

# iluminação natural do território e visibilidade da paisagem

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

## 1. Iluminação natural do território

- a. conceitos gerais
- b. modelo digital topográfico
- c. território de estudo
- d. Solar Calculator
- e. Earth, Sun, Moon, and Planets plugin
- f. Hillshade, cálculo e representação...

## 2. Visibilidade do território e da paisagem

- a. conceitos gerais
- b. plugin Visibility Analysis
- c. ponto(s) de observação sobre o território e sobre construções instaladas no mesmo
- d. redes de intervisibilidade (Intervisibility network)
- e. bacias visuais (Viewshed)

## conceitos gerais

### ILUMINAÇÃO NATURAL DO TERRITÓRIO

A iluminação natural do território, pela luz solar, é uma variável de grande relevância e que depende de características como:

- posição geográfica
- fisiografia da superfície do território
- posição do Sol
- dia e hora do ano

O estudo da iluminação natural do território permite descrever o grau de iluminação natural de um ponto ou parcela do território, ou seja, da exposição maior ou menor à luz solar, podendo a mesma ser qualitativa ou quantitativamente classificada. Uma das aproximações ao estudo da iluminação natural foca-se na intensidade genérica da iluminação; outra das aproximações foca-se na insolação directa e na radiação solar directa, dois indicadores mensuráveis, respectivamente, em número de horas e em quantidade de energia.

### VISIBILIDADE DO TERRITÓRIO E DA PAISAGEM

A visibilidade do território e da paisagem depende de características como:

- posição do observador
- fisiografia da superfície do território

O estudo da visibilidade do território e da paisagem permite descrever o alcance do olhar e distinguir o que se pode e não pode vislumbrar a partir de um determinado ponto de observação. Uma das aproximações ao estudo da visibilidade do território e da paisagem foca-se na delimitação das bacias visuais, ou seja, de tudo o que se pode ver a partir de um determinado local; outra das aproximações foca-se nas redes de intervisibilidade, ou seja, nas ligações de pares de pontos do território entre os quais há visibilidade.

## conceitos gerais

### ILUMINAÇÃO NATURAL DO TERRITÓRIO

Nos SIG, o estudo da intensidade genérica da iluminação natural é feito através de uma funcionalidade designada de hillshade, cujo output principal é uma representação da superfície do território em que a topografia (orientação e declive das encostas) e a posição relativa do Sol (azimute e altitude) são os parâmetros fundamentais para estabelecer o gradiente apresentado.

Existem dois métodos de cálculo:

- simples, em que é usada uma única posição do Sol a incidir sobre o território;
- múltiplo, em que são usadas diversas posições do Sol a incidir sobre o mesmo território, por forma a representar o relevo e a iluminação natural de forma mais acentuada e contrastada.

### VISIBILIDADE DO TERRITÓRIO E DA PAISAGEM

Nos SIG, o estudo da visibilidade do território e da paisagem pode ser feito através de funcionalidades designadas de visibility analysis, cujos outputs principais são as representações das redes de intervisibilidade e as delimitações das bacias visuais.

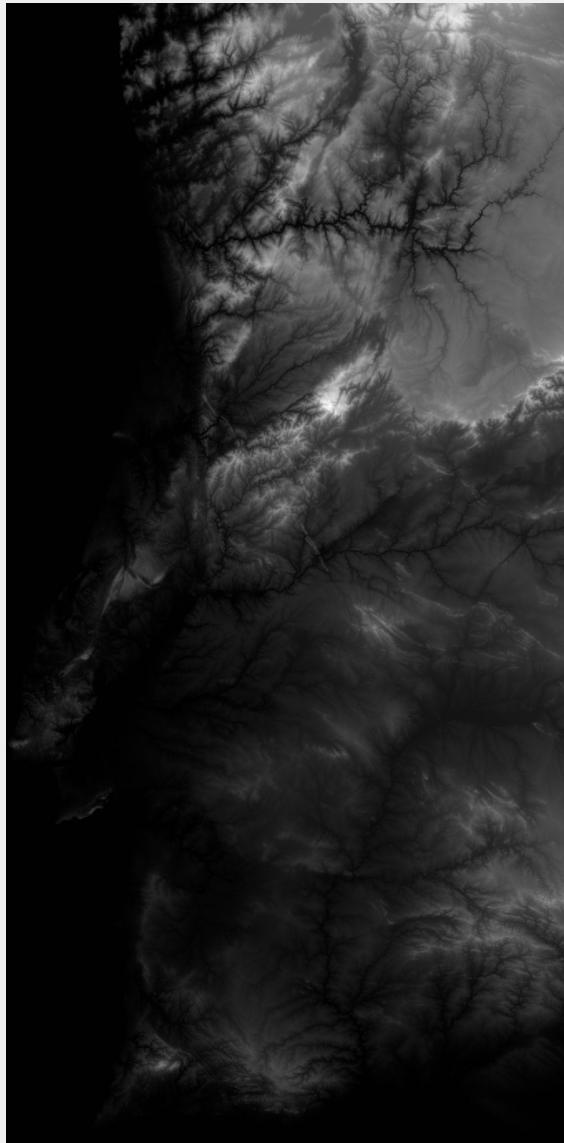
# iluminação natural do território

## iluminação natural do território | modelo digital topográfico

### MODELO DIGITAL TOPOGRÁFICO (MDT)

Existem diversos MDT disponíveis como, por exemplo, o ASTER GDEM v003, o SRTM, etc. Muitos desses MDT são rasters, com resolução espacial horizontal de 30 metros. Consequentemente, são apenas válidos para estudos da iluminação natural do território feitos a escalas média e pequena. Para estudos de grande escala a resolução espacial horizontal tem também de ser superior.

Para Portugal continental, uma boa opção é o MDT baseado no SRTM que pode ser descarregado a partir da [webpage](#) do CIIMAR (*coastal monitoring and management group*) da Universidade do Porto. A resolução espacial horizontal desse MDT está optimizada para 25 metros.



### PONTO CENTRAL DO TERRITÓRIO DE ESTUDO

Para além do modelo digital topográfico é necessário determinar o ponto central do território de estudo. No QGIS 3 essa determinação, muito simples, é feita através da funcionalidade:

**Vector >>> Geometry Tools >>> Centroids...**

Não esquecer que as coordenadas desse ponto central devem ser geográficas (WPSG: 4326). O plugin [Lat Lon Tools](#) pode ser útil para copiar para o ambiente de trabalho esses valores...

# iluminação natural do território | modelo digital topográfico

## MODELO DIGITAL TOPOGRÁFICO (MDT)

O OpenTopography (website e QGIS plugin) é outra excelente alternativa...

Getting Started   MyOpenTopo   Premium Subscriptions   Search OpenTopography...  

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

HOME   DATA   RESOURCES   LEARN   ABOUT

Welcome Guest (Sign In)

Data Catalog

Filter by Data Sources   Filter by Location   Advanced Filtering   Search by keyword...  

RESULTS:

Total 3841 datasets found for all data sources.

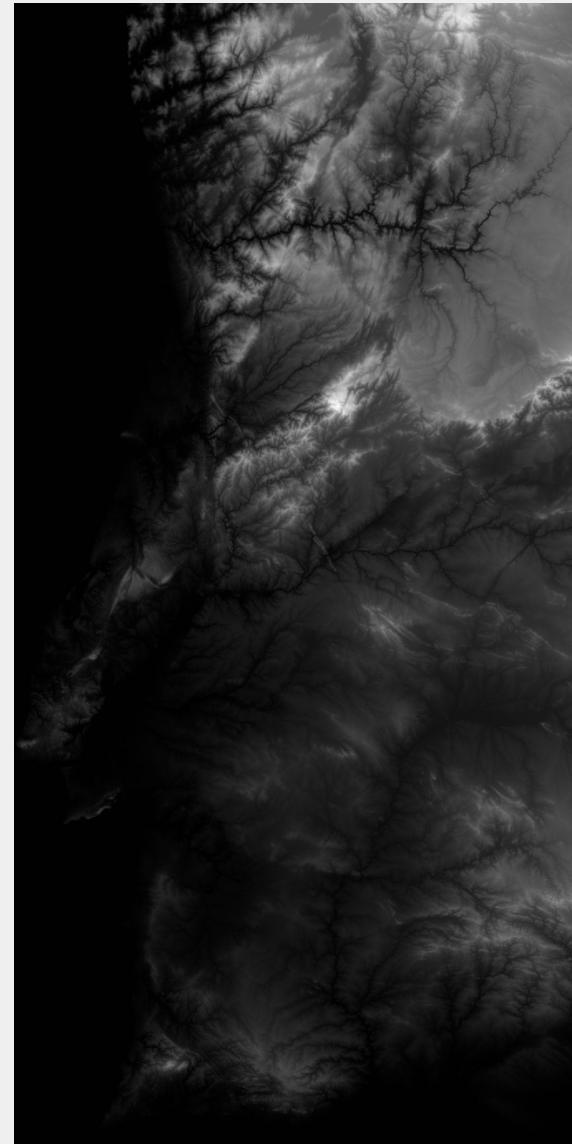
**Global & Regional DEM [16]**   **High Resolution Topography [3587]**   **Community Contributed [238]**

Datasets listed below are global and regional gridded datasets created from satellite, airborne, and ship-based campaigns that utilized a variety of sensors (e.g. radar, lidar, sonar, imagery) to characterize topography and bathymetry. Click the button(s) to the right of each dataset name to access the available data products.

1 <a href="#">Open Data</a> GEBCO Global Bathymetry and Topography	<a href="#">Get GEBCO IceTopo Data</a> <a href="#">Get GEBCO SibulloTopo Data</a> <a href="#">Get REMA 10m Data</a> <a href="#">Get REMA 32m Data</a> <a href="#">Get ArcticDEM 10m Data</a> <a href="#">Get ArcticDEM 32m Data</a> <a href="#">Get GEDI L3 Data</a> <a href="#">Get Europe DTN Data</a> <a href="#">Get USGS 30m Data</a>
2 <a href="#">Open Data</a> Reference Elevation Model of Antarctica (REMA)	<a href="#">Get GEDI L3 Data</a> <a href="#">Get Europe DTN Data</a> <a href="#">Get USGS 30m Data</a>
3 <a href="#">Open Data</a> ArcticDEM	<a href="#">Get ArcticDEM 10m Data</a> <a href="#">Get ArcticDEM 32m Data</a> <a href="#">Get GEDI L3 Data</a> <a href="#">Get Europe DTN Data</a> <a href="#">Get USGS 30m Data</a>
4 <a href="#">Open Data</a> Global Ecosystem Dynamics Investigation (GEDI) L3 Gridded Land Surface Metrics	<a href="#">Get GEDI L3 Data</a> <a href="#">Get Europe DTN Data</a> <a href="#">Get USGS 30m Data</a>
5 <a href="#">Open Data</a> Continental Europe Digital Terrain Model	<a href="#">Get Europe DTN Data</a>
6 <a href="#">Open Data</a> USGS 1 arc-second Digital Elevation Model	<a href="#">Get USGS 30m Data</a>
7 <a href="#">Open Data</a> USGS 1/3 arc-second Digital Elevation Model	<a href="#">Get USGS 10m Data</a>
8 <a href="#">Open Data</a> Copernicus Global Digital Elevation Models	<a href="#">Get Copernicus 30m Data</a> <a href="#">Get Copernicus 90m Data</a>
9 <a href="#">Open Data</a> NASADEM Global Digital Elevation Model	<a href="#">Get NASADEM Data</a>
10 <a href="#">Open Data</a> Global Bathymetry and Topography at 15 Arc Sec: SRTM15+ V2.5.5	<a href="#">Get SRTM15+ Data</a>
11 <a href="#">Open Data</a> Global Multi-Resolution Topography (GMRT) Data Synthesis	<a href="#">Get GMRT Data</a>
12 <a href="#">Open Data</a> ALOS World 3D - 30m	<a href="#">Get AW3D30 Data</a> <a href="#">Get AW3D30 Ellipsoidal Data</a> <a href="#">Get SRTM GL1 Data</a> <a href="#">Get SRTM GL1 Ellipsoidal Data</a> <a href="#">Get SRTM GL3 Data</a> <a href="#">Get REMA 2m Data</a>
13 <a href="#">Open Data</a> Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) Global	<a href="#">Get SRTM GL1 Data</a> <a href="#">Get SRTM GL1 Ellipsoidal Data</a> <a href="#">Get SRTM GL3 Data</a> <a href="#">Get REMA 2m Data</a>
14 <a href="#">Open Data</a> Academic Access & OT+ Reference Elevation Model of Antarctica (REMA)	<a href="#">Get REMA 2m Data</a>
15 <a href="#">Open Data</a> Academic Access & OT+ ArcticDEM	<a href="#">Get ArcticDEM 2m Data</a>
16 <a href="#">Open Data</a> Academic Access & OT+ USGS 1 meter Digital Elevation Model	<a href="#">Get USGS 1m Data</a>

Citation Policy | FAQ | Media Kit | Donate | Contact Us>

OpenTopography is supported by the National Science Foundation under Award Numbers 2410799, 2410800 & 2410801  
OpenTopography Facility, San Diego Supercomputer Center, University of California San Diego, 9500 Gilman Drive, La Jolla, CA 92093-0505  
Copyright © opentopography.org. All Rights Reserved. Terms of Use | Privacy Policy



## iluminação natural do território | fonte da luz

### SOL - POSIÇÃO DA FONTE DE ILUMINAÇÃO NATURAL

O conhecimento detalhado da posição do Sol, determinada através de dois parâmetros astronómicos, o azimute e a altitude, ambos em graus, é indispensável, para que a iluminação natural do território seja calculada com rigor.

Existem diversas formas para obter esses dois parâmetros. Uma delas é através do [Solar Calculator](#), uma ferramenta online disponibilizada pela NOAA.

Find Sunrise, Sunset, Solar Noon and Solar Position for Any Place on Earth

Show: ○ World Cities ● U.S. Cities ○ GML Observatories ○ GML Data Sites ○ SurfRad & Solrad

Drag the large red pin to the desired location and enter the date and time at which to calculate the sun position.

Location:

Latitude: ② Longitude: ② Time Zone: ②

40.928883 -7.0942393 Europe/Lisbon

Save Location

UTC Offset: ② +01:00

Date:

Day: 18 Month: Oct Year: 2024

Local Time:

16 : 00 : 00 PM Use Current Time

Result

Equation of Time ② (minutes): 14.99

Solar Declination ② (in°): -9.94

Solar Noon ② (hh:mm:ss): 13:13:30

Apparent Sunrise ② (hh:mm): 07:43

Apparent Sunset ② (hh:mm): 18:43

Az/El ② (in °) at Local Time: 226.9 26.32

Show Sunrise ②  Show Sunset ②  Show Azimuth ②

Caixas para registar a Latitude, a Longitude, a Data e a Hora (local)

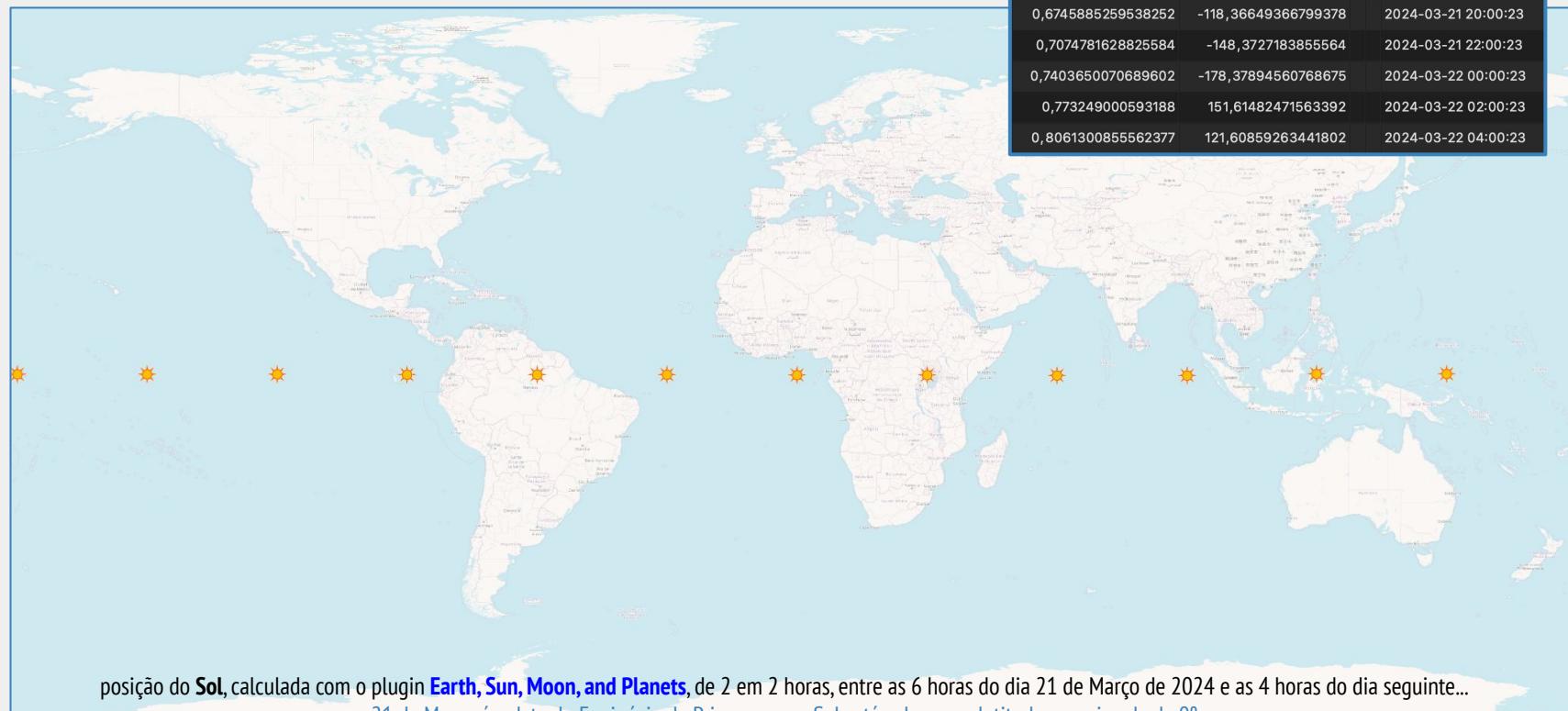
Resultados: Azimute (Az) e Altitude (El) do Sol na data e hora local

outros Resultados: Meio-dia Solar, e horas do Nascer e do Pôr-do-Sol

## iluminação natural do território | fonte da luz

### SOL - VISUALIZAR A SUA POSIÇÃO SOBRE O PLANETA

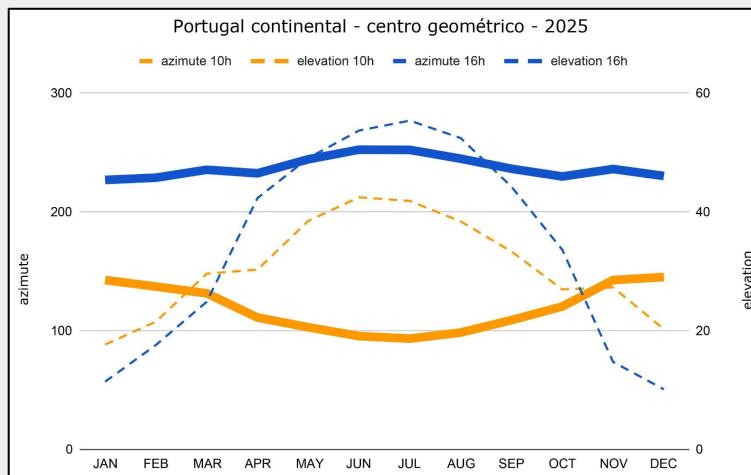
O plugin [Earth, Sun, Moon, and Planets](#) permite visualizar a localização do Sol posicionado na vertical sobre a superfície da Terra e auxilia na compreensão da forma como a luz solar e a sua energia estão a incidir sobre a superfície de todo o planeta. A tabela de atributos da shapefile criada apresenta as coordenadas geográficas em função da data e da hora...



## iluminação natural do território | fonte da luz

### SOL - VISUALIZAR A SUA POSIÇÃO RELATIVAMENTE A PORTUGAL CONTINENTAL

A tabela à direita e o gráfico abaixo apresentam a posição do Sol (azimute e altitude) ao longo do ano (dia 1 de cada mês) para dois momentos (10 e 16 horas). Os valores da tabela foram obtidos a partir do [Solar Calculator...](#)

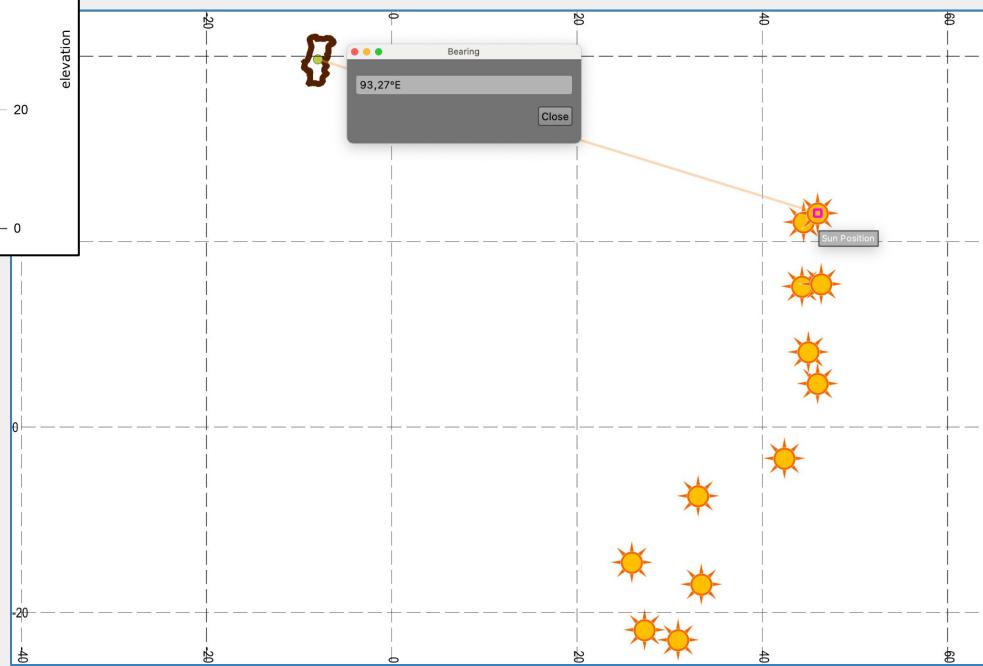


A imagem à direita apresenta as posições do Sol ao longo do ano (dia 1 de cada um dos doze meses) para as 10 horas da manhã.

Através da funcionalidade [Measure >> Bearing](#) do QGIS é possível medir esses azimutes, depois da posição do Sol ter sido representada através do plugin [Earth, Sun, Moon, and Planets...](#)

O parâmetro altitude astronómica, também estabelecido através de um ângulo (em graus) não está representado...

dia 1 ano 2025	azimute 10h	elevation 10h	azimute 16h	elevation 16h
JAN	142.66	17.68	226.95	11.42
FEB	137.20	21.53	228.85	17.60
MAR	131.53	29.60	235.53	24.87
APR	111.14	30.30	232.56	42.34
MAY	102.93	38.50	244.34	49.07
JUN	95.49	42.47	252.45	53.71
JUL	93.36	41.85	252.25	55.38
AUG	98.47	38.41	244.86	52.44
SEP	108.97	33.34	236.38	44.25
OCT	120.40	26.96	229.87	33.63
NOV	142.66	27.30	236.16	14.75
DEC	145.20	20.27	230.29	10.13

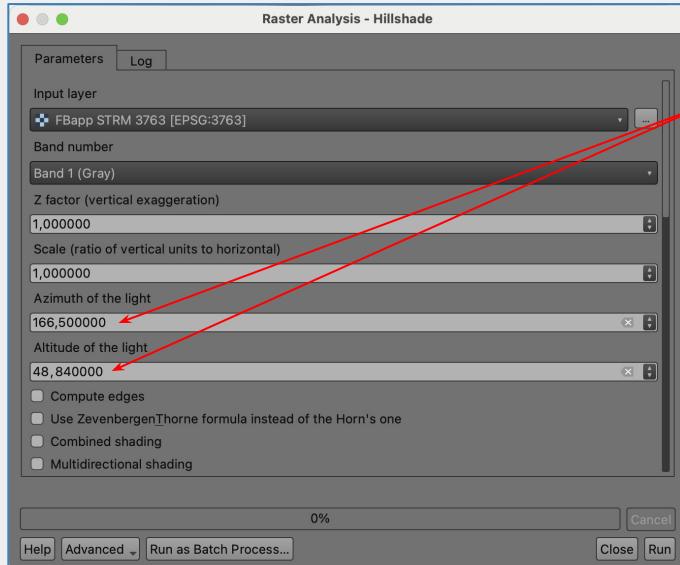


## iluminação natural do território | funcionalidade hillshade...

HILLSHADE...

No QGIS 3 a iluminação natural do território simples é calculada através da funcionalidade:

Raster >>> Analysis >>> Hillshade...

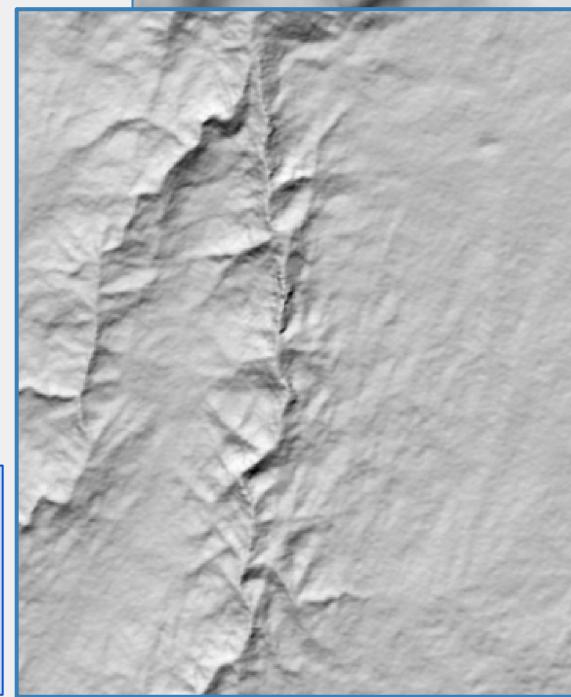
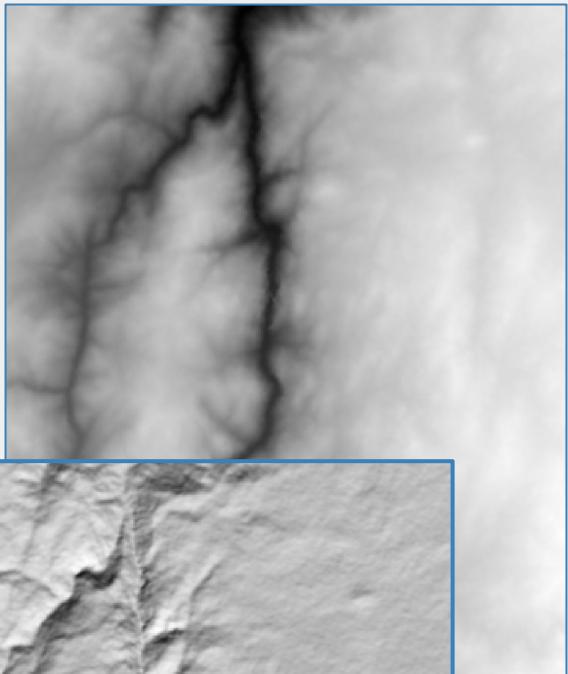


valores do Azimute  
(Az) e da Altitude (El)  
do Sol no ponto  
central do território  
em estudo...

ATENÇÃO!  
O DEM TEM DE ESTAR  
NUM EPSG  
PROJECTADO PLANO...

O output do Hillshade é um ficheiro raster com uma banda, renderizado em Singleband gray (tonalidades de cinzentos). Tem valor mínimo de 1 e valor máximo de 255, os quais correspondem, respectivamente, ao mínimo e ao máximo da iluminação natural do território (escala aritmética simples - valores adimensionais)...

MDT



# iluminação natural do território | funcionalidade hillshade...

HILLSHADE...

## 24.2.1.10. Hillshade

Outputs a raster with a nice shaded relief effect. It's very useful for visualizing the terrain. You can optionally specify the azimuth and altitude of the light source, a vertical exaggeration factor and a scaling factor to account for differences between vertical and horizontal units.

This algorithm is derived from the [GDAL DEM utility](#).

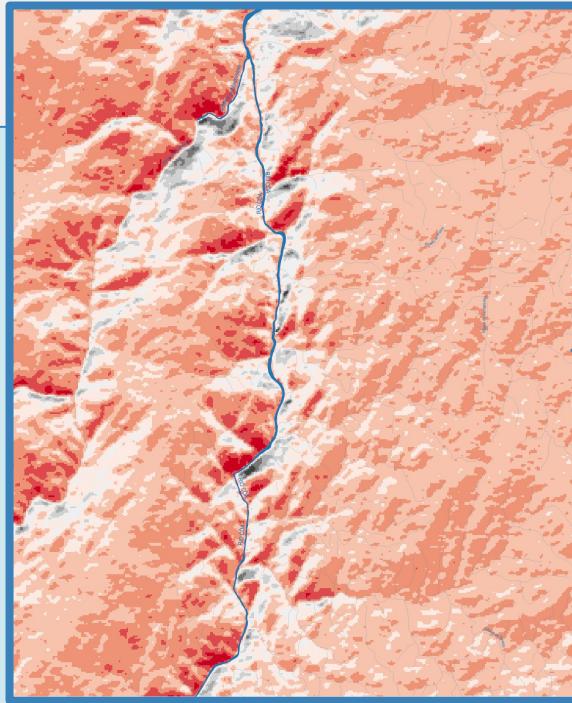
Default menu: Raster ▶ Analysis

### Parameters

#### Basic parameters

Label	Name	Type	Description
Input layer	INPUT	[raster]	Input Elevation raster layer
Band number	BAND	[raster band] Default: 1	Band containing the elevation information
Z factor (vertical exaggeration)	Z_FACTOR	[number] Default: 1.0	The factor exaggerates the height of the output elevation raster
Scale (ratio of vert. units to horiz.)	SCALE	[number] Default: 1.0	The ratio of vertical units to horizontal units
Azimuth of the light	AZIMUTH	[number] Default: 315.0	Defines the azimuth of the light shining on the elevation raster in degrees. If it comes from the top of the raster the value is 0, if it comes from the east it is 90 a.s.o.
Altitude of the light	ALTITUDE	[number] Default: 45.0	Defines the altitude of the light, in degrees. 90 if the light comes from above the elevation raster, 0 if it is raking light.
Compute edges	COMPUTE_EDGES	[boolean] Default: False	Generates edges from the elevation raster
Use Zevenbergen&Thorne formula (instead of the Horn's one)	ZEVENBERGEN	[boolean] Default: False	Activates Zevenbergen&Thorne formula for smooth landscapes
Combined shading	COMBINED	[boolean]	
Multidirectional shading	MULTIDIRECTIONAL	[boolean]	
Hillshade	OUTPUT	[raster] Default: [Save to temporary file]	Specify the output raster layer with interpolated values. One of: <ul style="list-style-type: none"><li>• Save to a Temporary File</li><li>• Save to File...</li></ul>

## iluminação natural do território | funcionalidade hillshade...



Hillshade calculado para uma pequena parcela de Portugal continental, para as 12 horas do dia 21 de Março de 2024.

O output original já está reclassificado através de uma paleta de cores que atribui tonalidades cinzentas às zonas onde a iluminação natural é baixa e tonalidades avermelhadas onde a iluminação natural é elevada.

Está também representado a azul escuro um curso de água (troço do Rio Côa), para facilitar a interpretação do relevo...

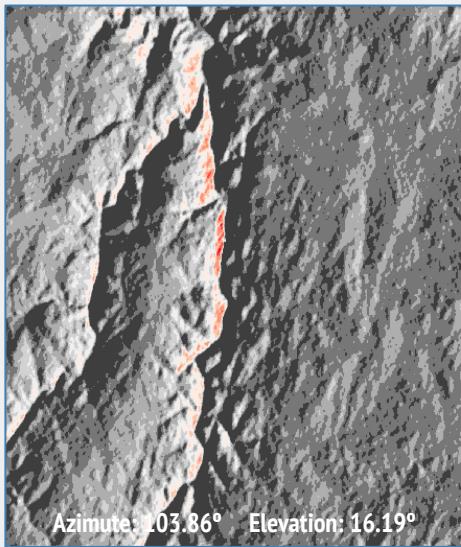


## HILLSHADE...

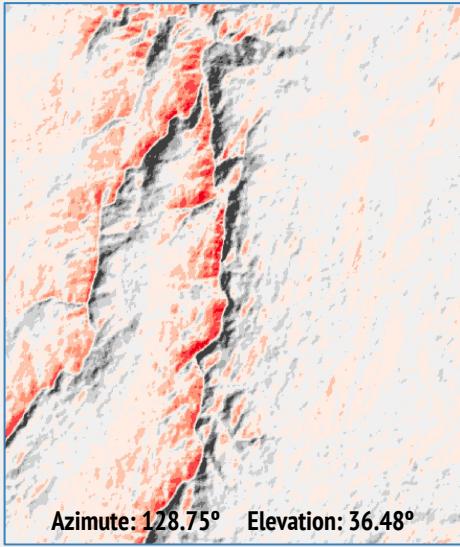
O mesmo território, na mesma data, em seis momentos diferentes, separados entre si por intervalos de 2 horas. A paleta de cores é sempre a mesma...

## iluminação natural do território | funcionalidade hillshade...

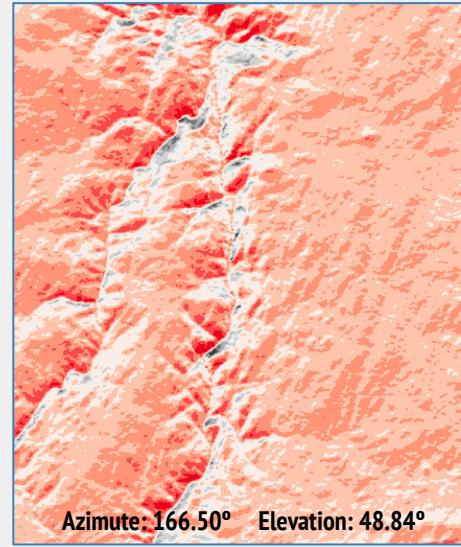
21 de Março de 2024 08:00



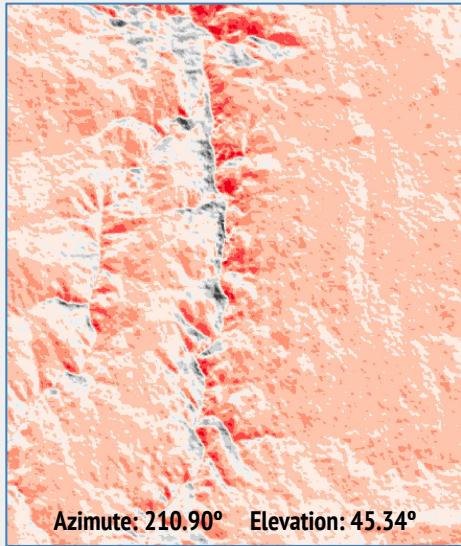
21 de Março de 2024 10:00



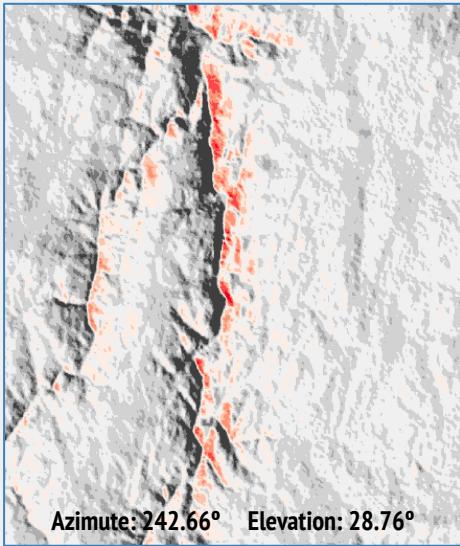
21 de Março de 2024 12:00



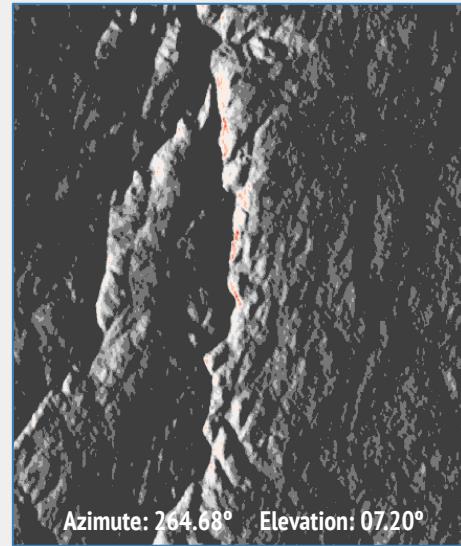
21 de Março de 2024 14:00



21 de Março de 2024 16:00



21 de Março de 2024 18:00



## iluminação natural do território | funcionalidade hillshade...

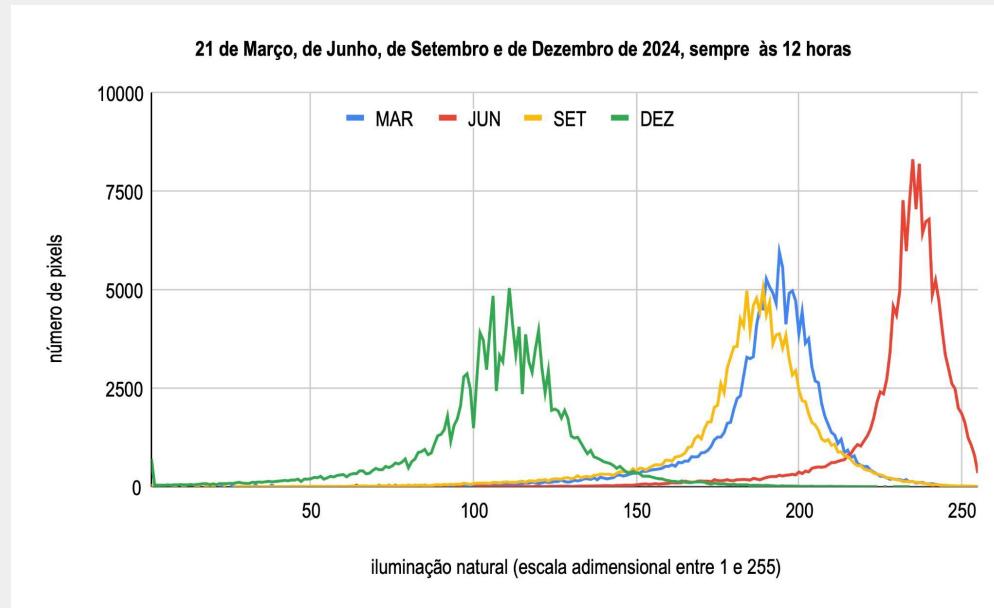
### HILLSHADE...

Outra forma também interessante de visualizar e analisar a iluminação do território ao longo do ano é através de uma representação em gráficos.

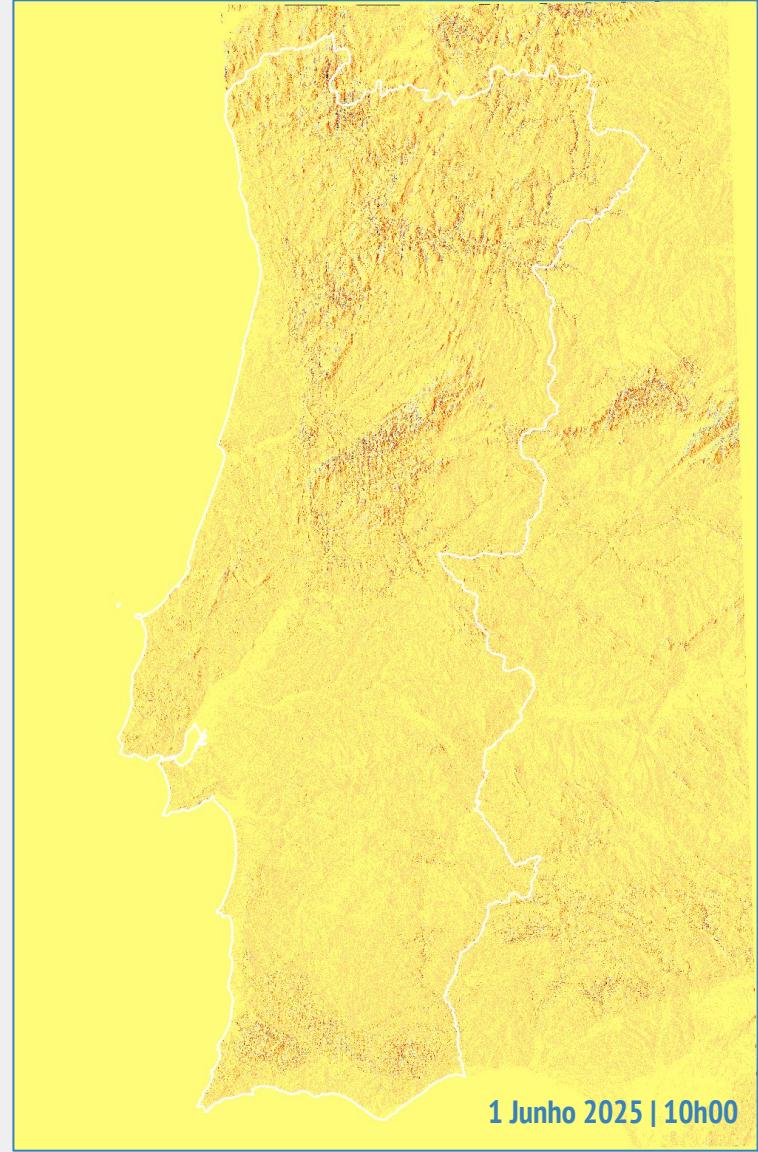
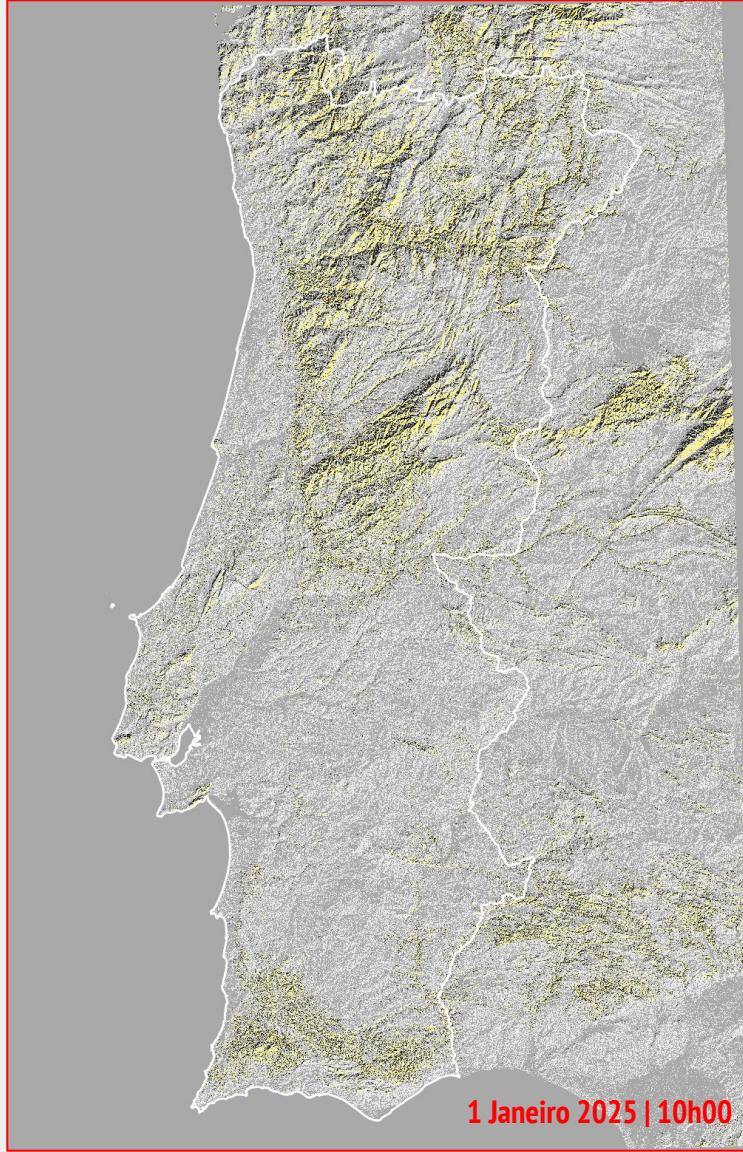
Para os preparar é necessário utilizar a seguinte funcionalidade:

**Processing >> Toolbox >> Raster Analysis >> Raster layer  
unique values report**

Torna-se assim possível saber o número de pixels para cada valor da escala adimensional do Hillshade. O gráfico abaixo ilustra-o, diferenciando os baixos valores de Dezembro (Solstício de Inverno) comparativamente com os elevados de Junho (Solstício de Verão).



iluminação natural do território | funcionalidade hillshade...



iluminação natural do território | funcionalidade hillshade...

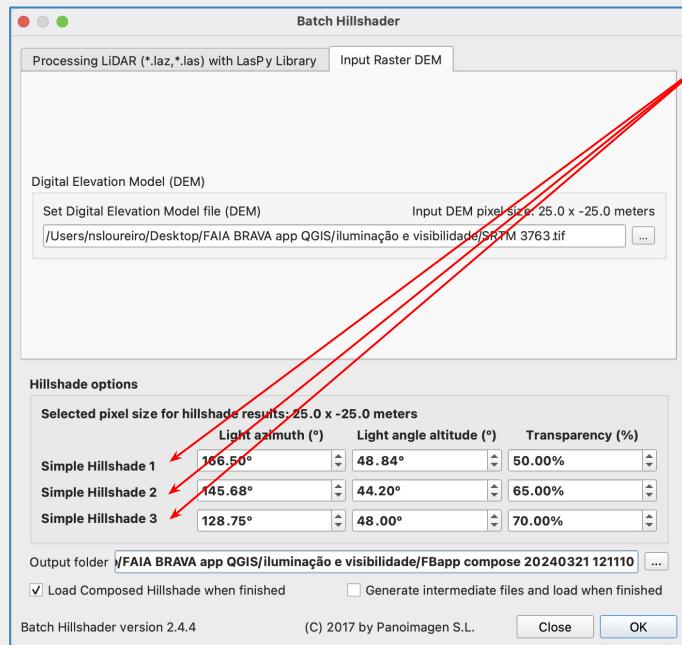
**VALORES MÉDIOS E VALORES ACUMULADOS AO LONGO DE UM DIA E  
VALORES MÉDIOS E VALORES ACUMULADOS AO LONGO DE UM ANO**

## iluminação natural do território | funcionalidade hillshade...

### HILLSHADE MÚLTIPLO...

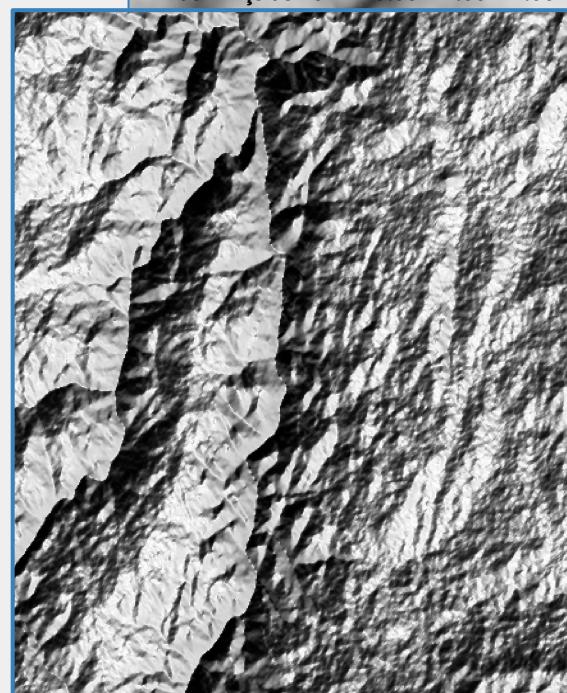
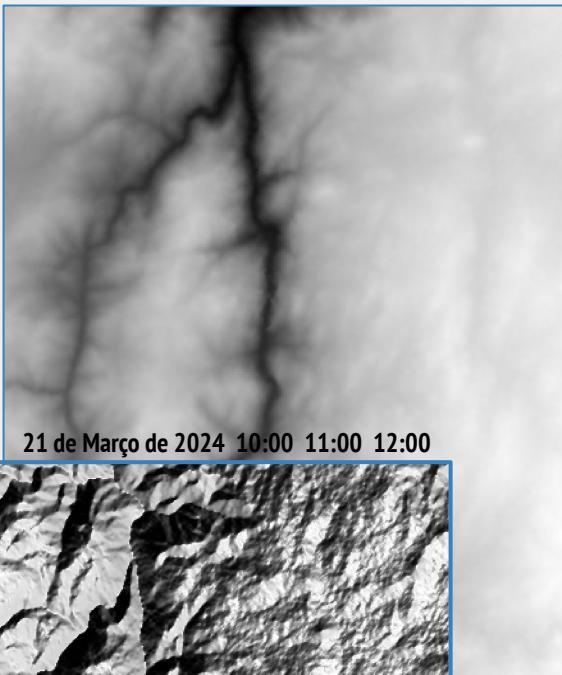
Uma alternativa para representar a iluminação natural do território é o hillshade múltiplo.

O plugin [Batch Hillshader](#) recorre a três posições distintas do Sol para fazer uma representação do território bastante expressiva!



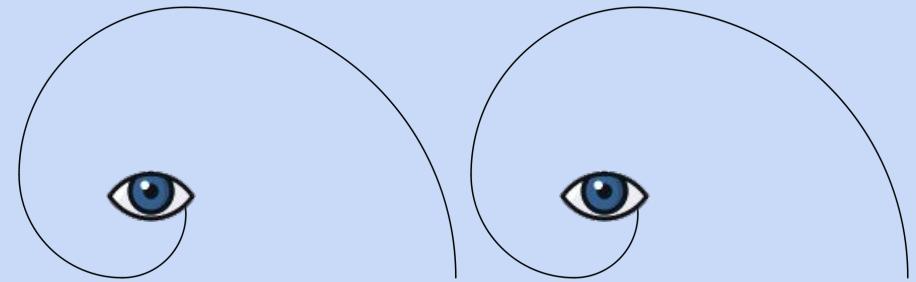
valores do Azimute e  
da Altitude para as  
três posições do Sol...

MDT



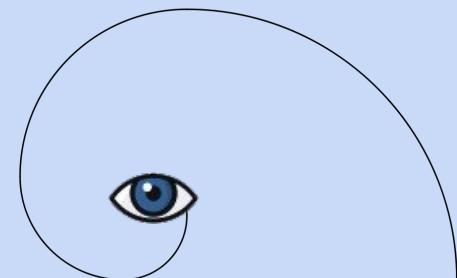
À semelhança do Hillshade, o **output** do **Batch Hillshader** é um raster com uma banda renderizado em 255 tonalidades de cinzentos...

## visibilidade do território e da paisagem



Aumenta o azedume acerca de uma natureza conspurcada, não cuidada. É a invasão de espécies exóticas, o eucalipto, a perda de biodiversidade, os incêndios, os parques eólicos, as barragens, os painéis solares, a mineração e um sem fim de assuntos emaranhados onde se jogam interesses locais e globais, orçamentos escassos para a protecção à tal Natureza, regimes especiais para construir condomínios de luxo em reservas e áreas protegidas, mudanças climáticas, efeitos da erosão, etc., etc. Decididamente, temos um problema com a Natureza - as naturezas - tal é a abundância e a insistência de certos adjetivos completamente esvaziados de sentido e usados como quem repete um refrão - **sustentabilidade** à cabeça.

Álvaro Domingues. (2021). **PAISAGENS TRANSGÉNICAS**.  
Museu da Paisagem. Lisboa.



**Humans experience the environment  
in a predominantly visual way.**

*All of the analyses suggest that  
panoramic and wide-angle colour  
photography may be valid landscape  
simulation media.*

Sevenant, M. & A. Antrop. (2011). **Landscape Representation Validity: A Comparison between On-site Observations and Photographs with Different Angles of View.** *Landscape Research* 36 (3), 363-385.  
<https://doi.org/10.1080/01426397.2011.564858>



Visibility and visual quality analysis is a critical aspect of human-environment interaction. An observer's visual field is fundamental to the formation of spatial preferences and affects almost every aspect of human-environment experience on a vast range of scales, from internal emotions to tourism economics.

**VVQ - Visibility and Visual Quality - analysis consists of calculating spatial models of what geographical areas can be seen from a set point, known as a viewshed. GIS-based visibility models have become a mainstay of human-environment interaction research such as landscape planning, architecture, archaeology and natural resources.**

DEM models of medium (10 to 30 m) resolution remained overwhelmingly the primary data model for visibility analysis, despite the fact that bare earth elevation models are known to overestimate viewshed size and resulting visual quality metrics.

Inglis, N.C. et al. (2022). **From Viewsheds to Viewscapes: Trends in Landscape Visibility and Visual Quality Research.** *Landscape and Urban Planning* 224: 104424.  
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104424>



En este cálculo se utilizan como potenciales puntos de observación las localizaciones habituales en las que se encuentran las personas (los núcleos de población -su centroide- y las nacionales y autonómicas, tanto autopistas como autovías y carreteras -puntos equidistantes de 1 km-), y se obtiene información sobre cuántos observadores son capaces de ver cada punto del territorio.

Se consideran significativamente visibles, bajo criterio técnico, aquellas zonas en las que las estructuras principales de los parques eólicos o fotovoltaicos sean observables desde al menos cinco puntos del territorio.

#### **CRITERIO ENERGÍA EÓLICA**

Como se trata de una aproximación a la realidad se simula tomando una altura de aerogenerador media de 100 metros, se marca como máximo alcance visual 10 kilómetros y como altura del observador estándar 1,70 metros.

El resultado es una clasificación en zonas visibles y no visibles, teniendo en cuenta tal y como se ha indicado anteriormente que se consideran zonas visibles aquellas que sean observables desde al menos cinco puntos del territorio desde los lugares de observación descritos, y no visibles el resto. En el modelo se introducen como presencia (zonas visibles) y ausencia (zonas no visibles).

#### **CRITERIO ENERGÍA FOTOVOLTAICA**

En coherencia con el anterior, se simula tomando una altura de paneles fotovoltaicos de 4 metros, se marca como máximo alcance visual 10 kilómetros y como altura del observador estándar 1,70 metros.

El resultado igualmente son zonas visibles y no visibles desde los lugares de observación descritos que se introducen en el modelo como presencia y ausencia respectivamente.

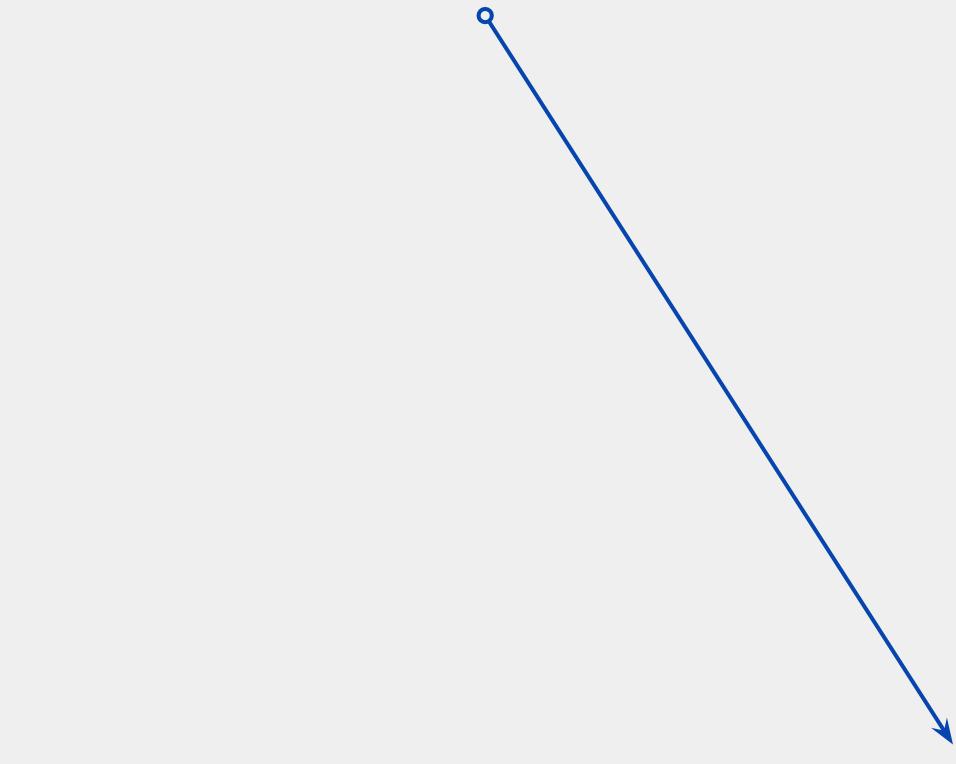


The screenshot shows the QGIS Plugins manager interface. On the left, there's a sidebar with icons for All, Installed, Not installed, New, Install from ZIP, and Settings. Below this is a search bar with the text 'Visib'. The main area is titled 'All Plugins' and lists several plugins: Contrast homogenizer, Element table, FilterLayersATOnce, Invisible layers and groups, LoS Tools, MapSwipe Tool, POI Visibility Network, QWeather, RasterDataPlotting, Toggle Active Layer, Toggle Group Visibility, and Visibility Analysis. The 'Visibility Analysis' plugin has a checked checkbox next to its name. A tooltip window is open over this plugin, providing information about the visibility analysis feature. To the right, a separate window titled 'Plugins | Installed (17)' is open, showing the details for the 'Visibility Analysis' plugin. The window includes a title 'Visibility Analysis', a subtitle 'Visibility analysis over raster DEM', a rating section with 137 votes and 126898 downloads, and a detailed info section with categories, tags, more info links, author information (Zoran Čučković), installed version (1.8), available version (stable 1.8), and a changelog entry for version 1.8 (Ukrainian flag). Buttons for Uninstall Plugin, Reinstall Plugin, and Close are at the bottom.

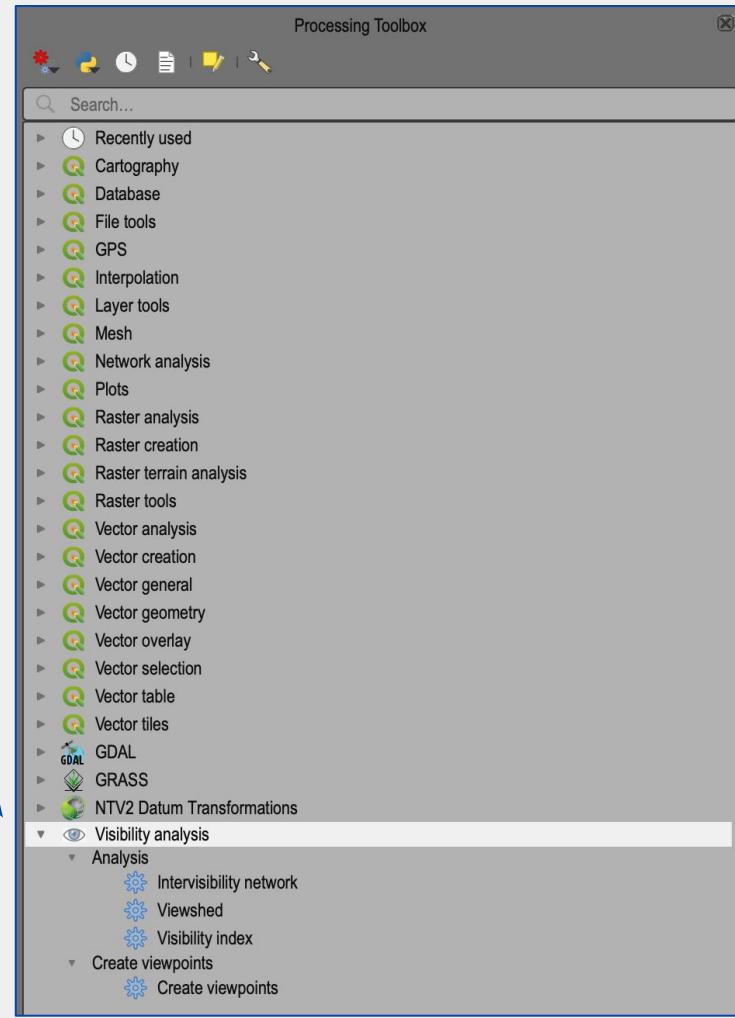
O plugin **Visibility Analysis** é instalado a partir do painel Plugins | Módulos do menu principal do QGIS.  
Actualmente a versão estável mais recente é a 1.9...



O plugin Visibility Analysis fica instalado na Processing Toolbox.



ArcGIS Pro - Visibility Analysis





## INPUT DATA

- MDT em formato raster e num EPSG de coordenadas rectangulares planas métricas
  - Portugal continental - EPSG: 3763
  - **EPSG de coordenadas geográficas sexagesimais não podem ser utilizados**
- ponto ou pontos de observação
  - localização do ponto ou dos pontos de observação e respectivos id (nomes ou números)
  - altura dos olhos do observador (observer height), acima do nível do chão, que vai ver o território ao nível do solo ou construções que estão posicionadas acima do mesmo (por exemplo 1,60 metros se o observador estiver de pé, ou 1,40 metros se estiver sentado num carro ligeiro)
- território e construções instaladas no mesmo
  - o território é interpretado em sentido amplo e com uma altura acima do solo que, por defeito, é de 0 metros
  - as construções são geograficamente localizadas, de forma objectiva (pontos, linhas ou polígonos)
  - altura das construções (target height) que se pretende saber se são ou não visíveis a partir dos pontos de observação
  - alcance, na horizontal, da visão dos observadores (radius of analysis)

Não esquecer funcionalidades do QGIS 3 como:

- [Vector > Geometry Tools > Extract Vertices...](#)
- [Vector > Geometry Tools > Multipart to Singleparts...](#)
- [Vector > Geometry Tools > Simplify...](#)

## WORKFLOW 1.1

### • 1.º passo - Create Viewpoints

- parâmetros indispensáveis
  - **Observer location(s)** - layer vectorial com as localizações do(s) ponto(s) a partir dos quais é feita a visualização
  - **Digital elevation model** - o raster com o MDT
  - **Radius of analysis, meters** - a distância máxima, em metros, contada a partir do(s) ponto(s) de observação para a qual a análise de visibilidade vai ser feita
  - **Observer height, meters** - a altura, acima do solo, do(s) olho(s) do observador
  - **Target height, meters** - a altura, acima do solo, para a qual a análise de visibilidade do território e/ou das construções será feita...

Create Viewpoints - Create Viewpoints

Parameters Log

Observer location(s)  
VG Algarve 3763 [EPSG:3763]

Selected features only

Digital elevation model  
MDT SRTM Algarve 25m 3763 [EPSG:3763]

Observer ids (leave unchanged to use feature ids) [optional]  
VG

Radius of analysis,meters  
5000

Field value for analysis radius [optional]

Observer height,meters  
1,600000

Field value for observer height [optional]

Target height,meters  
0,000000

Field value for target height,meters [optional]

Inner radius [optional]

Azimuth mask - start [optional]

Azimuth mask - end [optional]

Upper angle mask [optional]

Lower angle mask [optional]

Output layer  
[Create temporary layer]

Open output file after running algorithm

0%

Create viewpoints

This is the first step for the visibility analysis. The result will be written as a geopackage file with standardised field names and reprojected to match the elevation model used (if needed).

Parameters

Observer IDs: viewpoints can be assigned individual names or id numbers, stored in the associated table. Otherwise, internal ids will be used (sequential numbers).

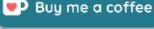
Observer height: in meters.

Target height: height value to be added to all terrain areas checked for visibility from the observer point.

Radius of analysis: maximum distance for visibility testing, in meters.

For other parameters, see [help online](#)

If you find this tool useful, consider to :

 Buy me a coffee

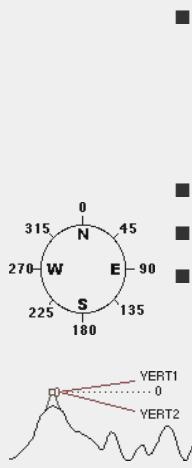
ⓘ This GIS tool is intended for peaceful use !

## WORKFLOW 1.2

- 1.º passo - **Create Viewpoints**

- parâmetros adicionais

- Inner radius** - distância entre o observador e o início da análise...
- Azimuth mask - start & end** -
- Upper & lower angle mask** -
- Observer ids** - identificadores dos pontos de observação (atributo que deve estar previamente criado na tabela de atributos da shapefile do(s) ponto(s) de observação)
- Field value for analysis radius** - **Field value for observer height** - atributos a seleccionar quando os parâmetros são diferentes, em função de diferenças dos próprios observadores...



**Create viewpoints**

This is the first step for the visibility analysis. The result will be written as a geopackage file with standardised field names and reprojected to match the elevation model used (if needed).

**Parameters**

**Observer location(s)**: VG Algarve 3763 [EPSG:3763]

Selected features only

Digital elevation model: MDT SRTM Algarve 25m 3763 [EPSG:3763]

Observer ids (leave unchanged to use feature ids) [optional]: VG

Radius of analysis,meters: 5000

Field value for analysis radius [optional]:

Observer height,meters: 1,600000

Field value for observer height [optional]:

Target height,meters: 0,000000

Field value for target height,meters [optional]:

Inner radius [optional]:

Azimuth mask - start [optional]:

Azimuth mask - end [optional]:

Upper angle mask [optional]:

Lower angle mask [optional]:

Output layer: [Create temporary layer]

Open output file after running algorithm

0%

Advanced Run as Batch Process... Cancel Close Run

ⓘ This GIS tool is intended for peaceful use !

## WORKFLOW 1.3

- 1.º passo - **Create Viewpoints**

- quando se executa a funcionalidade é criada uma shapefile nova, com um nome novo, que será utilizada nos passos seguintes...

tabela de atributos da shapefile resultante do Create Viewpoints

ID	observ_hgt	radius
1 CERRO ALTO	1,6000	10 000,00
2 ENXOVAL	1,6000	10 000,00
3 ARRIFANA	1,6000	10 000,00
4 ARRIFANA-PE	1,6000	10 000,00
5 BORDEIRA	1,6000	10 000,00
6 MALHADAS	1,6000	10 000,00
7 MESQUITA	1,6000	10 000,00
8 MONTE QUEIMADO	1,6000	10 000,00
... 495	1,6000	10 000,00

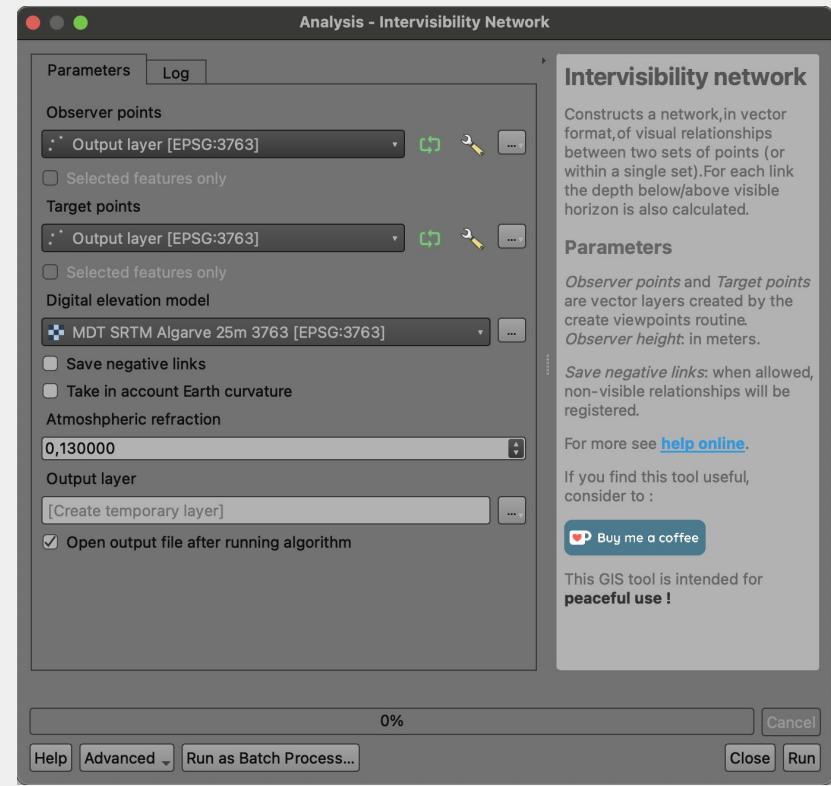
tabela de atributos da shapefile original

VG	Ord	Alt.Ort.	M (m)	P (m)
1 CERRO ALTO	-	166.31	50 628,9300...	-239 884,88...
2 ENXOVAL	-	159.12	55 542,1399...	-239 169,83...
3 ARRIFANA	-	113.56	-64 480,610...	-264 469,55...
4 ARRIFANA-PE	1	113.67	-64 475,699...	-264 469,69...
5 BORDEIRA	-	122.16	-65 244,360...	-274 545,41...
6 MALHADAS	-	158.44	-64 044,1100...	-269 875,91...
7 MESQUITA	2	114.80	-66 079,940...	-271 614,650...
8 MONTE QUEI...	-	134.24	-65 179,5199...	-278 420,92...
... 495				



## WORKFLOW 2.1.1

- 2.º passo - **Intervisibility network.**
  - *The output of the intervisibility network routine is a network, in vector format, of visual relationships between two sets of points (or within a single set of points).*
  - a funcionalidade Intervisibility network cria uma rede de linhas que assinala todos os pontos de observação visíveis a partir de cada um dos pontos de observação ou a partir de construções (target points)
  - parâmetros indispensáveis
    - **Observer points** - shapefile criada no 1.º passo (Create viewpoints)
    - **Target points** - shapefile criada no 1.º passo (pode ser igual ou diferente da Observer points)
    - **Digital elevation model** - o raster com o MDT
    - **Atmospheric refraction** (*the deviation of light from a straight line as it passes through the atmosphere due to the variation in air density as a function of height*) - por defeito = 0,13

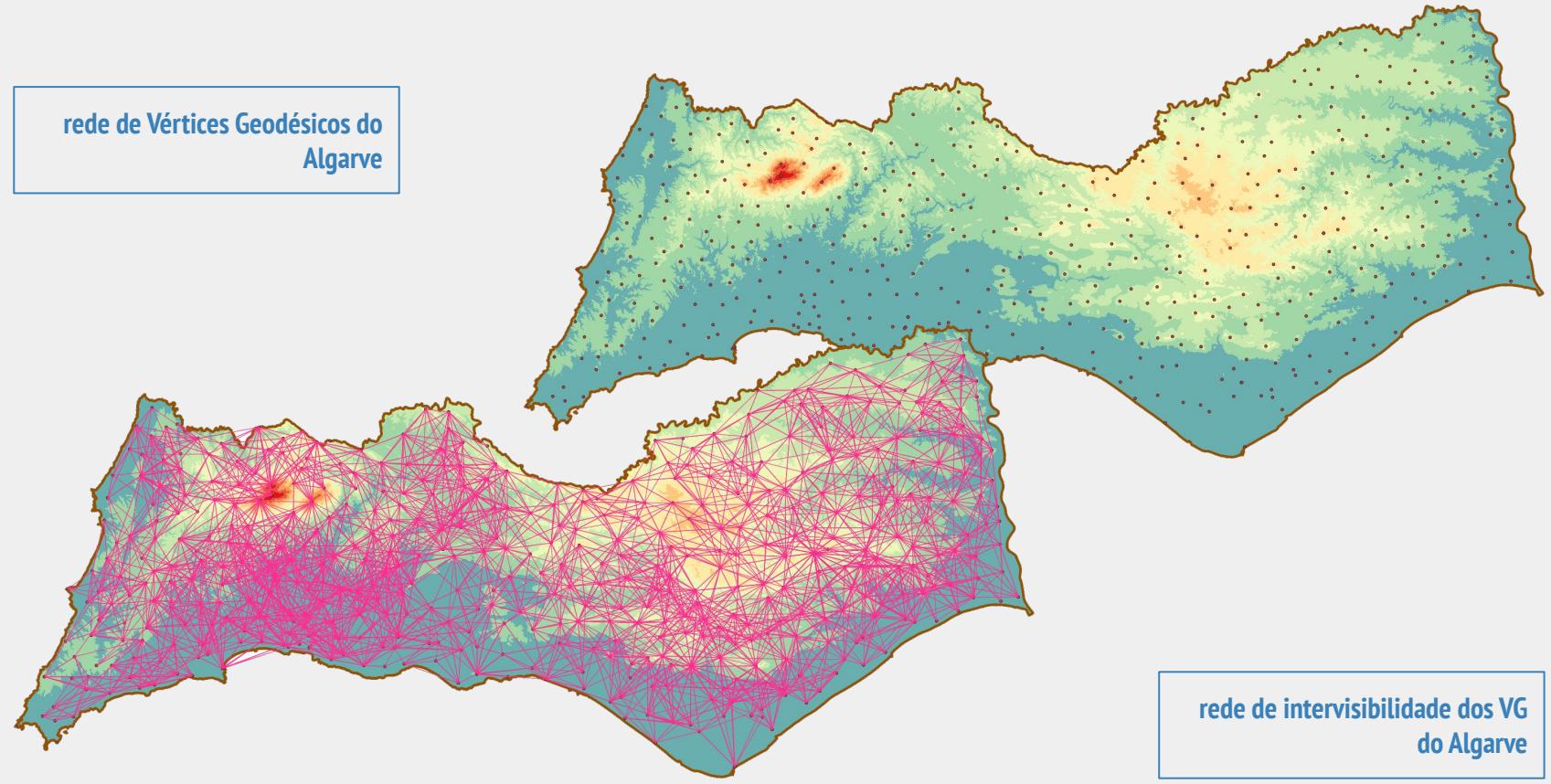




## WORKFLOW 2.1.2

1

- 2.º passo - **Intervisibility network.**

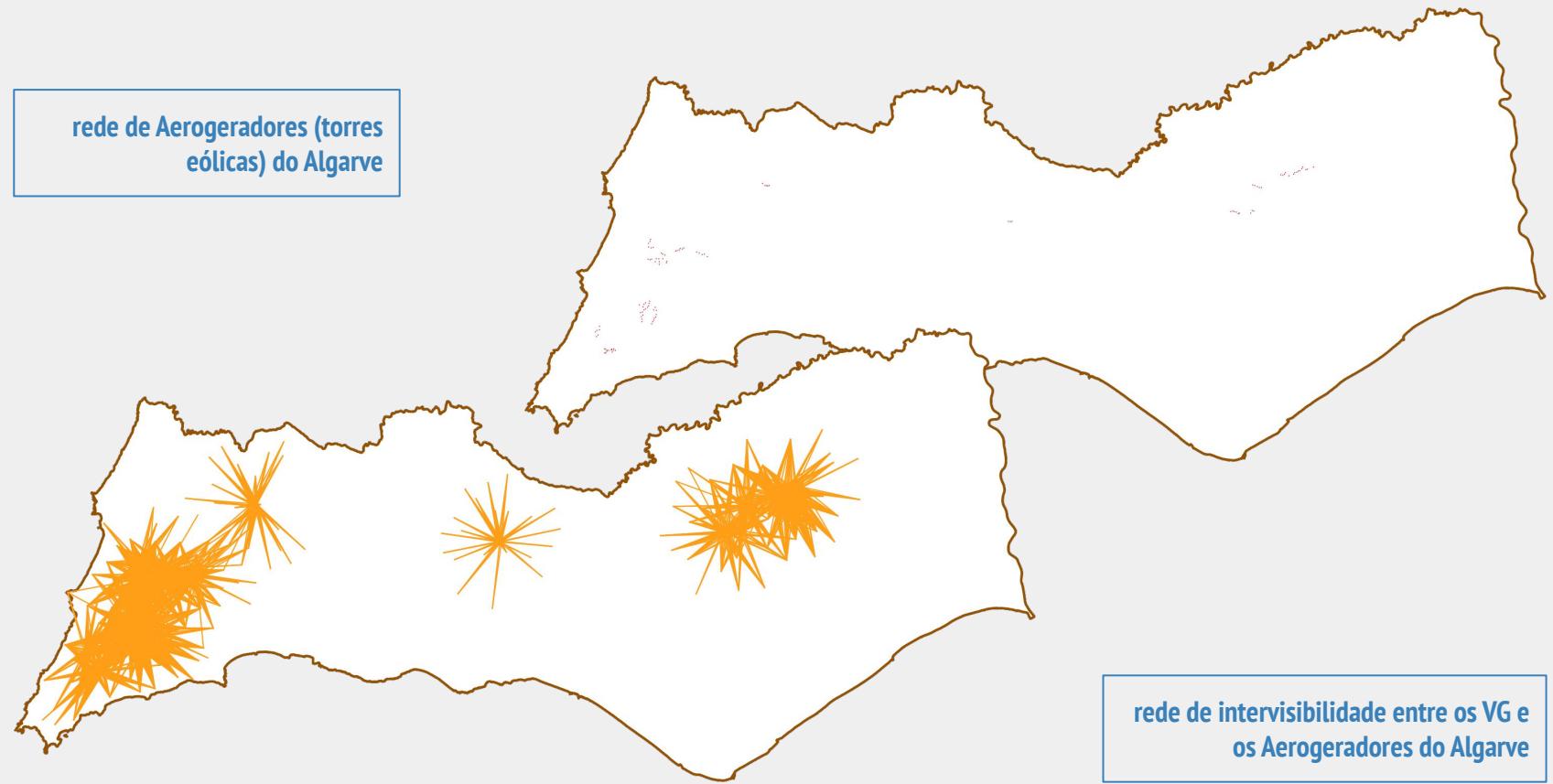




## WORKFLOW 2.1.3

②

- 2.º passo - **Intervisibility network.**





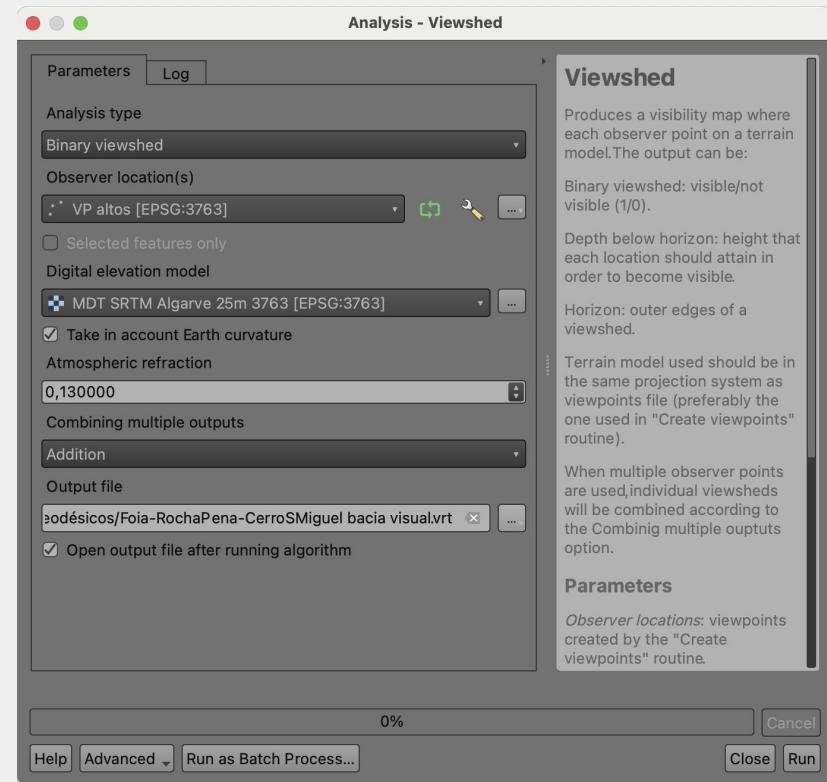
## WORKFLOW 2.2.1

- 2.º passo - **Viewshed.**
  - *This module performs a visibility calculation for individual points over a terrain model (in a raster grid format). Three output types are available:*
    - **Binary viewshed** will produce a visibility map where each data point of a terrain model will be assigned a true/false value (visible/not visible).
    - **Depth below horizon** will provide the depth at which lay invisible portions of a terrain. The value produced by this module can be understood as the theoretical height a construction should attain in order to appear on the horizon, as visible from the chosen observer point.
    - **Horizon** option will trace the outer edges of a viewshed, which represents points that appear on the horizon from a chosen observer point.
    - *When multiple observer points are used, individual viewsheds will be combined into a cumulative viewshed model representing the number of positive results for each data point.*
  - parâmetros indispensáveis
    - [Analysis type](#) - Binary viewshed | Depth below horizon | Horizon
    - [Observer points](#) - shapefile criada no 1.º passo (Create viewpoints)
    - [Digital elevation model](#) - o raster com o DEM
    - [Atmospheric refraction](#) (*the deviation of light from a straight line as it passes through the atmosphere due to the variation in air density as a function of height*) - por defeito = 0,13
    - [Combining multiple outputs](#) - Addition | Maximum | Minimum



## WORKFLOW 2.2.2

- 2.º passo - **Viewshed.**



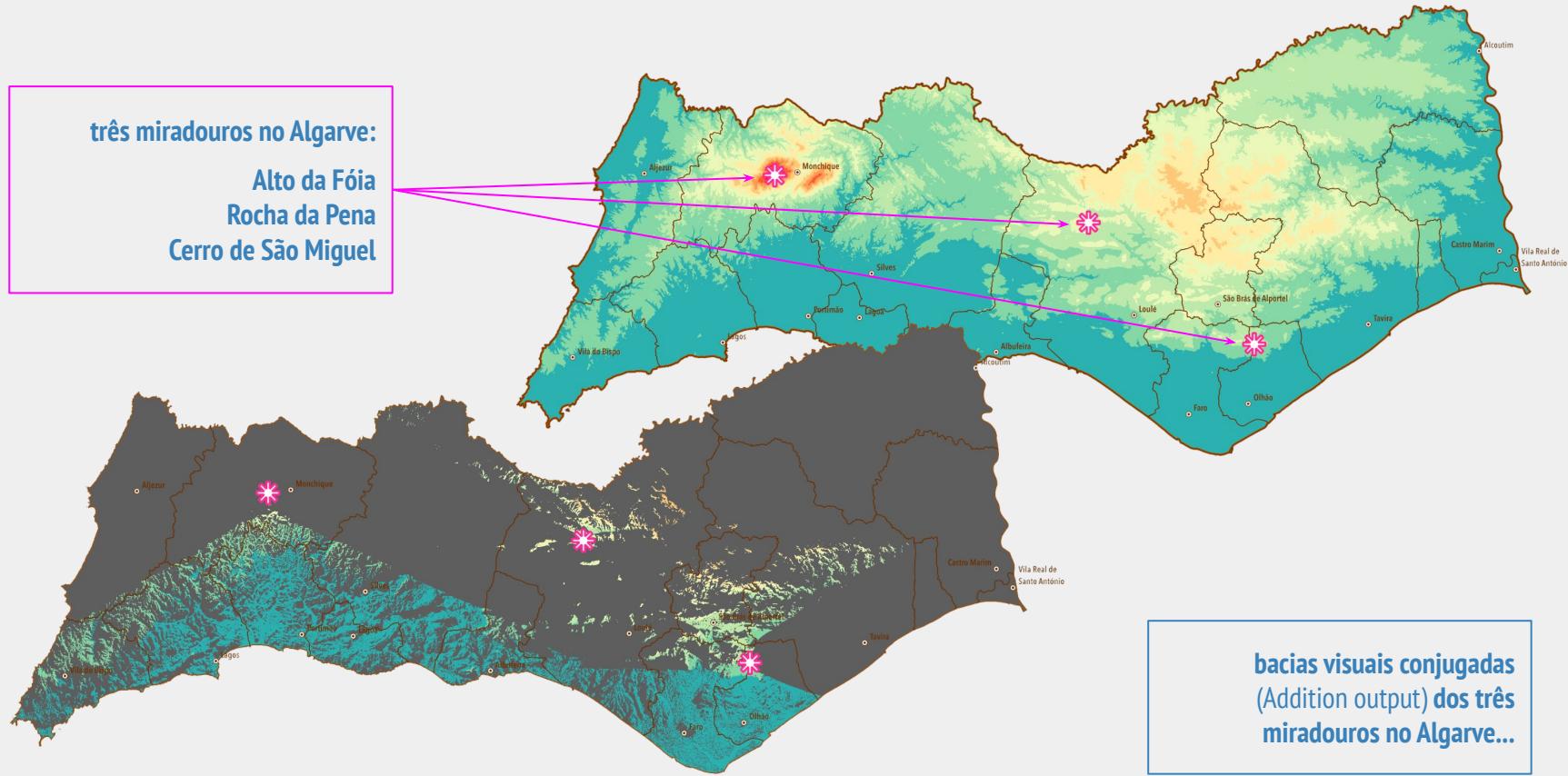
Para o exemplo apresentado na página seguinte escolheram-se três miradouros de referência do Algarve (alto da Fóia, Rocha da Pena e Cerro de São Miguel) e procurou-se caracterizar a bacia visual conjugada desses três pontos...



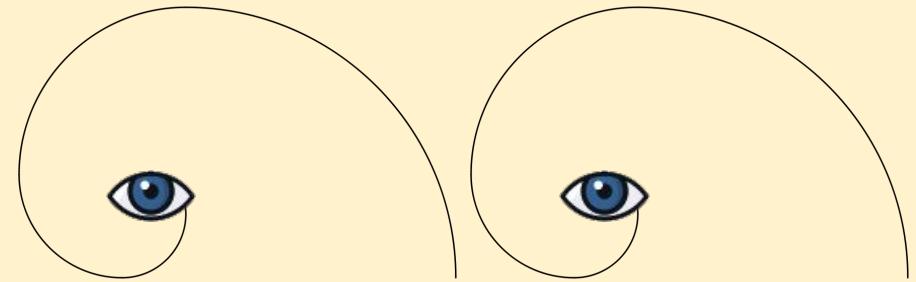
## WORKFLOW 2.2.3

- 2.º passo - **Viewshed.**

três miradouros no Algarve:  
Alto da Fóia  
Rocha da Pena  
Cerro de São Miguel



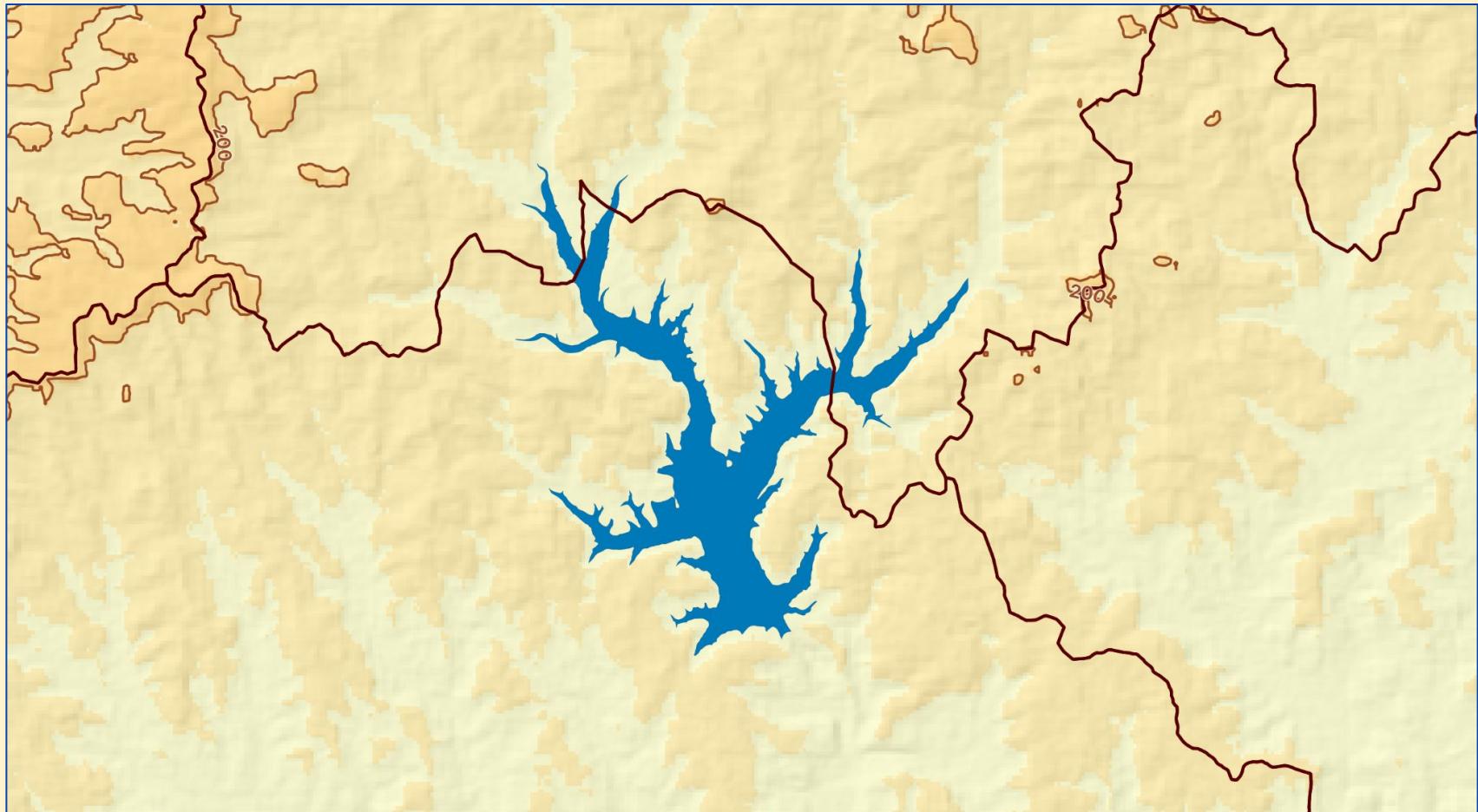
## OUTROS EXEMPLOS...



1

## BARRAGEM DA BRAVURA

shapefile original (polígono) com delimitação muito detalhada do contorno do plano de água da albufeira artificial (no nível de pleno armazenamento) resultante da construção da barragem



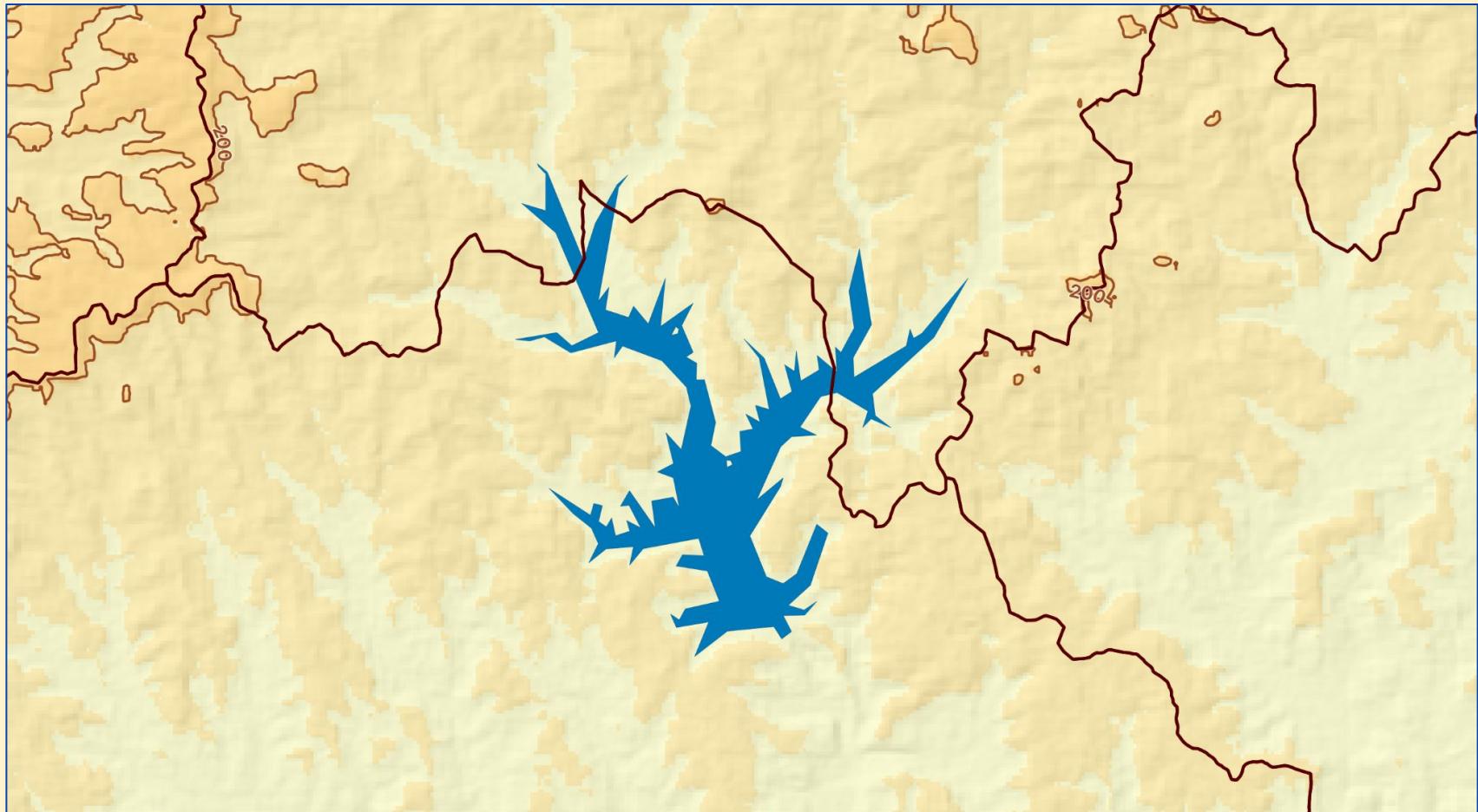
é necessário transformar o formato da shapefile para pontos e evitar a existência desnecessária de um número muito elevado de pontos

1

## BARRAGEM DA BRAVURA

SOLUÇÃO A ---> Vector > Geometry Tools > Simplify...

Simplification method: Distance (Douglas-Peucker) Tolerance: 50 meters



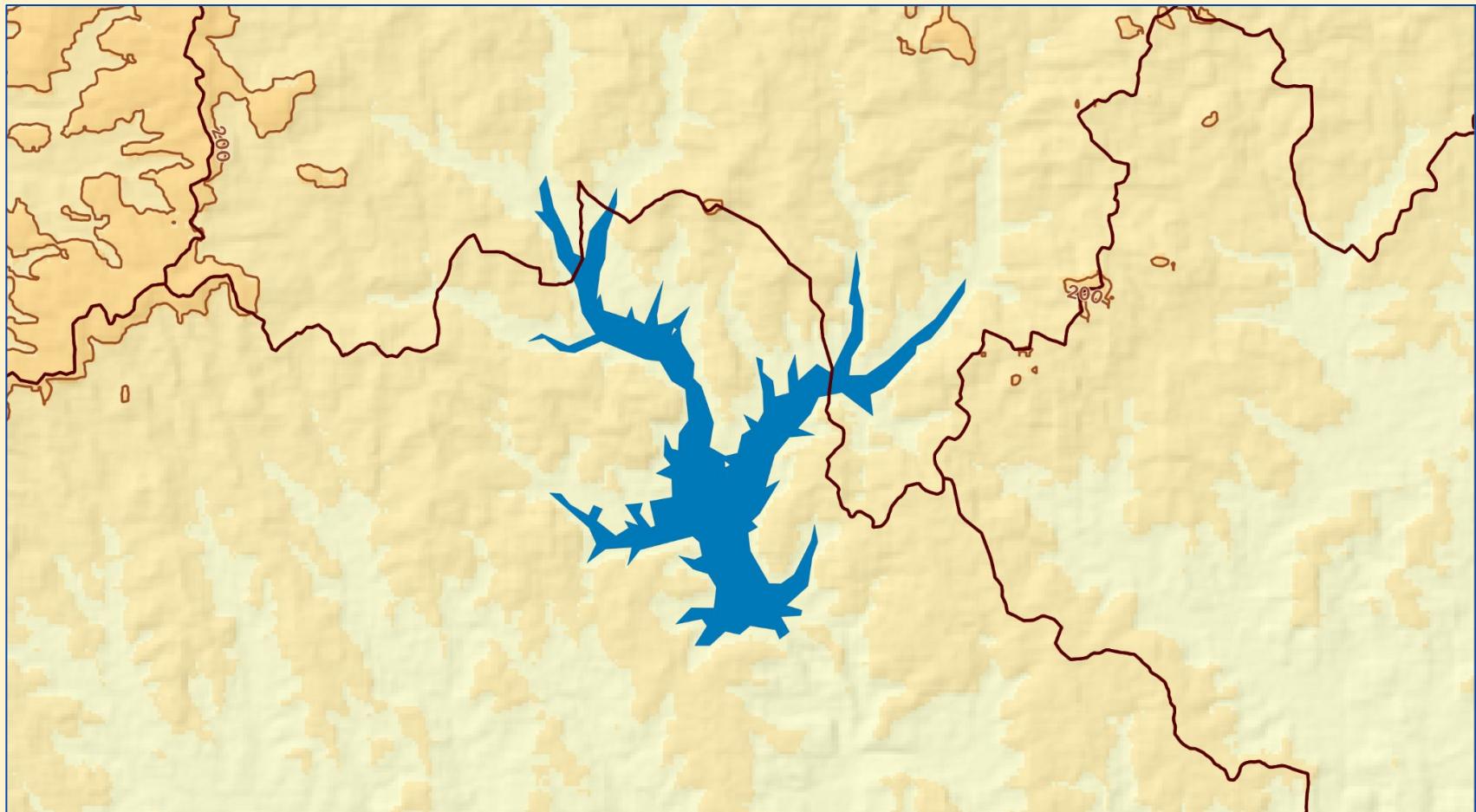
primeiro passo - simplificar o formato do polígono

1

## BARRAGEM DA BRAVURA

SOLUÇÃO A ---> Vector > Geometry Tools > Simplify...

Simplification method: Area (Visvalingam) Tolerance: 50 meters

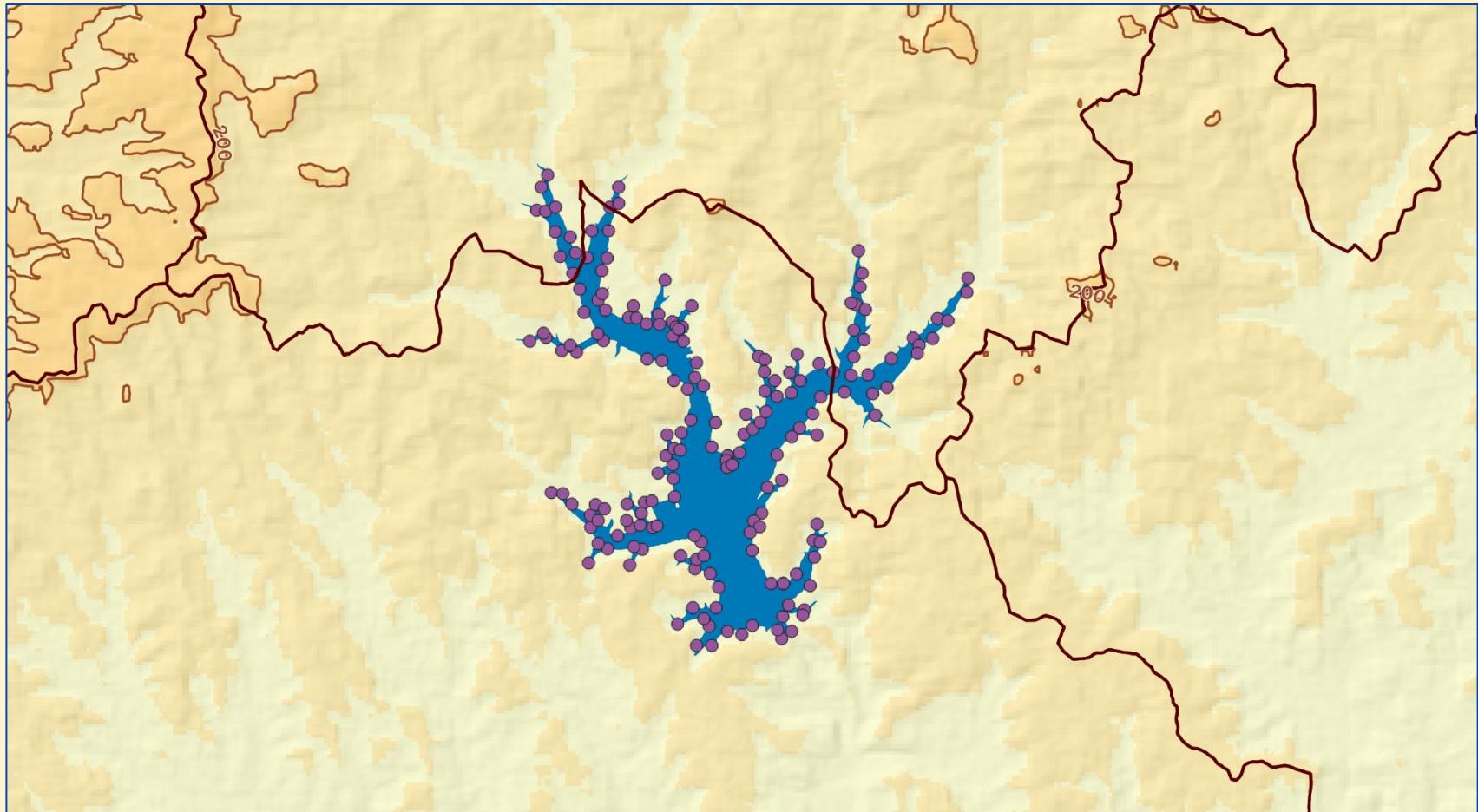


primeiro passo - simplificar o formato do polígono

1

## BARRAGEM DA BRAVURA

SOLUÇÃO A ---> Vector > Geometry Tools > Extract Vertices...  
Simplification method: Area (Visvalingam) Tolerance: 50 meters



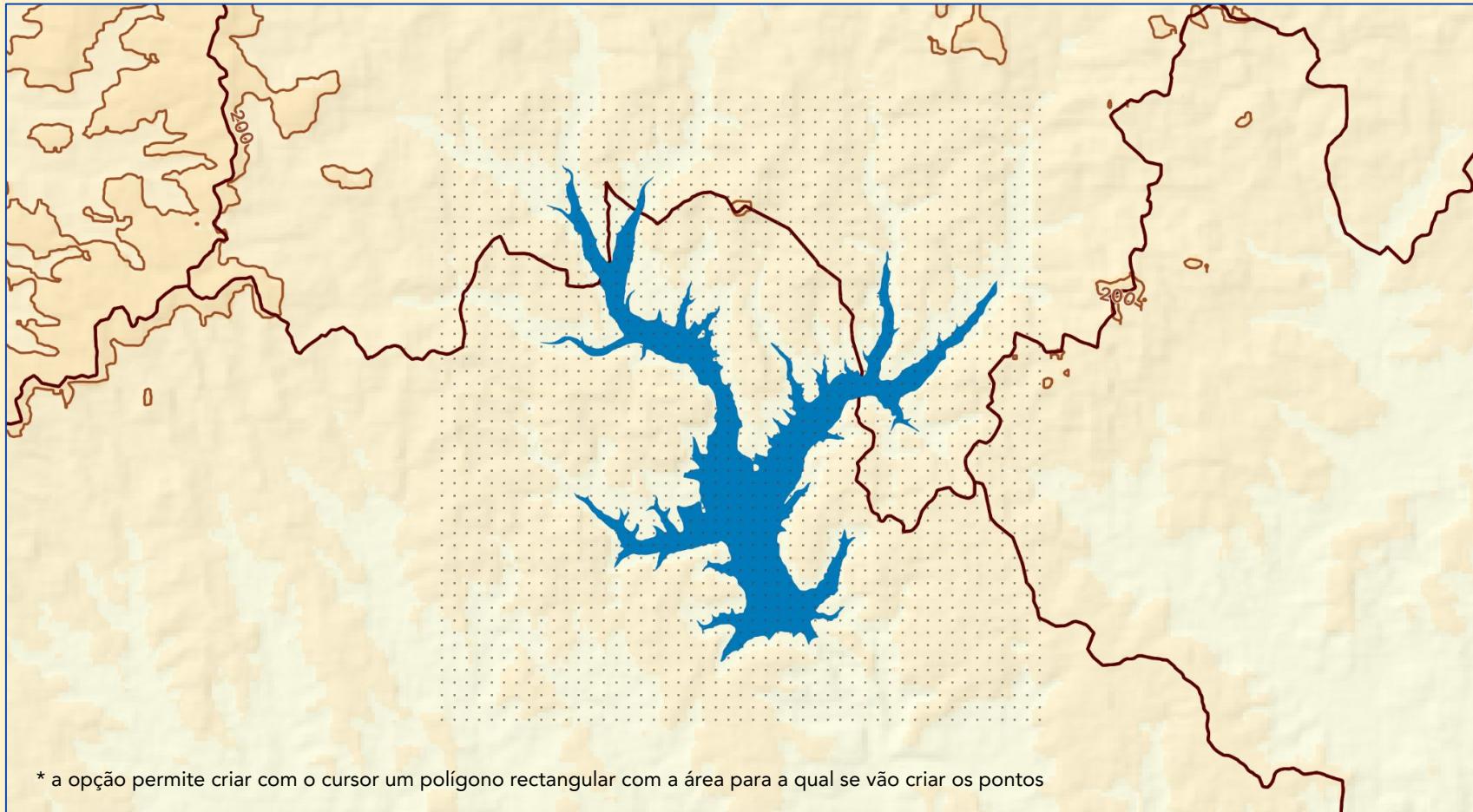
segundo passo - converter o polígono em pontos

1

## BARRAGEM DA BRAVURA

SOLUÇÃO B ---> Vector > Research Tools > Regular Points...

Input extent: Draw on Canvas\* Point spacing: 50 meters ( Use point spacing)



\* a opção permite criar com o cursor um polígono rectangular com a área para a qual se vão criar os pontos

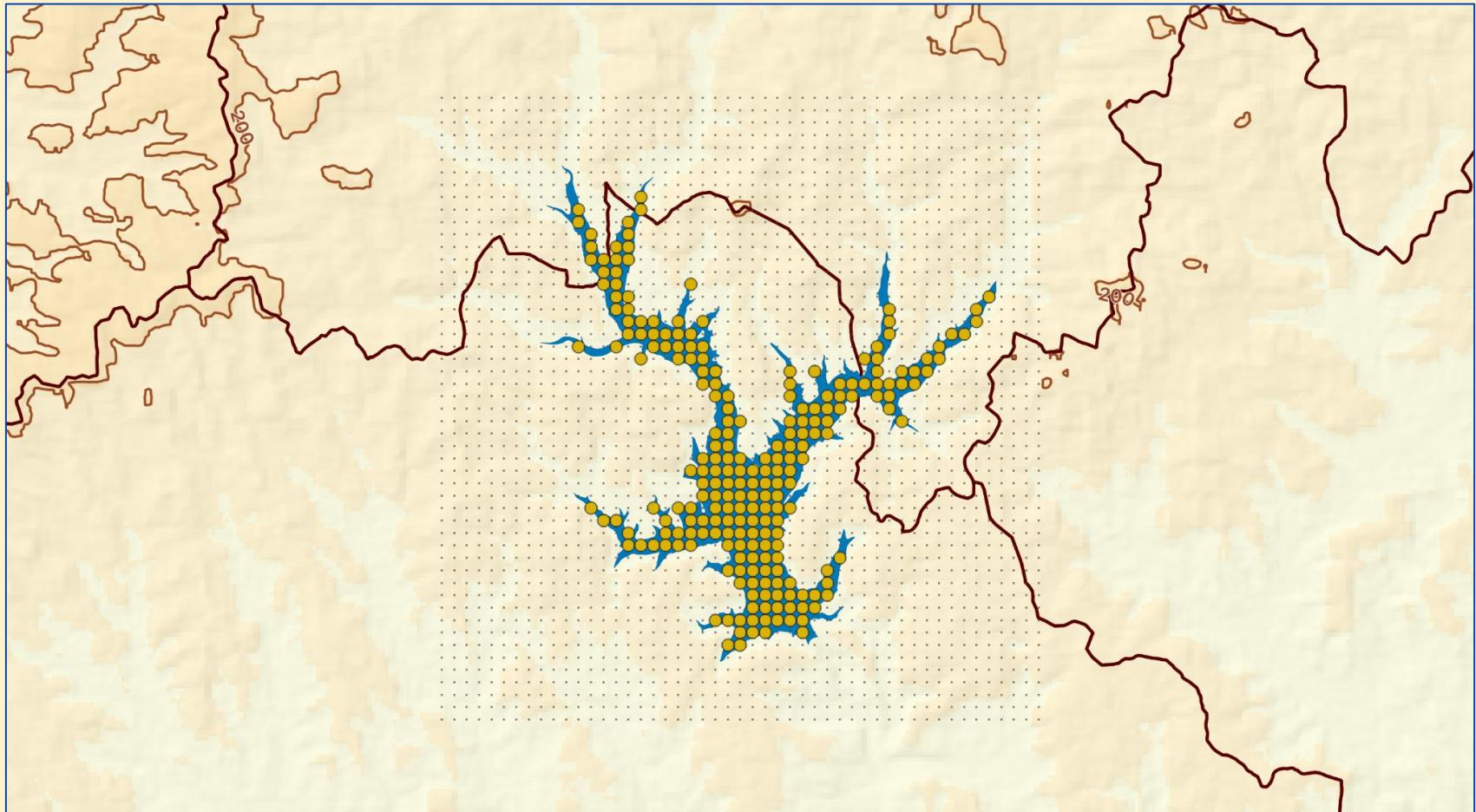
primeiro passo - criar uma rede de pontos homogeneamente distribuídos

1

## BARRAGEM DA BRAVURA

SOLUÇÃO B ---> Vector > Geoprocessing Tools > Clip...

Input layer: shape de pontos      Overlay layer: shape com o polígono da albufeira da Bravura



primeiro passo - criar uma rede de pontos homogeneamente distribuídos

1

## BARRAGEM DA BRAVURA

### 1.º passo - Create Viewpoints

Shapefile resultante dos Simplify & Extract Vertices...

ou Shapefile resultante da rede de pontos regulares...

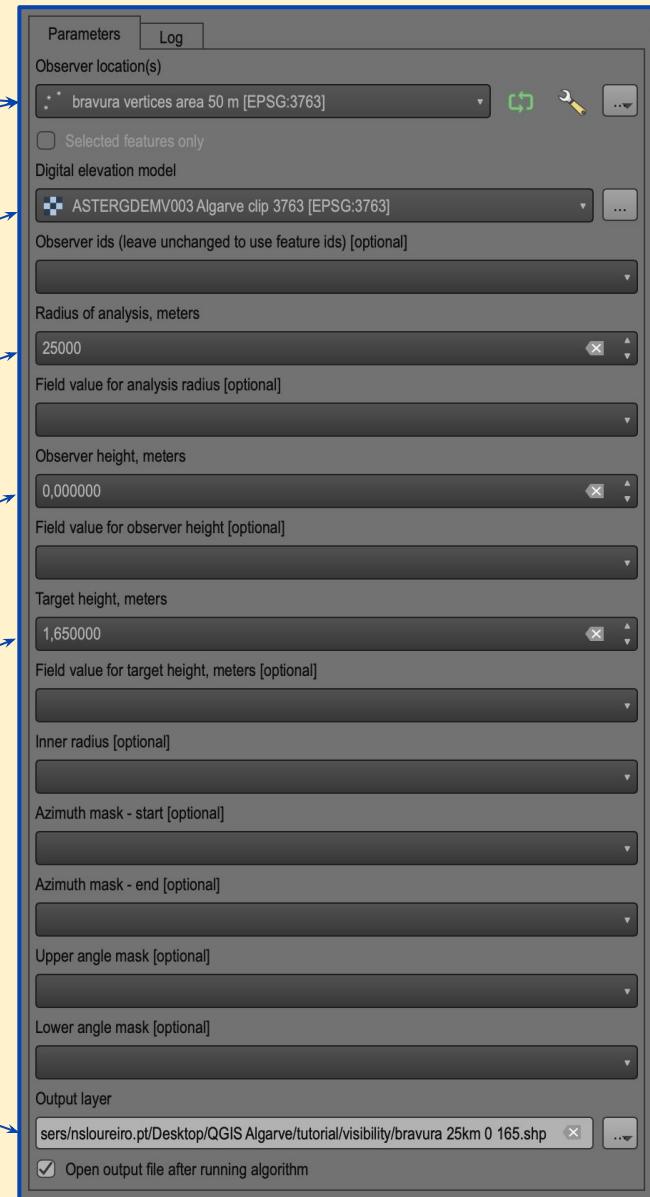
DEM - modelo digital do terreno...

Distância máxima da análise, em metros...

Plano de água (0 metros)...

Visibilidade no território por pessoas de pé...

Shapefile resultante do Create Points...



1

## BARRAGEM DA BRAVURA

### 2.º passo - Viewshed

Tipo de análise Viewshed ...

Shapefile resultante do Create Points...

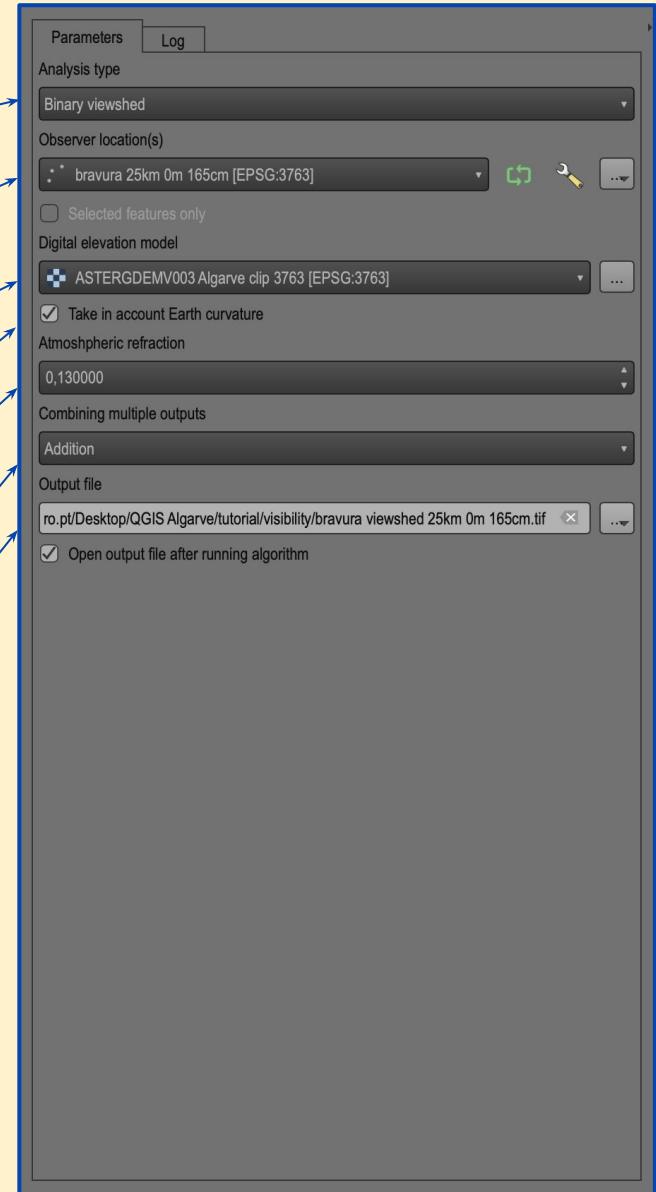
DEM - modelo digital do terreno...

Earth curvature...

Atmospheric refraction...

Combining multiple outputs...

GeoTIFF resultante da Viewshed Analysis...



1

## BARRAGEM DA BRAVURA

### VIEWSHED ANALYSIS...

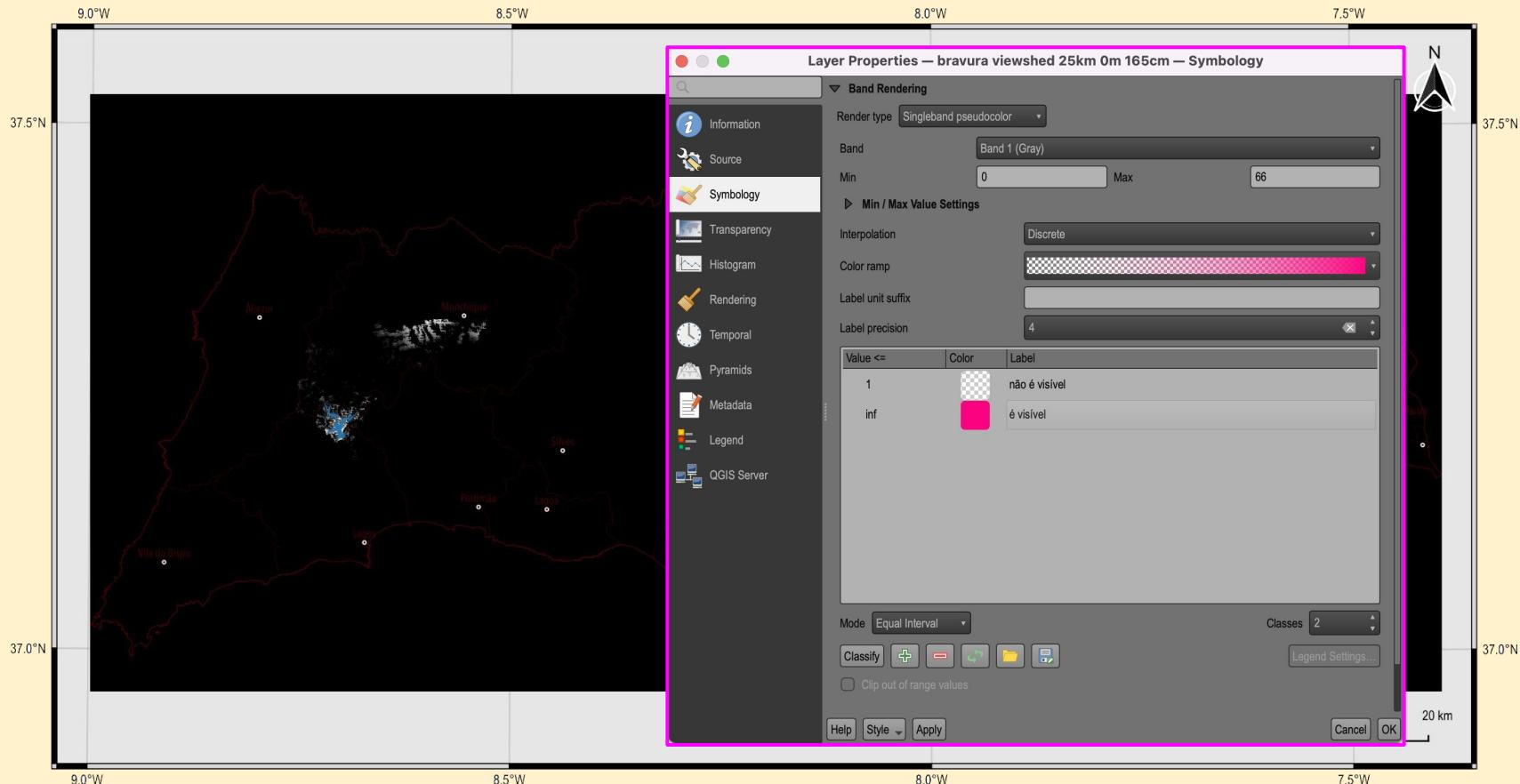


primeiro output...

1

## BARRAGEM DA BRAVURA

### VIEWSHED ANALYSIS...



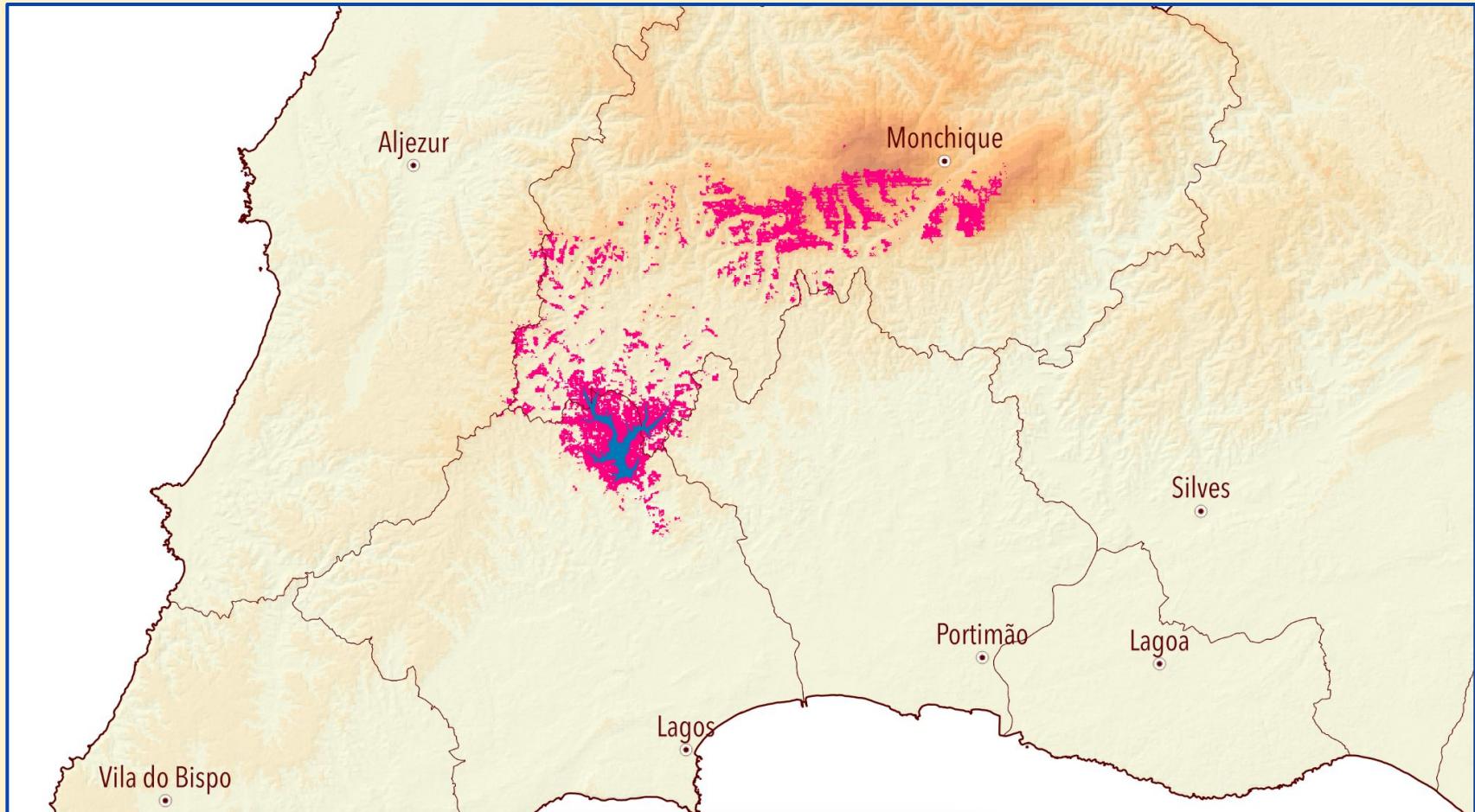
RECLASSIFICAÇÃO DO GeoTIFF...

1

## BARRAGEM DA BRAVURA

Visibility Analysis > Viewshed > Binary viewshed

Radius of analysis: 25 km    Observer height: 1,65 m    Target height: 0 m

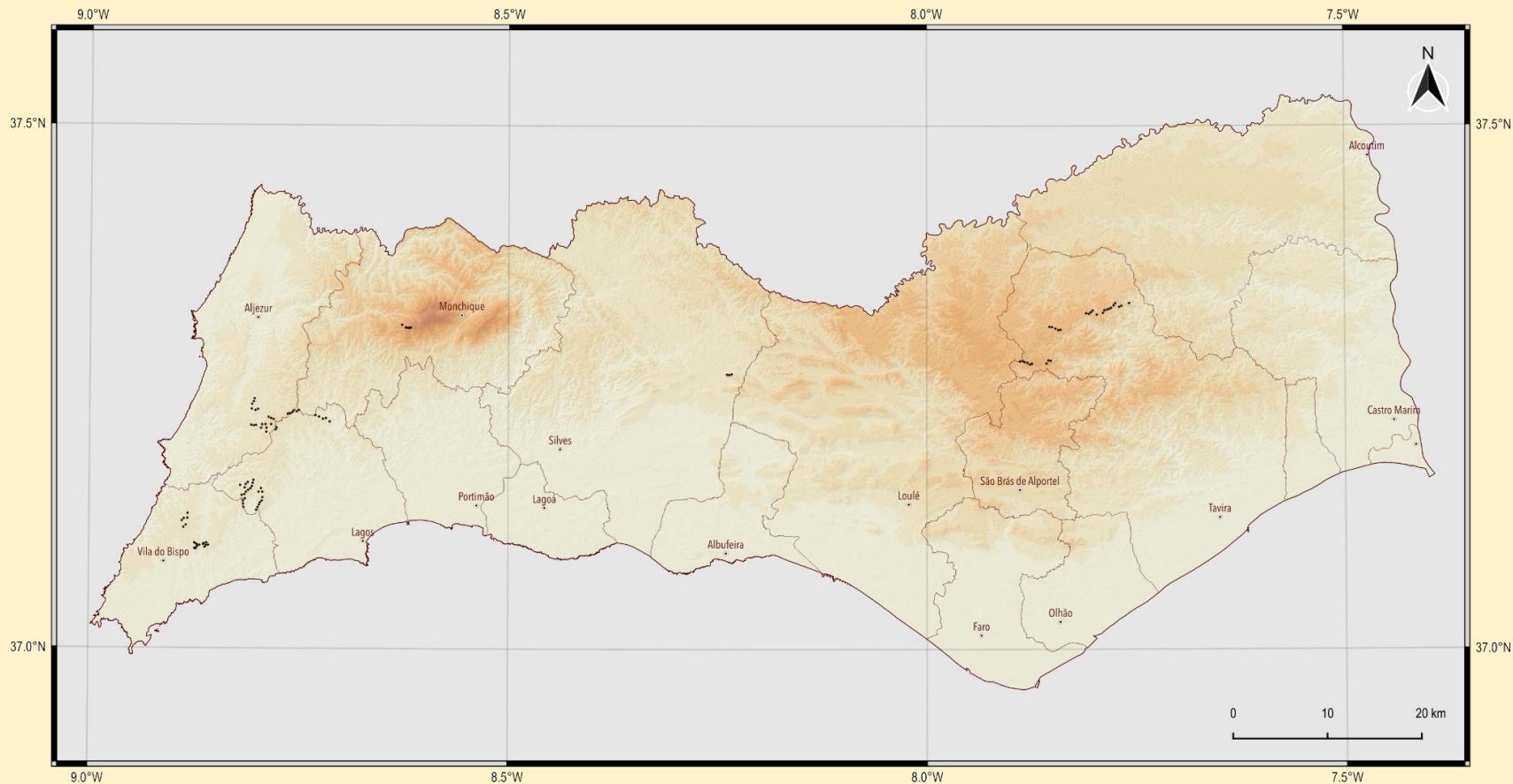


RESULTADO: A AZUL O PLANO DE ÁGUA DA ALBUFEIRA E A ROSA OS LOCAIS ONDE O PLANO DE ÁGUA É PARCIAL OU TOTALMENTE VISÍVEL !!!

2

## ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

shapefile original (pontos) com a localização de cada uma das turbinas eólicas instaladas e em funcionamento no Algarve...



Cada pequeno ponto negro é uma turbina eólica. No Algarve, no total, existem 113 instaladas e em funcionamento...

2

## ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

### 1.º passo - Create Viewpoints

Shapefile original...

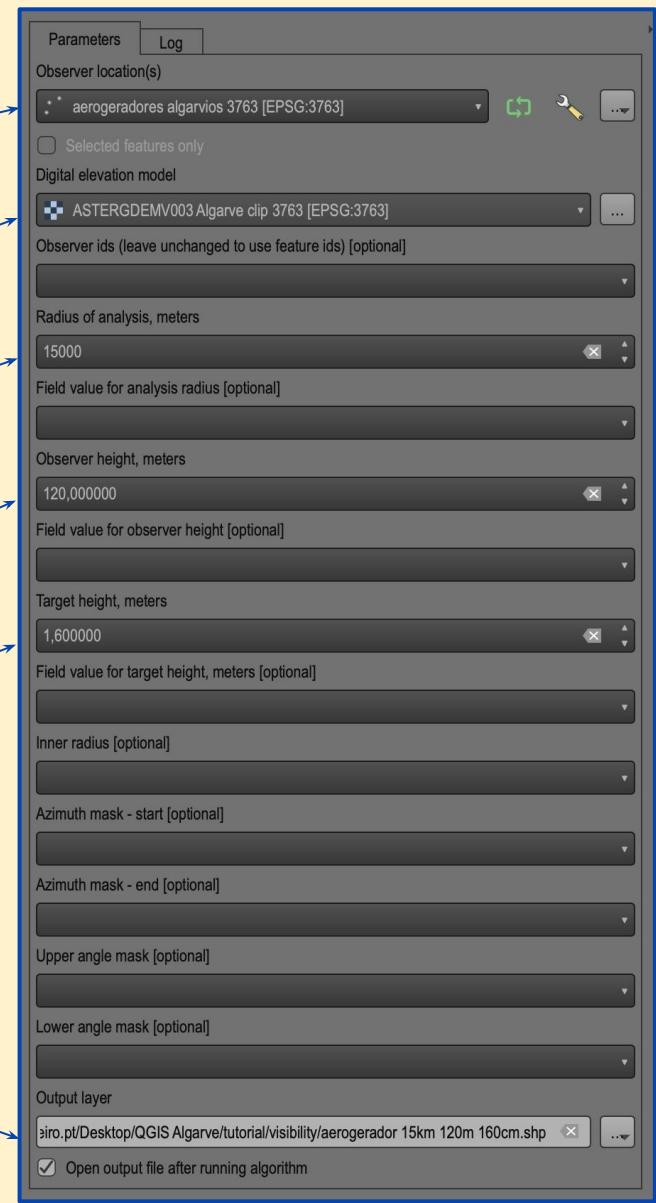
DEM - modelo digital do terreno...

Distância máxima da análise, em metros...

Altura das torres eólicas (120 metros)...

Visibilidade no território por pessoas de pé (1,6 m)...

Shapefile resultante do Create Viewpoints...



2

## ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

### 2.º passo - Viewshed

Tipo de análise Viewshed ...

Shapefile resultante do Create Points...

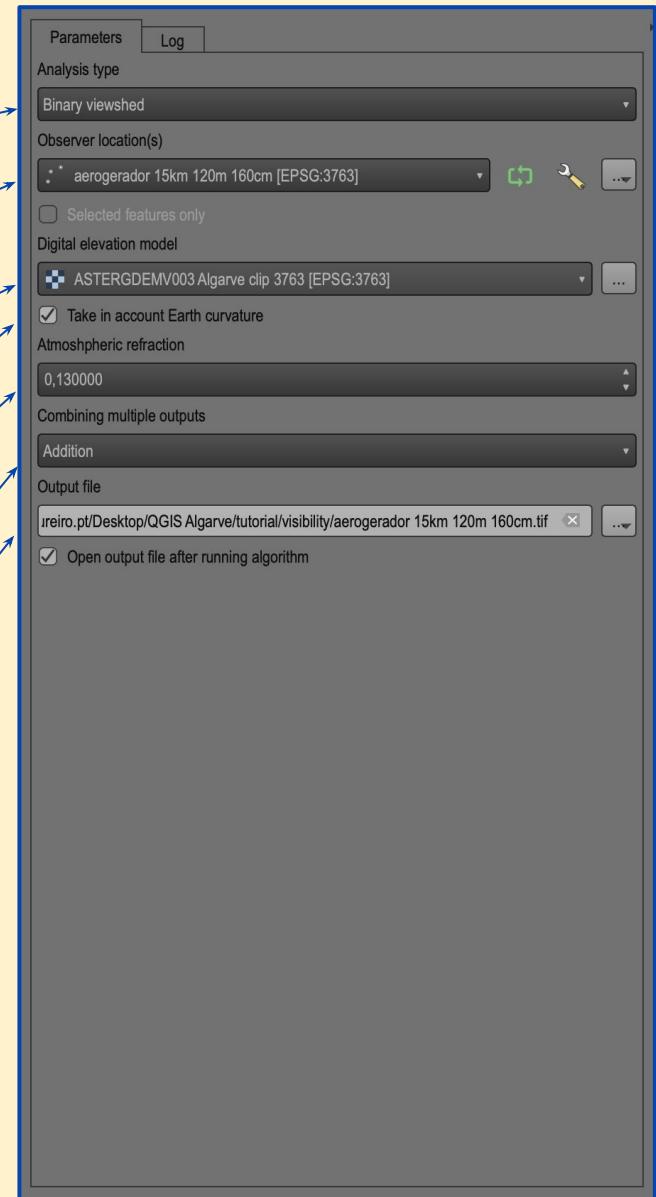
DEM - modelo digital do terreno...

Earth curvature...

Atmospheric refraction...

Combining multiple outputs...

GeoTIFF resultante da Viewshed Analysis...

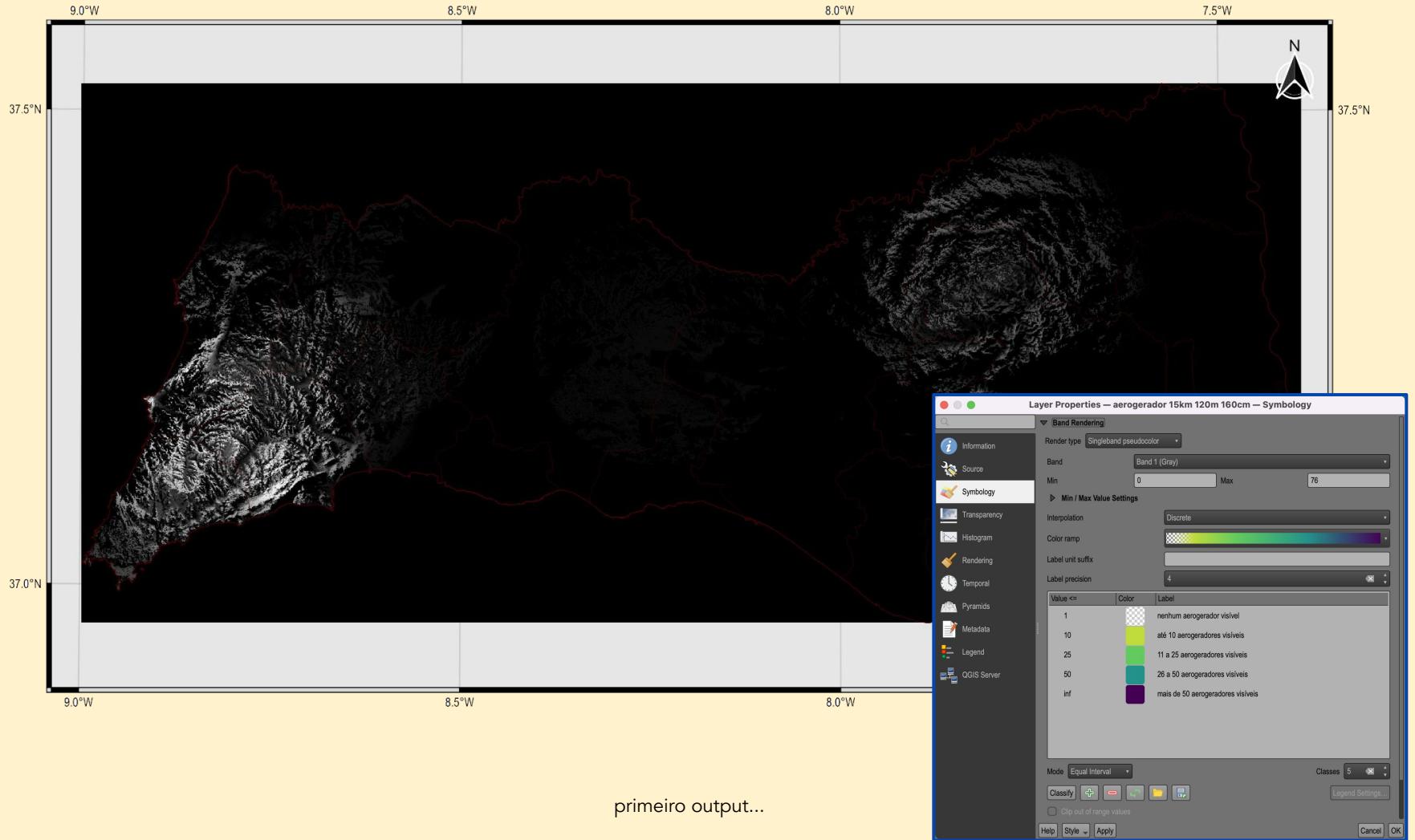


2

## ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

### VIEWSHED ANALYSIS...

Radius of analysis: 15 km    Observer height: 120 m    Target height: 1,60 m

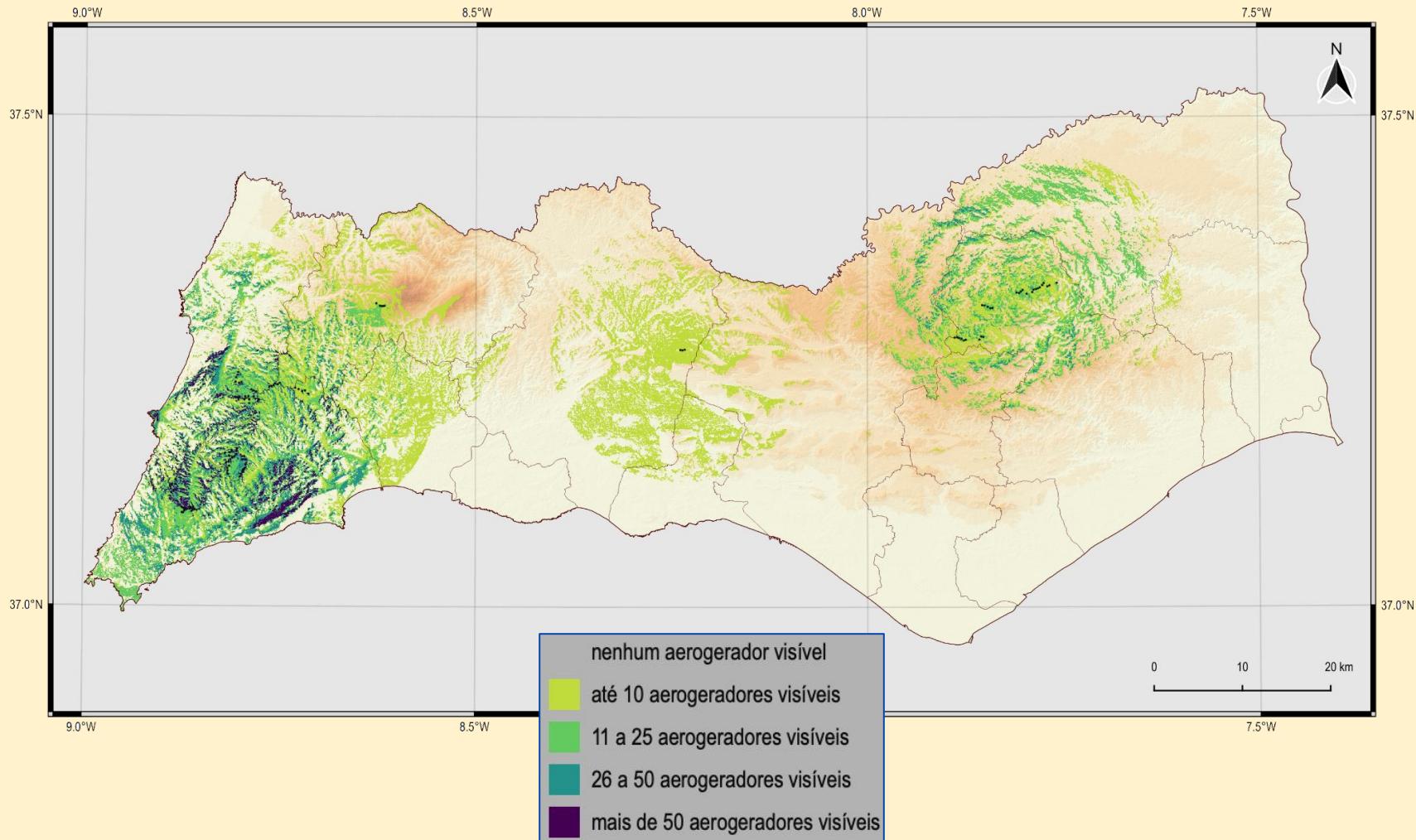


2

## ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

### VIEWSHED ANALYSIS...

Radius of analysis: 15 km    Observer height: 120 m    Target height: 1,60 m



## VIEWSHED ANALYSIS...

Caso se pretendam conhecer as áreas das cinco classes anteriormente estabelecidas, é necessário começar por fazer a reclassificação do raster.

[Raster > RASTER CALCULATOR...](#)

Raster Calculator Expression:

```
("aero gerador 15km 120m 160cm@1" < 1) * 1 +  
("aero gerador 15km 120m 160cm@1" >= 1 AND "aero gerador 15km 120m 160cm@1" <= 10) * 2 +  
("aero gerador 15km 120m 160cm@1" > 10 AND "aero gerador 15km 120m 160cm@1" <= 25) * 3 +  
("aero gerador 15km 120m 160cm@1" > 25 AND "aero gerador 15km 120m 160cm@1" <= 50) * 4 +  
("aero gerador 15km 120m 160cm@1" > 50) * 5
```

O GeoTIFF resultante tem, visualmente a mesma apresentação do original, mas os pixels tem apenas valores de 1, 2, 3, 4 ou 5.

2

## ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

### VIEWSHED ANALYSIS...

Seguidamente, para se conhecerem as áreas de cada classe, é necessário recorrer a:

[Processing > Toolbox > Raster Analysis > Raster layer unique values report](#)

O output é um ficheiro html...

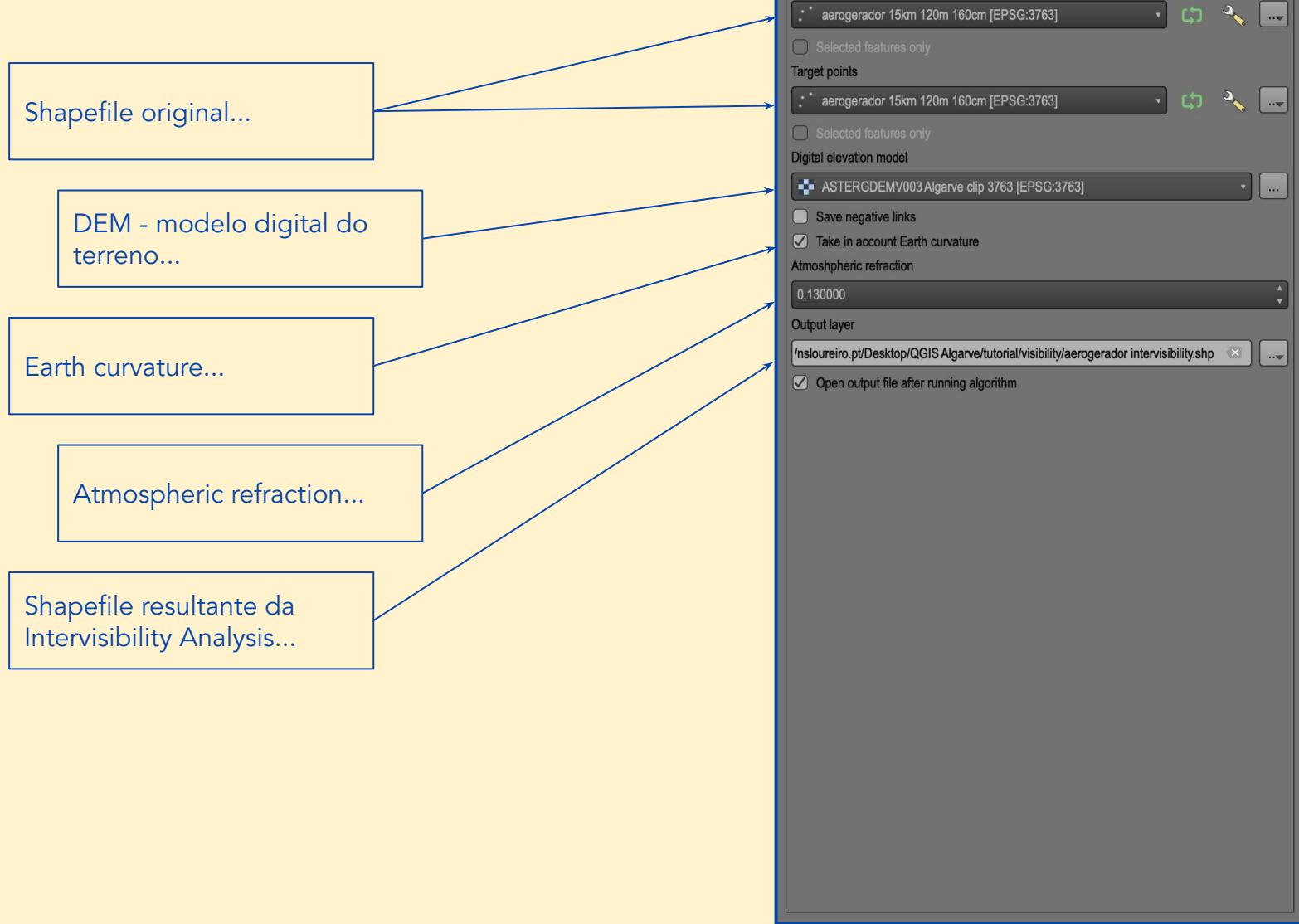
```
Analyzed file: /Users/nsloureiro.pt/Desktop/QGIS Algarve/tutorial/visibility/aerogerador 15km reclass.tif (band 1)
Extent: -76917.099740000051130,-300377.8580199999851175 : 65704.117339999970570,-237322.5007800000021234
Projection: EPSG:3763 - ETRS89 / Portugal TM06
Width in pixels: 5111 (units per pixel 27.9048)
Height in pixels: 2260 (units per pixel 27.9006)
Total pixel count: 11550860
NODATA pixel count: 0
Value Pixel count Area (m2)
1    10039352  7816232879.365462
2    932762    726210716.8891665
3    378887    294986073.4999771
4    149326    116259175.9850762
5    50533     39342947.24330563
```

Fazendo algumas contas numa folha de cálculo  
é possível chegar aos seguintes resultados:

2

## ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

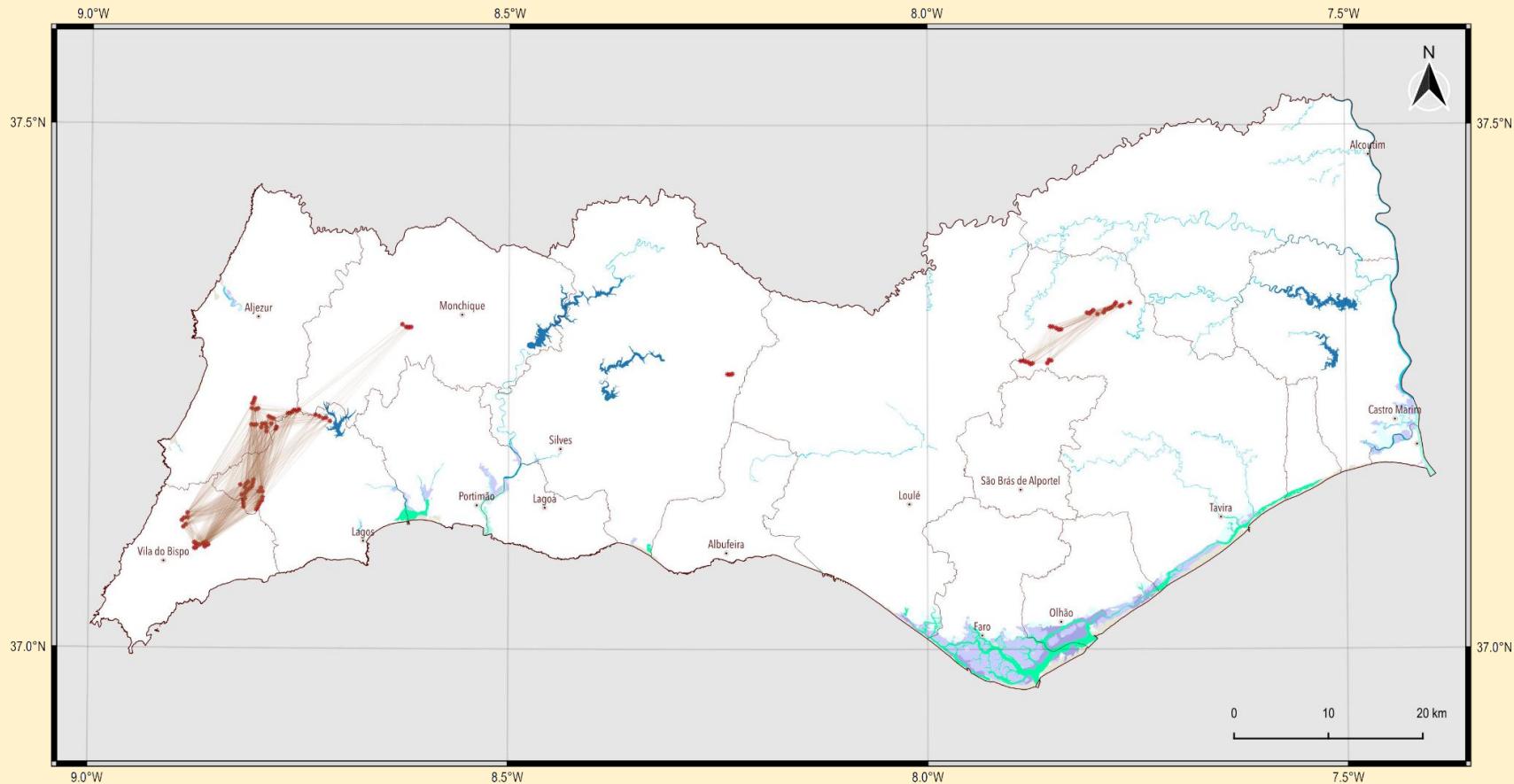
### INTERVISIBILITY ANALYSIS...



2

## ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

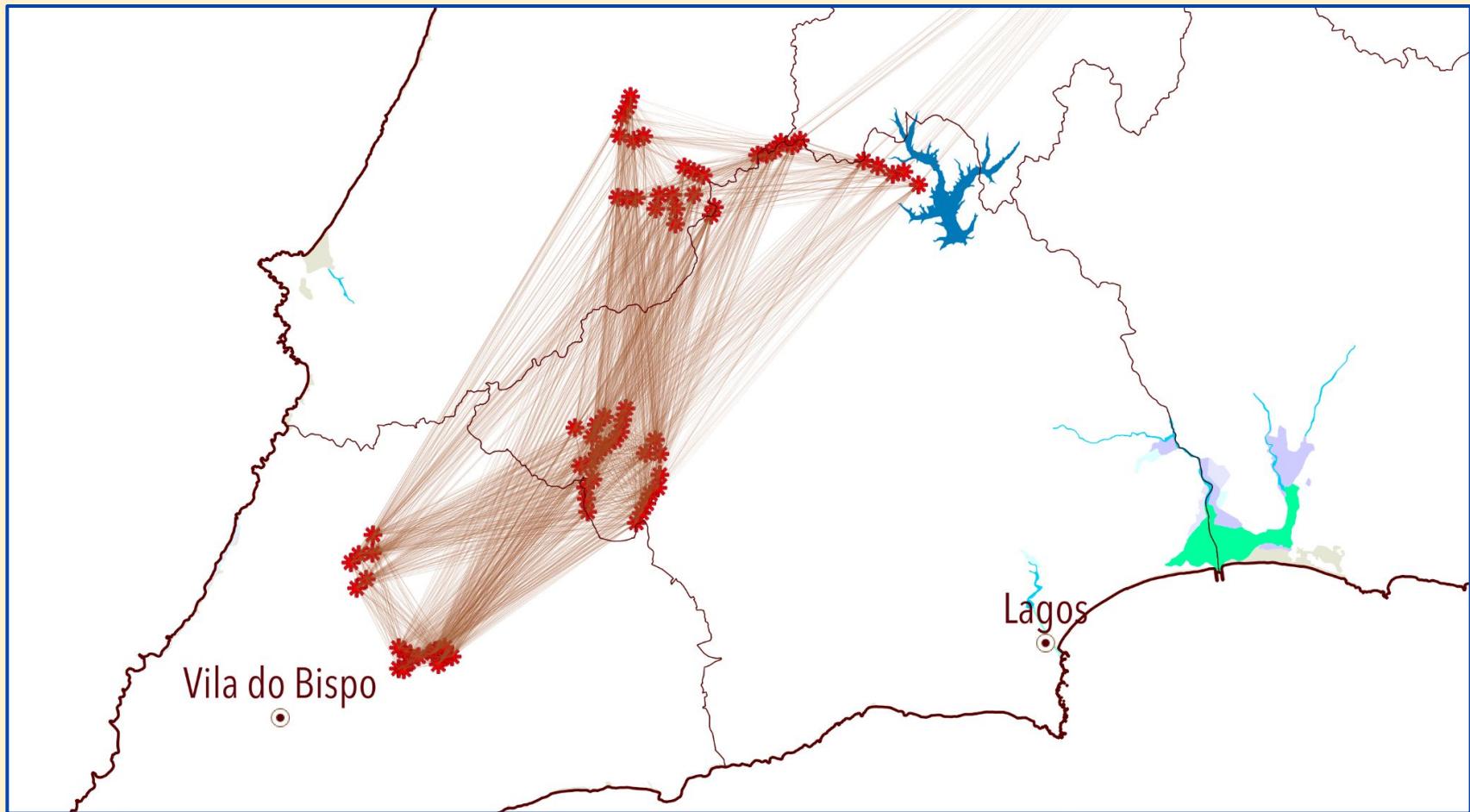
### INTERVISIBILITY ANALYSIS...



2

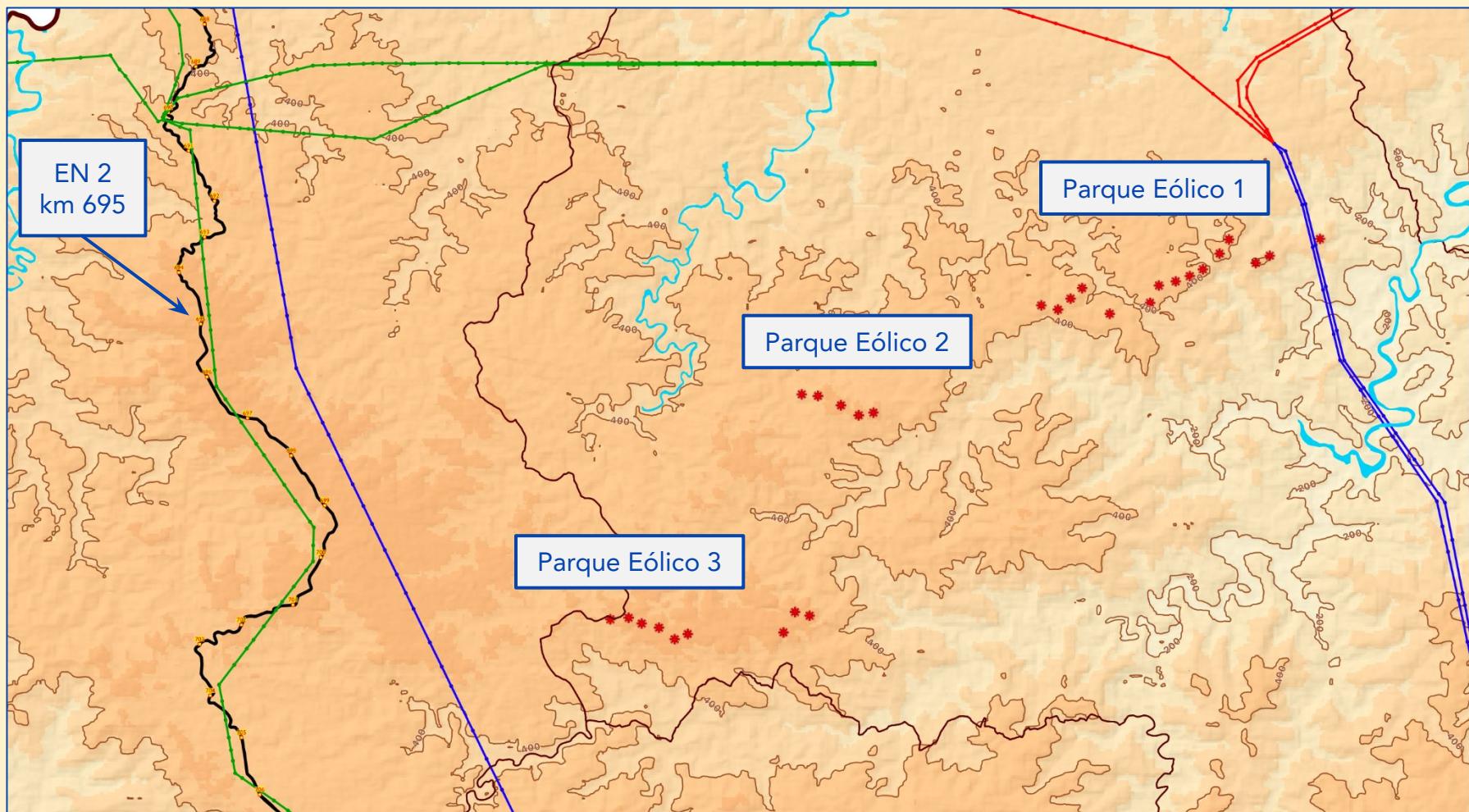
## ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

### INTERVISIBILITY ANALYSIS...



RESULTADO: AS LINHAS CASTANHAS LIGAM CADA TORRE EÓLICA A TODAS AS OUTRAS EM QUE HÁ INTERVISIBILIDADE !!!

## ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS



Visibilidade de três parques eólicos a partir do km 695 da EN 2

## ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

Visibilidade de três parques eólicos a partir do km 695 da EN 2

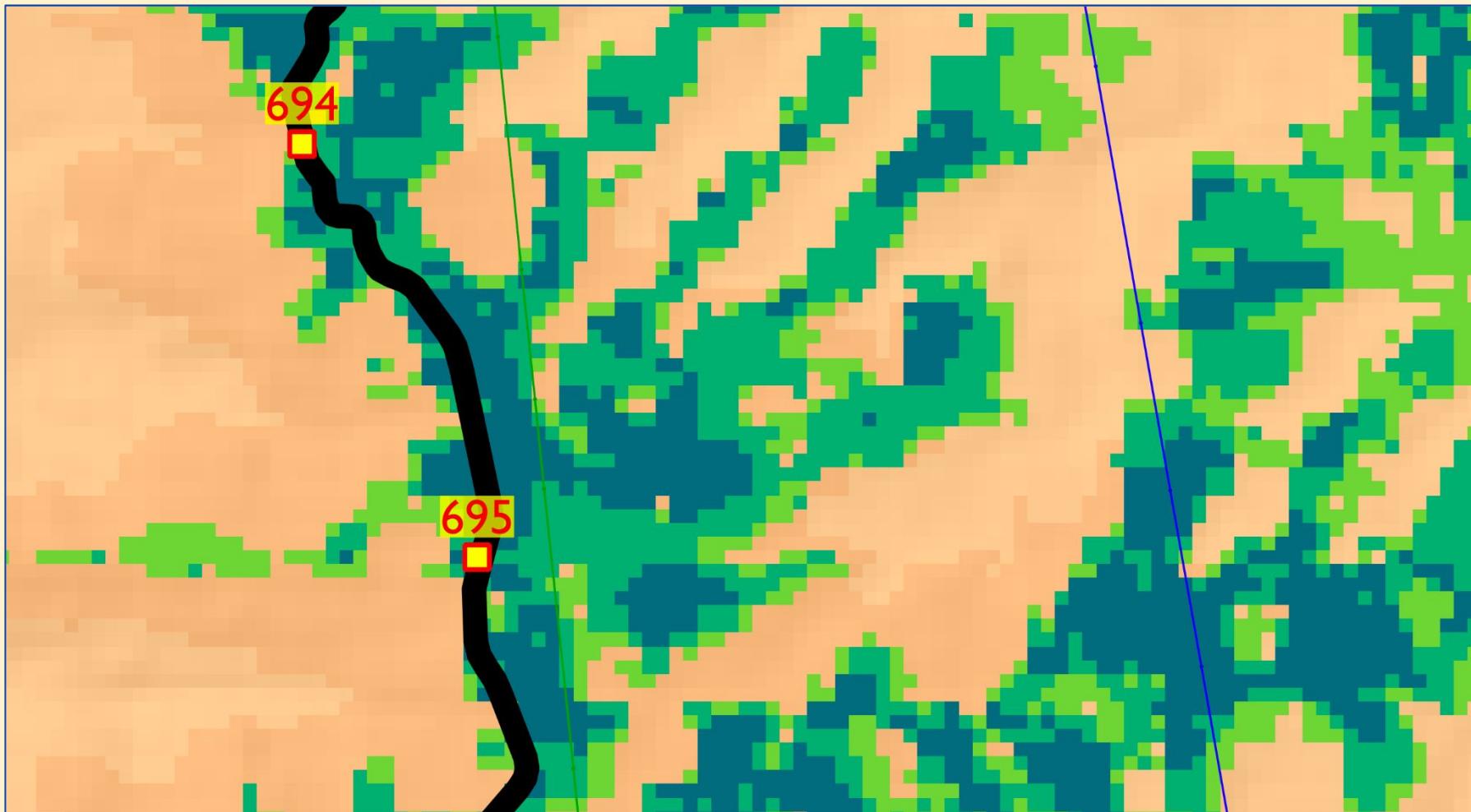


## ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

Visibilidade de três parques eólicos a partir do km 695 da EN 2



## ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS



Da visita ao local foi possível constatar a visibilidade de 26 turbinas eólicas a partir do km 695 da EN 2. O exercício levado a cabo no QGIS determina que o ponto está ou na classe 10 a 25 turbinas visíveis ou na 26 a 50 turbinas visíveis. O modelo, apesar das limitações intrínsecas, ajustou-se bem à realidade...

# LEITURAS

- Alphan, H. (2021). Modelling potential visibility of wind turbines: A geospatial approach for planning and impact mitigation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 152, 111675. doi:10.1016/j.rser.2021.111675
- Čučković, Z. (2016). Advanced viewshed analysis: a Quantum GIS plug-in for the analysis of visual landscapes. *Journal of Open Source Software* 1(4), 32. doi:10.21105/joss.00032
- Felleman, J.P. (1979). Landscape Visibility Mapping: theory and practice. PowerPoint Presentation.
- Inglis, N.C. et al. (2022). From viewsheds to viewscapes: Trends in landscape visibility and visual quality research. *Landscape and Urban Planning* 224, 104424. doi:10.1016/j.landurbplan.2022.104424
- MITECO - Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico. (2020). *Zonificación Ambiental para la Implantación de Energías Renovables: Eólica y Fotovoltaica. Sensibilidad Ambiental y Clasificación del Territorio*. [https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental/zonificacion\\_ambiental\\_energias\\_renovables.aspx](https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/evaluacion-ambiental/zonificacion_ambiental_energias_renovables.aspx)
- Ruzickova, K., J. Ruzicka & J. Bitta. (2021). A new GIS-compatible methodology for visibility analysis in digital surface models of earth sites. *Geoscience Frontiers* 12(4), 101109. doi:10.1016/j.gsf.2020.11.006
- Sevenant, M. & A. Antrop. (2011). Landscape Representation Validity: A Comparison between On-site Observations and Photographs with Different Angles of View. *Landscape Research* 36 (3), 363-385. doi:10.1080/01426397.2011.564858
- Taeger, S. & L. Ulferts. (2018). Beyond Viewshed Analysis: Extended Approaches to Visibility Analysis in Energy Transition Landscapes. *Journal of Digital Landscape Architecture* 3, 60-67. doi:10.14627/537642007

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



# ligações úteis

- QGIS 3 (originalmente designado de Quantum GIS) - [ligação](#)
- Universidade do Algarve - [ligação](#)
- QGIS - tutoriais by nsloureiro.pt - [ligação](#)

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

