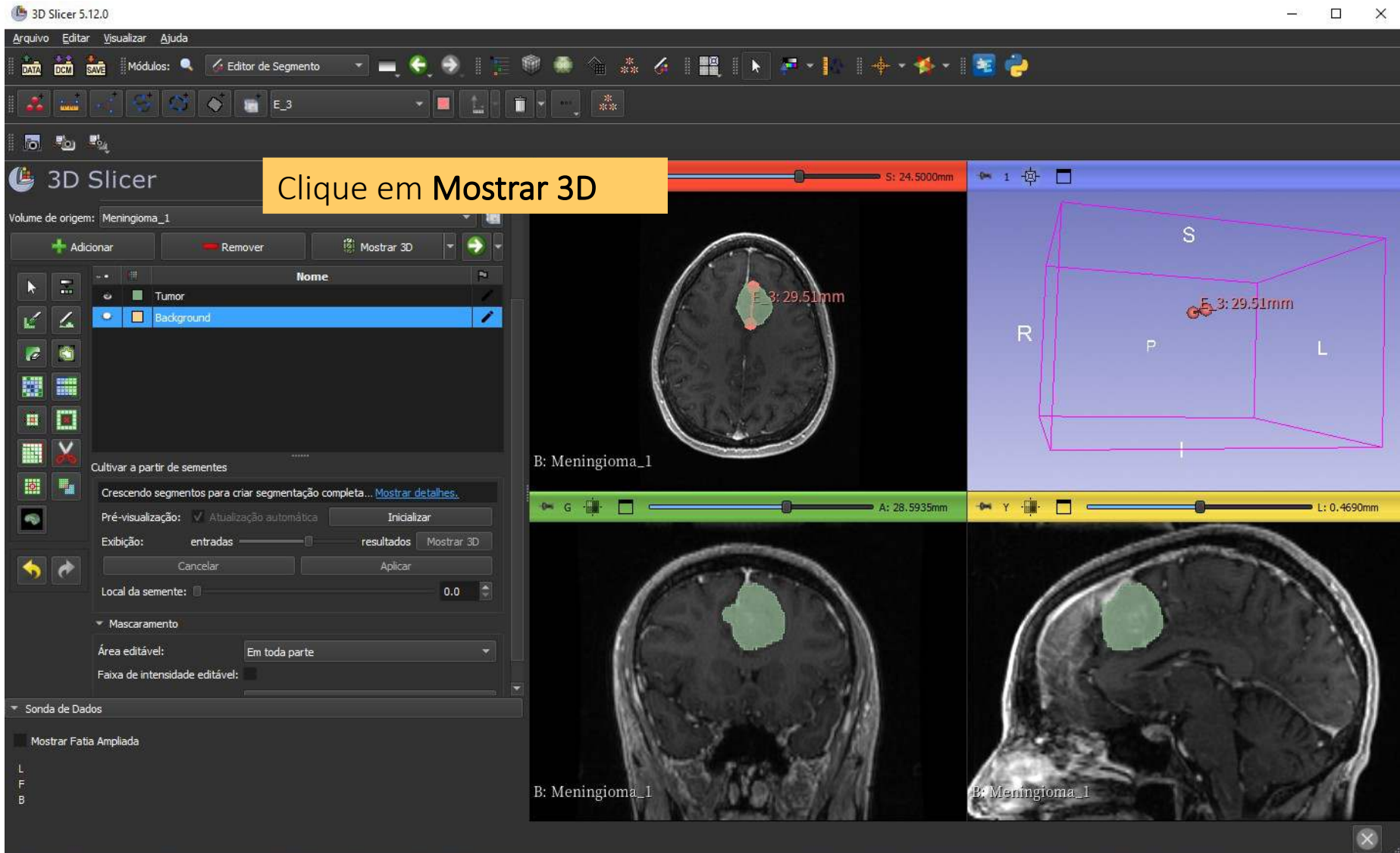
Módulo Editor de Segmentos



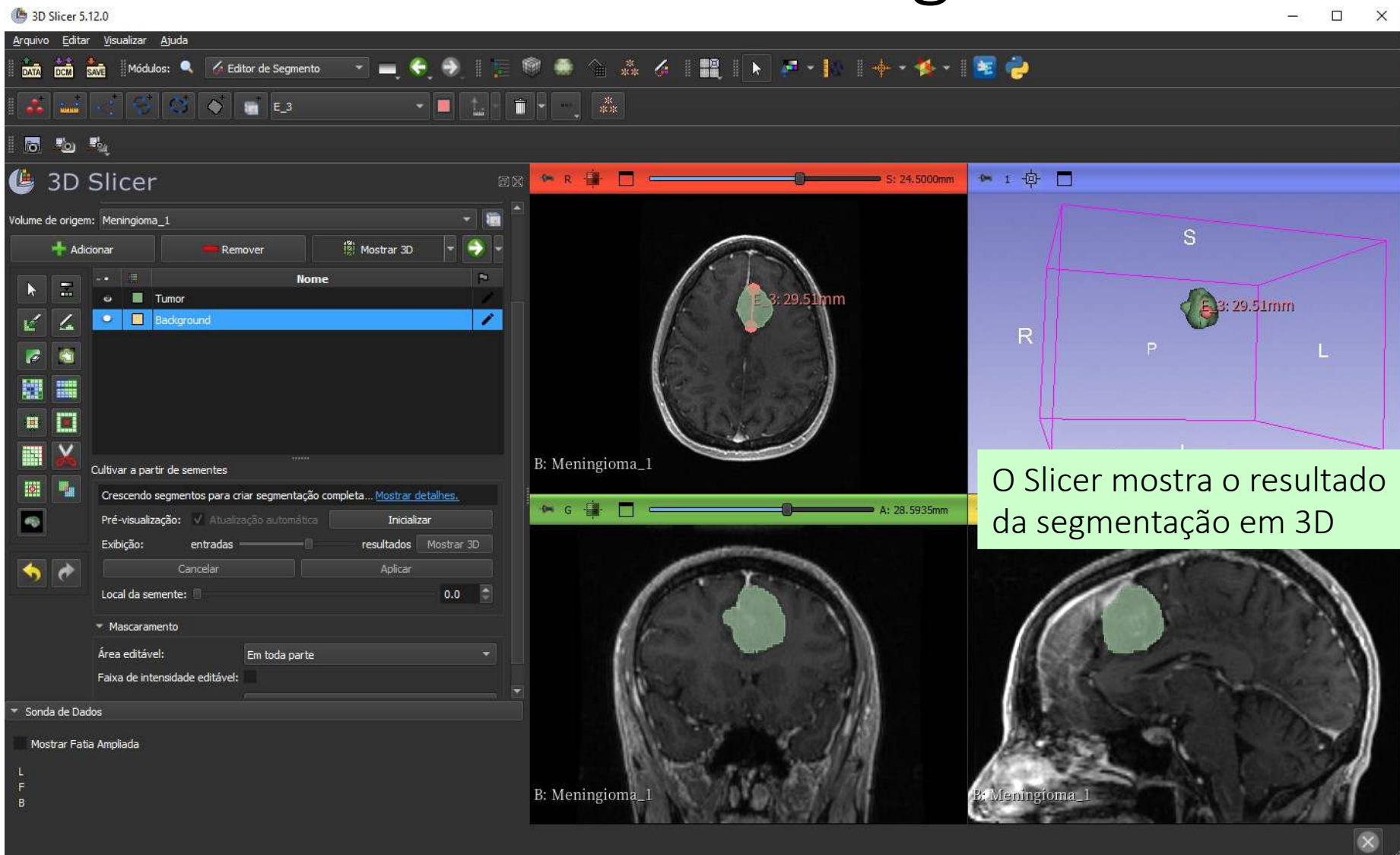
Módulo Editor de Segmentos



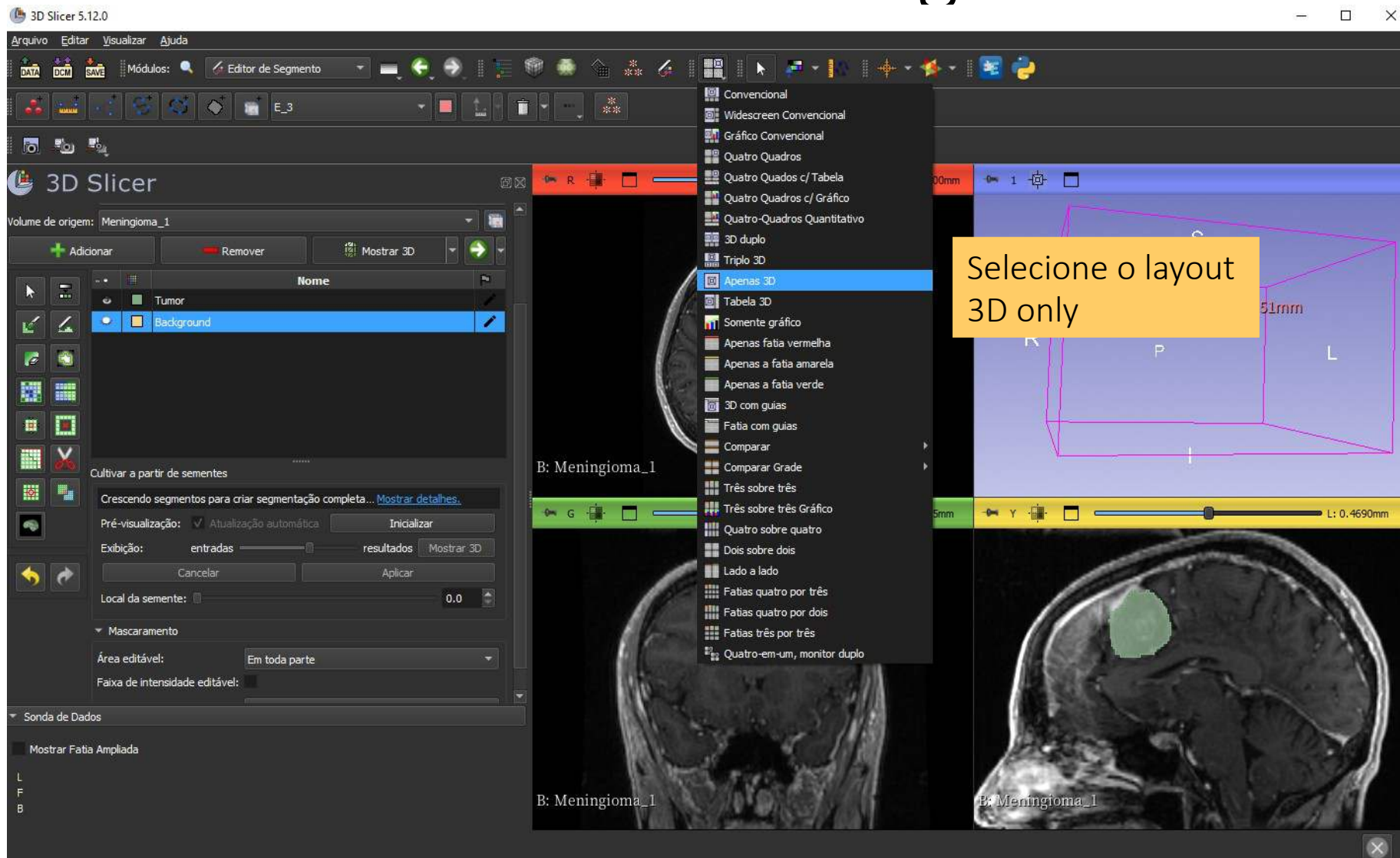
Módulo Editor de Segmentos



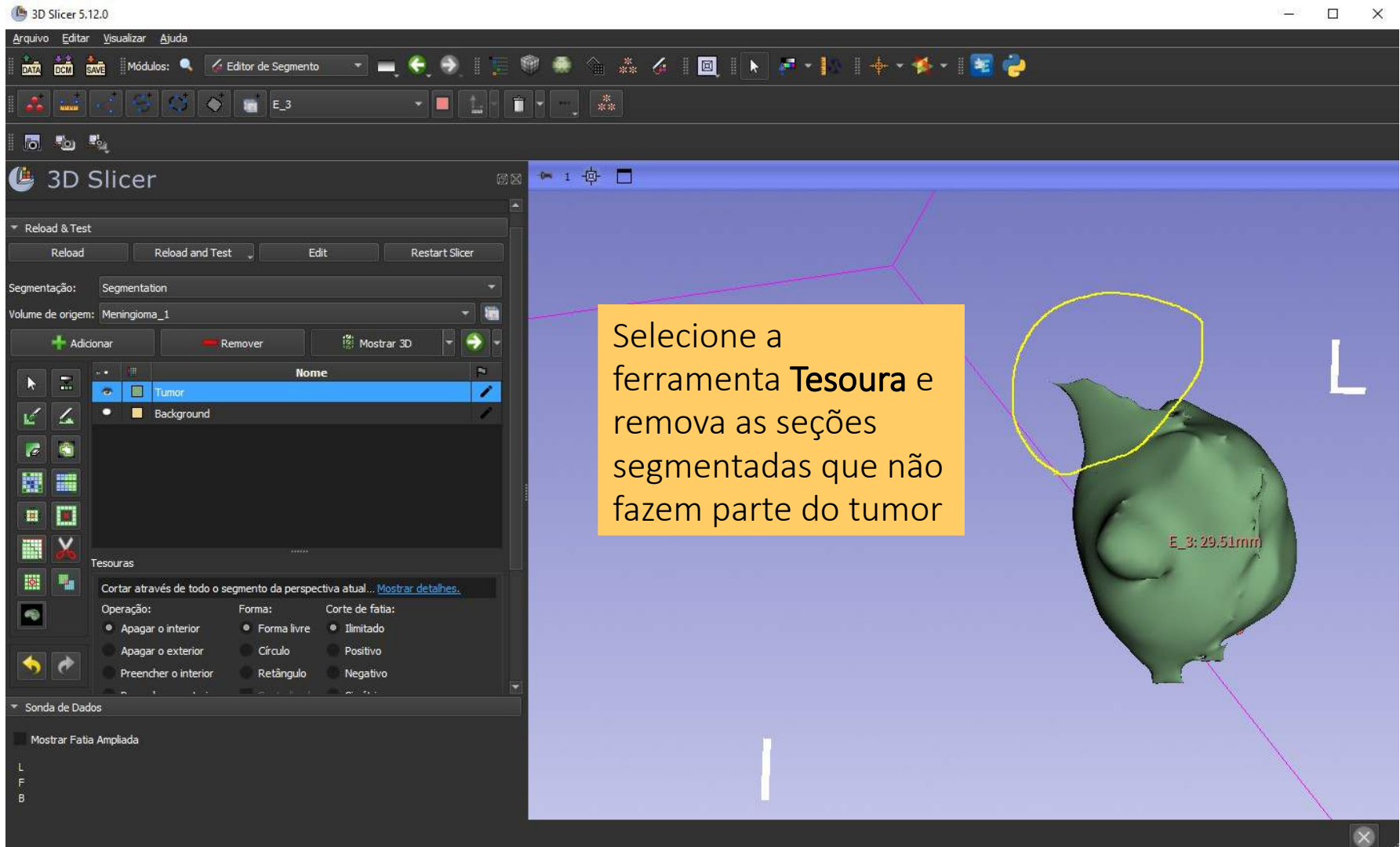
Módulo Editor de Segmentos

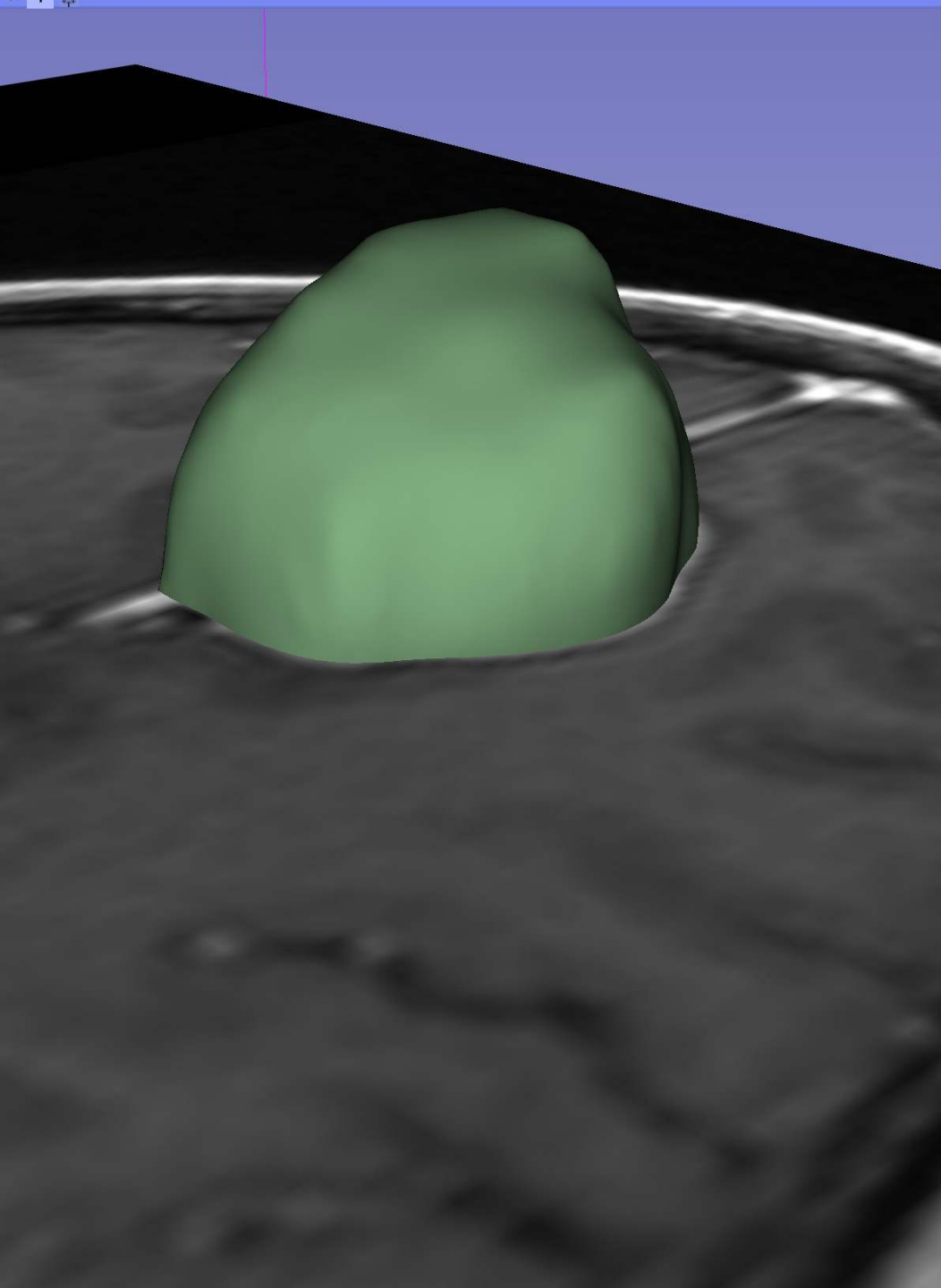


Módulo Editor de Segmentos



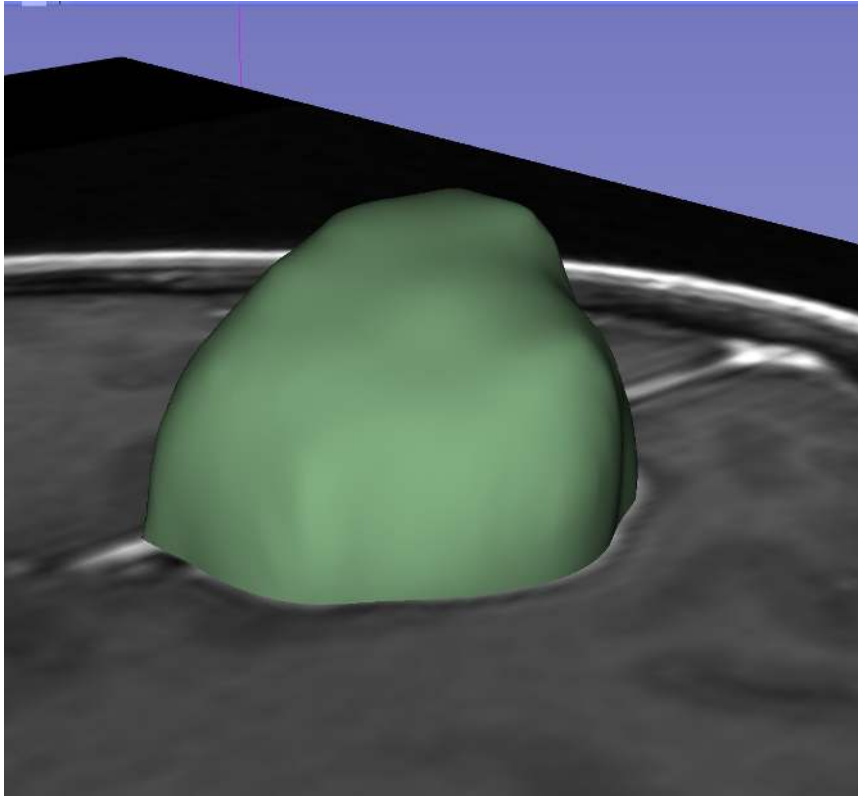
Módulo Editor de Segmentos





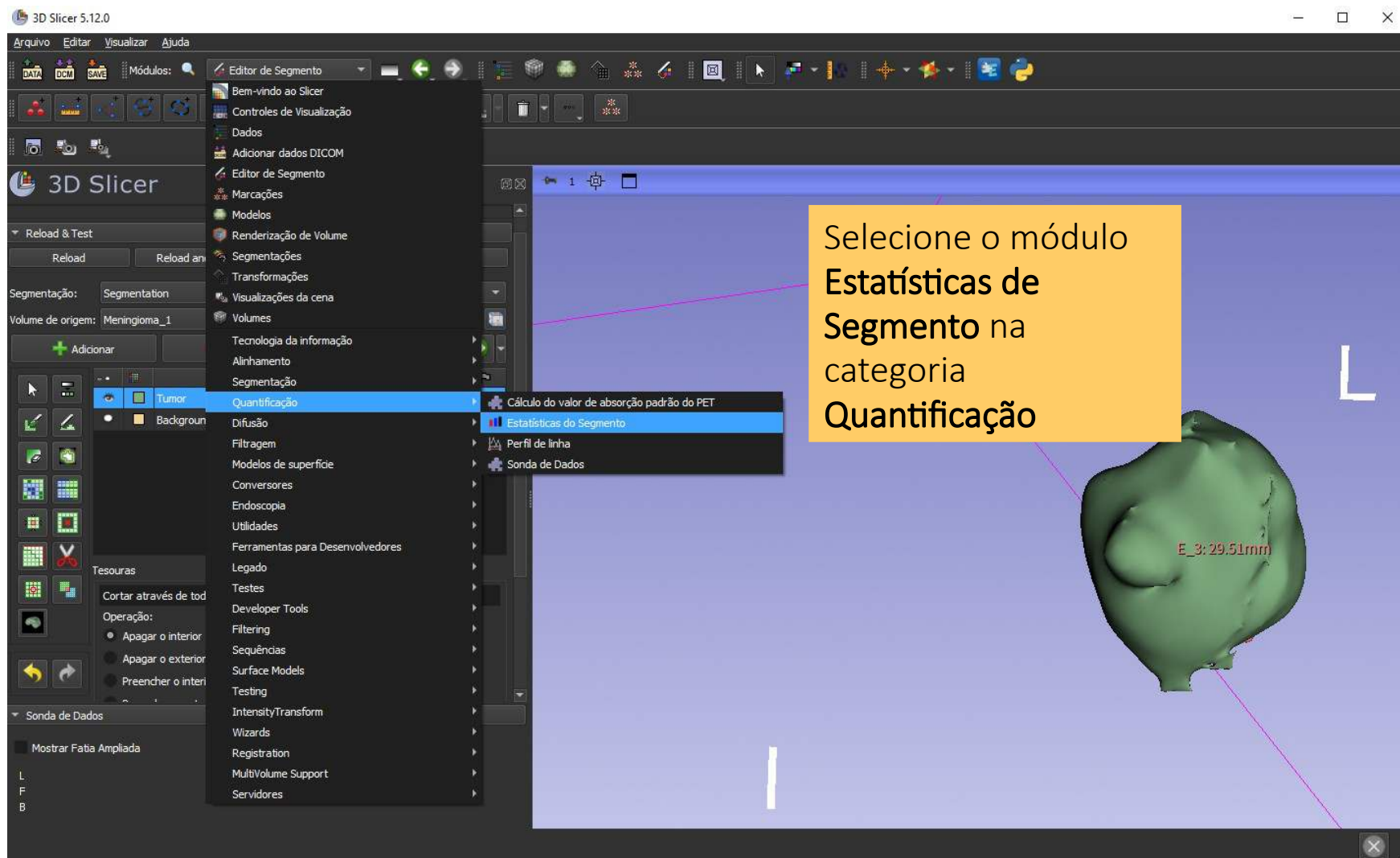
Parte 3: Cálculo do volume do tumor

Medições 3D

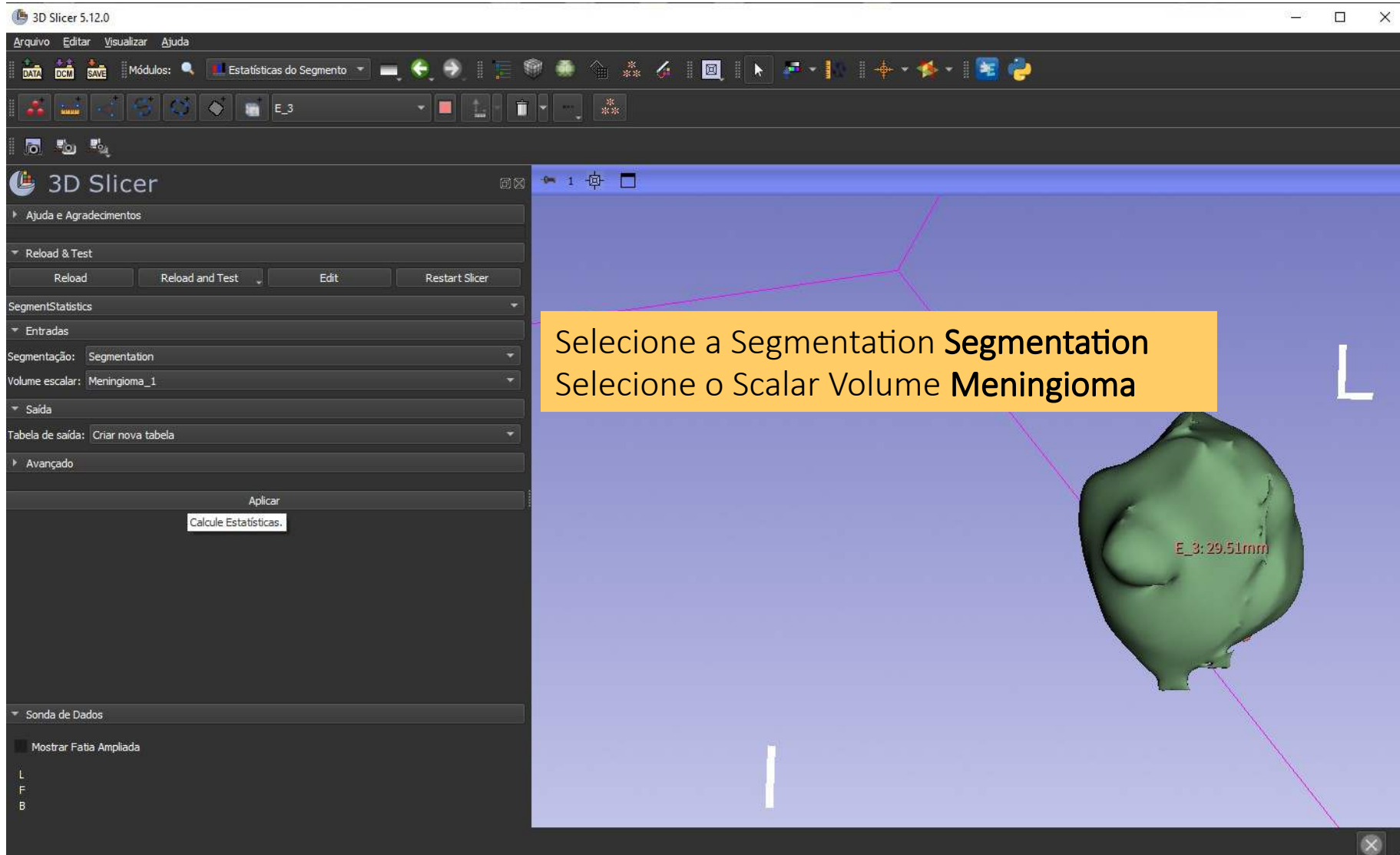


Esta seção mostra como calcular o volume do tumor segmentado usando o módulo Segment Statistics

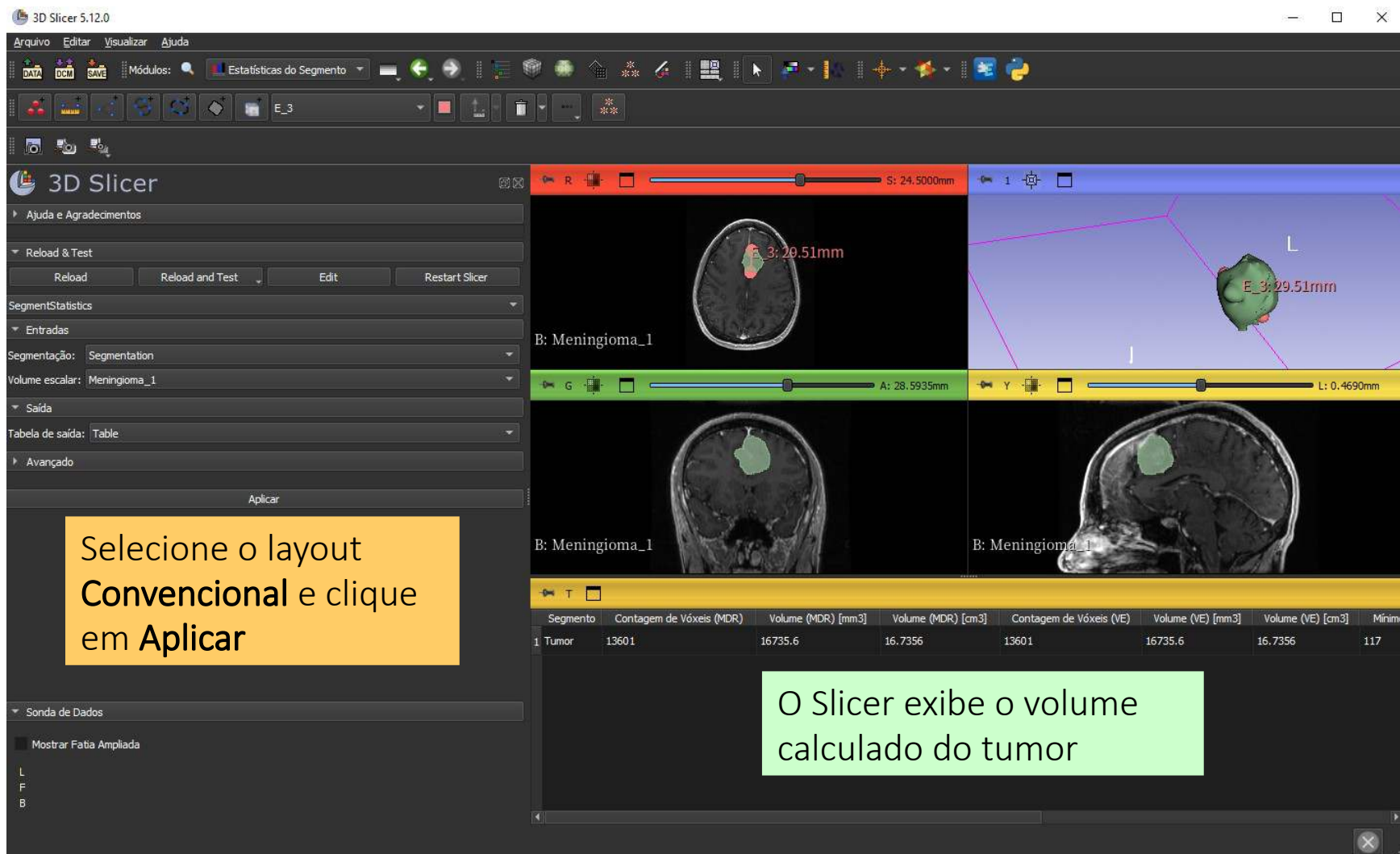
Medições do tumor

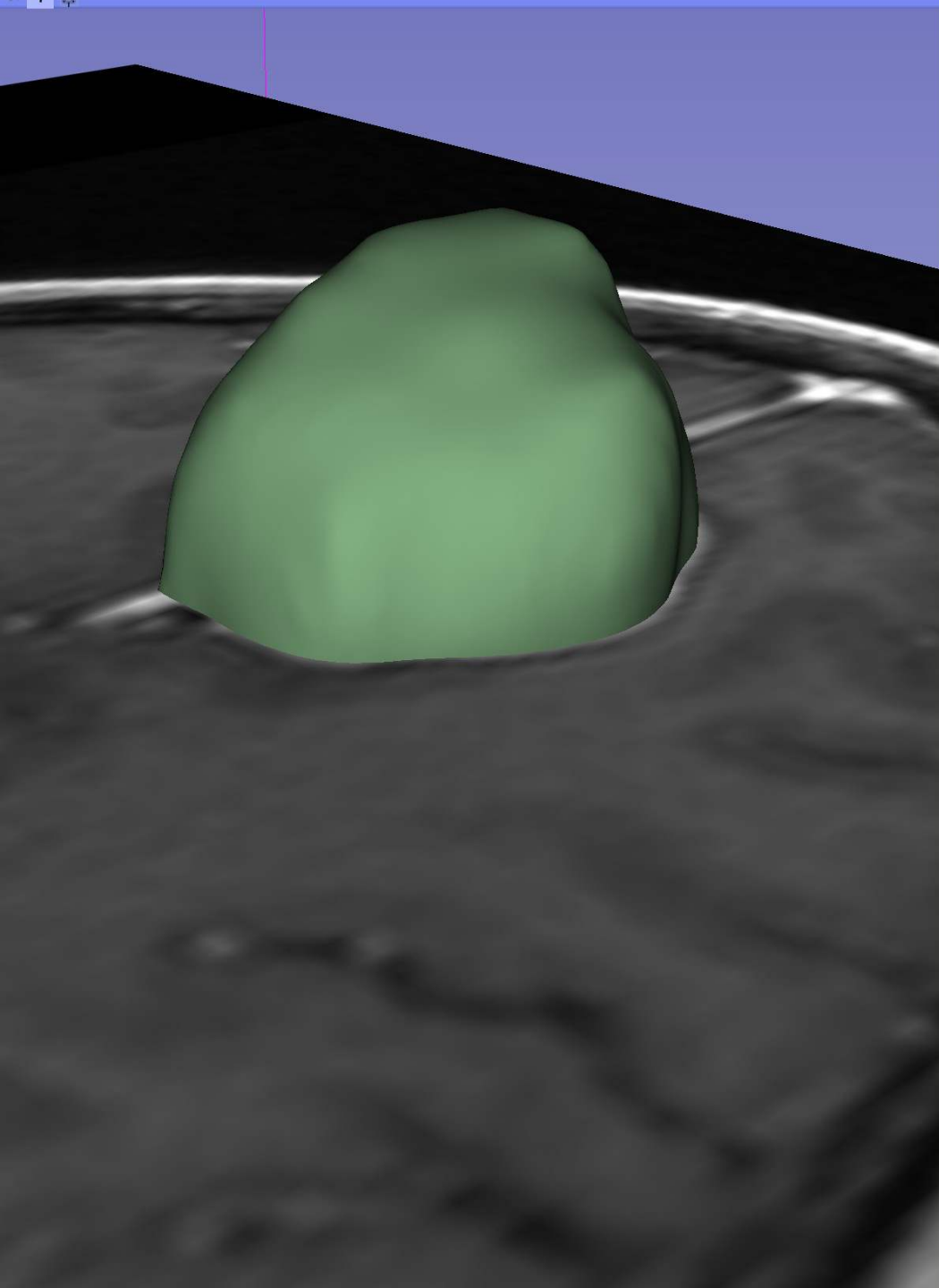


Medições do tumor



Medições do tumor





Parte 4: Cálculo das características quantitativas de imagem



Pacote PyRadiomics

- **Pyradiomics** é um pacote Python de código aberto que permite a extração automatizada de mais de 1.500 características quantitativas a partir de dados de imagens médicas.
- O pacote inclui ferramentas para pré-processamento e filtragem de imagens com base no SimpleITK
- As ferramentas de linha de comando do Pyradiomics permitem o processamento em lote

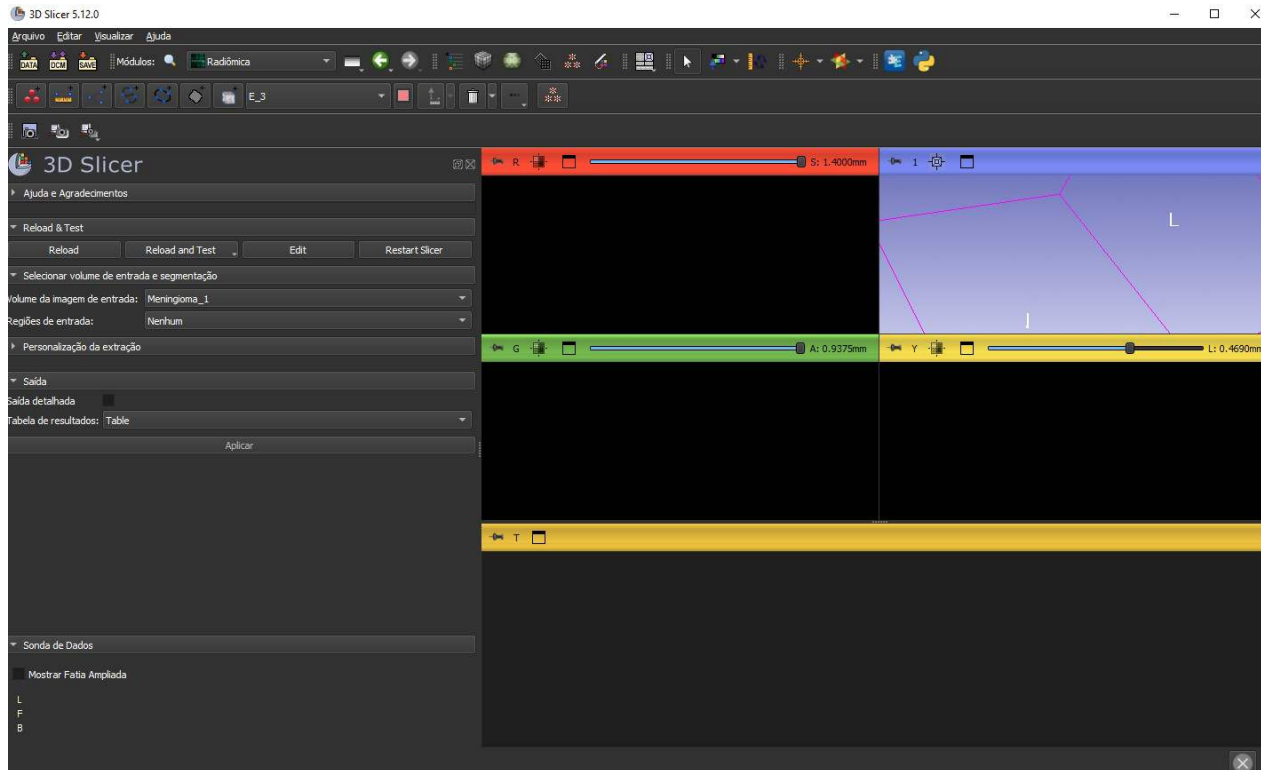
<https://pyradiomics.readthedocs.io>

<http://www.radiomics.io/>

van Griethuysen, J. J. M., Fedorov, A., Parmar, C., Hosny, A., Aucoin, N., Narayan, V., Beets-Tan, R. G. H., Fillon-Robin, J. C., Pieper, S., Aerts, H. J. W. L. (2017). Computational Radiomics System to Decode the Radiographic Phenotype. Cancer Research, 77(21), e104–e107.



Slicer Radiomics

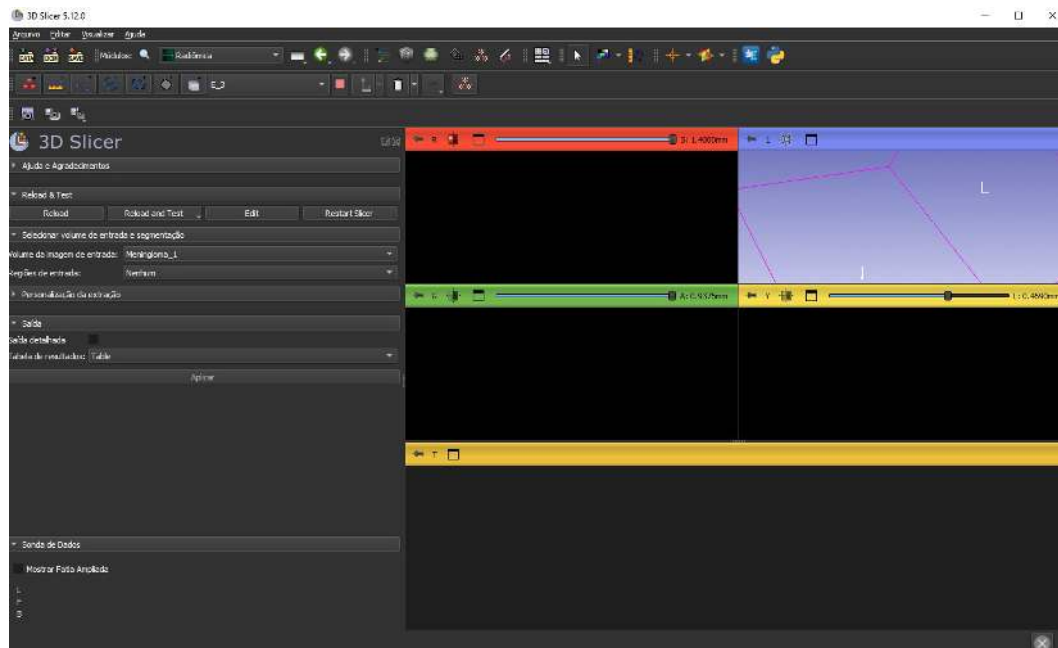


A extensão **Slicer Radiomics** fornece uma interface gráfica de usuário para a biblioteca pyradiomics

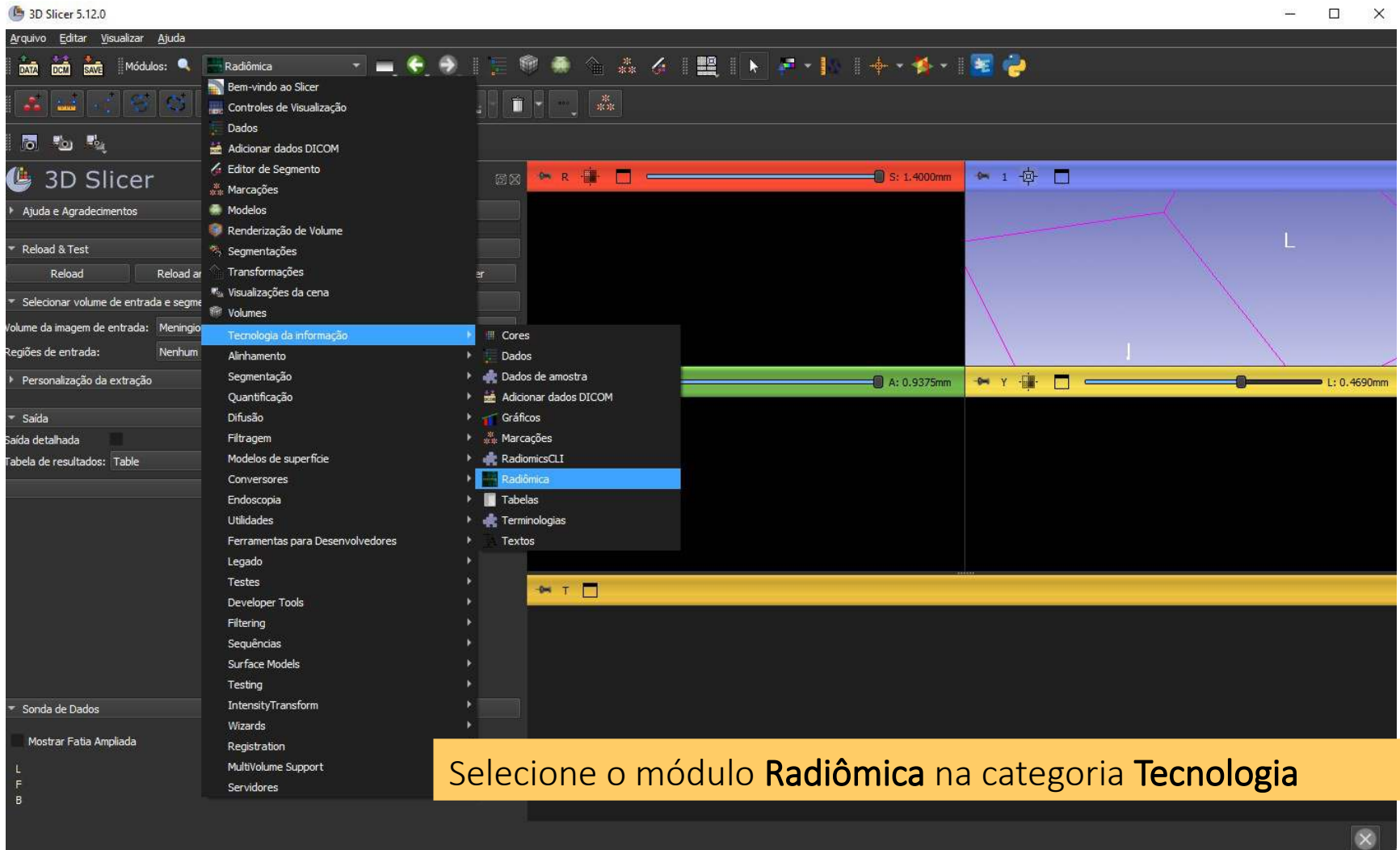


Slicer Radiomics

A extensão Slicer Radiomics permite a exploração interativa de características de imagem e a configuração dos parâmetros de extração



Instalação do módulo Radiomics



Instalação do módulo Radiomics

The screenshot shows the 3D Slicer 5.12.0 interface with the Radiomics module selected. The left sidebar contains the 'Reload & Test' section with buttons for 'Reload', 'Reload and Test', and 'Edit'. Below this is the 'Selecionar volume de entrada e segmentação' section, where 'Meningioma_1' is selected for the input volume and 'Segmentation' for the input regions. The 'Personalização da extração' section has 'Personalização manual' selected. Under 'Classes de recursos', 'firstorder' and 'glcm' are checked. The 'Saída' section shows 'Tabela de resultados' set to 'Table_1'. The bottom left has a 'Mostrar Fatia Ampliada' checkbox and 'L', 'F', 'B' labels. The main 3D view shows a green tumor model. The bottom right displays a table of results.

Selecione o Volume de Entrada **Meningioma**
Selecione a Região de Entrada **Segmentation**

Seleccione as classes de características First Order e glcm

Seleccione Tabela de Resultados → Criar nova e clique em **Aplicar**

Segmento	Contagem de Vóxeis (MDR)	Volume (MDR) [mm ³]	Volume (MDR) [cm ³]	Contagem de Vóxeis (VE)	Volume (VE) [mm ³]	Volume (VE) [cm ³]
1. Tumor	13601	16735.6	16.7356	13601	16735.6	16.7356

Cálculo das características

3D Slicer 5.12.0

Arquivo Editar Visualizar Ajuda

Módulos: Radiômica

E_3

3D Slicer

Reload & Test

Reload Reload and Test Edit Restart Slicer

Selecionar volume de entrada e segmentação

Volume da imagem de entrada: Meningioma_1

Regiões de entrada: Segmentation

Personalização da extração

Personalização manual

Personalização do arquivo de parâmetros

Personalização manual

Classes de recursos

Características: ☒ firstorder ☒ glcm ☐ glgm ☐ glrlm ☐ glszm ☐ ngtdm ☐ shape ☐ shape2D

Alternar recursos: Todos os recursos Sem recursos

Reamostragem e filtragem

Configurações

Saída

Saída detalhada

Tabela de resultados: Table_1

Aplicar

Sonda de Dados

Mostrar Fatia Ampliada

L
F
B

O Slicer exibe o resultado do cálculo das características

R S: 1.4000mm

L: 0.4690mm

	A	B	C	D	E
	Image type	Feature Class	Feature Name	Segmentation_segment_Tumor	Segmentation_segment_Backg...
1	diagnostics	Versions	PyRadiomics	3.1.0a2.post10+g146e3bd	3.1.0a2.post10+g146e3bd
2	diagnostics	Versions	Numpy	2.4.6	2.4.6
3	diagnostics	Versions	SimpleITK	2.5.5	2.5.5
4	diagnostics	Versions	PyWavelet	1.8.0	1.8.0
5	diagnostics	Versions	Python	3.12.10	3.12.10
6	diagnostics	Configuration	Settings	{minimumROIDimensions': 2, 'minimumROISize': None, 'normaliz...	{minimumROIDimensions': 2, 'minimumROISize': None, 'normaliz...
7					

Cálculo das características

O Slicer exibe os valores das 18 características da classe **FirstOrder** inclui 18 características

34	original	firstorder	InterquartileRange	20.0
35	original	firstorder	Skewness	1.99316623652
	original	firstorder	Uniformity	0.358800750225
	original	firstorder	Median	177.0
	original	firstorder	Energy	453513881.0
	original	firstorder	RobustMeanAbsoluteDeviation	9.02739158026
40	original	firstorder	MeanAbsoluteDeviation	15.6561086211
41	original	firstorder	TotalEnergy	558034658.262
42	original	firstorder	Maximum	370.0
43	original	firstorder	RootMeanSquared	180.8961587
44	original	firstorder	90Percentile	202.0
45	original	firstorder	Minimum	36.0
46	original	firstorder	Entropy	1.83048891173
47	original	firstorder	Range	334.0
48	original	firstorder	Variance	575.802209976
49	original	firstorder	10Percentile	156.0
50	original	firstorder	Kurtosis	12.4315749384
51	original	firstorder	Mean	179.297568367

Conclusão

- Este tutorial oferece uma introdução básica à fenotipagem de imagens usando a extensão Slicer Radiomics.
- A extensão permite o cálculo das classes de características implementadas no pyradiomics
- A descrição de cada classe está disponível em <https://pyradiomics.readthedocs.io/>

Agradecimientos

- Neuroimage Analysis Center (NIH P41 EB015902)
- Chan Zuckerberg Initiative (CZI EOSS Cycle 5 2022-252572 (5022))