

# ANÁLISE FISIOGRÁFICA

relevo - hipsometria - declive - exposição de encostas  
bacias hidrográficas - rede hidrográfica

SCAN ME



## TUTORIAL

preparado por Nuno de Santos Loureiro

DCTMA - FCT - Universidade do Algarve  
[nloure@ualg.pt](mailto:nloure@ualg.pt)

WORK IN  
PROGRESS  
CHECK BACK SOON!

# SUMÁRIO

O presente **TUTORIAL QGIS** apresenta um conjunto alargado de procedimentos para a **análise fisiográfica**. São concretizadas duas abordagens distintas:

- **escala média** - dados de base provenientes de satélites, com resoluções horizontais da ordem dos 30 metros
- **escala detalhada** - dados de base provenientes de aeronaves e drones, com resoluções horizontais da ordem dos 5 metros ou superiores

Na análise fisiográfica de escala média utilizar-se-ão modelos digitais da elevação (**MDE**) que estão disponíveis na Internet (**ASTER GDEM, SRTM e Copernicus 30 m**) para todo o Planeta. A resolução espacial horizontal desses modelos é sempre de cerca de 30 metros. É igualmente apresentado o **MERIT**, que tem uma resolução de cerca de 90 metros...

Para Portugal continental utilizar-se-á o modelo digital topográfico (**MDT**) resultante do **Levantamento LiDAR 2024**, da responsabilidade da D.G. Território, que tem uma resolução muito superior, de 0,5 ou de 2 metros, pelo que pode considerar-se já uma análise fisiográfica de escala detalhada. Existe ainda uma versão com resolução de 10 m.

É, adicionalmente, feita uma análise fisiográfica que considera a caracterização dos **declives** e da **exposição das encostas** na região. De igual forma, são apresentados dois procedimentos para o desenho de **cortes topográficos**. A estimação de **áreas de superfícies reais**, em alternativa à habitual medição de **áreas de superfícies projectadas sobre um plano horizontal**, é outro procedimento apresentado neste tutorial.

A análise fisiográfica é feita na óptica geral das **encostas**, com a caracterização da **hipsometria**, dos **declives** e da **exposição** das encostas, e é feita na óptica particular da **hidrologia de superfície**, que inclui a caracterização das **linhas de talvegue** ou de escoamento superficial, das **linhas de festo** ou de separação de encostas, e a classificação de Strahler (*Strahler's stream ordering system*).

# 1. MDT por detecção remota

# DEM - Digital Elevation Model

O **DEM** (*Digital Elevation Model*), que também pode ser designado de **DTM** (*Digital Terrain Model*), é o elemento fundamental da representação digital do relevo nos **SIG** (Sistemas de Informação Geográfica). Em português, o termo mais utilizado e recomendado é **MDT** (*Modelo Digital Topográfico*).

No seu formato mais simples o **MDT** é constituído por uma tabela de pontos com coordenadas X e Y, e com a altitude (Z ou H). Os pontos descrevem-se também através da sua distribuição regular ou irregular ao longo do território e da sua densidade de pontos (n.º de pontos por unidade de área).

Em formatos mais elaborados o **MDT** é constituído por:

- mosaico ou rede contínua de quadrículas, em que todos os quadrados (células) têm a mesma dimensão - **MDT** em formato **RASTER**
- rede triangular contínua, em que os triângulos não têm sempre os mesmos formatos e dimensões, construindo um **TIN** (*triangular irregular network*) - **MDT** em formato **VECTOR**

De notar que em qualquer das duas soluções se passa de um **modelo descontínuo** (coordenadas da superfície do território para as quais há dados topográficos e coordenadas para as quais não há dados) para um **modelo contínuo** (há dados topográficos para todas as coordenadas da superfície do território).

Nos **MDT RASTER** cada quadrado representa um único valor de altitude (Z).

A dimensão dos lados da quadrícula é a **resolução horizontal** do modelo digital da elevação.

Nos **MDT VECTOR** cada vértice de um triângulo tem um valor de altitude (Z), que pode ser igual ou diferente da altitude dos dois outros vértices do mesmo triângulo.

Em geral, os **MDT** são obtidos a partir de detecção remota (*remote sensing*), quer com base em análise e interpretação de imagens de satélite, quer fotografias aéreas estereoscópicas, quer levantamentos com aviões ou drones (estereoscopia ou LiDAR).

O **SPOT 5** (*Satellite pour l'Observation de la Terre*), o **SRTM** (*Shuttle Radar Topography Mission*) e o **ASTER** (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer*) foram três exemplos clássicos de soluções tecnológicas que permitiram, por detecção remota, criar os primeiros modelos digitais da elevação com padrões de qualidade muito aceitáveis.

# New Version of the ASTER GDEM



Version 3 of the ASTER Global Digital Elevation Model (GDEM) provides new features and sharper imagery.

Version 3 of the Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer (ASTER [↗](#)) Global Digital Elevation Model (GDEM [↗](#)) is now available from NASA's Land Processes Distributed Active Archive Center (LP DAAC [↗](#)). The ASTER GDEM covers land surfaces between 83°N and 83°S, and was produced through automated processing of 2.3 million scenes from the ASTER archive.

The first ASTER GDEM was released in 2009, with Version 2 being released in 2011. The ASTER GDEM Version 3 maintains the GeoTIFF format and the same gridding and tile structure as in previous versions, with 30-meter spatial resolution and 1°x1° tiles.

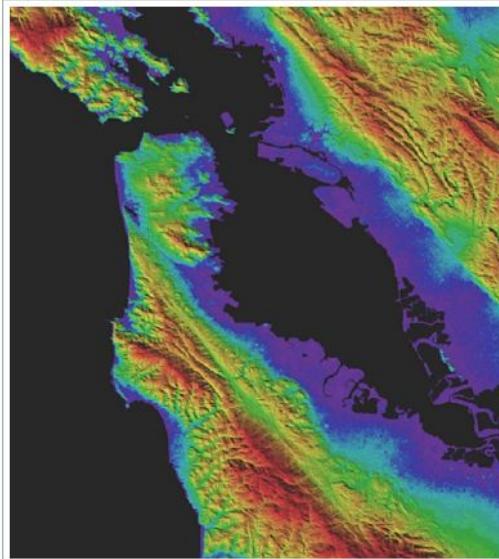
Version 3 also features a new global product: the ASTER Water Body Dataset (ASTWBD [↗](#)). This raster product identifies all water bodies as either ocean, river, or lake, and each GDEM tile has a corresponding Water Body tile.

ASTER GDEM and ASTWBD tiles may be downloaded directly from NASA's LP DAAC [Data Pool](#) [↗](#). In addition, the data are available with transformation services via the LP DAAC's Application for Extracting and Exploring Analysis Ready Samples (AppEEARS [↗](#)).

ASTER is one of five instruments aboard NASA's [Terra](#) [↗](#) spacecraft (launched in 1999) and was built in Japan for the Ministry of Economy, Trade, and Industry (METI). A joint U.S./Japan Science Team is responsible for instrument design, calibration, and data validation.

[Read more](#) [↗](#) about the new version of the ASTER GDEM at NASA's LP DAAC.

Published August 5, 2019



ASTER GDEM Version 3 shaded relief topography of San Francisco, California, USA. Image: NASA/METI/AIST/Japan Space Systems, and U.S./Japan ASTER Science Team.

# ASTER GDEM (ASTER Global Digital Elevation Model V003)

## CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS do MDE disponível a partir do ASTER GDEM versão 3

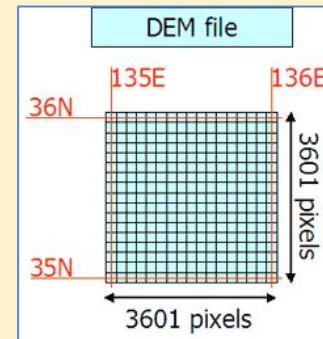
A informação do ASTER GDEM V003 está estruturada em **tiles** ou **granules**, figuras geométricas formalmente quadrangulares e estabelecidas segundo o desenho dos paralelos e meridianos (coordenadas geográficas).

Cada **tile** corresponde a 1° de longitude por 1° de latitude, e está subdividida em 3601 x 3601 pixels, ou seja, a 1" de longitude por 1" de latitude.

No Equador o **pixel** é, aproximadamente, de 30 metros (long) por 30 metros (lat). À medida em que se avança na direcção dos pólos, a correspondência métrica de 1" de longitude vai-se alterando e corresponde a uma distância cada vez menor.

A informação é fornecida em **GeoTIFF**, **tile a tile**, e é georreferenciada em **WGS84** (EPSG: 4326). Para além do ficheiro base, com o MDT é fornecido um ficheiro com a análise de qualidade (QA - *quality assessment*).

A altimetria é expressa em metros, tendo como nível médio da água do mar o **geóide WGS84/EGM96**. No GeoTIFF o valor 0 corresponde a altitude 0 metros e o valor -9999 à ausência de informação. A **margem de erro da altitude** é inferior a 17 m, com um grau de confiança de 95%.



Quando é apresentada informação baseada no ASTER GDEM V003 é necessário citar:

NASA/METI/AIST/Japan Spacesystems, and U.S./Japan ASTER Science Team. ASTER Global Digital Elevation Model V003. 2018, distributed by NASA EOSDIS Land Processes DAAC. [doi.org/10.5067/ASTER/ASTGTM.003](https://doi.org/10.5067/ASTER/ASTGTM.003)

ASTER GDEM V003  
User Guide

# ASTER GDEM (ASTER Global Digital Elevation Model V003)

## OBTENÇÃO do MDE disponível a partir do ASTER GDEM versão 3

O acesso ao MDE do ASTER GDEM é **livre e gratuito**.

Há diversas opções para o acesso e *download* dos TILES.

Uma bastante simples é através do *EarthData Search*, que pode ser acedido através do seguinte *link*:

[search.earthdata.nasa.gov/search?q=ASTGTM+V003](https://search.earthdata.nasa.gov/search?q=ASTGTM+V003)

ou de <https://search.earthdata.nasa.gov> e depois digitando ASTGTM V003 na caixa de busca que surge...

# ASTER GDEM

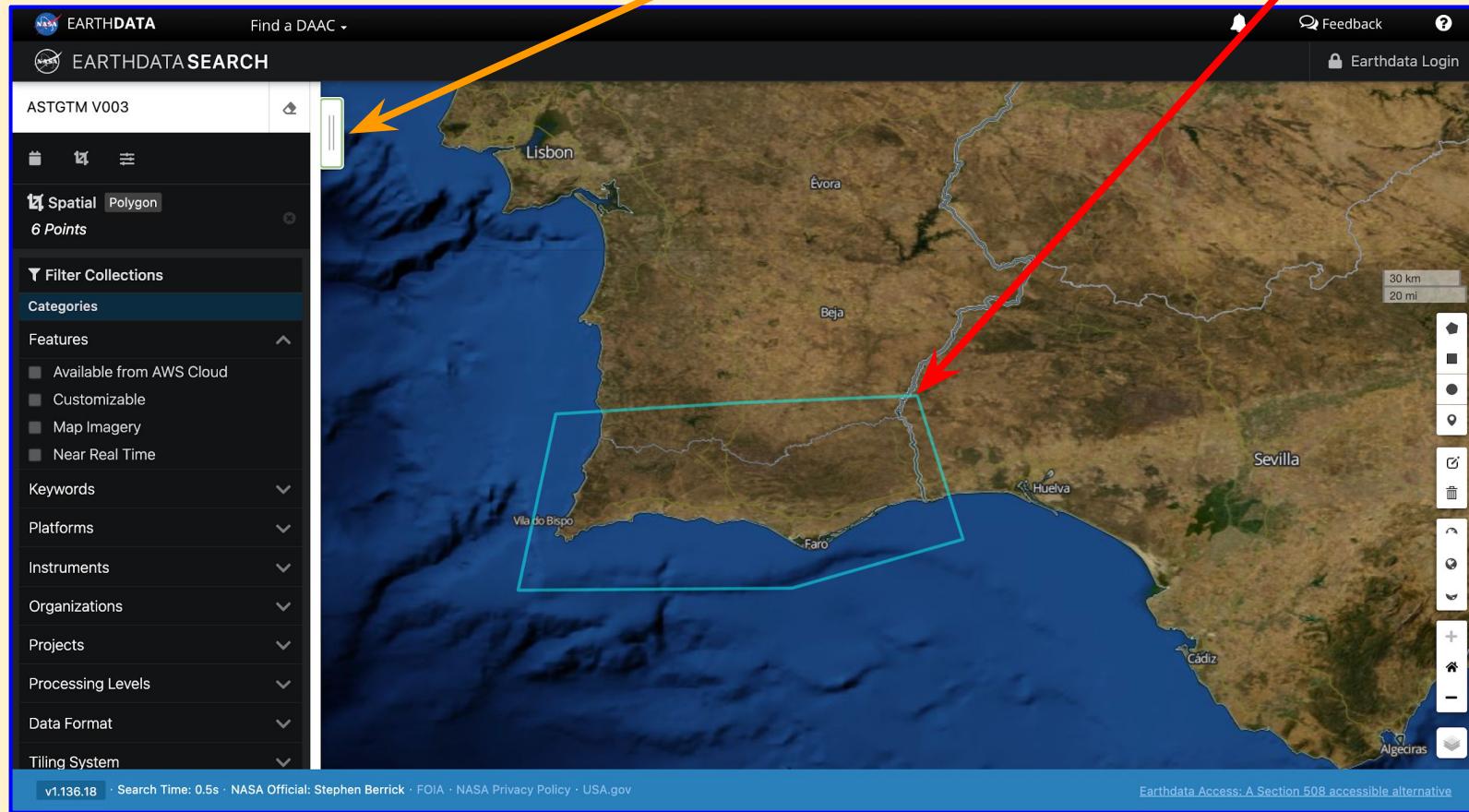
## (ASTER Global Digital Elevation Model V003)

Surge então a colecção ASTER Global Digital Elevation Model V003.

No mapa que está no topo é possível fazer **Zoom In** de forma a colocar a área de que pretende obter o MDE em destaque...

A janela está  
recolhida  
(ocultada)...

O Algarve foi delimitado  
através da funcionalidade  
polígono...



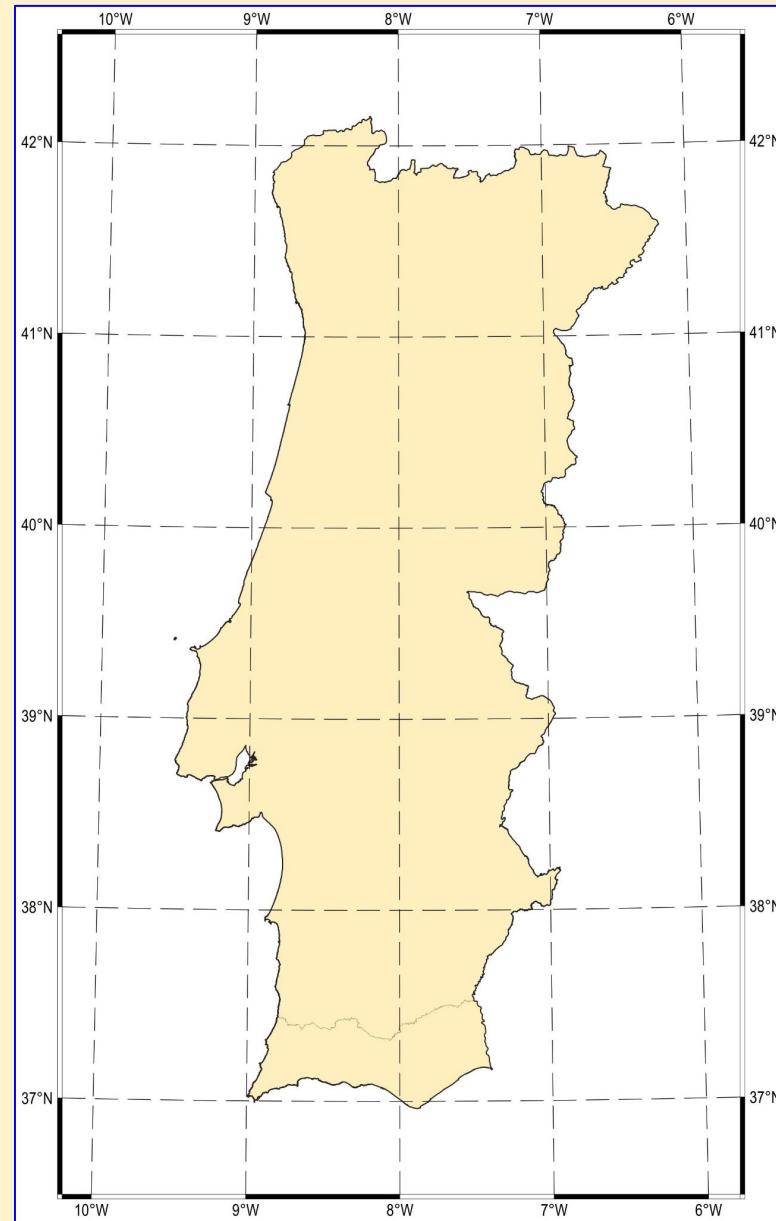
# ASTER GDEM (V003)

Os tiles ou grânulos do ASTER GDEM V003 são, como já se referiu, delimitados respeitando as coordenadas geográficas.

A figura ao lado representa a totalidade do território de Portugal continental, e os paralelos e meridianos que o atravessam.

As coordenadas de cada grânulo indicam-se através das coordenadas do canto inferior esquerdo do próprio tile...

É possível constatar que são necessárias 18 tiles para cobrir a totalidade do território em análise, e através da figura torna-se também simples identificar qual a tile que faz a cobertura de cada região...



# ASTER GDEM

## (ASTER Global Digital Elevation Model V003)

Reabrindo a janela já é possível verificar que **apenas** estão seleccionados **4 granules**, os correspondentes ao Algarve...

É então necessário clicar em **Map Imagery**

A janela está aberta (visível)...

The screenshot shows the Earthdata Search interface with the following details:

- Left Sidebar:** Shows search filters for "Spatial" (Polygon, 5 Points) and "Filter Collections" (Categories: Features, Keywords, Platforms, Instruments, Organizations, Projects, Processing Levels, Data Format, Tiling System).
- Search Results:** "3 Matching Collections" are listed:
  - ASTER Global Digital Elevation Model V003:** 4 Granules (2000-03-01 to 2013-11-30). Description: The ASTER Global Digital Elevation Model (GDEM) Version 3 (ASTGTM) provides a global digital elevation model (DEM) of land areas on Earth at a spatial resolution of 1 arc second (approximately 30 meter horizontal posting at the equator). Buttons: "Map Imagery" (highlighted with a red arrow), "ASTGTM v003 - LP DAAC".
  - ASTER Global Digital Elevation Model NetCDF V003:** 4 Granules (2000-03-01 to 2013-11-30). Description: The ASTER Global Digital Elevation Model (GDEM) Version 3 (ASTGTM) provides a global digital elevation model (DEM) of land areas on Earth at a spatial resolution of 1 arc second (approximately 30 meter horizontal posting at the equator). Buttons: "ASTGTM\_NC v003 - LP DAAC".
  - ASTER Global Digital Elevation Model Attributes NetCDF V003:** 4 Granules (2000-03-01 to 2013-11-30). Description: The ASTER Global Digital Elevation Model (GDEM) Version 3 (ASTGTM) provides a global digital elevation model (DEM) of land areas on Earth at a spatial resolution of 1 arc second (approximately 30 meter horizontal posting at the equator). Buttons: "ASTGTM\_NUMNC v003 - LP DAAC".
- Right Panel:** A map viewer showing the Algarve region in southern Portugal, with a 30 km/20 mi scale bar. A cyan box highlights a specific area on the map.

# ASTER GDEM

## (ASTER Global Digital Elevation Model V003)

Surgem então os 4 granules ou tiles relativos ao Algarve.

Para fazer o **Download All** é necessário estar registado...

A janela está aberta (visível)...

ASTER Global Digital Elevation Model V003

Showing 4 of 4 matching granules

ASTGTMV003\_N37W009.zip

ASTGTMV003\_N37W008.zip

ASTGTMV003\_N36W009.zip

ASTGTMV003\_N36W008.zip

4 Granules

Download All 4 Granules

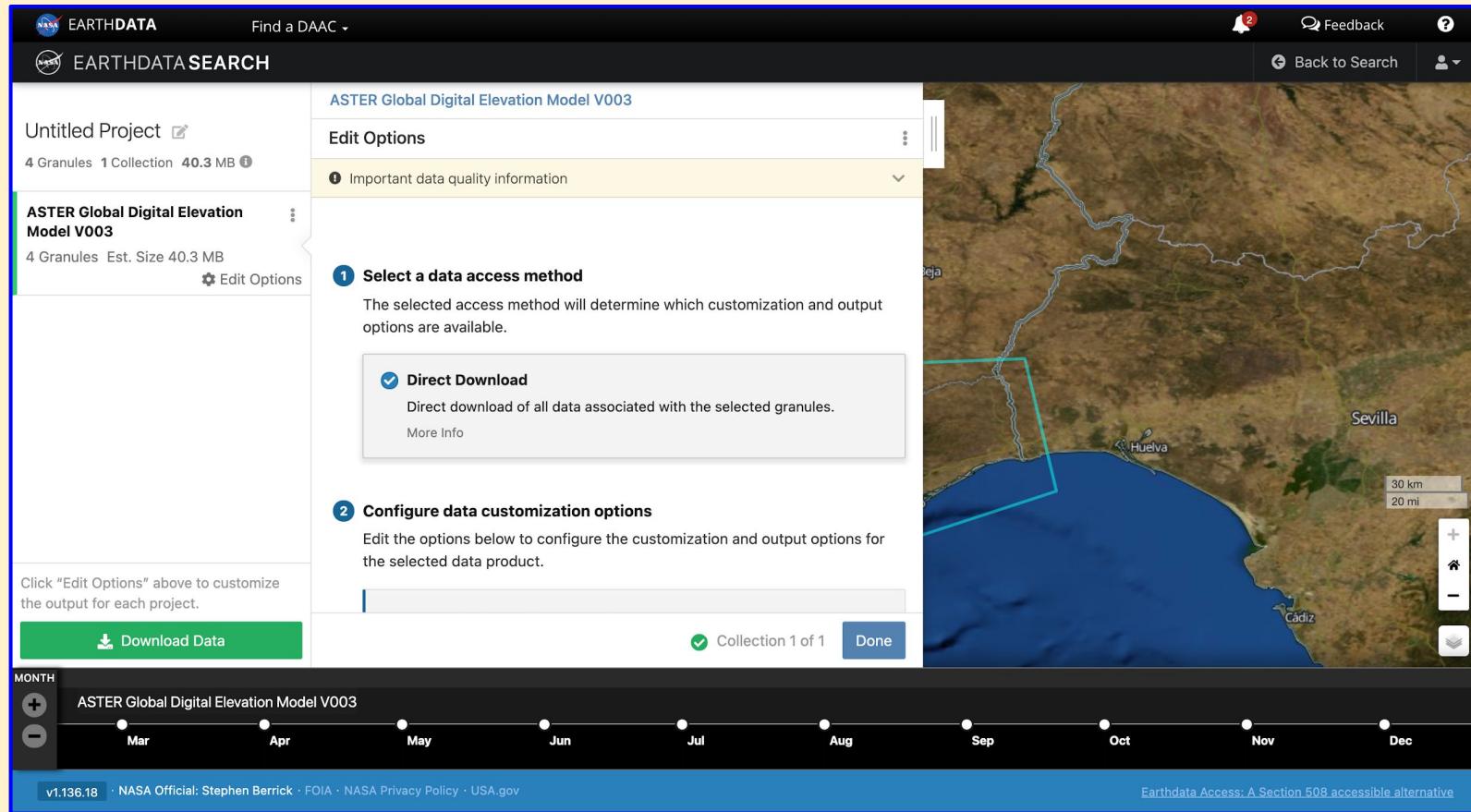
Os quatro **TILES** que correspondem ao Algarve:

TILE	LATITUDE	LONGITUDE
• ASTGTMV003_N37W009	N37 - N38	W009 - W008
• ASTGTMV003_N37W008	N37 - N38	W008 - W007
• ASTGTMV003_N36W009	N36 - N37	W009 - W008
• ASTGTMV003_N36W008	N36 - N37	W008 - W007

# ASTER GDEM (ASTER Global Digital Elevation Model V003)

O **Download** é feito em dois passos.

O primeiro é o método de acesso aos dados.  
Neste exercício escolheu-se o **Direct Download**.

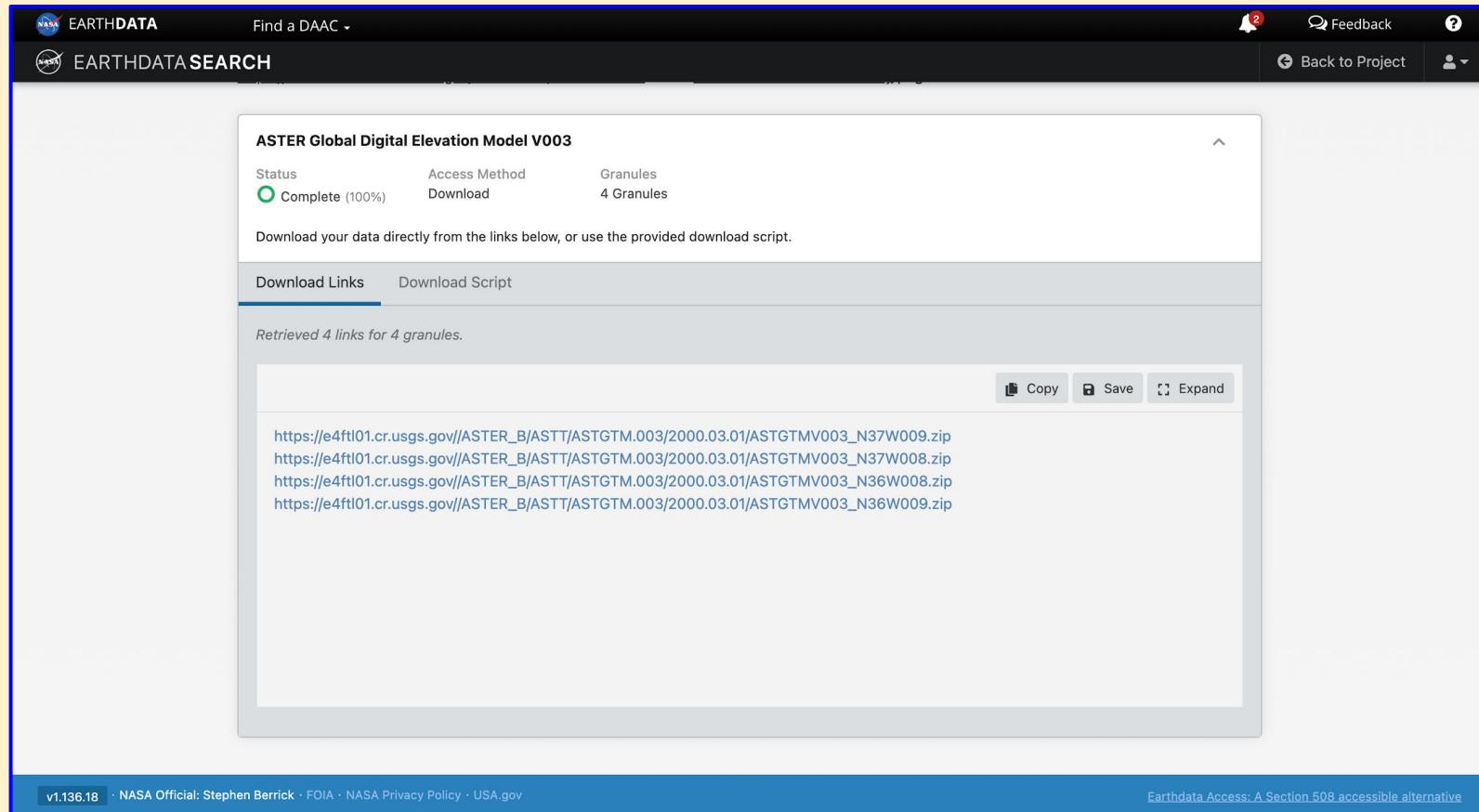


The screenshot shows the Earthdata Search interface for the ASTER Global Digital Elevation Model V003. The interface includes a top navigation bar with the NASA Earthdata logo, a search bar, and various user icons. The main content area is titled 'ASTER Global Digital Elevation Model V003' and shows a map of southern Spain with a green overlay indicating the download area. The map includes labels for 'Sevilla', 'Huelva', and 'Cádiz'. A scale bar shows '30 km' and '20 mi'. On the left, there is a sidebar with project details: 'Untitled Project' (4 Granules, 1 Collection, 40.3 MB), 'ASTER Global Digital Elevation Model V003' (4 Granules, Est. Size 40.3 MB), and a 'Edit Options' button. Below this, a message says 'Click "Edit Options" above to customize the output for each project.' At the bottom left is a large green 'Download Data' button. A sidebar on the right provides instructions for selecting a data access method, with 'Direct Download' selected. The 'Configure data customization options' section is also visible. At the bottom, there is a timeline for the month, a copyright notice (v1.136.18), and links to NASA policies. A vertical 'ASTER GDEM' logo is on the far right.

# ASTER GDEM (ASTER Global Digital Elevation Model V003)

O **Download** é feito em dois passos.

O segundo é através dos **Download Links**  
que são então fornecidos...



The screenshot shows the EARTHDATA SEARCH interface for the ASTER Global Digital Elevation Model V003. The top navigation bar includes the EARTHDATA logo, a search bar, and links for Feedback and Back to Project. The main content area displays the project details: Status (Complete 100%), Access Method (Download), and Granules (4 Granules). Below this, a message encourages users to download data directly from the provided links or use a download script. The 'Download Links' tab is selected, showing a list of four retrieved links for the four granules. The links are:

- [https://e4ftl01.cr.usgs.gov//ASTER\\_B/ASTT/ASTGTM.003/2000.03.01/ASTGTMV003\\_N37W009.zip](https://e4ftl01.cr.usgs.gov//ASTER_B/ASTT/ASTGTM.003/2000.03.01/ASTGTMV003_N37W009.zip)
- [https://e4ftl01.cr.usgs.gov//ASTER\\_B/ASTT/ASTGTM.003/2000.03.01/ASTGTMV003\\_N37W008.zip](https://e4ftl01.cr.usgs.gov//ASTER_B/ASTT/ASTGTM.003/2000.03.01/ASTGTMV003_N37W008.zip)
- [https://e4ftl01.cr.usgs.gov//ASTER\\_B/ASTT/ASTGTM.003/2000.03.01/ASTGTMV003\\_N36W008.zip](https://e4ftl01.cr.usgs.gov//ASTER_B/ASTT/ASTGTM.003/2000.03.01/ASTGTMV003_N36W008.zip)
- [https://e4ftl01.cr.usgs.gov//ASTER\\_B/ASTT/ASTGTM.003/2000.03.01/ASTGTMV003\\_N36W009.zip](https://e4ftl01.cr.usgs.gov//ASTER_B/ASTT/ASTGTM.003/2000.03.01/ASTGTMV003_N36W009.zip)

At the bottom of the page, there are links for v1.136.18, NASA Official: Stephen Berrick, FOIA, NASA Privacy Policy, USA.gov, and Earthdata Access: A Section 508 accessible alternative. A vertical sidebar on the right also displays the 'ASTER GDEM' logo.

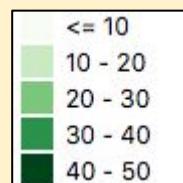
# ASTER GDEM (ASTER Global Digital Elevation Model V003)

▼	ASTGTMV003_N36W008	Today at 17:08	--	Folder
	■ ASTGTMV003_N36W008_dem.tif	13 Jun 2019 at 14:57	299 KB	TIFF image
	■ ASTGTMV003_N36W008_num.tif	13 Jun 2019 at 14:57	2,3 MB	TIFF image
▼	ASTGTMV003_N36W009	Today at 17:08	--	Folder
	■ ASTGTMV003_N36W009_dem.tif	13 Jun 2019 at 14:57	270 KB	TIFF image
	■ ASTGTMV003_N36W009_num.tif	13 Jun 2019 at 14:57	2,2 MB	TIFF image
▼	ASTGTMV003_N37W008	Today at 17:08	--	Folder
	■ ASTGTMV003_N37W008_dem.tif	13 Jun 2019 at 15:07	16 MB	TIFF image
	■ ASTGTMV003_N37W008_num.tif	13 Jun 2019 at 15:07	3,3 MB	TIFF image
▼	ASTGTMV003_N37W009	Today at 17:08	--	Folder
	■ ASTGTMV003_N37W009_dem.tif	13 Jun 2019 at 15:07	14,7 MB	TIFF image
	■ ASTGTMV003_N37W009_num.tif	13 Jun 2019 at 15:07	3,8 MB	TIFF image

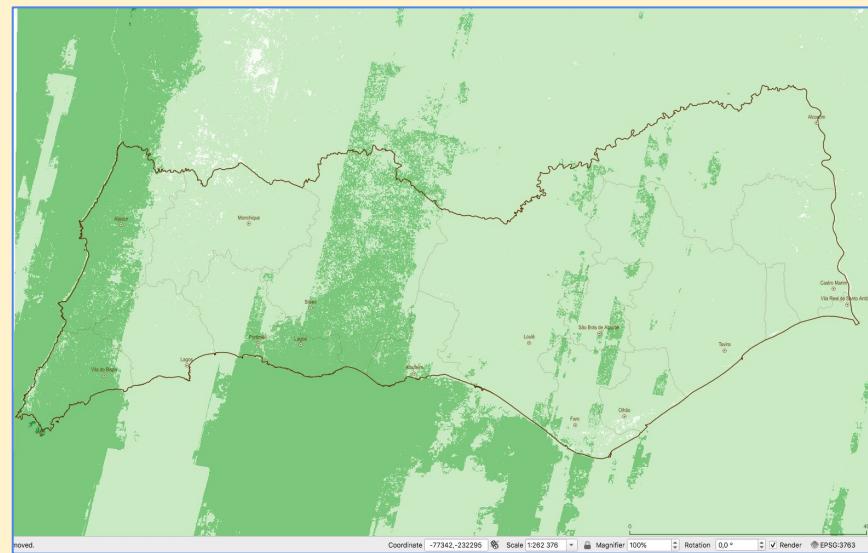
Para cada **TILE** são fornecidos dois **GeoTIFF**. O **\_dem** é o DEM. O **\_num** é um ficheiro de descrição da qualidade (**QA**) do próprio DEM.

## QA FILE DESCRIPTION

The QA file indicates the number of ASTER stereo scene pairs (“stacking number”) used to determine elevation at given pixel (if positive), or indicates the source of non-ASTER elevation data used to replace bad values in the ASTER GDEM (if negative).

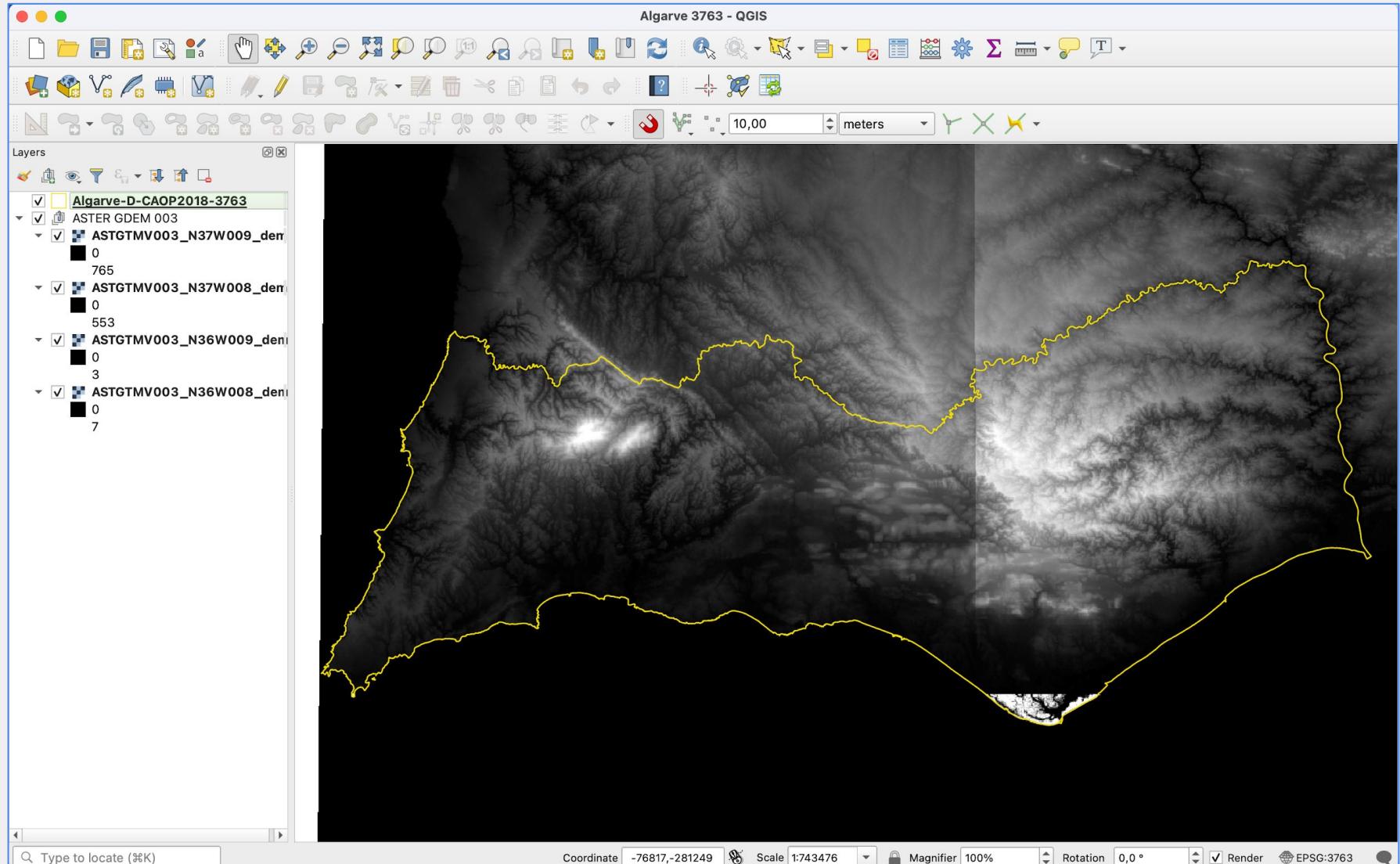


[Download](#) dos quatro grânulos que correspondem ao Algarve **AQUI**



# ALGARVE : modelo digital topográfico

(com base no ASTER GDEM V003)



# SRTM



O acesso ao MDT do SRTM é livre e gratuito.

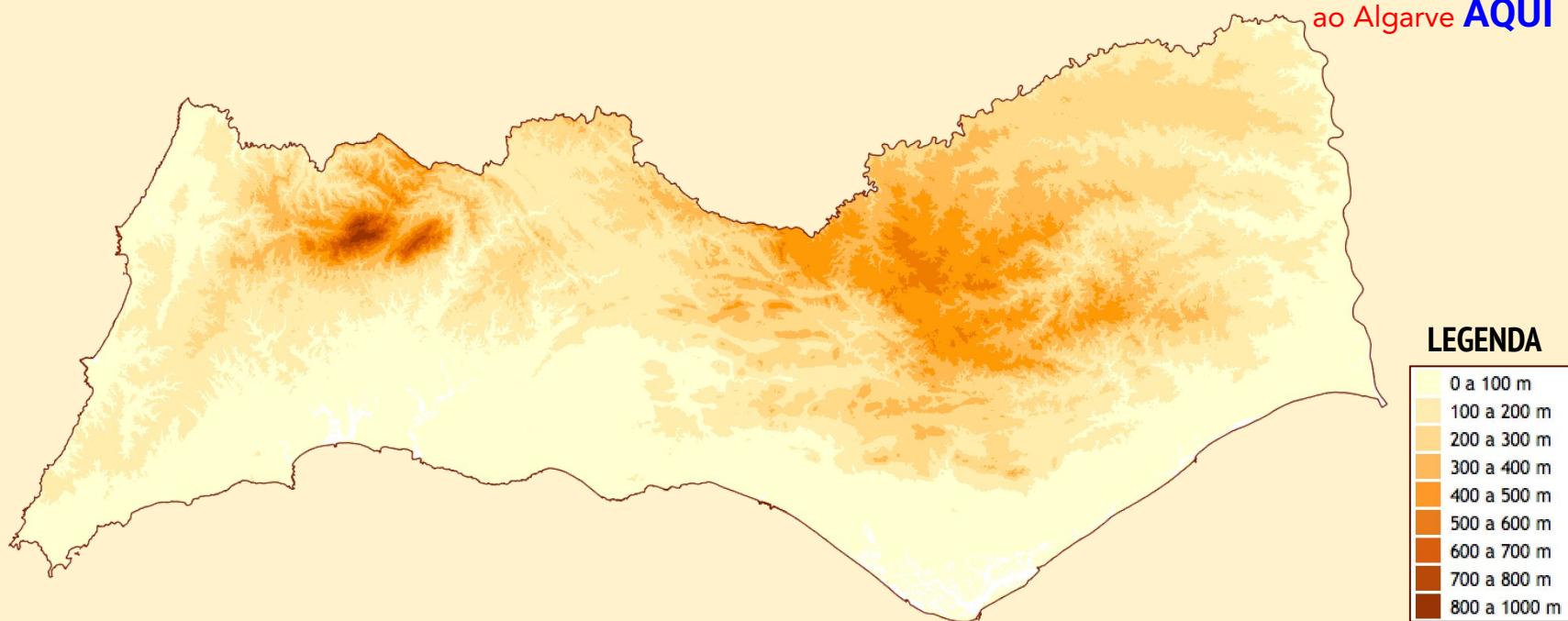
É possível **descarregar** a informação original [AQUI](#), no EarthExplorer do USGS (DATA SETS >>> DIGITAL ELEVATION >>> SRTM), e consultar todos os detalhes relativos ao MDT do SRTM, que em 2014 e 2015 teve um importante *upgrade*, [AQUI](#). À semelhança do que acontece com o ASTER GDEM, cada tile do SRTM corresponde a 1° de longitude por 1° de latitude.

Para Portugal continental a tarefa foi já muito facilitada pelo Prof. José Alberto Gonçalves, da Universidade do Porto, que preparou um GeoTIFF em ETRS89 / PT-TM06 EPSG: 3763, com resolução horizontal (X,Y) de aproximadamente 25 metros.

## OBTENÇÃO

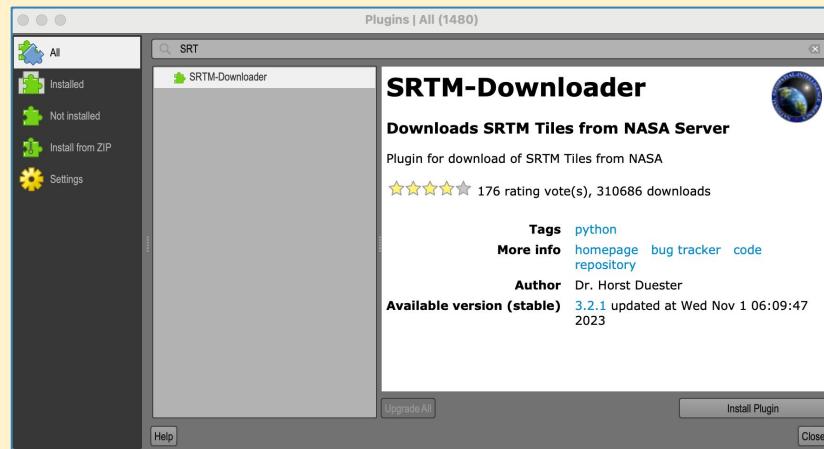
do MDT disponível a partir de [www.fc.up.pt/pessoas/jagoncal/dems](http://www.fc.up.pt/pessoas/jagoncal/dems).

Download dos quatro grânulos que correspondem ao Algarve [AQUI](#)





## OBTENÇÃO do MDT disponível a partir do QGIS Plugin SRTM-Downloader



O MDT do SRTM, no QGIS, pode ser descarregado com grande facilidade através de um plugin: o SRTM-Downloader.

A instalação deste plugin é idêntica à de qualquer outro.

Depois de instalado e activo aparecerá um botão numa das barras superiores.

Para utilizar o Plugin SRTM-Downloader é necessário estar registado no [Earth Data NASA](#).

O registo pode ser feito [AQUI](#).

(Não esquecer que é o mesmo do ASTER GDEM V003)

# SRTM



## OBTENÇÃO do MDT disponível a partir do QGIS Plugin SRTM-Downloader

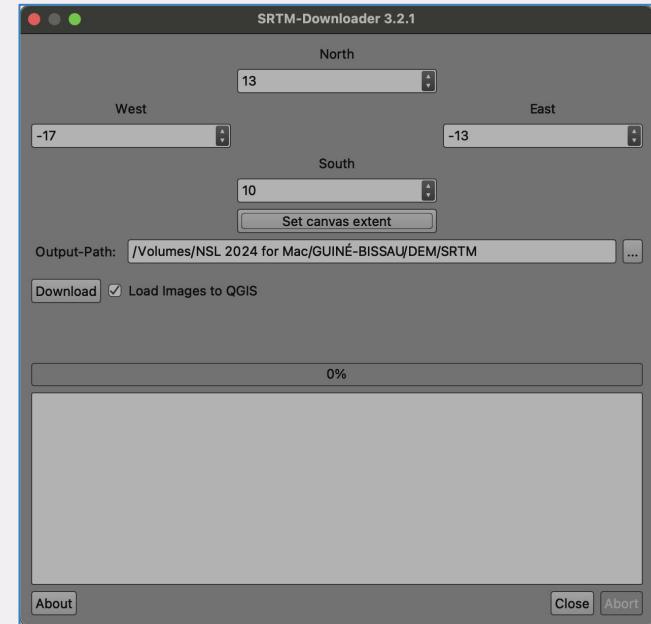
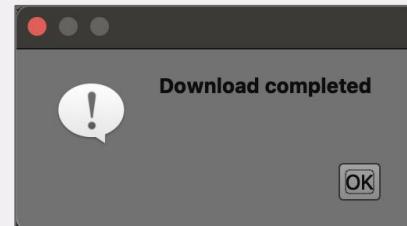
Neste exercício vai utilizar-se a **Guiné-Bissau** como exemplo.

O primeiro passo é ter-se o território representado na janela principal de trabalho do QGIS. Tal pode ser conseguido através de uma *shapefile* com os limites administrativos do país ou de algo ainda mais simples como seja o OSM (Open Street Map)...

O segundo passo é

**activar o SRTM-Downloader >>> clicar em Set canvas extent  
>>> escolher a pasta onde vão ficar armazenados os GeoTIFFs  
do SRTM >>> clicar em Download**

Antes do Download ter início é necessário fazer o **Login** no Earth Data NASA. Depois as imagens vão sendo descarregadas e apresentadas no QGIS. No final, quando terminou o Download, surge uma mensagem a informar...



# SRTM



## OBTENÇÃO do MDT disponível a partir do QGIS Plugin SRTM-Downloader

O Download inclui dois tipos de produtos. Os ficheiros de extensão

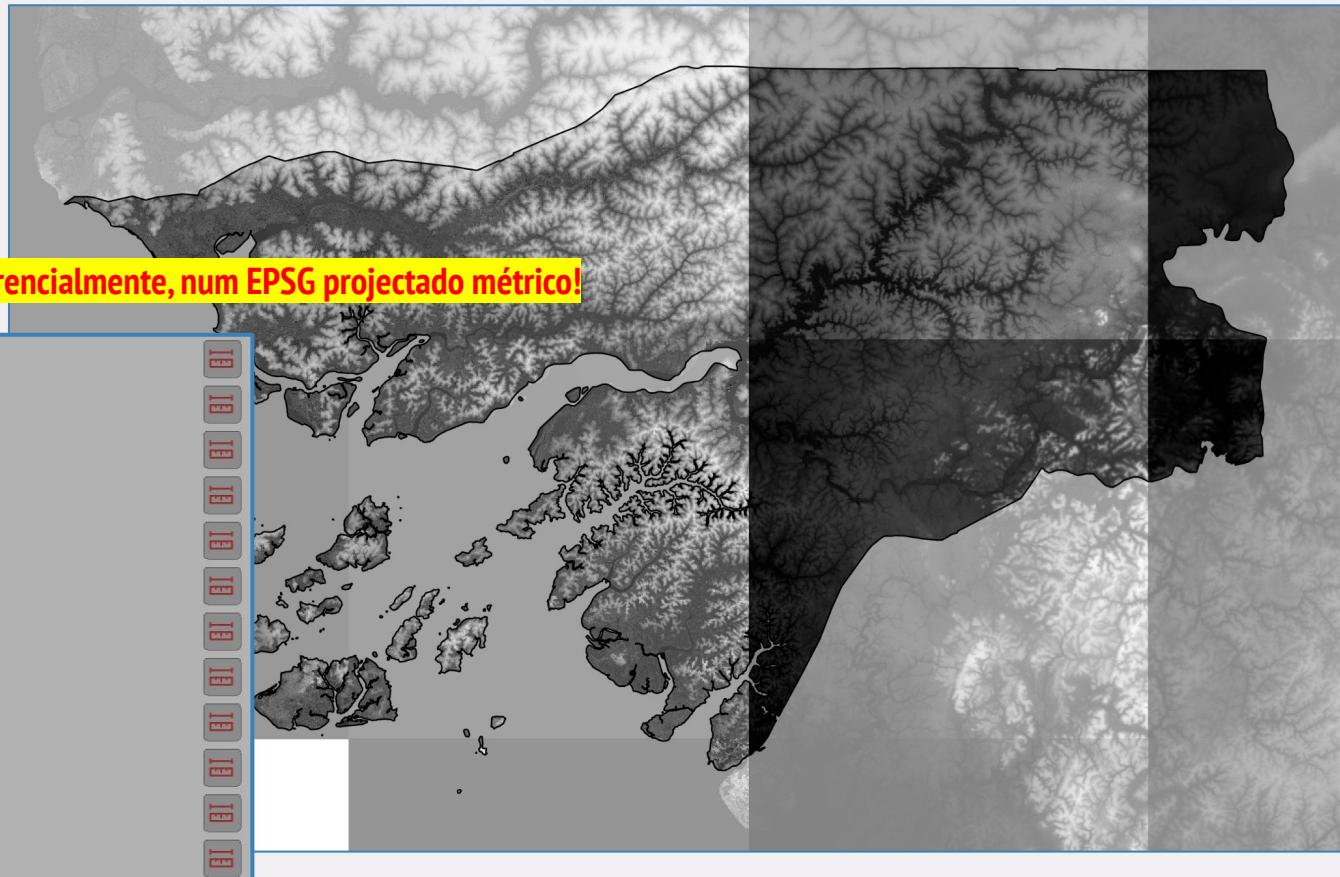
**\*.hgt**, cada um correspondendo a um grânulo SRTM,

e um único ficheiro de

extensão **\*.vtr**, com o

**Merge** dos grânulos.

Todos os ficheiros estão  
em **EPSG: 4326**. É ne-  
cessário guardá-los em  
formato **GeoTIFF** e, **preferencialmente, num EPSG projectado métrico!**

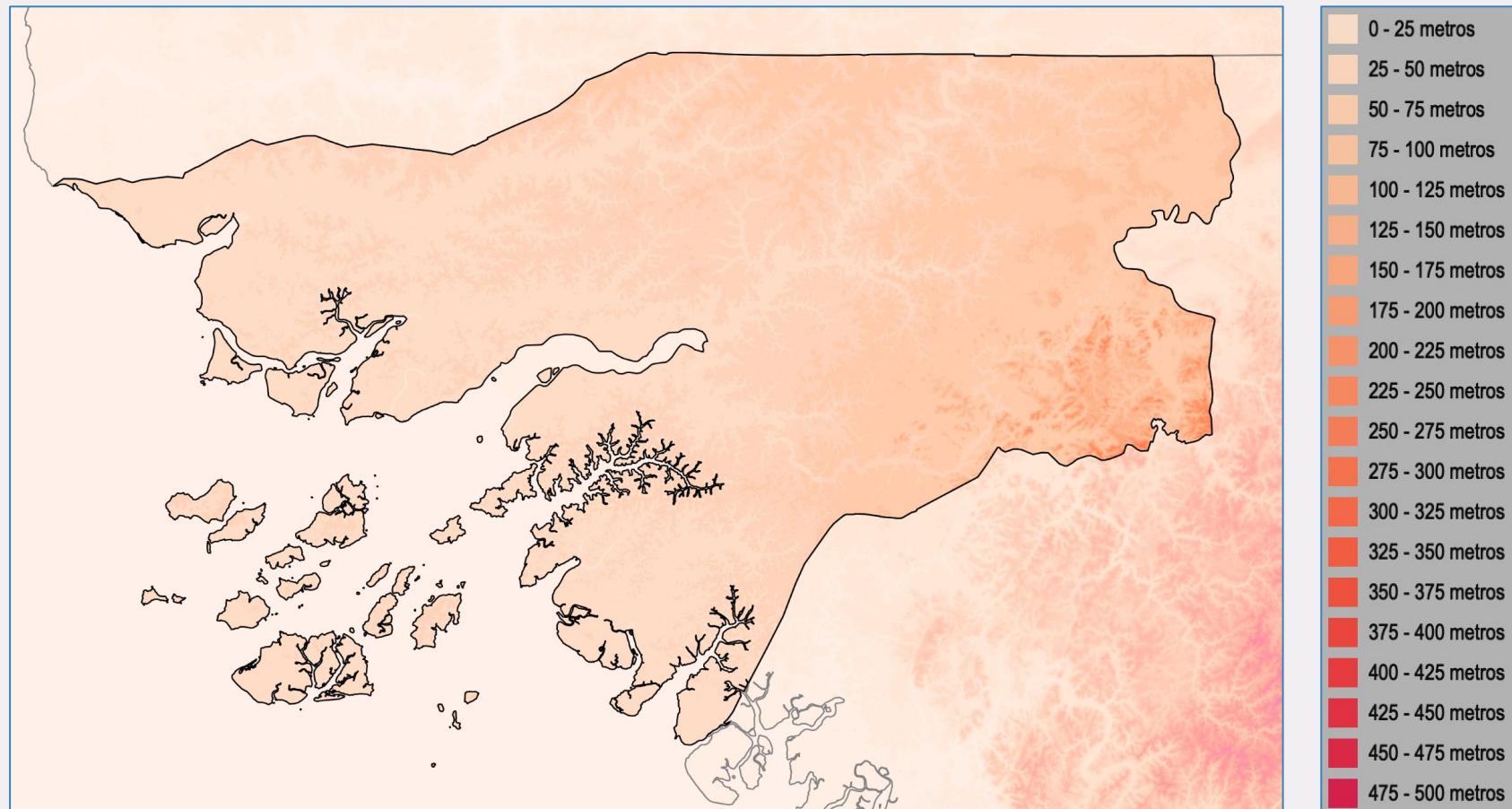


# SRTM



## OBTENÇÃO do MDT disponível a partir do QGIS Plugin SRTM-Downloader

Resultado do Merge, reclassificado em classes hipsométricas de 25 metros. Resolução espacial de 30 metros.



# COPERNICUS GLO-30 metros

O **GLO-30** é um dos produtos do **Copernicus DEM - Global and European Digital Elevation Model**. Trata-se de um **modelo digital da superfície** (DSM), ou seja, edifícios e outras infra-estruturas instaladas acima do solo, bem como vegetação, foram considerados.

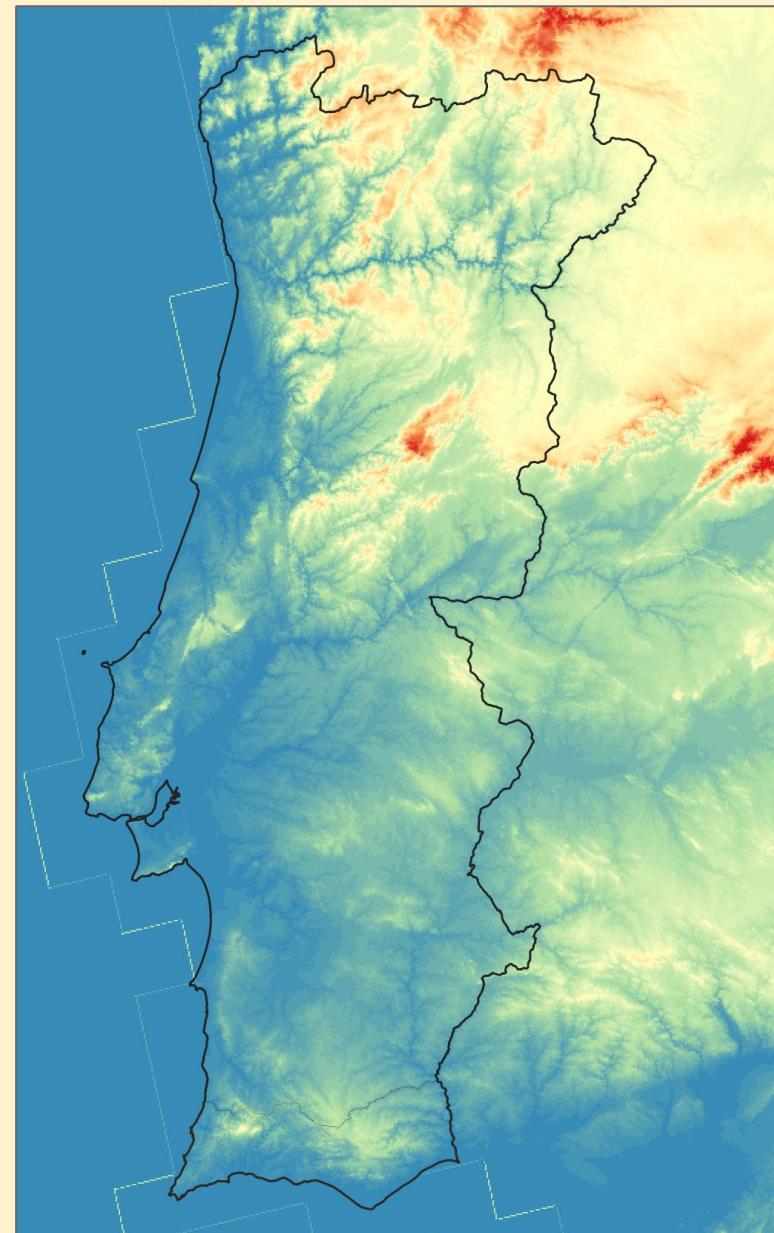
O **GLO-30** tem uma resolução espacial horizontal de 30 metros. Outros produtos são o **GLO-90** e o **EEA-10**, respectivamente com 90 e 10 metros de resolução espacial horizontal.

Os **GLO** abrangem todo o Planeta e são de acesso livre e gratuito. O **EEA** abrange apenas 39 países europeus e é de acesso reservado.

Todos os produtos foram baseados em dados recolhidos pela missão TanDEX-X, levada a cabo entre 2011 e 2015, e considera-se válidos até 2026, data em deverão ser revistos.

Os produtos Copernicus DEM de acesso livre podem ser obtidos a partir do **Copernicus Browser**:

<https://browser.dataspace.copernicus.eu/>

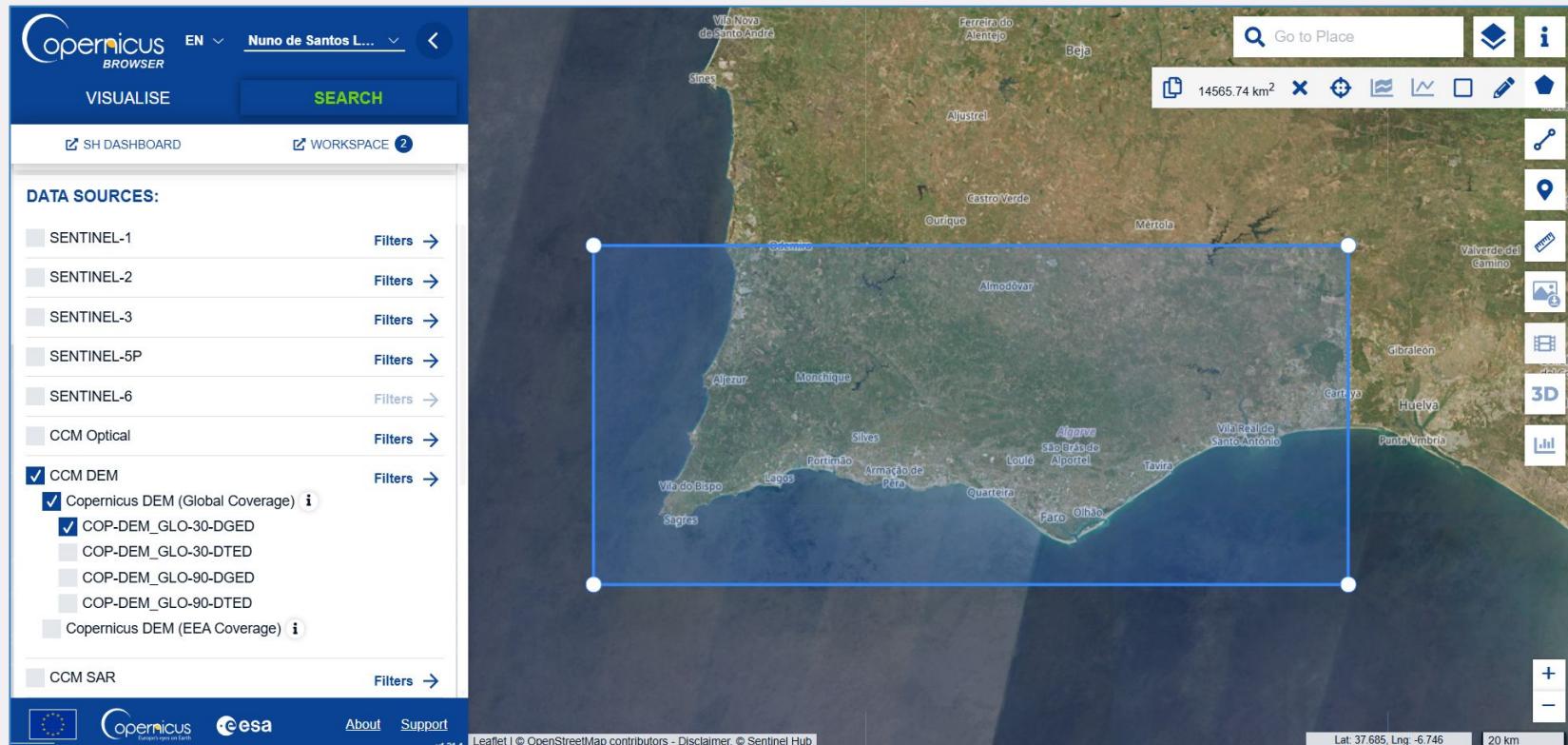


# COPERNICUS GLO-30 metros



## OBTENÇÃO do GLO-30 a partir do Copernicus Browser

Para aceder ao **Copernicus Browser** é necessário um registo.



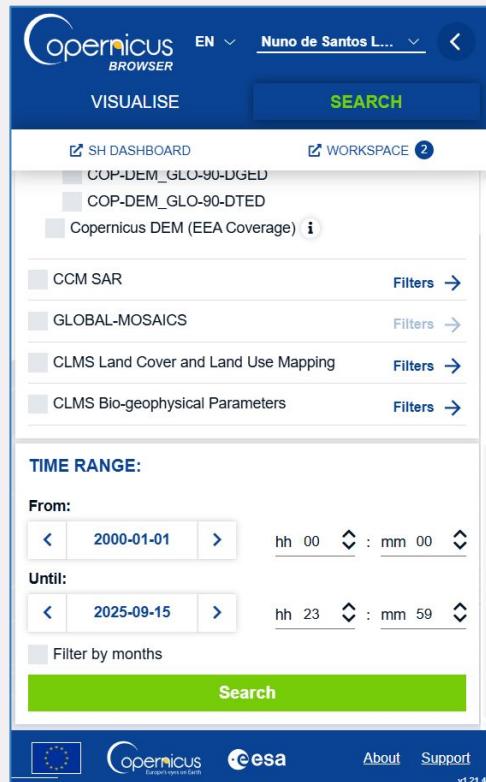
Depois de entrar, basta ir a **SEARCH**, com as **funcionalidades de desenho** delimitar a área de interesse, em **DATA SOURCES** escolher **CCM DEM >> COP-DEM-GLO-30 DGED**.

# COPERNICUS GLO-30 metros



## OBTENÇÃO do GLO-30 a partir do Copernicus Browser

No Time Range escolher un intervalo alargado, sempre entre 2011 e 2015.



The screenshot shows the Copernicus Browser interface. At the top, it says 'Copernicus BROWSER' and 'EN' with a dropdown menu. Below that is a search bar with the placeholder 'Nuno de Santos L...'. The main area is titled 'VISUALISE' and 'SEARCH'. Under 'SEARCH', there are two sections: 'SH DASHBOARD' and 'WORKSPACE'. Under 'SH DASHBOARD', there are three items: 'COP-DEM\_GLO-90-DGET' (selected), 'COP-DEM\_GLO-90-DTED', and 'Copernicus DEM (EEA Coverage)'. Below these are sections for 'CCM SAR', 'GLOBAL-MOSAICS', 'CLMS Land Cover and Land Use Mapping', and 'CLMS Bio-geophysical Parameters', each with a 'Filters' button. A 'TIME RANGE:' section follows, with 'From:' set to '2000-01-01' and 'Until:' set to '2025-09-15'. There is a 'Filter by months' checkbox and a large green 'Search' button. At the bottom, there are links for 'About' and 'Support'.

No final, clicar no botão **SEARCH**.

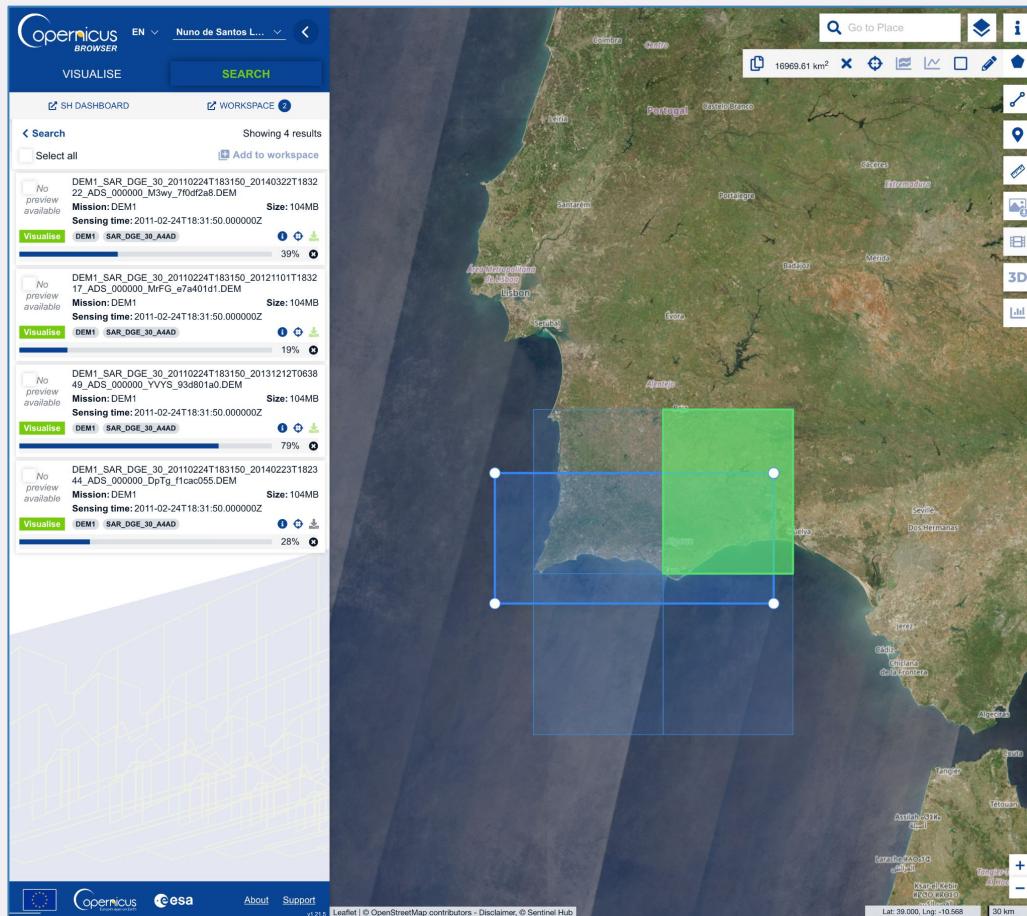
DTED and GLO-30 DGET are fundamentally different: DTED is a standard, older format for terrain elevation data developed by the U.S. National Geospatial-Intelligence Agency (NGA) primarily for military systems, while **GLO-30 DGET is the Copernicus DEM 30-meter resolution digital elevation model product from the Copernicus Programme**, which is a more recent, global, and higher-accuracy dataset used for diverse scientific and civilian applications. The main differences lie in their origin, age, resolution, coverage, purpose, and data format.



# COPERNICUS GLO-30 metros

## OBTENÇÃO do GLO-30 a partir do Copernicus Browser

A visualização dos grânulos e o respectivo download...

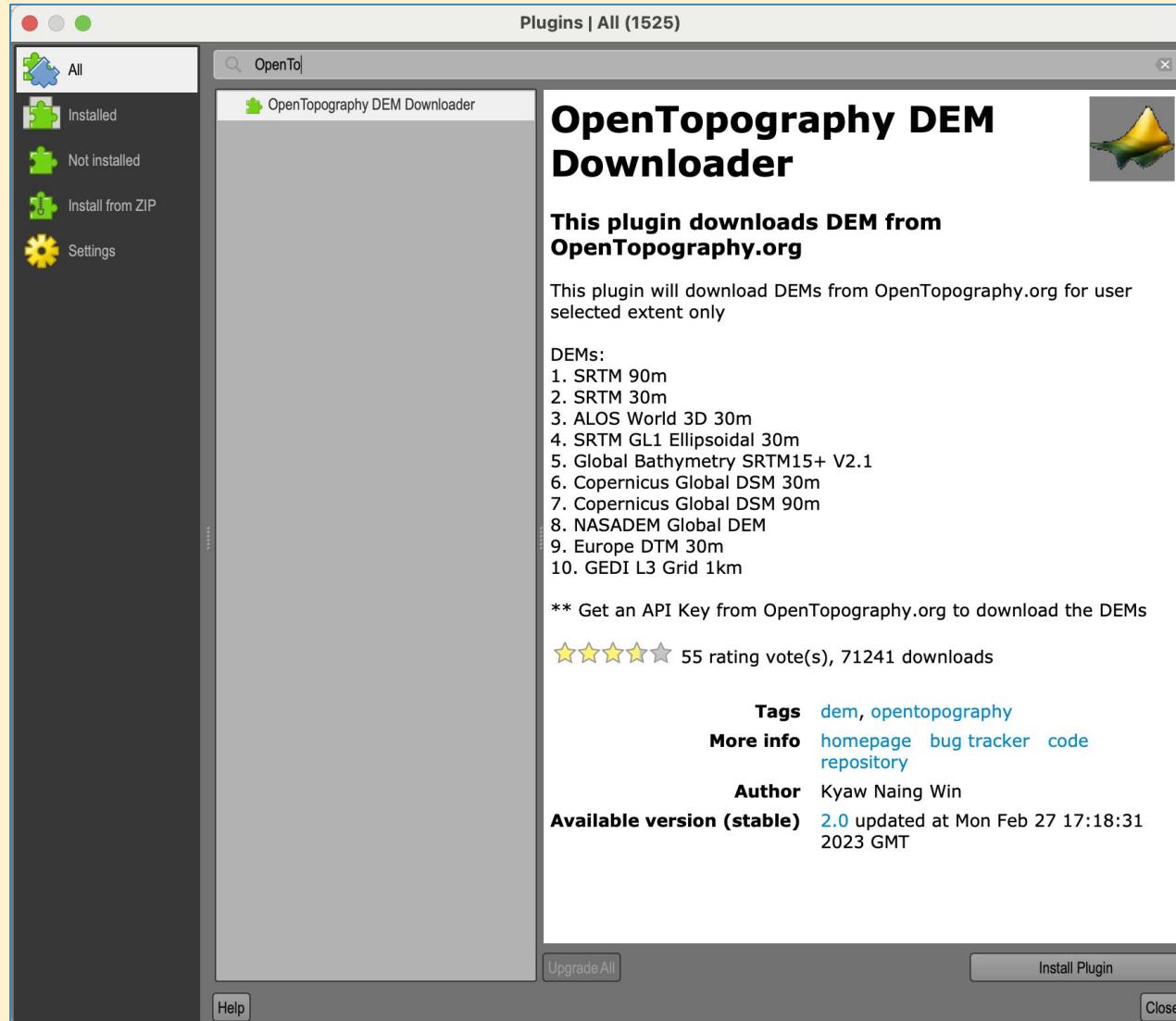


À semelhança do que acontece com o ASTER GDEM e com o STRM cada tile do Copernicus GLO-30 corresponde a 1° de longitude por 1° de latitude. Os grânulos estão em EPSG: 4326.

Download dos quatro grânulos que correspondem ao Algarve **AQUI**

Download dos restantes grânulos correspondem a Portugal continental **AQUI**

# OpenTopography DEM Downloader Plugin



O **OpenTopography DEM Downloader Plugin** é uma alternativa que pode ser utilizada no **QGIS** para obter diversos modelos digitais topográficos de acesso livre...

# MERIT DEM

O **MERIT DEM** (Multi-Error-Removed Improved-Terrain DEM) foi um produto desenvolvido pelo [Global Hydrodynamics Lab](#) (Dai Yamazaki Lab), da [Universidade de Tóquio](#), Japão.

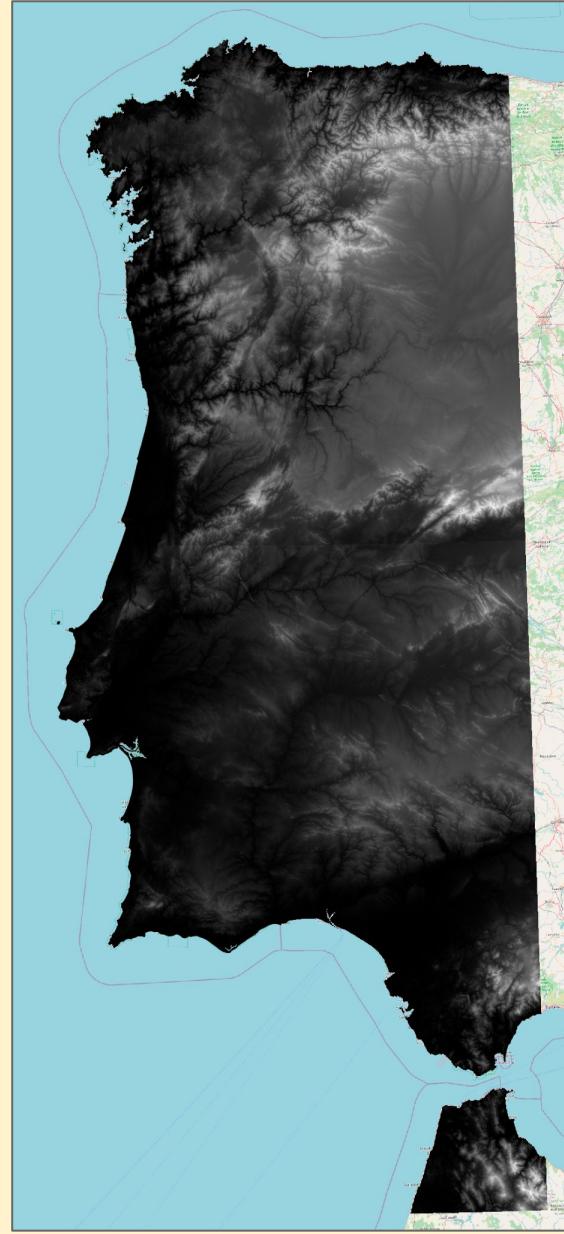
O **MERIT DEM** foi desenvolvido removendo múltiplos componentes de erro (*absolute bias, stripe noise, speckle noise, e tree height bias*) a três DEM de referência (NASA SRTM3 v2.1, [JAXA AW3D v1](#) e [Viewfinder Panoramas' DEM](#)) e a alguns produtos complementares. Representa a altitude em metros, com uma resolução espacial horizontal de 3 segundos (cerca de 90 metros, no Equador) e cobre as superfícies terrestres entre 90ºN e 60ºS, com base no geoide EGM96.

Os dados foram estruturados em grânulos de 5º x 5º (6000 x 6000 pixels), organizados em packages de 30º de latitude por 30º de longitude. As designações dos packages correspondem ao canto inferior esquerdo dos mesmos, ou seja, o package **dem\_tif\_n30w120** contém os grânulos entre 30ºN e 60ºN, e entre 120ºW e 90ºW. A **versão actual** do MERIT DEM é a **v1.0.3** (15 Oct, 2018). Pode ser descarregada a partir da página web do [MERIT DEM](#), sendo necessário um registo prévio.

A referência bibliográfica completa é:

Yamazaki D., Ikeshima, D., Tawatari, R., Yamaguchi, T., O'Loughlin, F., Neal, J.C., Sampson, C.C., Kanae, S. & Bates, P.D. (2017). **A high accuracy map of global terrain elevations**. *Geophysical Research Letters*, 44, 5844-5853. doi: [10.1002/2017GL072874](https://doi.org/10.1002/2017GL072874)

Download dos dois grânulos que correspondem a Portugal continental  
[AQUI](#)

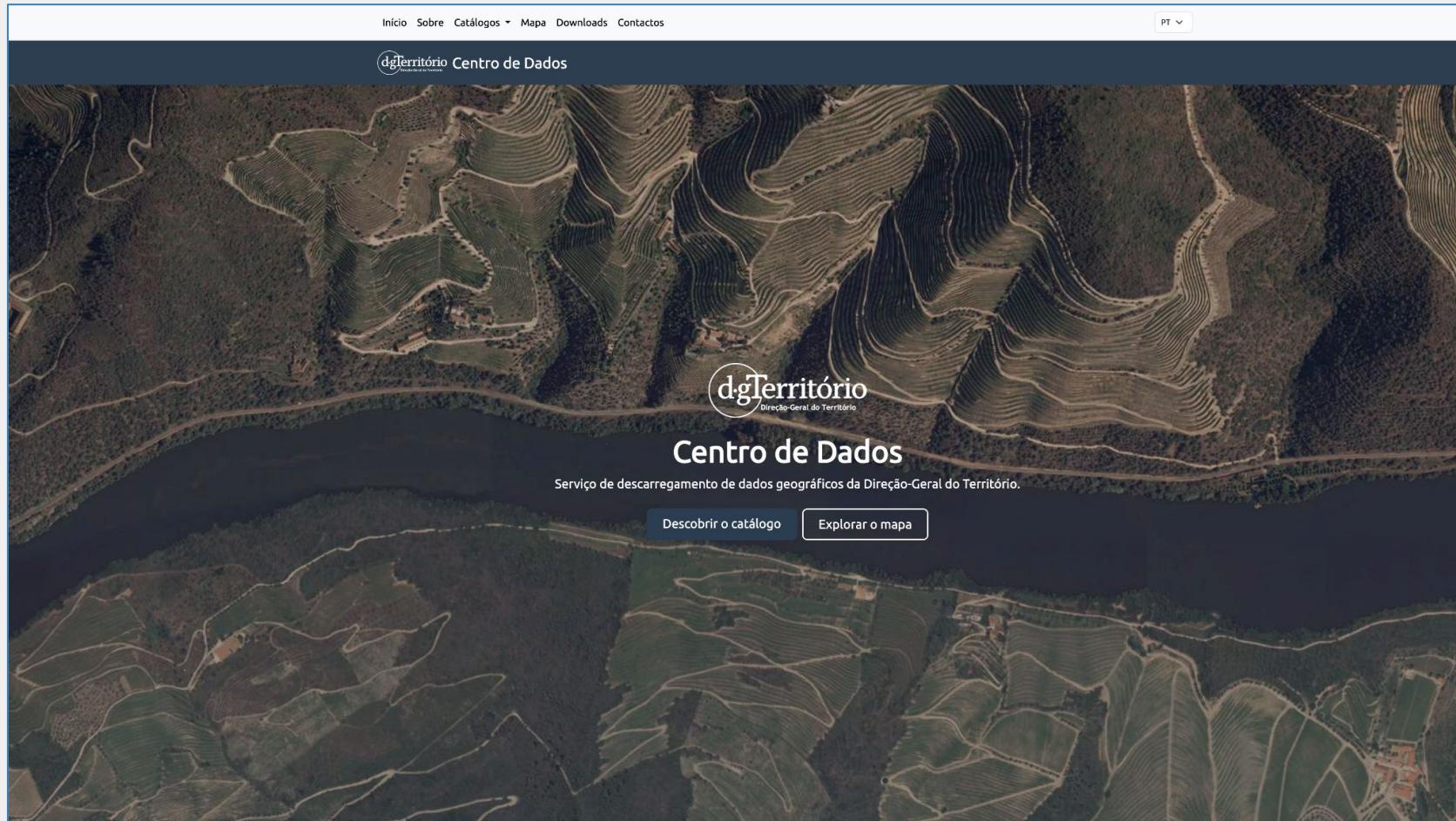


## 2. MDT por LiDAR - Portugal continental

# Levantamento LiDAR de Portugal continental 2024

O acesso aos dados do Levantamento LiDAR de Portugal continental 2024 pode ser feito de duas formas distintas.

Através do portal do [Centro de Dados da D.G. Território](#) e através do *plugin* para o [QGIS DGT CDD Downloader](#).



# Levantamento LiDAR de Portugal continental 2024

Quando é feito através do portal do **Centro de Dados da D.G. Território** o acesso é feito a partir de **Descobrir o Catálogo**, o qual dá acesso à página das **Coleções**.

Seguidamente, a partir de **Ver coleção (Mapa)**, acede-se à janela de pesquisa, selecção e descarregamento dos dados.

**O descarregamento dos dados é livre e gratuito, mas o utilizador tem de estar registado no site da D.G. Território e de ter a sua sessão activa.**

**O registo pode ser feito [AQUI](#).**

**Coleções**

**LIDAR – Modelos Digitais do Relevo**

**LiDAR – Modelos Digitais do Terreno - resolução 50 cm**

Modelos Digitais do Terreno do território de Portugal continental com uma resolução espacial de 50 cm e derivados de uma nuvem de pontos LiDAR com uma densidade média de 10 pontos/m<sup>2</sup>. Modelo altimétrico em formato matricial que representa digitalmente o solo, não sendo consideradas as edificações, a vegetação e outras estruturas artificiais existentes acima do terreno. [Ler mais](#)

[Seccionamento](#) | [Metadados](#)

[Ver coleção \(Mapa\)](#)

**LiDAR – Modelos Digitais do Terreno - resolução 2 m**

Modelos Digitais do Terreno do território de Portugal continental com uma resolução espacial de 2 m [Ler mais](#)

[Seccionamento](#) | [Metadados](#)

[Ver coleção \(Mapa\)](#)

**LiDAR – Modelos Digitais de Superfície - resolução 50 cm**

Modelos Digitais de Superfície do território de Portugal continental com uma resolução espacial de 50 cm e derivados de uma nuvem de pontos LiDAR com uma densidade média de 10 pontos/m<sup>2</sup>. Modelo altimétrico em formato matricial que representa a superfície do território tendo em consideração, para além do terreno, as edificações, a vegetação e todas as estruturas artificiais existentes. [Ler menos](#)

[Seccionamento](#) | [Metadados](#)

[Ver coleção \(Mapa\)](#)

**LiDAR – Modelos Digitais de Superfície - resolução 2 m**

Modelos Digitais de Superfície do território de Portugal continental com uma resolução espacial de 2 m [Ler mais](#)

[Seccionamento](#) | [Metadados](#)

[Ver coleção \(Mapa\)](#)

**LiDAR – Nuvem de pontos LAS**

Nuvens de pontos LiDAR classificados, com uma densidade média de 10 pontos/m<sup>2</sup> no formato LAS, que [Ler mais](#)

[Seccionamento](#) | [Metadados](#)

[Ver coleção \(Mapa\)](#)

# Levantamento LiDAR de Portugal continental 2024

Quando é feito através do portal do [Centro de Dados da D.G. Território](#) o acesso é feito a partir de **Descobrir o Catálogo**, o qual dá acesso à página das **Coleções**.

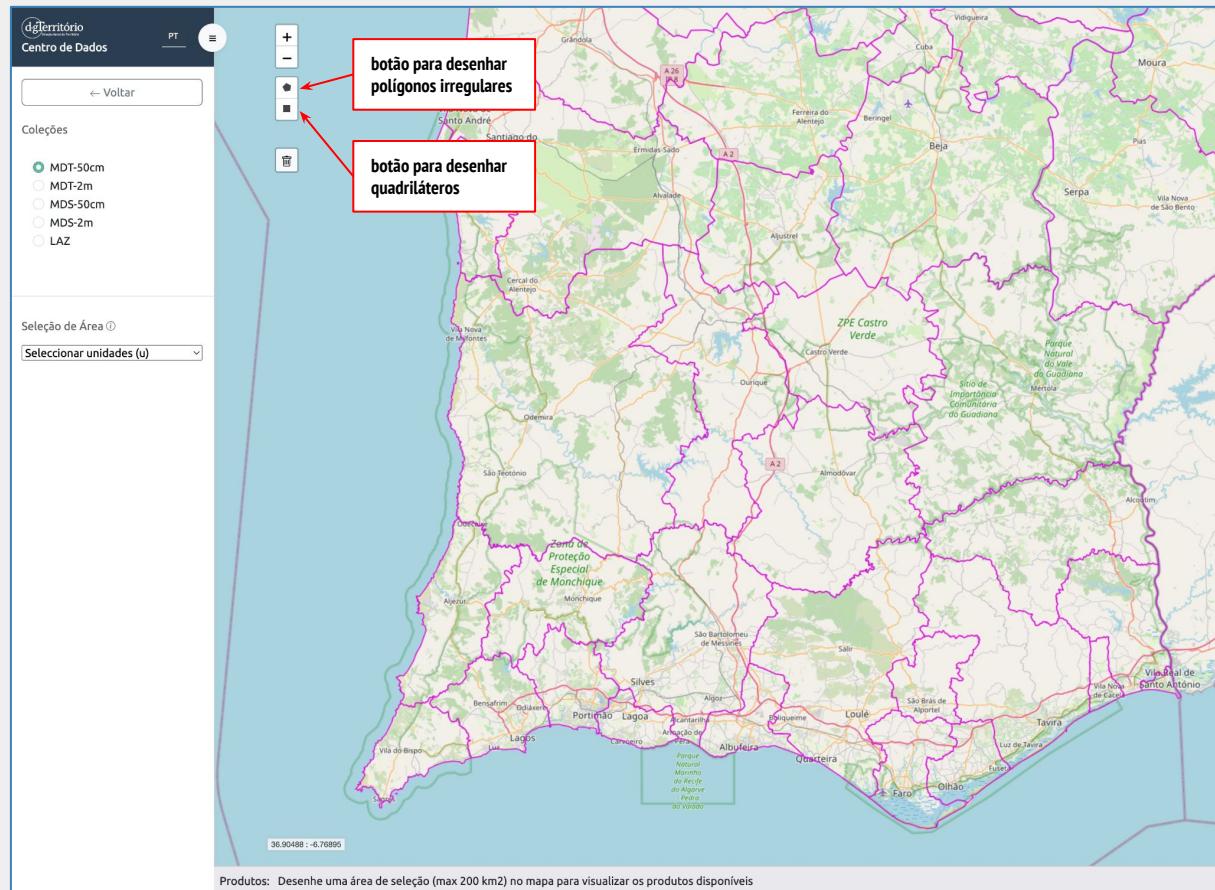
Seguidamente, a partir de **Ver coleção (Mapa)**, acede-se à janela de pesquisa, selecção e descarregamento dos dados.

Nessa janela existem **dois botões** para desenhar a área para a qual se pretende seleccionar e descarregar os dados. O **pentágono** permite desenhar polígonos irregulares, enquanto o **quadrado** permite apenas desenhar quadriláteros.

As áreas desenhadas nunca podem ser superiores a 200 km<sup>2</sup>.

Limite de área excedido

A área selecionada excede a área máxima permitida [max 200 km<sup>2</sup>].  
Por favor selecione uma área menor.



# Levantamento LiDAR de Portugal continental 2024

Depois de identificados os quadrados de 1 km<sup>2</sup> a descarregar surge uma tabela com opções para **visualizar** e para **descarregar**.

Nessa tabela está identificado o ID (Nome) do quadrado, a colecção a que pertence e as acções possíveis...

polígono irregular de seleção

quadrado de 1 km<sup>2</sup> coberto pelo polígono

Produtos:

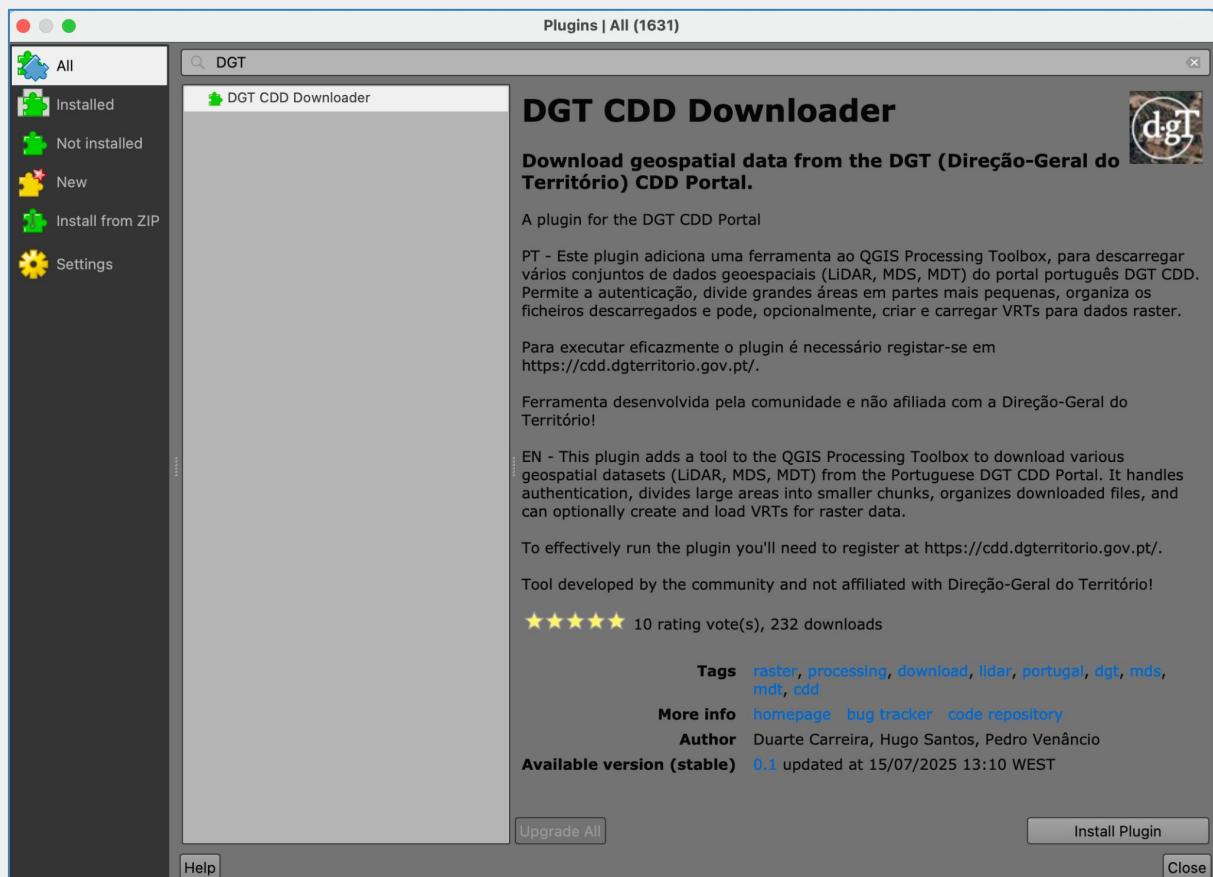
← Anterior Próximo →

Nome	Coleção	Ações
MDT-50cm-137014-04-2024	MDT-50cm	
MDT-50cm-137013-04-2024	MDT-50cm	
MDT-50cm-136015-04-2024	MDT-50cm	

# Levantamento LiDAR de Portugal continental 2024

Quando é feito no QGIS, através do *plugin DGT CDD Downloader*, é necessário ter instalado o *plugin*.

É a partir de **Processing >>> Toolbox** que se tem acesso ao *plugin*. Na janela inicial há campos para colocar o **username** (ou email) e a **password** de registo no *site* da D.G. Território.



O descarregamento dos dados é livre e gratuito, mas o utilizador tem de estar registado no *site* da D.G. Território e de ter a sua sessão activa.

O registo pode ser feito **AQUI**.



# Levantamento LiDAR de Portugal continental 2024

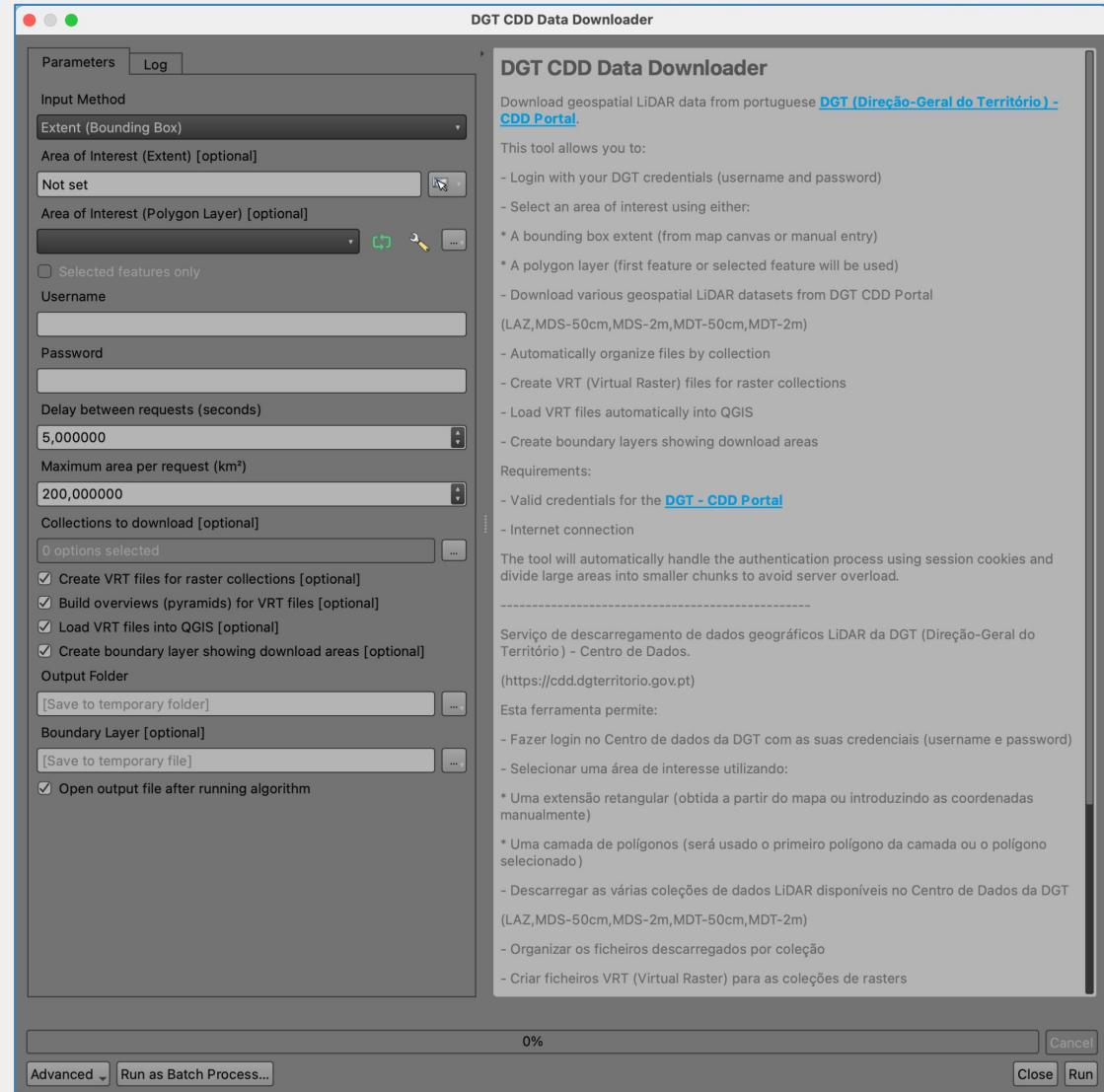
O plugin permite **duas opções distintas** de assinalar a área (**Area of Interest**) para a qual se pretendem descarregar os ficheiros:

- desenhando um **quadrilátero - Extent (Bounding Box)**
- através de um **ficheiro (shapefile ou geopackage)** com um polígono com os limites da área pretendida - **Polygon Layer**

Consoante a opção preenche-se a janela **Area of Interest (Extent)** ou **Area of Interest (Polygon Layer)**. Existem diferentes opções de configuração adicional.

O plugin permite igualmente escolher qual a colecção / colecções (**MDT-50cm, MDT-2m, MDS-50cm, MDS-2m, LAZ**) que vai/vão ser descarregadas.

O plugin permite por fim escolher a criação de um **ficheiro virtual (.vrt)** com todos os quadrados descarregados, a possibilidade de o(s) adicionar automaticamente ao projecto aberto no QGIS, e ainda a pasta onde os dados vão ficar armazenados...

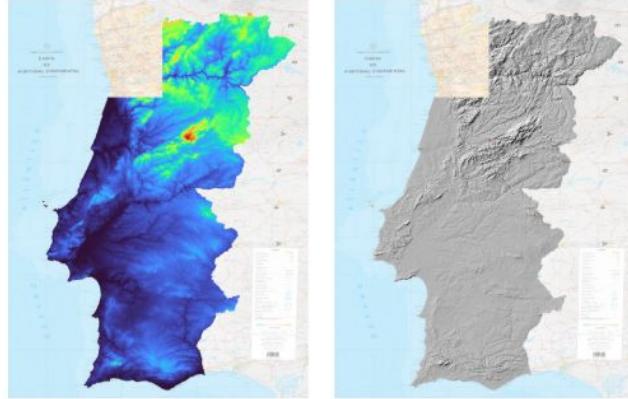


# Levantamento LiDAR de Portugal continental 2024

À semelhança do que foi feito para os DEM obtidos através de satélites, a equipa do Prof. José Alberto Gonçalves, da Universidade do Porto, preparou e disponibiliza pública e livremente um DTM com resolução de 10 metros para Portugal continental, obtido a partir do Levantamento LiDAR 2024 de Portugal continental.

 **ciimar** Coastal monitoring and management group

## MDT LiDAR DGT com resolução de 10 m para Portugal continental



Este ficheiro MDT foi gerado a partir dos rasters com resolução de 2 metros obtidos no levantamento LiDAR da Direção Geral do Território (DGT), disponíveis em setembro de 2025. Falta a parte noroeste, correspondente a menos de 10% da área total. A resolução foi reduzida para 10 metros por média de altitudes de 5x5 pixels. O ficheiro único tem 28600 colunas por 56100 linhas, com compressão. As altitudes são números reais (Float32) e referem-se ao datum altimétrico nacional. O sistema de coordenadas é ETRS89/PT-TM06 (EPSG:3763).

Os dados originais podem ser obtidos no [Centro de Dados da DGT](#). A utilização deste ficheiro deve fazer referência aos dados originais.

---

### Download

-  MDT, GSD=10 m (3.4 Gb)
-  Shaded relief (720 Mb)

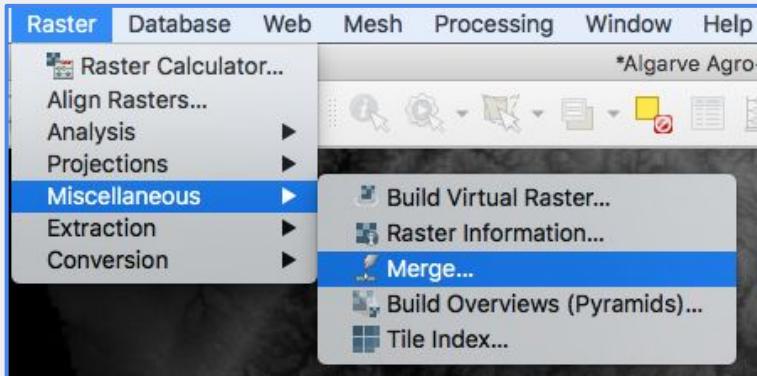
Mais informação sobre este produto [AQUI](#).

# 3. ANÁLISE FISIOGRÁFICA

## hipsometria

# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT básico

(com base no ASTER GDEM V003)



Depois de estarem carregados os **quatro TILES** no QGIS, o primeiro procedimento é a sua junção ou união (**Merge**) num único GeoTIFF.

Para tal:

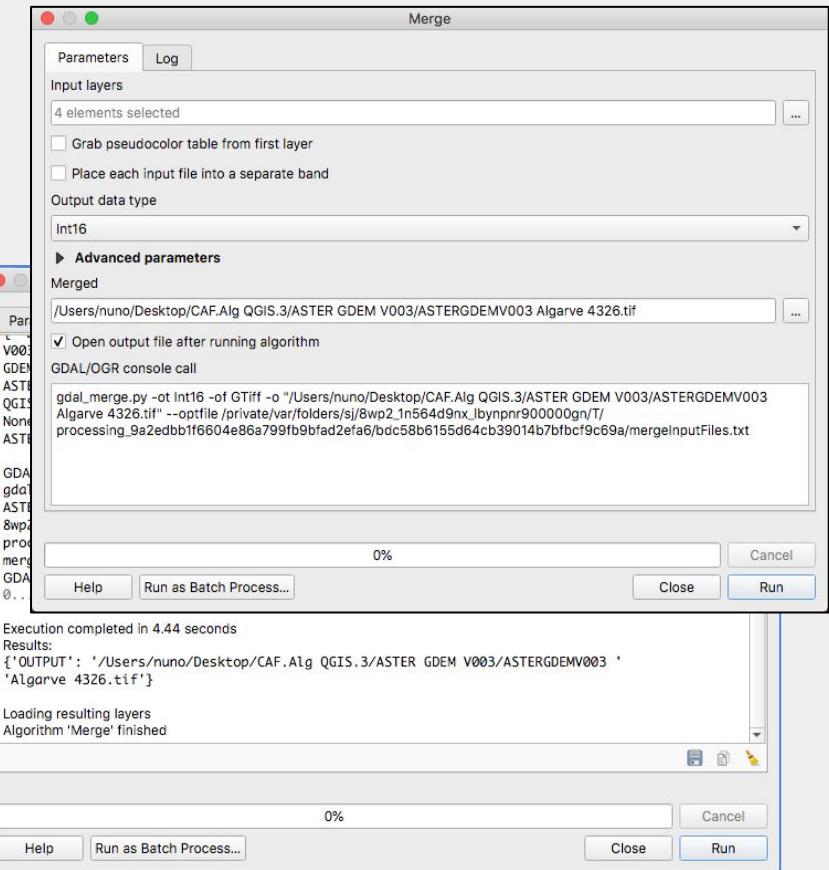
[Raster >> Miscellaneous >> Merge...](#)

Não esquecer que o **EPSG** dos tiles é o **4326** e que o ficheiro que resulta da junção permanece no mesmo **EPSG**!

O segundo procedimento é a **transformação de EPSG**, de 4326 para **3763**.

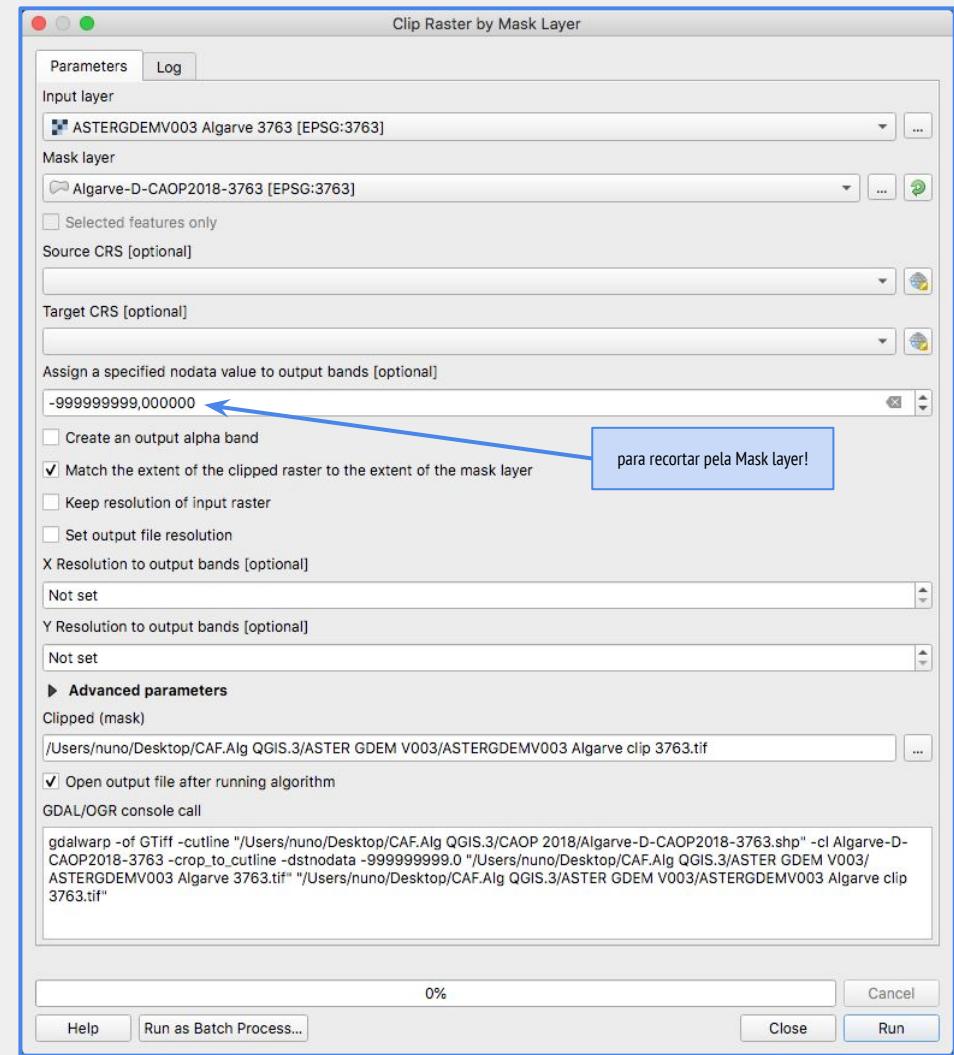
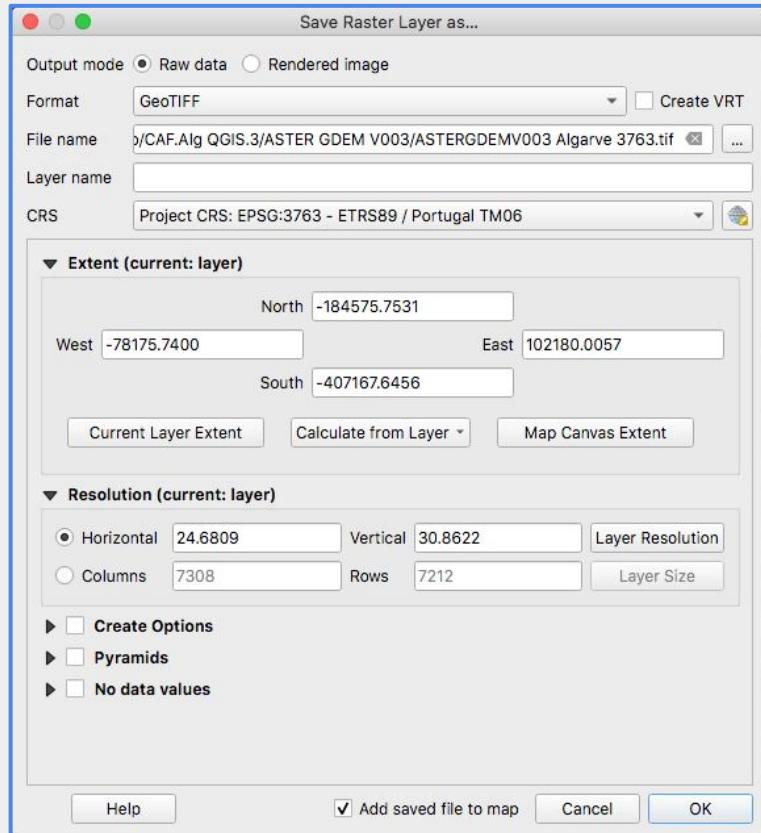
Para tal:

[Properties... >> Export >> Save As...](#)



# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT básico

(com base no ASTER GDEM V003)



O terceiro e último procedimento é o **recorte do GeoTIFF**, para que o MDE (ou MDT - modelo digital topográfico) fique apenas com a área correspondente ao Algarve.

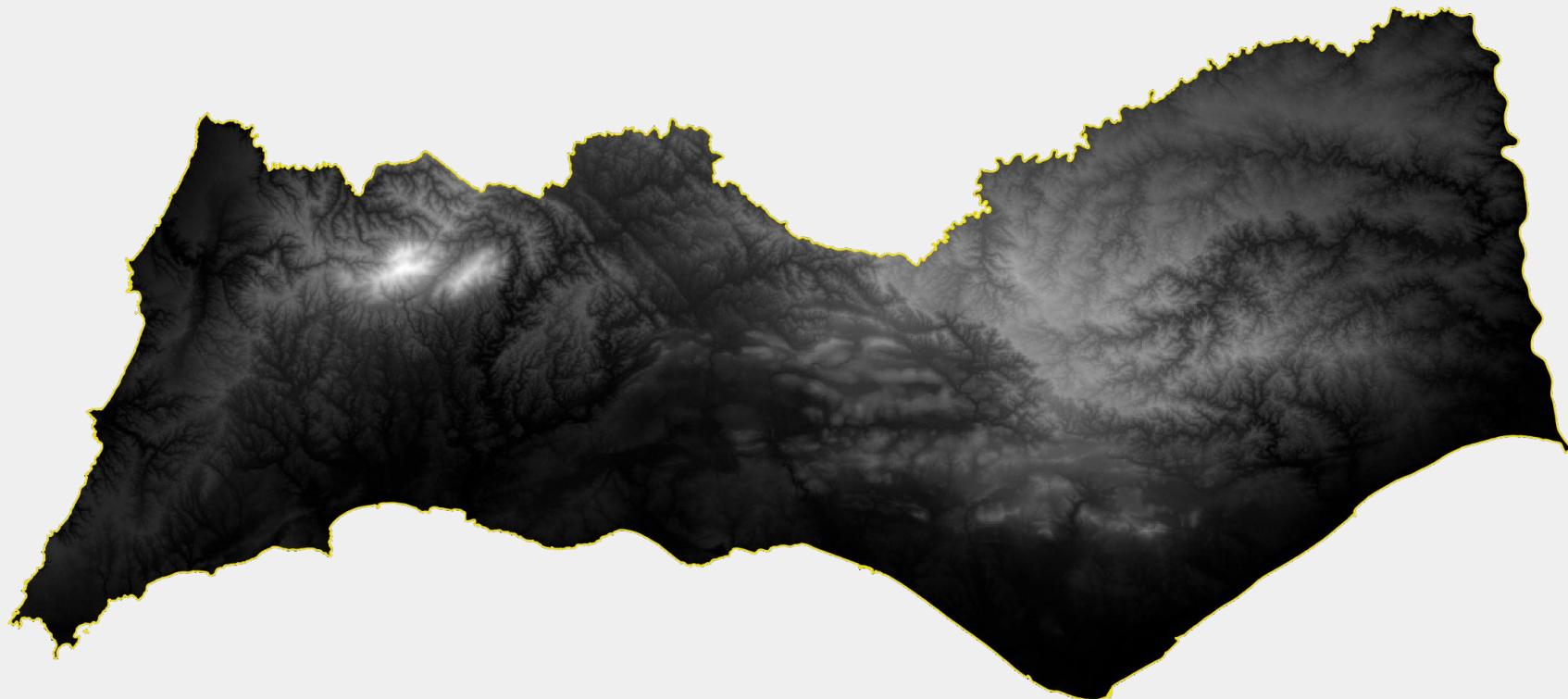
Para tal:

**Raster >> Extraction >> Clip Raster by Mask Layer...**

# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT básico

(com base no ASTER GDEM V003)

Modelo Digital Topográfico (MDT) do Algarve, em tons de cinza e não reclassificado, de acordo com o ASTER GDEM V003



Os negros e cinzentos mais escuros correspondem a altitudes mais baixas e os cinzentos mais claros e brancos a altitudes mais altas. A paleta de cinzentos é relativa e é automaticamente ajustada à amplitude de altitudes do MDT...

# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT básico

(com base no ASTER GDEM V003)

A imagem anterior, embora rica em **informação**, tem uma leitura bastante confusa. É, consequentemente, uma imagem bastante limitada no domínio da **comunicação cartográfica**.

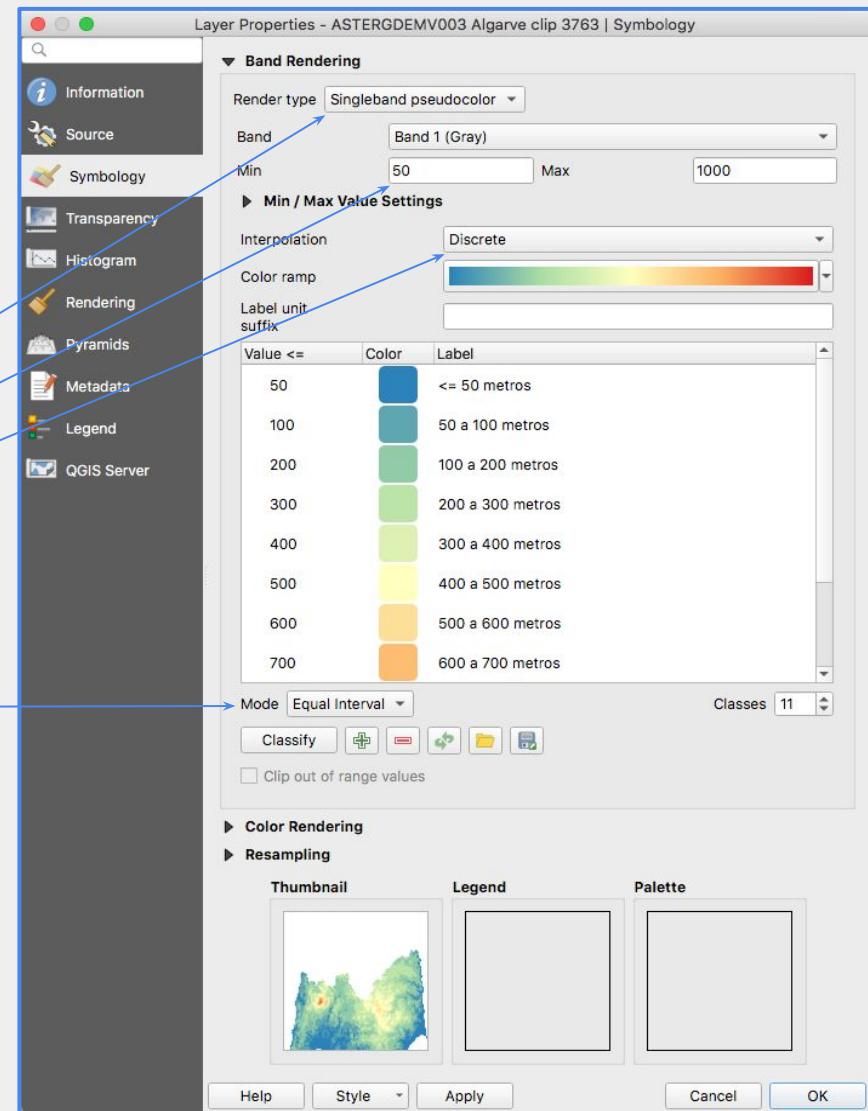
Pode ser alterada de diversas formas,umas com base em operações não destrutivas levadas a cabo no QGIS e outras com base em modificações prévias (reclassificações) no GeoTIFF.

A forma mais simples é conseguida através de

[Layer Properties >>> Symbology >>> Band Rendering](#)

São estabelecidas 11 classes hipsométricas homogéneas (50 ou 100 metros de amplitude) e uma paleta de cores pré-estabelecida.

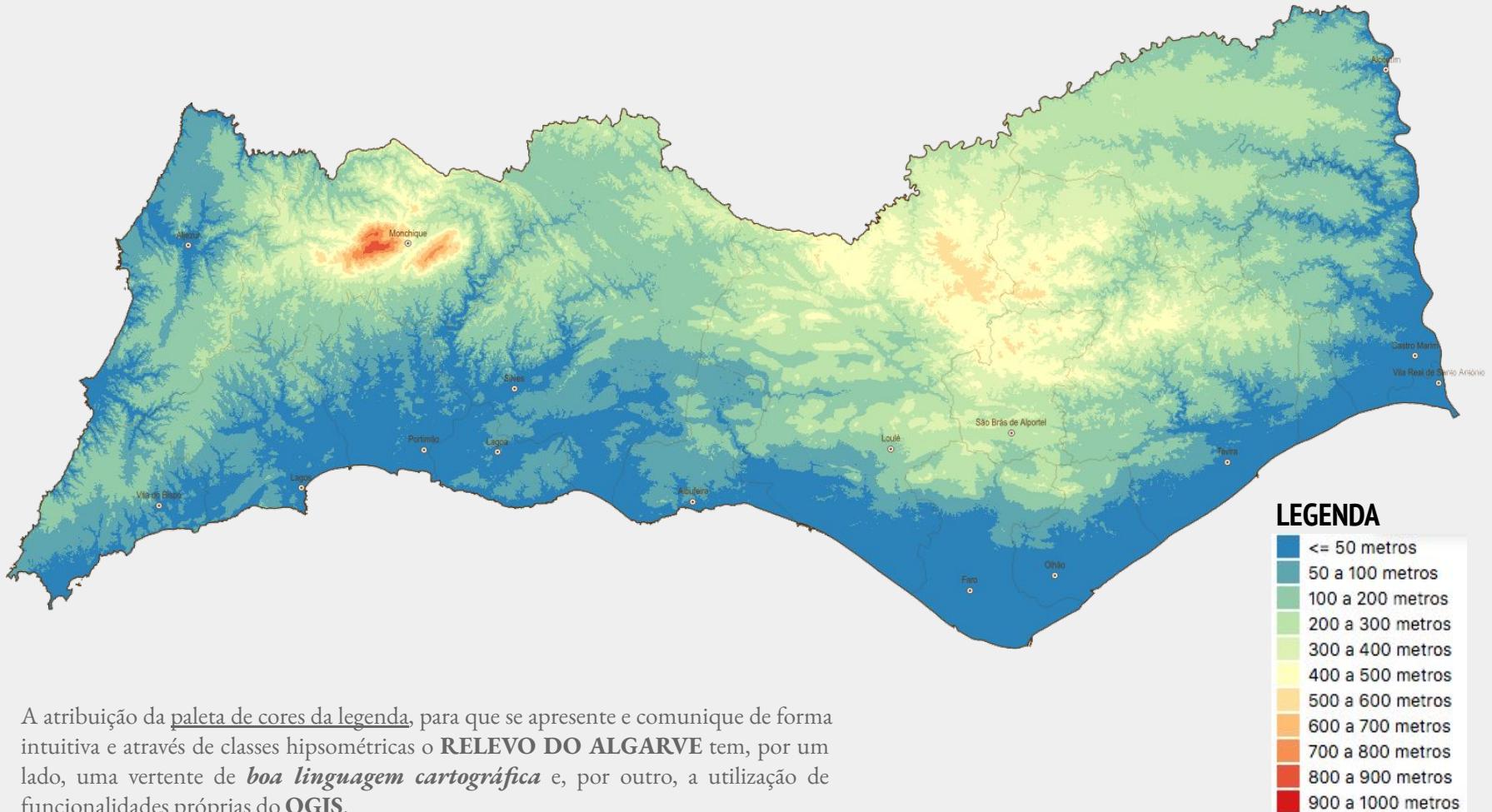
A leitura da informação torna-se, então, bastante mais explícita e há, consequentemente, ganhos muito apreciáveis no domínio da comunicação cartográfica. A configuração pode ser guardada com um ficheiro de estilo (\*.qml).



# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT básico

(com base no ASTER GDEM V003)

Modelo Digital Topográfico (MDT) do Algarve, em cores hipsométricas e não reclassificado, de acordo com o ASTER GDEM V003

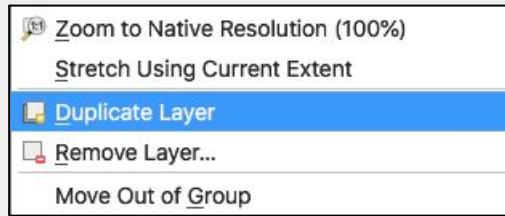


A atribuição da paleta de cores da legenda, para que se apresente e comunique de forma intuitiva e através de classes hipsométricas o **RELEVO DO ALGARVE** tem, por um lado, uma vertente de *boa linguagem cartográfica* e, por outro, a utilização de funcionalidades próprias do **QGIS**.

# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT básico

(com base no ASTER GDEM V003)

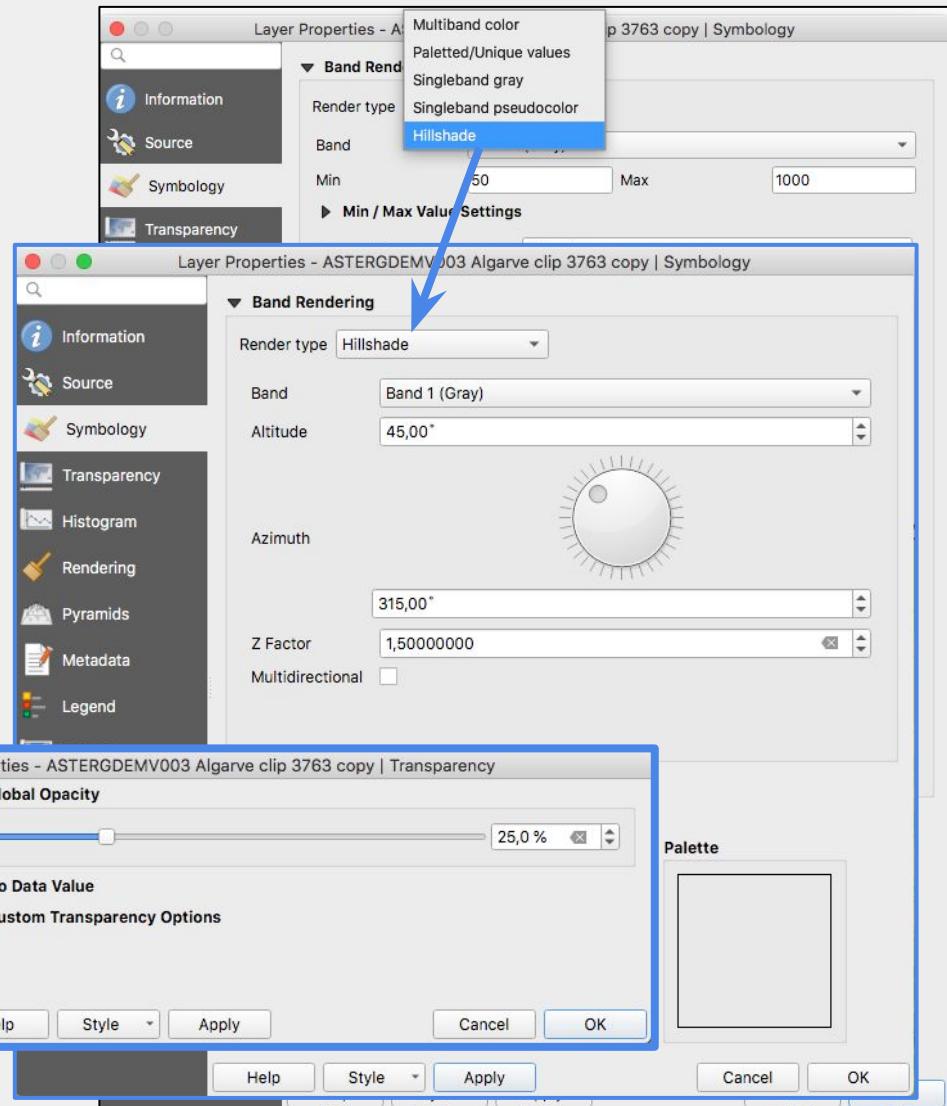
Para se conseguir o efeito **Hillshade** o primeiro passo é a duplicação da camada.



A camada duplicada, que surgirá com o termo **copy** adicionado ao nome da camada original, deve estar sobreposta à camada original.

Depois, na camada duplicada, em **Render type** é necessário escolher **Hillshade**. É possível definir o ângulo de incidência da luz solar através de dois parâmetros distintos (**Altitude** e **Azimuth**), e também acentuar ou atenuar a percepção do relevo (**Z Factor**).

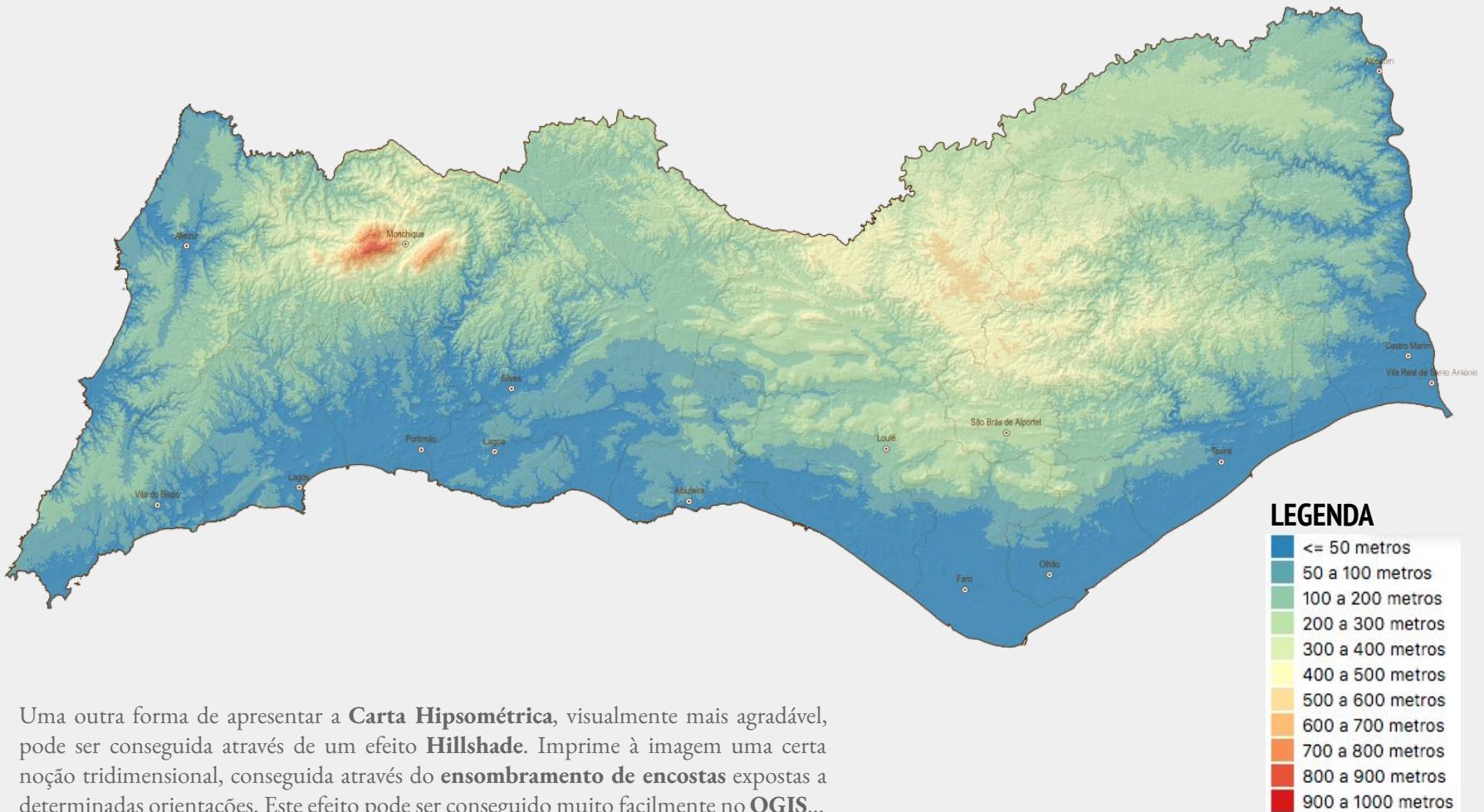
Por fim, é necessário ajustar a transparência ou opacidade da camada, o que se consegue no menu **Transparency...**



# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT básico

(com base no ASTER GDEM V003)

Modelo Digital Topográfico (MDT) do Algarve, em cores hipsométricas e não reclassificado, de acordo com o ASTER GDEM V003

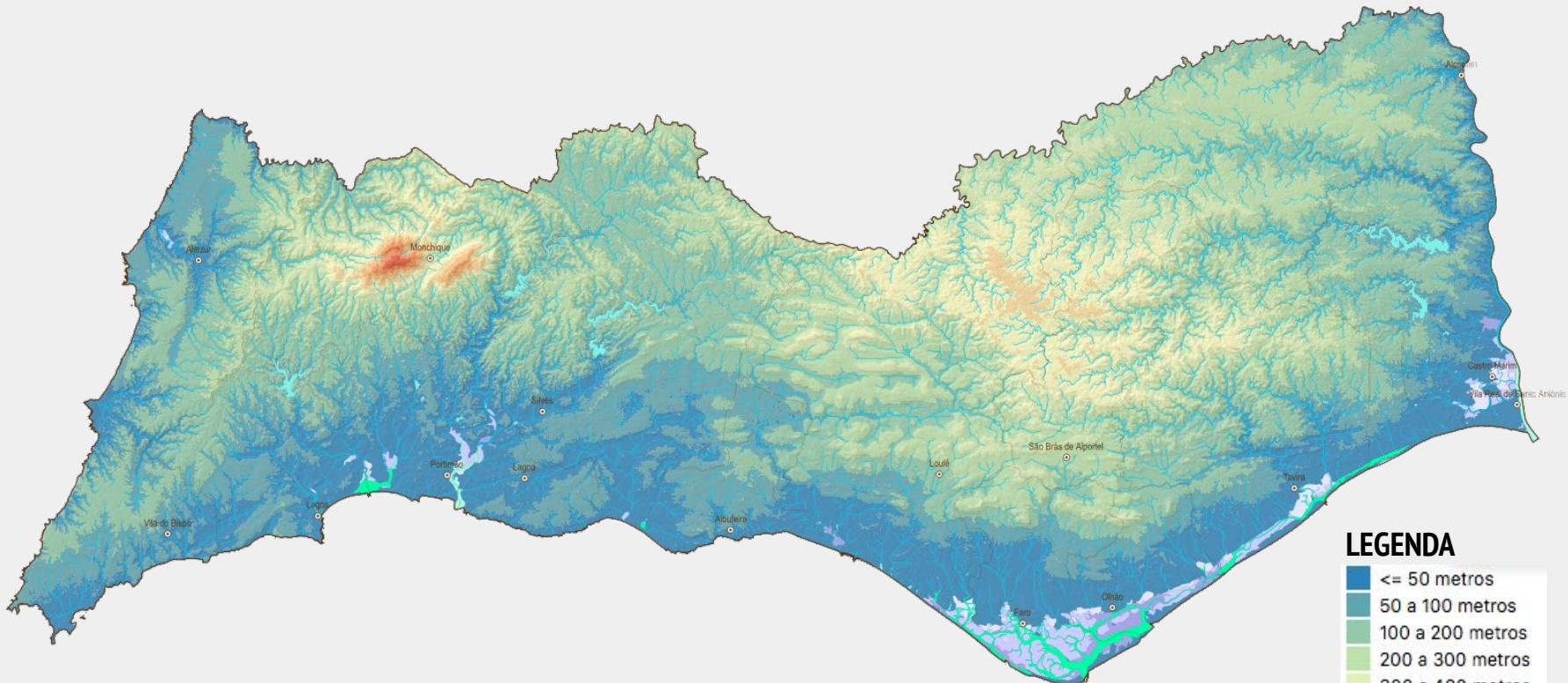


Uma outra forma de apresentar a **Carta Hipsométrica**, visualmente mais agradável, pode ser conseguida através de um efeito **Hillshade**. Imprime à imagem uma certa noção tridimensional, conseguida através do **ensombramento de encostas** expostas a determinadas orientações. Este efeito pode ser conseguido muito facilmente no **QGIS**...

# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT básico

(com base no ASTER GDEM V003)

Modelo Digital Topográfico (MDT) do Algarve, em cores hipsométricas e não reclassificado, de acordo com o ASTER GDEM V003



Nesta imagem, para além da **Carta Hipsométrica** elaborada a partir do **ASTER GDEM 3**, são visíveis os cursos de água disponíveis no **EPIC WebGIS Portugal** e as zonas húmidas disponíveis a partir da **COS 2018** (DG Território).

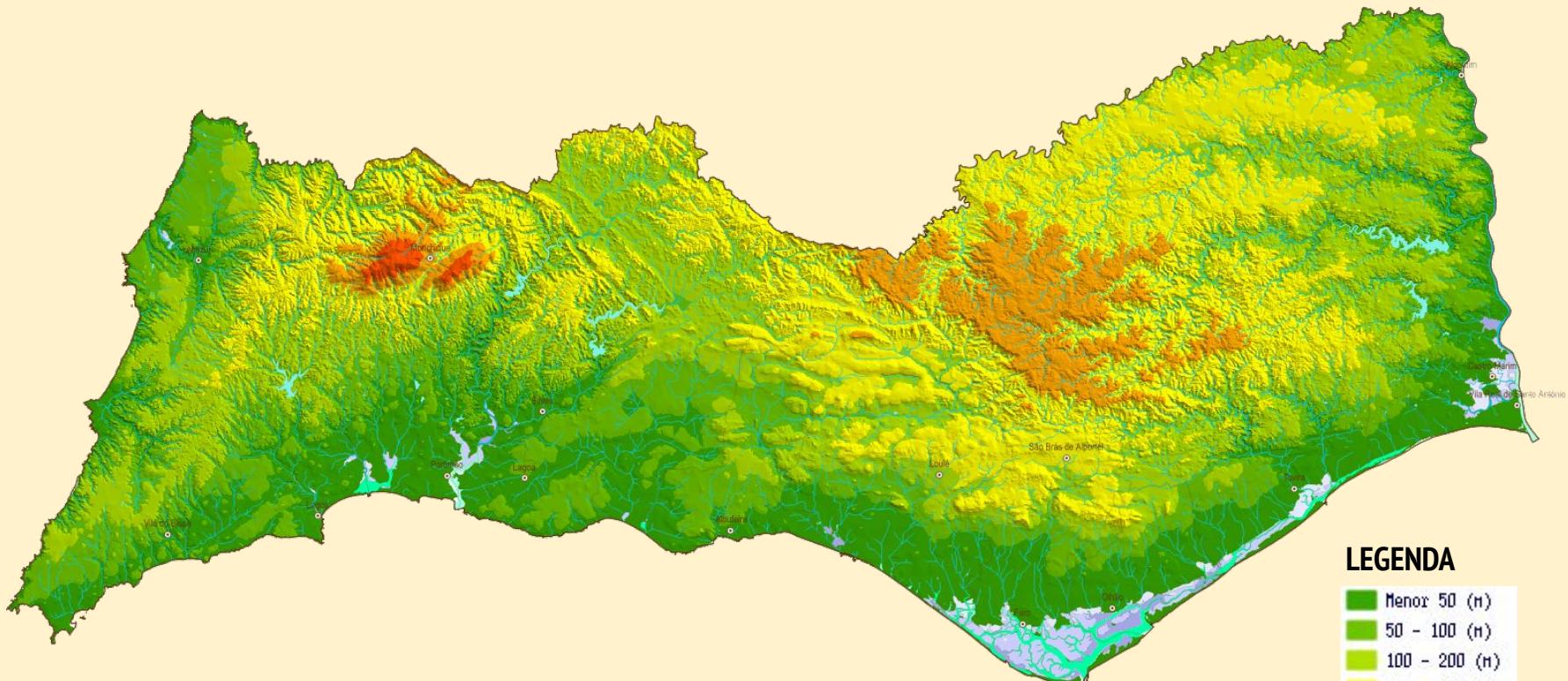
É, sem margem para dúvidas, uma excelente base cartográfica para apresentação de informação sobre o Algarve a escalas médias...

LEGENDA
≤ 50 metros
50 a 100 metros
100 a 200 metros
200 a 300 metros
300 a 400 metros
400 a 500 metros
500 a 600 metros
600 a 700 metros
700 a 800 metros
800 a 900 metros
900 a 1000 metros

# ALGARVE : modelo digital topográfico

(Direcção-Geral do Território)

Modelo Digital Topográfico (MDT) do Algarve, em cores hipsométricas e reclassificado, de acordo com a DG Território



A Direcção-Geral do Território disponibiliza através de **WMS** (Web Map Service) uma **Carta Hipsométrica de Portugal** continental. Nesta imagem apresenta-se a região do **Algarve**. A altimetria está representada através de seis classes hipsométricas fixas.

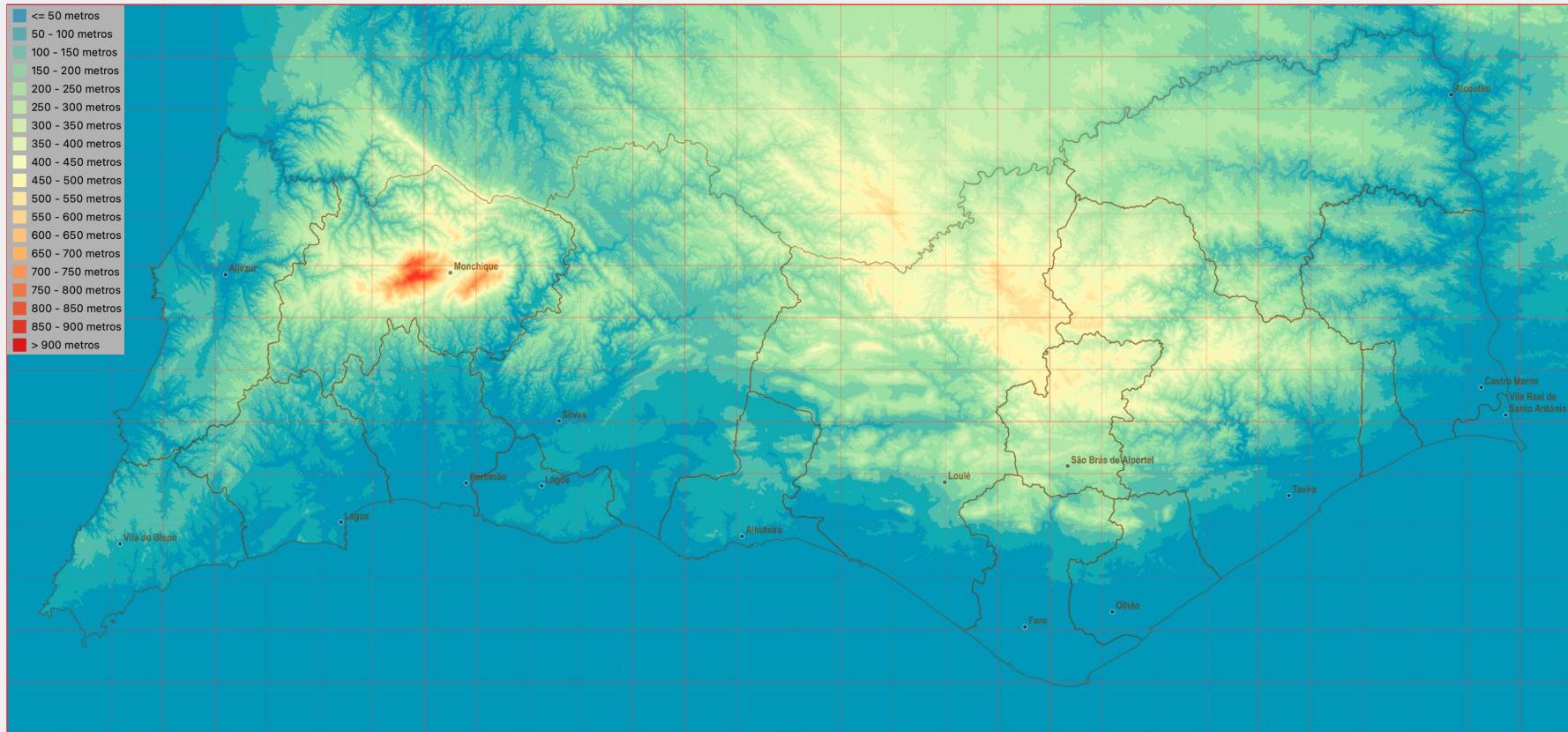
**WMS url:**

<https://geo2.dgterritorio.gov.pt/geoserver/MDT50m/ows?service=WMS&request=GetLegendGraphic&format=image%2Fpng&width=20&height=20&layer=MDT50m>

# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT básico

(com base no Copernicus GLO-30)

Modelo Digital Topográfico (MDT) do Algarve, com cores hipsométricas, não reclassificado, de acordo com o GLO-30 25 metros



Download do ficheiro GeoTIFF (EPSG: 3763) e do respectivo ficheiro de estilo (.qml)

Copernicus-GLO30-25m-Algarve-3763 [AQUI](#)

# MODELO DIGITAL TOPOGRÁFICO avançado

O modelo digital da elevação que foi apresentado nas páginas anteriores (pp. 35 a 42) permite uma caracterização do relevo que é proporcional à qualidade dos inputs de dados (resolução espacial horizontal e precisões horizontal e vertical).

Não permite, no entanto, a produção de **modelos digitais topográficos (MDT)** ou **modelos digitais de superfície (MDS)** com o **pleno controlo de parâmetros fundamentais** como a **resolução espacial horizontal** e as **coordenadas do mosaico de pixels** que dão forma ao próprio modelo digital.

O pleno controlo acima referido permite melhorar e padronizar as configurações do modelo digital da elevação e é indispesável para integrar os MDT e MDS em projectos SIG que careçam de análises e cálculos entre várias camadas raster, nomeadamente as associadas a outras temáticas ou as provenientes de outras fontes (Sentinel-2, por exemplo).

Os procedimentos para a obtenção de um MDT avançado integram três passos:

1. **escolha de um CRS (coordinate reference system) projectado ou EPSG de trabalho;** ao contrário do que acontece com a informação em formato vectorial, que pode ser transformada de um EPSG para outro sem perdas de qualidade, a informação em formato raster tem bastantes limitações na transformação de EPSG
2. **criação de um polígono simples** (preferencialmente um rectângulo ou um quadrado) no EPSG de trabalho e que abarca a totalidade da área de trabalho ou estudo
3. **criação do MDT** avançado através da funcionalidade **Raster >> Projections >> Warp (Reproject)...**

# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT avançado (c/ base no Copernicus GLO-30)

## ESCOLHA DO EPSG

Em Portugal continental, e consequentemente no Algarve, o EPSG a adoptar é o 3763.

É o CRS de coordenadas projectadas métricas oficialmente adoptado, pelo que é o mais recomendável.

## CRIAÇÃO DO POLÍGONO SIMPLES

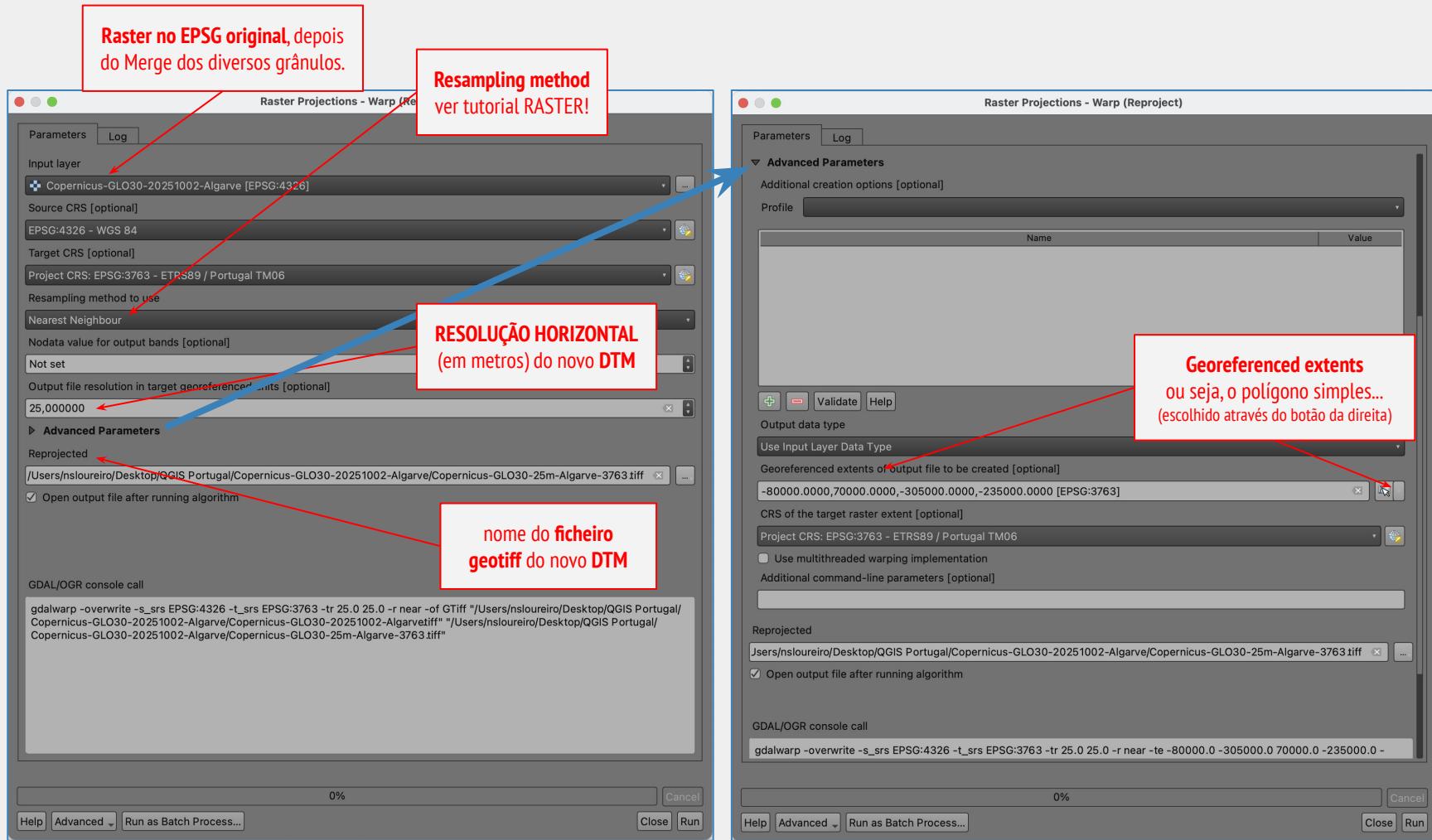
Para identificar os limites do polígono pode-se utilizar a funcionalidade **View >>> Decorations >>> Grid**.



# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT avançado (c/ base no Copernicus GLO-30)

## CRIAÇÃO DO MDT avançado

Utilizar a funcionalidade **Raster >> Projections >> Warp (Reproject)...**



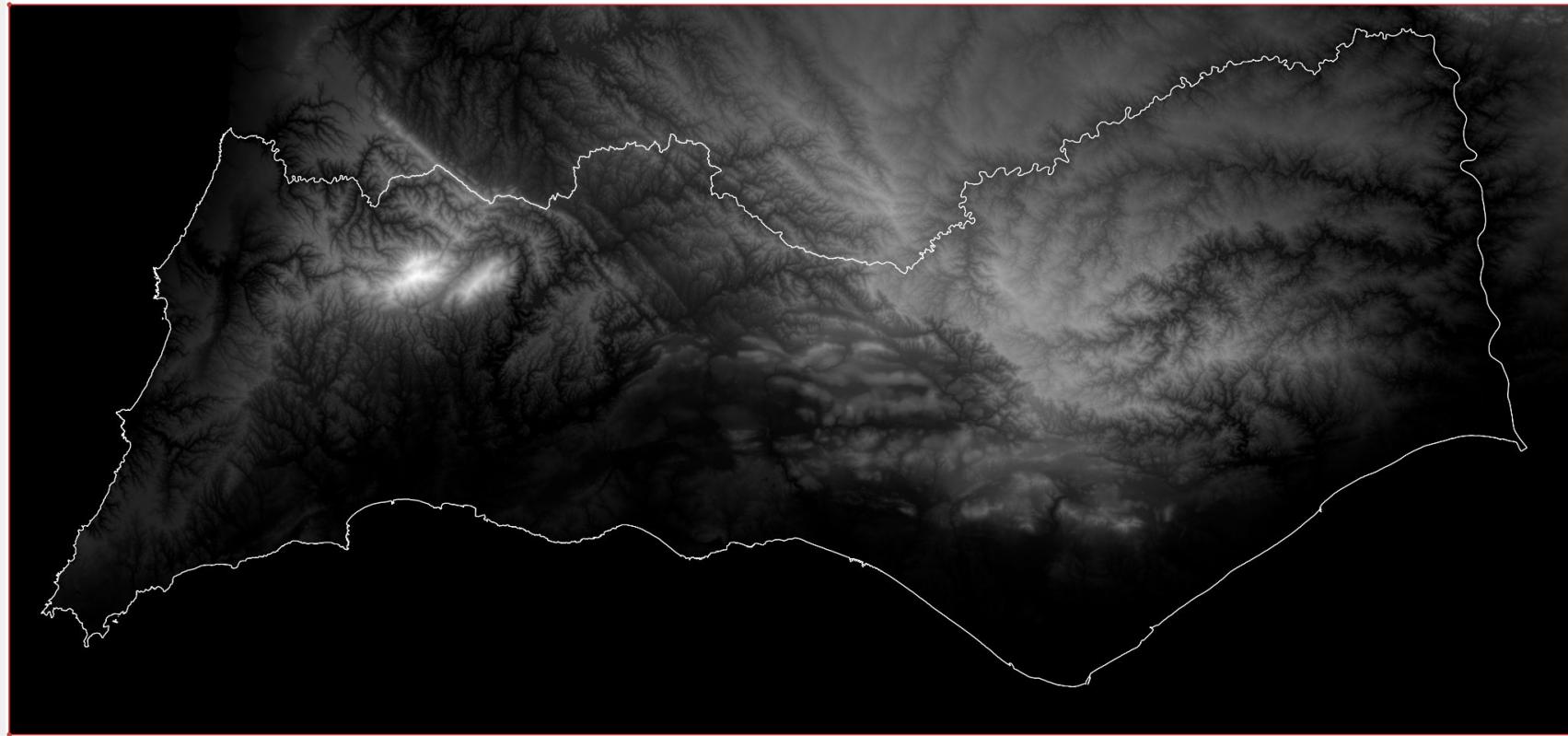
# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT avançado (c/ base no Copernicus GLO-30)

## CRIAÇÃO DO MDT avançado

Utilizada a funcionalidade **Raster >> Projections >> Warp (Reproject)...**

Abaixo o produto final, ou seja, um raster no EPSG 3763, com as quadrículas todas com 25 metros de lado, tanto em X como em Y, e com o mosaico de coordenadas projectadas métricas alinhado com as do CRS adoptado!

As imagens do **Sentinel-2** relativas a Portugal continental são fornecidas em **EPSG 32629**. Será preferível manter esse CRS e ajustar o MDT ao EPSG!



# ALGARVE : ESCALA DETALHADA MDT avançado

(PTc 2024 LiDAR 2 m)

## CRIAÇÃO DO MDT avançado

O MDT de escala detalhada proveniente do Levantamento LiDAR 2024 de Portugal continental, obtido através do plugin **DGT CDD Downloader**, é um produto que está em EPSG 3763 e que tem uma resolução espacial horizontal configurada aquando da preparação do próprio download.

Consequentemente, o único procedimento que é necessário para converter o ficheiro virtual (.vtr) num ficheiro permanente (.tiff) com todos os quadrados descarregados unidos.

Algarve-Tavira-DTM-2m-LiDAR2024-3763.tif	10 Oct 2025 at 12:51	1,22 GB	TIFF image
Algarve-Tavira-DTM-2m...AR2024-3763.tif.aux.xml	10 Oct 2025 at 13:25	433 bytes	XML document
> MDT-2m	10 Oct 2025 at 12:47	--	Folder
MDT-2m.vrt	10 Oct 2025 at 12:47	315 KB	Document
MDT-2m.vrt.ovr	10 Oct 2025 at 12:47	415,9 MB	Document



A criação do ficheiro GeoTIFF pode não ser, no entanto, indispensável.

O plugin cria uma **pasta MDT-2m**, onde ficam armazenados todos os quadrados em ficheiros .tiff separados, e também os ficheiros **MDT-2m.vtr** (arquitectura do MDT avançado) e **MDT-2m.vtr.ovr** (*pyramid layers* de um *raster dataset*, com compressão). Se o ficheiro .ovr não for retirado do projecto permite fazer, por exemplo, **curvas de nível (contour)**, **declives (slope)** e **orientações de encostas (aspect)**.

## Information from provider

Extent	19000.0000000000000000,-291000.0000000000000000 : 51000.0000000000000000,-253000.0000000000000000
Width	16000
Height	19000
Data type	Float32 – Thirty two bit floating point
GDAL Driver	GTiff
Description	GeoTIFF
GDAL Driver Metadata	/Users/nsloureiro/Desktop/Copernicus GLO-30/mais/Algarve-Tavira-DTM-2m-LiDAR2024-3763.tif
Dataset Description	<ul style="list-style-type: none"><li>STATISTICS_APPROXIMATE=YES</li><li>STATISTICS_MAXIMUM=539.03057861328</li><li>STATISTICS_MEAN=223.8266838921</li><li>STATISTICS_MINIMUM=-1.240648388626</li><li>STATISTICS_STDDEV=139.426952324</li><li>STATISTICS_VALID_PERCENT=56.2</li></ul>
Compression	<ul style="list-style-type: none"><li>Scale: 1</li><li>Offset: 0</li></ul>
Band 1	
More information	
Dimensions	X: 16000 Y: 19000 Bands: 1
Origin	19000.0000000000000000,-253000.0000000000000000
Pixel Size	2,-2

É necessário ter sempre presente que os MDT e MDS provenientes do Levantamento LiDAR 2024 de Portugal continental ocupam muito espaço de memória, quer para armazenamento, quer para processamento.

No exemplo aqui apresentado, o concelho de Tavira, que tem uma área de 606,97 km<sup>2</sup>, são necessários 692 DTM.tiff de 1 km<sup>2</sup>, cada um, quando a resolução é de 2 metros, com cerca de 1 MB.

No total são 693 MB armazenados na pasta MDT-2m.

O MDT-2m.vrt.ovr tem 415,9 MB e o ficheiro permanente (.tiff) tem 1,22 GB.

Se a resolução for de 0,5 metros cada DTM.tiff de 1 km<sup>2</sup> terá cerca de 16 MB, ou seja, 16 vezes mais exigente...

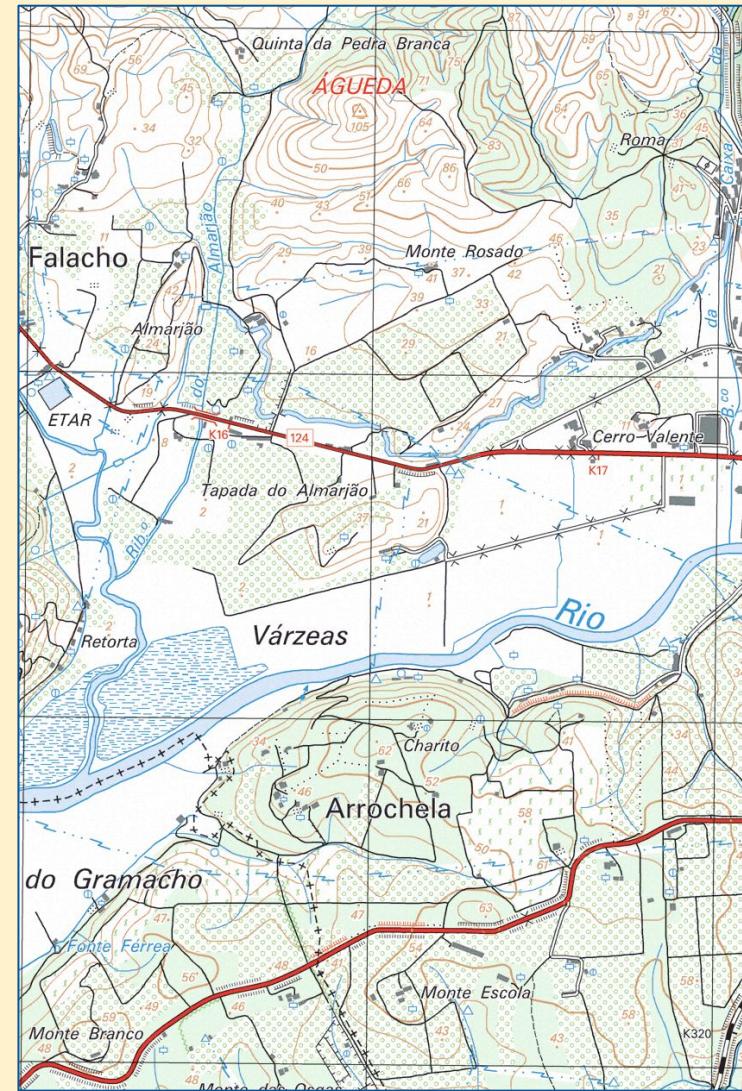
# DTM - do raster às curvas de nível

A informação que se está a recolher e explorar está em formato **RASTER**. O seu valor para a análise fisiográfica é evidente mas, por norma da linguagem cartográfica, a **representação da hipsometria** é feita através de **curvas de nível**.

Há uma diferença entre as classes hipsométricas dos modelos raster e as curvas de nível. As primeiras representam parcelas de território que estão em intervalos de altimetria, com **limites mínimo e máximo**. As curvas de nível representam linhas do território que têm uma altitude determinada e sempre constante.

Em termos de SIG, as classes hipsométricas obtidas a partir dos modelos de escala média (Copernicus GLO-30, por exemplo) e dos modelos de escala detalhada (Levantamento LiDAR 2024 de Portugal continental, por exemplo), são informação **raster**, enquanto que as curvas de nível são informação **vectorial**.

EXTRACTO DE UMA FOLHA DA CARTA MILITAR DE PORTUGAL À ESCALA DE 1:25.000, COM O RELEVO REPRESENTADO POR **CURVAS DE NÍVEL**, PONTOS COTADOS E VÉRTICES GEODÉSICOS.



# DTM - do raster às curvas de nível

Para criar curvas de nível a partir de um DTM raster é possível recorrer a uma funcionalidade do QGIS denominada **Contour...**

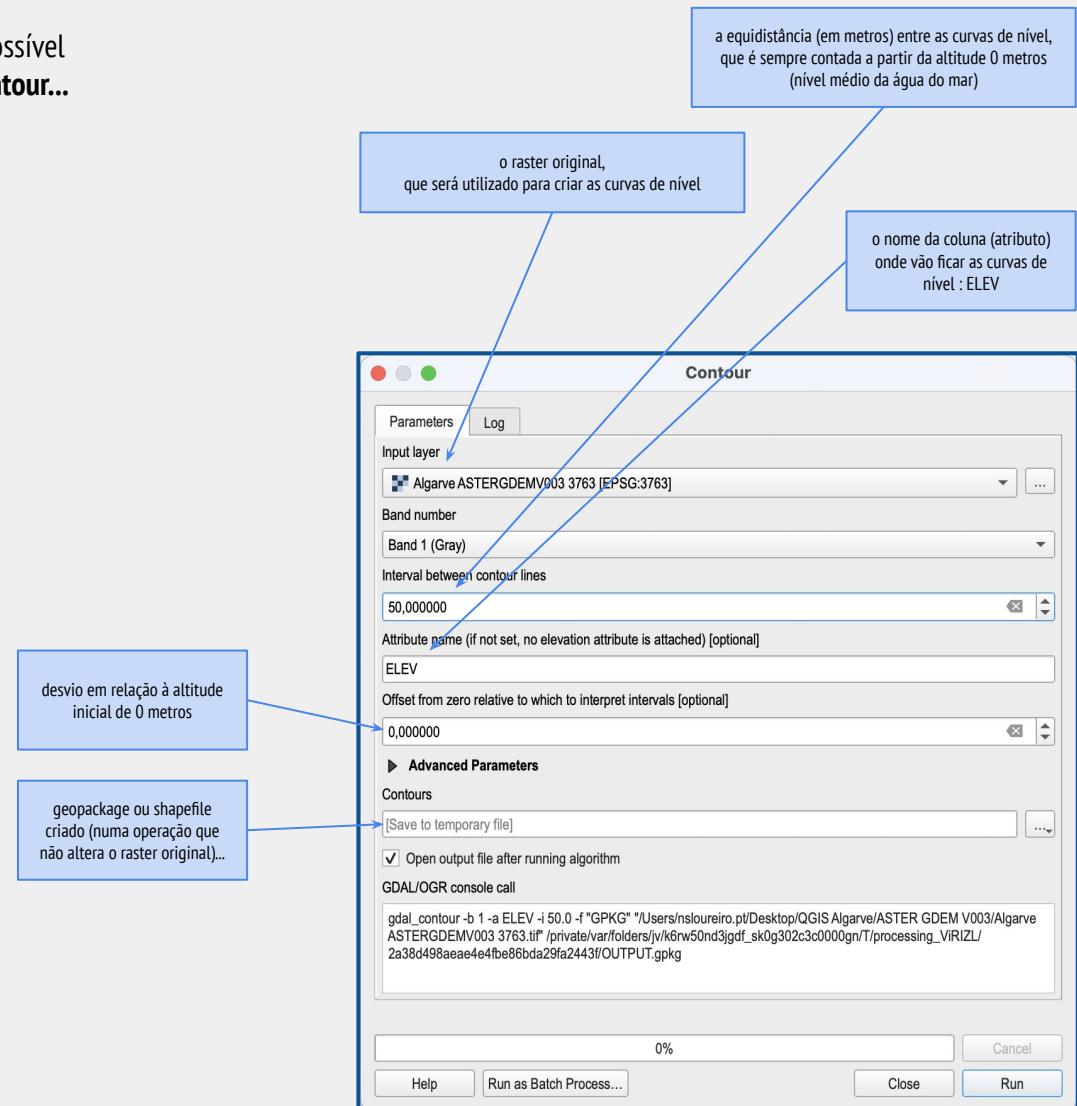
Raster >>> Extraction >>> Contour...

## EQUIDISTÂNCIA DAS CURVAS DE NÍVEL (*contour interval*) ALGUMAS RECOMENDAÇÕES

Na Carta Militar de Portugal à escala de 1:25.000 a equidistância representada das curvas de nível é de **10 metros**. As curvas de nível múltiplas de 50 metros têm representação mais destacada (traço mais grosso) comparativamente com as curvas de nível que não são múltiplas de 50 metros.

Para escalas maiores do que 1:25.000 a equidistância recomendável das curvas de nível representadas será de **5 ou 2 metros**. Para escalas menores, como a de 1:50.000, a equidistância será de **20 metros**; para escalas ainda menores de, por exemplo, **100 metros**.

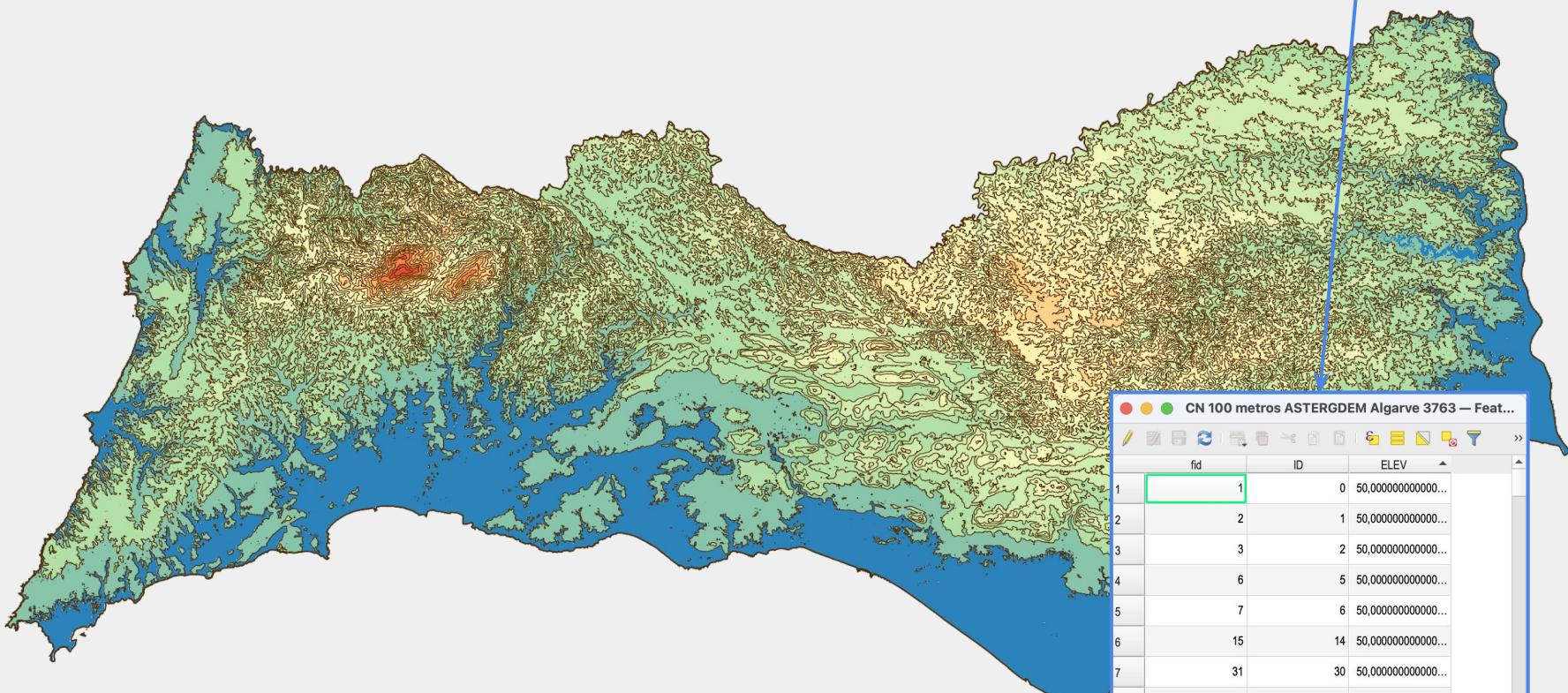
É importante ter sempre presente que existem diversos parâmetros que condicionam a equidistância ‘ideal’...



# DTM - do raster às curvas de nível

CURVAS DE NÍVEL COM EQUIDISTÂNCIA DE 50 METROS,  
A PARTIR DO ASTER GDEM V003, RELATIVAS AO ALGARVE

a tabela de atributos do geopackage com as curvas de nível, onde a coluna (atributo) ELEV representa cada curva de nível (feature) e a sua altitude...

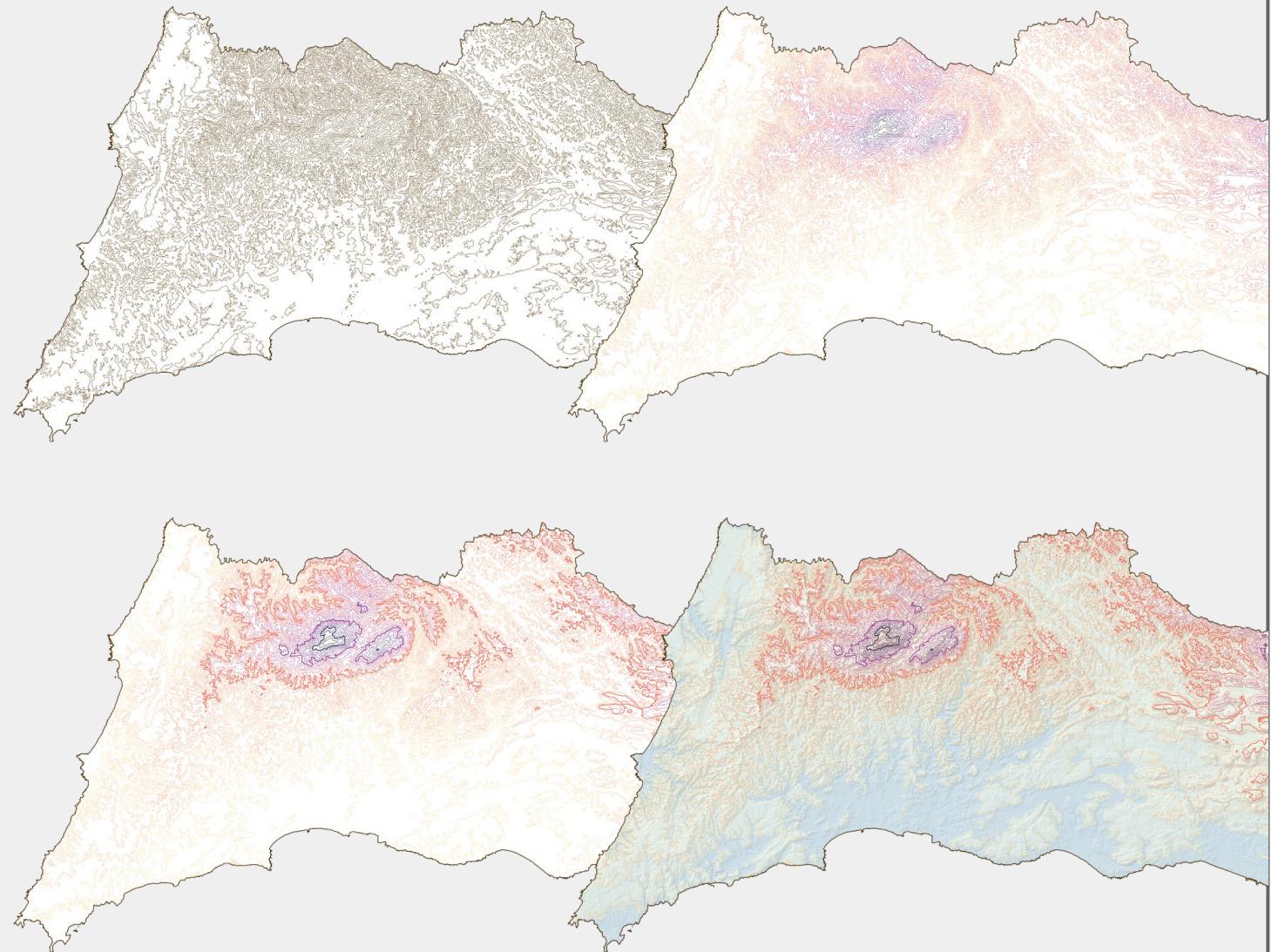


A partir deste output é apenas necessário editar o geopackage criado por forma a representar, com a leitura cartográfica mais adequada possível, a nova **Carta Hipsométrica do Algarve...**

# DTM - do raster às curvas de nível

QUATRO FORMAS DISTINTAS DE REPRESENTAR (E APRESENTAR) AS CURVAS DE NÍVEL:

1. COR E ESPESSURA DAS LINHAS IGUAIS
2. CORES DIFERENTES (GRADIENTE) E ESPESSURA DAS LINHAS IGUAL
3. CORES DIFERENTES E ESPESSURA DE ALGUMAS LINHAS DIFERENTE DAS RESTANTES LINHAS
4. IGUAL A 3 MAS COM CORES HIPSOMÉTRICAS EM FUNDO...



# DTM - do raster às curvas de nível

A representação convencional das curvas de nível, em particular em escalas relativamente pormenorizadas, inclui a apresentação das linhas hipsométricas e também a apresentação dos valores da altitude que essas linhas representam.

Neste exemplo sobre o Algarve adoptam-se os seguintes critérios para a apresentação da altitude através de curvas de nível:

- equidistância das curvas de nível de 50 metros;
- destaque (maior espessura de linha) para as curvas de nível dos 200 metros e seus múltiplos;
- indicação numérica da altitude para as curvas de nível com maior destaque;
- apresentação ou não dessa indicação numérica em função da escala de representação.

**A concretização destes critérios implica a execução de diversas tarefas na layer do geopackage que contém as curvas de nível.**

Há duas tarefas que são executadas na **tabela de atributos**:

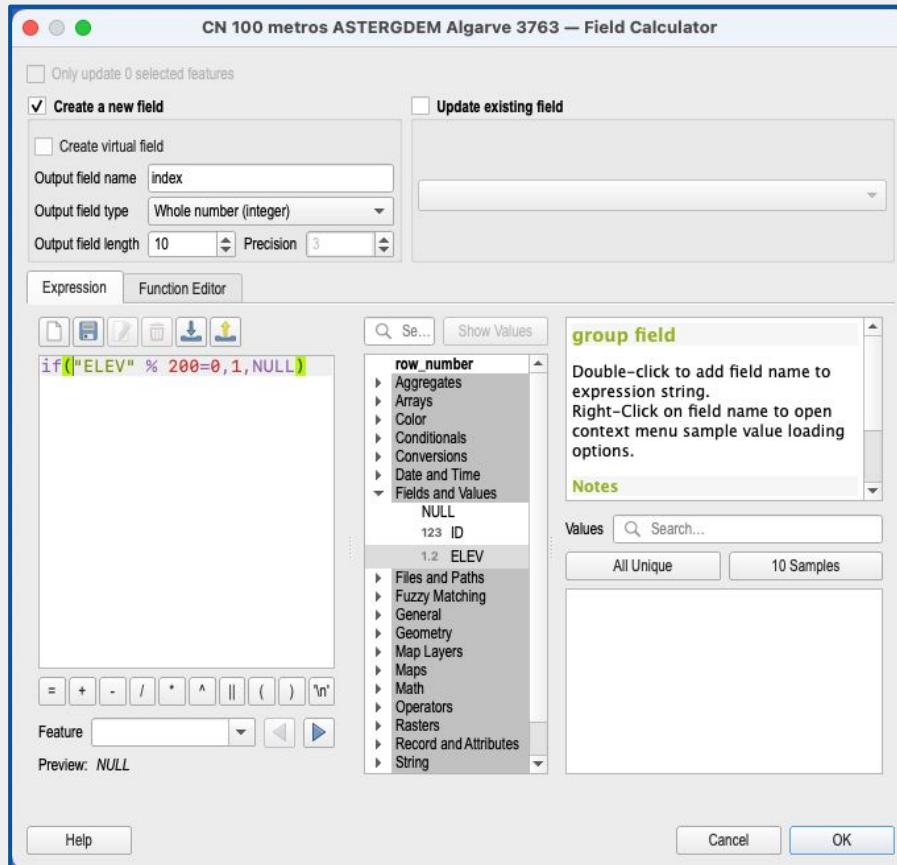
1. criação de uma coluna **index**, que distingue os múltiplos de 200 metros das restantes curvas de nível;
2. criação de uma coluna **label**, que contém as indicações numéricas das altitudes que vão ser representadas.

Há outras tarefas que são executadas nas **Layer Properties**, em **Symbology** e em **Labels**:

1. na **Symbology**, recorrendo à coluna ou atributo **index**, é possível atribuir o destaque (maior espessura de linha) às curvas de nível dos 200 metros e seus múltiplos;
2. na **Labels**, recorrendo à coluna ou atributo **label**, que contém as indicações numéricas das altitudes que vão ser representadas, é possível proceder às diversas configurações necessárias...

# DTM - do raster às curvas de nível

## tarefas na tabela de atributos



A criação de uma coluna **index**, que distingue os múltiplos de 200 metros das restantes curvas de nível é feita no **Field Calculator**, através da expressão condicional **IF**.

**if(condition, result\_when\_true, result\_when\_false)**

A condição é a altitude de uma determinada curva de nível ser ou não múltipla de 200 metros:

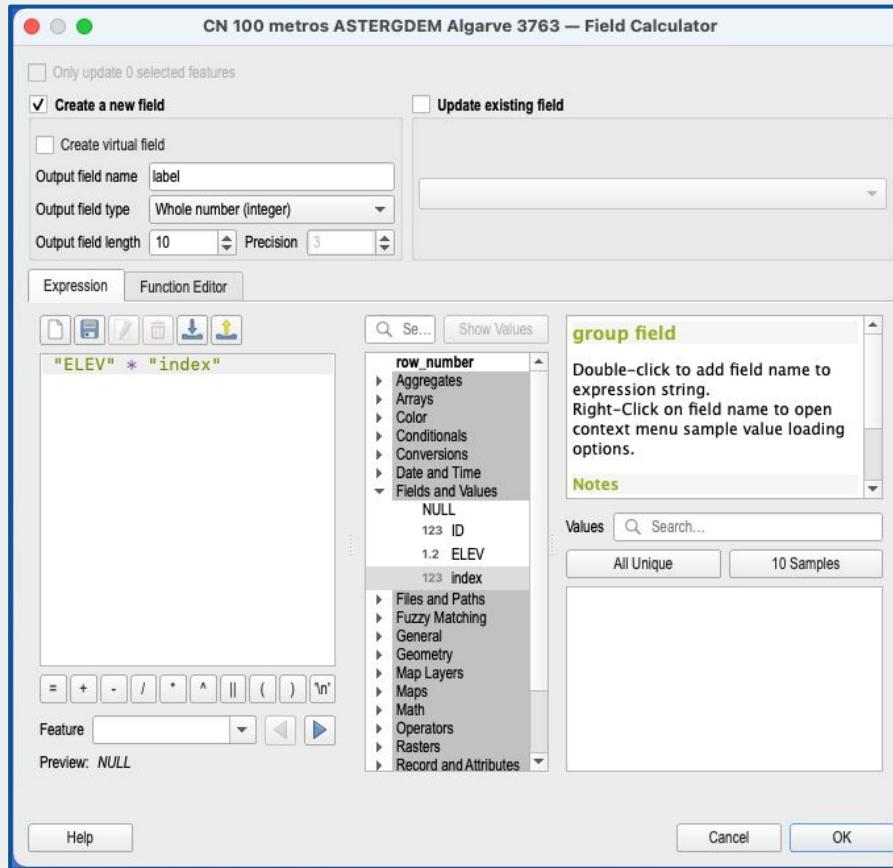
`"ELEV" % 200=0`

Utiliza-se o operador **%** que permite verificar se se cumpre ou não a condição. **O operador % permite calcular o resto ou restante de uma divisão.** Quando os valores de `"ELEV"` são divididos por 200 e o resto é zero (0), quer dizer que são múltiplos de 200. Se o resto é diferente de zero (0), então não são múltiplos.

Se são múltiplos, as células na coluna `index` preenchem-se automaticamente com o `result_when_true`, ou seja, com `1`. Se não são, preenchem-se com o `result_when_false`, ou seja, com `NULL`.

# DTM - do raster às curvas de nível

## tarefas na tabela de atributos



A criação de uma coluna **label** é mais simples e intuitiva.

Basta multiplicar “ELEV” por “index”...

Quando o “index” é igual a 1, nas células da coluna **label** ficará o valor de “ELEV”, como número inteiro (sem casas decimais).

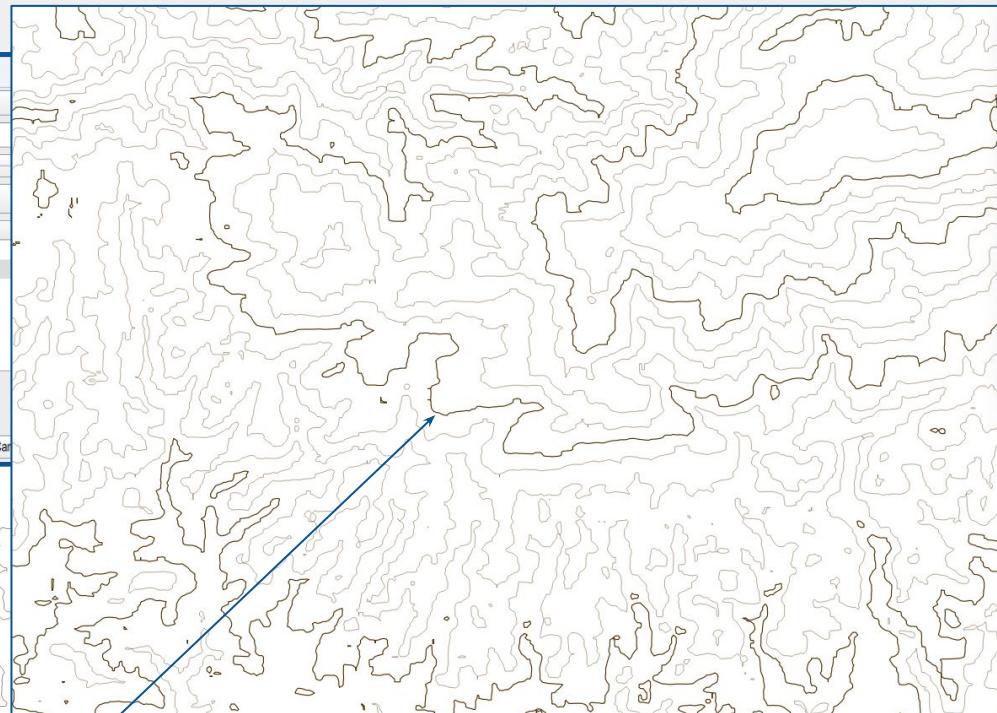
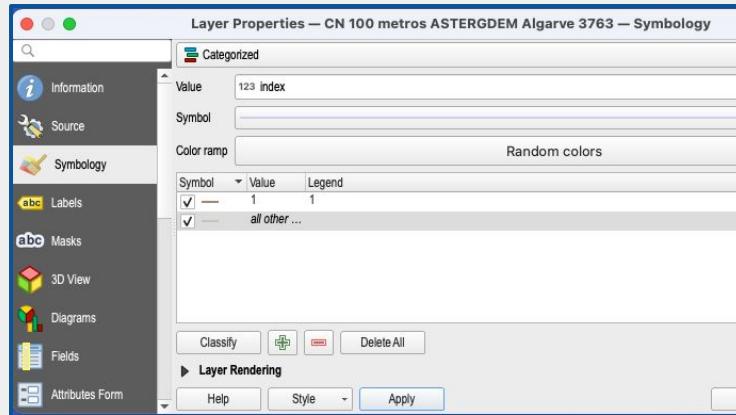
Quando o “index” é NULL, nas células da coluna **label** permanecerá o NULL.

ID	ELEV	index	label
4099	12198	150,00000000000000	NULL
4100	12212	150,00000000000000	NULL
4101	12226	150,00000000000000	NULL
4102	12255	150,00000000000000	NULL
4103	136	200,00000000000000	1
4104	140	200,00000000000000	1
4105	152	200,00000000000000	1
4106	154	200,00000000000000	1
4107	158	200,00000000000000	1
4108	159	200,00000000000000	1
4109	160	200,00000000000000	1

# DTM - do raster às curvas de nível

tarefas nas propriedades do geopackage

**Symbology**



**O atributo index só tem dois valores: 1 e NULL.**

O 1 corresponde às curvas de nível múltiplas de 200 metros, e é assim possível destacá-las.

O NULL corresponde a todas as curvas de nível não múltiplas de 200 metros, e é assim possível representá-las de forma mais discreta...

EM CIMA, AS CURVAS DE NÍVEL COM REPRESENTAÇÃO DIFERENCIADA. EM BAIXO AS CURVAS DE NÍVEL REPRESENTADAS SEM QUALQUER DIFERENCIAMENTO...

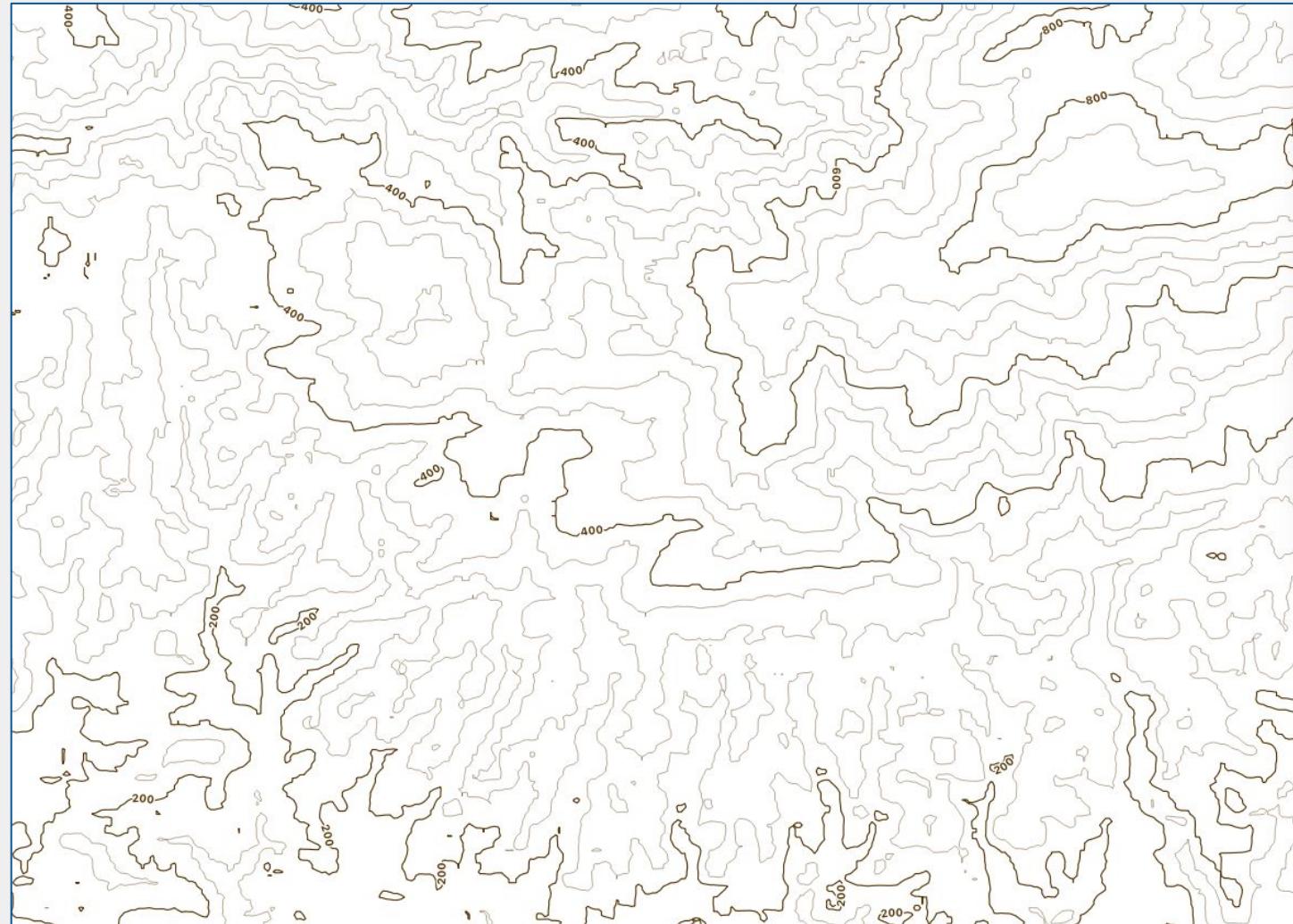
# DTM - do raster às curvas de nível

tarefas nas propriedades do geopackage

Labels

Nesta imagem já estão apresentados os valores das curvas de nível múltiplas de 200 metros, com uma representação muito compatível com as normas convencionais da cartografia topográfica...

Para obter este resultado são necessárias várias configurações no menu Labels e nos seus vários sub-menus.



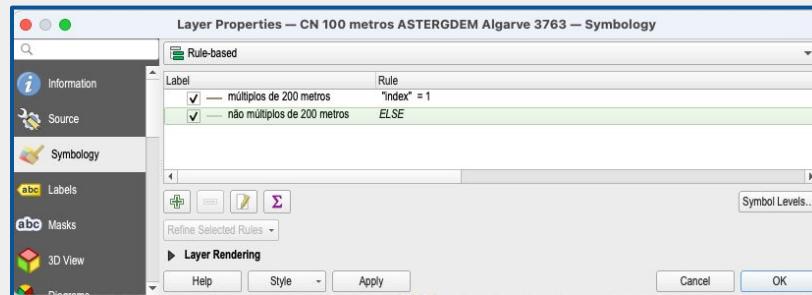
# DTM - do raster às curvas de nível

## tarefas nas propriedades do geopackage

A configuração das curvas de nível que está a ser adoptada é independente da escala de apresentação. Ou seja, são sempre representadas todas as curvas de nível, seja qual seja a escala.

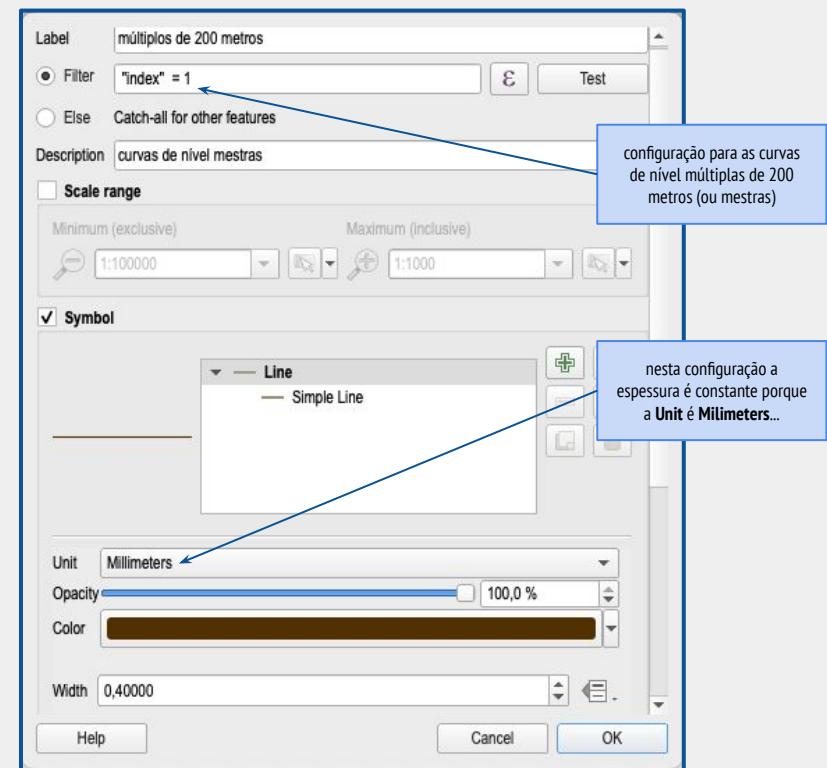
É possível, e muitas vezes é mesmo conveniente, que a configuração esteja ajustada à escala. Tal pode permitir que, quando a visualização do território é feita em detalhe, o número de curvas de nível seja superior (p. ex. curvas de nível mestras e curvas de nível secundárias), mas que quando se faz um *zoom out*, se visualizem apenas as curvas de nível mestras.

Para se tal conseguir é necessário retornar às configurações em **Symbology**. Como se pretendem configurações com características dinâmicas (neste caso dependentes da escala), é necessário optar por uma Symbology de tipo **Rule-based**, em vez da **Categorized** que anteriormente se tinha utilizado.



## Symbology

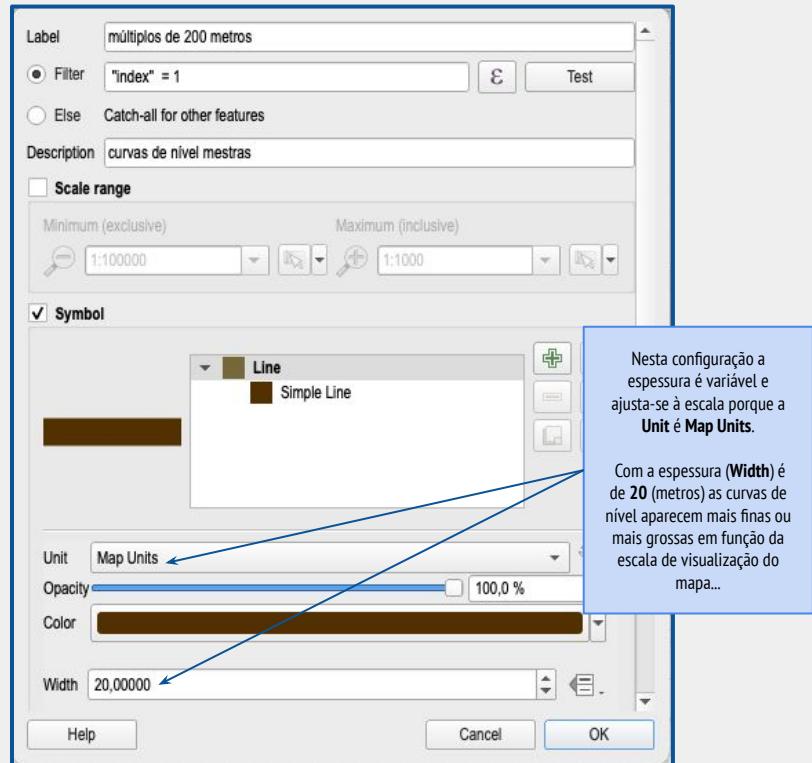
Depois, usando o atributo **index**, estabelecem-se duas regras. Quando o **index = 1** (curvas de nível mestras), as curvas de nível são sempre apresentadas. Quando o **index = NULL (ELSE)**, são ou não apresentadas em função da escala.



# DTM - do raster às curvas de nível

## tarefas nas propriedades do geopackage

## Symbology

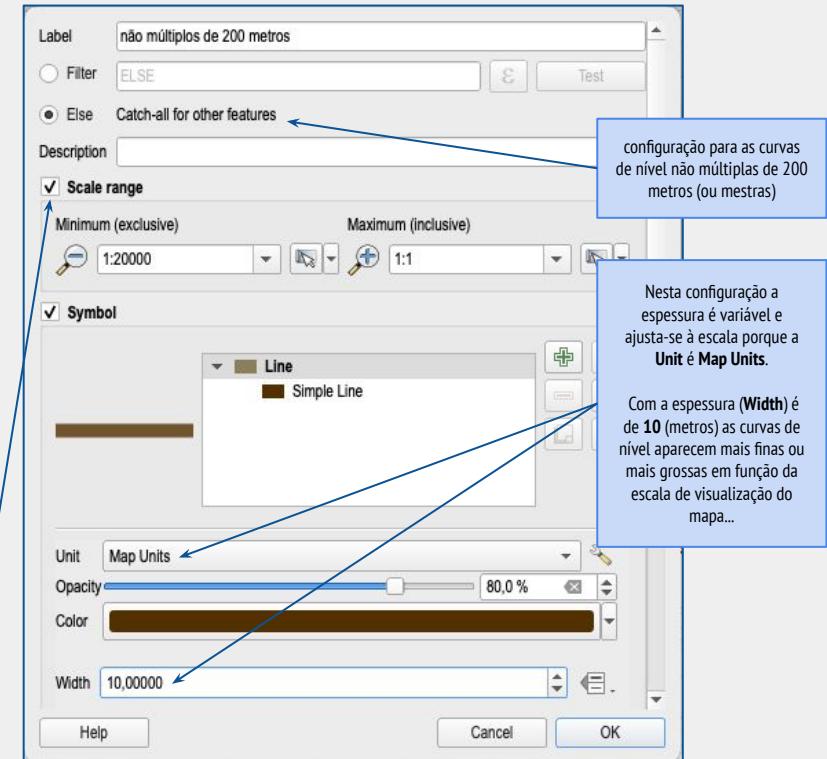


As curvas de nível não múltiplas de 200 metros só são visíveis dentro de um determinado **Scale range**.

Fora dele não são representadas. É esta a **Rule** estabelecida...

Abaixo a configuração para as curvas de nível não múltiplas de 200 metros (**Else - Catch-all for other features**).

Só são apresentadas com uma **escala superior a 1:20000** e **escala igual ou inferior a 1:1**.

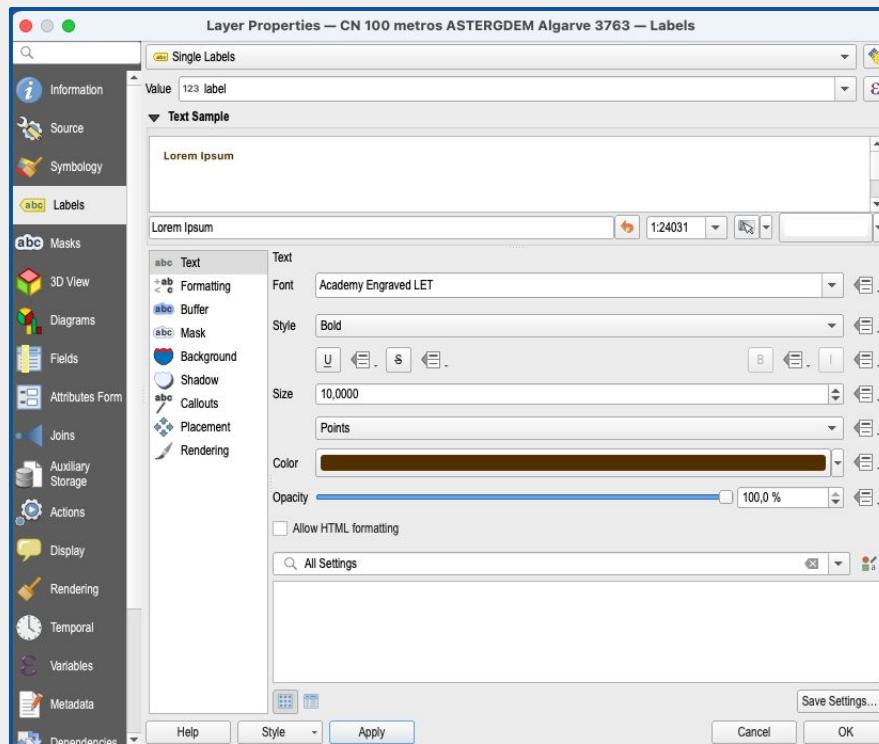


# DTM - do raster às curvas de nível

## tarefas nas propriedades do geopackage

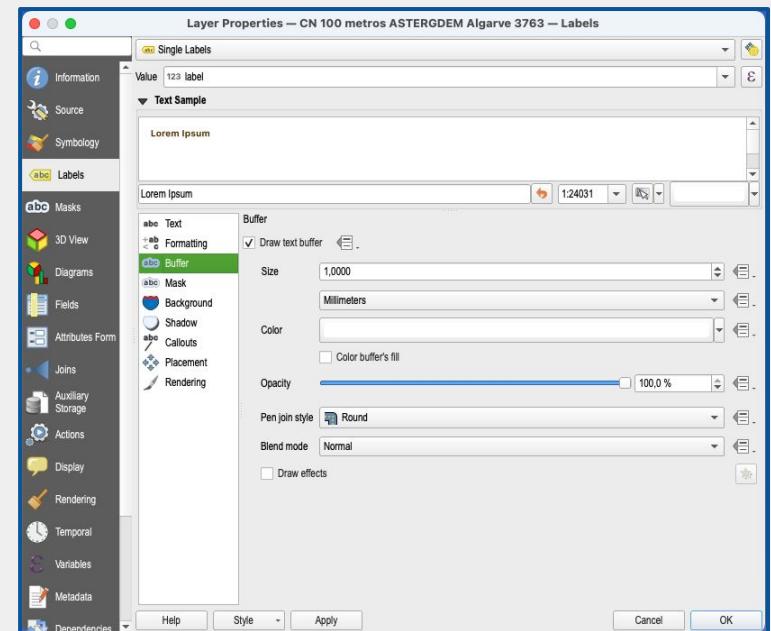
### Labels

Depois da configuração das curvas de nível deve fazer-se a dos valores da altitude correspondente a cada curva de nível múltipla de 200 metros. Os valores numéricos são os do Value **label** (Tabela de Atributos).



Escolha do tipo de letra (**Font**), do tamanho (**Size**) e da cor (**Color**).

O **Buffer** permite criar um espaço branco à volta dos números que se sobrepõem às curvas de nível, facilitando a sua leitura.

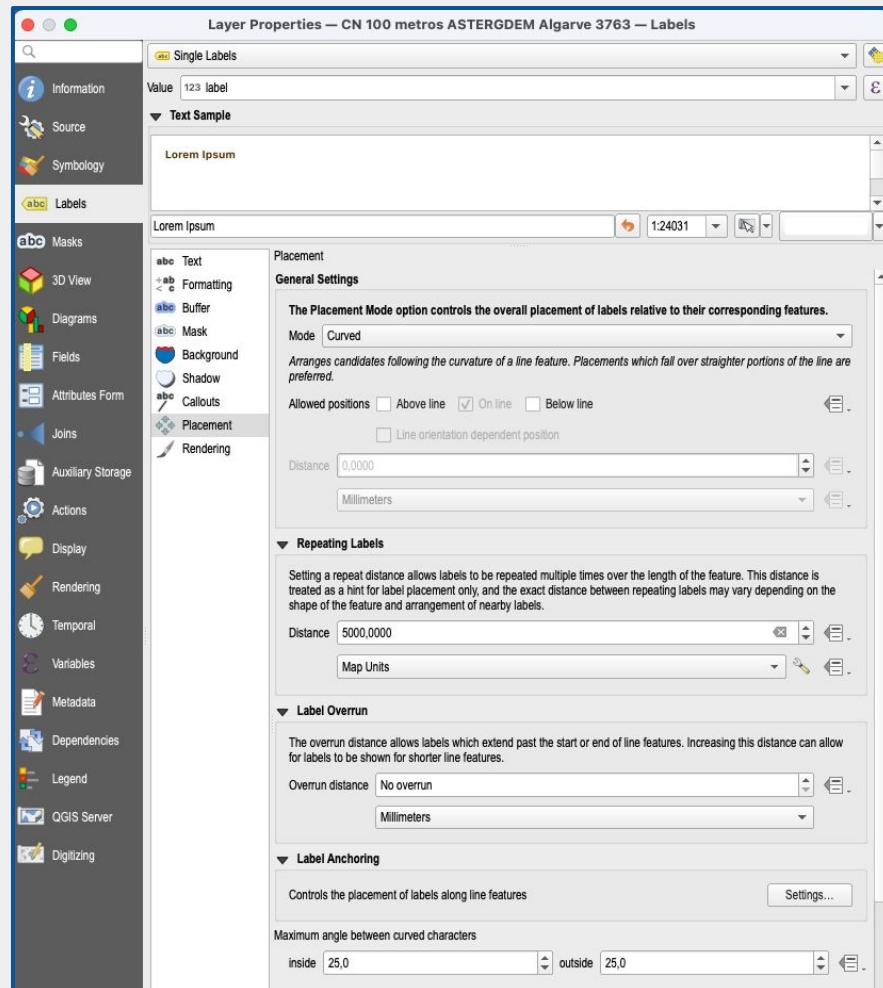


De notar que nestas configurações, em que os tamanhos (Size) estão indicados em **Points**, resultam num output que é independente da escala de visualização do mapa.

# DTM - do raster às curvas de nível

## tarefas nas propriedades do geopackage

## Labels



O **Placement** permite configurar outras funcionalidades, nomeadamente:

### Placement Mode

- se os números estão paralelos às curvas de nível, mas rectilíneos
- se os números se ajustam (curvam) às próprias curvas de nível
- se os números estão sempre na horizontal

### Allowed positions

- se os números estão em cima, sobre ou abaixo das curvas de nível

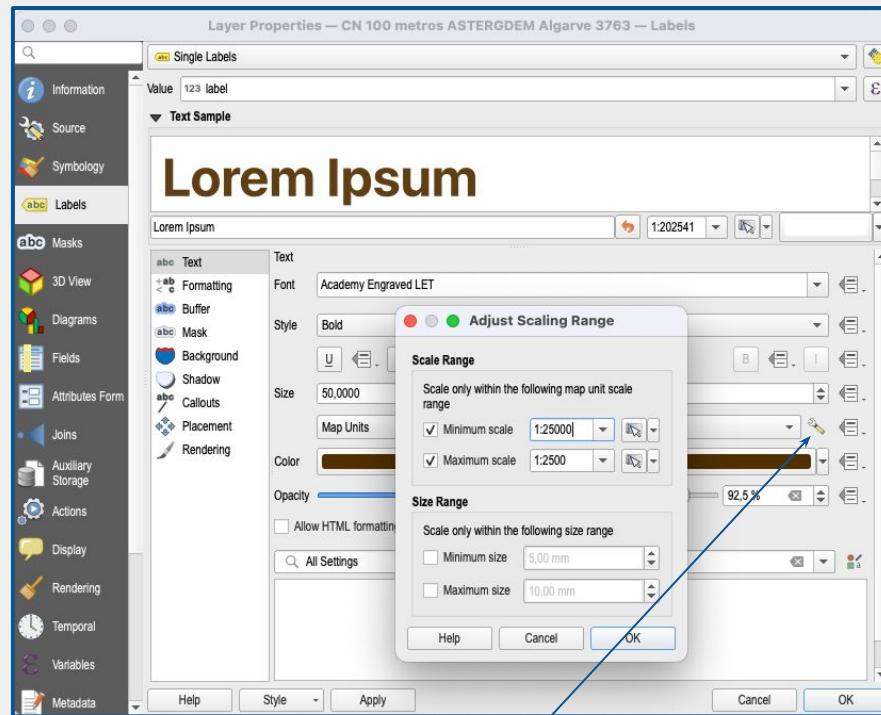
### Repeating Labels

- se os números surgem ou não diversas vezes sobre a mesma curva de nível, e a que distância surgem
- a distância pode ser fixa, por exemplo em milímetros, ou pode ajustar-se à escala de apresentação do mapa (Map Units ou Meters at Scale)
- quando o EPSG adoptado é métrico, como é o caso do EPSG 3763, Map Units ou Meters at Scale são equivalentes...

# DTM - do raster às curvas de nível

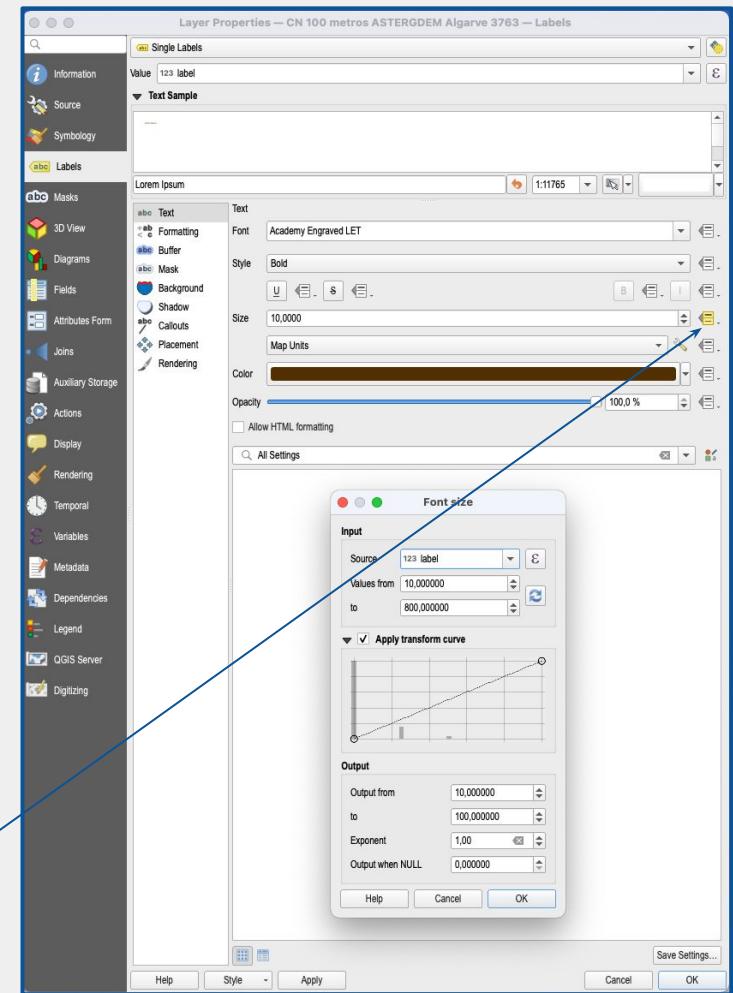
## tarefas nas propriedades do geopackage

### Labels



Também é possível proceder a configurações nos Labels por forma a que também os valores das altitudes se alteram em função da escala.

Uma opção disponível permite, por exemplo, **alterar o tamanho de todos os Labels**.  
Outra permite atribuir tamanhos distintos, em função do próprio Value do Label...

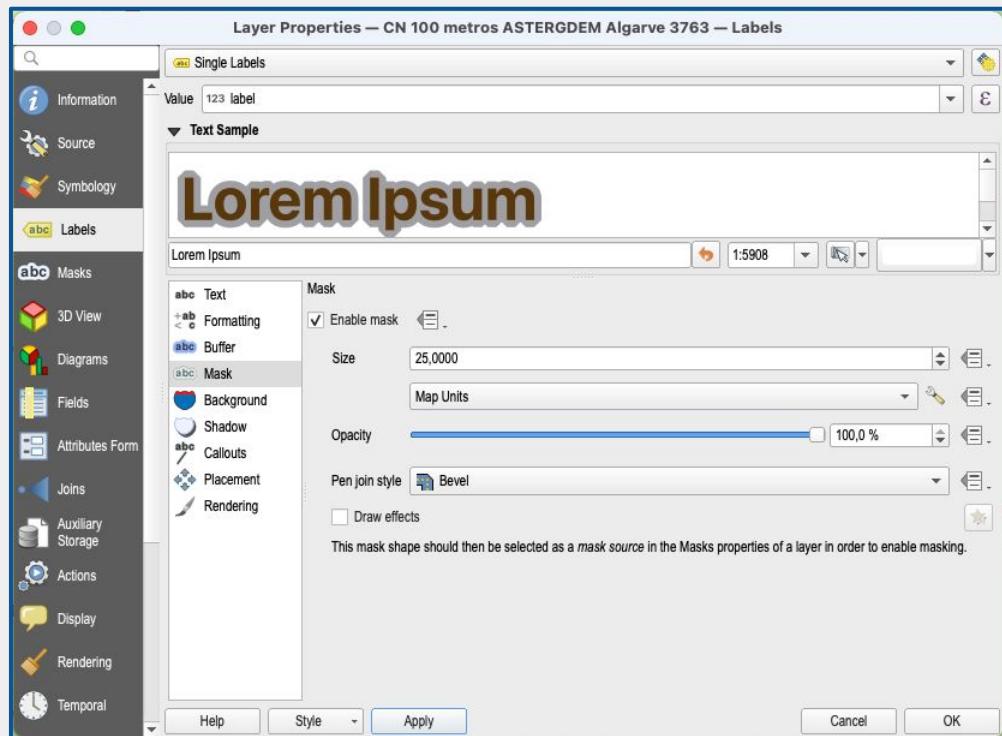


# DTM - do raster às curvas de nível

## tarefas nas propriedades do geopackage

## Labels | Masks

A utilização do **Buffer** é adequada quando a representação do mapa é feita sobre uma base cartográfica branca. Quando é feita sobre uma base cartográfica colorida (cores hipsométricas, por exemplo), é preferível recorrer ao **Mask** para que não fique um buffer de uma cor específica a envolver o valor da altitude...



A configuração do **Mask** é feita em dois passos.

O primeiro no sub-menu **Labels**.

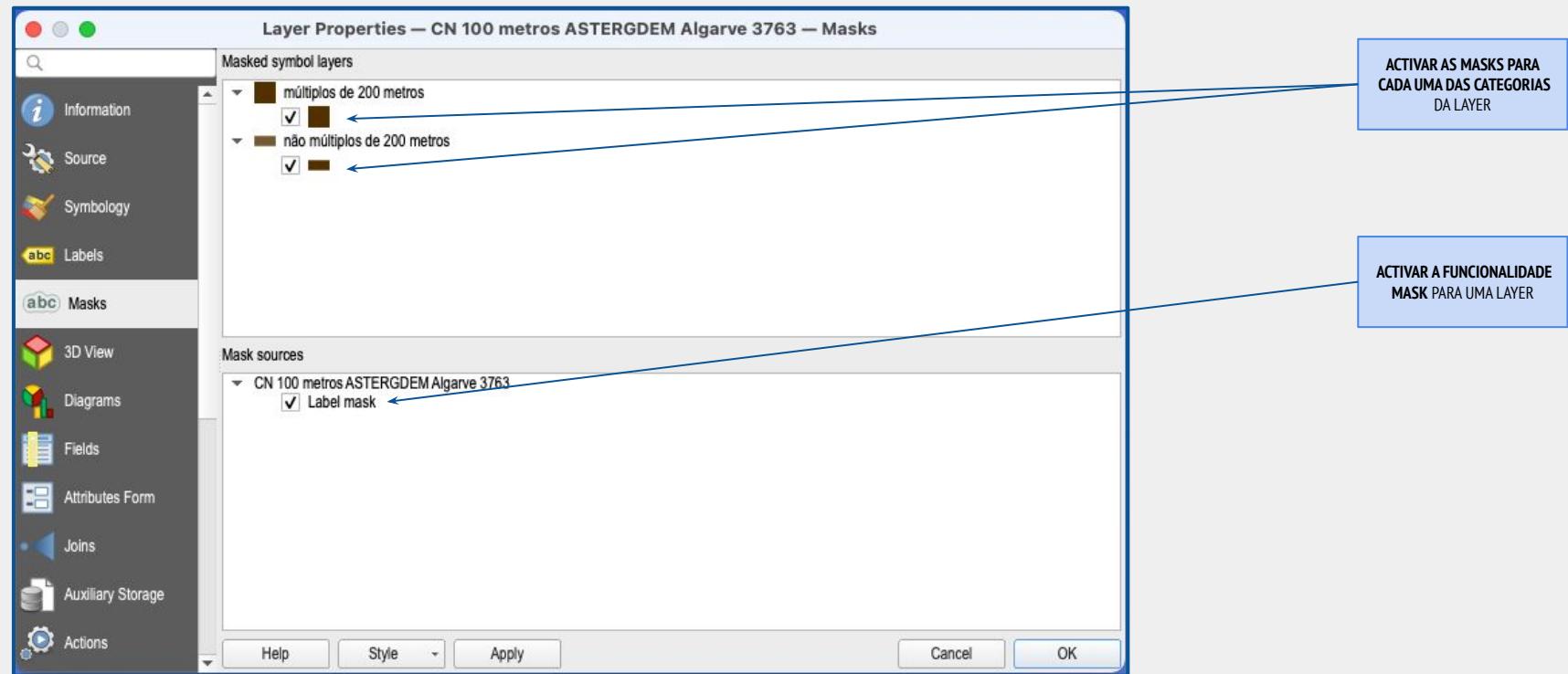
O segundo no sub-menu **Masks...**

# DTM - do raster às curvas de nível

## tarefas nas propriedades do geopackage

## Labels | Masks

Depois de activar a **Mask (Enable Mask)** e de fazer a configuração inicial essencial é necessário ir ao menu **Masks** e activar também as categorias ou classes da layer do geopackage para as quais se pretende obter a configuração...



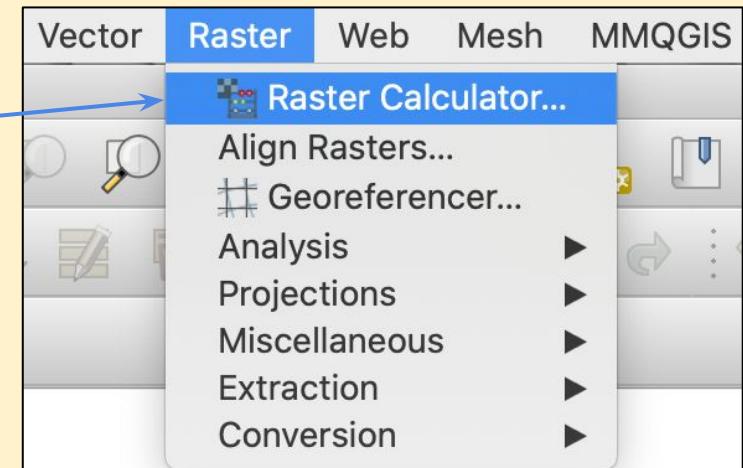
# ALGARVE : modelo digital topográfico

(SRTM 25 metros, by Gonçalves)

Os diversos procedimentos para a criação das classes hipsométricas que se apresentaram até agora, no presente tutorial, adoptaram sempre dois passos: i. a delimitação das classes no submenu Symbology e a criação de ficheiros de Style para fazer perdurar as classes hipsométricas.

Mas os GeoTIFF originais não são alterados, o que pode acarretar algumas desvantagens para determinadas análises posteriores da informação já que, muitas vezes, é vantajoso poder reduzir definitivamente toda a amplitude e diversidade dos valores originais a um número bastante mais reduzido de valores (as classes hipsométricas).

No QGIS este procedimento pode ser concretizado de forma muito simples, no [Raster Calculator...](#)



# ALGARVE : modelo digital topográfico

(SRTM 25 metros, by Gonçalves)

Neste exemplo vai-se classificar a altitude do Algarve em quatro classes:

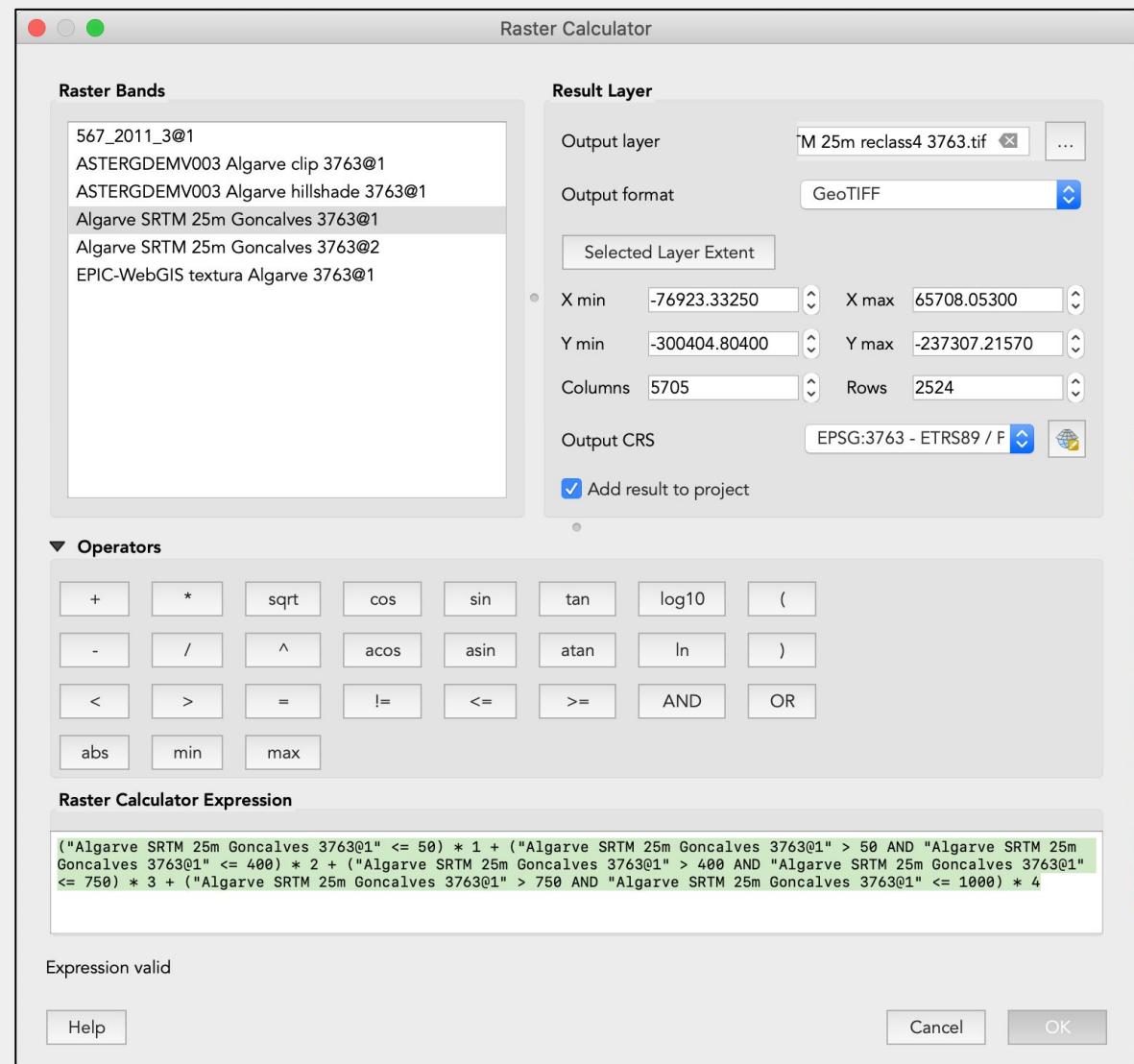
- **<= 50 metros**
- **50 a 400 metros**
- **400 a 750 metros**
- **750 a 1000 metros**

Quando esta classificação é feita através do Raster Calculator... surge um novo GeoTIFF, em vez de existir apenas uma classificação na **Symbology**.

O novo GeoTIFF não implica qualquer alteração no raster original, pelo que **não se trata dum procedimento irreversível**.

O novo GeoTIFF terá apenas quatro valores, um para uma das classes acima mencionadas:

- 1 (**<= 50 metros**)
- 2 (**50 a 400 metros**)
- 3 (**400 a 750 metros**)
- 4 (**750 a 1000 metros**)



# ALGARVE : modelo digital topográfico

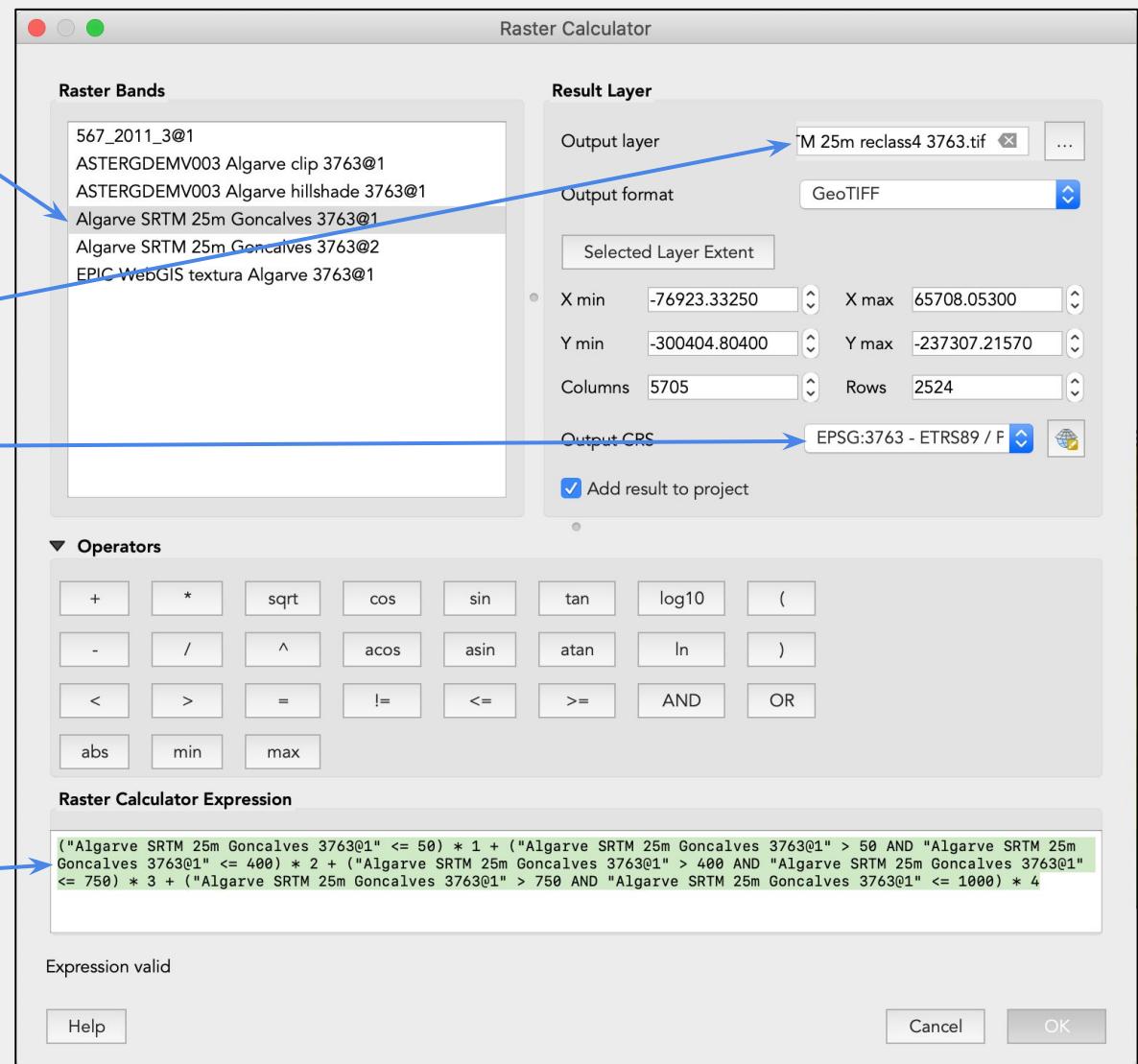
(SRTM 25 metros, by Gonçalves)

Seleção do GeoTIFF original

Designação do novo GeoTIFF

EPSG do novo GeoTIFF

Expressão para a parametrização dos valores do GeoTIFF original



# ALGARVE : modelo digital topográfico

(SRTM 25 metros, by Gonçalves)

("Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1" <= 50) \* 1 + ("Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1" > 50 AND "Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1" <= 400) \* 2 + ("Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1" > 400 AND "Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1" <= 750) \* 3 + ("Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1" > 750 AND "Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1" <= 1000) \* 4

**"Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1"**

indicação do GeoTIFF original e da sua banda

**("..." <= 50)**

indicação do intervalo de valores do GeoTIFF original a considerar na classe a criar

**\* 1 +**

indicação do número da classe e da existência de outras classes

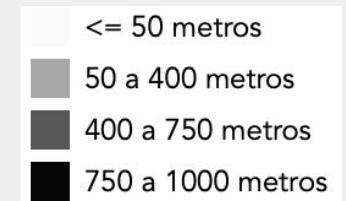
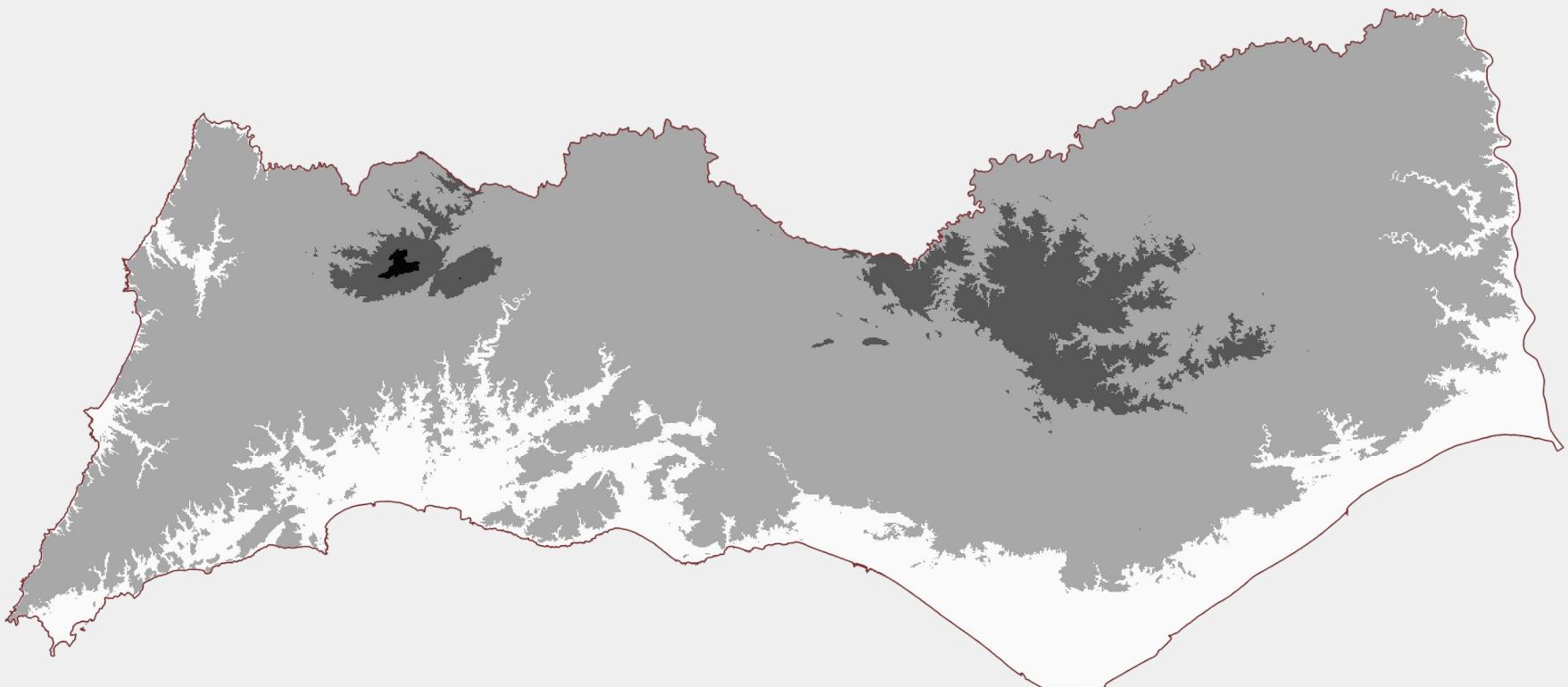
**("Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1" > 50 AND "Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1" <= 400) \* 2 +**

a classe 2 terá os valores que estão no intervalo entre > 50 e <=400

# ALGARVE : modelo digital topográfico

(SRTM 25 metros, by Gonçalves)

Modelo Digital Topográfico (MDT) do Algarve, com cores hipsométricas e reclassificado, com base no SRTM com resolução de 25 m



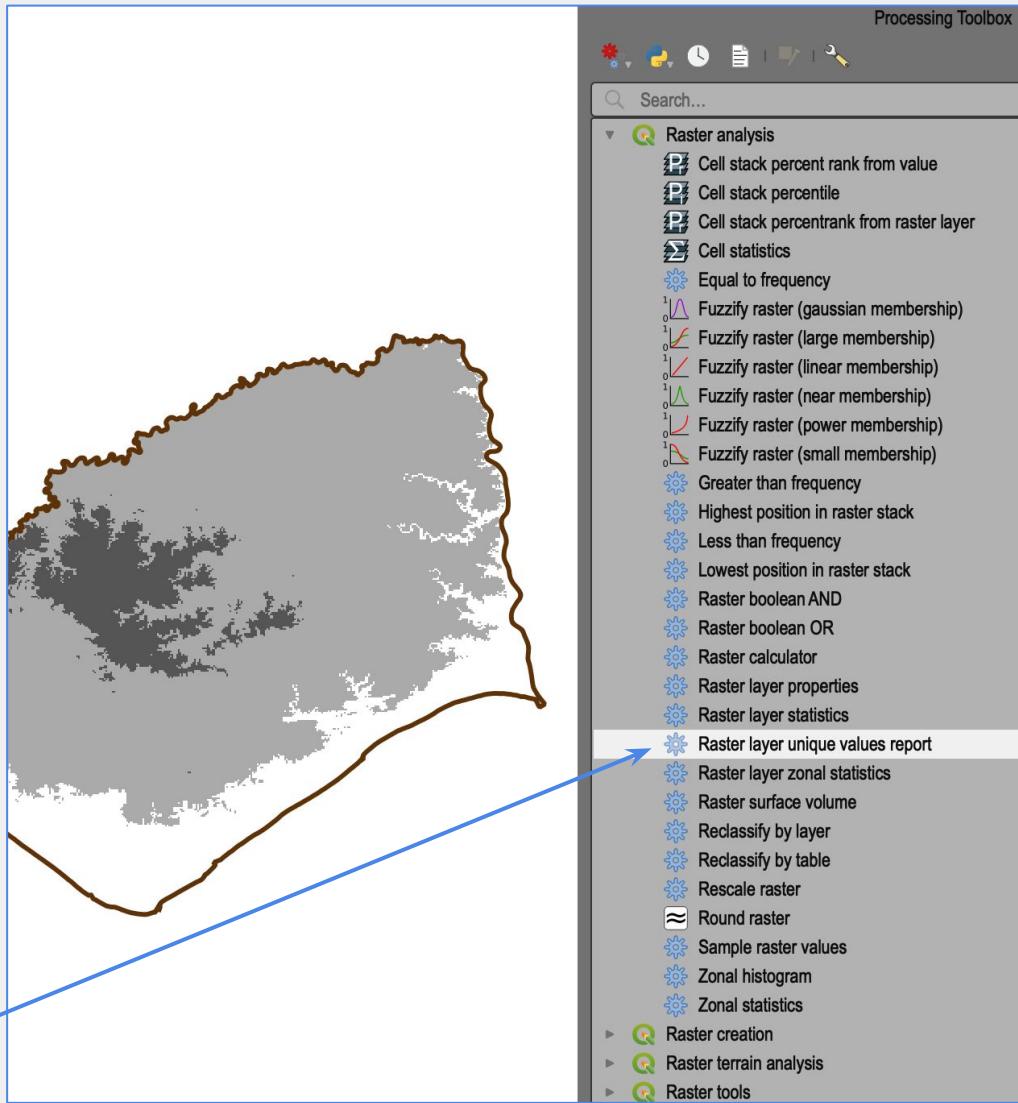
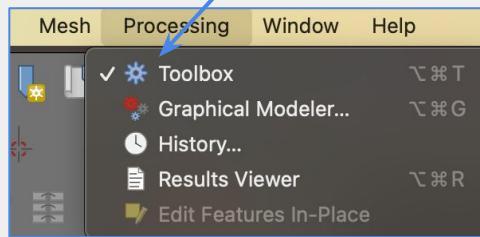
O RELEVO DO ALGARVE (MDT) foi reclassificado e foi produzido um novo GeoTIFF, onde só há quatro valores (1 a 4), os quais correspondem directamente a quatro classes hipsométricas.

# ALGARVE : modelo digital topográfico

(SRTM 25 metros, by Gonçalves)

É também possível calcular a área de território algarvio que corresponde a cada uma das classes hipsométricas.

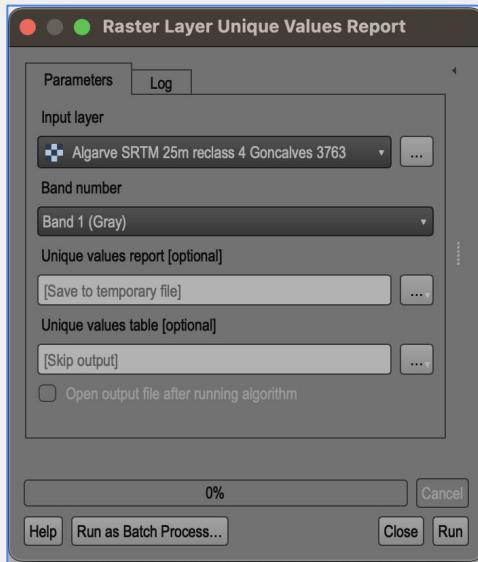
Para tal utilizam-se funcionalidades do Processing >>> Toolbox...



Na Toolbox seleccionar  
Raster analysis >>> Raster  
layer unique values report

# ALGARVE : modelo digital topográfico

(SRTM 25 metros, by Gonçalves)



Na janela da funcionalidade **Raster layer unique values report** basta seleccionar a layer correcta e depois **Run...**



Surge então no Results Viewer o link para o **Unique values report**, que se consulta com um duplo clique!

Value	Area (m <sup>2</sup> )	%
1	993145254.3	19.9
2	3673273432	73.5
3	325565257.2	6.5
4	4856281.805	0.1
<b>TOT</b>	<b>4996.840225</b>	<b>100.0</b>

Os resultados, em %.  
Os Value 1 a 4 correspondem às quatro classes de declives anteriormente estabelecidas...

Analyzed file:  
/Users/nsloureiro.pt/Desktop/Algarve\_SRTM\_25m\_Goncalves\_3763/Algarve SRTM 25m reclass 4 Goncalves 3763.tif (band 1)

Extent: -76923.332500000040745,-300404.804000000037253 : 65708.05299999999836,-237307.215700000006519

Projection: Transverse Mercator

Width in pixels: 5705 (units per pixel 25.0011)

Height in pixels: 2524 (units per pixel 24.999)

Total pixel count: 14399420

NODATA pixel count: 6404528

Value Pixel count Area (m<sup>2</sup>)

1	1589022	993145254.3207664
2	5877199	3673273432.053649
3	520901	325565257.1965281
4	7770	4856281.804828602

O **Unique values report** é uma página em html que se abre num *Browser* qualquer.

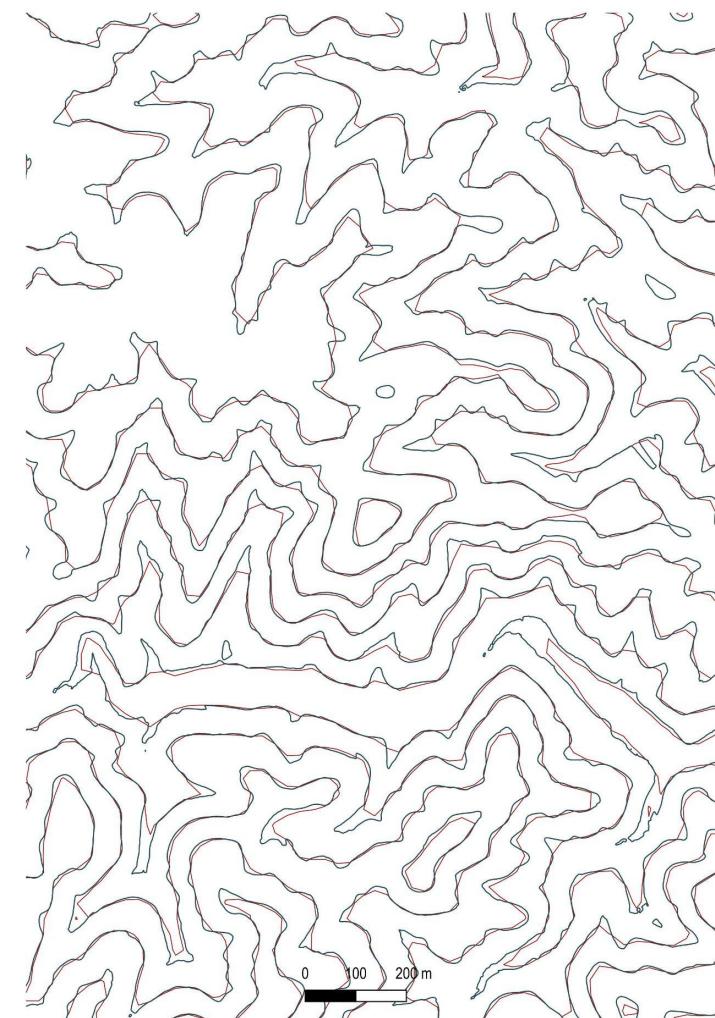
Os resultados, apresentados numa tabela, podem ser muito facilmente copiados para um processador de texto ou para uma folha de cálculo.

# COMPARAÇÃO entre o GLO-30 e o LiDAR 2024 2 metros

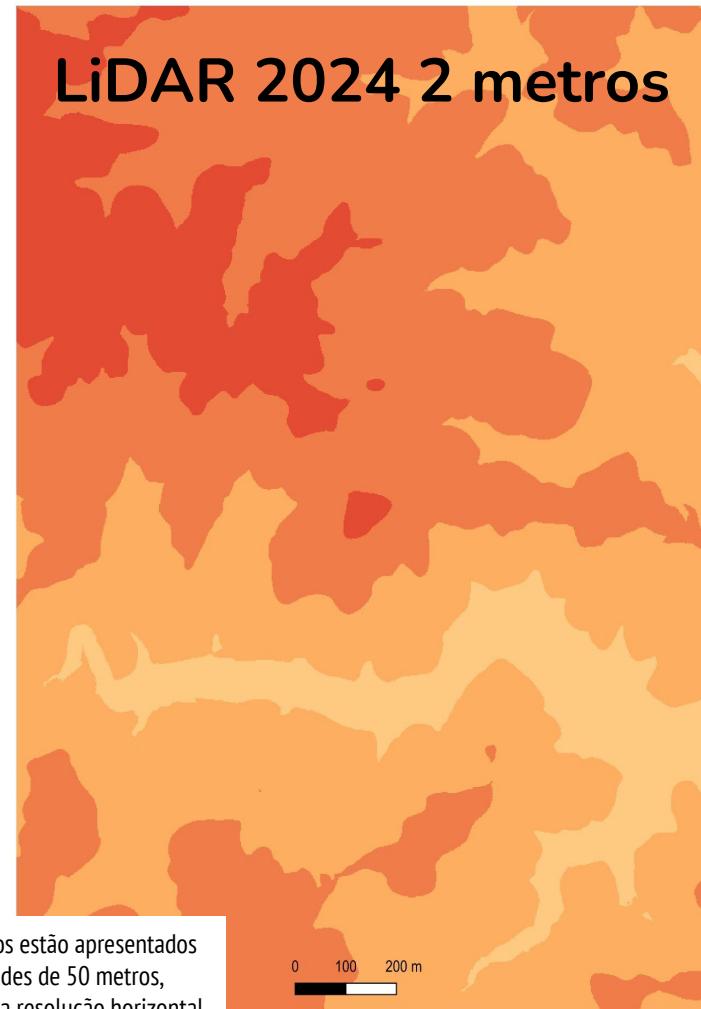
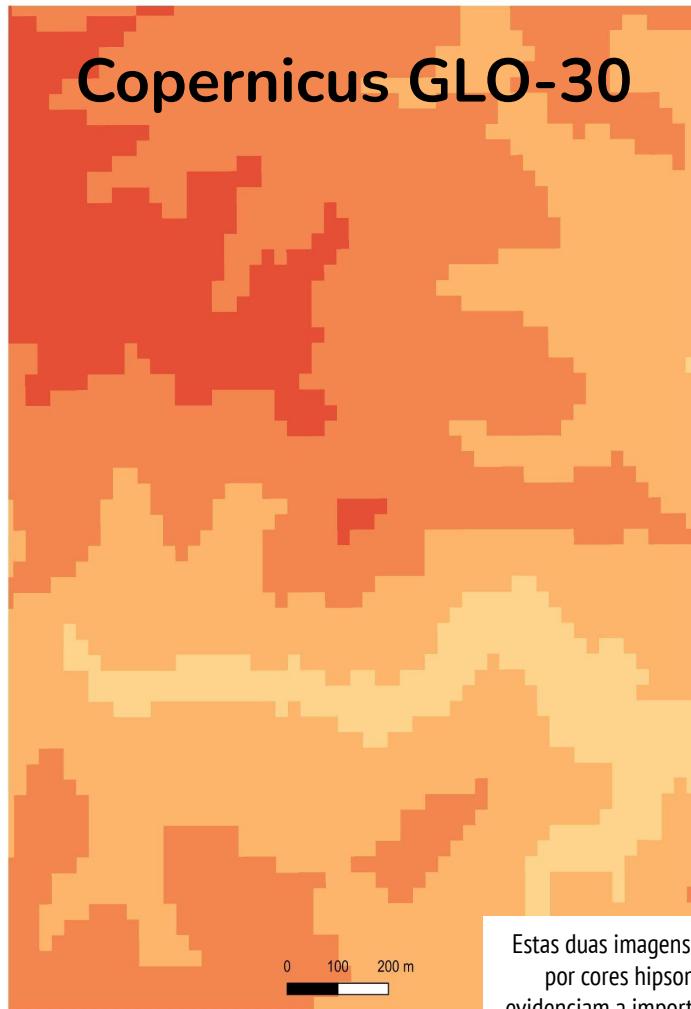
Uma observação, mesmo que superficial, do **relevo do concelho de Tavira** representado através do Copernicus GLO-30 (original, em WGS 84 EPSG: 4326) e do Levantamento LiDAR 2024 de Portugal continental, em EPSG: 3763, com resolução de 2 metros) permite identificar inúmeras diferenças, pequenas mas mesmo assim relevantes e heterogéneas.

É algo que se comprehende porque **i.** as **fontes de dados** não são as mesmas; **ii.** a representação do relevo através da interpretação de dados provenientes de **detecção remota** não é isenta de erros; e **iii.** as diferentes fontes de dados se destinam a caracterizações regionais a **escalas médias e detalhadas...**

*A imagem ilustra as diferenças entre curvas de nível obtidas a partir do **GLO-30** e a partir do **LiDAR 2024 2 metros**.*



# COMPARAÇÃO entre o GLO-30 e o LiDAR 2024 2 metros



Estas duas imagens, em que os quadrados estão apresentados por cores hipsométricas com amplitudes de 50 metros, evidenciam a importância fundamental da resolução horizontal para a representação do relevo!

# COMPARAÇÃO entre o GLO-30 e o LiDAR 2024 2 metros

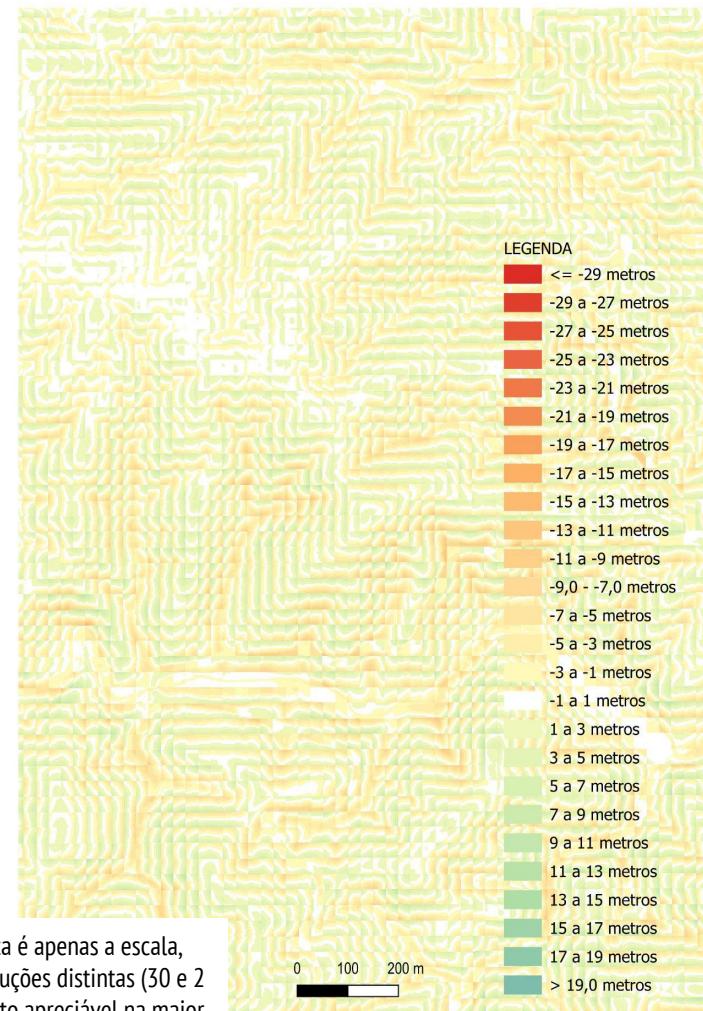
Através do **RASTER CALCULATOR** é possível fazer uma comparação detalhada, objectiva e quantitativa entre o GLO-30 e o LiDAR 2024 de 2 metros de resolução.

Para a preparação da imagem à direita começou-se por fazer o mosaico do GLO-30 ser igual ao do LiDAR 2024 2 metros. Para tal recorreu-se à funcionalidade **Raster >>> Projections >>> Warp (Reproject)...** Depois fez-se a operação **LiDAR 2024 2 metros - GLO-30**. No final, foi feita a reclassificação das diferenças de altitude em classes de 2 metros de amplitude...

**Os resultados ilustram bem as diferenças graduais que se evidenciam quando se passa da resolução de 30 para a de 2 metros...**



Estas duas imagens, em que a diferença é apenas a escala, mostram que quando se comparam resoluções distintas (30 e 2 metros) há um ganho de informação muito apreciável na maior resolução, comparativamente com a menor,,,



# COMPARAÇÃO entre o GLO-30 e o LiDAR 2024 2 metros

Também é interessante constatar, comparando a figura com as curvas de nível e a figura com as cores hipsométricas, que as diferenças entre as duas resoluções parece ser muito mais acentuada no raster (mosaico de quadrados com igual altitude) do que no vector (curvas de nível).

# 4. ANÁLISE FISIOGRÁFICA encostas

# CRS (Coordinate Reference System) e EPSG

A Coordinate Reference System (CRS) defines, with the help of coordinates, how the two-dimensional projected map is related to real locations on the Earth.

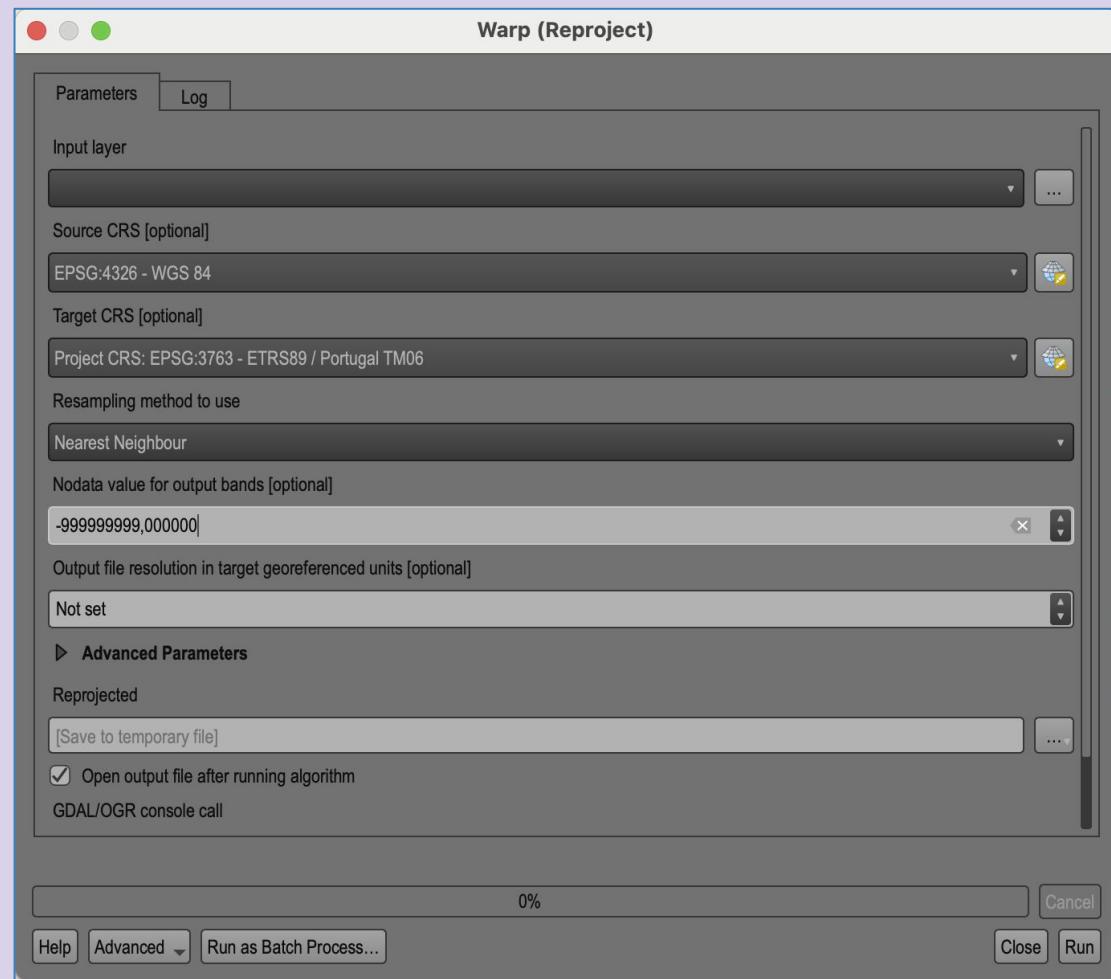
There are two different types of CRS:

- Geographic Coordinate Systems (GCS), and
- Projected Coordinate Systems.

Em geral, os sistemas de coordenadas geográficas são expressos em unidades de graus, minutos e segundos, com notação sexagesimal, que pode ser convertida para notação decimal. O **WGS84** (EPSG:4326) é o sistema de referência fundamental para os **GCS**.

Os sistemas de coordenadas projectadas são expressos em unidades métricas e têm a grande vantagem de poderem ser utilizados directamente, em medições de distâncias, áreas e volumes. Em Portugal continental o **ETRS89 / PT TM06** (EPSG:3763) é o PCS oficialmente adoptado.

Na análise fisiográfica é **indispensável** a utilização de **Projected Coordinate Systems** e a funcionalidade **Raster >> Projections >> Warp (Reproject)** é a forma mais correcta de transformar o **CRS** de GeoTIFFs (rasters), de GCS para PCS.



# ANÁLISE FISIOGRÁFICA

A análise fisiográfica ao território pode considerar duas facetas distintas: uma na óptica da descrição das encostas e outra da descrição das bacias hidrográficas / hidrologia de superfície.

Na descrição das **ENCOSTAS**, para além da hipsometria, a:

- carta de **DECLIVES**
  - carta de **EXPOSIÇÃO**
- são elementos fundamentais.

Na descrição das **BACIAS HIDROGRÁFICAS**, a identificação:

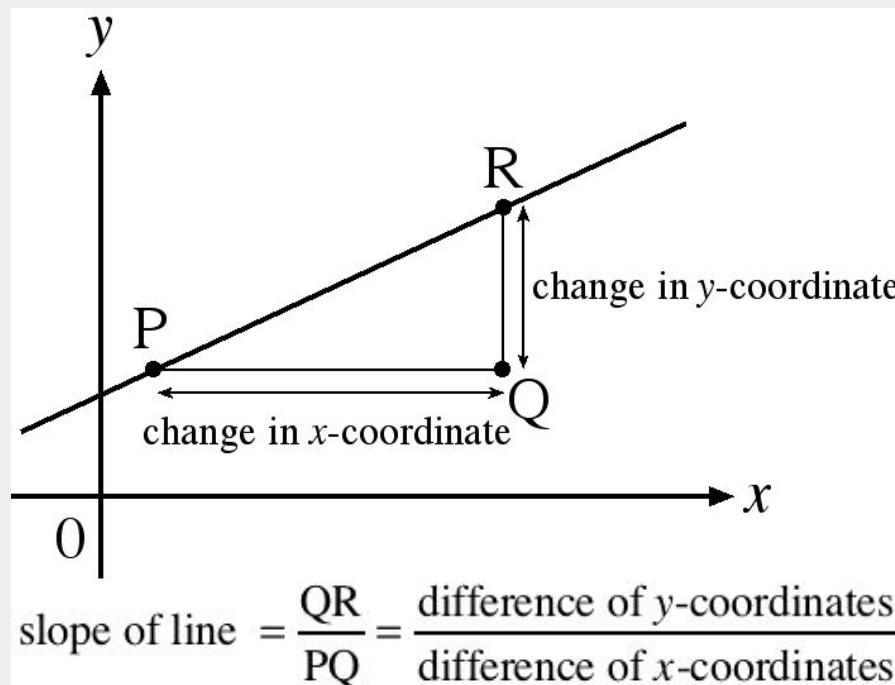
- das linhas de talvegue e do **ESCOAMENTO SUPERFICIAL**
- linhas de **FESTO**

são as principais tarefas a executar.

# CARTA DE DECLIVES

O DECLIVE é a razão da diferença de altitudes (diferença entre coordenadas y) entre dois pontos e da projecção na horizontal da distância entre esses mesmos pontos (diferença entre coordenadas x).

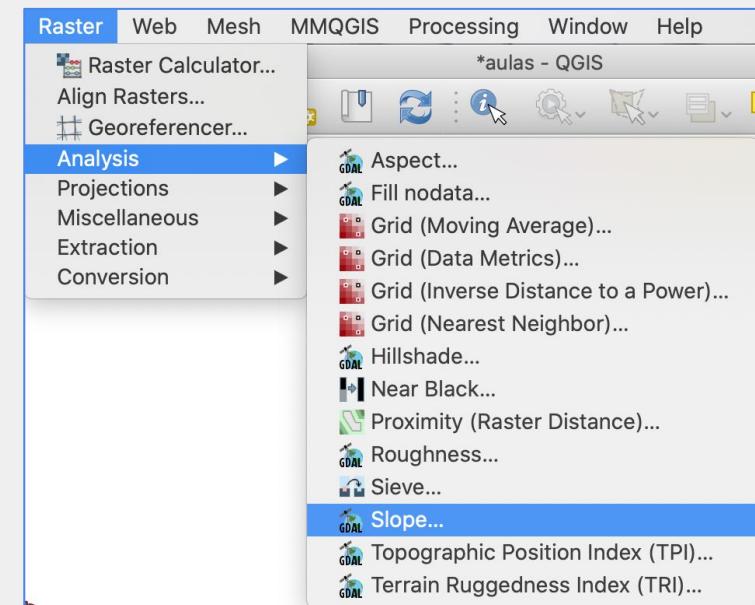
O declive pode ser expresso: i. em %, quando a razão é multiplicada por 100; ii. pelo ângulo formado entre a horizontal e a superfície do terreno; iii. através da razão simples ( $\text{dif}_{yy} / \text{dif}_{xx}$ ).



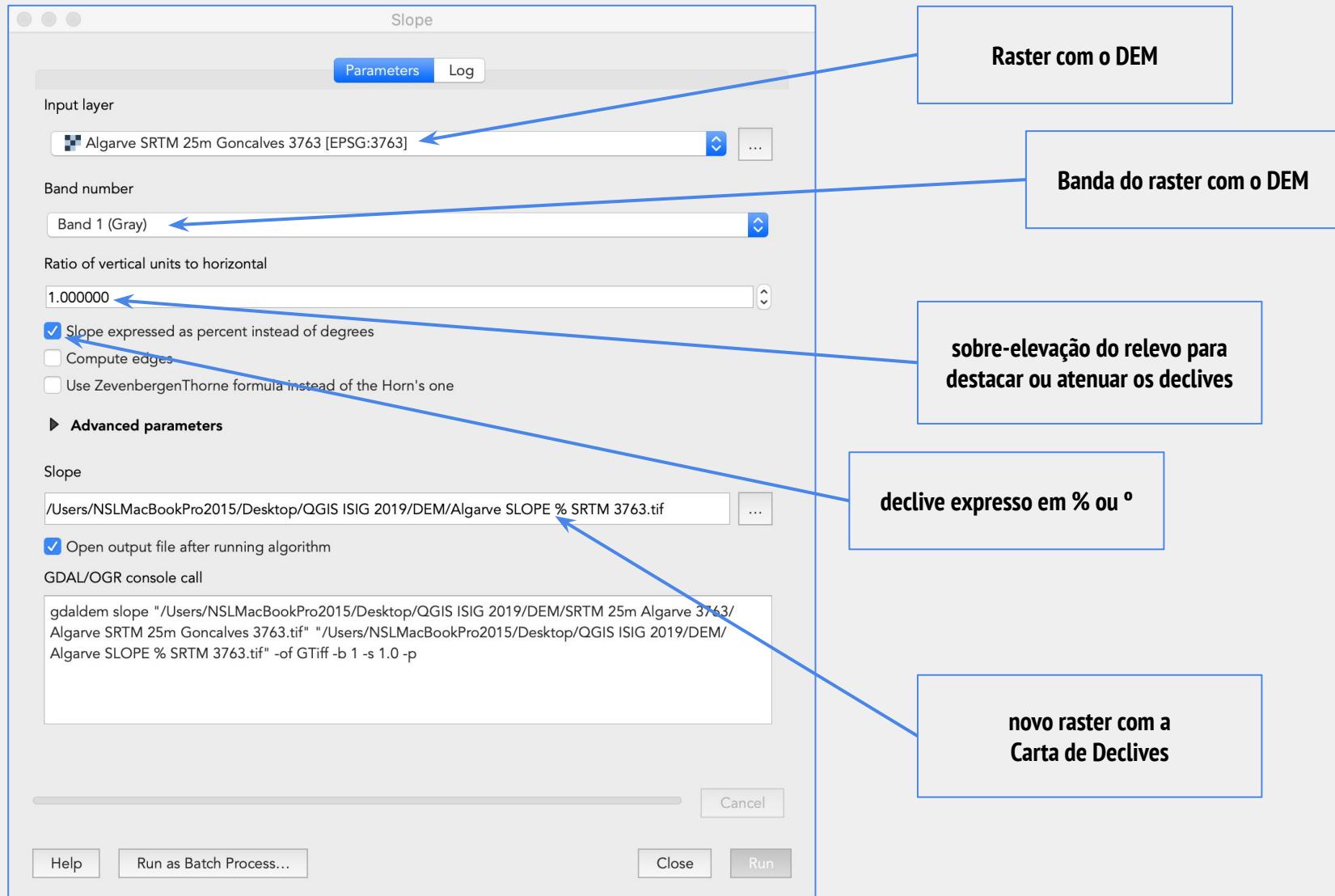
A CARTA DE DECLIVES pode ser realizada através de diversas funcionalidades do QGIS, do GRASS ou do SAGA.

Neste TUTORIAL vai-se utilizar a funcionalidade QGIS

[Raster >> Analysis >> Slope...](#)



# CARTA DE DECLIVES



# CARTA DE DECLIVES

Carta de Declives do Algarve, em percentagem, com base no SRTM com resolução de 25 metros

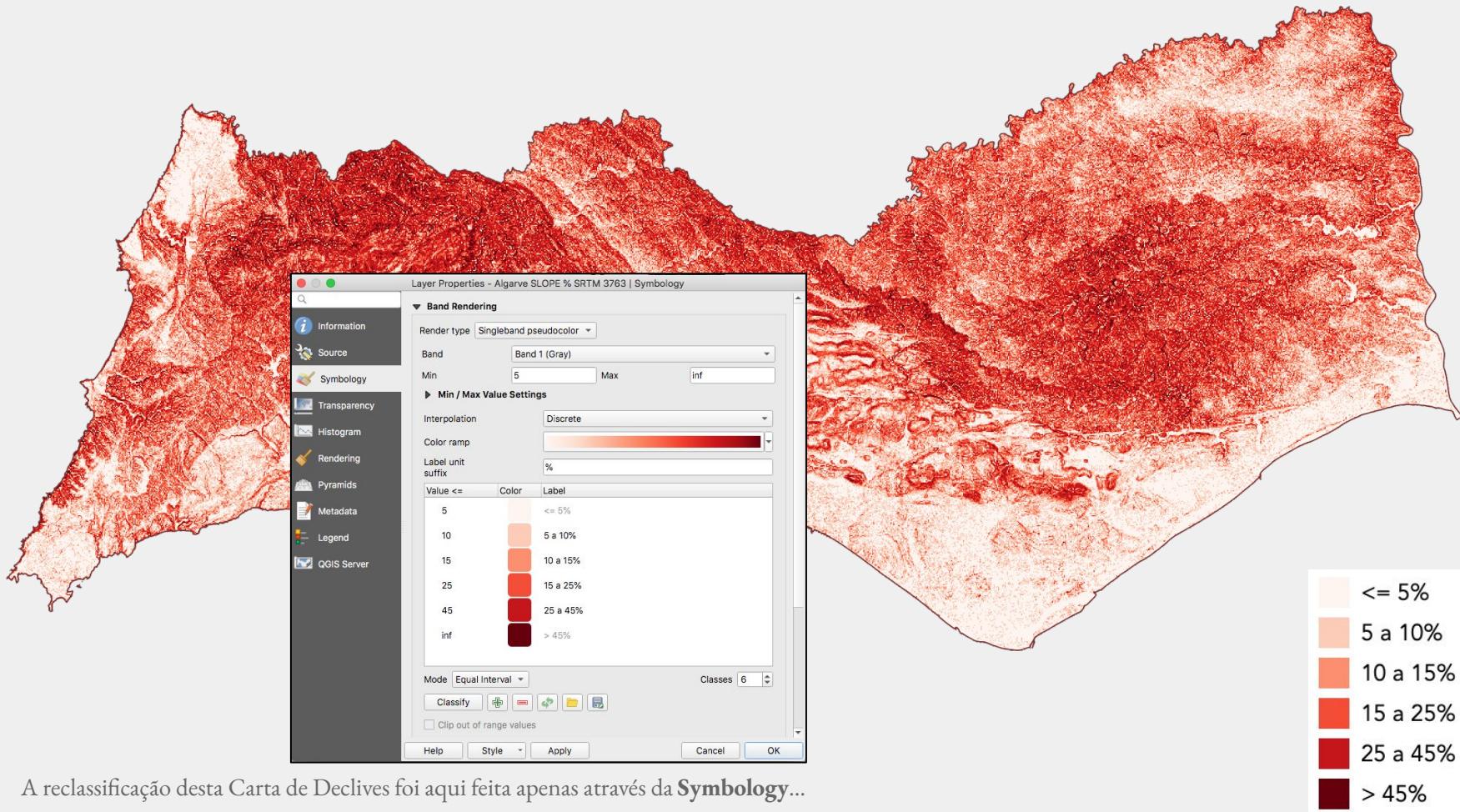


Nesta Carta de Declives (não reclassificada) os tons mais escuros correspondem a declives mais reduzidos e os tons mais claros a declives mais acentuados.

De recordar que um declive de 100% corresponde a um declive de 45°...

# CARTA DE DECLIVES

Carta de Declives do Algarve, em 6 classes de percentagem, com base no SRTM com resolução de 25 metros



A reclassificação desta Carta de Declives foi aqui feita apenas através da **Symbology**...

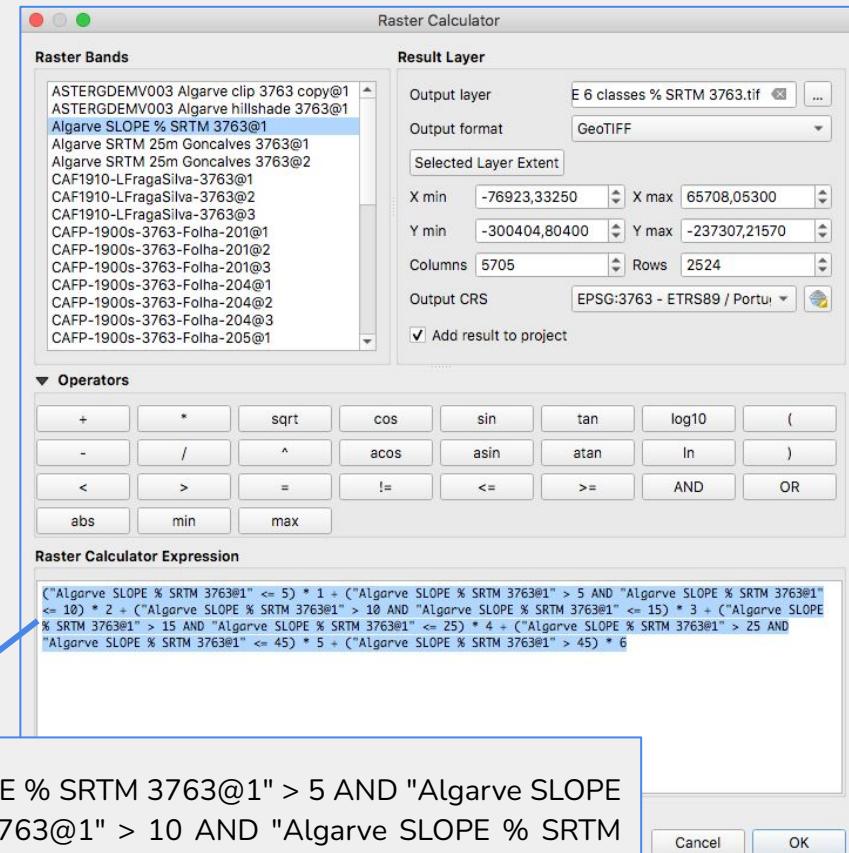
# CARTA DE DECLIVES

Carta de Declives do Algarve, em 6 classes de percentagem, com base no SRTM com resolução de 25 metros

À semelhança do que se fez para a hipsometria também é possível, recorrendo ao **Raster Calculator**, proceder à reclassificação do SLOPE e obter um novo GeoTIFF com um número bastante mais reduzido de classes.

<= 5%	#fffff0
5 a 10%	#fdccb8
10 a 15%	#fc8f6f
15 a 25%	#f44d37
25 a 45%	#c5161b
> 45%	#67000d

A expressão abaixo permite fazer a reclassificação que corresponde às 6 classes acima representadas...



```
("Algarve SLOPE % SRTM 3763@1" <= 5) * 1 + ("Algarve SLOPE % SRTM 3763@1" > 5 AND "Algarve SLOPE % SRTM 3763@1" <= 10) * 2 + ("Algarve SLOPE % SRTM 3763@1" > 10 AND "Algarve SLOPE % SRTM 3763@1" <= 15) * 3 + ("Algarve SLOPE % SRTM 3763@1" > 15 AND "Algarve SLOPE % SRTM 3763@1" <= 25) * 4 + ("Algarve SLOPE % SRTM 3763@1" > 25 AND "Algarve SLOPE % SRTM 3763@1" <= 45) * 5 + ("Algarve SLOPE % SRTM 3763@1" > 45) * 6
```

# CARTA DE DECLIVES

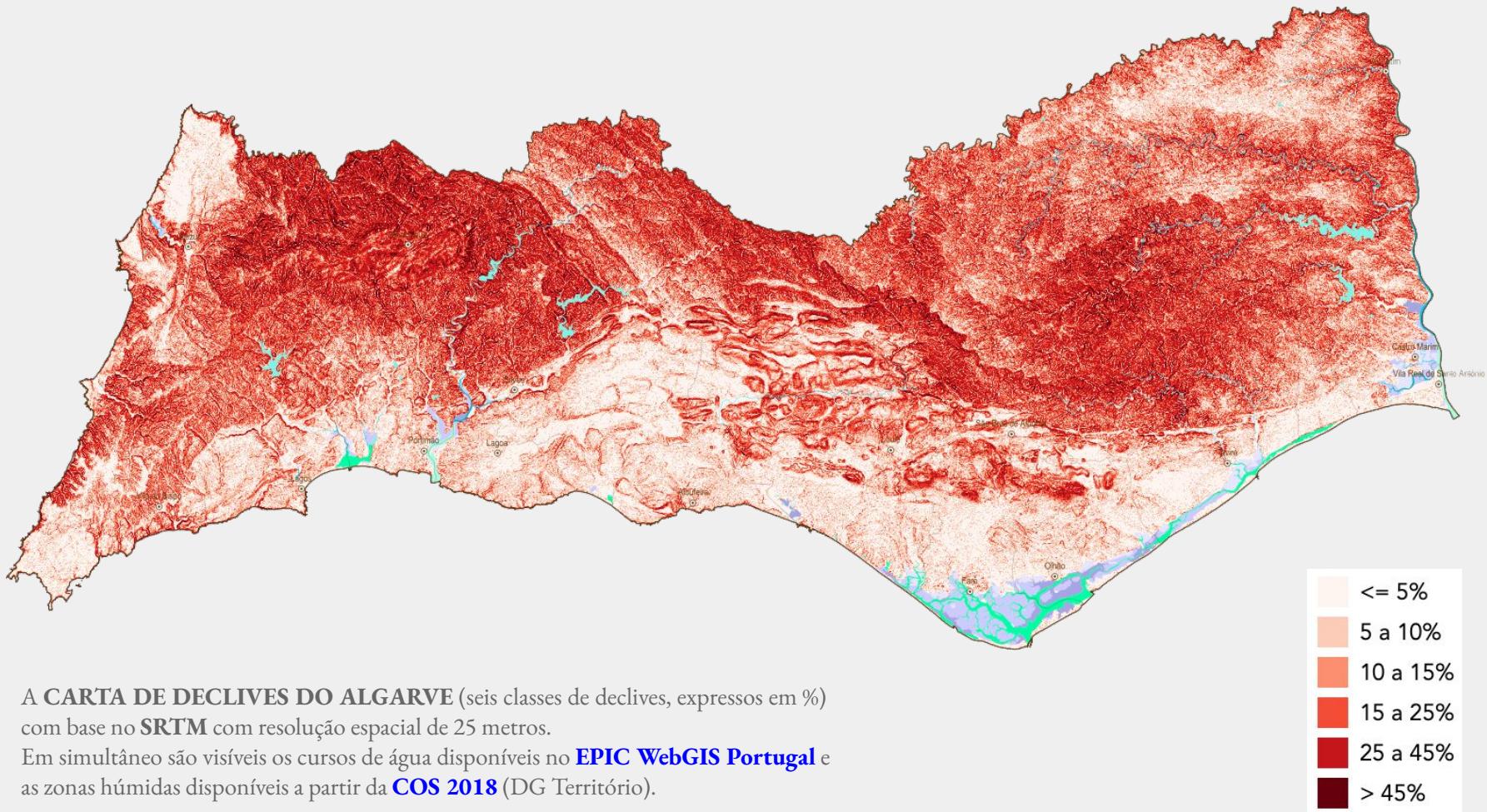
Carta de Declives do Algarve, em 6 classes de percentagem, com base no SRTM com resolução de 25 metros



Nesta Carta de Declives (já reclassificada em seis classes) os tons mais escuros correspondem a declives mais reduzidos e os tons mais claros a declives mais acentuados.

# CARTA DE DECLIVES

Carta de Declives do Algarve, em 6 classes de percentagem, com base no SRTM com resolução de 25 metros



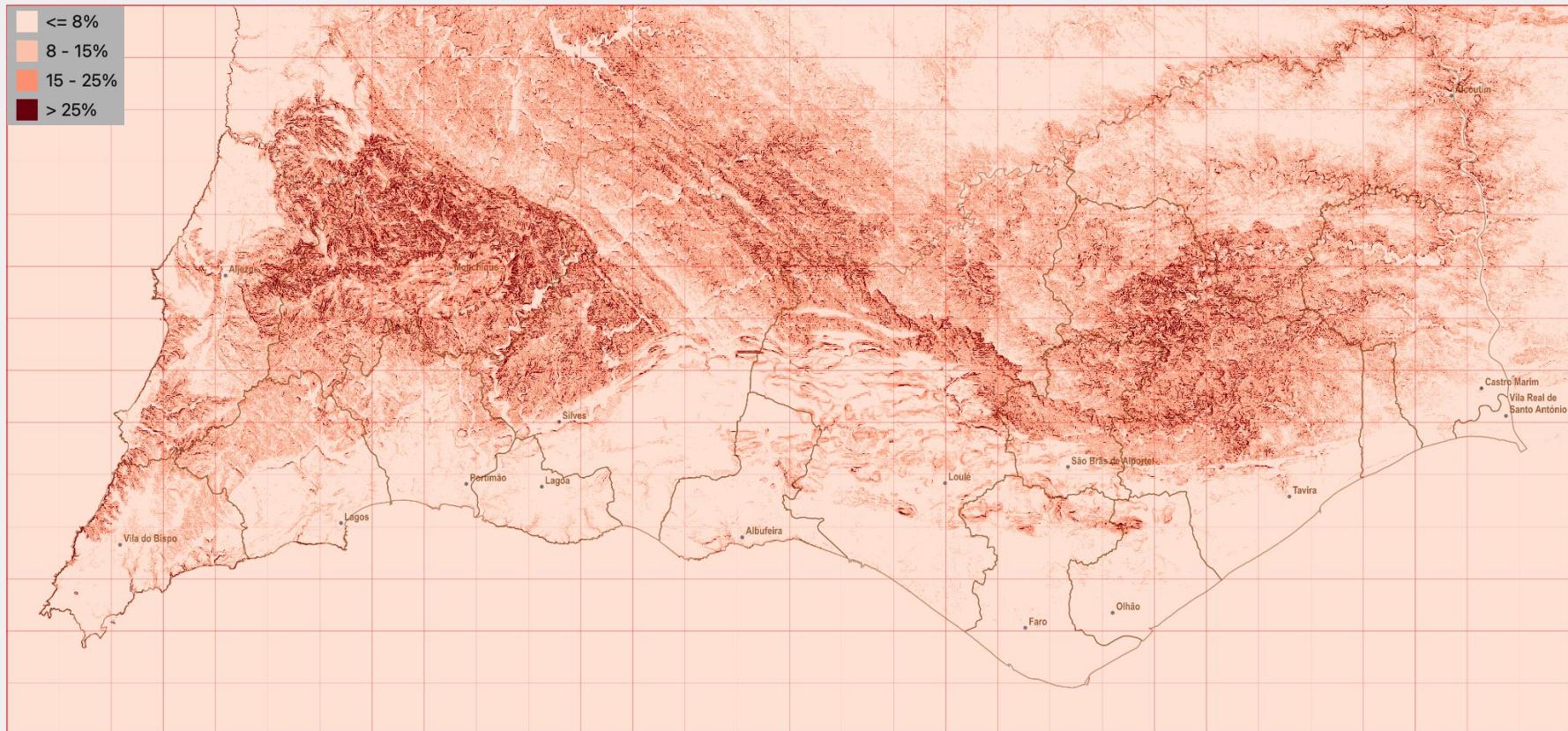
A **CARTA DE DECLIVES DO ALGARVE** (seis classes de declives, expressos em %) com base no **SRTM** com resolução espacial de 25 metros.

Em simultâneo são visíveis os cursos de água disponíveis no [EPIC WebGIS Portugal](#) e as zonas húmidas disponíveis a partir da [COS 2018](#) (DG Território).

# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT básico

(com base no Copernicus GLO-30)

Carta de Declives (%) do Algarve, não reclassificada, de acordo com o GLO-30 25 metros



Download do ficheiro GeoTIFF (EPSG: 3763) e do respectivo ficheiro de estilo (.qml)

Copernicus-GLO30-Algarve-SLOPE-3763 [AQUI](#)

# CARTA DE DECLIVES

É, no entanto, **INDISPENSÁVEL** ter presente que os procedimentos até agora apresentados para a elaboração de uma carta de declives são **apenas válidos para EPSG métricos**, como é o caso do **3763**.

Para **EPSG geográficos**, como o 4326, o EPSG em que são fornecidos os **tiles** do ASTER GDEM V003, são necessários alguns **ajustamentos** da DSM (digital surface model) **previos ao cálculo do declive**. Estes ajustamentos explicam-se porque as unidades na horizontal (X | Y) são em graus, diferentes da unidade na vertical (Z), que é em metros.

Assim, quando o DSM está em **EPSG 4326**, é necessário introduzir um factor de ajustamento em **Ratio of vertical units to horizontal**, o qual é variável em função da latitude.

Valores de Ratio em função da Latitude...

LATITUDE	RATIO
0	111120
10	109432
20	104419
30	96233
37	88745
38	87564
39	86357
40	85123
41	83864
42	82578
50	71427
60	55560
70	38006
80	19296
90	1

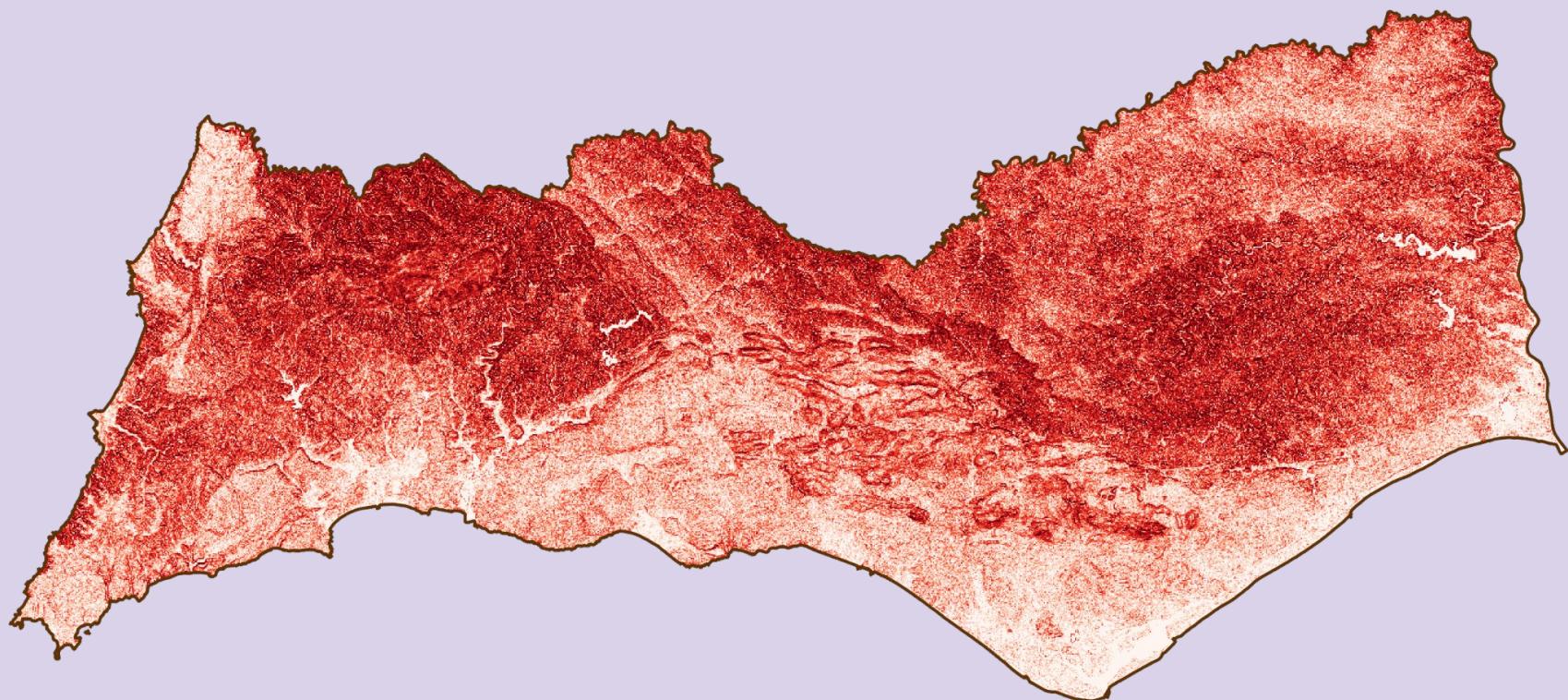
**Generate a SLOPE map from any GDAL-supported elevation raster**

The [gdaldem](#) generally assumes that x, y and z units are identical.

- If x (east-west) and y (north-south) units are identical, but z (elevation) units are different, the scale (-s) option can be used to set the ratio of vertical units to horizontal.
- For Lat Long projections near the equator, where units of latitude and units of longitude are similar, elevation (z) units can be converted to be compatible by using scale=370400 (if elevation is in feet) or scale=111120 (if elevation is in meters).
- For locations not near the equator, it would be best to reproject your grid using [gdalwarp](#) before using [gdaldem](#).

*Diferentemente de um grau de latitude, que sempre corresponde a uma distância de 111120 metros, um grau de longitude varia de 0 a 111120 metros: se a distância for medida num círculo de mesma latitude, a distância é 111120 metros vezes o cosseno da latitude.*

# CARTA DE DECLIVES



A representação acima dos declives do Algarve foi feita a partir do ASTER GDEM V003 em EPSG 4326, adoptando o valor do Ratio indicado na tabela anterior.

A representação à direita considera um Ratio de 1. As classes de declives e as respectivas cores são iguais nas duas representações, pelo que a única diferença é mesmo da modificação do **Ratio of vertical units to horizontal**.



## APTIDÃO PARA O USO AGRÍCOLA GENÉRICO (Artigo 6.º - Classificação das Terras)

### Classe A1

#### Aptidão elevada

Terras com produtividade elevada e custos relativamente baixos para aplicação sustentada do uso em questão, devido a limitações nulas ou pouco significativas de regime de temperaturas, espessura efetiva do solo, fertilidade, toxicidade, disponibilidade de água no solo, drenagem, riscos de erosão, presença de afloramentos rochosos, pedregosidade, terraceamento ou declive.

### Classe A2

#### Aptidão moderada

Terras com produtividade ou custos moderados para aplicação sustentada do uso em questão, devido a limitações nulas ou pouco significativas de regime de temperaturas, espessura efetiva do solo, fertilidade, disponibilidade de água no solo, drenagem, riscos de erosão, terraceamento ou declive.

### Classe A3

#### Aptidão marginal

Terras com produtividade marginal ou custos severos para aplicação sustentada do uso em questão, devido a limitações severas de regime de temperaturas, espessura efetiva do solo, fertilidade, disponibilidade de água no solo, riscos de erosão, presença de afloramentos rochosos, pedregosidade, terraceamento ou declive.

### Classe A4

#### Aptidão condicionada

Terras com aptidão condicionada ao uso sustentado (com vinha do Douro), por restrições quanto às práticas de gestão e na escolha de culturas, devido a limitações severas de riscos de erosão, terraceamento ou declive.

### Classe A0

#### Sem aptidão

Terras sem quaisquer possibilidades edafo-climáticas, técnicas ou económicas de aplicação sustentada do uso em questão, devido a limitações excessivas de regime de temperaturas, espessura efetiva do solo, toxicidade, riscos de erosão, presença de afloramentos rochosos, pedregosidade, terraceamento ou declive.

## CLASSIFICAÇÃO DOS SOLOS (Artigo 7.º)

1 - Nas áreas do país em que não tenha sido publicada a informação cartográfica e as notas explicativas, que materializam a classificação das terras da forma prevista no artigo anterior, e para efeitos de delimitação da RAN,

**os solos classificam-se segundo a sua capacidade de uso,**

de acordo com a metodologia definida pelo ex-Centro Nacional de Reconhecimento e Ordenamento Agrário (CNROA).

2 - Para efeitos do número anterior, os solos classificam-se em:

a) **Classe A** - os que têm uma capacidade de uso muito elevada, com poucas ou nenhuma limitações, sem riscos de erosão ou com riscos ligeiros, suscetíveis de utilização intensiva ou de outras utilizações;

b) **Classe B** - os que têm uma capacidade de uso elevada, limitações moderadas, riscos de erosão moderados, suscetíveis de utilização agrícola moderadamente intensiva e de outras utilizações;

c) **Classe C** - os que têm uma capacidade de uso moderada, limitações acentuadas, riscos de erosão elevados, suscetíveis de utilização agrícola pouco intensiva e de outras utilizações;

d) **Subclasse Ch** - os que, pertencendo à classe C, apresentam excesso de água ou uma drenagem pobre, que constitui o principal fator limitante da sua utilização ou condicionador dos riscos a que o solo está sujeito em resultado de uma permeabilidade lenta, de um nível freático elevado ou da frequência de inundações;

e) **Classe D** - os que têm uma capacidade de uso baixa, limitações severas, riscos de erosão elevados a muito elevados, não suscetíveis de utilização agrícola, salvo em casos muito especiais, poucas ou moderadas limitações para pastagem, exploração de matas e exploração florestal;

f) **Classe E** - os que têm uma capacidade de uso muito baixa, limitações muito severas, riscos de erosão muito elevados, não suscetíveis de uso agrícola, severas a muito severas, limitações para pastagens, exploração de matas e exploração florestal, não sendo em muitos casos suscetíveis de qualquer utilização económica, podendo destinar-se a vegetação natural ou floresta de proteção ou recuperação.

3 - Os solos referidos no número anterior são os definidos de acordo com o sistema de classificação publicado pelo ex-CNROA, à escala de 1:25 000, sendo as respectivas notas explicativas e a informação cartográfica disponibilizadas no sítio da Internet da DGADR e da DRAP territorialmente competente.

4 - A classificação dos solos nos termos dos números 1 e 2 faz-se de acordo com os critérios técnicos constantes do anexo II do presente decreto-lei, que dele faz parte integrante.

## **INTEGRAM A RAN** (Artigo 8.º - Áreas integradas na RAN)

**as unidades de terra que apresentam elevada ou moderada aptidão para a atividade agrícola,** correspondendo às **classes A1 e A2**, previstas no artigo 6.º.

Na ausência da classificação prevista no artigo 6.º, **integram a RAN**:

- a) As áreas com solos das **classes de capacidade de uso A, B e Ch**, previstas no n.º 2 do artigo 7.º;
- b) As áreas com unidades de solos classificados como baixas aluvionares e coluviais;
- c) As áreas em que as classes e unidades referidas nas alíneas a) e b) estejam maioritariamente representadas, quando em complexo com outras classes e unidades de solo.

As **áreas beneficiadas por obras de aproveitamento hidroagrícola** não inseridas em solo urbano identificado nos planos territoriais de âmbito intermunicipal ou municipal são classificadas como RAN.

**DECLIVES SUAVES A MODERADOS**

**<= 8%**

**DECLIVES MODERADAMENTE ACENTUADOS**

**> 8 a <= 15%**

**DECLIVES ACENTUADOS**

**> 15 a <= 25%**

**DECLIVES MUITO ACENTUADOS**

**> 25%**

## ANEXO II

### Classe A

Solos com capacidade de uso muito elevada, com poucas ou nenhuma limitações, sem riscos de erosão ou com riscos ligeiros, susceptíveis de utilização agrícola intensiva e de outras utilizações.

Inclui solos:

d) **Planos ou com declives suaves ou moderados (0 %-8 %)**

Podem apresentar algumas limitações ligeiras. As principais são as seguintes:

n) **Declives moderados (até 8 %)**

### Classe B

Solos com capacidade de uso elevada, limitações moderadas, riscos de erosão, no máximo, moderados, susceptíveis de utilização agrícola moderadamente intensiva e de outras utilizações.

Apresentam maior número de limitações e restrições de uso que os solos da classe A e necessitam de uma exploração mais cuidadosa, incluindo práticas de conservação mais intensivas. O número de culturas que se podem realizar é, em princípio, mais reduzido que na classe A, bem como o número de alternativas para a sua utilização.

As principais limitações podem resultar de qualquer dos seguintes factores:

c) **Declives moderadamente acentuados (até 15 %)**

**DECLIVES SUAVES A MODERADOS**

**<= 8%**

**DECLIVES MODERADAMENTE ACENTUADOS**

**> 8 a <= 15%**

**DECLIVES ACENTUADOS**

**> 15 a <= 25%**

**DECLIVES MUITO ACENTUADOS**

**> 25%**

## ANEXO II

**Classe C** - os que têm uma capacidade de uso moderada, limitações acentuadas, riscos de erosão elevados, suscetíveis de utilização agrícola pouco intensiva e de outras utilizações;

**Classe Ch** - os que, pertencendo à classe C, apresentam excesso de água ou uma drenagem pobre, que constitui o principal fator limitante da sua utilização ou condicionador dos riscos a que o solo está sujeito em resultado de uma permeabilidade lenta, de um nível freático elevado ou da frequência de inundações.

# RESERVA ECOLÓGICA NACIONAL



Diário da República, 1.ª série

N.º 185

26 de setembro de 2019

Pág. 56

## Fator topográfico (LS)

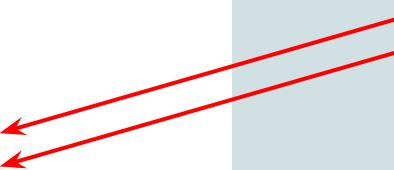
Exprime a importância conjugada do comprimento da vertente ( $L$ ) e do seu declive ( $S$ ).

De acordo com a EUPS revista, o fator  $LS$  é determinado pela expressão  $L^*S$ , sendo que:

$$L = \left( \frac{\lambda}{22,13} \right)^m$$

e

$$S = \begin{cases} S1 = 10,8 \operatorname{sen} \theta + 0,03, & \text{para declive} \leq 9\% (5,14^\circ) \\ S2 = 16,8 \operatorname{sen} \theta - 0,50, & \text{para declive} > 9\% (5,14^\circ) \end{cases}$$



em que:

$\lambda$  é o comprimento do desnível, em metros, desde o início do fluxo até cada ponto da vertente;

$\theta$  é o ângulo associado à inclinação do desnível, em radianos;

$m$  é o coeficiente dependente do declive que assume os seguintes valores:

$$m = \frac{\beta}{\beta + 1}$$

em que:

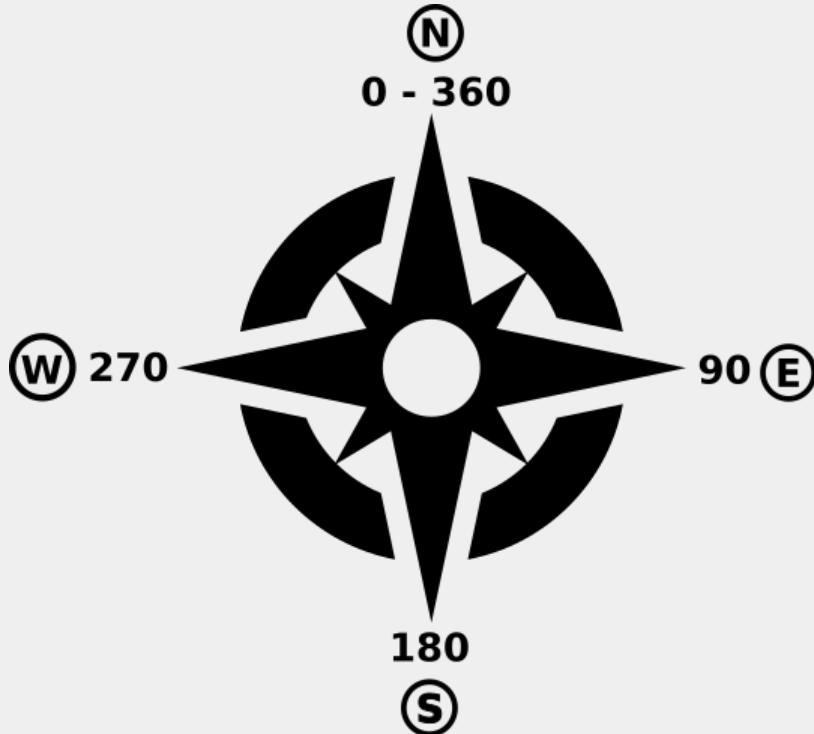
$$\beta = \frac{\frac{\operatorname{sen} \theta}{0,0896}}{0,56 + 3 * (\operatorname{sen} \theta)}$$

SAGA - Terrain Analysis - Morphometry- LS-factor...

# CARTA DE EXPOSIÇÃO DE ENCOSTAS

A EXPOSIÇÃO de uma encosta do território é a orientação dessa mesma **encosta** relativamente aos pontos cardinais.

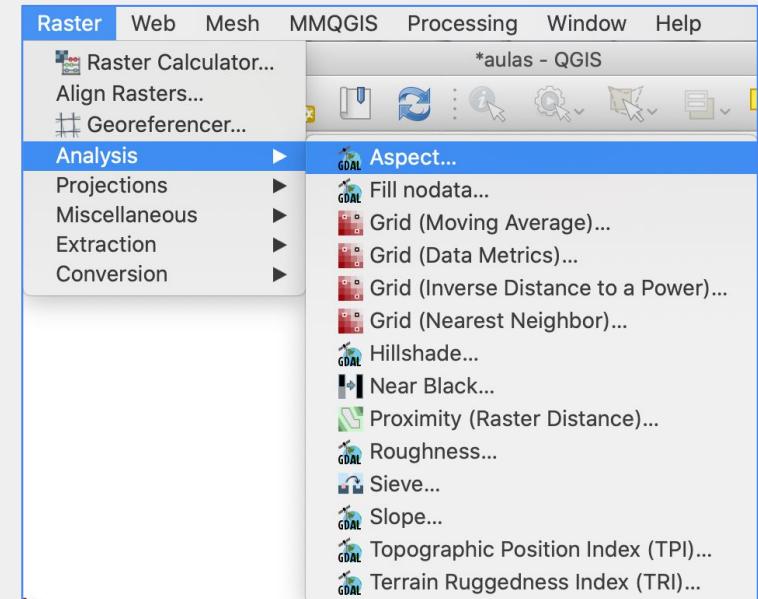
A exposição pode ser expressa em **azimutes** ou em **ângulos trigonométricos**. A imagem abaixo apresenta os **azimutes**.



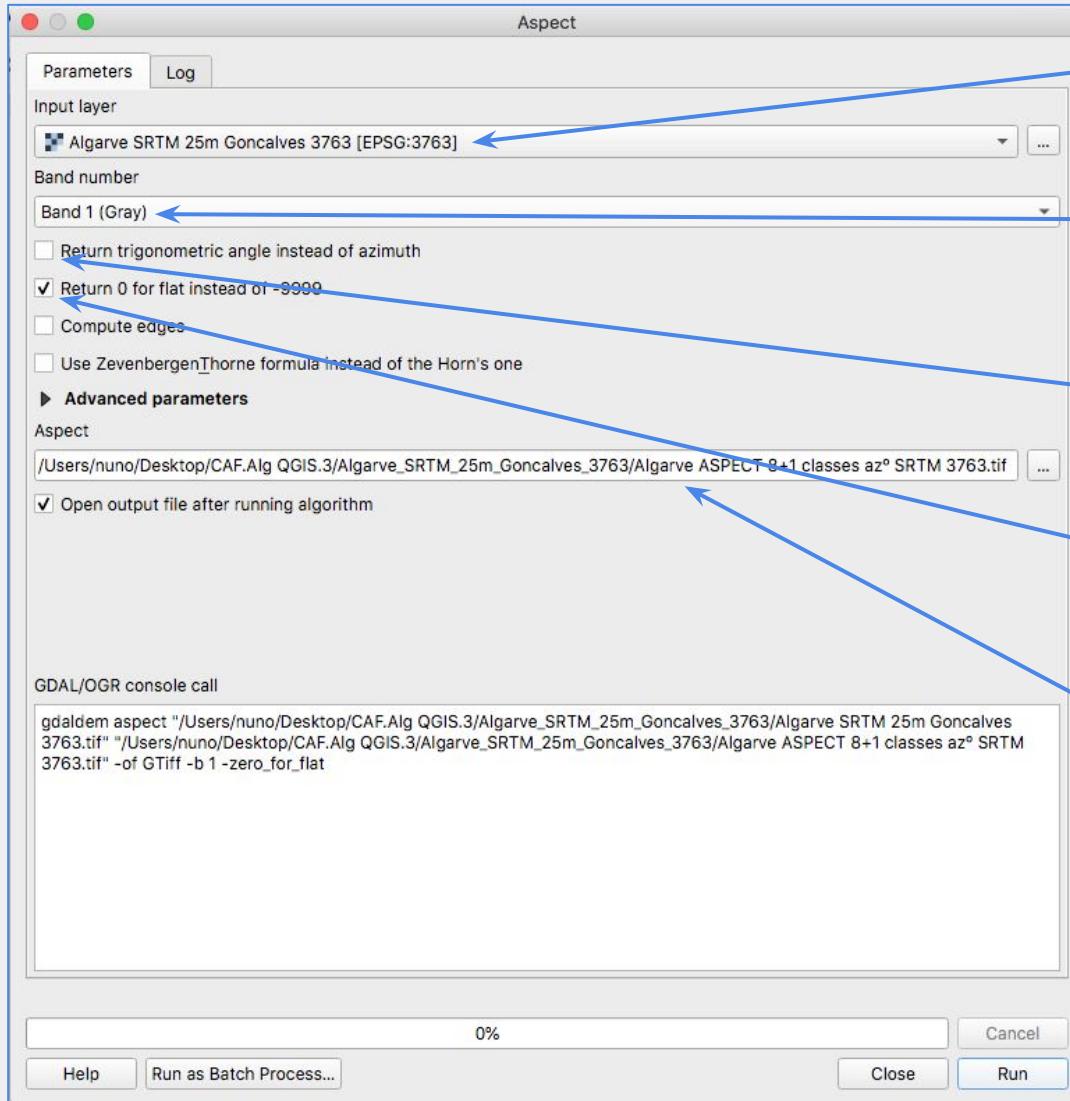
A CARTA DE EXPOSIÇÃO DE ENCOSTAS pode ser realizada através de diversas funcionalidades do QGIS, do GRASS ou do SAGA.

Neste TUTORIAL vai-se utilizar a funcionalidade QGIS

[Raster >> Analysis >> Aspect...](#)



# CARTA DE EXPOSIÇÃO DE ENCOSTAS



Raster com o DEM

Banda do raster com o DEM

exposição expressa em azimutes  
ou em ângulos trigonométricos

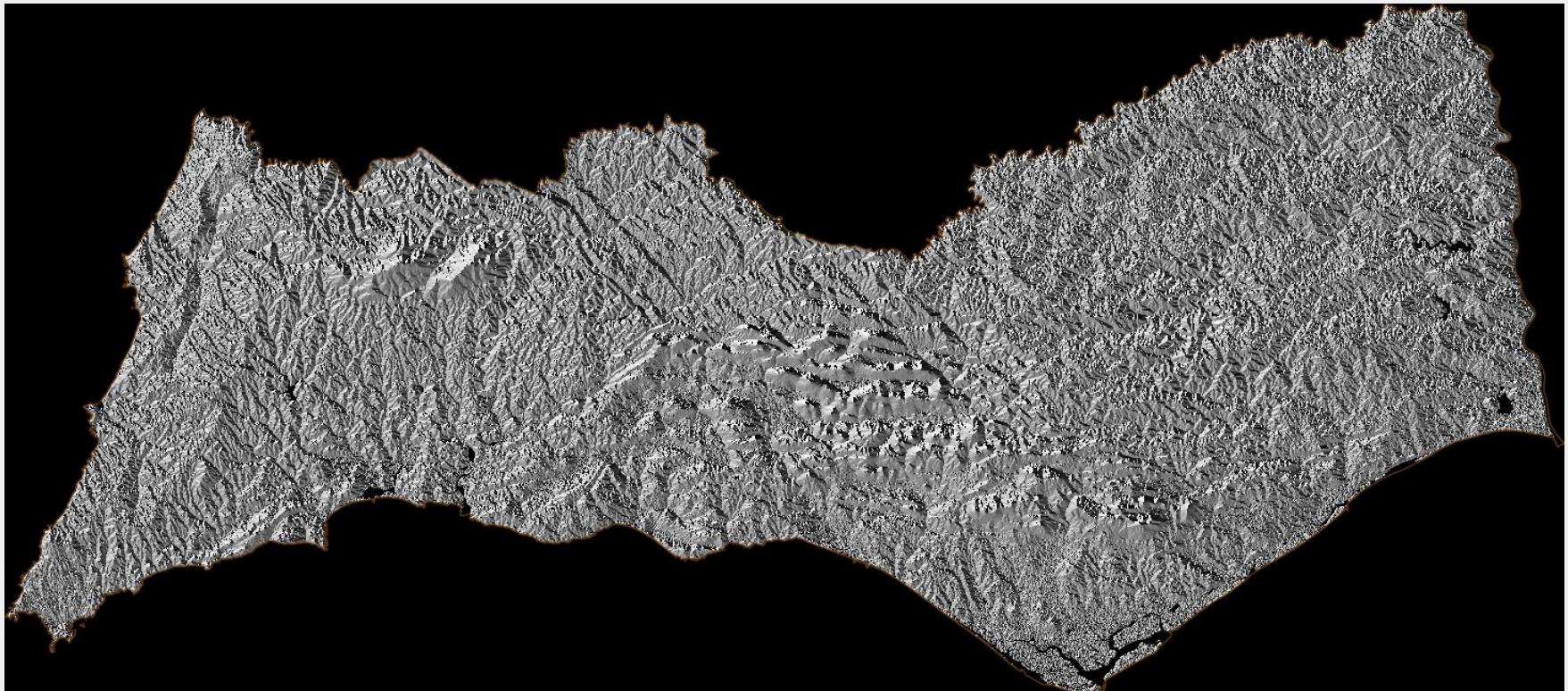
se esta opção NÃO estiver  
activada, as zonas planas têm o  
valor de -9999 ou 'no data'

novo raster com a  
Carta de Exposição de Encostas

Activating the trigonometric angle  
results in different categories:  
0° (=East) | 90° (North)  
180° (=West) | 270° (=South).

# CARTA DE EXPOSIÇÃO DE ENCOSTAS

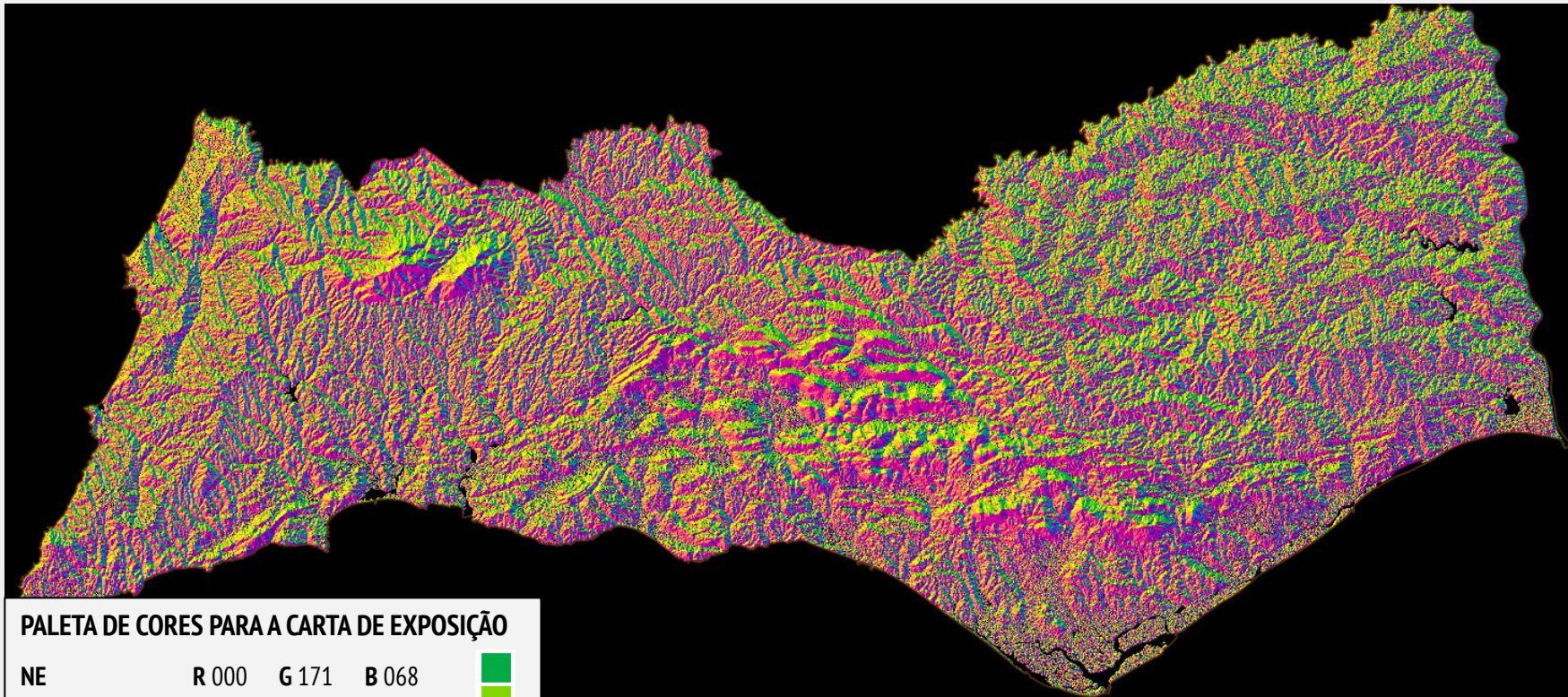
Carta de Exposição de Encostas do Algarve, em azimutes, com base no SRTM com resolução de 25 metros



Nesta Carta de Exposição de Encostas (não reclassificada) o negro corresponde a áreas planas. Também no limite exterior do Algarve, onde não há informação hipsométrica, é assumido um valor de declive 0, ou seja, de pixel plano.

# CARTA DE EXPOSIÇÃO DE ENCOSTAS

Carta de Exposição de Encostas do Algarve, reclassificada em oito octantes + plano, com base no SRTM com resolução de 25 metros



## PALETA DE CORES PARA A CARTA DE EXPOSIÇÃO

NE	R 000	G 171	B 068
NORTE	R 132	G 214	B 000
NO	R 244	G 250	B 000
OESTE	R 255	G 171	B 071
SO	R 255	G 085	B 104
SUL	R 202	G 000	B 156
SE	R 108	G 000	B 163
ESTE	R 000	G 104	B 192

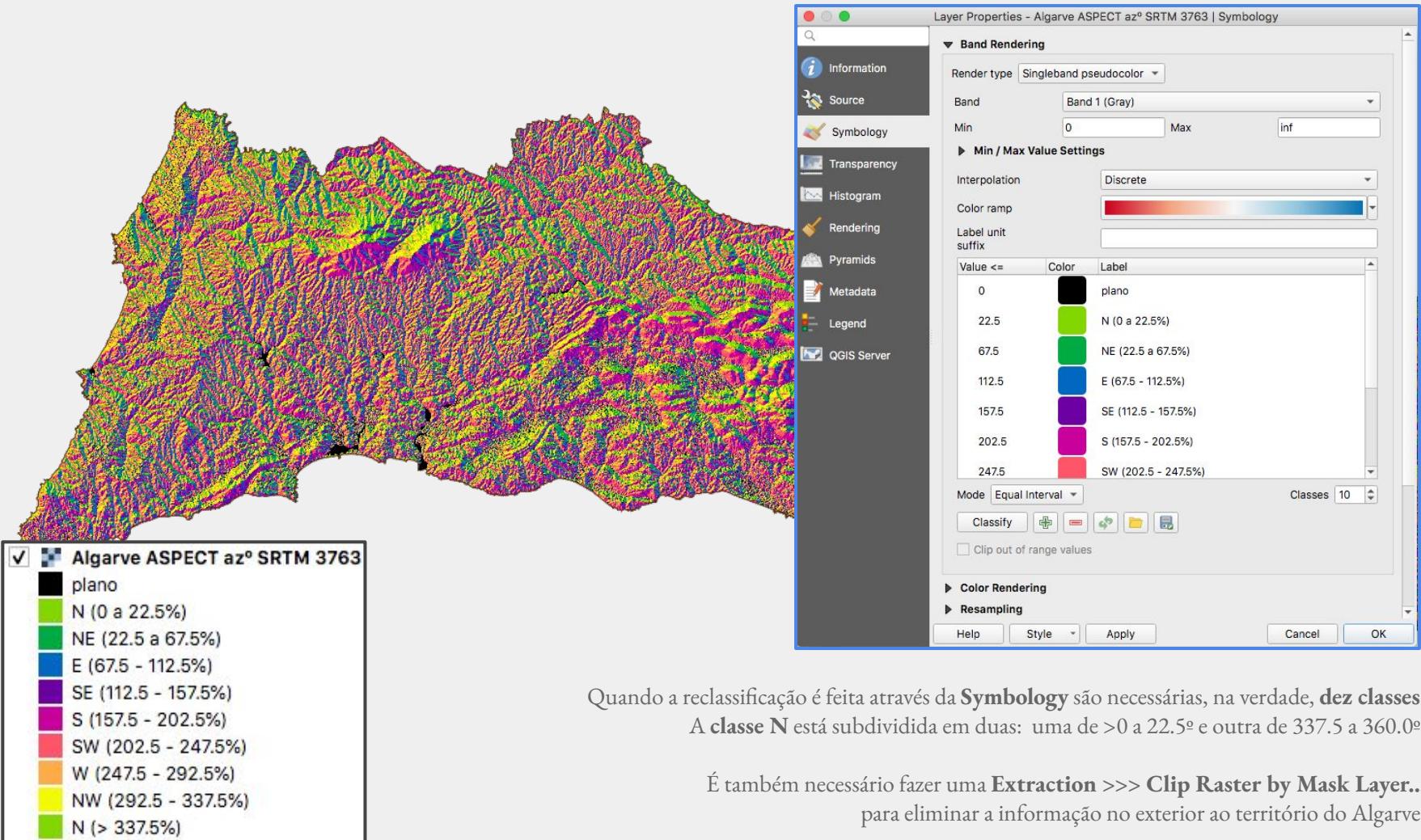


Nesta Carta de Exposição de Encostas (já reclassificada em oito octantes + **plano**) através da **Symbology** adoptou-se uma paleta de cores muito utilizada em cartas de exposições de encostas.

Os tons verdes e amarelo são para exposições frescas e húmidas (no Hemisfério Norte), os tons laranja e azul são para exposições intermédias e os tons vermelhos e roxo são para exposições quentes e mais secas. **No Hemisfério Sul a ordem das cores é trocada...**

# CARTA DE EXPOSIÇÃO DE ENCOSTAS

Carta de Exposição de Encostas do Algarve, reclassificada em oito octantes + plano, com base no SRTM com resolução de 25 metros



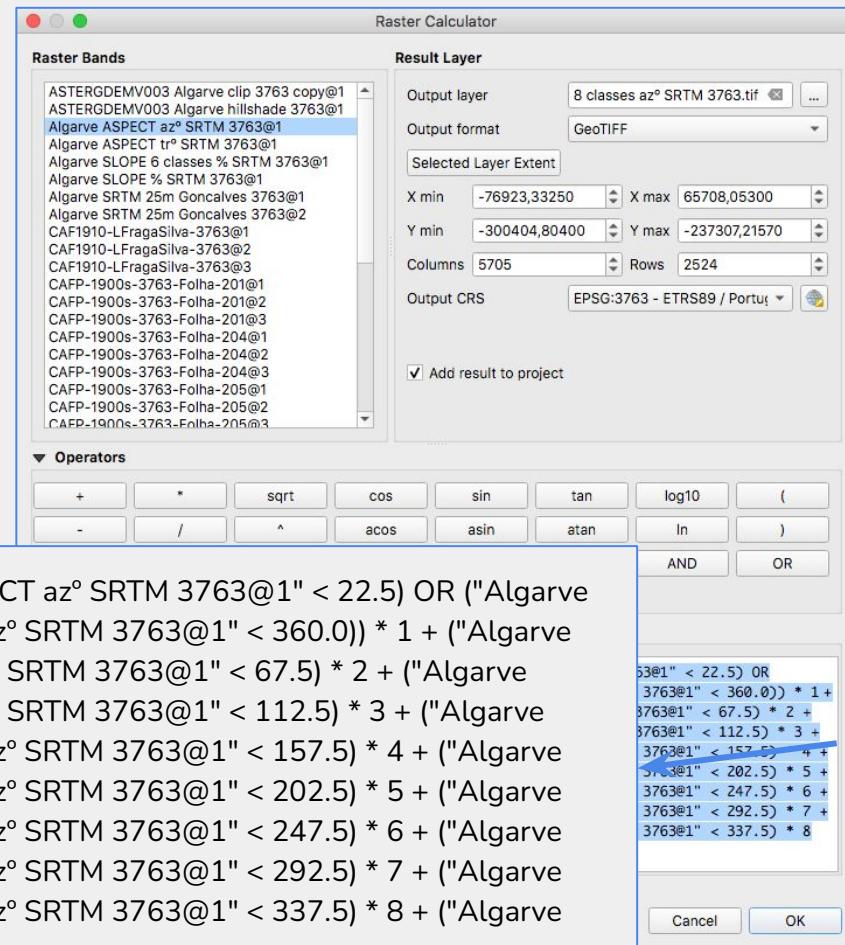
# CARTA DE EXPOSIÇÃO DE ENCOSTAS

## Carta de Exposição de Encostas do Algarve, reclassificada em oito octantes + plano, com base no SRTM com resolução de 25 metros

À semelhança do que se fez para os declives também é possível, recorrendo ao **Raster Calculator**, proceder à reclassificação do ASPECT e obter um novo GeoTIFF com um número bastante mais reduzido de classes.

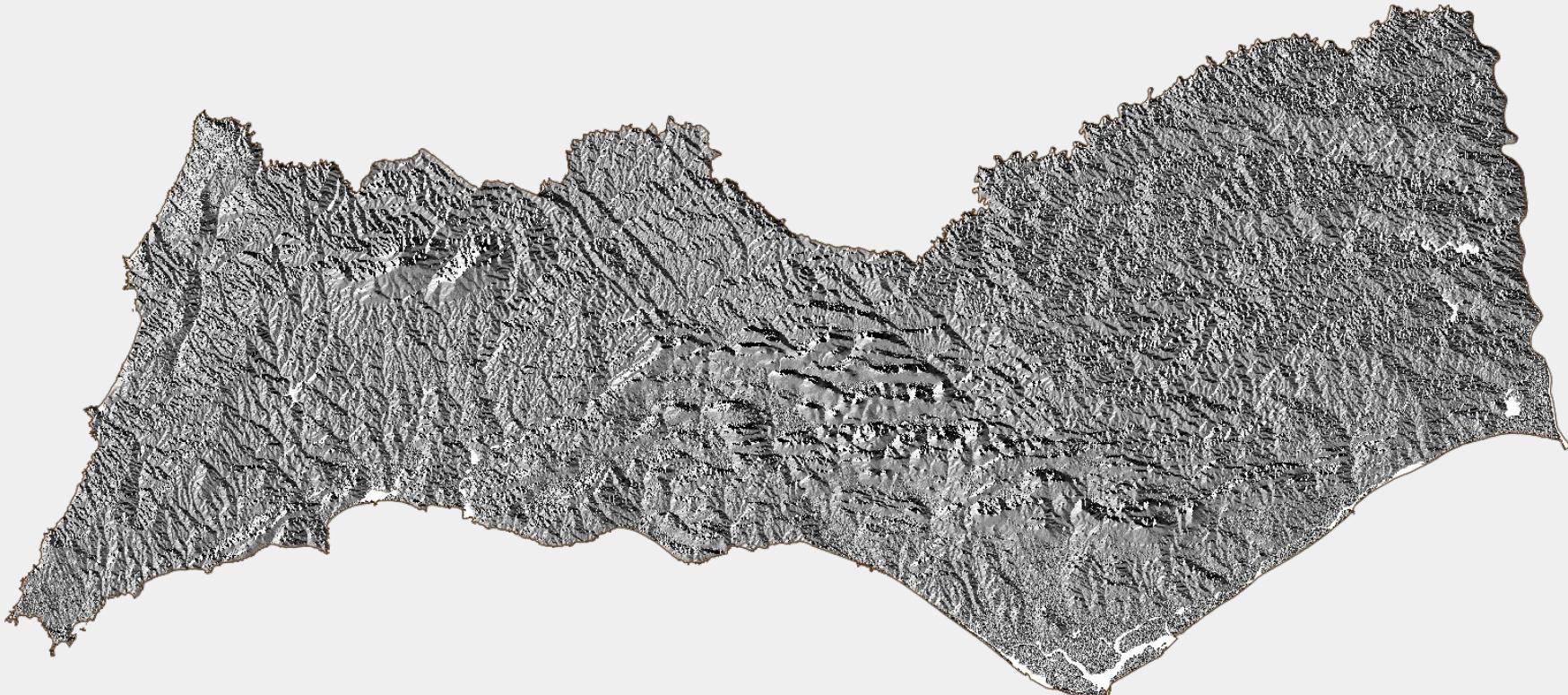
A expressão abaixo permite fazer a reclassificação que corresponde aos 8 octantes + plano antes representados. De notar que a classe 1 surge composta através de um **OR**, para juntar as subclasses 2 e 10 utilizadas na classificação através da **Symbology**...

```
(("Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" > 0 AND "Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" < 22.5) OR ("Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" >= 337.5 AND "Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" < 360.0)) * 1 + ("Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" >= 22.5 AND "Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" < 67.5) * 2 + ("Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" >= 67.5 AND "Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" < 112.5) * 3 + ("Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" >= 112.5 AND "Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" < 157.5) * 4 + ("Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" >= 157.5 AND "Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" < 202.5) * 5 + ("Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" >= 202.5 AND "Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" < 247.5) * 6 + ("Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" >= 247.5 AND "Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" < 292.5) * 7 + ("Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" >= 292.5 AND "Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" < 337.5) * 8 + ("Algarve ASPECT az° SRTM 3763@1" = 0) * 9
```



# CARTA DE EXPOSIÇÃO DE ENCOSTAS

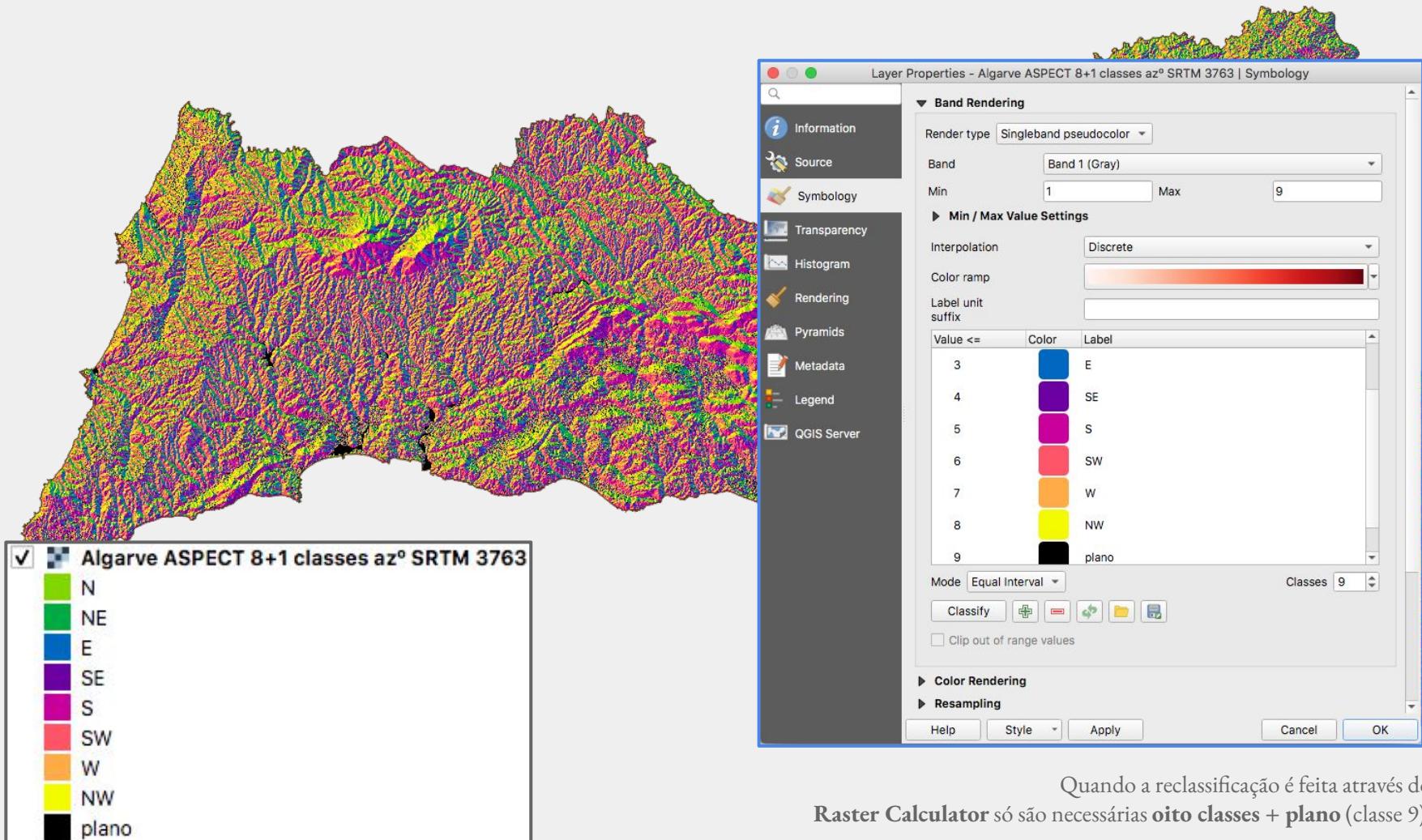
Carta de Exposição de Encostas do Algarve, em azimutes, com base no SRTM com resolução de 25 metros



Nesta Carta de Exposição de Encostas (já reclassificada em oito classes)  
o branco corresponde a áreas planas.  
Os tons mais escuros correspondem a valores menores dos azimutes e os mais claros a valores elevados.

# CARTA DE EXPOSIÇÃO DE ENCOSTAS

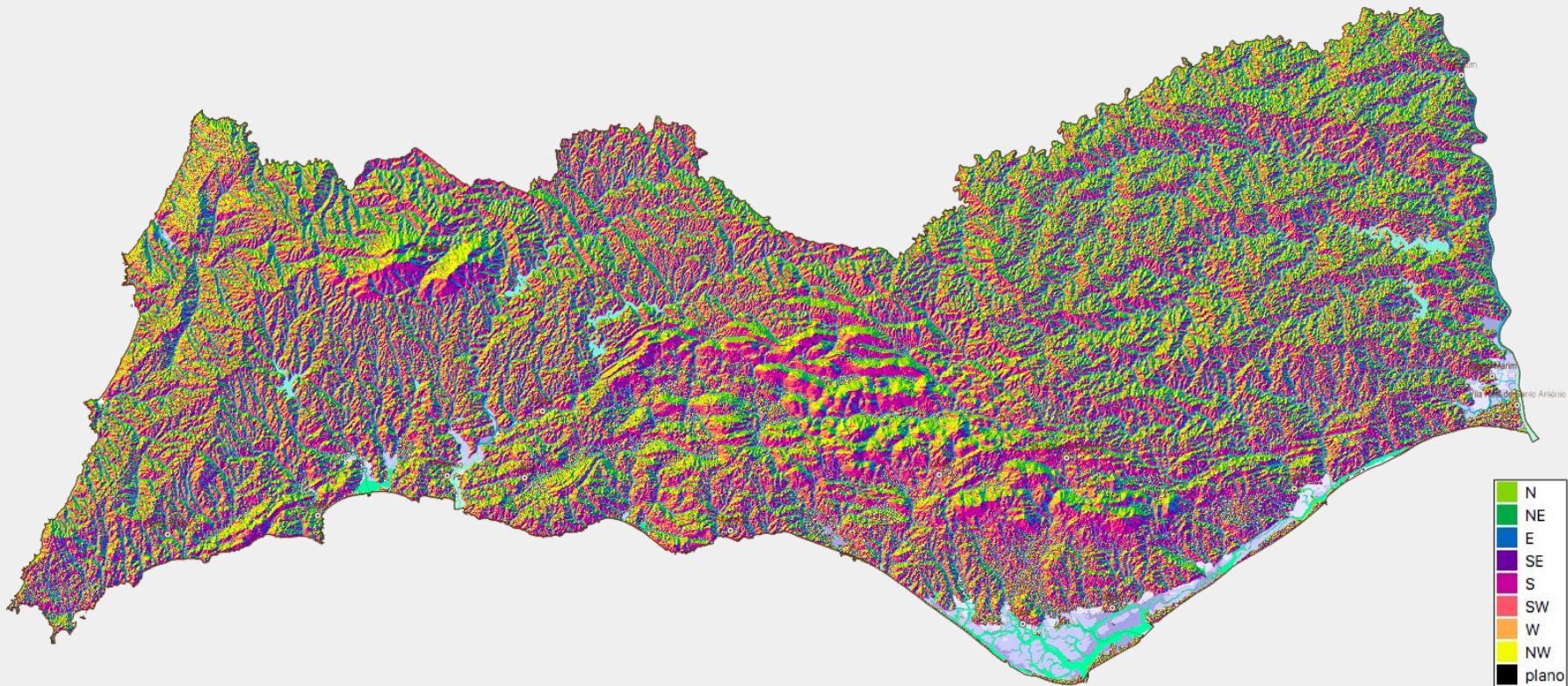
Carta de Exposição de Encostas do Algarve, reclassificada em oito octantes + plano, com base no SRTM com resolução de 25 metros



Quando a reclassificação é feita através do  
**Raster Calculator** só são necessárias **oito classes + plano** (classe 9).

# CARTA DE EXPOSIÇÃO DE ENCOSTAS

Carta de Exposição de Encostas do Algarve, reclassificada em oito octantes + plano, com base no SRTM com resolução de 25 metros

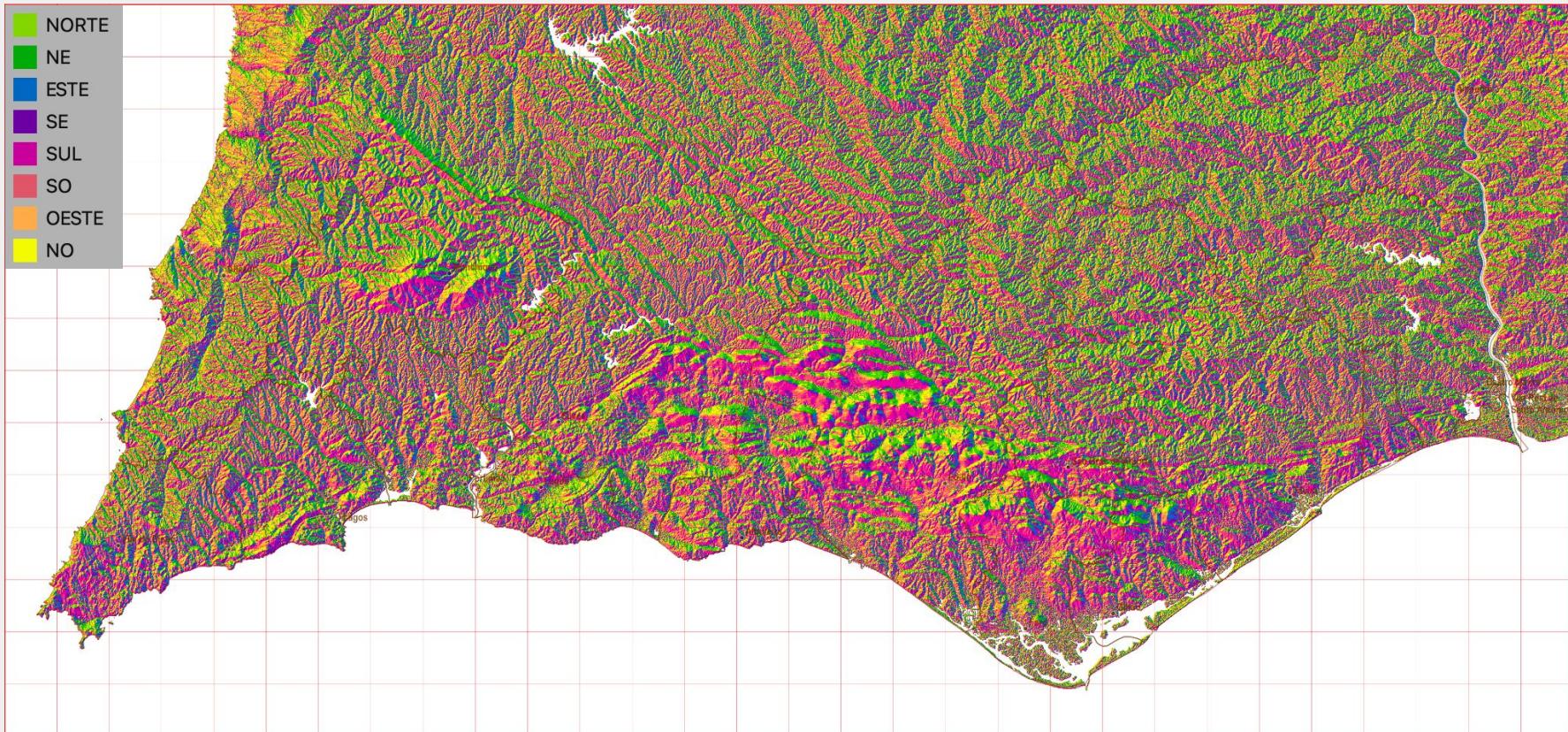


A CARTA DE EXPOSIÇÕES DE ENCOSTAS DO ALGARVE (oito octantes + plano, expressas em azimutes) com base no SRTM com resolução espacial de 25 metros. Em simultâneo são visíveis os cursos de água disponíveis no [EPIC WebGIS Portugal](#) e as zonas húmidas disponíveis a partir da [COS 2018](#) (DG Território).

# ALGARVE : ESCALA MÉDIA MDT básico

(com base no Copernicus GLO-30)

Carta de Exposição (octantes) de Encostas do Algarve, não reclassificada, de acordo com o GLO-30 25 metros



Download do ficheiro GeoTIFF (EPSG: 3763) e do respectivo ficheiro de estilo (.qml)

Copernicus-GLO30-Algarve-ASPECT-3763 [AQUI](#)

# 5. CORTES TOPOGRÁFICOS

# CORTES TOPOGRÁFICOS

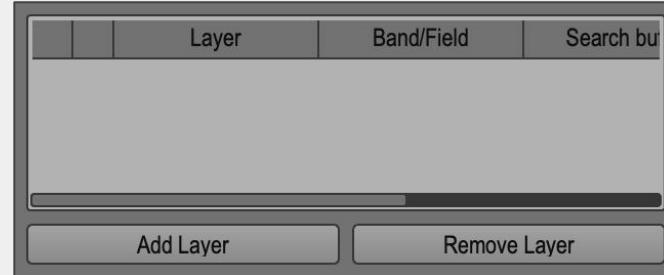


No **QGIS 3**, os cortes topográficos fazem-se facilmente através do **plugin Profile tool**, cuja instalação é feita como a de todos os outros **plugins**. Depois de instalado e activo surge na barra de atalhos o símbolo , a partir do qual se pode utilizar a funcionalidade.

O **Profile tool** desenha cortes topográficos a partir de **modelos digitais topográficos em formato raster**.

Os cortes topográficos podem ser desenhados a partir de:

- **Temporary polyline**: pontos marcados no momento, com o rato, sobre o MDT, que vão estabelecendo segmentos de recta simples (*lines*) ou múltiplos (*polylines*)
- **Selected layer**: *shapefiles* (*linestring geometry type*) previamente estabelecidas



A seleção do MDT é feita no **Add Layer**. Para que a operação seja muito simples basta que o **MDT** esteja seleccionado na janela das **Layers** que estão carregadas no projecto QGIS.

**De notar que podem ser carregados dois ou mais MDT.**  
Não apenas um...

**WORK IN PROGRESS**  
*CHECK BACK SOON!*

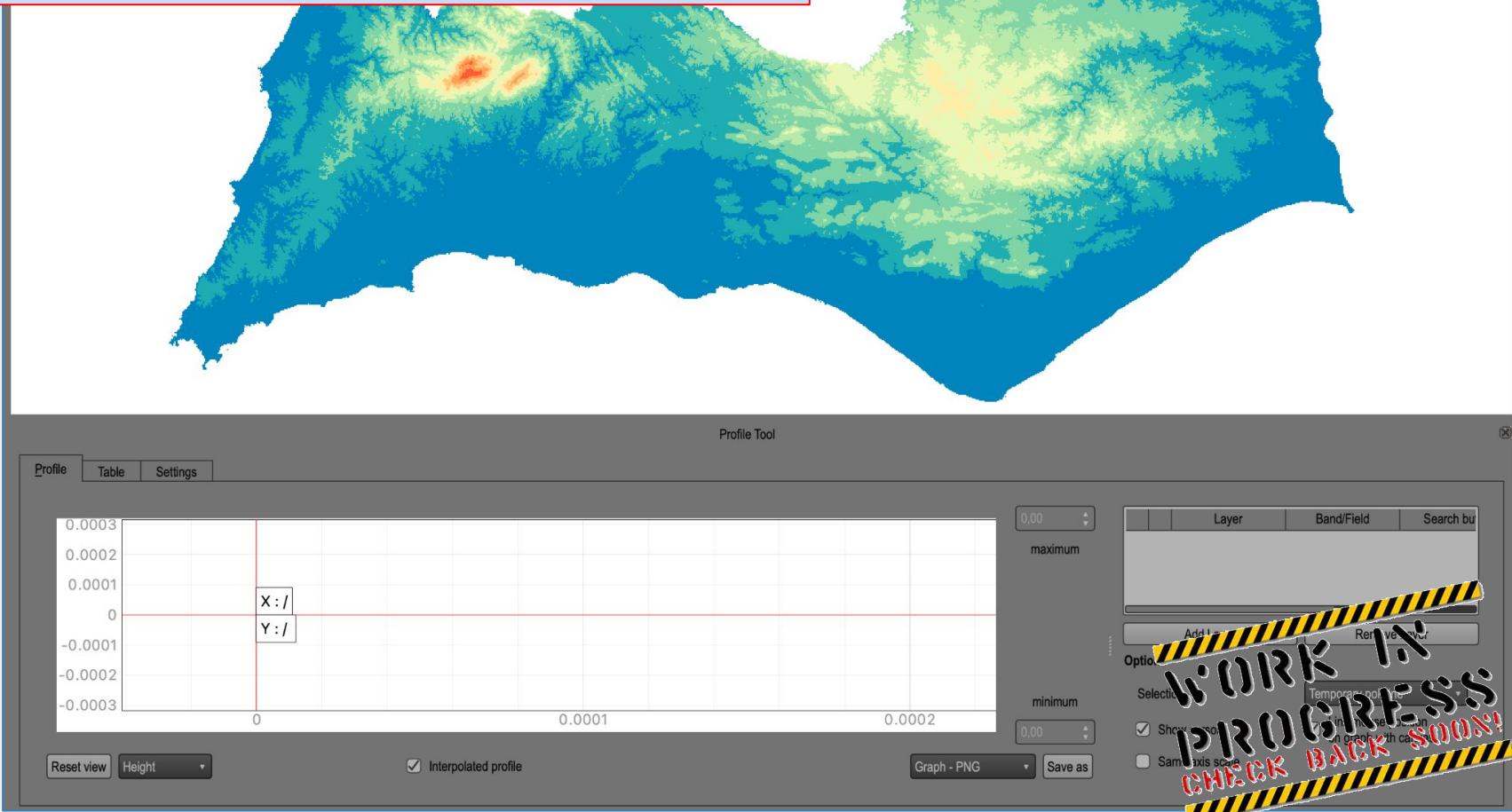
# CORTES TOPOGRÁFICOS



Na área de trabalho está apresentado um MDT do Algarve, não reclassificado.

O *plugin Profile tool* está activado, mas não tem nenhum MDT activo.

O primeiro passo é a **activação do MDT**, tarefa que se faz através de **Add Layer**.

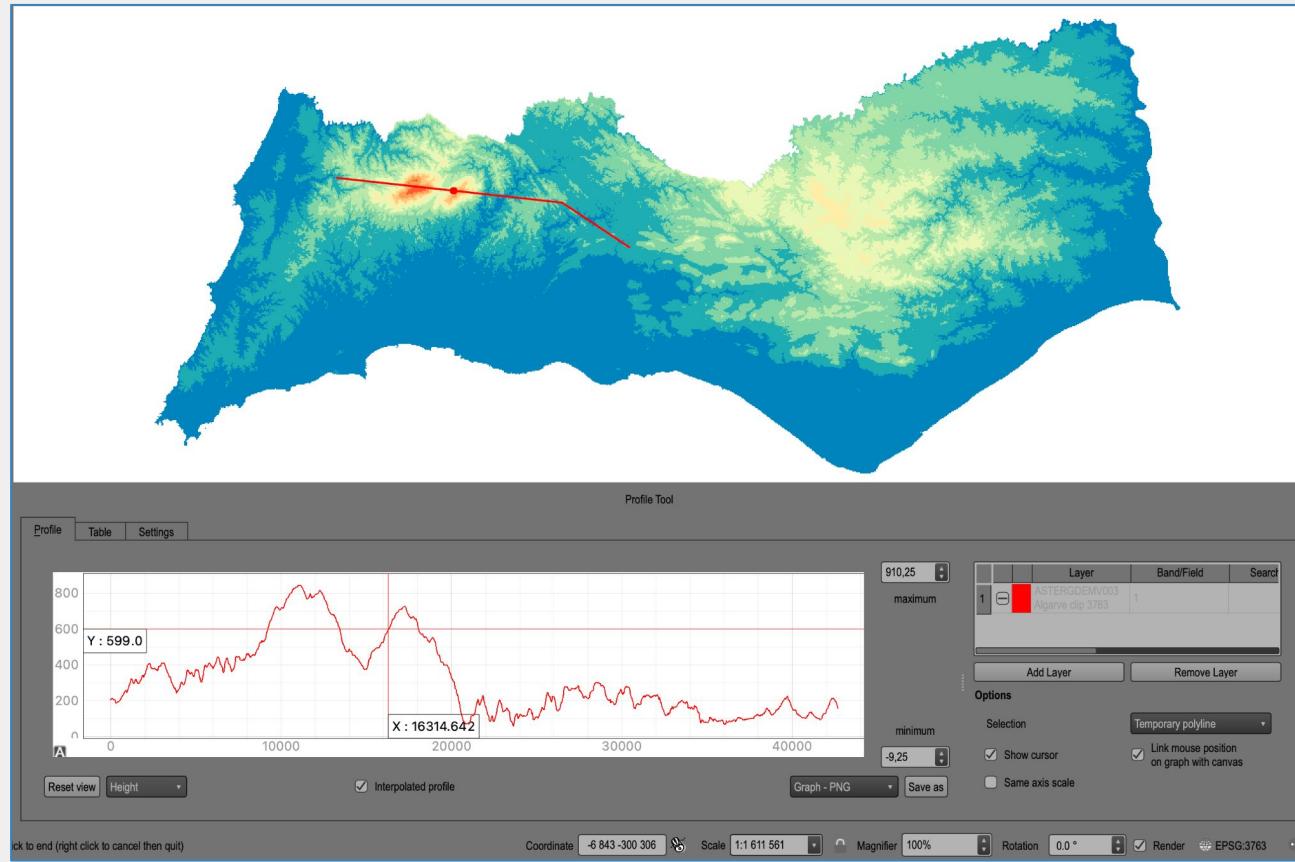


# CORTES TOPOGRÁFICOS



Neste primeiro exemplo, com o corte topográfico desenhado a partir de uma **Temporary polyline**, o segmento de recta vai sendo traçado com o rato. **Um clique** (botão esquerdo) marca um ponto, **dois cliques seguidos** (também no botão esquerdo) permitem terminar a polyline.

MDT já está activo no Profile tool.



**Temporary polyline** é a opção escolhida...

As opções **Show cursor** e **Link mouse position on graph with canvas** estão activas.

Depois de desenhada a polyline é possível ajustar os mínimo e máximo da escala dos YY.

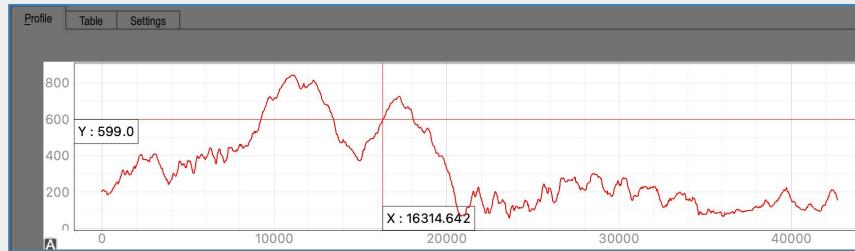
O ponto vermelho, que se movimenta com o rato, permite ver no gráfico a posição tanto de altitude...

**WORK IN PROGRESS**  
No final não se exporta!  
igual em formatos como DWG, SV, DXT, DXF 3D.

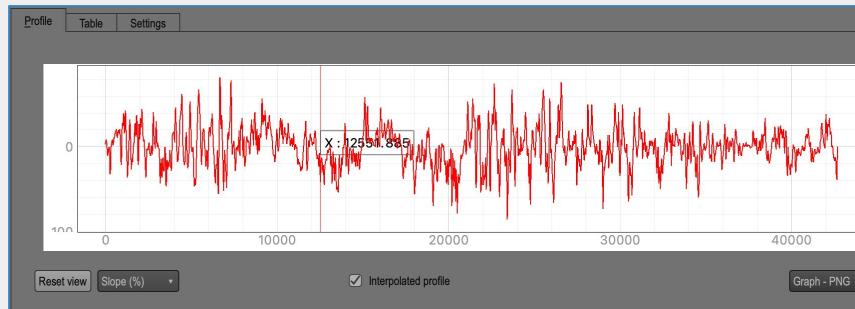
# CORTES TOPOGRÁFICOS



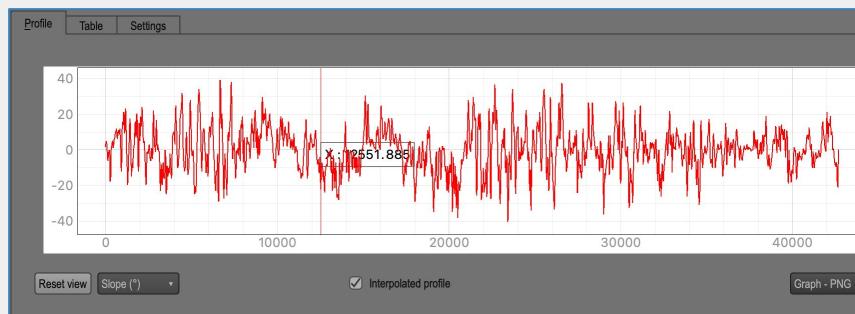
O corte topográfico pode ser representado em **altimetria**, expressa em metros, ou em **declive**, expresso em % ou em  $^{\circ}$ .



Altimetria (Height) em metros.



Declive (Slope) em graus ( $^{\circ}$ ).



Declive (Slope) em graus ( $^{\circ}$ ).

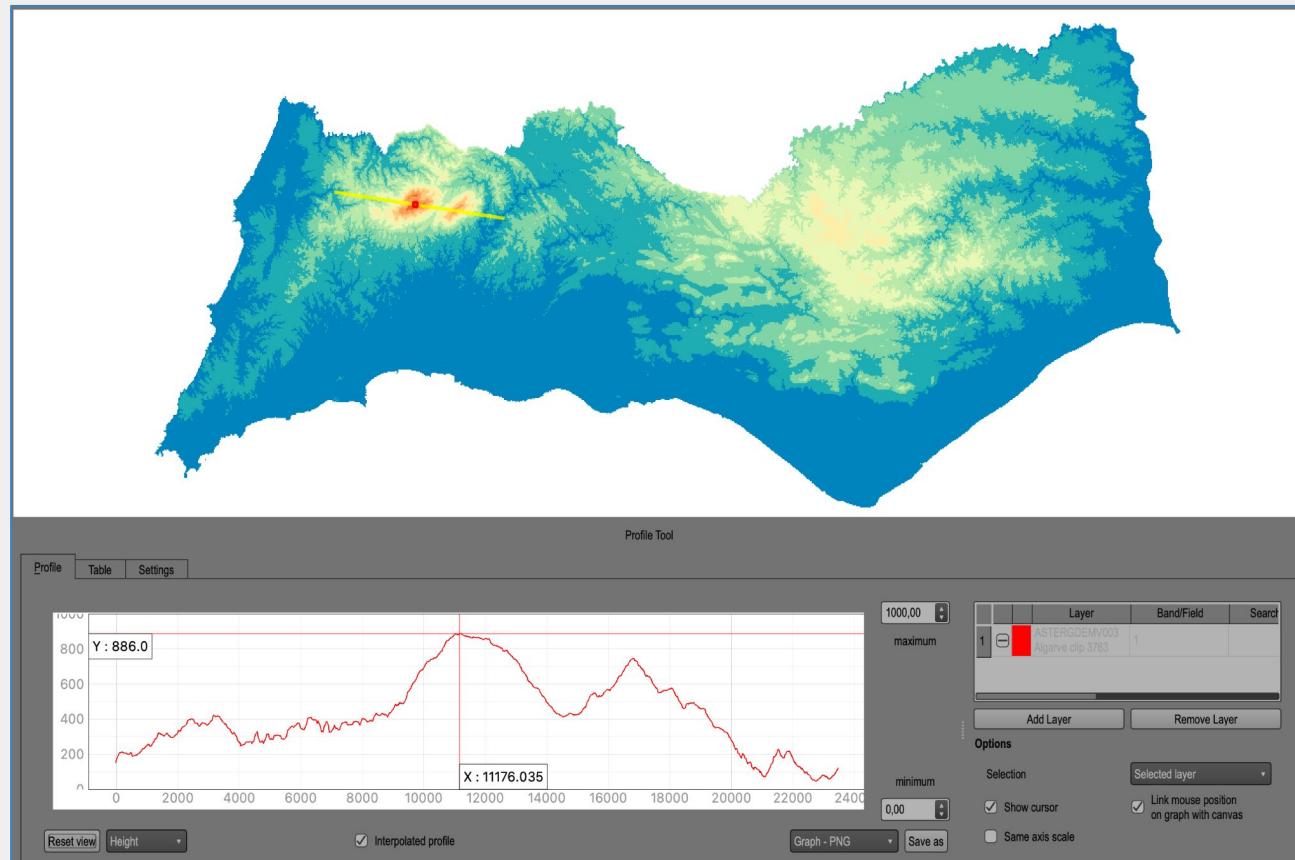
**WORK IN PROGRESS**  
**CHECK BACK SOON!**

# CORTES TOPOGRÁFICOS



Neste segundo exemplo, com o corte topográfico desenhado a partir de uma **Selected layer**, ou seja, de uma *shapefile* (*linestring geometry type*) previamente criada e que está seleccionada na janela das Layers. Quando está activa no **Profile tool** fica representada a amarelo..

MDT já está activo no Profile tool.



**Selected layer** é a opção escolhida...

As opções **Show cursor** e **Link mouse position on graph with canvas** estão activas.

Depois de seleccionada a layer é possível ajustar os mínimo e máximo da escala dos YY.

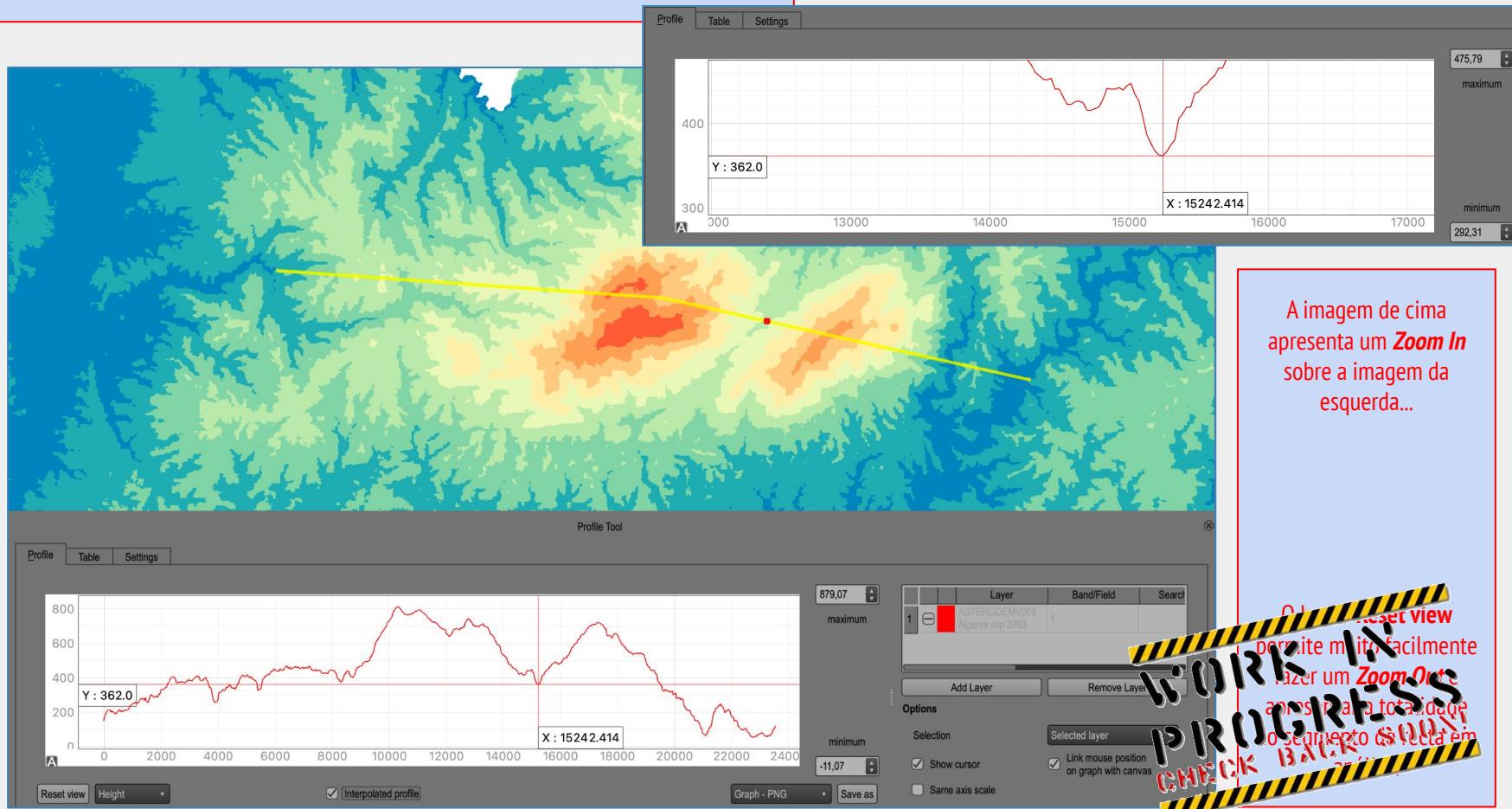
O ponto vermelho, que se movimenta com o rato, permite ver no gráfico a posição tanto de altitude...

**WORK IN PROGRESS**  
No final não se exporta!  
igual em formatos como DWG, SV, DXT, DXF 3D.

# CORTES TOPOGRÁFICOS



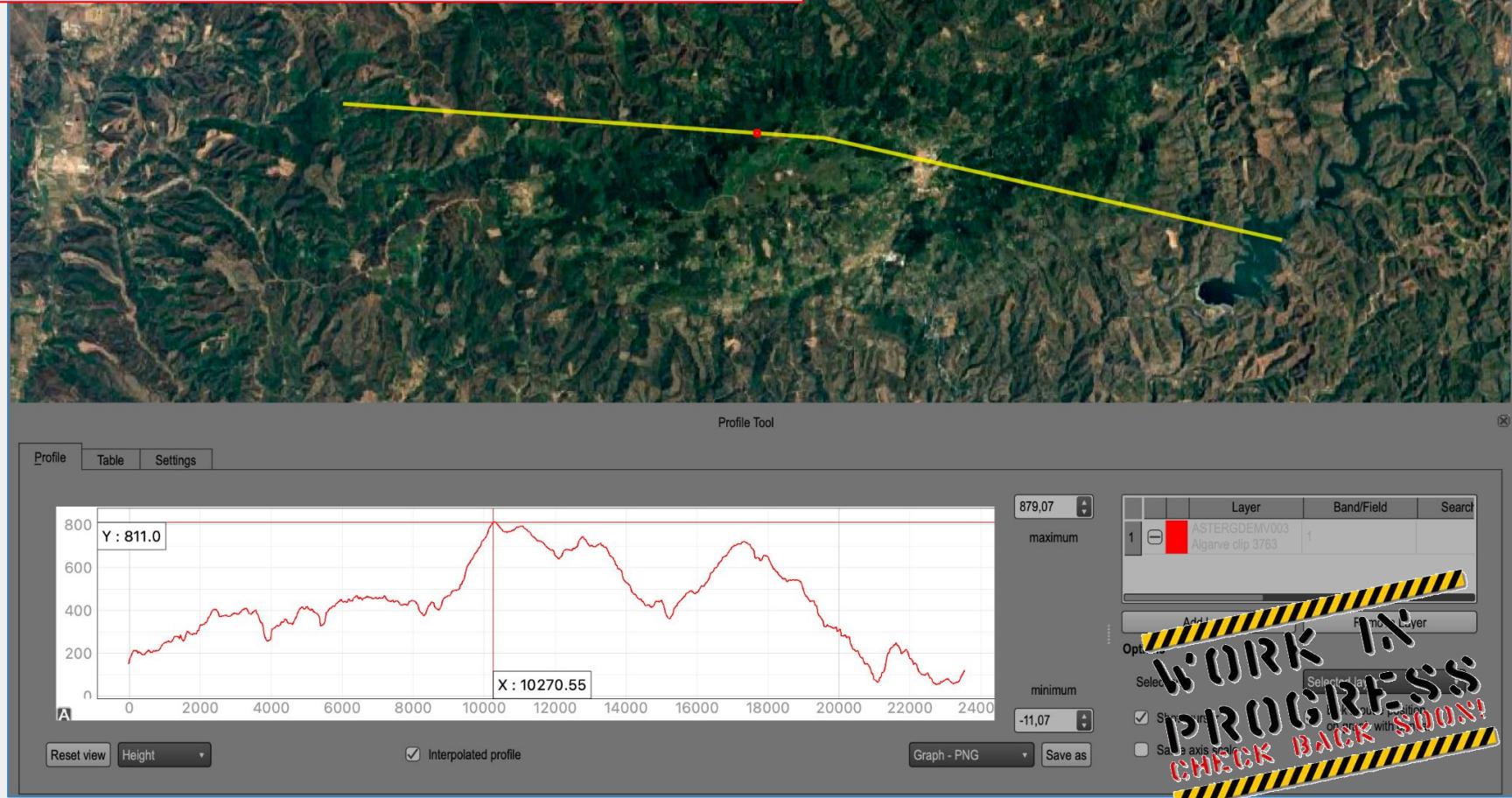
Na janela principal do separador **Profile**  
é possível fazer **Zoom In** e **Zoom Out**  
com a simples utilização do rato...



# CORTES TOPOGRÁFICOS



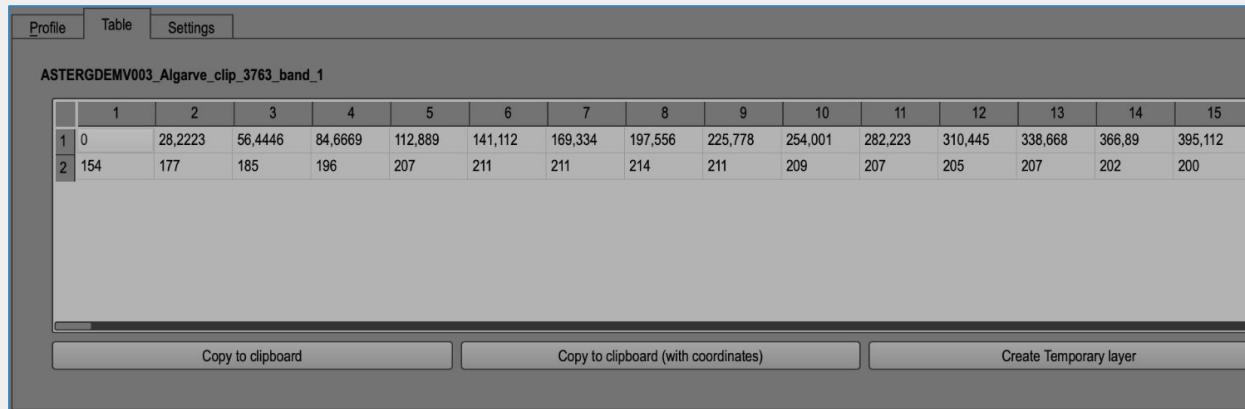
Naturalmente que não é indispensável ter o MDT sempre **visível**.  
Depois do raster estar activado no **Profile tool** pode ser desactivada a sua visualização na janela das Layers e, em alternativa, estar a ver outra layer como, por exemplo, o **Google Earth satellite** (QuickMapServices plugin)..



# CORTES TOPOGRÁFICOS



No separador **Table** é possível ter acesso a informação mais detalhada. Na tabela, a primeira linha corresponde à distância (em metros) medida a partir do limite esquerdo do segmento de recta e a segunda linha corresponde à altitude (também em metros) nesse mesmo ponto.



As funcionalidades **Copy to clipboard**, **Copy to clipboard (with coordinates)** e **Create Temporary layer** permitem extrair, utilizar e armazenar a informação dos cortes topográficos de uma forma distinta da apresentada no separador **Profile**.

A **Temporary layer** é uma *shapefile* de pontos com um único atributo (**Value**), o qual contém a altitude (em metros), em cada um dos pontos. Está georreferenciada no mesmo **EPSG** da **Selected layer**.



# CORTES TOPOGRÁFICOS



	A	B	C	D	E	F	G
1	0.0	154.0		0.0	-51790.3931547	-259318.0401305	154.0
2	28.2	177.0		28.2	-51762.4624587	-259322.0867347	177.0
3	56.4	185.0		56.4	-51734.5317626	-259326.1333388	185.0
4	84.7	196.0		84.7	-51706.6010666	-259330.1799429	196.0
5	112.9	207.0		112.9	-51678.6703705	-259334.2265470	207.0
6	141.1	211.0		141.1	-51650.7396745	-259338.2731511	211.0
7	169.3	211.0		169.3	-51622.8089784	-259342.3197552	211.0
8	197.6	214.0		197.6	-51594.8782823	-259346.3663593	214.0
9	225.8	211.0		225.8	-51566.9475863	-259350.4129634	211.0
10	254.0	209.0		254.0	-51539.0168902	-259354.4595676	209.0
11	282.2	207.0		282.2	-51511.0861942	-259358.5061717	207.0
12	310.4	205.0		310.4	-51483.1554981	-259362.5527758	205.0
13	338.7	207.0		338.7	-51455.2248021	-259366.5993799	207.0
14	366.9	202.0		366.9	-51427.2941060	-259370.6459840	202.0
15	395.1	200.0		395.1	-51399.3634099	-259374.6925881	200.0
16	423.3	200.0		423.3	-51371.4327139	-259378.7391922	200.0
17	451.6	202.0		451.6	-51343.5020178	-259382.7857964	202.0
18	479.8	208.0		479.8	-51315.5713218	-259386.8324005	208.0
19	508.0	209.0		508.0	-51287.6406257	-259390.8790046	209.0
20	536.2	188.0		536.2	-51259.7099297	-259394.9256087	188.0
21	564.4	189.0		564.4	-51231.7792336	-259398.9722128	189.0
22	592.7	192.0		592.7	-51203.8485376	-259403.0188169	192.0
23	620.9	194.0		620.9	-51175.9178415	-259407.0054210	194.0
24	649.1	193.0		649.1	-51147.9871454	-259411.1120251	193.0
25	677.3	196.0		677.3	-51120.0564494	-259415.1586293	196.0
26	705.6	199.0		705.6	-51092.1257533	-259419.2052334	199.0
27	733.8	202.0		733.8	-51064.1950573	-259423.2518375	202.0
28	762.0	207.0		762.0	-51036.2643612	-259427.2984416	207.0
29	790.2	212.0		790.2	-51008.3336652	-259431.3450457	212.0
30	818.4	217.0		818.4	-50980.4029691	-259435.3916498	217.0
31	846.7	224.0		846.7	-50952.4722730	-259439.4382539	224.0
32	874.9	231.0		874.9	-50924.5415770	-259443.4848580	231.0

Na tabela estão apresentados lado a lado os resultados de **Copy to clipboard** e **Copy to clipboard (with coordinates)**.

As colunas A e B, provenientes de **Copy to clipboard**, têm respectivamente a distância (em metros) a partir do ponto de origem e a altitude (também em metros).

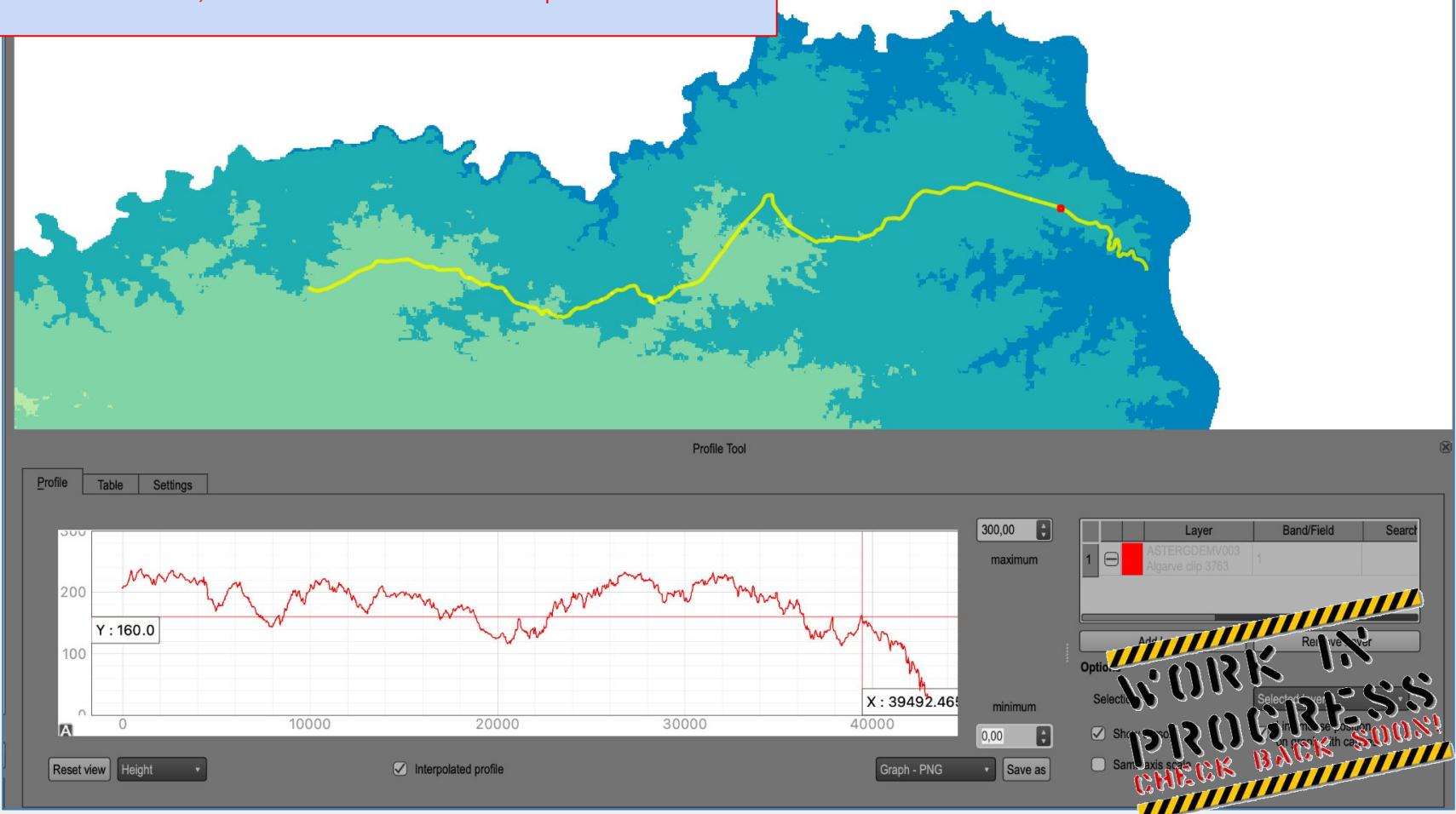
As colunas D a G, provenientes de **Copy to clipboard (with coordinates)**, têm respectivamente a distância (em metros) a partir do ponto de origem, a coordenada X, a coordenada Y, e a altitude (em metros). As coordenadas estão expressas em ETRS89 PT TM06, ou seja, **EPSG: 3763**.



# CORTES TOPOGRÁFICOS



Neste exemplo utilizou-se em vez de um segmento simples, um trajecto desenhado ao longo da rede viária. Mesmo sendo uma linha com inúmeros vértices, todas as funcionalidades continuam disponíveis....



# CORTES TOPOGRÁFICOS

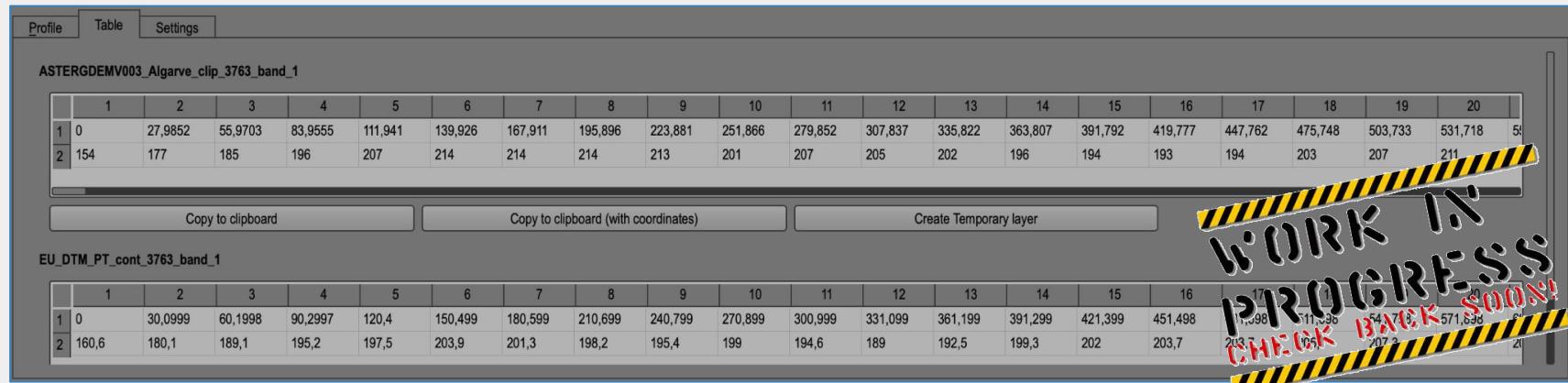
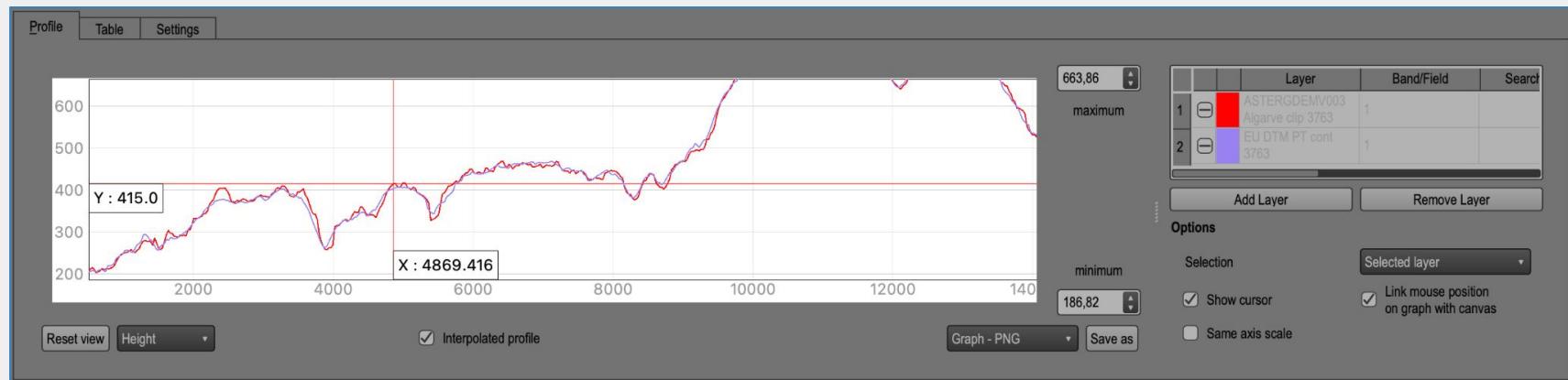


De referir que o **plugin Profile tool** também é uma excelente ferramenta para comparar modelos digitais topográficos.

Neste último exemplo foram carregados dois MDT.

A vermelho está representado o **ASTER GDEM v.3** e a lila está representado o **EU DTM...**

O separador **Profile** mostra, em simultâneo, os cortes topográficos feitos com base nos dois MDT e o separador **Table** mostra e permite exportar as distâncias (e coordenadas) e altitudes, como já se mostrou no exemplo anterior.



# 5. Área da superfície



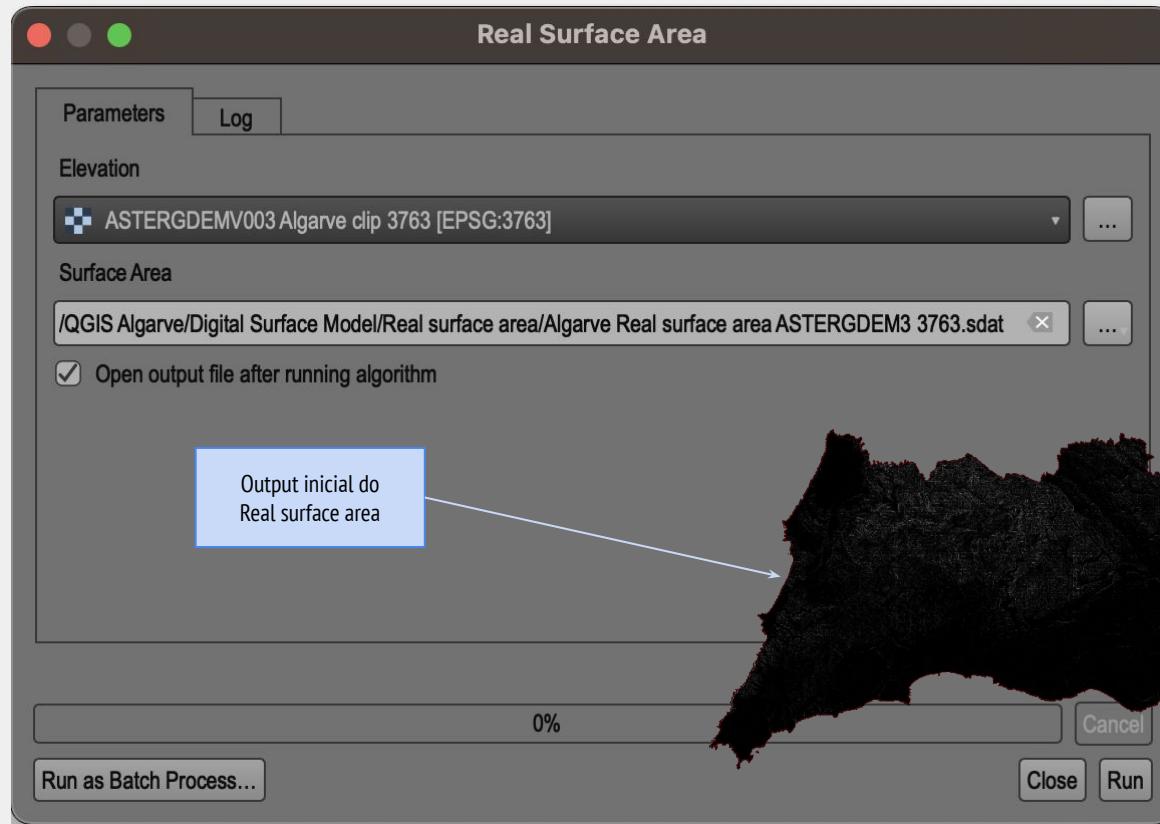
**DEPRECATED**

# ÁREA DA SUPERFÍCIE REAL

O cálculo de áreas de superfícies reais é feito em duas fases.

A primeira é:

Processing Toolbox >>> SAGA Next Gen >>> Terrain Analysis - Morphometry >>>  
**Real surface area**



O input (**Elevation**) da funcionalidade **Real surface area** é um MDT.

O output (**Surface Area**) é um raster de extensão \*.sdat.



DEPRECATED

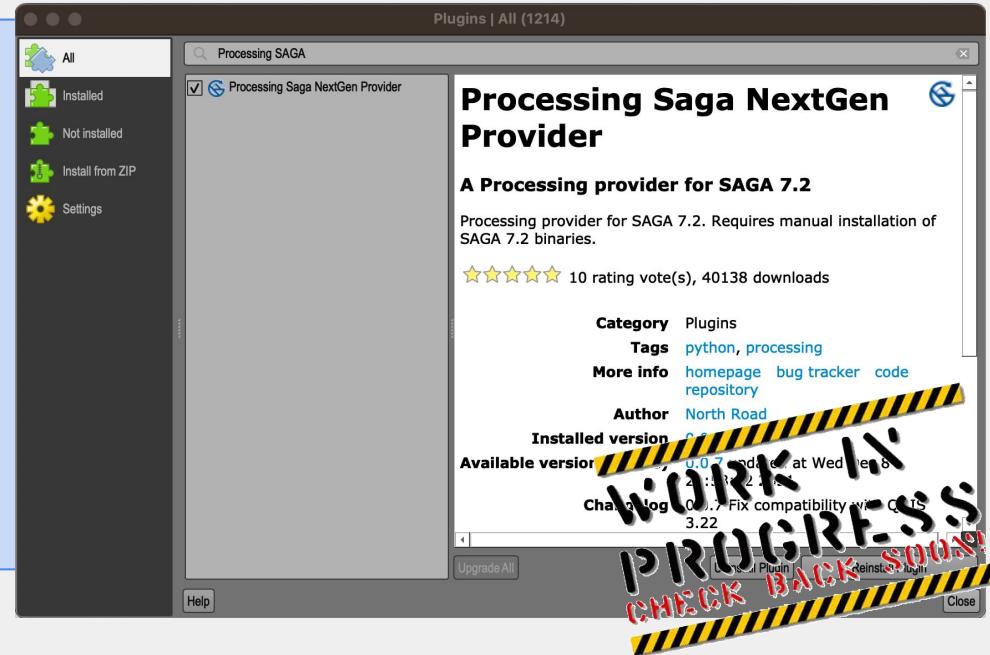
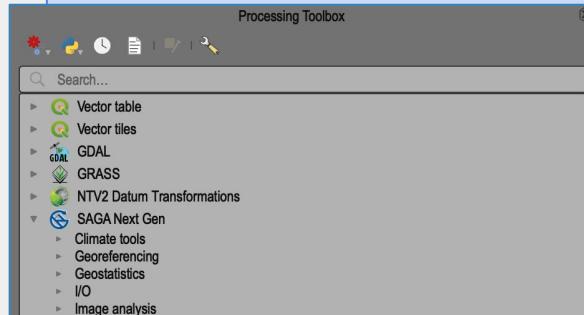
# ÁREA DA SUPERFÍCIE REAL

A medição de áreas é uma funcionalidade muito utilizada nos SIG. De forma geral, as áreas medidas correspondem às da projecção de superfícies sobre planos horizontais, ou seja, não tomando em consideração os efeitos do relevo.

No entanto, em regiões montanhosas, tais medições de áreas podem assumir erros não desprezáveis, os quais podem ser minimizados através do **cálculo de áreas de superfícies reais**, a partir da integração de polígonos e modelos digitais do terreno (MDT).

O primeiro passo para a medição de áreas reais é a instalação do Plugin **Processing SAGA NextGen Provider**.

Depois de instalado, o **SAGA Next Gen** surge na **Processing Toolbox**...

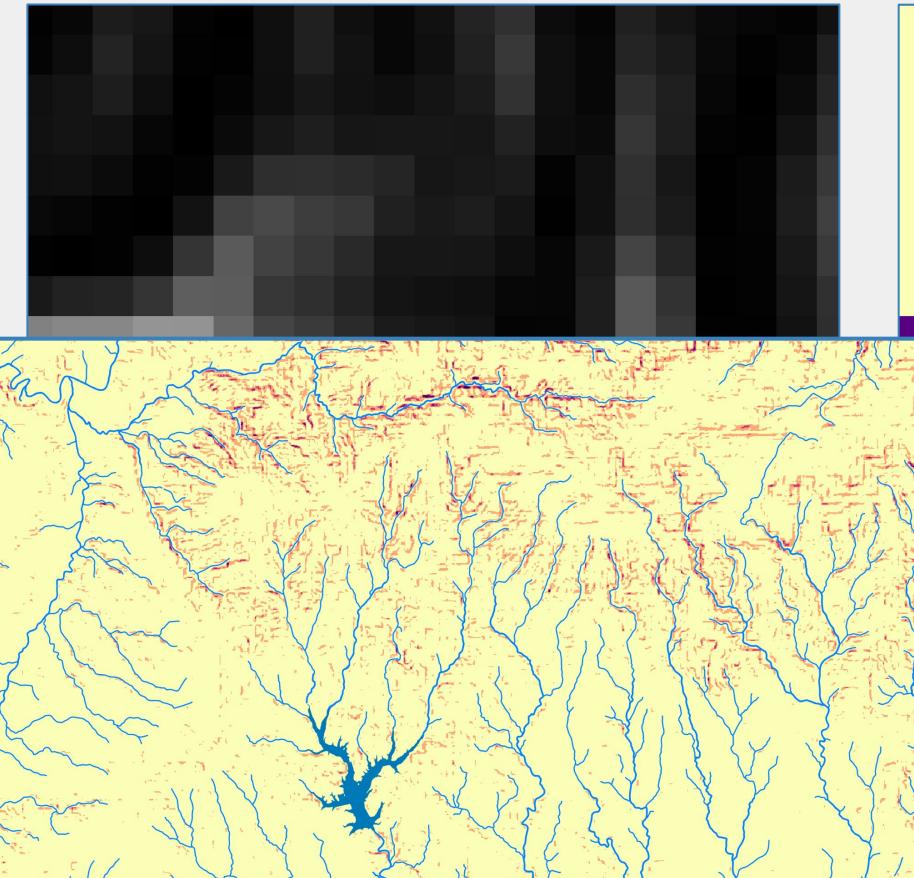


DEPRECATED

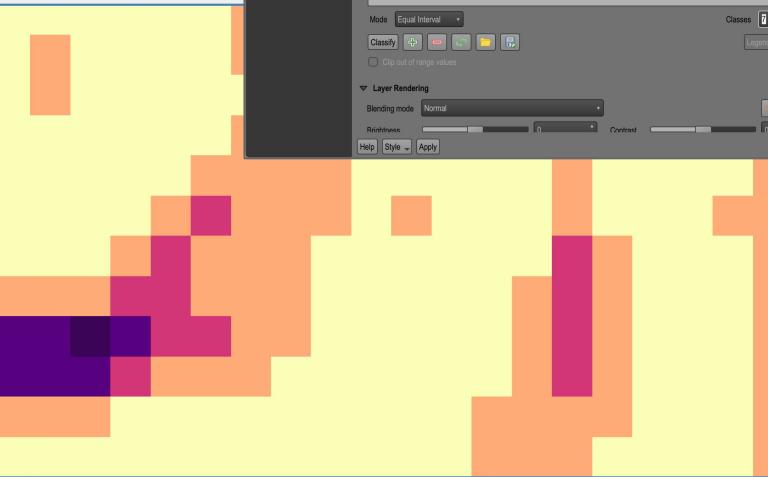
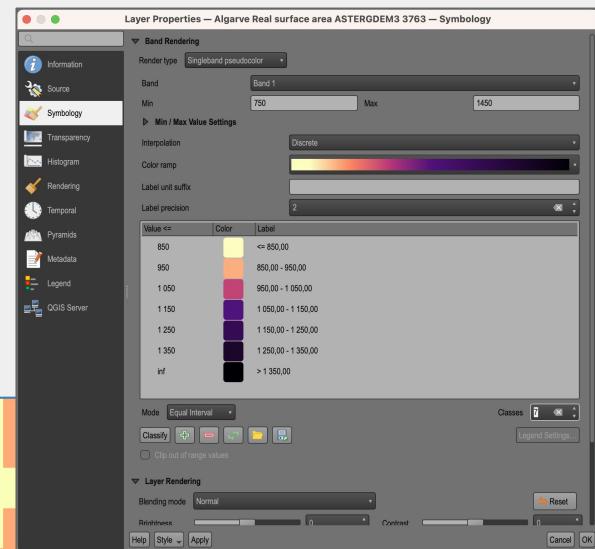
# ÁREA DA SUPERFÍCIE REAL

O **Real surface area** gera um novo raster em que a valor de cada pixel é o da área efectiva, considerando o declive.

Num pixel plano a área efectiva da superfície real é **igual** à área projectada sobre a horizontal. Num pixel declivoso a área efectiva é **superior** à área projectada sobre a horizontal. O **acréscimo** da área efectiva é tanto mais acentuado quanto maior o declive...



Reclassificação da paleta de cores do output original, para facilitar a leitura visual e a interpretação do raster do **Real surface area output**.



O **Real surface area output** representado com a rede hidrográfica de parte do Barlavento algarvio e com a albufeira da barragem da ~~Alqueva~~ ~~Alqueva~~.

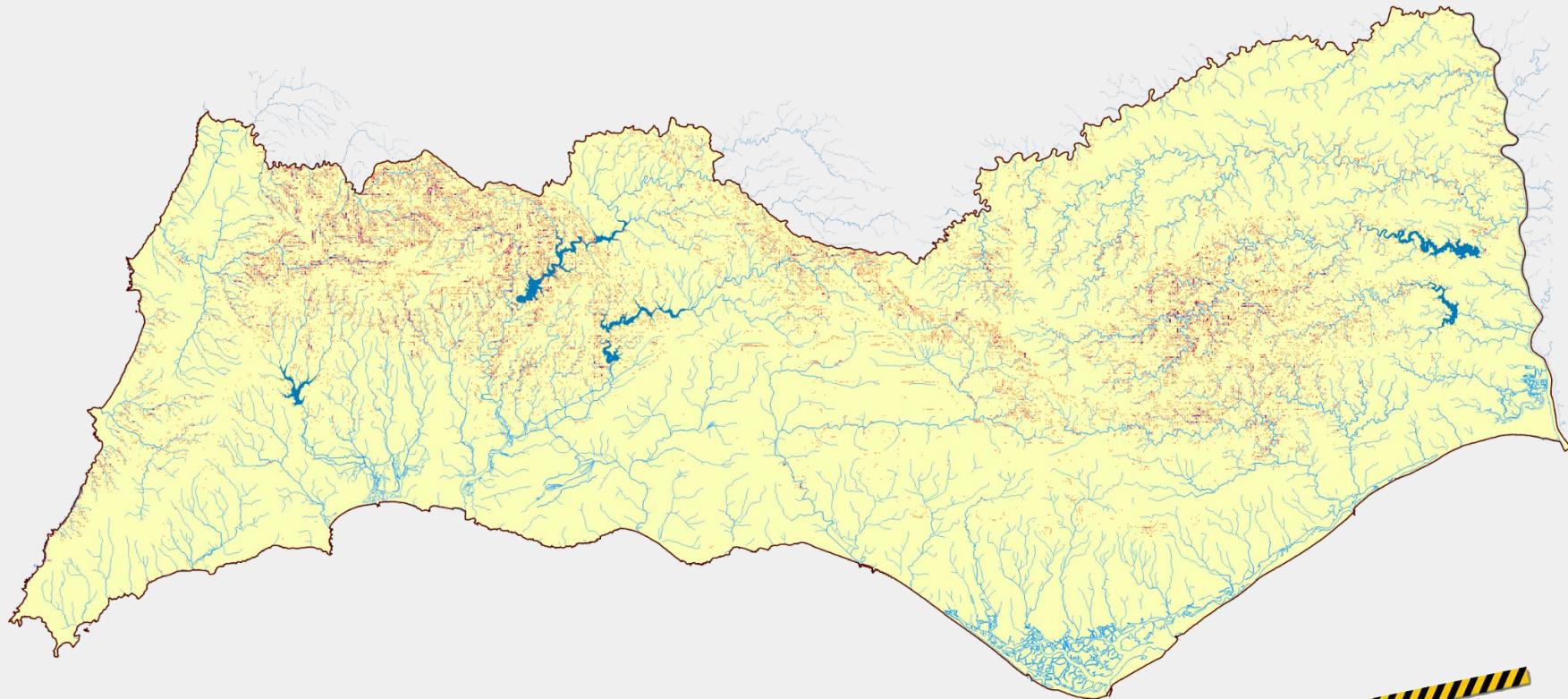
É bem perceptível, nas proximidades da ~~Alqueva~~ ~~Alqueva~~, nas encostas são mais declivadas e as bacias de água mais encaixadas...

WORK IN PROGRESS  
CHECK BACK SOON!

**DEPRECATED**

# ÁREA DA SUPERFÍCIE REAL

Real surface area  
e rede hidrográfica do Algarve...



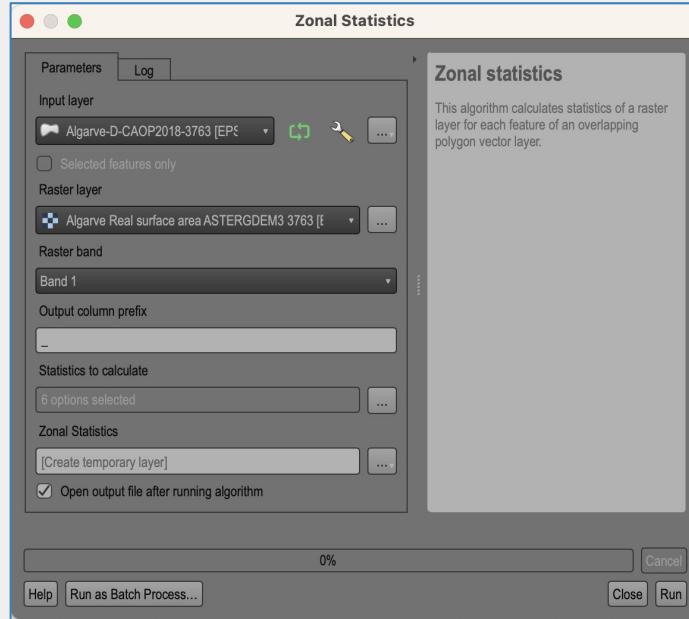
**WORK IN  
PROGRESS**  
CHECK BACK SOON!

**DEPRECATED**

# ÁREA DA SUPERFÍCIE REAL

A segunda fase é:

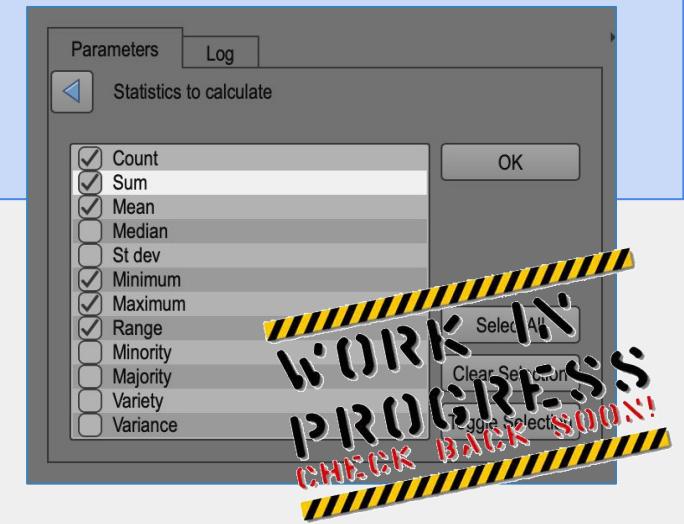
Processing Toolbox >>> Raster Analysis >>> Zonal statistics



O **Zonal statistics** é uma funcionalidade aplicada a uma camada raster (Raster layer) e que permite calcular algumas estatísticas para partes dessa camada, as quais são delimitadas por polígonos de uma shapefile (Input layer).

A **Input layer** pode ser uma shapefile com apenas um polígono ou com vários polígonos.

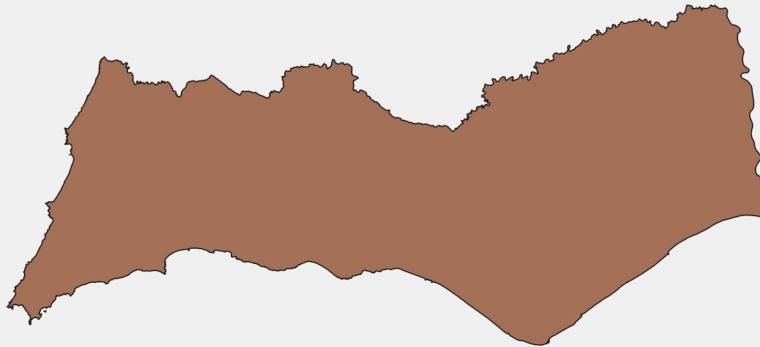
As estatísticas que vão ser calculadas seleccionam-se no sub-menu **Statistics to calculate**.



No final da configuração das opções do Zonal statistics é possível gerar uma nova shapefile layer. Na tabela de atributos da mesma estão os resultados dos cálculos estatísticos.

**DEPRECATED**

# ÁREA DA SUPERFÍCIE REAL



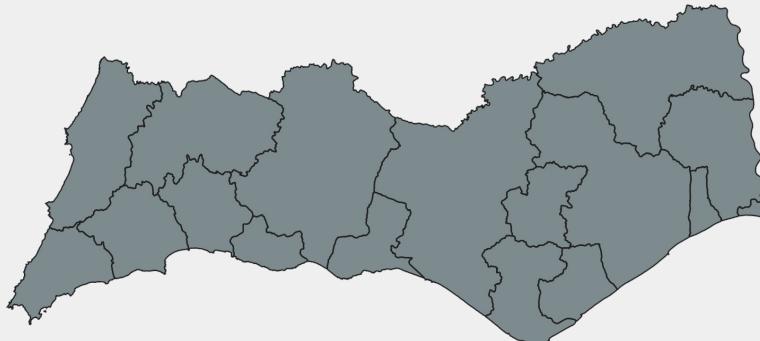
	Distrito	Area m2	Area km2	_count	_sum	_mean	_min	_max	_range
1	FARO	4 996 617 704	4 996,618	6 418 955,000000...	5 110 359 972,925...	796,13581539759...	778,44348144531...	1 688,1462402343...	909,70275878906...

## TOTALIDADE DO DISTRITO DE FARO

Os resultados dos cálculos estatísticos (**Zonal statistics**) para o distrito de Faro:

- `_count`: o número de pixels do Raster surface area
- `_sum`: somatório das áreas dos pixels que constituem a superfície real
- `_mean`: área média dos pixels
- `_min`: área da superfície real do menor pixel
- `_max`: área da superfície real do maior pixel
- `_range`: amplitude das áreas da superfície real de todos os pixels

## CONCELHOS DO DISTRITO DE FARO



	Dicofre	Concelho	Distrito	area km2	_count	_sum	_mean	_min	_max	_range
1	081200	SÃO BRAS DE ALPORTEL	FARO	153,37	197 026,000000000...	158 159 437,8729...	802,73384158936...	778,44348144531...	1 208,0327148437...	429,58923339843...
2	080100	ALBUFEIRA	FARO	140,66	180 677,000000000...	141 613 408,8771...	783,79322701393...	778,44348144531...	1 106,4597167968...	328,01623535156...
3	080200	ALCOUTIM	FARO	575,34	739 111,000000000...	586 168 515,4898...	793,06486310684...	778,44348144531...	1 221,4102783203...	442,96679687500...
4	080300	ALJEZUR	FARO	323,47	415 586,000000000...	331 307 516,2500...	797,20567162993...	778,44348144531...	1 428,5798339843...	650,13635253906...
5	080500	FARO	FARO	202,57	260 232,000000000...	203 786 281,2670...	783,09462812832...	778,44348144531...	1 075,0581054687...	296,11462402343...
6	080400	CASTRO MARIM	FARO	300,82	386 478,000000000...	308 059 941,7198...	791,94660943145...	778,44348144531...	1 123,5643310546...	345,120849680937...
7	080600	LAGOA	FARO	88,25	113 365,000000000...	88 675 665,16194...	782,21738394516...	778,44348144531...	977,89257812500...	199,44909667968...
8	080700	LAGOS	FARO	212,98	273 608,000000000...	215 788 391,8073...	788,67720171673...	778,44348144531...	1 261,0002441406...	482,777095931...
9	080800	LOULÉ	FARO	763,67	981 006,000000000...	780 064 239,6599...	795,16765408159...	778,44348144531...	1 428,5798339843...	467,79309082031...
10	080900	MONCHIQUE	FARO	395,29	507 812,000000000...	416 992 240,6283...	821,477...	778,44348144531...	1 348,810201...	548,43273925781...
11	081000	OLHÃO	FARO	130,86	168 118,000000000...	131 452...	783,06486310684...	778,44348144531...	1 001,3215563...	230,78857421875...
12	081100	PORTIMÃO	FARO	182,06	233 900,000000000...	184 329 13...	788,811...	778,44348144531...	1 137,3365478515...	106,106265...
13	081300	SILVES	FARO	680,06	873 638,000000000...	696 065 045,47...	797,2478823370...	778,44348144531...	1 553,5623046...	1,141,956337...
14	081400	TAVIRA	FARO	606,95	779 693,000000000...	626 237 179,3220...	803,45...	778,44348144531...	1 198,036384...	93,45...
15	081500	VILA DO BISPO	FARO	179,04	230 012,000000000...	181 545 579,18...	789,412...	778,44348144531...	462,40243...	...
16	081600	VILA REAL DE SANTO ANTÓNIO	FARO	61,25	78 686,000000000...	61 663 592,8779...	784,356...	778,44348144531...	131,9431523437...	...

A área real do Algarve é, então, de 5110,4 km<sup>2</sup>, enquanto que os 4996,6 km<sup>2</sup> correspondem à área do Algarve projectada sobre um plano horizontal...

# ANÁLISE FISIOGRÁFICA - conjugação de condicionantes

O exercício que se vai apresentar nos próximos diapositivos tem em vista conjugar diversos condicionantes num único mapa.

Assim, para o Algarve, pretendem-se identificar as parcelas de território que cumprem simultaneamente as seguintes condições:

1. altitude entre 100 e 400 metros
2. declive igual ou inferior a 15%
3. exposição nos octantes SW, S e SE

O exercício é todo resolvido recorrendo ao [Raster Calculator](#), e é executado em duas fases.

Na primeira fase são preparados três mapas:

1. hipsometria
  - a. menos de 100 metros - classe 0
  - b. 100 a 400 metros - classe 1
  - c. mais de 400 metros - classe 0
2. declives
  - a. igual ou inferior a 15% - classe 1
  - b. superior a 15% - classe 0
3. exposição das encostas
  - a. exposições N, NE, E, W e NW - classe 0
  - b. exposições SW, S e SE - classe 1

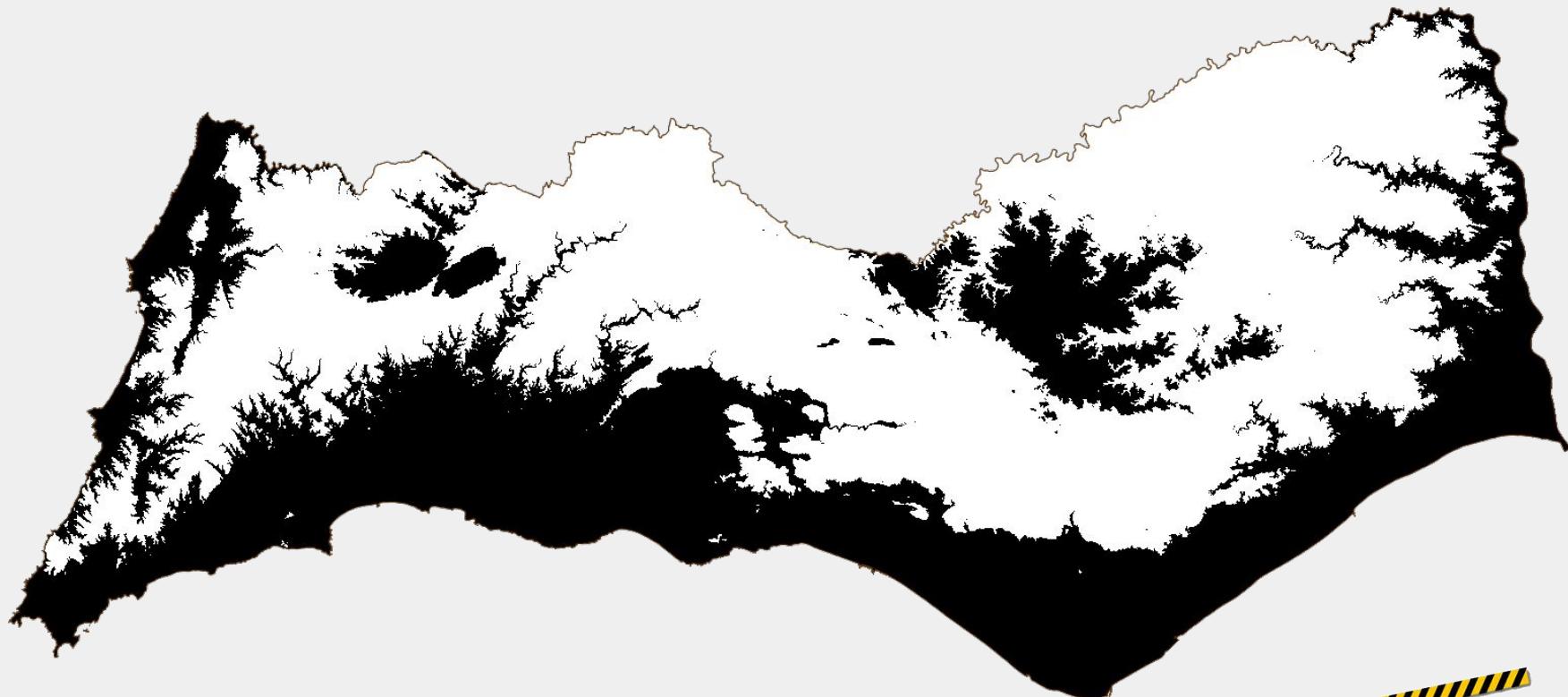
Em síntese, é atribuída a classe 1 quando a condição em análise é cumprida e é atribuída a classe 0 quando não é cumprida.



# Condicionante ALTITUDE

BRANCO - cumpre a condição - classe 1

PRETO - não cumpre a condição - classe 0



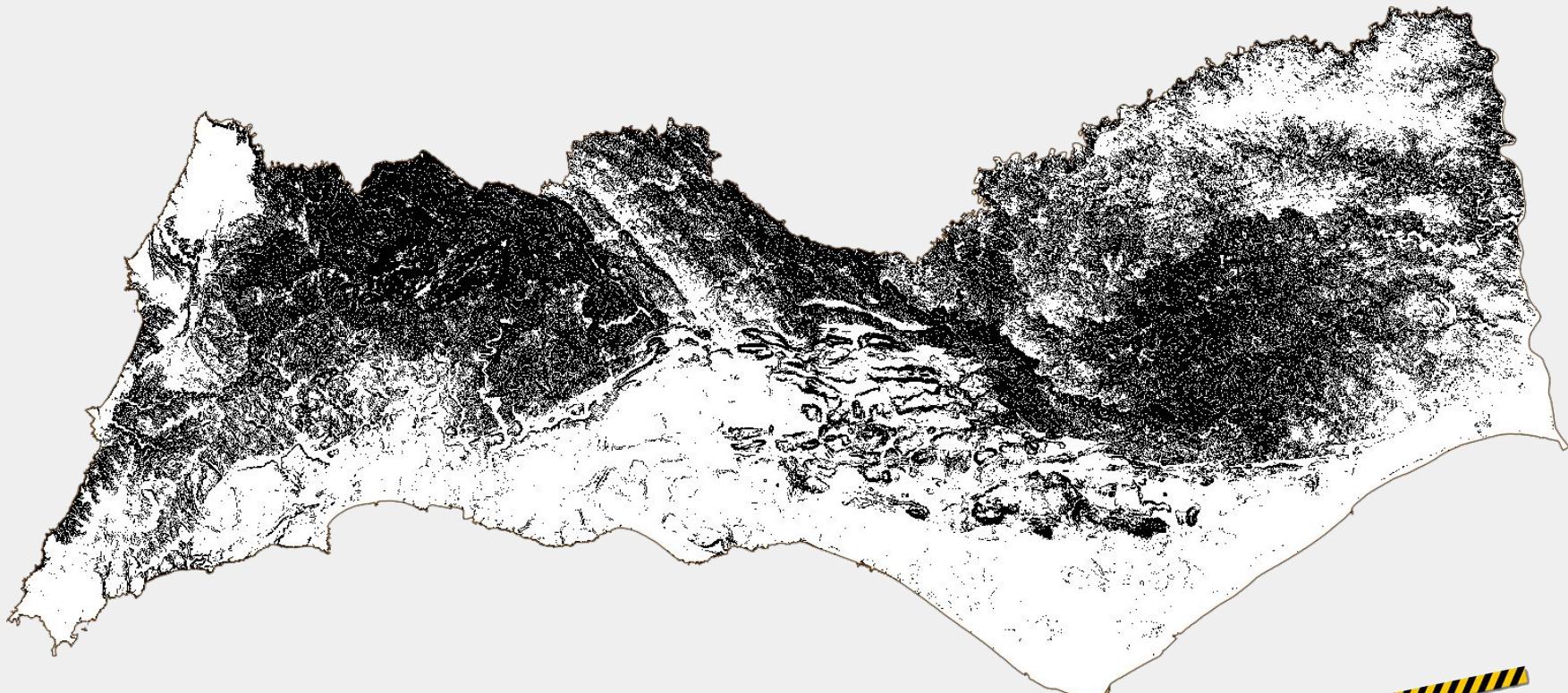
("Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1" < 100 OR "Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1" > 400) \* 0 +  
("Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1" >= 100 AND "Algarve SRTM 25m Goncalves 3763@1" <= 400) \* 1

WORK IN  
PROGRESS  
CHECK BACK SOON!

# Condicionante DECLIVES

BRANCO - cumpre a condição - classe 1

PRETO - não cumpre a condição - classe 0



("Algarve SLOPE % SRTM 3763@1" <= 15) \* 1 + ("Algarve SLOPE % SRTM 3763@1" > 15) \* 0

WORK IN  
PROGRESS  
CHECK BACK SOON!

# Condicionante EXPOSIÇÃO DAS ENCOSTAS

BRANCO - cumpre a condição - classe 1

PRETO - não cumpre a condição - classe 0



("Algarve ASPECT 8 classes azº SRTM 3763@1" <= 3 OR "Algarve ASPECT 8 classes azº SRTM 3763@1" >= 7) \* 0 + ("Algarve ASPECT 8 classes azº SRTM 3763@1" >= 4 AND "Algarve ASPECT 8 classes azº SRTM 3763@1" <= 6) \* 1

**WORK IN  
PROGRESS**  
CHECK BACK SOON!

# ANÁLISE FISIOGRÁFICA - conjugação de condicionantes

Com estes três mapas fica cumprida a primeira fase.

A segunda fase consiste na multiplicação, também no raster Calculator, dos três mapas anteriores.

```
"altitude reclassificada@1" * "declives reclassificada@1" *  
"exposicoes reclassificada@1"
```

A expressão acima é a expressão a usar. Está baseada no **elemento neutro da multiplicação** (o 1) e no **elemento nulo da multiplicação** (o 0).

Para se verificarem simultaneamente as três condições é necessário, num mesmo pixel, que ocorra  $1 * 1 * 1 = 1$ . Ou seja, que **o valor do pixel no mapa resultado seja 1**.

Se não se verificarem as três condições haverá no produto um 0, que funcionará como elemento nulo e fará com que **o valor do pixel no mapa resultado seja 0**.



# ANÁLISE FISIOGRÁFICA - conjugação de condicionantes

BRANCO - cumpre simultaneamente as três condições - classe 1

PRETO - não cumpre simultaneamente as três condições - classe 0



"altitude reclassificada@1" \* "declives reclassificada@1" \* "exposicoes reclassificada@1"

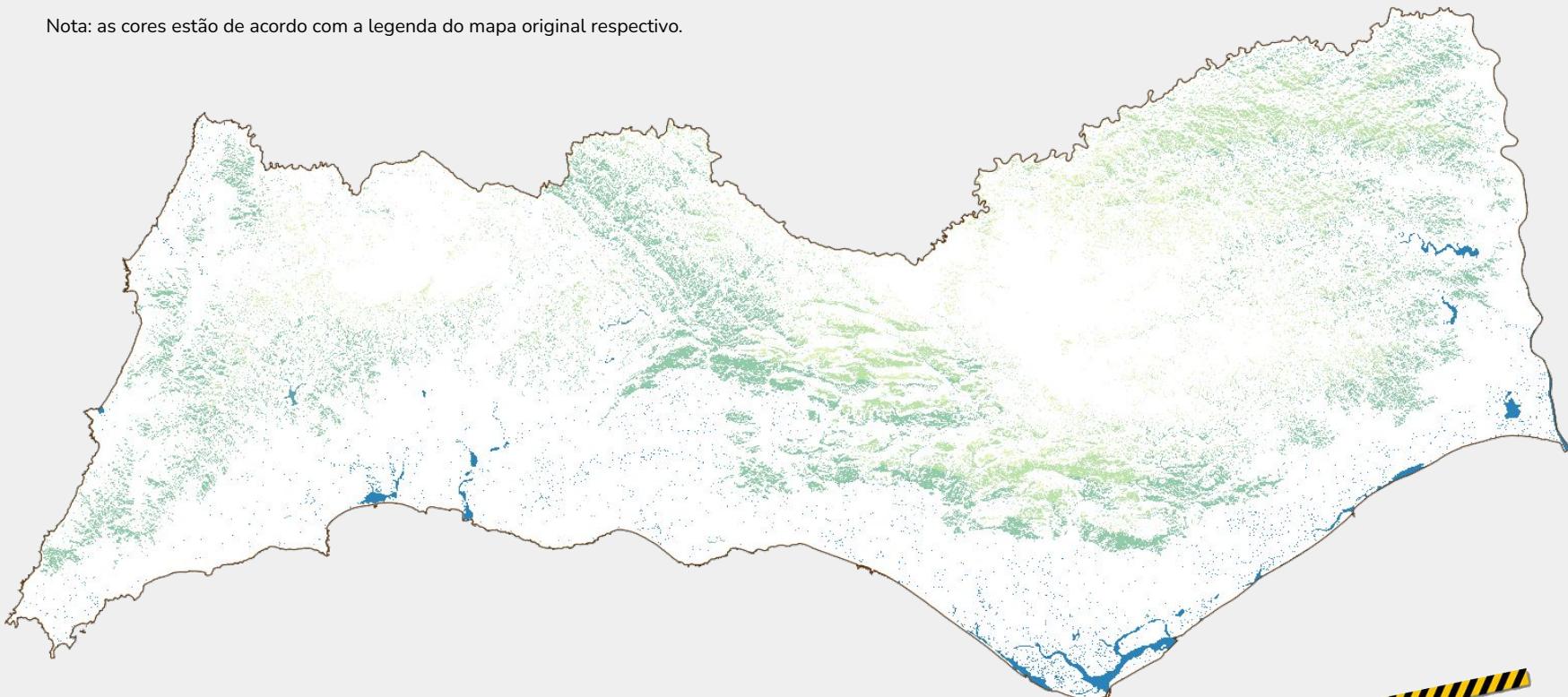
WORK IN  
PROGRESS  
CHECK BACK SOON!

# ANÁLISE FISIOGRÁFICA - conjugação de condicionantes

**CORES** - cumpre simultaneamente as três condições - classe 1

**BRANCO** - não cumpre simultaneamente as três condições - classe 0

Nota: as cores estão de acordo com a legenda do mapa original respetivo.



## ALTITUDES

que ocorrem nas parcelas do Algarve onde se cumprem simultaneamente as três condições

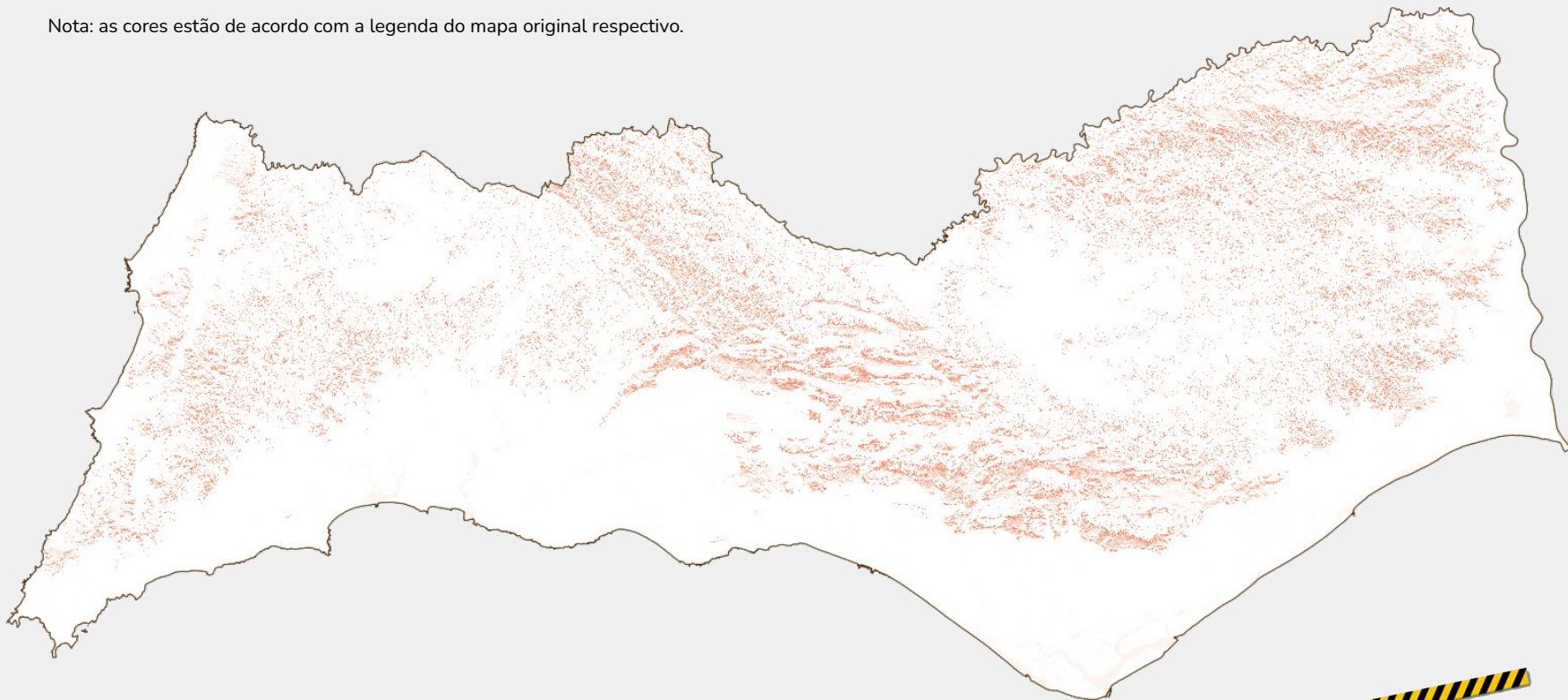
**WORK IN PROGRESS**  
*CHECK BACK SOON!*

# ANÁLISE FISIOGRÁFICA - conjugação de condicionantes

**CORES** - cumpre simultaneamente as três condições - classe 1

**BRANCO** - não cumpre simultaneamente as três condições - classe 0

Nota: as cores estão de acordo com a legenda do mapa original respetivo.



## DECLIVES

que ocorrem nas parcelas do Algarve onde se cumprem simultaneamente as três condições

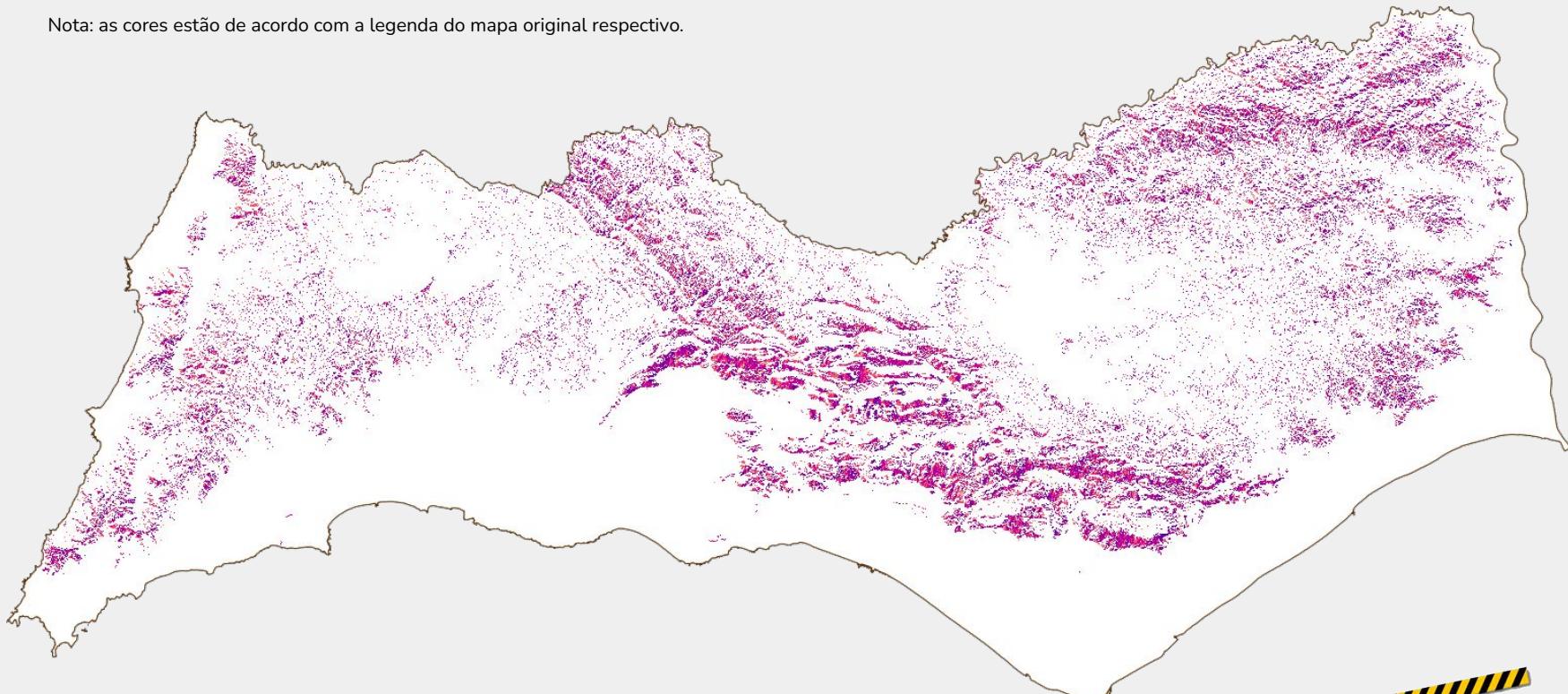
**WORK IN PROGRESS**  
**CHECK BACK SOON!**

# ANÁLISE FISIOGRÁFICA - conjugação de condicionantes

**CORES** - cumpre simultaneamente as três condições - classe 1

**BRANCO** - não cumpre simultaneamente as três condições - classe 0

Nota: as cores estão de acordo com a legenda do mapa original respetivo.



## EXPOSIÇÃO DAS ENCOSTAS

que ocorrem nas parcelas do Algarve onde se cumprem simultaneamente as três condições

**WORK IN PROGRESS**  
*CHECK BACK SOON!*

# CARTA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

A **caracterização** das linhas de talvegue e do **escoamento superficial** é, em geral, o primeiro passo da análise fisiográfica, na sua componente de **hidrologia de superfície / bacias hidrográficas**.

Existem diversas alternativas para levar a cabo esta análise, nomeadamente através do **SAGA (System for Automated Geoscientific Analyses)**, um **SIG Free Open Source Software (FOSS)** que pode ser utilizado no ambiente **QGIS 3**.

O **Plugin PCRasterTools** é um pacote de funcionalidades para análise de informação geoespacial em formato **raster**, que também pode ser utilizado no ambiente **QGIS 3**. Neste tutorial é a opção recomendada e que vai ser utilizada e, consequentemente, é necessária a sua instalação.

A instalação do *Plugin* é semelhante à da generalidade dos plugins, através de:

[Plugins >>> Manage and Install Plugins...](#)

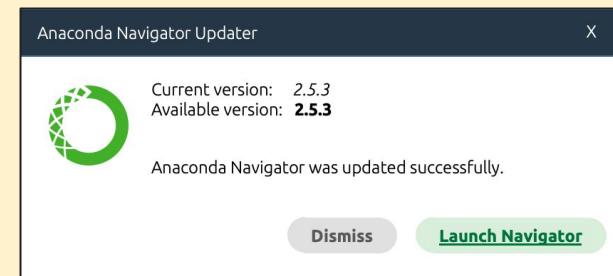
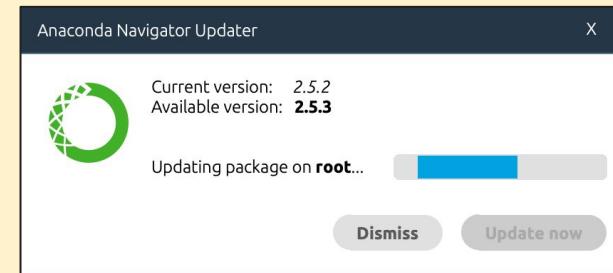
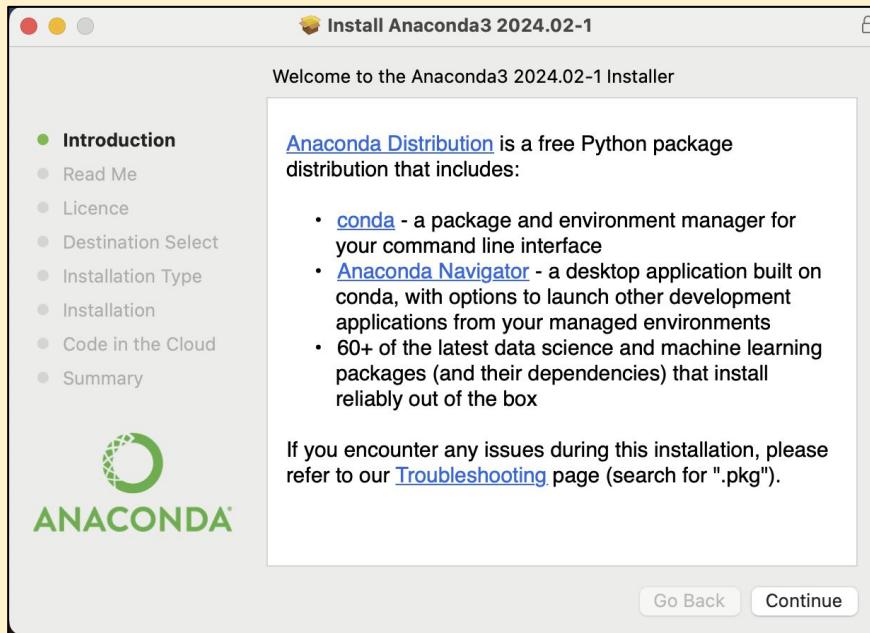
e o **PCRasterTools** fica instalado. No entanto, é também necessário instalar o PCRaster!

## Settings for the plugin

Before you can use the plugin you need to install PCRaster. This can be done on **Windows** (OSGeo4W installer or conda), **Linux** (build from source or conda) or **MacOS** (conda).



# CARTA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL



## Linux, MacOS and Windows (conda)

PCRaster is available on [conda-forge](#) and can be installed using conda. Supported platforms are Linux, MacOS and Windows. QGIS and PCRaster need to be installed in the same conda environment.

First thing you need to do is to install the Conda packaging system. Two distributions install Conda: Anaconda and Miniconda.

1. Download [Anaconda](#) or [Miniconda](#) installers for your system and follow the instructions to install it.
2. Create a new conda environment and install QGIS and PCRaster by typing the following command in the terminal (e.g. Anaconda prompt on Windows):  

```
conda create --name <name_of_the_environment> -c conda-forge qgis pcraster
```
3. Enter the environment by typing `conda activate <name_of_the_environment>`
4. Type `qgis` to run QGIS
5. Install the plugin

VER TAMBÉM...

[conda.io/projects/conda/en/latest/user-guide/tasks/manage-environments.html](https://conda.io/projects/conda/en/latest/user-guide/tasks/manage-environments.html)

E...

[www.youtube.com/watch?v=7Xzw7lVI](https://www.youtube.com/watch?v=7Xzw7lVI)

WORK IN  
PROGRESS  
CHECK BACK SOON!

# CARTA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

Neste exercício utiliza-se como modelo digital topográfico de base o resultado de um merge de quatro tiles **ASTER GDEM V003**, os correspondentes ao **Sul de Portugal continental**, que depois foram clipados com o limite proveniente da **CAOP 2023**.

O PCRaster, depois de instalado, fica acessível através do **Processing Toolbox**.

O primeiro passo é a transformação do ficheiro \*.GeoTIFF num ficheiro PCRaster.

**PCRaster >>> Data management >>> Convert to PCRaster Format**

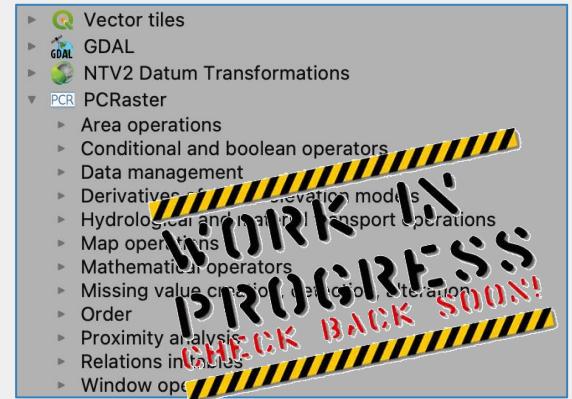
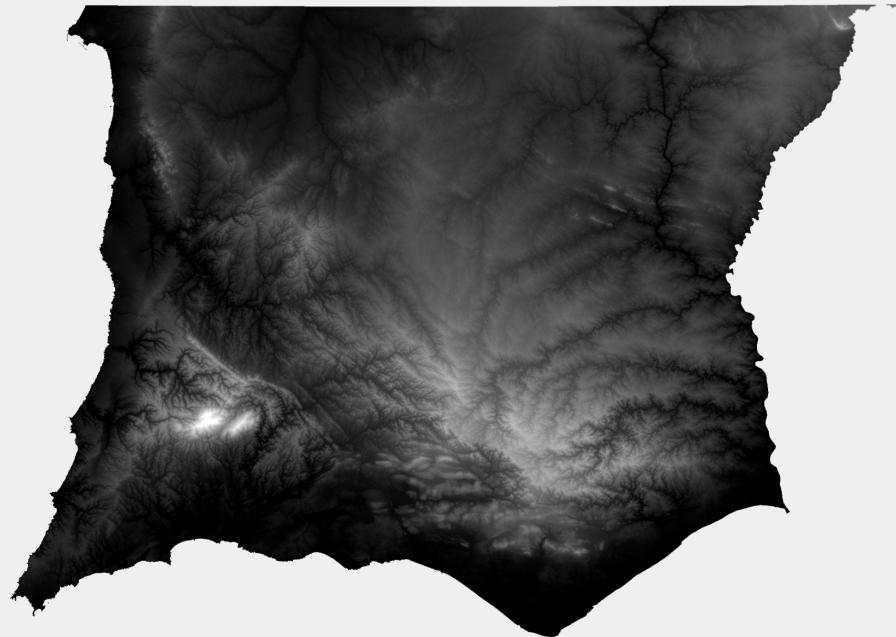
Nesta operação o **Output data type** tem de estar configurado para **Scalar**. Concluída a mesma, surge um novo ficheiro \*.map...

O segundo passo é o cálculo das direcções do escoamento superficial (*flow directions*) que é feito através de

**PCRaster >>> Hydrological and material transport operations >>> Iddcreate**

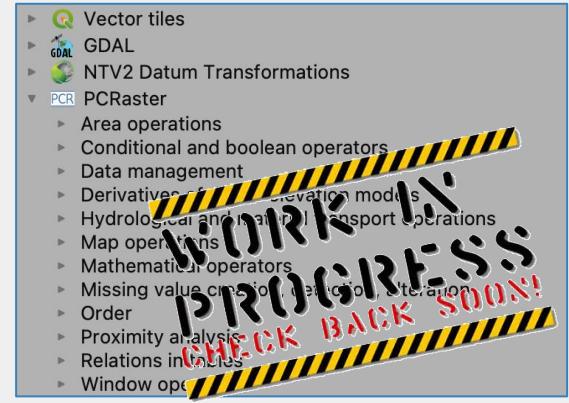
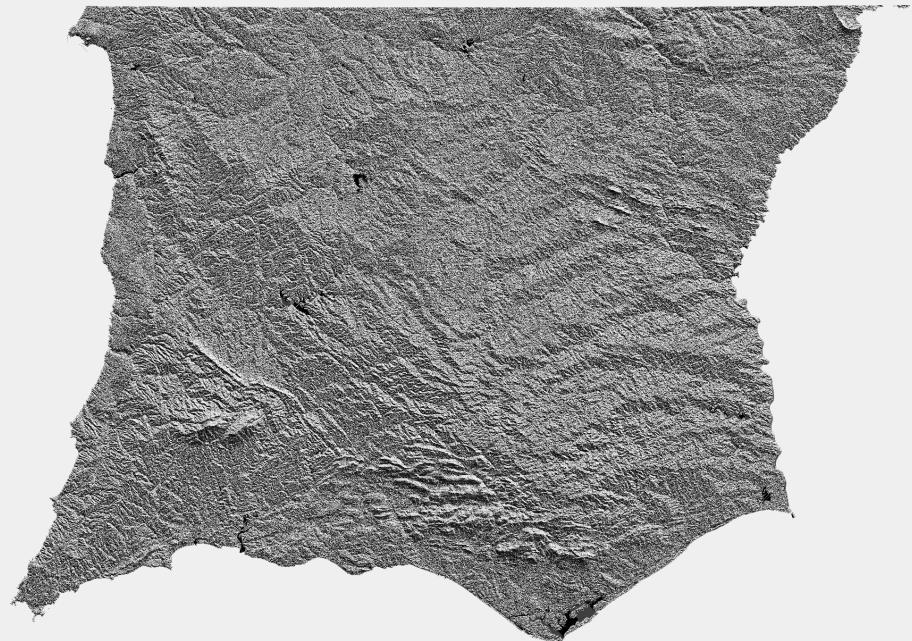
e podem-se aceitar, pelo menos num momento inicial, os preenchimentos dos campos que são propostos por defeito. É apenas necessário criar um novo ficheiro...

*O procedimento pode demorar alguns minutos!*



# CARTA DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL

A imagem à direita é o resultado do [Idccreate...](#)

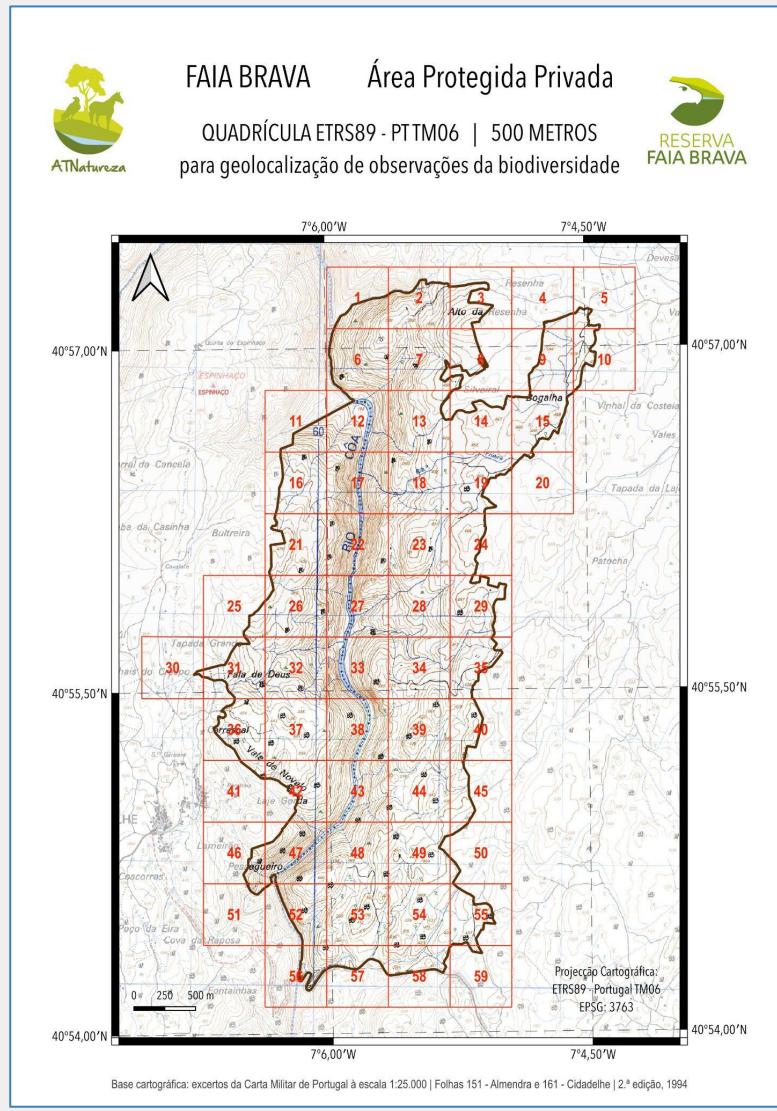


# 5. MDTs por interpolação

WORK IN  
PROGRESS  
CHECK BACK SOON!

# FAIA BRAVA - app : modelo digital topográfico

(por interpolação)



A FAIA BRAVA é uma Área Protegida Privada com aproximadamente 9,35 km<sup>2</sup>, localizada no Norte de Portugal continental, nos concelhos de Pinhel e Figueira de Castelo Rodrigo, distrito da Guarda.

Está representada nas Folhas n.º 151 e 161 da Carta Militar de Portugal à escala de 1:25.000, e neste exercício utilizaram-se informações vectoriais relativas às curvas de nível, aos pontos cotados e aos vértices geodésicos, para além de uma *shapefile* com os limites da APP.

O primeiro procedimento é a criação de um *buffer* envolvendo a FAIA BRAVA, para que o DEM seja inicial e provisoriamente feito para um território mais vasto e, então, não existam erros nos limites do DEM da APP que resultem da falta de informação.

O *buffer* é criado através da funcionalidade **Vector >> Geoprocessing Tools >> Buffer...** e no exercício adoptou-se um **Buffer** de 1000 metros e 25 **Segments**. O número superior de segmentos permitiu suavizar os contornos do *buffer*...

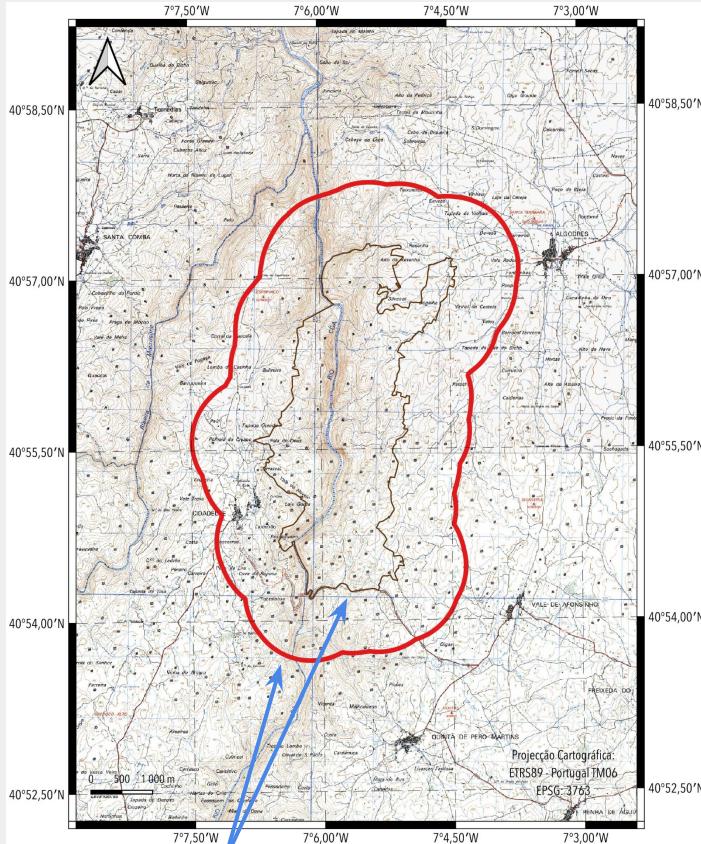
**Seguidamente**, para cada uma das *shapefiles* dos vértices geodésicos, das *shapefiles* dos pontos cotados e das *shapefiles* de curvas de nível, foi feito um *clip* com o *buffer*, para eliminar toda a informação de altimetria exterior ao mesmo e para se limitar, consequentemente, a quantidade de informação a processar nos procedimentos seguintes.

**Vector >> Geoprocessing Tools >> Clip...**

**WORK IN PROGRESS**  
**CHECK BACK SOON!**

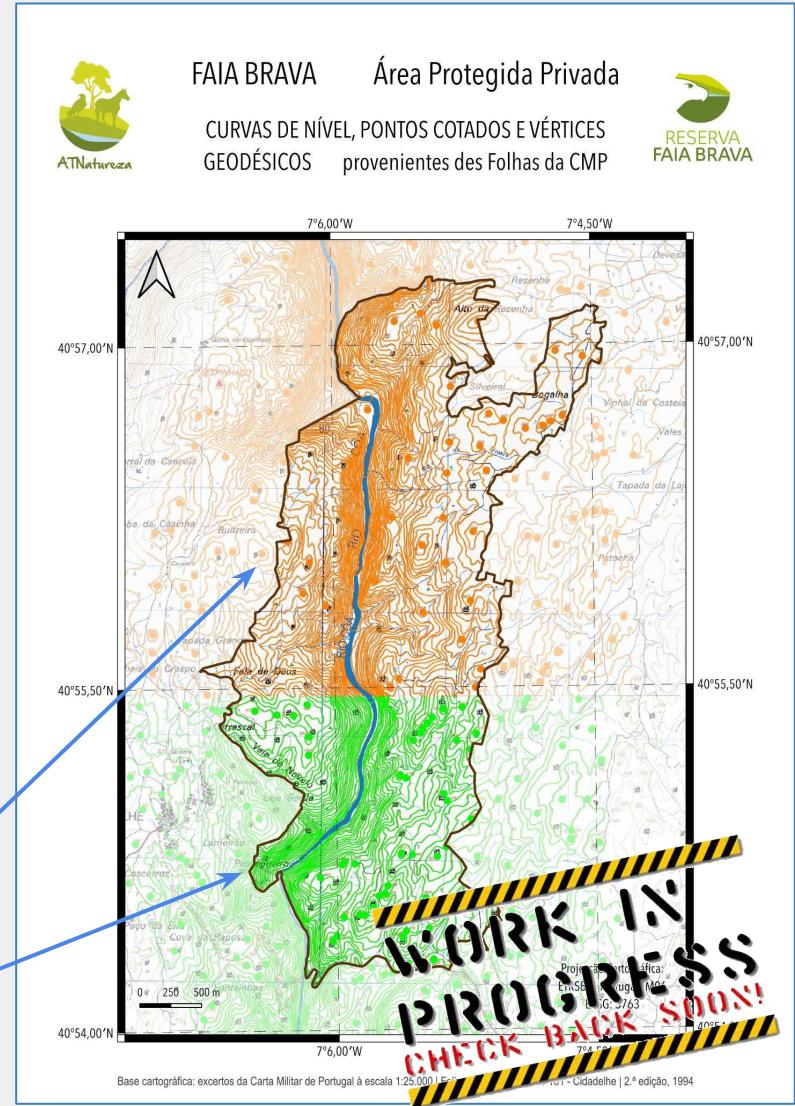
# FAIA BRAVA - app : modelo digital topográfico

(por interpolação)



O buffer de 1000 metros assinalado a vermelho e o limite da Faia Brava a castanho.

Curvas de nível, pontos cotados e vértices da Folha n.º 151 a cor-de-laranja e da Folha 161 n.º a verde.



# FAIA BRAVA - app : modelo digital topográfico

(por interpolação)

O procedimento seguinte é a junção das duas *layers* de pontos **cotados** e das duas *layers* de **vértices geodésicos** numa só.

Para tal vai utilizar-se a funcionalidade

**Vector >> Data Management Tools >> Merge Vector Layers...**

Mas antes é necessário verificar que os campos com a **altitude** estão parametrizados da mesma forma em todas as quatro *layers*. Só assim a junção é correctamente efectuada. Caso não estejam a resolução é muito simples com o uso do **Field calculator...**

De notar que a operação **Merge Vector Layers...** é uma operação não destrutiva, ou seja, as *shapefiles* iniciais ficam inalteradas...

	Entity	Elevation	Tipo	Nome
1	Cell	500,000000000000	VG de Outra Ordem	ESPINHAÇO

**Tabela de Atributos** da *shapefile* com os Vértices Geodésicos da Folha n.º 151 que estão dentro dos limites do *buffer* 1000 m.

	Entity	Elevation	Tipo	Nome
1	Cell	456,000000000000	Ponto Cotado	NULL
2	Cell	436,000000000000	Ponto Cotado	NULL
3	Cell	390,000000000000	Ponto Cotado	NULL
4	Cell	494,000000000000	Ponto Cotado	NULL
5	Cell	376,000000000000	Ponto Cotado	NULL
6	Cell	475,000000000000	Ponto Cotado	NULL
7	Cell	488,000000000000	Ponto Cotado	NULL
8	Cell	445,000000000000	Ponto Cotado	NULL
9	Cell	465,000000000000	Ponto Cotado	NULL

**Exerto da Tabela de Atributos** da *shapefile* com os Pontos Cotados da Folha n.º 151 que estão dentro dos limites do *buffer* 1000 m.

**Exerto da Tabela de Atributos** da *shapefile* resultante do **Merge Vector Layers...** Para além dos atributos originais, surgem duas novas colunas (atributos), uma com a indicação da **layer de origem** da *feature* e outra com o **path** para essa mesma *shapefile*. Esta última coluna pode ser posteriormente removida.

	Entity	Elevation	Tipo	Nome	layer	path
1	Cell	500,000000000000	VG de Outra Ordem	ESPINHAÇO	FB VG 151 buffer 1000 m 3763	/Users/nsloureiro.pt/Desktop/QGIS PORTUGAL/FAIA BRAVA/altimetria/FB VG 151 buffer 1000 m 3763.shp
2	Cell	539,000000000000	Ponto Cotado	NULL	FB PC 151 buffer 1000 m 3763	/Users/nsloureiro.pt/Desktop/QGIS PORTUGAL/FAIA BRAVA/altimetria/FB PC 151 buffer 1000 m 3763.shp
3	Cell	534,000000000000	Ponto Cotado	NULL	FB PC 151 buffer 1000 m 3763	/Users/nsloureiro.pt/Desktop/QGIS PORTUGAL/FAIA BRAVA/altimetria/FB PC 151 buffer 1000 m 3763.shp
4	Cell	533,000000000000	Ponto Cotado	NULL	FB PC 151 buffer 1000 m 3763	/Users/nsloureiro.pt/Desktop/QGIS PORTUGAL/FAIA BRAVA/altimetria/FB PC 151 buffer 1000 m 3763.shp
5	Cell	526,000000000000	Ponto Cotado	NULL	FB PC 151 buffer 1000 m 3763	/Users/nsloureiro.pt/Desktop/QGIS PORTUGAL/FAIA BRAVA/altimetria/FB PC 151 buffer 1000 m 3763.shp
6	Cell	526,000000000000	Ponto Cotado	NULL	FB PC 151 buffer 1000 m 3763	/Users/nsloureiro.pt/Desktop/QGIS PORTUGAL/FAIA BRAVA/altimetria/FB PC 151 buffer 1000 m 3763.shp

# FAIA BRAVA - app : modelo digital topográfico

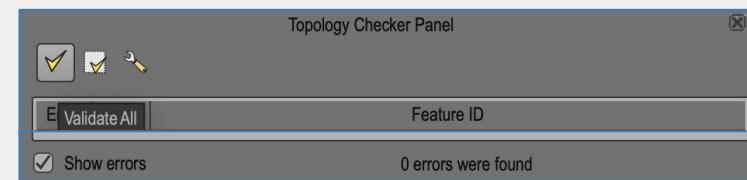
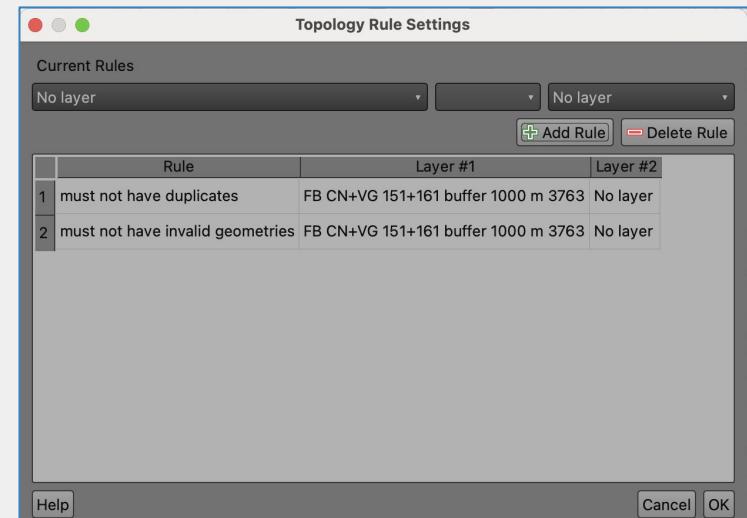
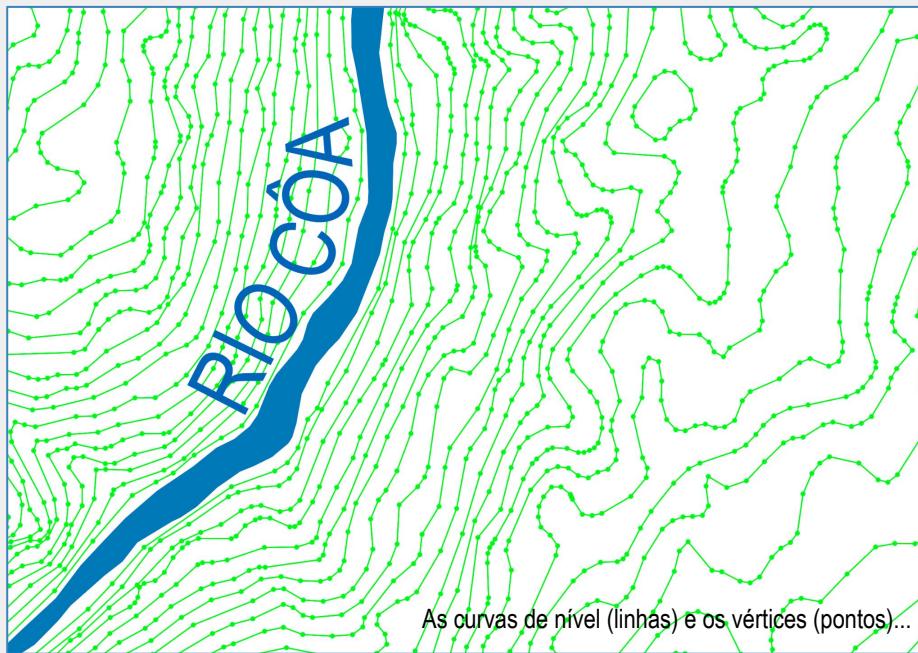
(por interpolação)

O Plugin **Topology Checker** permite verificar a inexistência de erros, quer de informação duplicada (**must not have duplicates**), quer de geometrias inválidas (**must not have invalid geometries**).

**Vector >> Topology Checker** (com o Plugin instalado e activo)

A inexistência de erros topológicos é indispensável para que não ocorram problemas nos procedimentos seguintes...

O terceiro procedimento, que é efectuado apenas para as *layers* das curvas de nível, uma a uma, é a **extracção dos vértices**, ou



Plugin Topology Checker: Rules, Validate All e Errors found...

seja, a transformação das *shapefiles* de linhas em **shapefiles de pontos**. Estes pontos são os que permitem desenhar vectorialmente as respectivas linhas. A tarefa é executada com a funcionalidade **Vector >> Geometry Tools >> Extract Vertices...**



# FAIA BRAVA - app : modelo digital topográfico

(por interpolação)

O **Topology Checker** deve ser novamente utilizado, *shapefile* a *shapefile*, para testar a inexistência de erros, nomeadamente **informação duplicada (must not have duplicates)**, em cada uma das *shapefiles* resultantes do **Extract nodes**.

Se existirem erros os mesmos podem ser eliminados com a utilização da funcionalidade

**Processing >> Toolbox >> Vector general >> Delete duplicate geometries**

Esta operação é **não destrutiva**, ou seja, a *shapefile* inicial fica inalterada...

O quarto procedimento é a junção das duas *layers* de vértices das *curvas de nível* numa só e depois a junção dessa *layer* resultante com a *layer* dos pontos cotados e dos vértices geodésicos.

No final desta sequência de procedimentos haverá apenas uma *shapefile* de pontos com a totalidade da informação disponível sobre altitude proveniente da *Carta Militar de Portugal* à escala de 1:25.000!

	Error	Layer	Feature ID
0	duplicate geometry	FB CN 151 vertices buffer 1000 m 3763	8413
1	duplicate geometry	FB CN 151 vertices buffer 1000 m 3763	8521
2	duplicate geometry	FB CN 151 vertices buffer 1000 m 3763	8538
3	duplicate geometry	FB CN 151 vertices buffer 1000 m 3763	8734
4	duplicate geometry	FB CN 151 vertices buffer 1000 m 3763	8778
5	duplicate geometry	FB CN 151 vertices buffer 1000 m 3763	8804
6	duplicate geometry	FB CN 151 vertices buffer 1000 m 3763	8943
7	duplicate geometry	FB CN 151 vertices buffer 1000 m 3763	9080
8	duplicate geometry	FB CN 151 vertices buffer 1000 m 3763	9112

Show errors

41 errors were found

Exerto dos resultados da funcionalidade **Topology Checker**. Foram identificados **41 erros**, corrigidos através da funcionalidade **Delete duplicate geometries**...



# FAIA BRAVA - app : modelo digital topográfico

(por interpolação)

Seguidamente, faz-se uma **INTERPOLAÇÃO**, operação que vai permitir executar, em simultâneo, duas tarefas distintas:

1. converter a informação de pontos (formato vectorial) para quadrículas (formato raster) e atribuir a cada quadrícula um **valor de altitude**, ou seja, está-se a gerar um **DEM RASTER**
2. criar a rede de triângulos TIN.

Processing >>> Toolbox >>> Interpolation  
>>> TIN interpolation

Shapefile de pontos com a informação para input

Atributo da *shapefile* que contém a informação relativa à altitude

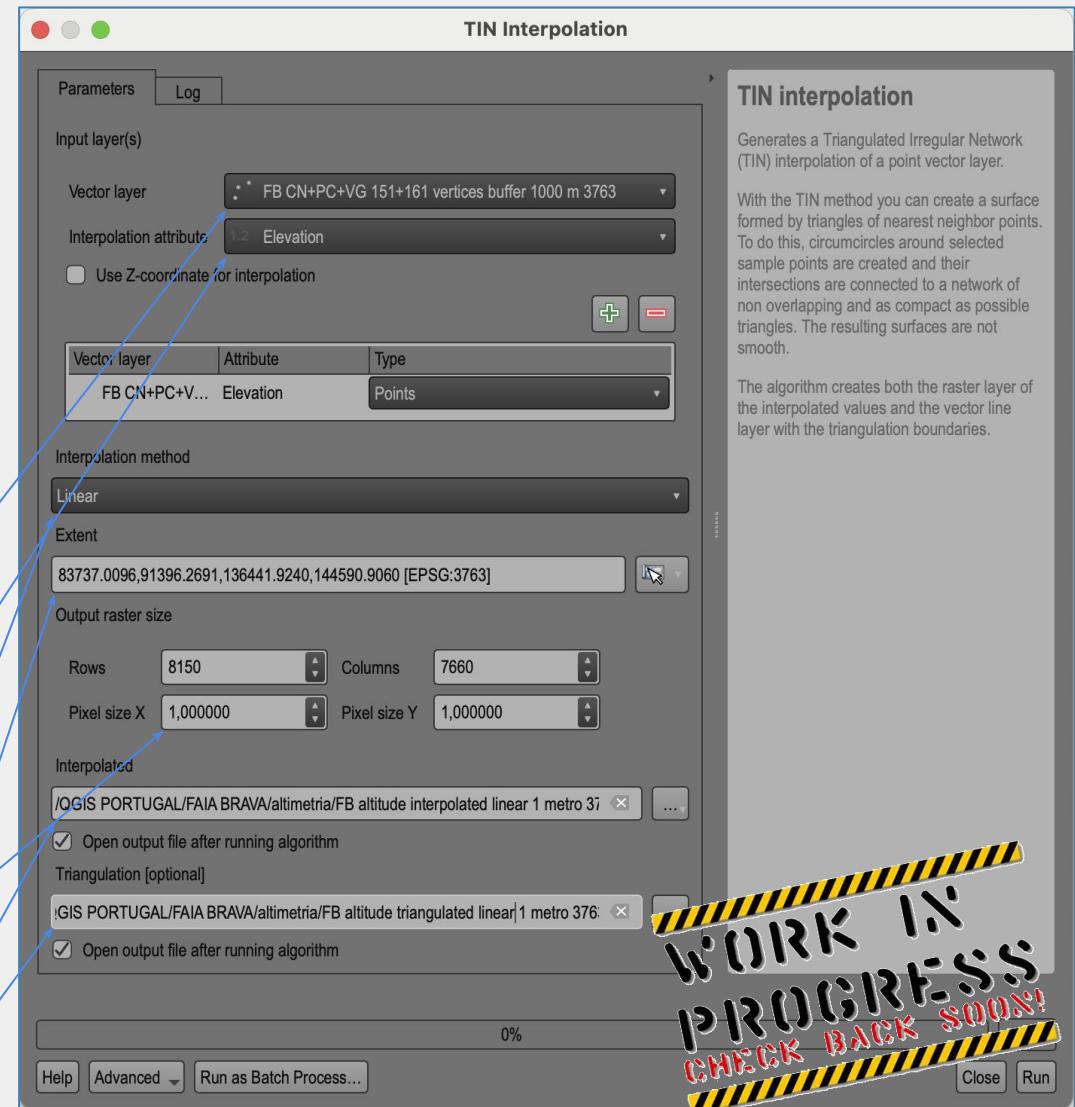
Método de interpolação

Limites do polígono para o qual vai ser executada a interpolação

Resolução do DEM RASTER resultante

Nome do ficheiro de output do DEM RASTER

Nome do ficheiro de output do TIN



# O método de interpolação TIN - TRIANGULATED IRREGULAR NETWORK

The **TIN** model represents a surface as a set of contiguous, non-overlapping triangles. Within each triangle the surface is represented by a plane. The triangles are made from a set of points called mass points.

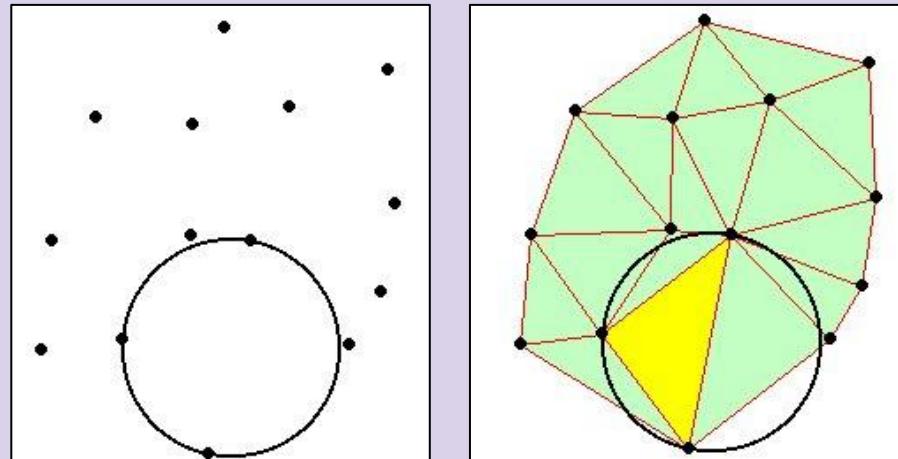
Mass points can occur at any location, the more carefully selected, the more accurate the model of the surface. Well-placed mass points occur where there is a major change in the shape of the surface, for example, at the peak of a mountain, the floor of a valley, or at the edge (top and bottom) of cliffs.

## The Delaunay Triangulation

Delaunay triangulation is a proximal method that satisfies the requirement that a circle drawn through the three nodes of a triangle will contain no other node.

Delaunay triangulation has several advantages over other triangulation methods:

- The triangles are as equi-angular as possible, thus reducing potential numerical precision problems created by long skinny triangles;
- Ensures that any point on the surface is as close as possible to a node;
- The triangulation is independent of the order the points are processed.



## TINs from contours

Contours are a common source of **digital elevation data**. In general all the vertices of the contour lines are used as mass points for triangulation. In many cases this will cause the presence of **flat triangles** in the surface.

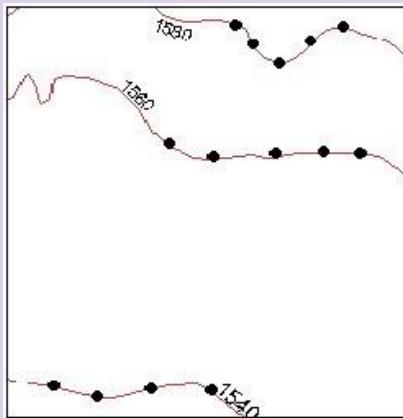
Flat triangles are created whenever a triangle is formed from three nodes with the same elevation value.

Flat triangles are frequently generated along contours when the sample points occur along the contour at a distance that is less than the distance between contours. When these "excess" vertices are not removed, the Delaunay triangulation discovers that the closest sample points are those along the same contour, causing the generation of flat triangles.

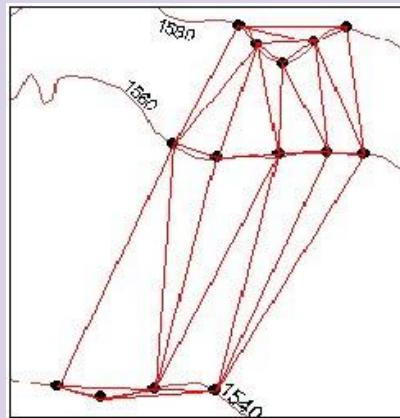
The flat triangles have a **slope** of 0 and do not have defined **aspect**. They might cause problems when the surface is used for modeling.

WORK IN PROGRESS  
CHECK BACK SOON!

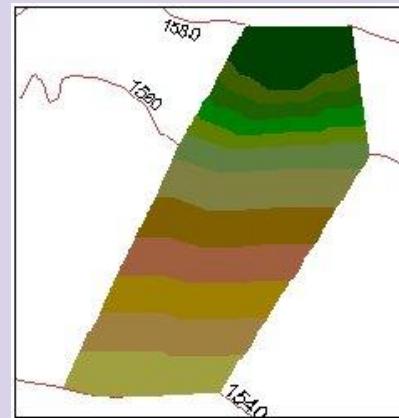
## O método de interpolação TIN - TRIANGULATED IRREGULAR NETWORK



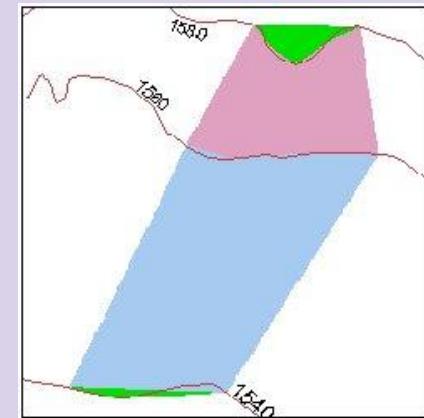
curvas de nível e 'mass points'



triangulação



classes hipsométricas



declives (a verde os declives = 0)

How can we avoid the flat triangles?

- by adding more mass points
- generalizing the contours
- by adding break lines

### Break lines

Linear features which define and control surface behavior in terms of smoothness and continuity are called **break lines**.

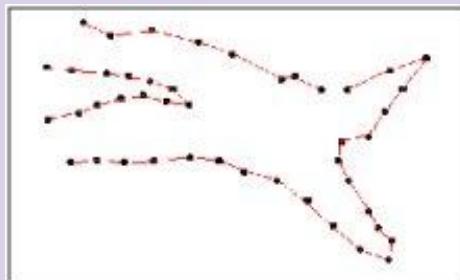
Types break lines:

- **Soft break lines** are used to ensure that linear features and polygon edges are maintained in the tin surface model by forcing the break line as tin edges. However, they do not define interruptions in surface smoothness - break lines without Z value
- **Hard break lines** define interruptions in surface smoothness - break lines with Z value

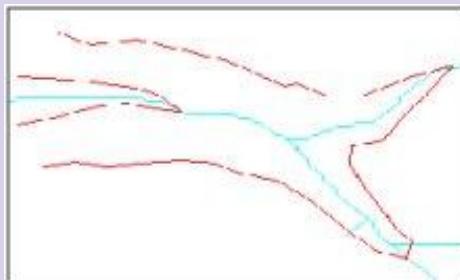
WORK IN PROGRESS  
CHECK BACK SOON!

## O método de interpolação TIN - TRIANGULATED IRREGULAR NETWORK

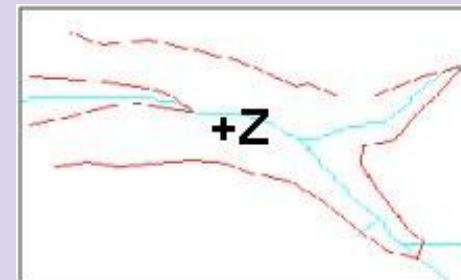
DADOS



sem break lines

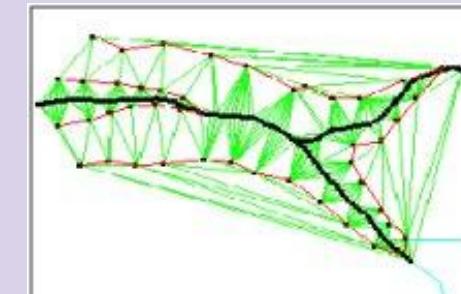
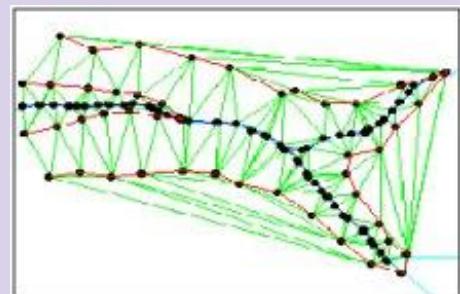
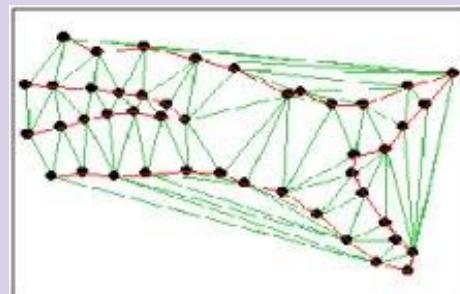


soft break lines

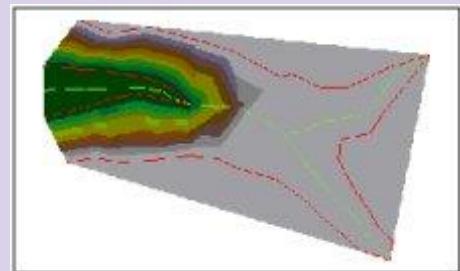
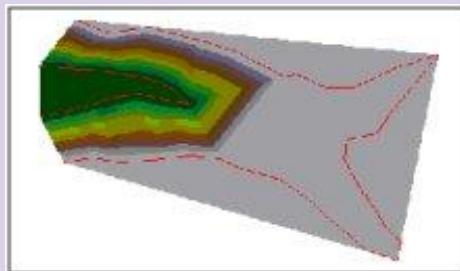


hard break lines (com altitude)

TIN



DEM



fonte: [www.ian-ko.com/index](http://www.ian-ko.com/index)

# FAIA BRAVA - app : modelo digital topográfico

(por interpolação)

A **INTERPOLAÇÃO** pode ser feita recorrendo apenas a uma *layer* (*shapefile* de pontos com elevação ou altitude), ou a uma *layer* principal (*shapefile* de **pontos** com elevação ou altitude) e a mais uma ou várias *layers* adicionais (rede hidrológica, por exemplo).

Vector layer	Attribute	Type
FB CN+PC+V...	Elevation	<b>Points</b> Structure lines Break lines

As *layers* que são utilizadas na interpolação podem ser de três tipos:

- **Points**
- **Structure lines**
- **Break lines**

As **Structure lines** e as **Break lines** são *layers* adicionais (*shapefiles* de linhas com ou sem elevação ou altitude).

Uma **Break line** permite modelar interrupções repentinas na elevação, enquanto que uma **Structure line** origina interrupções mais graduais e progressivas.

Em ambas, os triângulos são desenhados de forma a não se sobreponem às próprias linhas e a utilizarem os vértices das mesmas no desenho dos triângulos.

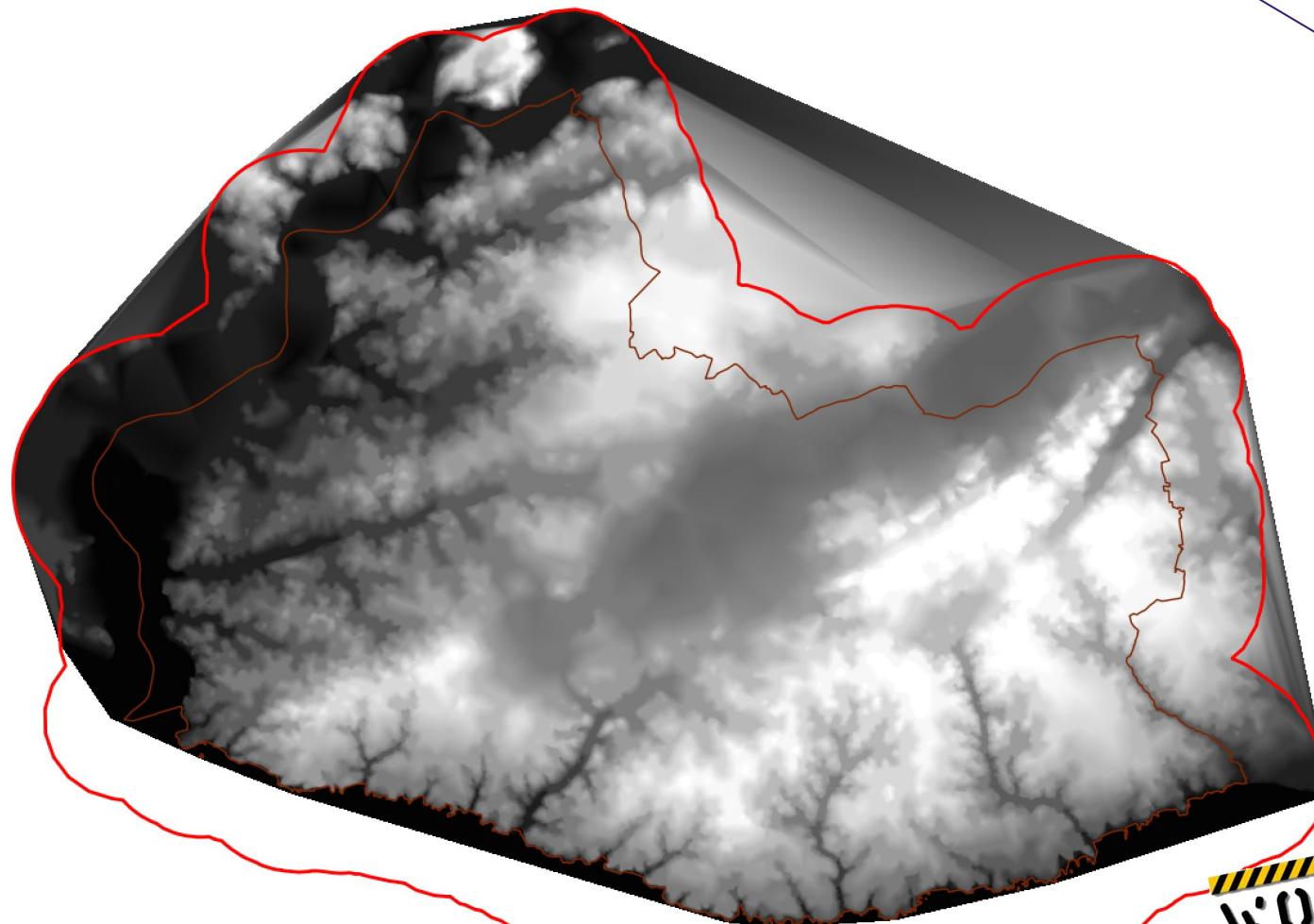
Naturalmente que todas as *layers* têm de ter um atributo com valores de elevação ou altitude, o que não acontece nas Folhas da Carta Militar de Portugal em formato vectorial. Apenas as curvas de nível, ou pontos cotados e os vértices geodésicos têm altitude; os cursos de água não têm e, consequentemente, não podem ser utilizados para a interpolação como *layers* adicionais de points, structure lines ou break lines...



# concelho de LAGOA : modelo digital do terreno

(rcc interpolação)

DESACTUALIZADO...



WORK IN  
PROGRESS  
CHECK BACK SOON!

1) Numa resultado  
de funcionalidade  
de execução...

# concelho de LAGOA : modelo digital do terreno

(raster interpolação)

...  
**DESACTUALIZADO.**



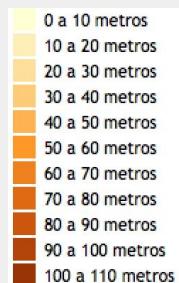
## concelho de LAGOA : modelo digital do terreno

(rór interpolação)

Para a preparação desta imagem, é necessário: 1º - obter o resultado do primeiro resultado do **Interpolation**, começando por efectuar um **Clipper...**, depois um **GRASS r.reclass** e, por fim, por se utilizar uma **paleta de cores adequada...**

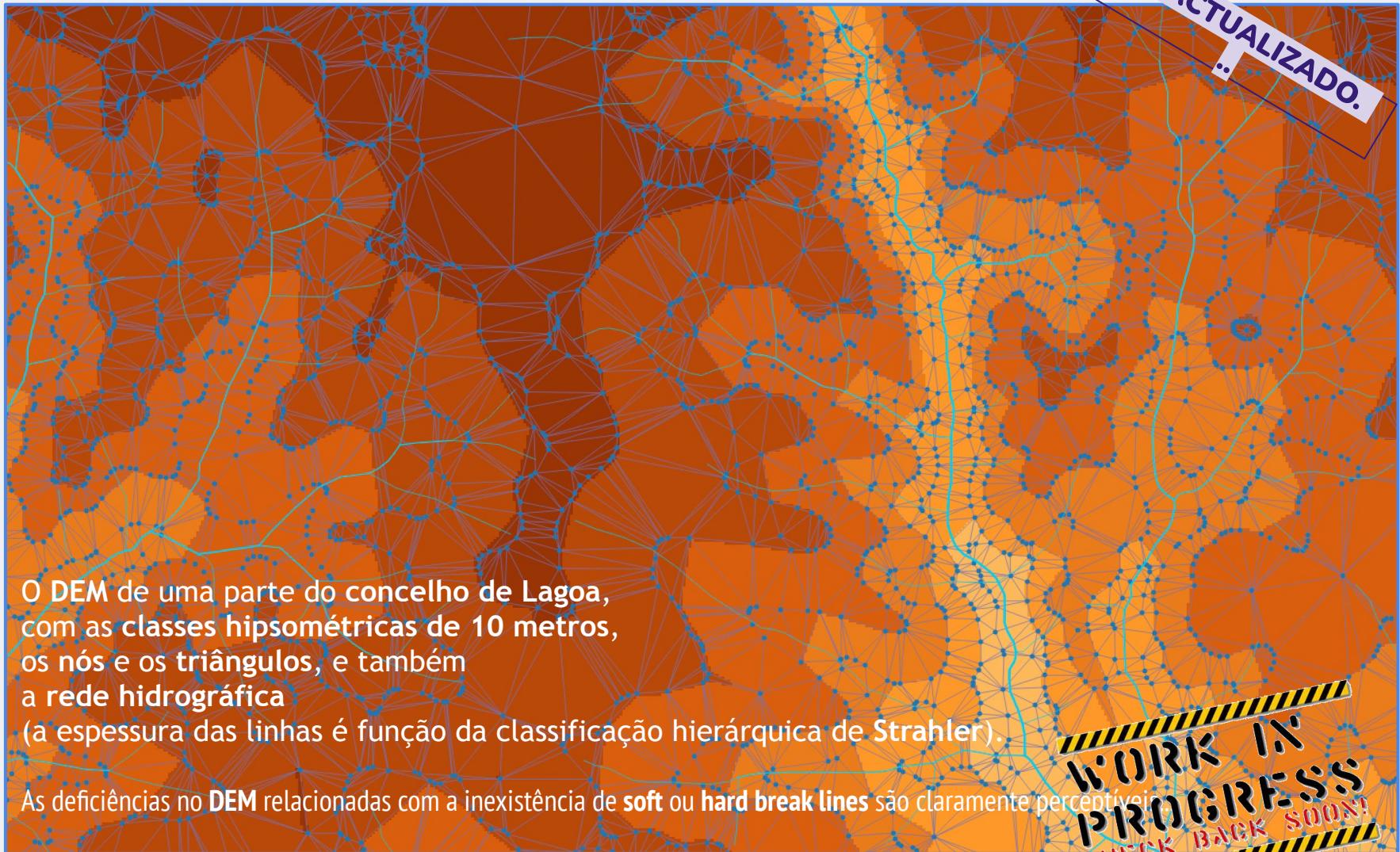
A banner with yellow and black diagonal stripes, containing the text "WORK IN PROGRESS" in large, bold, black letters, and "CHECK BACK SOON!" in red, bold, sans-serif letters below it.

## Legenda



DEM - análise fisiográfica

# concelho de LAGOA : modelo digital do terreno

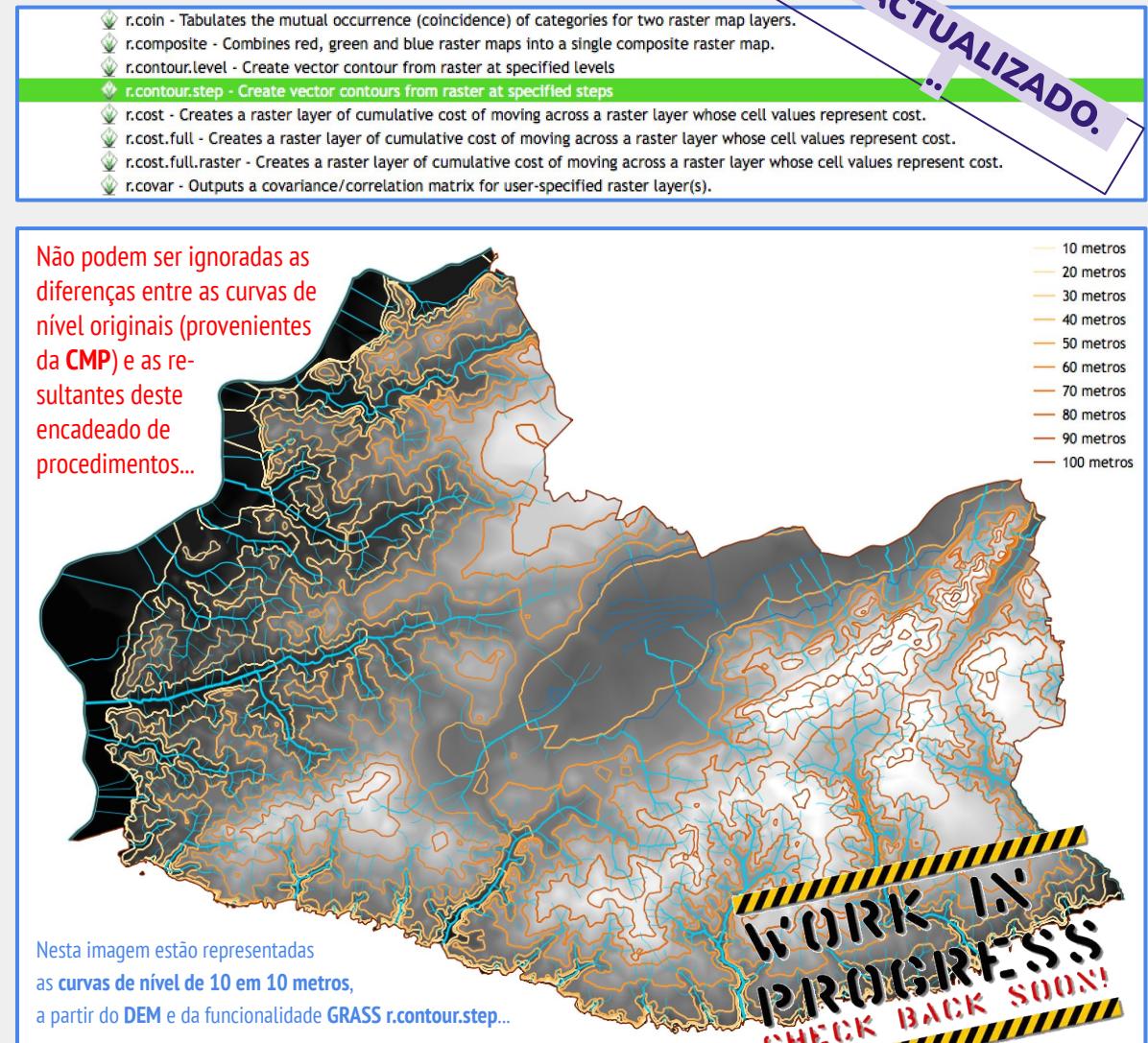
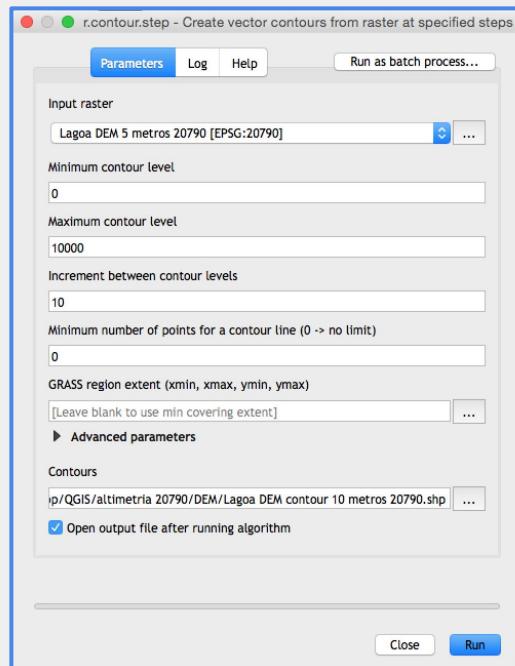


# concelho de LAGOA : modelo digital do terreno

Outra funcionalidade provavelmente bastante útil do GRASS, para os **DEM** e para a **análise fisiográfica**, é o **r.contour.step**.

Permite criar **curvas de nível** para altitudes determinadas, a partir do **DEM RASTER** e das classes hipsométricas. O output é uma *shapefile* vectorial (linhas)...

Parametrização do **r.contour.step**...

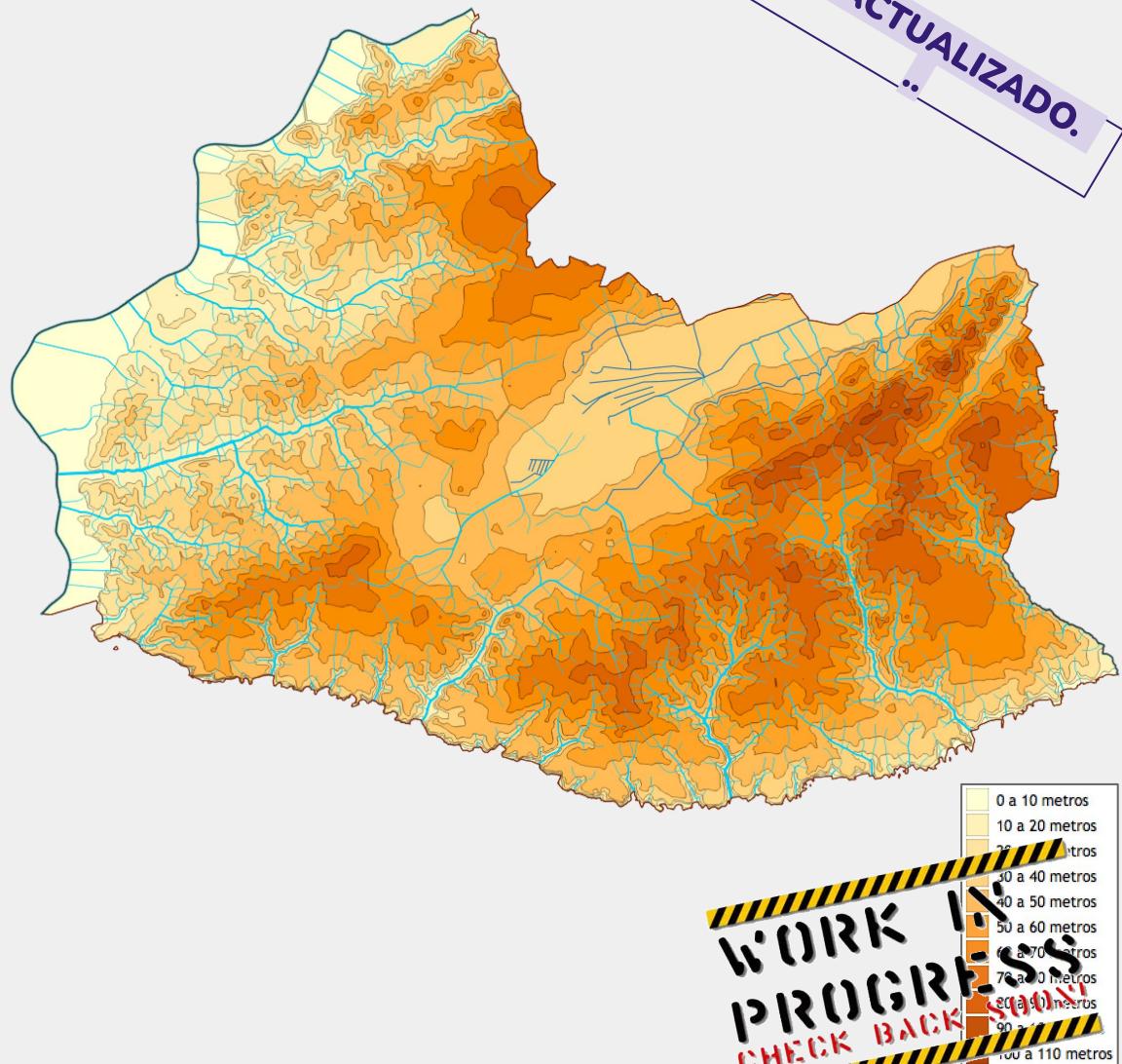
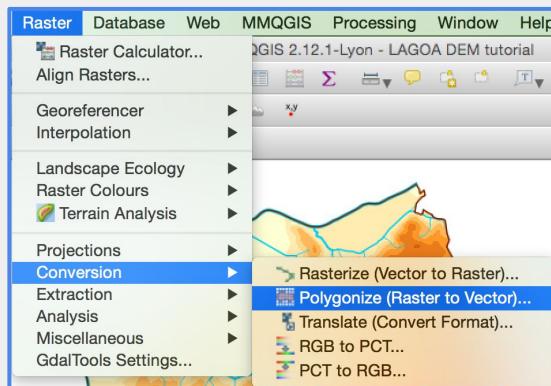


# concelho de LAGOA : modelo digital do terreno

Por último, se em alternativa a uma *shapefile* de linhas se pretender uma de polígonos, na qual cada polígono corresponde a uma classe hipsométrica, a funcionalidade a utilizar é:

Raster >>> Conversion >>>  
Polygonize (Raster to Vector)...

Neste caso, para a *layer* de polígonos o raster a usar é o resultado do GRASS r.reclass. Para a *layer* de linhas foi o DEM inicial, antes de ser classificado!



DEACTUALIZADO.  
..

# 6. Análise Fisiográfica

WORK IN  
PROGRESS  
CHECK BACK SOON!

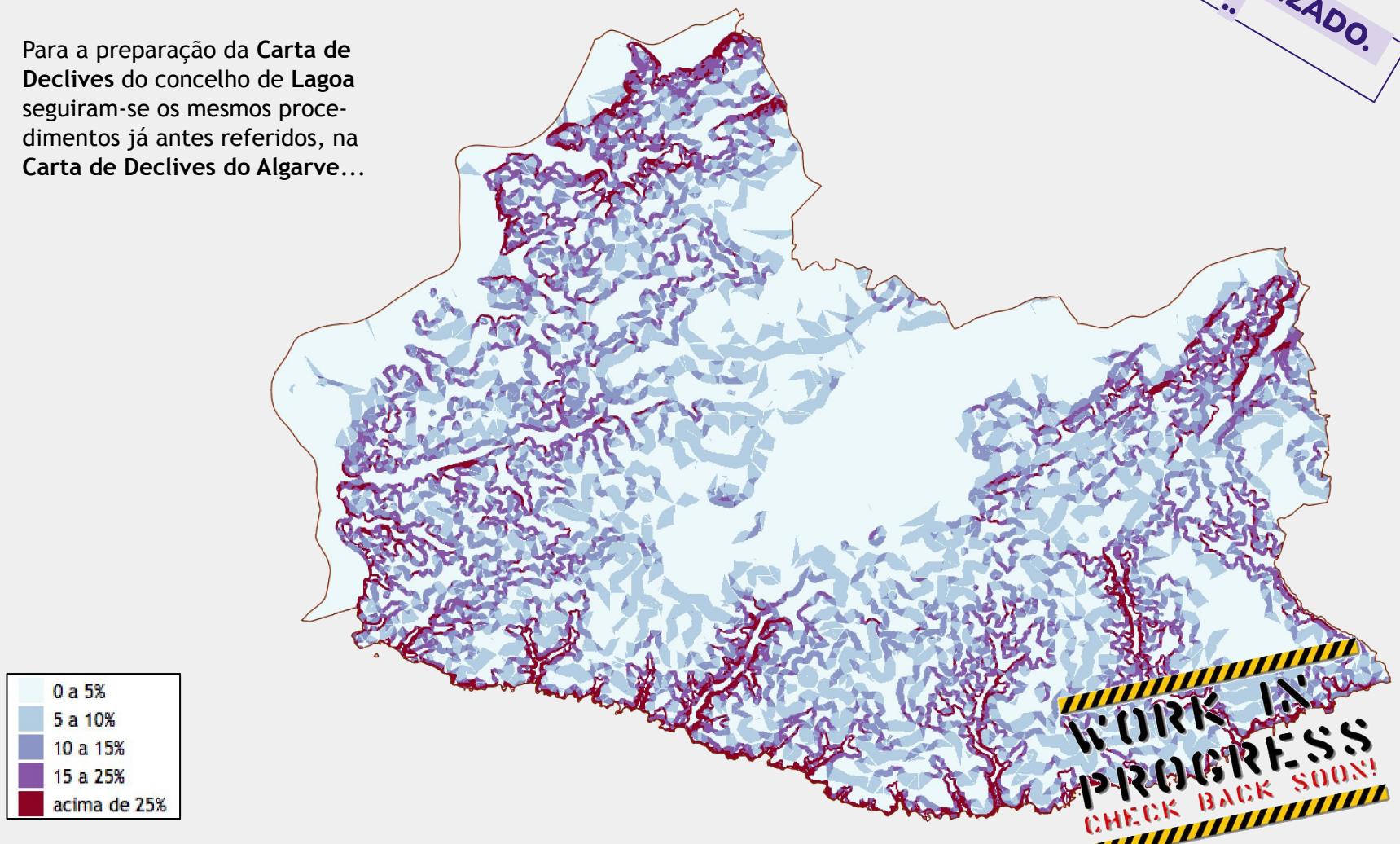
# concelho de LAGOA : análise fisiográfica

## CARTA DE DECLIVES

Para a preparação da *Carta de Declives* do concelho de Lagoa seguiram-se os mesmos procedimentos já antes referidos, na *Carta de Declives do Algarve...*

(DEM ou interpolação)

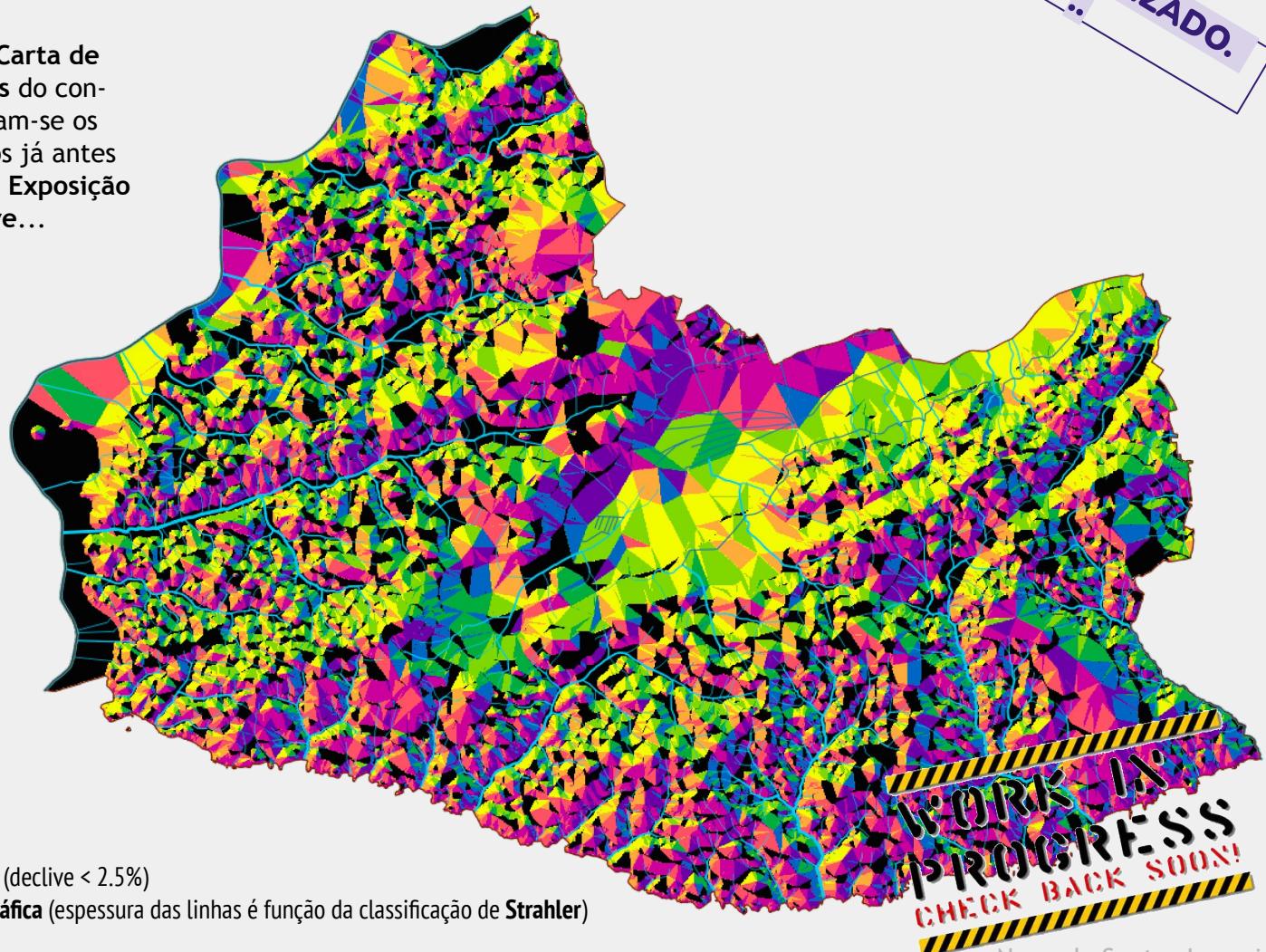
**DESACTUALIZADO.**



# concelho de LAGOA : análise fisiográfica

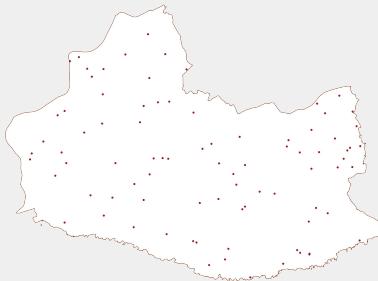
## CARTA DE EXPOSIÇÃO DE ENCOSTAS

Para a preparação da Carta de Exposição de Encostas do concelho de Lagoa seguiram-se os mesmos procedimentos já antes referidos, na Carta de Exposição de Encostas do Algarve...



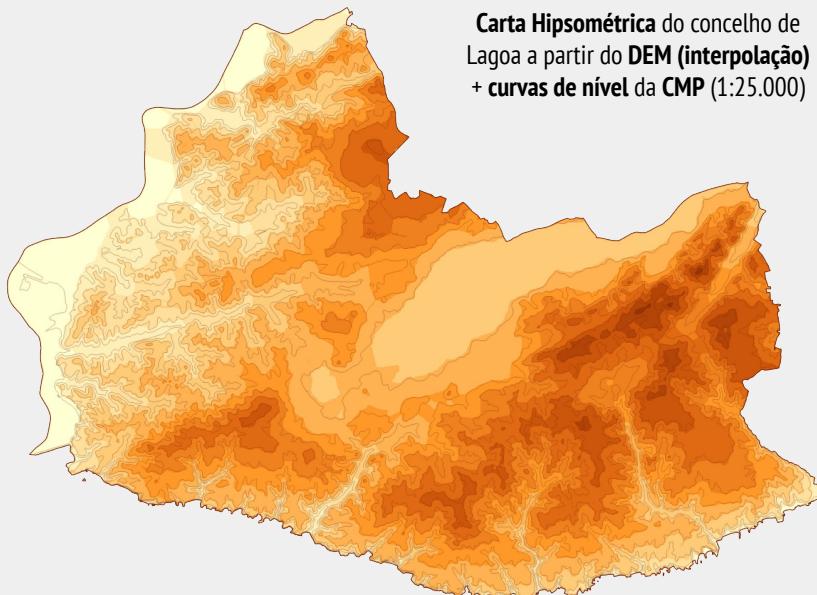
# Avaliação da qualidade dos DEM

São bastante perceptíveis as diferenças entre a **Carta Hipsométrica** do concelho de Lagoa, preparada a partir do **DEM por interpolação das curvas de nível e pontos cotados da CMP**, e a **Carta** preparada a partir do **SRTM**...



Para a avaliação da qualidade dos DEM e da análise fisiográfica, comparando a CMP, as cartas hipsométricas e as cartas de declives e exposição de encostas, gerou-se inicialmente um conjunto de 85 pontos aleatórios.

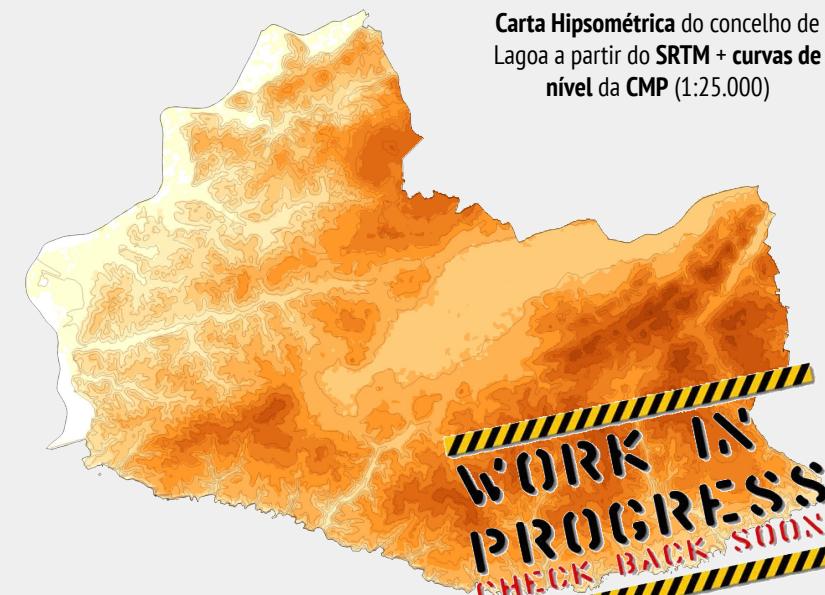
A tabela ao lado apresenta alguns dos resultados da avaliação...



DEM - análise fisiográfica

metros	CMP - DEM interp	CMP - SRTM	CMP - DEM interp	CMP - SRTM
AVERAGE	-0.6831	-0.4824	-0.6831	-0.4824
ST DEV	2.6347	2.5242	2.6347	2.5242
mínimo	-8.85	-7.00	-8.85	-7.00
q1	-2.09	-2.00	-2.09	-2.00
mediana	-0.40	-1.00	-0.40	-1.00
q3	0.42	1.00	0.42	1.00
máximo	7.34	7.00	7.34	7.00
n.º pontos com abs(dif. CMP - DEM) < 3 metros		66	57	57
n.º pontos com abs(dif. CMP - DEM) ≥ 3 metros		19	28	28
Análise de Quartis				
	intervalo de 25% inferiores	-8.85 a -2.09	-7.00 a -2.00	-7.00 a -2.00
	intervalo de 50% médios	-2.09 a 0.42	-2.00 a 1.00	-2.00 a 1.00
	intervalo de 25% superiores	0.42 a 7.34	1.00 a 7.00	1.00 a 7.00
	amplitude do intervalo 25% inf.	6.75	5.00	5.00
	amplitude do intervalo 50% méd.	2.52	3.00	3.00
	amplitude do intervalo 25% sup.	6.92	6.00	6.00
	amplitude total	16.19	14.00	14.00

DESACTUALIZADO..



Nuno de Santos Loureiro

# Avaliação da qualidade dos DEM

Uma análise estatística sumária não evidencia com clareza diferenças de qualidade entre as duas soluções relativamente ao MDT (DEM). Por comparação com a Carta Militar de Portugal, o SRTM tem um erro médio de cerca de 50 cm e o DEM obtido por interpolação de cerca de 70 cm.

Há 66 pontos com erros inferiores a 3 metros no DEM por interpolação e 57 pontos no caso do SRTM, o que faz este último parecer um melhor modelo.

O SRTM tem uma amplitude total de erros de 16.2 metros e o DEM interp. de 16.2 metros. Mas a amplitude de erros entre os pontos no SRTM é de 3.0 m e a do DEM interp. é de 2.0 m.

Em síntese, o SRTM é, aparentemente, um melhor modelo, de acordo com diversas medidas estatísticas, mas segundo outras não tem um desempenho superior ao do DEM obtido por interpolação das curvas de nível e pontos cotados da Carta Militar de Portugal à escala 1:25.000.

**DESACTUALIZADO.**

# Avaliação comparativa da Análise Fisiográfica

Os dois pares de cartas, quer de declives quer de exposições de encostas, evidenciam com clareza diferenças acentuadas.

As cartas produzidas a partir do DEM obtido por interpolação têm uma forte ‘marca’ do TIN, ou seja, os procedimentos de triangulação a partir dos nós condicionam a existência de numerosos triângulos planos (*flat triangles*), muito facilmente identificáveis quer na Carta de Exposição de Encostas e também perceptíveis na Carta de Declives.

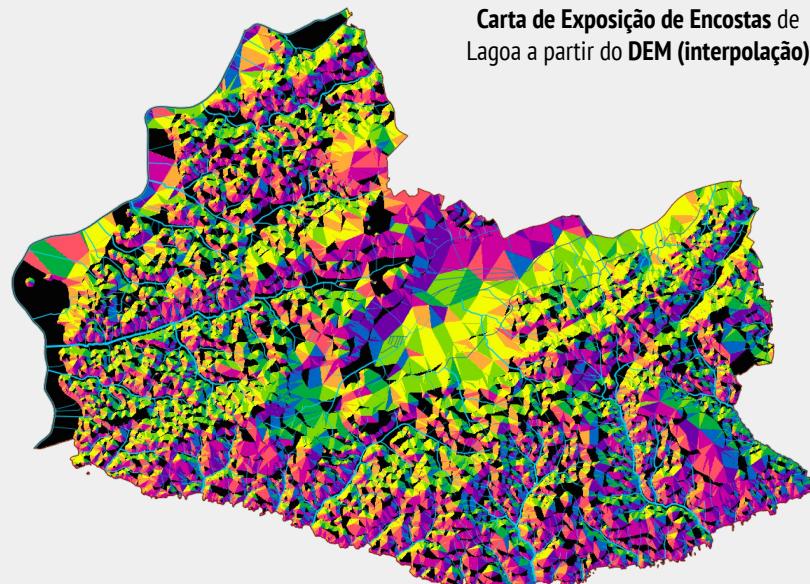
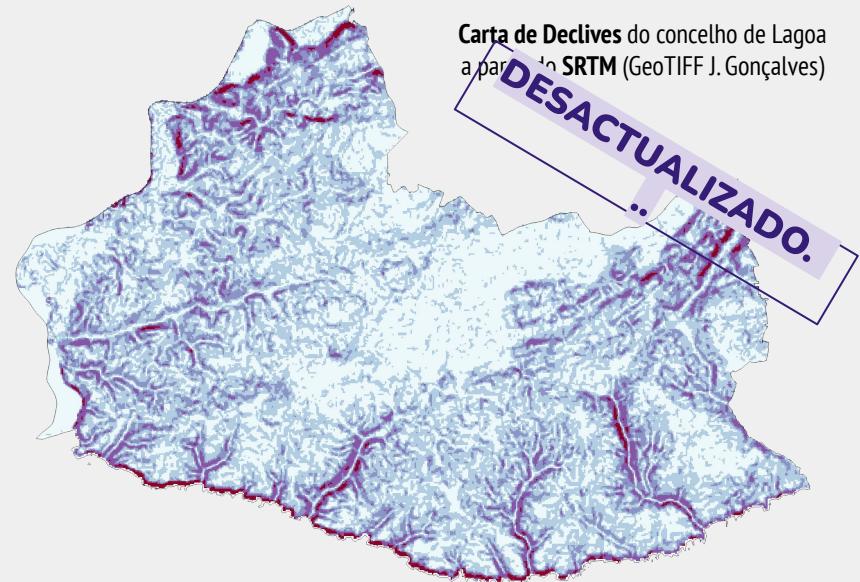
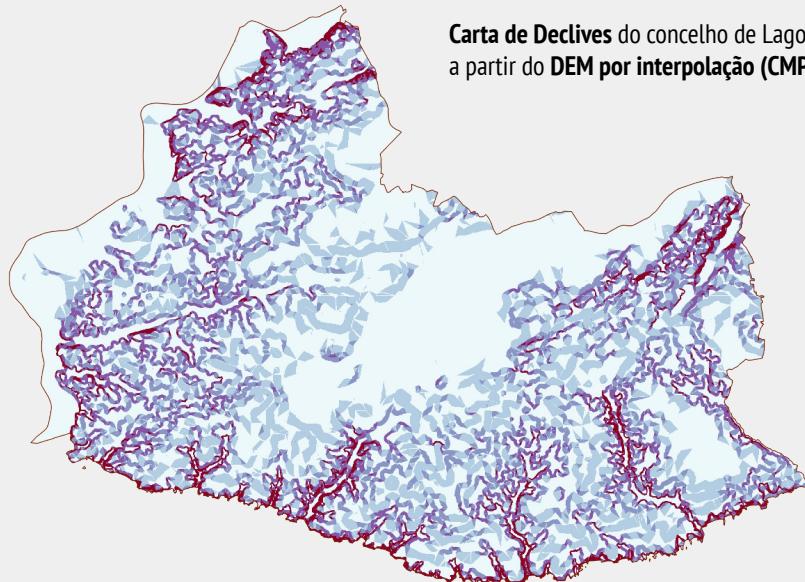
As cartas produzidas a partir do SRTM têm gradientes muito mais ‘suaves’, resultantes das cerca de 141.600 quadrículas, que são de dimensão menor do que muitos dos triângulos e todas de igual dimensão ( $625\text{ m}^2$ ). Quer a Carta de Exposição de Encostas, quer a de Declives, parecem assim mais ‘naturais’ e ‘realistas’, e menos resultantes de um exercício de modelação não muito bem sucedido...

pontos	DECLIVES	EXPOSIÇÃO
IGUAIS	37	32
diferença de 1 classe / categoria	33	30
dif mais de 1 classes / categorias	15	23
DIFERENTES	48	53

Uma comparação entre as duas cartas de declives, utilizando os mesmos 85 pontos aleatórios, permitiu concluir que em 37 deles a classe de declive é igual, mas em 33 há uma diferença de uma classe; em 15 a diferença é de duas ou mais classes.

Para as duas cartas de exposição de encostas apenas 32 pontos estão na mesma categoria; em 30 há uma diferença de uma categoria; em 23 a diferença é de duas ou mais classes.

**WORK IN PROGRESS  
CHECK BACK SOON!**



DEM - análise fisiográfica

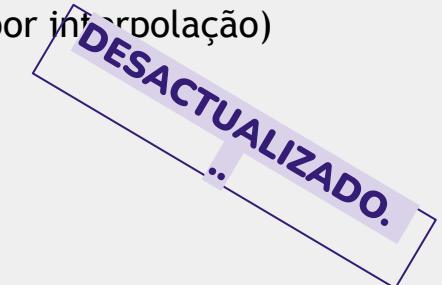
DEACTUALIZADO.  
..

# 7. Hidrografia de Superfícies

WORK IN  
PROGRESS  
CHECK BACK SOON!

FAIA BRAVA - app : modelo digital do terreno

(por interpolação)



[https://dges.carleton.ca/CUOSGwiki/index.php/Using\\_QGIS\\_to\\_conduct\\_watershed\\_analysis\\_and\\_3D\\_modeling](https://dges.carleton.ca/CUOSGwiki/index.php/Using_QGIS_to_conduct_watershed_analysis_and_3D_modeling)



# ligações úteis

- QGIS - [ligação](#)
- QGIS PT (grupo de utilizadores de QGIS em língua portuguesa) - [ligação](#)
- ASTER Global Digital Elevation Model (ASTER GDEM) - [ligação](#)
- Digital Elevation Model over Europe (EU-DEM) - [ligação](#)
- Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) - Portugal continental - [ligação](#)
- Carta Administrativa Oficial de Portugal (CAOP) - Direcção-Geral do Território - [ligação](#)
- Rede Geodésica Nacional - Direcção-Geral do Território - [ligação](#)
- Centro de Informação Geoespacial do Exército (CIGeoE) - [ligação](#)
- Universidade do Algarve - [ligação](#)
- **QGIS - tutoriais by nsloureiro.pt** - [ligação](#)
- Australian Water School - [ligação](#)

*Se tiver dúvidas, quiser fazer sugestões ou recomendar alterações não deixe de contactar!*