



Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento



Professor: Antonio Henrique Cordeiro Ramalho



Universidade Federal do Oeste do Pará - UFOPA

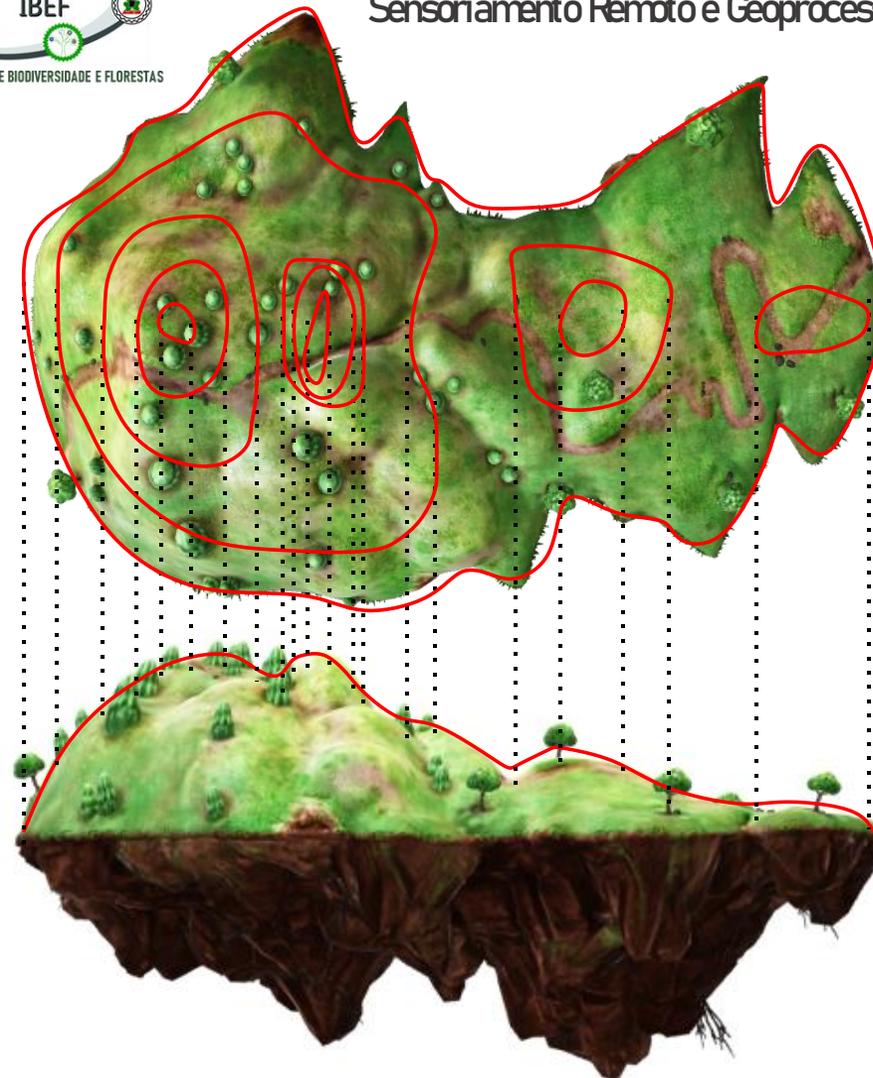
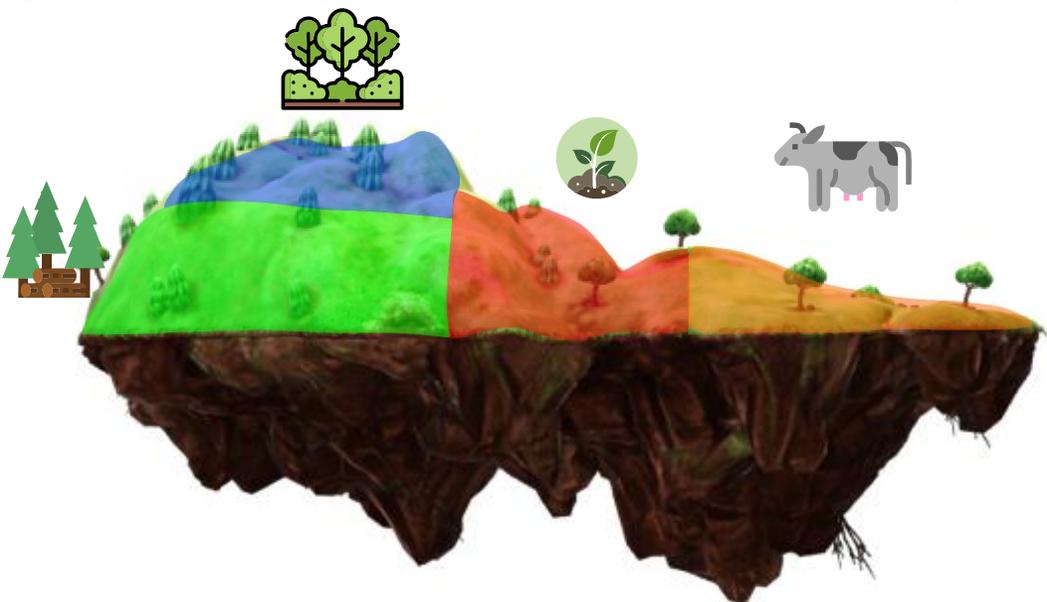
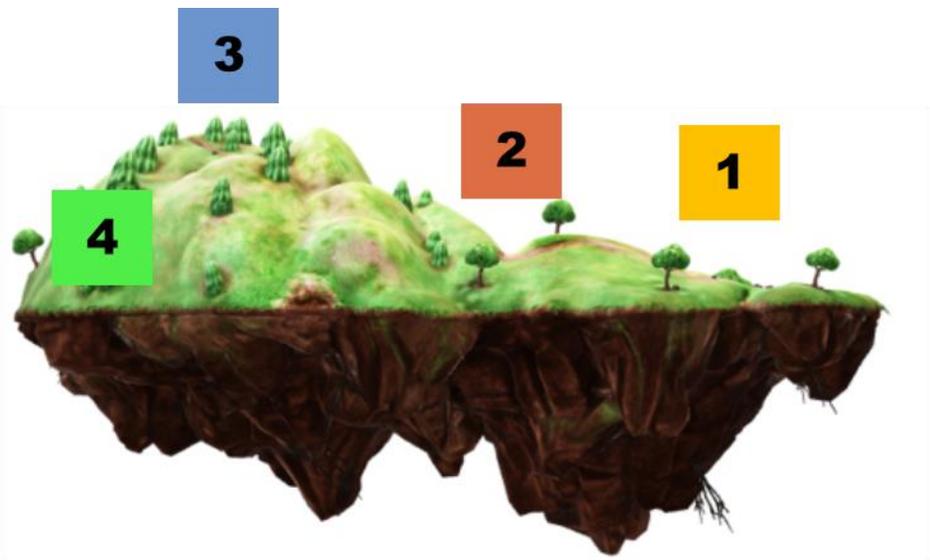


Instituto de Biodiversidade e Florestas



Capítulo 11

Curvas de nível e Modelos Digitais de Elevação



Mas qual tipo de produto é esse?

Modelos Digitais de Elevação



Modelos Digitais de Elevação



Não se faz mais manejo agrícola e/ou florestal de superfície sem um MDE.



Formas de tradicionais de representação do relevo, como as curvas de nível, **não permitem análises numéricas, simulações e modelagens eficientes, tão pouco fornecer respostas rápidas e precisas.**





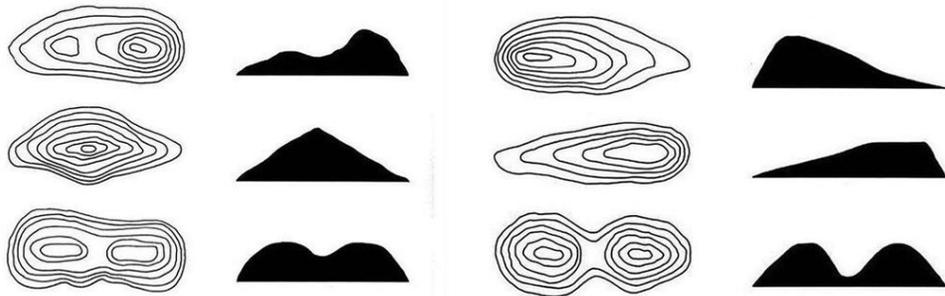
Curvas de nível

Conjunto de linhas imaginárias obtidas a partir de um levantamento topográfico

↳ Ligam pontos de mesma altitude

↳ Servem para se produzir mapas topográficos

Curvas de nível distantes = inclinação suave



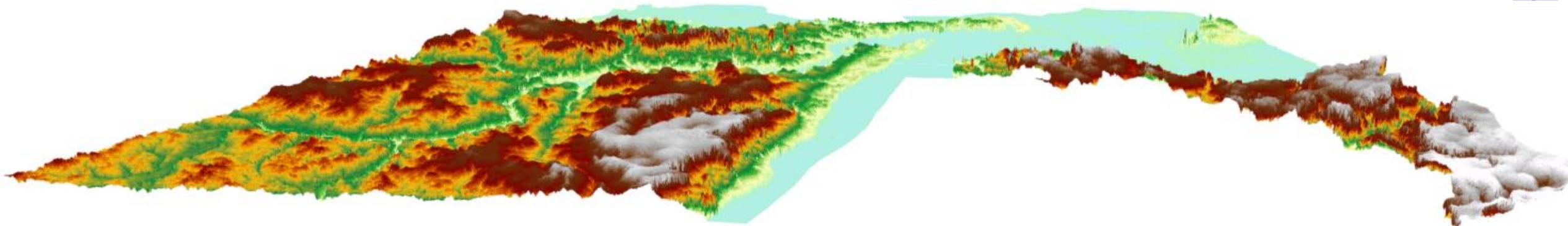
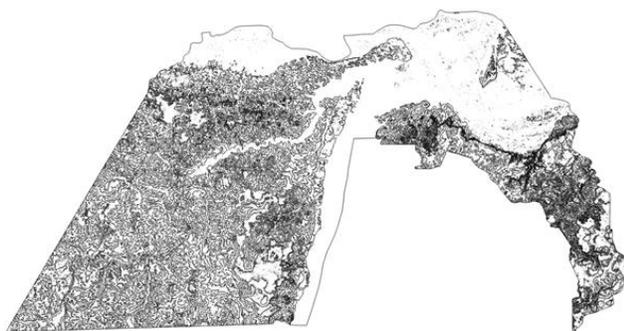
Curvas de nível próximas = inclinação acidentada





Curvas de nível

Por meio das curvas de nível é possível representar o relevo em diferentes partes do terreno, ajudando a escolher áreas apropriadas para diferentes usos





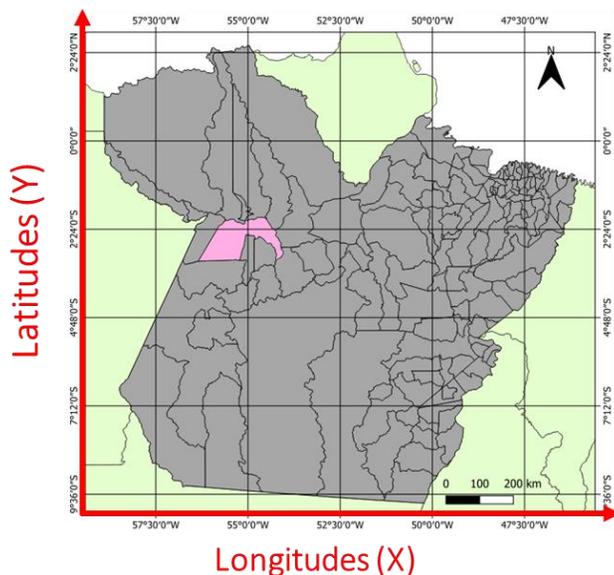
Mas o que são esses “Modelos Digitais de Elevação”?



Representação matemática da distribuição contínua do relevo dentro de um espaço, armazenada em formato digital adequado para utilização em computadores.

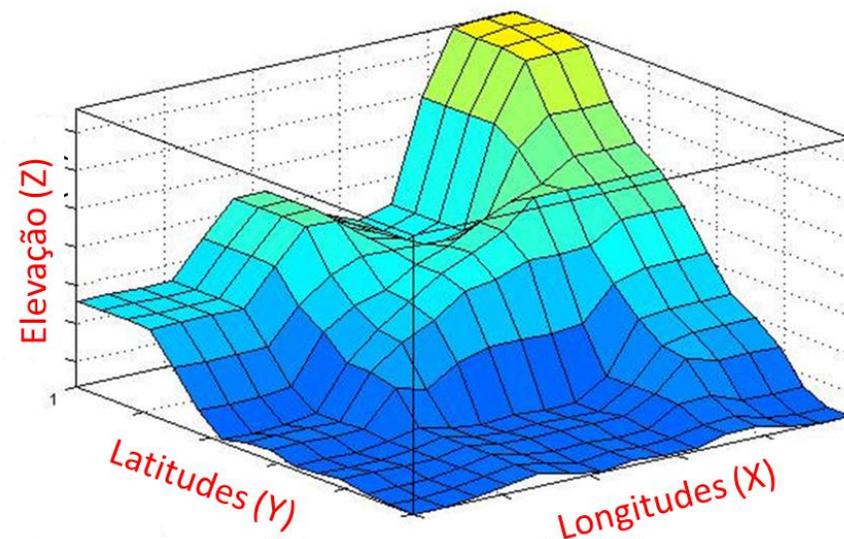


Representação Bidimensional



Cartas, mapas, plantas....

Representação Tridimensional

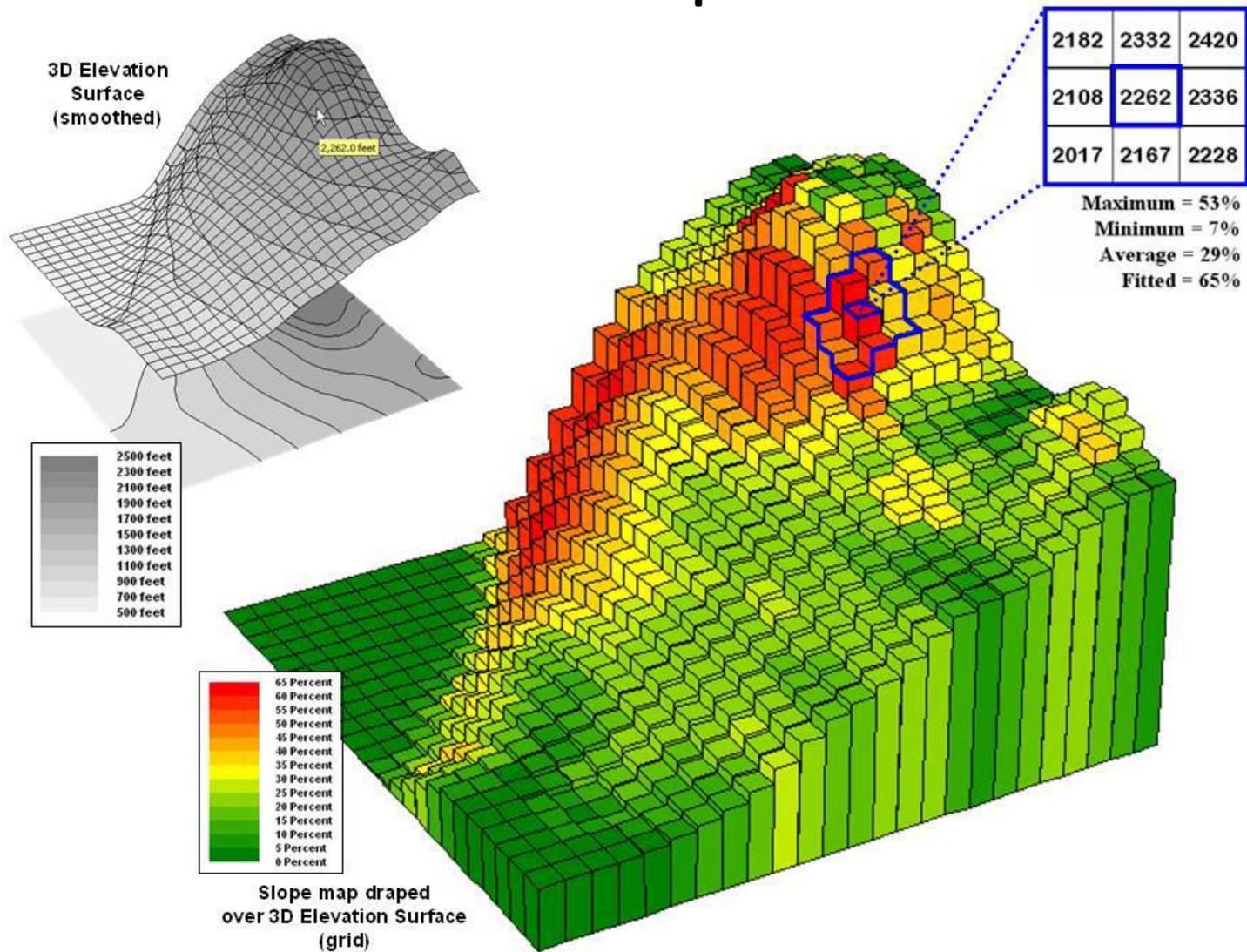


Modelos Digitais de Elevação





Conceitos importantes





Tipos de Modelos Digitais de Elevação - MDS x MDT

Modelo Digital de Superfície (MDS)

Tipo de MDE que representa a elevação da superfície da Terra, incluindo tanto o terreno natural como as características artificiais

Modelo Digital do Terreno (MDT)

Tipo de MDE que representa a elevação do terreno natural, excluindo características artificiais, como edifícios e árvores

$$MDS - MDT = MAD$$

Modelo Digital de Altura do Dossel (MAD)

Tipo de MDE que representa a elevação do terreno natural, excluindo características artificiais, como edifícios e árvores

MDS = MDE da Superfície

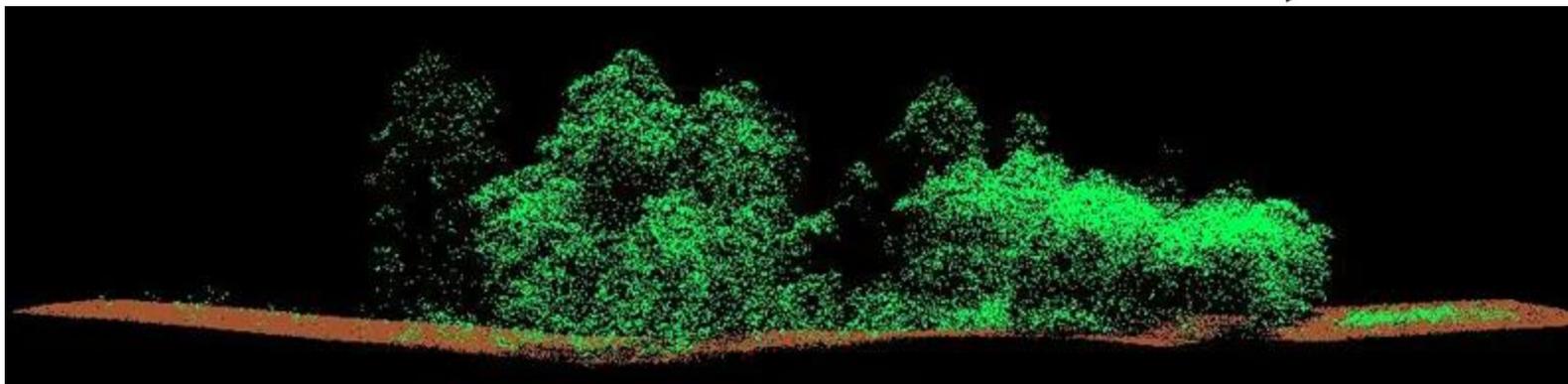
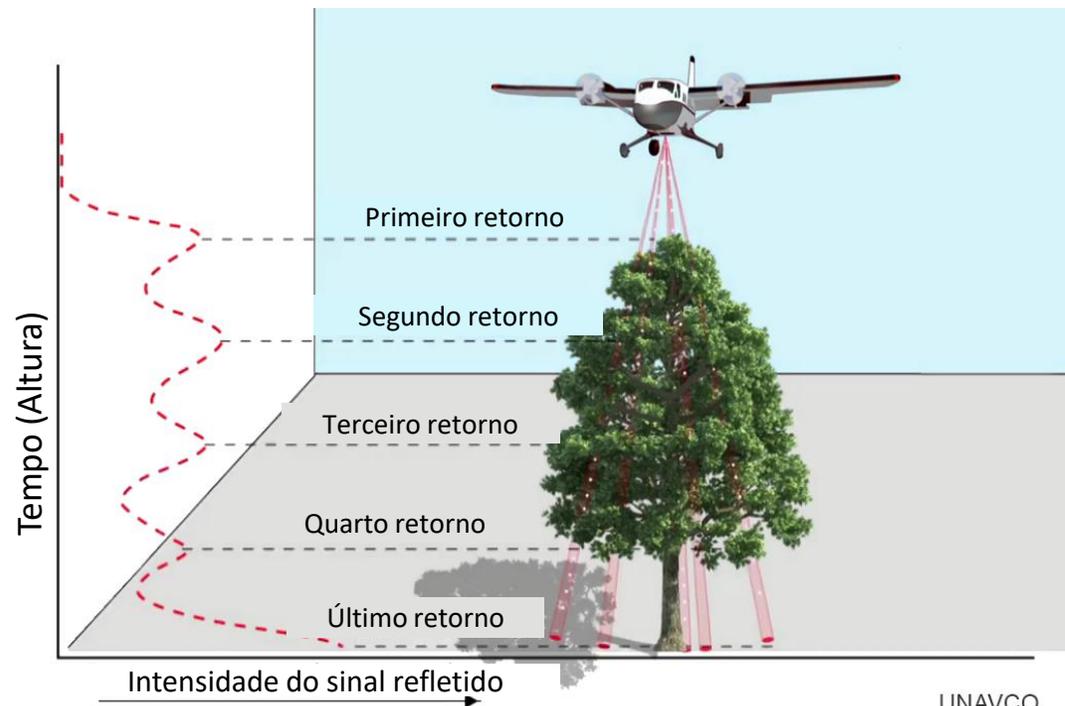
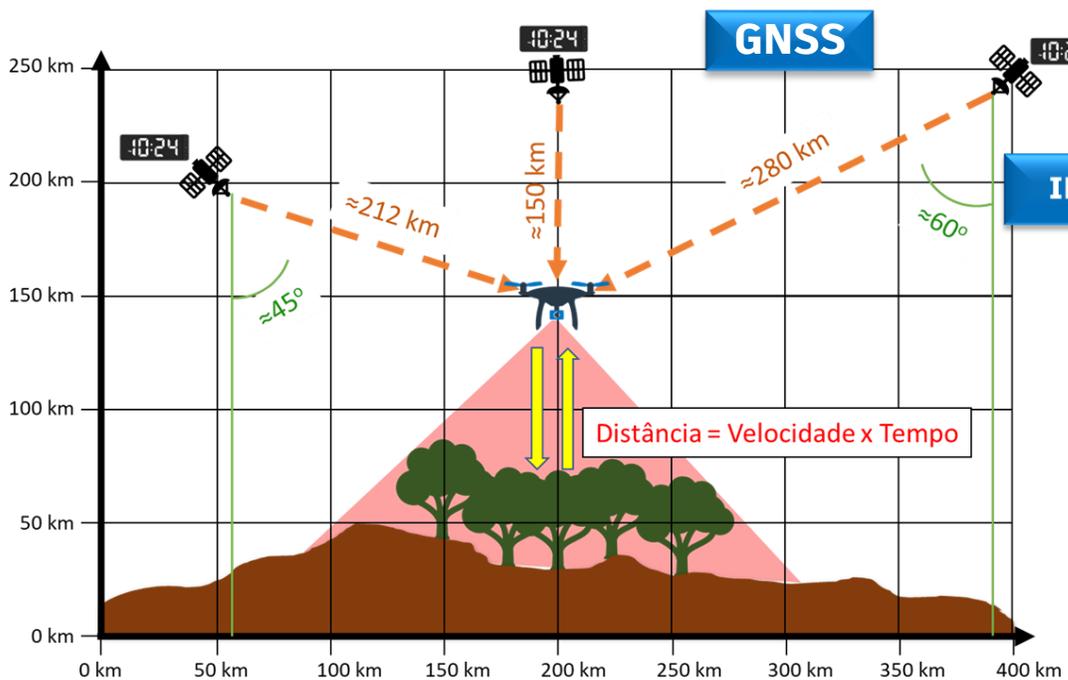
MDT = MDE do Terreno





Equipamentos

LiDar (*Light Detection and Ranging*)



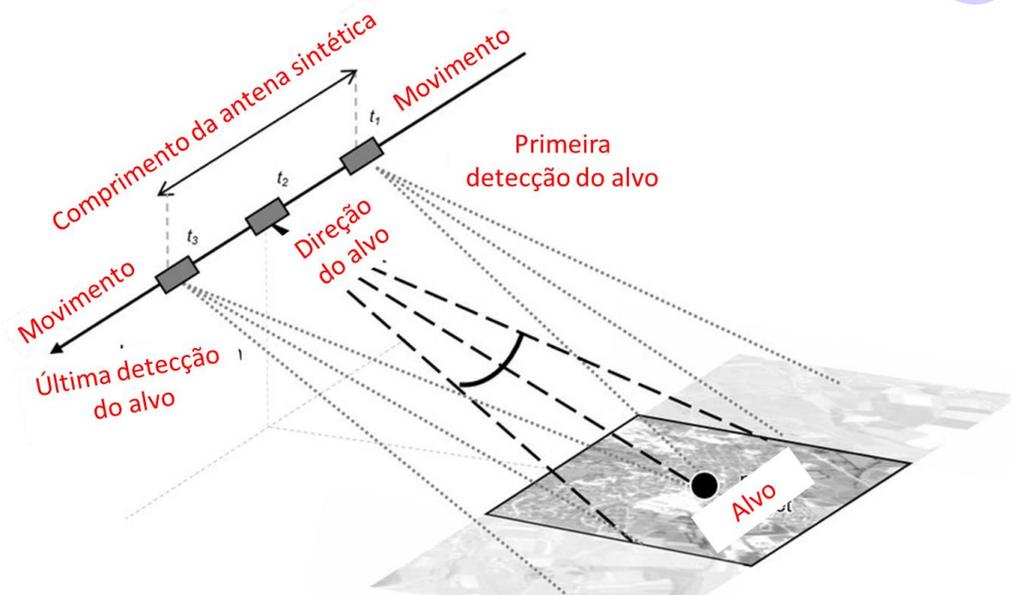


Equipamentos

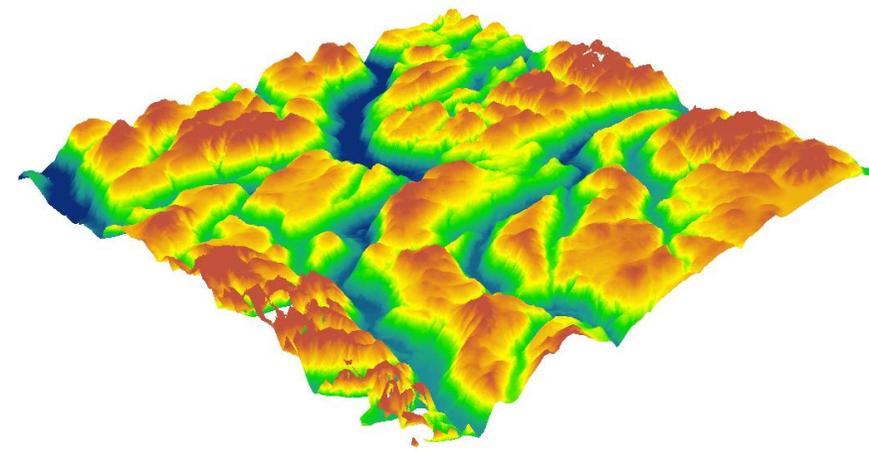
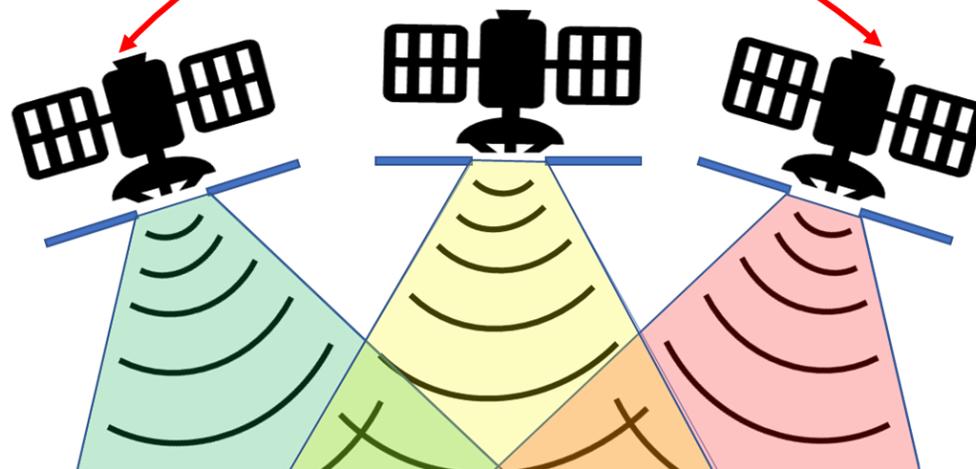
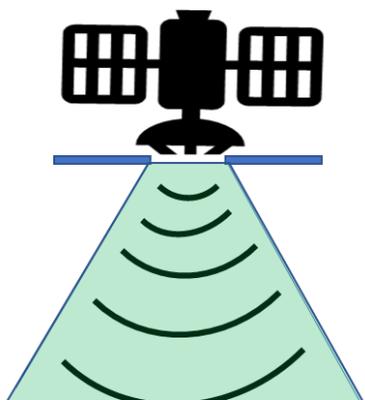
RADAR – SAR (*Synthetic Aperture Radars*)



- **Sensor remoto ativo**
- Micro-ondas e Ondas de rádio (1 mm até 1 m);
- Aumenta a abertura da antena; e
- **Representa com precisão a superfície dos alvos.**



Outros sensores





Equipamentos

Topografia convencional - Altimetria



Altimetria

Parte da topografia que se ocupa dos métodos e instrumentos utilizados no levantamento e na **representação do relevo de uma porção da superfície terrestre**



Barômetro

Goniômetros

Altimetros



GPS





Equipamentos

Topografia convencional - Altimetria

Nivelamento barométrico



Quanto maior a altitude, menor a pressão atmosférica

$$Dn = 10,518 \times \text{Dif. pressão}$$



Nivelamentos estadimétrico ou trigonométrico



Baseado em leituras dos fios estadimétricos

$$\text{Estadimétrico: } Dn = 100 \times (FS - FI) \times \frac{\text{sen}^2 \alpha}{2} + h - FM$$

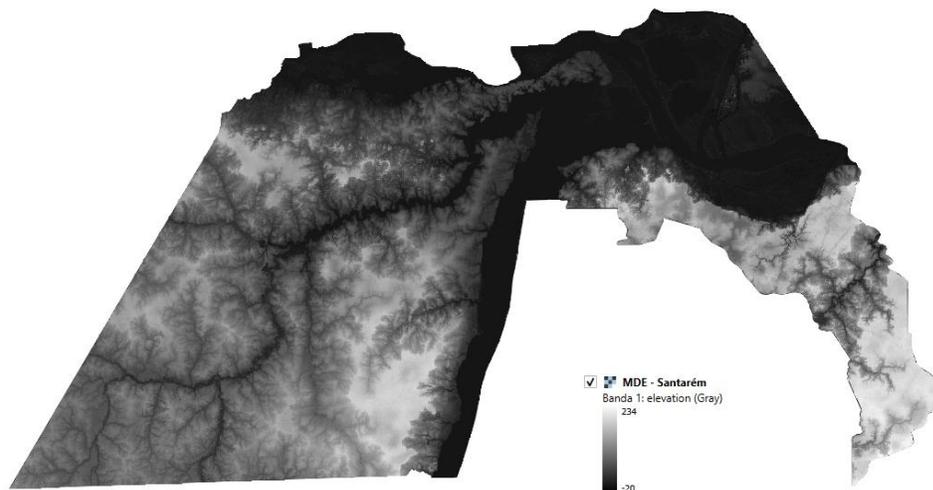


$$\text{Trigonométrico: } Dn = dh \times \text{tg} \alpha + h - FM$$





Resultados de cada equipamento



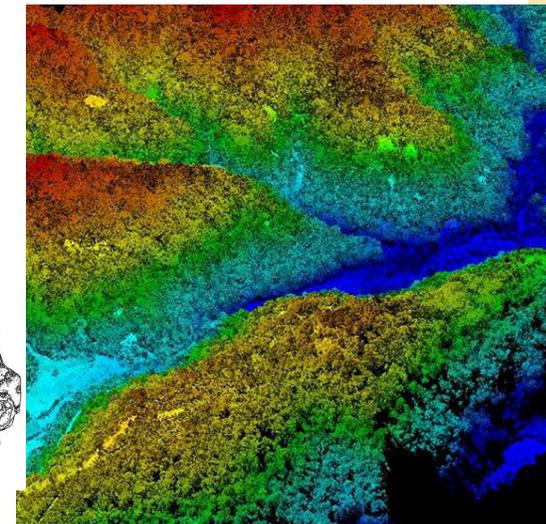
RADAR - SAR

**Arquivo contínuo GEOTIFF
– “pronto para uso”**



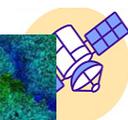
Topografia

Curvas de nível – Interpolação



LiDAR

**Nuvens de pontos –
Processamento**

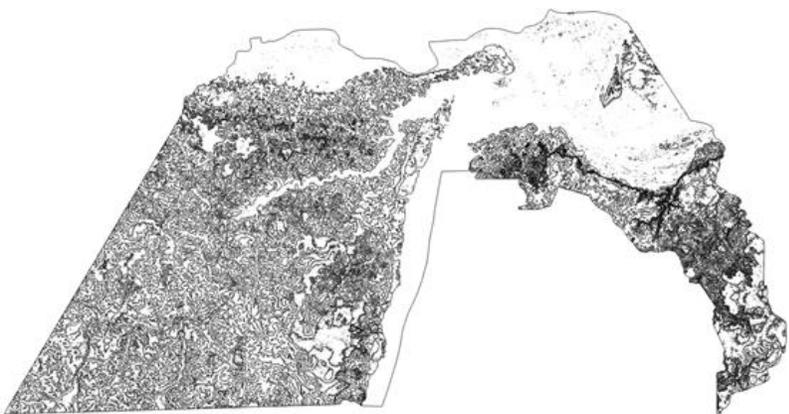




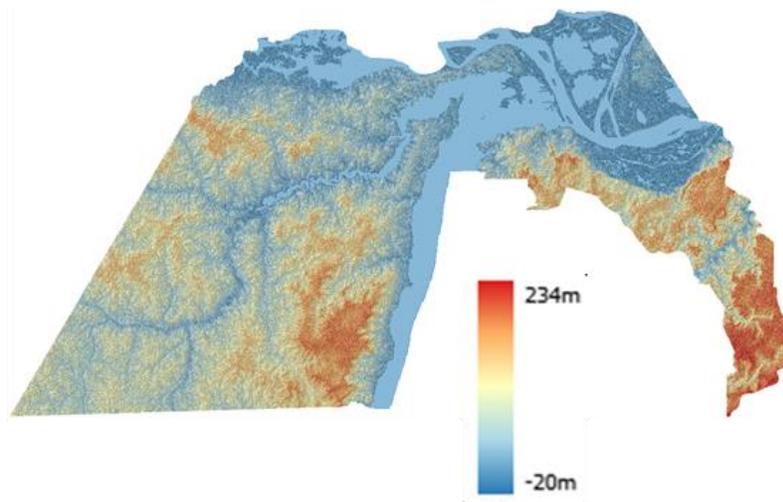
Técnicas

Interpolação

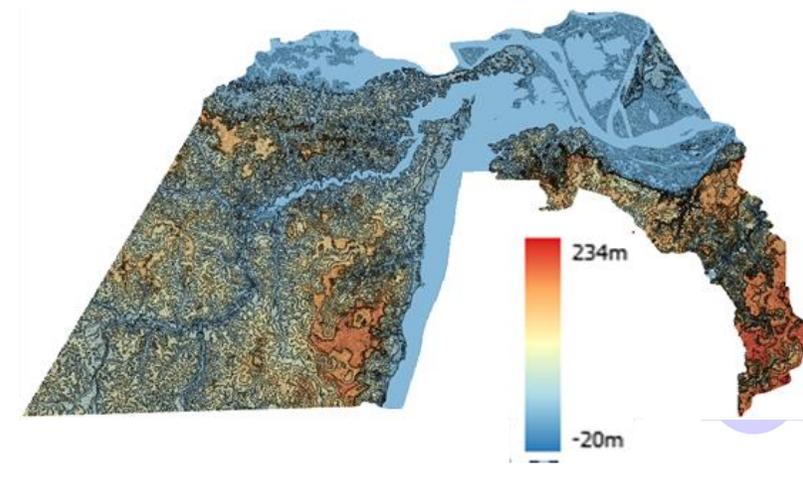
A interpolação é uma técnica de estimativa do valor de um atributo em locais não amostrados, a partir de locais amostrados na mesma área



Curvas de nível



MDE



Curvas de nível + MDE





Importância da precisão dos MDE's para Ciências Agrárias



- 1. Drenagem:** Em áreas sujeitas a inundações, é importante ter informações precisas sobre o terreno para projetar sistemas eficazes que evitem o alagamento de campos.



- 2. Controle de erosão:** Elevações imprecisas podem levar a estimativas incorretas das áreas suscetíveis à erosão, afetando práticas de conservação do solo.





Importância da precisão dos MDE's para Ciências Agrárias



3. Legislação: APP de encostas e de topos de morros



4. Manejo de incêndios florestais: Declividade e orientação das encostas



5. Colheita mecanizada: É indispensável para a seleção de áreas mecanizáveis no processo de colheita



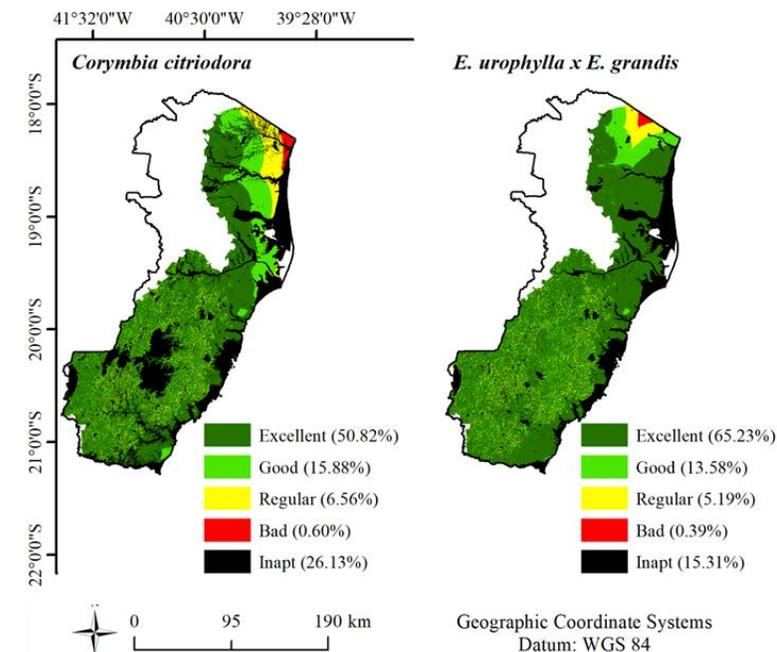


Importância da precisão dos MDE's para Ciências Agrárias



6. Planejamento de estruturas: Fundamental para a construção de estruturas agrícolas (armazéns, galpões, estradas e sistemas drenagem)

7. Zoneamento Agrícola: A precisão nas elevações do terreno ajuda na definição de zonas agrícolas com base em características topográficas





Agora aprenderemos como extrair curvas de nível e como convertê-las em MDE!!!



1º passo: Fazer aquisição do plugin OpenTopography DEM Downloader

The image shows a QGIS window with the 'Complementos' (Plugins) menu open. The search results for 'OpenTopography DEM Downloader' are displayed. The plugin details page is shown, including a list of DEMs and an 'Instalar Complemento' button. Red circles and boxes highlight the steps: 1. Clicking 'Complementos', 2. Clicking 'Gerenciar e Instalar Complementos...', 3. Clicking 'Tudo' in the filter, 4. Searching for 'OPENTOPOGRAPHY', 5. Clicking 'OpenTopography DEM Downloader', 6. Clicking 'Instalar Complemento', and 7. Clicking 'Fechar'.

Complementos | Tudo (1274)

OPENTOPOGRAPHY

OpenTopography DEM Downloader

OpenTopography DEM Downloader

This plugin downloads DEM from OpenTopography.org

This plugin will download DEMs from OpenTopography.org for user selected extent only

DEMs:

1. SRTM 90m
2. SRTM 30m
3. ALOS World 3D 30m
4. SRTM GL1 Elipsoidal 30m
5. Global Bathymetry SRTM15+ V2.1
6. Copernicus Global DSM 30m
7. Copernicus Global DSM 90m
8. NASADEM Global DEM
9. Europe DTM 30m
10. GEDI L3 Grid 1km

** Get an API Key from OpenTopography.org to download the DEMs

★★★★☆ 82 voto(s) de classificação, 90944 baixados

Marcadores [dem](#), [opentopography](#)

Mais informações [página inicial](#) [rastreador de problemas](#) [repositório do código](#)

Autor Kyaw Naing Win

Versão disponível (estável) 2.0 updated at 27/02/2023 17:18

Atualizar Tudo

Instalar Complemento

Fechar Ajuda

2º passo: Adquirir a licença do OpenTopography DEM Downloader

Projeto sem título — QGIS

Projeto Editar Exibir Camada Configurações Complementos Vetor Raster Banco de dados Web Malha Processamento Ajuda

OpenTopography DEM Downloader

Parâmetros Log

Select DEM to download

SRTM 90m

Define extent to download

Enter your API key or use existing one below

Output Raster

[Salvar em arquivo temporário]

Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

0%

Avançado Executar processo em Lote... Executar Cancelar Fechar

OpenTopography DEM Downloader

This tool will download DEM for the extent defined by user, from OpenTopography (<https://opentopography.org/>)

As of Jan 2022, API key is required for all DEMs.

Read <https://opentopography.org/blog/introducing-api-keys-access-opentopography-global-datasets> how to get API key.

Developed by: Kyaw Naing Win

Version: 2

Date: 2023-02-27

change log ver2:

- EU DTM and GED1 L3 Grid are added into the DEM list
- Errors returned from the OpenTopography site are displayed
- Accept layer model input as extent input in Graphical Modeler (credit: Suricactus <https://github.com/suricactus>)

email: kyawnaingwinkw@gmail.com

read more: <https://github.com/knwin/OpenTopography-DEM-Downloader-qgis-plugin>

Caixa de Ferramentas de Processamento

Buscar...

- Usado recentemente
- Análise de dados Raster
- Análise de rede
- Análise vetorial
- Cartografia
- Conversão da nuvem de pontos
- Criação de raster
- Criação de vetor
- Database
- Extração de Nuvem de Pontos
- Ferramentas de arquivo
- Ferramentas de camada

Visualizador de resultados

Escreva para localizar (Ctrl+K)

Coordenada -0,04° -68,52° Escala 19903756 Lupa 100% Rotação 0,0° Renderizar EPSG:4674

2º passo: Adquirir a licença do OpenTopography DEM Downloader

Novo separador

10

<https://opentopography.org/blog/introducing-api-keys-access-opentopography-global-datasets>

WhatsApp Hotmail Gmail FORPOL GEE Basemaps PROJETA - Projeção... CSR Map Environmental Scien... Revistas A1-A2 now publishers - Jo... Todos os marcadores

Gmail Imagens

Google

Pesquise no Google ou escreva um URL

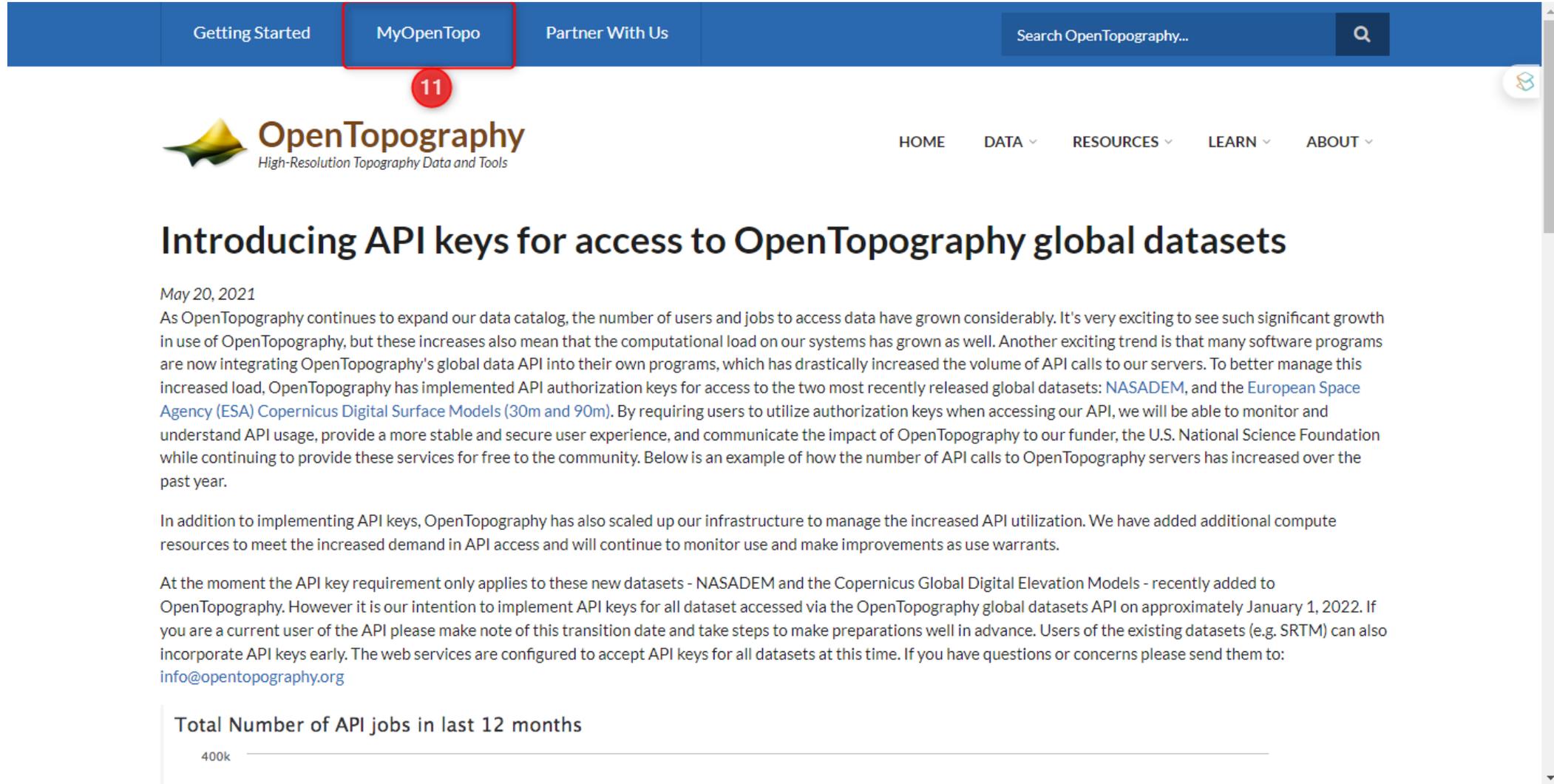
Email - Anto... Login Google Acad... Gmail WhatsApp

Editorial Man... ChatGPT (161) YouTube Editorial Man... Adicionar ata...

Personalizar o Chrome



2º passo: Adquirir a licença do OpenTopography DEM Downloader



Getting Started **MyOpenTopo** Partner With Us Search OpenTopography...

 **OpenTopography**
High-Resolution Topography Data and Tools

HOME DATA ▾ RESOURCES ▾ LEARN ▾ ABOUT ▾

Introducing API keys for access to OpenTopography global datasets

May 20, 2021

As OpenTopography continues to expand our data catalog, the number of users and jobs to access data have grown considerably. It's very exciting to see such significant growth in use of OpenTopography, but these increases also mean that the computational load on our systems has grown as well. Another exciting trend is that many software programs are now integrating OpenTopography's global data API into their own programs, which has drastically increased the volume of API calls to our servers. To better manage this increased load, OpenTopography has implemented API authorization keys for access to the two most recently released global datasets: [NASADEM](#), and the [European Space Agency \(ESA\) Copernicus Digital Surface Models \(30m and 90m\)](#). By requiring users to utilize authorization keys when accessing our API, we will be able to monitor and understand API usage, provide a more stable and secure user experience, and communicate the impact of OpenTopography to our funder, the U.S. National Science Foundation while continuing to provide these services for free to the community. Below is an example of how the number of API calls to OpenTopography servers has increased over the past year.

In addition to implementing API keys, OpenTopography has also scaled up our infrastructure to manage the increased API utilization. We have added additional compute resources to meet the increased demand in API access and will continue to monitor use and make improvements as use warrants.

At the moment the API key requirement only applies to these new datasets - NASADEM and the Copernicus Global Digital Elevation Models - recently added to OpenTopography. However it is our intention to implement API keys for all dataset accessed via the OpenTopography global datasets API on approximately January 1, 2022. If you are a current user of the API please make note of this transition date and take steps to make preparations well in advance. Users of the existing datasets (e.g. SRTM) can also incorporate API keys early. The web services are configured to accept API keys for all datasets at this time. If you have questions or concerns please send them to: info@opentopography.org

Total Number of API jobs in last 12 months

400k



2º passo: Adquirir a licença do OpenTopography DEM Downloader



Username (Email) *

Password *

Remember my login

[LOG IN](#)

[Forgot my password](#) [Create new account](#)

Register New Account

Please fill out your user information and an e-mail will be sent to you with activation details.

13 UserID (email): *

14 First Name: *

15 Last Name: *

ORCID: <https://orcid.org/>

16 Affiliation: *

Organization: *

17 Password: *

Password must be 8 or more characters with a mix of at least 2 of the 4 of the following: Lowercase letters, uppercase letters, numbers, and special characters (@, #, \$, %, etc.).

18 Confirm password: *

Would you like to subscribe to the OpenTopography mailing list?

19 I accept the Terms of Use *

20 [Having problems creating an account?](#)

[SUBMIT](#)

A senha deve ter 8 ou mais caracteres com uma combinação de pelo menos 2 dos 4 seguintes: letras minúsculas, letras maiúsculas, números e caracteres especiais (@, #, \$, %, etc.).



2º passo: Adquirir a licença do OpenTopography DEM Downloader

OpenTopography Account Activation > Caixa de entrada x



noreply@ucsd.edu
para mim ▾



OpenTopography

*A Portal to High-Resolution
Topography Data and Tools*

Please follow the link below to activate your account on OpenTopography:

<https://portal.opentopography.org/newUser?activationKey=96d6cc31fe43e7355ff84fb47cb9bc9c>

User ID: henriqueramalho14@gmail.com
Full Name: Antonio Ramalho

This activation key will expire in 7 days
Thank you for using OpenTopography.

----- The OpenTopography Team -----

21



2º passo: Adquirir a licença do OpenTopography DEM Downloader

Log In

Log in to OpenTopography with your email and password.

Your account has been activated. Please log in to the OpenTopography portal using your credentials.

22

Username (Email) *

Password *

Remember my login

23 LOG IN



2º passo: Adquirir a licença do OpenTopography DEM Downloader



HOME DATA ▾ RESOURCES ▾ LEARN ▾ ABOUT ▾

myOpenTopo Workbench

OpenTopography Systems Load Status - Low

[My OpenTopography Jobs](#) View my previously submitted jobs.

[My Usage Statistics](#) My submitted jobs analytics dashboard.

24

[Get an API Key](#) OpenTopography's available API require a key (e.g use in blender).

[My Contributions](#)



2º passo: Adquirir a licença do OpenTopography DEM Downloader



HOME DATA ▾ RESOURCES ▾ LEARN ▾ ABOUT ▾

OpenTopography User Authorizations

Welcome Antonio Ramalho (Sign Out)

Request API Key

API key: `a1998a59ab320c25d2180d59bf19b199`

OpenTopography's REST API is documented using the OpenAPI specification and available via Swagger for visualizing and testing via the browser.

Commercial, for-profit (i.e., intending to make money), integration of OpenTopography API keys into a product or service is not permitted. For these for-profit use cases as well as for use in classrooms we offer Enterprise API keys. To request an Enterprise Key please email info@opentopography.org.

OpenTopography reserves the right to impose limits on our APIs (e.g. limiting the number of API requests that you may make) to ensure the integrity, security, and proper functioning of our systems. You agree to, and will not attempt to circumvent, such limitations documented with each API.

3º passo: Baixar o MDE

OpenTopography DEM Downloader

Parâmetros Log

Select DEM to download **26**

SRTM 30m

Define extent to download **27**

Enter your API key or use existing one below

a1998a59ab320c25d2180d59bf19b199 **30**

Output Raster **30**

[Salvar em arquivo temporário]

Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo

OpenTopography DEM Downloader

This tool will download DEM for the extent defined by user, from OpenTopography (<https://opentopography.org/>)

As of Jan 2022, API key is required for all DEMs.

Read <https://opentopography.org/blog/introducing-api-keys-access-opentopography-datasets> how to get API key. **28**

- Calcular a partir da Camada
- Calcular a partir do Mapa de Layout
- Calcular a partir dos Favoritos
- Usar a Extensão Atual da Tela do Mapa
- Desenhar na Tela do Mapa

- América do Sul
- Brasil
- Pará **29**
- STM**

0%

Avançado Executar processo em Lote... Executar Cancelar Fechar



3º passo: Baixar o MDE



The screenshot shows the 'OpenTopography DEM Downloader' application window. The interface includes a 'Parâmetros' tab and a 'Log' button. The main area is divided into several sections: 'Select DEM to download' (set to 'SRTM 30m'), 'Define extent to download' (with coordinates: -55.896914715, -54.695115286, -4.678325543, -3.722027862 [EPSG:4674]), 'Enter your API key or use existing one below' (with API key: a1998a59ab320c25d2180d59bf19b199), and 'Output Raster' (with a dropdown set to '[Salvar em arquivo temporário]'). A checkbox 'Abrir arquivo de saída depois executar o algoritmo' is checked. A progress bar at the bottom shows 0% completion. A red circle '30' highlights the output raster dropdown, and a red circle '31' highlights the 'Salvar no arquivo...' option in a context menu. A red circle '35' highlights the 'Executar' button at the bottom right.

The screenshot shows the 'Salvar arquivo' dialog box in Windows. The current directory is 'Rasters > MDE'. The file name is 'MDE_30m' and the file type is 'TIF arquivos (*.tif)'. A red circle '32' highlights the directory path, a red circle '33' highlights the file name input field, and a red circle '34' highlights the 'Salvar' button. The dialog also shows a search bar 'Pesquisar em MDE' and a list of folders including 'rec', 'Figures', 'Ruropolis', 'OneDrive', 'Este Computador', and 'Rede'. The message 'Nenhum item corresponde à pesquisa.' is displayed in the main area.



4º passo: Recortar o MDE

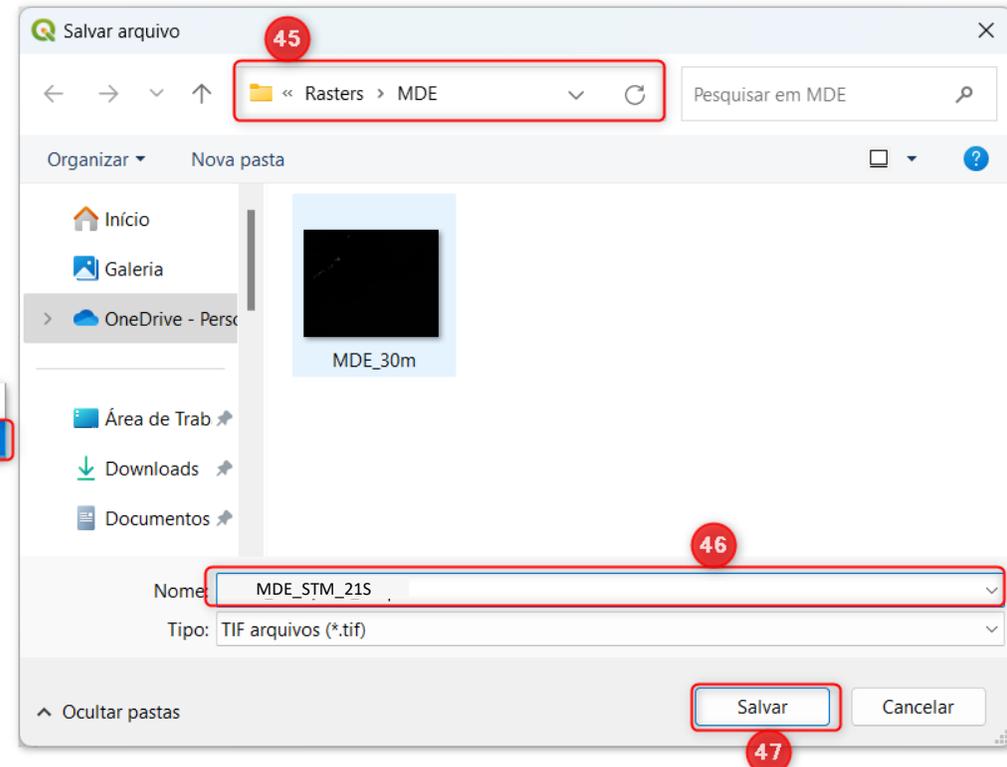
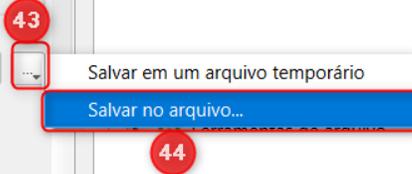
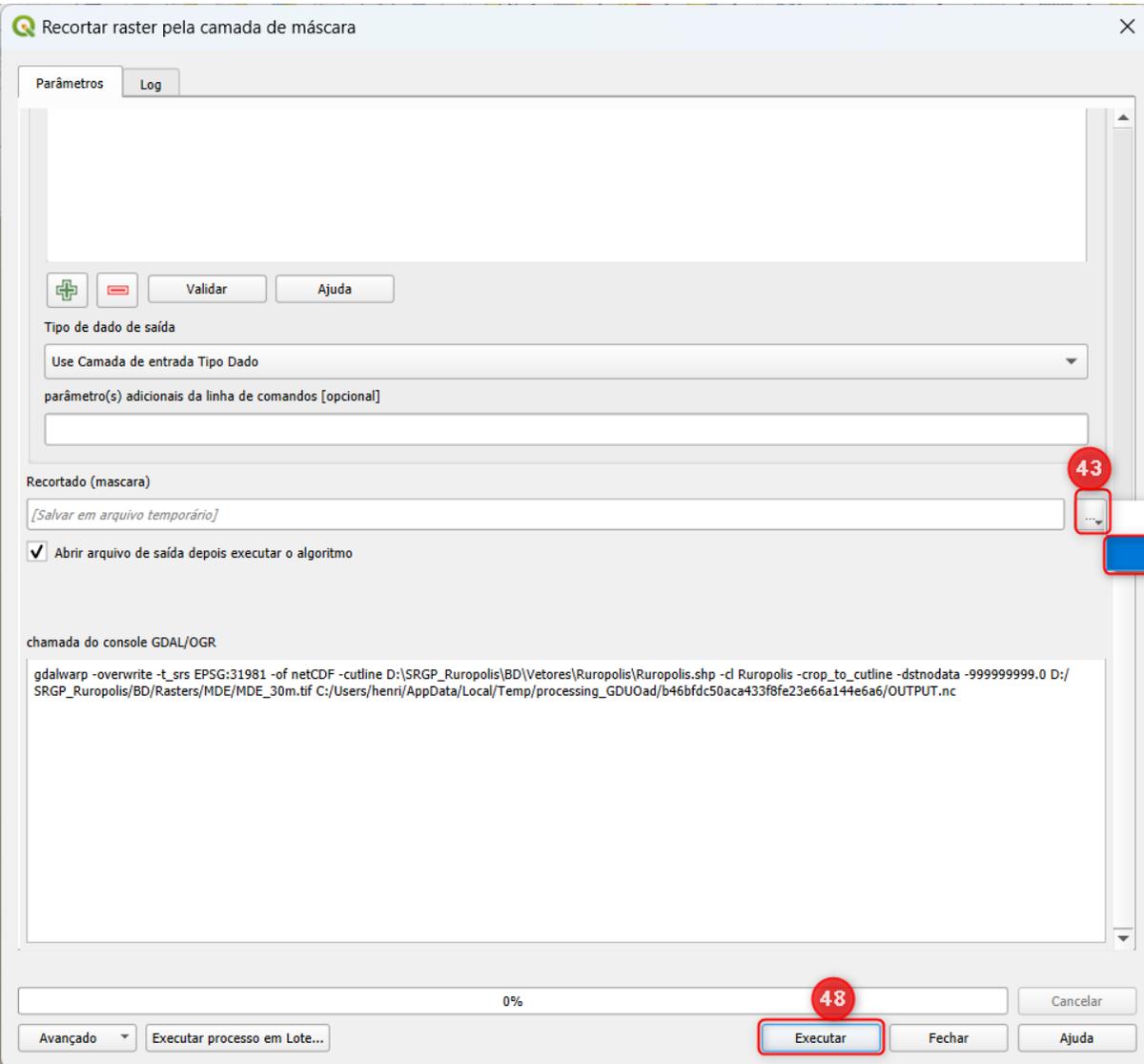
The image shows the QGIS software interface with the 'Raster' menu open. The 'Recortar raster pela camada de máscara...' option is highlighted. A dialog box titled 'Recortar raster pela camada de máscara' is open, showing the following settings:

- Parâmetros: Log
- Camada de entrada: MDE_30m.tif [EPSG:4326] (39)
- Camada máscara: STM [EPSG:4674] (40)
- Apenas feições selecionadas:
- SRC original [opcional]:
- SRC de destino [opcional]: EPSG:31981 - SIRGAS 2000 / UTM zone 21S (41)
- Extensão alvo [opcional]: Não definido
- Atribua um valor "sem dados" especificado às bandas de saída [opcional]: -99999999 (42)
- Criar uma banda alfa de saída
- Igualar a Extensão da imagem recortada com a Extensão da camada de máscara
- Manter a resolução do raster de entrada
- Definir resolução do arquivo de saída
- Resolução X para bandas de saída [opcional]: Não definido
- Resolução Y para bandas de saída [opcional]: Não definido
- Parâmetros avançados:
 - Usar execução de ajuste multilinhado
 - Opções adicionais de criação [opcional]:

The dialog box also shows a progress bar at 0% and buttons for 'Executar', 'Fechar', and 'Ajuda'. The background shows a grayscale satellite image of a forested area.



4º passo: Recortar o MDE



5º passo: Eliminar camadas obsoletas

The screenshot shows the QGIS interface with the following elements:

- Menu Bar:** Projeto, Editar, Exibir, Camada, Configurações, Complementos, Vetor, Raster, Banco de dados, Web, Malha, Processamento, Ajuda.
- Toolbars:** Standard QGIS toolbars for navigation, editing, and processing.
- Navegador (Navigator):** Shows a tree view of file systems and data sources.
- Camadas (Layers):** A list of layers with checkboxes. The layer 'MDE_30m.tif' is selected and highlighted with a red box. A red circle with the number '50' is next to it.
- Caixa de Ferramentas de Processamento (Processing Toolbox):** A list of processing tools, including 'Análise de dados Raster', 'Análise de rede', etc.
- Visualizador de resultados (Results Viewer):** An empty area for displaying the results of processing.
- Dialog Box:** A modal dialog titled 'Remover as camadas e grupos' (Remove layers and groups) with a warning icon and the text 'Remover 1 entrada da legenda?' (Remove 1 entry from the legend?). It has 'OK' and 'Cancelar' buttons. A red circle with the number '51' is next to the dialog box.
- Status Bar:** Shows coordinates (-4,827° -56,657°), scale (1:1378371), zoom (100%), rotation (0,0°), and other settings.

10º passo: Ajustar simbologia do MDE

The image shows the QGIS interface with the following components and steps:

- 1**: Selecting the layer 'MDE_STM_21S' in the 'Camadas' panel.
- 2**: Right-clicking the layer to open the context menu.
- 3**: Selecting 'Simbologia' in the context menu.
- 4**: Selecting the layer 'Banda 1: elevation (Gray)' in the 'Propriedades da camada' dialog.
- 5**: Selecting 'Banda simples falsa-cor' in the 'Tipo de renderização' dropdown.
- 6**: Selecting 'Todas Gradientes de Cores' in the 'Gradiente de cores' menu.
- 7**: Selecting the 'Spectral' color gradient in the 'Gradiente de cores' menu.

The 'Propriedades da camada' dialog shows the following settings:

- Tipo de renderização: Banda simples falsa-cor
- Banda: Banda 1: elevation (Gray)
- Mín: -25 Máx: 234
- Configurações de Valor Min / Max: Linear
- Gradiente de cores: Spectral
- Modo: Contínuo

10º passo: Ajustar simbologia do MDE

Propriedades da camada — MDE_STM_21S — Simbologia

Tipo de renderização: Banda simples falsa-cor

Banda: Banda 1: elevation (Gray)

Mín: -25 Máx: 234

Configurações de Valor Min / Max

Interpolar: Linear

Gradiente de cores

Sufixo da unidade rotulada

Precisão do rótulo

Valor	Cor	Rótulo
-25		-25
40		40
105		105
169		169
234		234

Modo: Contínuo

Classificar

Recortar fora do intervalo de valores

Estilo

OK Cancelar Aplicar Ajuda

8

9

10

14

13

Propriedades da legenda

Usar legenda contínua

Rótulos

Prefixo

Sufixo: m

Mínimo: Padrão

Máximo: Padrão

Formato numérico: Customizar

Formato do texto: Fonte

(Aplica-se somente a legendas de layout de impressão)

Composição

Orientação: Vertical

Direção: Máximo no topo

OK Cancelar Ajuda

11

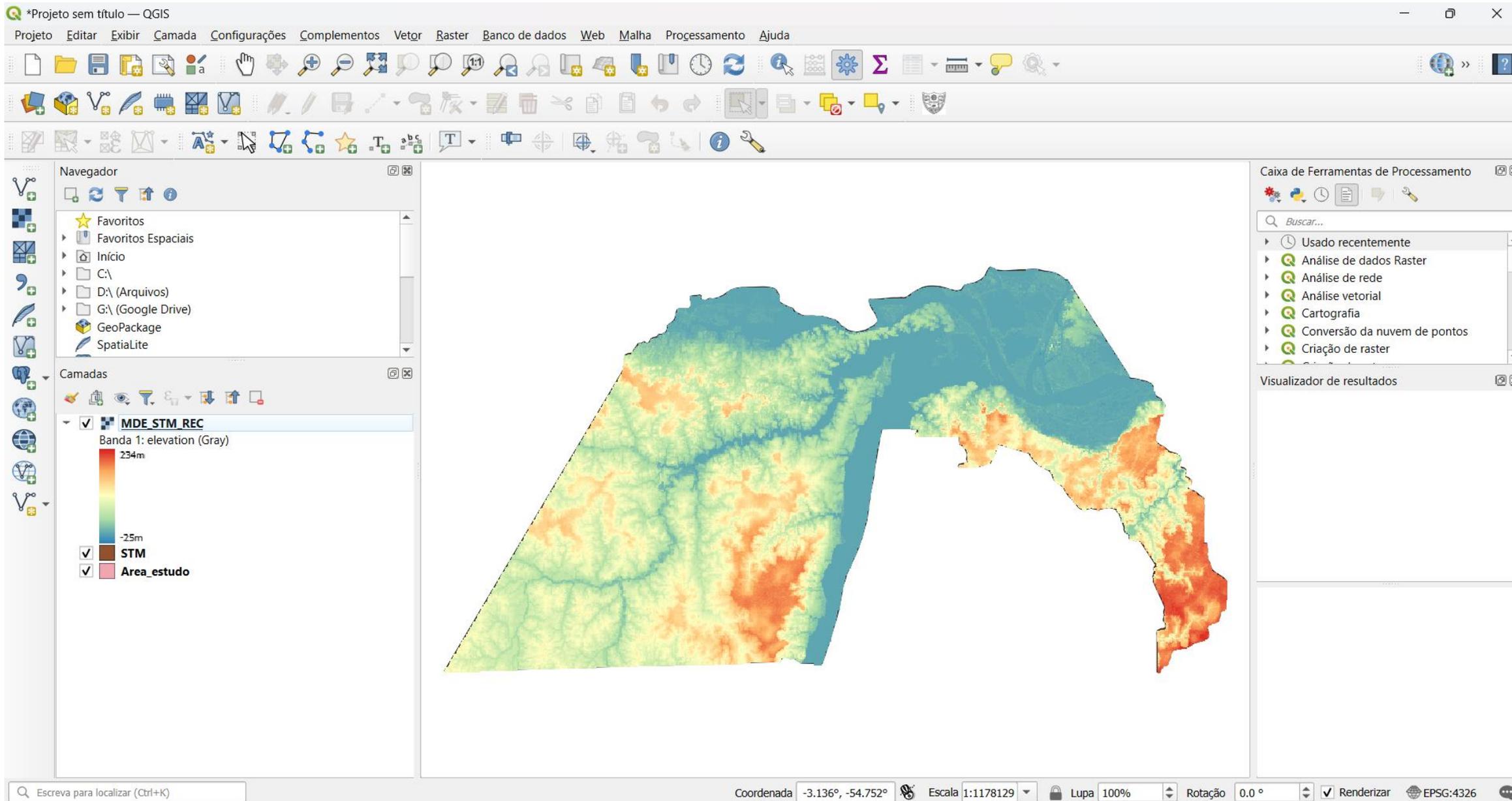
12





*Projeto sem título — QGIS

Projeto | Editar | Exibir | Camada | Configurações | Complementos | Vetor | Raster | Banco de dados | Web | Malha | Processamento | Ajuda



Navegador

- Favoritos
- Favoritos Espaciais
- Início
- C:\
- D:\ (Arquivos)
- G:\ (Google Drive)
- GeoPackage
- SpatialLite

Camadas

- MDE_STM_REC**
Banda 1: elevation (Gray)
234m
-25m
- STM**
- Area_estudo**

Caixa de Ferramentas de Processamento

Buscar...

- Usado recentemente
- Análise de dados Raster
- Análise de rede
- Análise vetorial
- Cartografia
- Conversão da nuvem de pontos
- Criação de raster

Visualizador de resultados

Escreva para localizar (Ctrl+K)

Coordenada -3.136°, -54.752° | Escala 1:1178129 | Lupa 100% | Rotação 0.0° | Renderizar | EPSG:4326



Salvar o projeto

The image shows the QGIS interface with the 'Salvar Como...' dialog box open. The dialog box is titled 'Salvar projeto como' and shows the file path 'SR_GP >> Projetos'. The file name is 'Aula_MDE' and the type is 'Arquivos QGZ (*.qgz)'. The 'Salvar' button is highlighted with a red circle.

1. **Projeto** menu
2. **Salvar Como...** option
3. File path: SR_GP >> Projetos
4. File name: Aula_MDE
5. **Salvar** button

Nome	Data de modificação	Tipo
Aula1_adicionando_bandas	18/06/2024 16:19	QGIS
Aula2_reprojecao_de_bandas	18/06/2024 16:23	QGIS
Aula3_Ajuste_Contraste	18/06/2024 16:24	QGIS
Aula4_Composicao_de_bandas	18/06/2024 16:47	QGIS

Coordenada: 0,633° -0,881° Escala: 1:1774777 Lupa: 100% Rotação: 0,0° Renderizar EPSG:4326

