

iluminação natural do território e visibilidade da paisagem

SCAN ME



TUTORIAL

preparado por Nuno de Santos Loureiro

DCTMA - FCT - Universidade do Algarve
nlourei@ualg.pt



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

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.

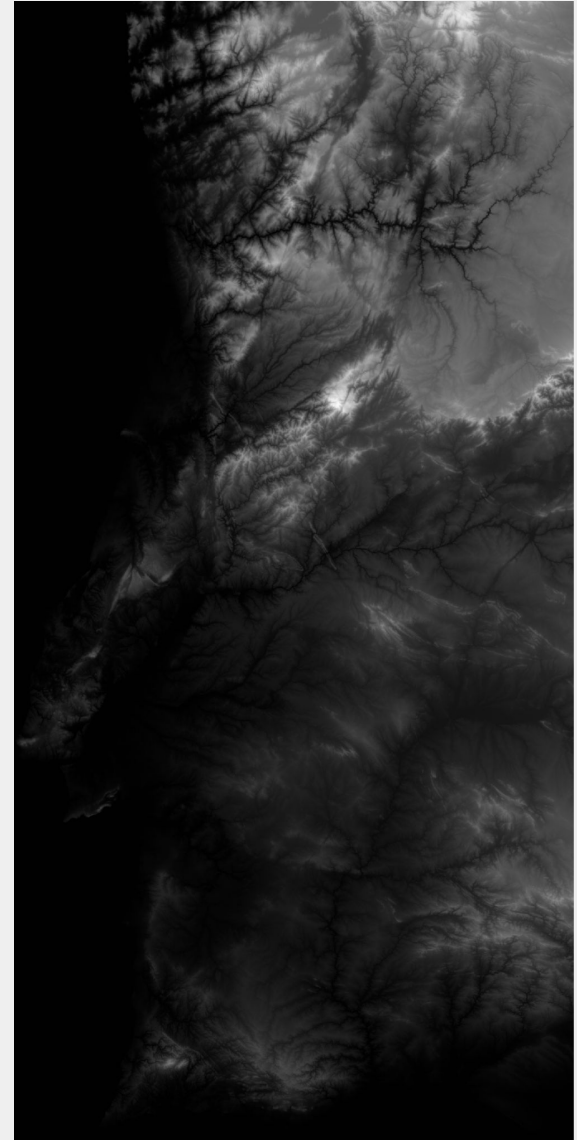
Para Portugal continental, uma boa opção é o MDT baseado no SRTM que pode ser descarregado a partir da [webpage](#) do CIIMAR (*coastal monitoring and management group*) da Universidade do Porto. A resolução espacial horizontal desse MDT está otimizada para 25 metros.

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:

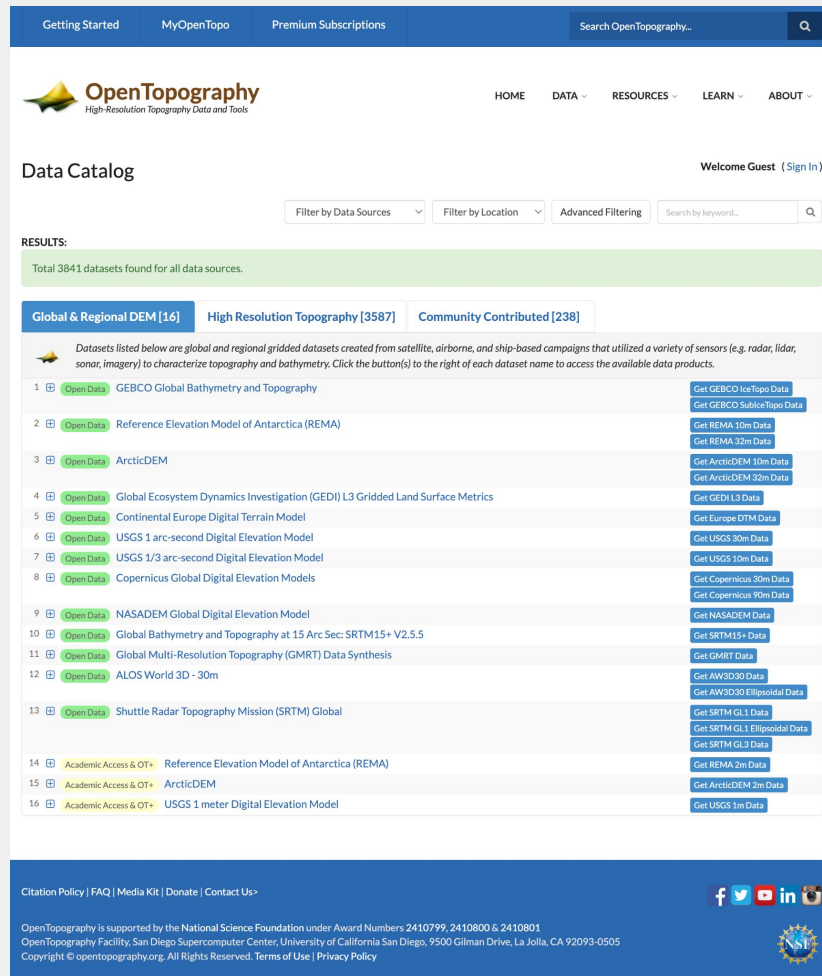
Vector >>> Geometry Tools >>> Centroids...

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...



MODELO DIGITAL TOPOGRÁFICO (MDT)

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



The screenshot shows the OpenTopography website's Data Catalog. The header includes navigation links: Getting Started, MyOpenTopo, Premium Subscriptions, and a search bar. The main content area is titled 'Data Catalog' and includes a 'Welcome Guest (Sign In)' link. Below this, there are filters for 'Filter by Data Sources', 'Filter by Location', and 'Advanced Filtering', along with a search bar. The results section shows 'Total 3841 datasets found for all data sources.' and three tabs: 'Global & Regional DEM [16]', 'High Resolution Topography [3587]', and 'Community Contributed [238]'. The 'Global & Regional DEM' tab is selected, displaying a list of datasets with their names and 'Open Data' buttons. To the right of each dataset name, there are buttons to 'Get' the data in various formats (e.g., 'Get GEDCO IceTopo Data', 'Get REMA 10m Data'). The footer contains a 'Citation Policy | FAQ | Media Kit | Donate | Contact Us' link, social media icons, and a statement of support from the National Science Foundation.

Getting Started MyOpenTopo Premium Subscriptions Search OpenTopography...

OpenTopography
High-Resolution Topography Data and Tools

HOME DATA RESOURCES LEARN ABOUT

Data Catalog Welcome Guest (Sign In)

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

RESULTS:
Total 3841 datasets found for all data sources.

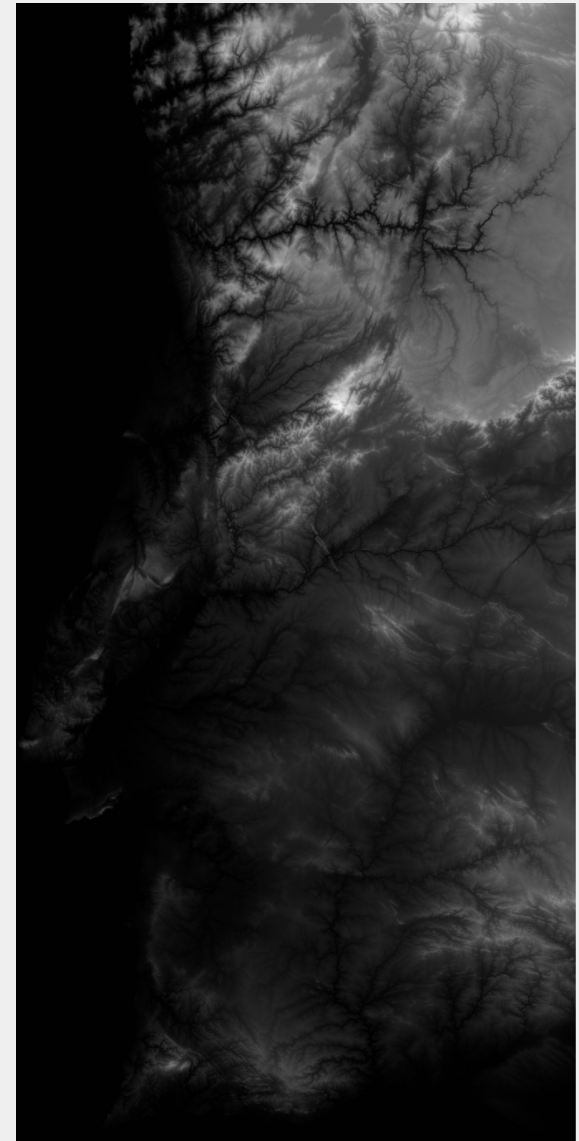
Global & Regional DEM [16] High Resolution Topography [3587] Community Contributed [238]

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

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 astronômicos, 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.

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


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

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

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: 40.928883 Longitude: -7.0942393 Time Zone: Europe/Lisbon

Date: Day: 18 Month: Oct Year: 2024

Local Time: 16 : 00 : 00 PM Use Current Time

UTC Offset: +01:00

Save Location

Result

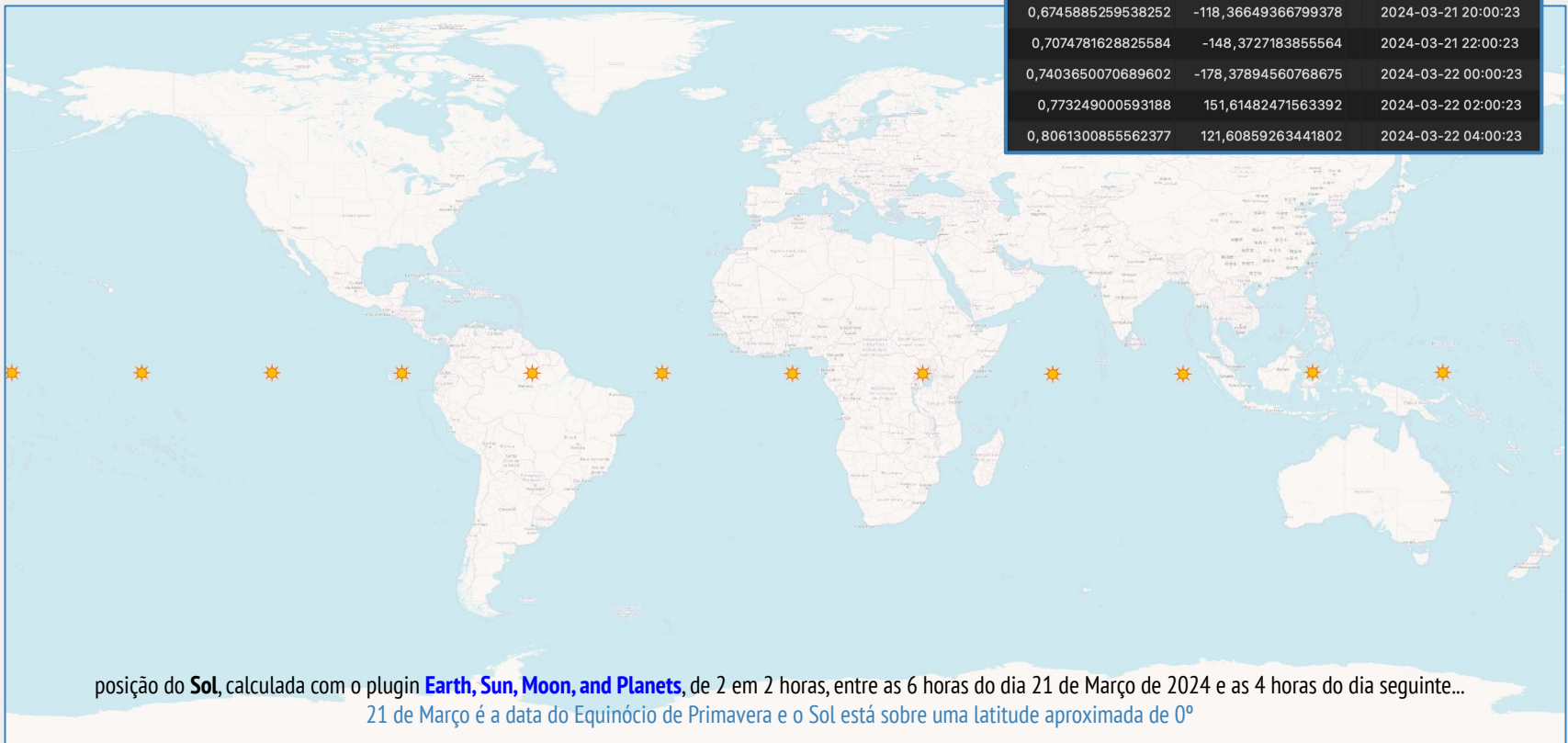
Equation of Time (minutes):	Solar Declination (in°):	Solar Noon (hh:mm:ss):	Apparent Sunrise (hh:mm):	Apparent Sunset (hh:mm):	Az/EI (in °) at Local Time:
14.99	-9.94	13:13:30	07:43	18:43	226.9 26.32

☐ Show Sunrise ☐ Show Sunset ☐ Show Azimuth

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...

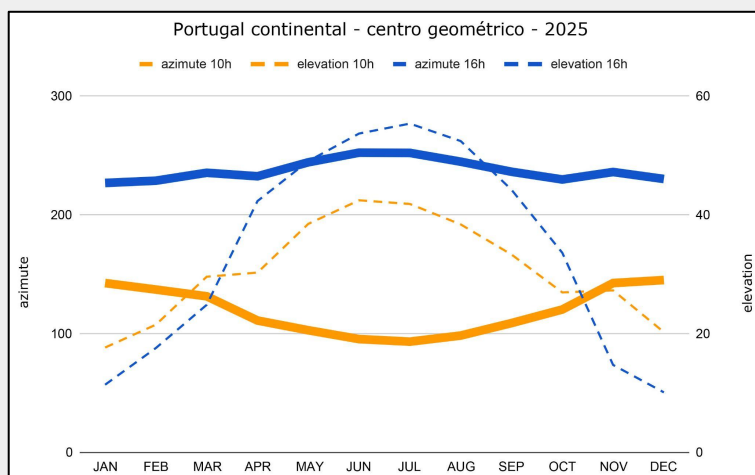
latitude	longitude	st et	utc
0,44428773963369494	91,67700513939155		2024-03-21 06:00:23
0,47719530250292486	61,670799320135416		2024-03-21 08:00:23
0,5101004785755388	31,664590654283472		2024-03-21 10:00:23
0,5430032098051941	1,6583791889590884		2024-03-21 12:00:23
0,5759034381594375	-28,34783502476207		2024-03-21 14:00:23
0,6088011056268016	-58,35405193779631		2024-03-21 16:00:23
0,6416961542161916	-88,36027150206013		2024-03-21 18:00:23
0,6745885259538252	-118,36649366799378		2024-03-21 20:00:23
0,7074781628825584	-148,3727183855564		2024-03-21 22:00:23
0,7403650070689602	-178,37894560768675		2024-03-22 00:00:23
0,773249000593188	151,61482471563392		2024-03-22 02:00:23
0,8061300855562377	121,60859263441802		2024-03-22 04:00:23



posição do **Sol**, calculada com o plugin [Earth, Sun, Moon, and Planets](#), de 2 em 2 horas, entre as 6 horas do dia 21 de Março de 2024 e as 4 horas do dia seguinte...
21 de Março é a data do Equinócio de Primavera e o Sol está sobre uma latitude aproximada de 0°

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...](#)

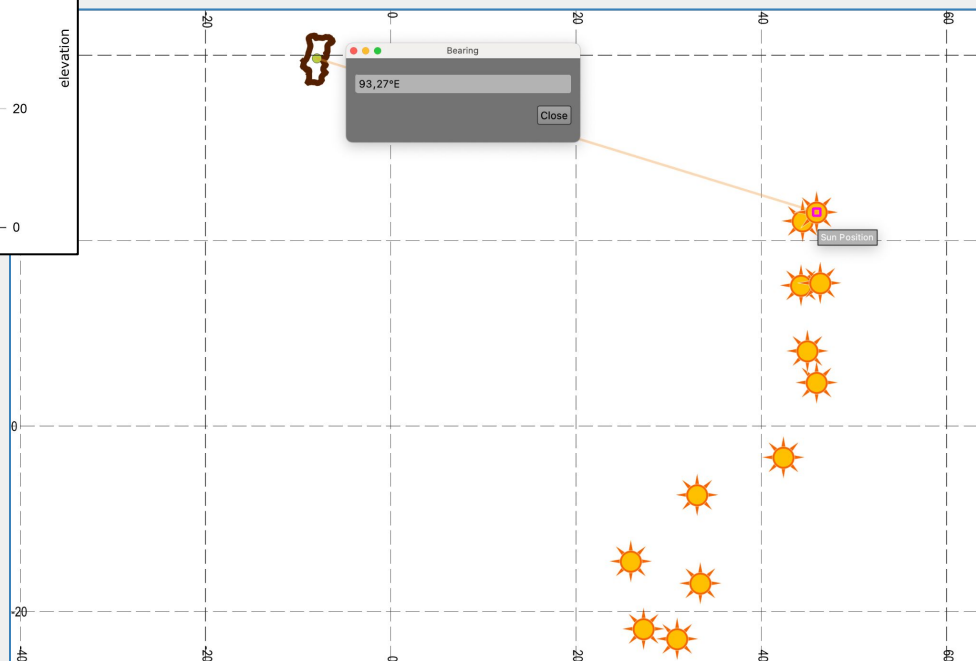


A imagem à direita apresenta as posições do Sol ao longo do ano (dia 1 de cada um dos doze meses) para as 10 horas da manhã.

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

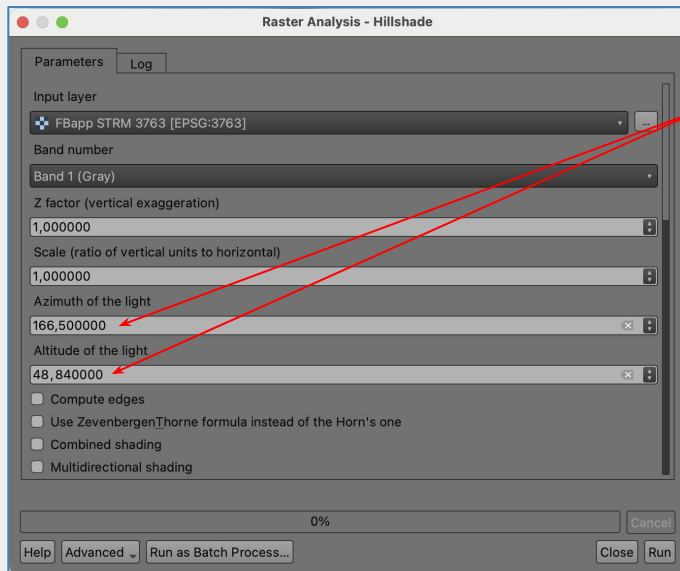


iluminação natural do território | funcionalidade hillshade...

HILLSHADE...

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

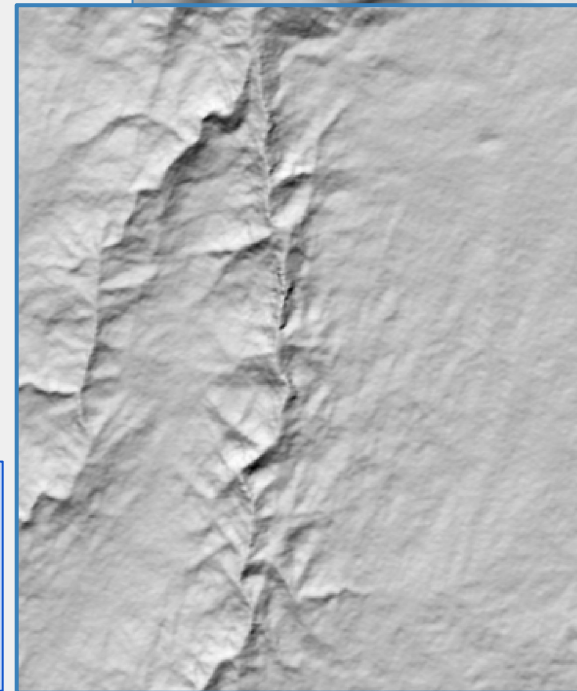
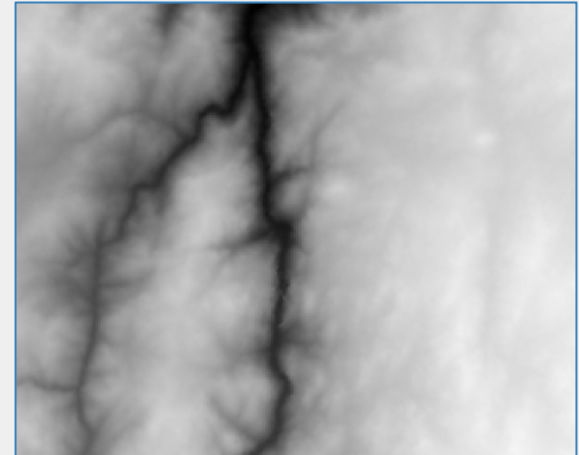
Raster >>> Analysis >>> Hillshade...



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...

MDT



Hillshade

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)...

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](#).

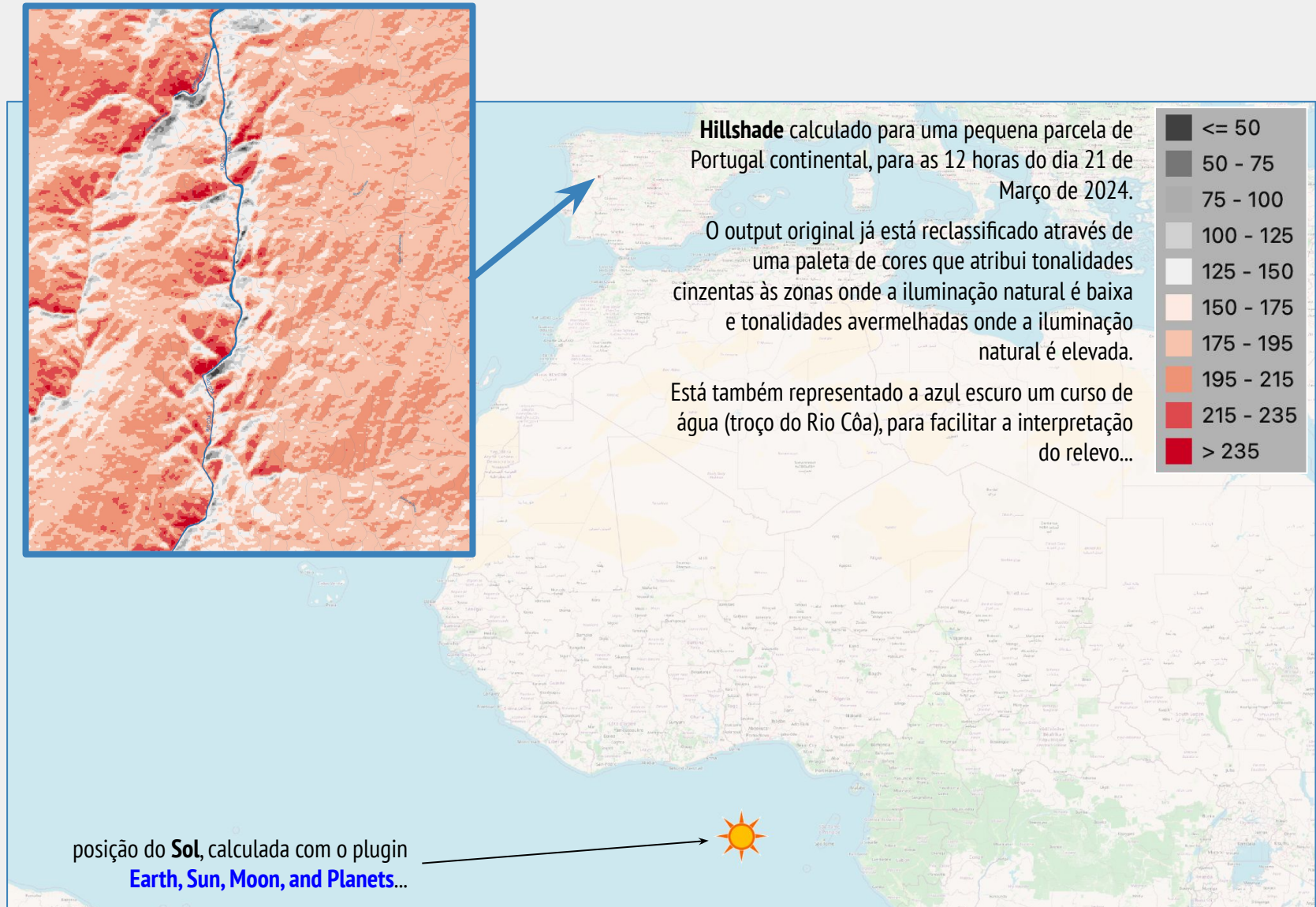
Default menu: **Raster ► Analysis**

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] Default: False	
Multidirectional shading	MULTIDIRECTIONAL	[boolean] Default: False	
Hillshade	OUTPUT	[raster] Default: [Save to temporary file]	Specify the output raster layer with interpolated values. One of: <ul style="list-style-type: none"> Save to a Temporary File Save to File...

iluminação natural do território | funcionalidade hillshade...

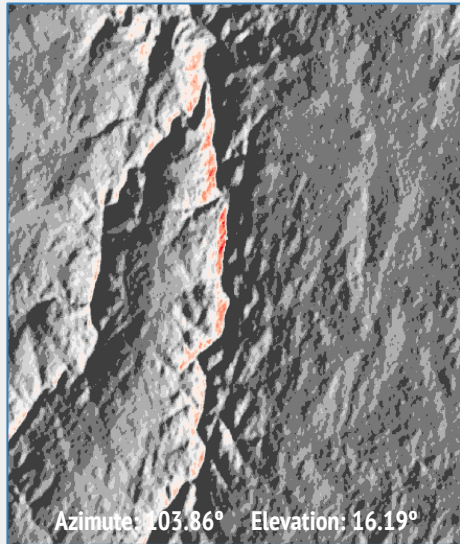


iluminação natural do território | funcionalidade hillshade...

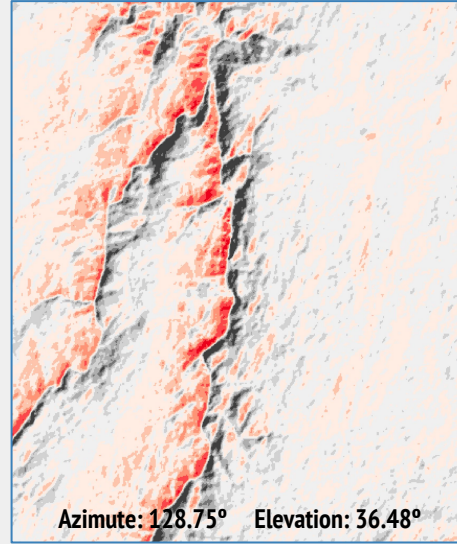
HILLSHADE...

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

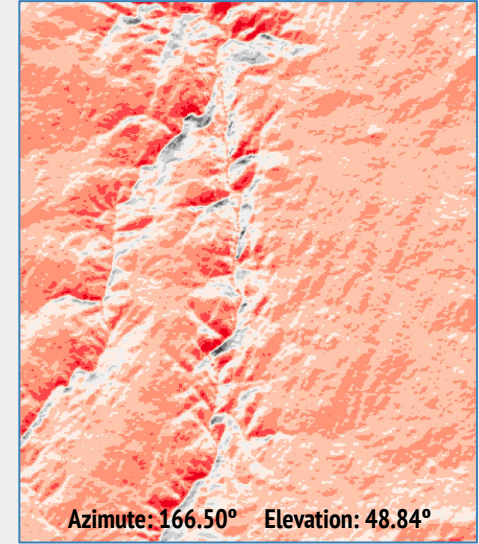
21 de Março de 2024 08:00



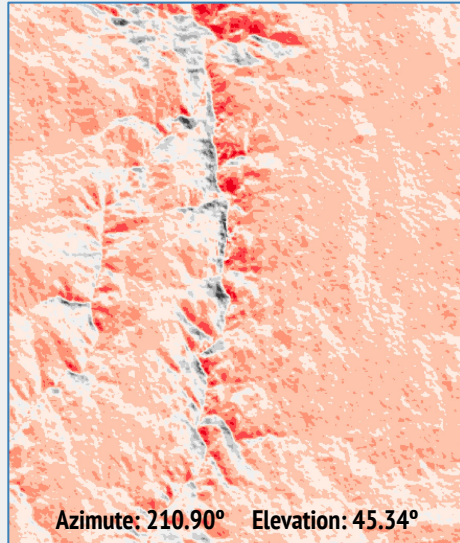
21 de Março de 2024 10:00



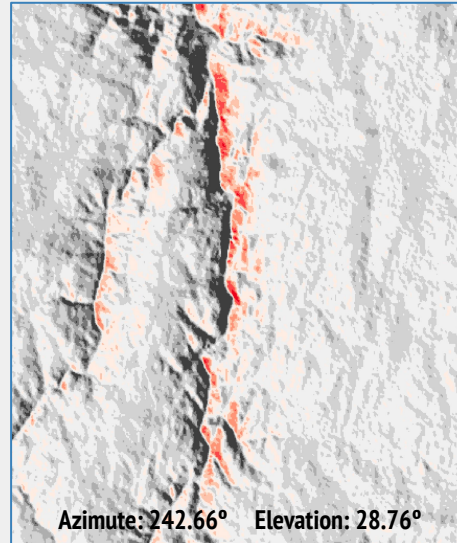
21 de Março de 2024 12:00



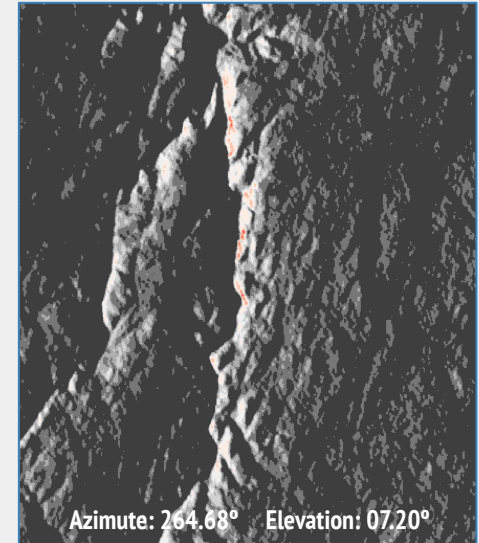
21 de Março de 2024 14:00



21 de Março de 2024 16:00



21 de Março de 2024 18:00



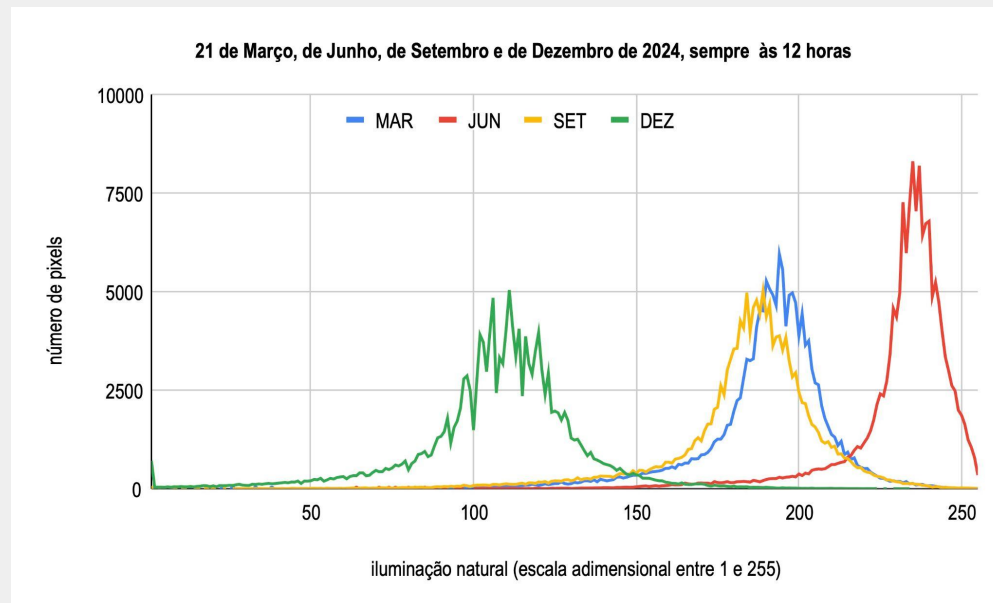
iluminação natural do território | funcionalidade hillshade...

HILLSHADE...

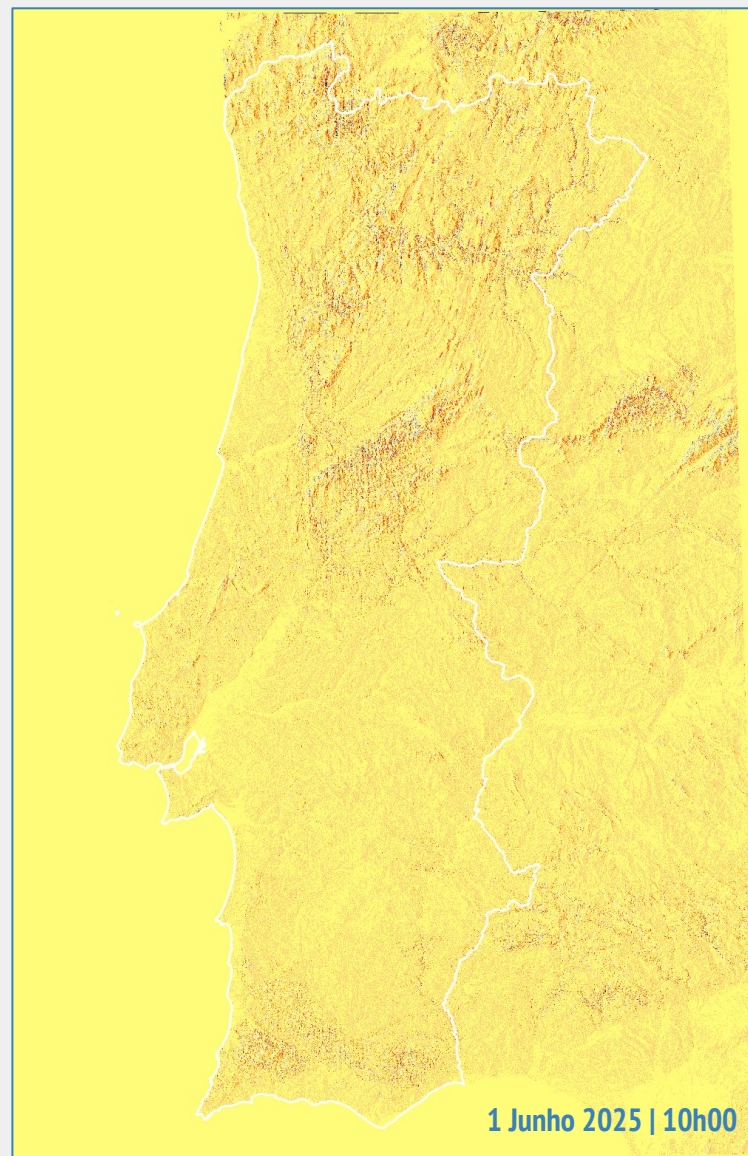
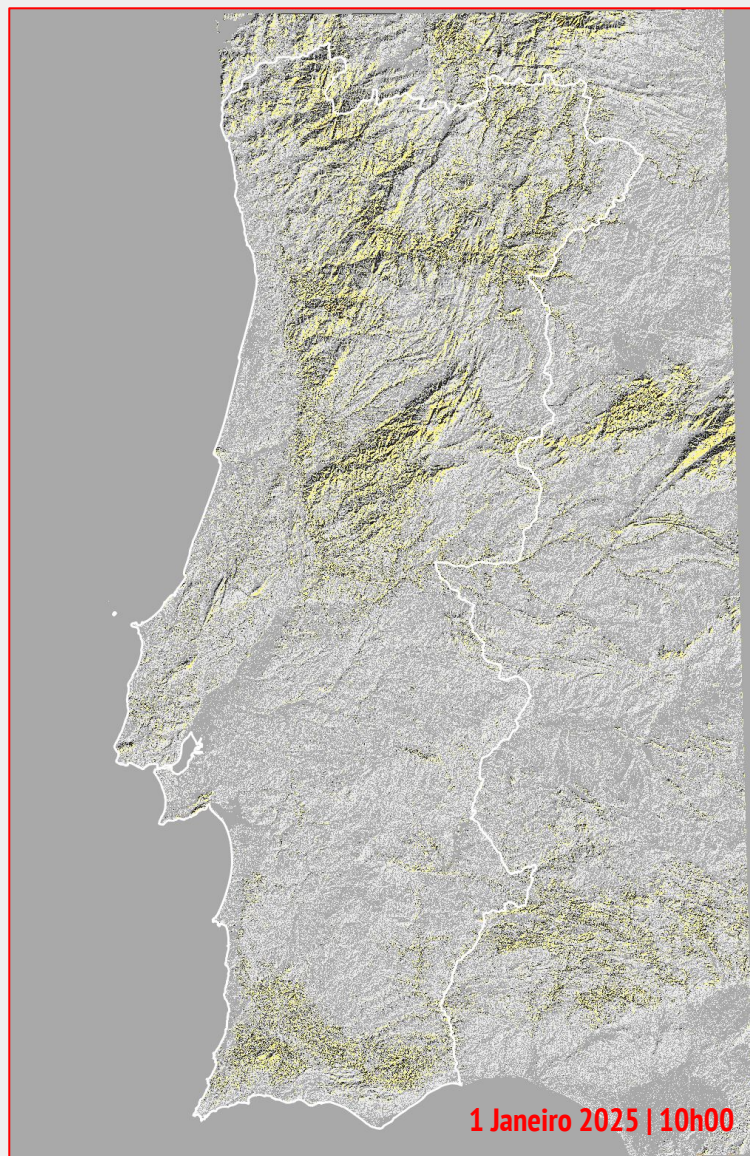
Outra forma também interessante de visualizar e analisar a iluminação do território ao longo do ano é através de uma representação em gráficos. Para os preparar é necessário utilizar a seguinte funcionalidade:

**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...



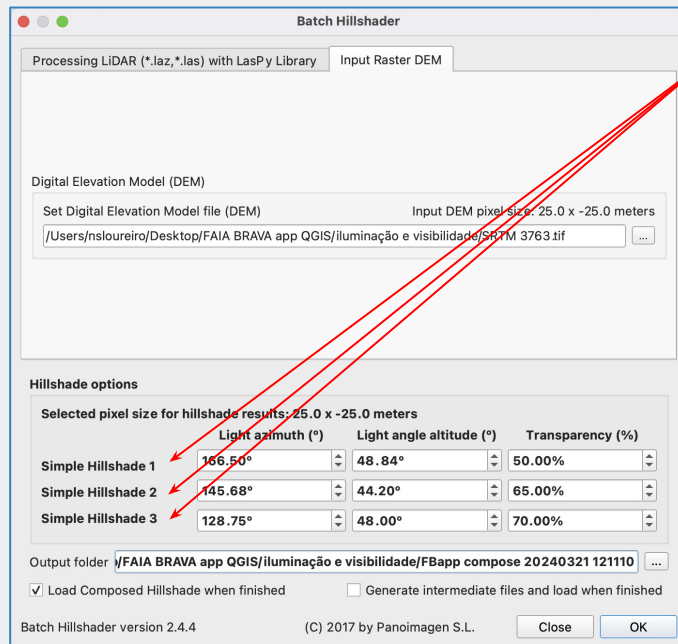
iluminação natural do território | funcionalidade hillshade...

VALORES MÉDIOS E VALORES ACUMULADOS AO LONGO DE UM DIA_E
VALORES MÉDIOS E VALORES ACUMULADOS AO LONGO DE UM ANO

HILLSHADE MÚLTIPLO...

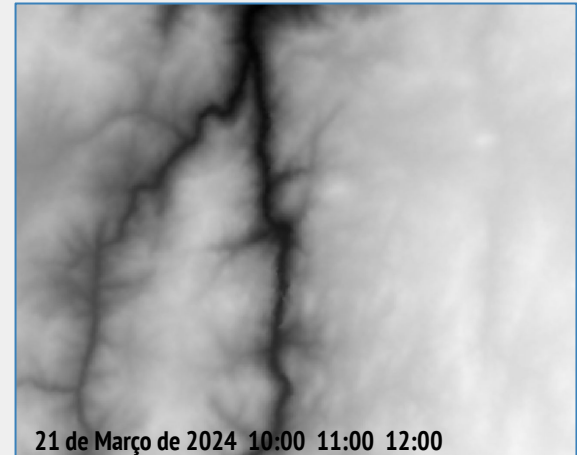
Uma alternativa para representar a iluminação natural do território é o hillshade múltiplo.

O plugin **Batch Hillshader** recorre a três posições distintas do Sol para fazer uma representação do território bastante expressiva!

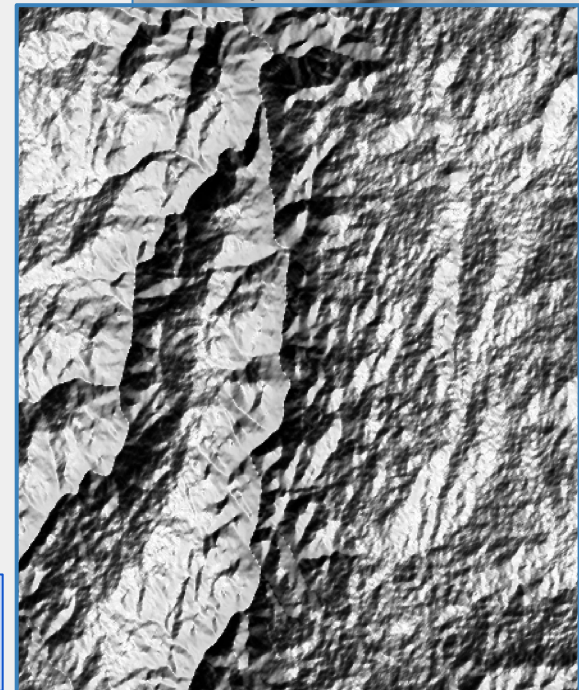


valores do Azimute e da Altitude para as três posições do Sol...

MDT



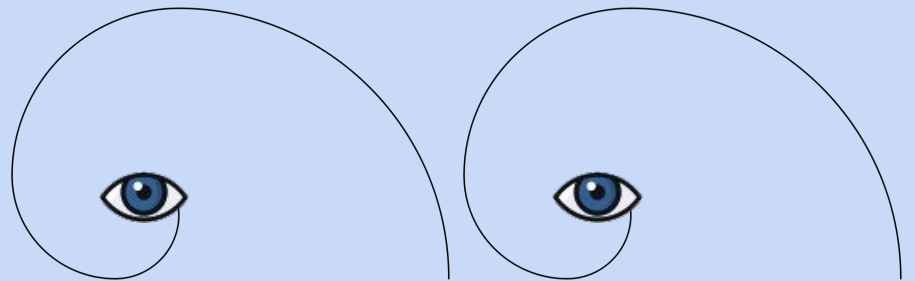
21 de Março de 2024 10:00 11:00 12:00



Hillshade

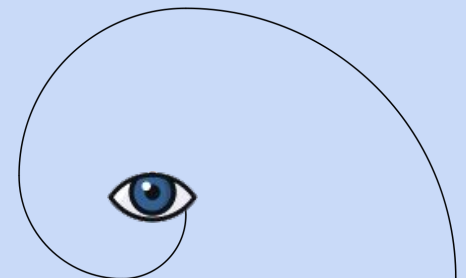
À semelhança do Hillshade, o **output do Batch Hillshader** é um raster com uma banda renderizado em **255** tonalidades de cinzentos...

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 adjectivos 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

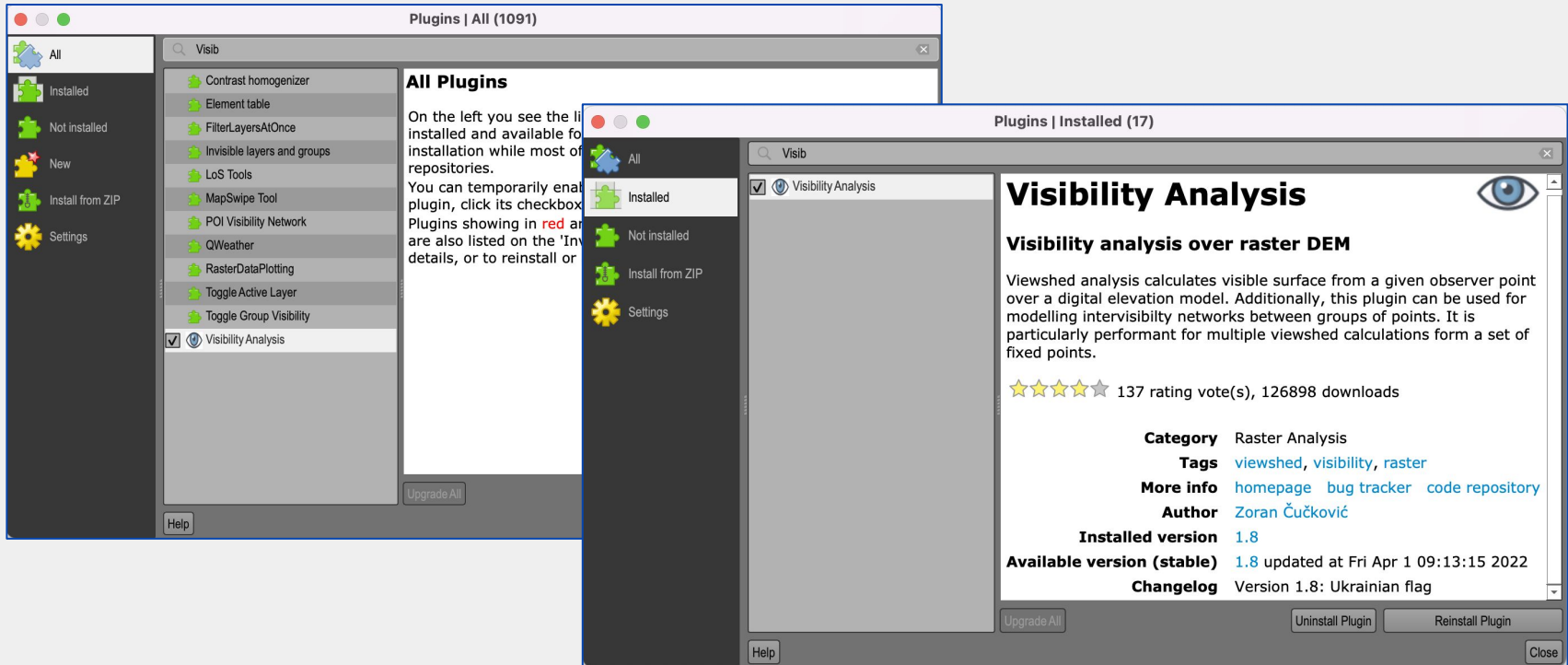
Como se trata de una aproximación a la realidad se simula tomando una altura de aerogenerador media de 100 metros, se marca como máximo alcance visual 10 kilómetros y como altura del observador estándar 1,70 metros.

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.

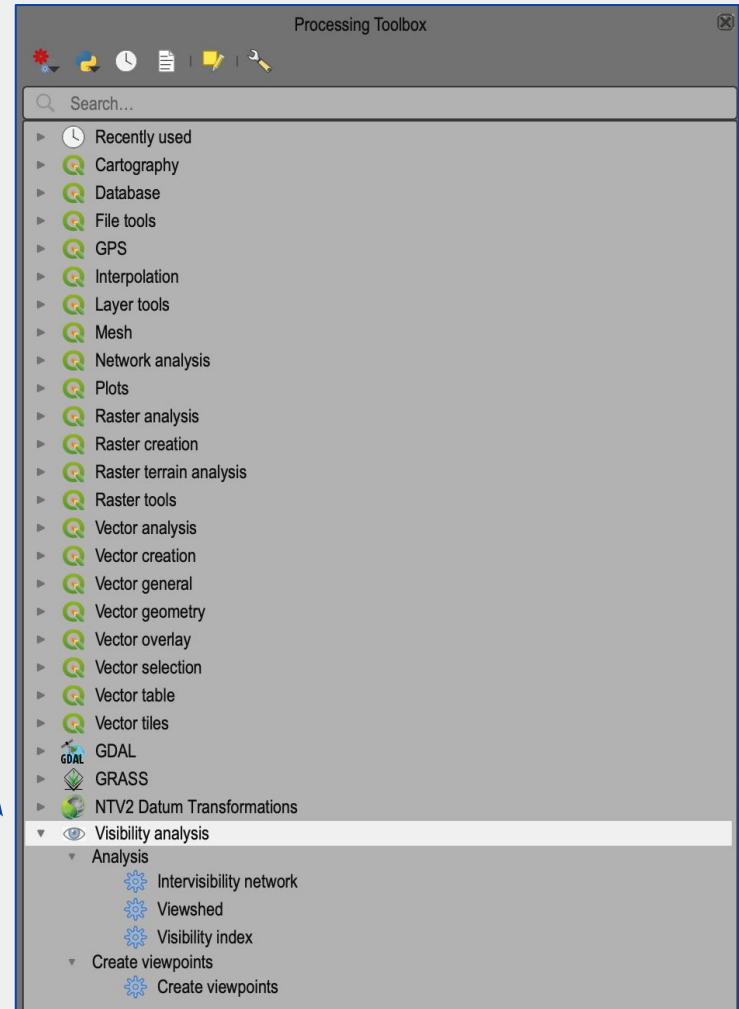
El resultado igualmente son zonas visibles y no visibles desde los lugares de observación descritos que se introducen en el modelo como presencia y ausencia respectivamente.



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...

iluminação natural do território e visibilidade da paisagem

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]
abc: 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

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 !

0% Cancel

Advanced Run as Batch Process... Close Run

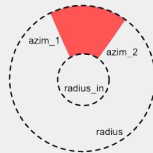
WORKFLOW 1.2

1.º passo - Create Viewpoints

parâmetros adicionais

Inner radius -

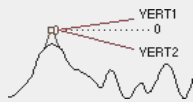
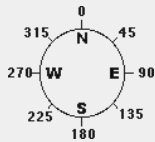
distância entre o observador e o início da análise...



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...

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]

abc: 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

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 !

0%

Cancel

Advanced

Run as Batch Process...

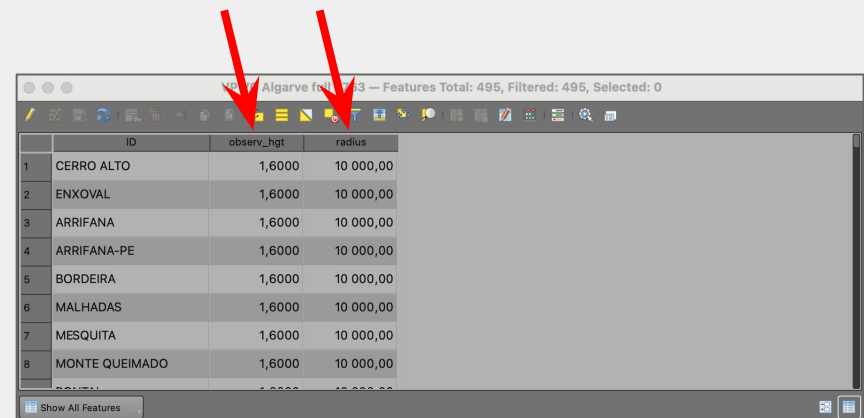
Close

Run

WORKFLOW 1.3

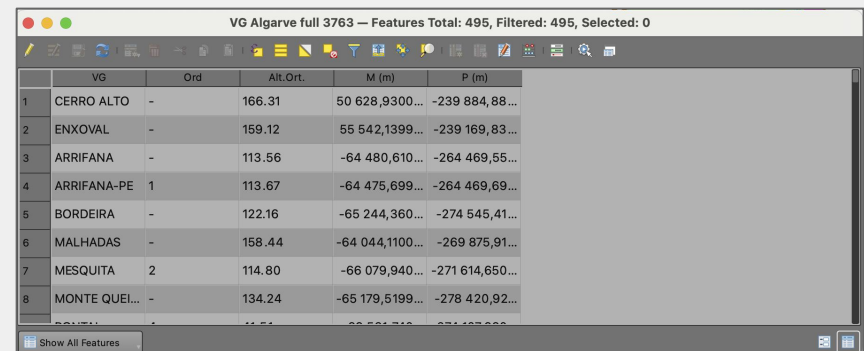
- 1.º passo - **Create Viewpoints**
 - quando se executa a funcionalidade é criada uma shapefile nova, com um nome novo, que será utilizada nos passos seguintes...

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

tabela de atributos da shapefile
original

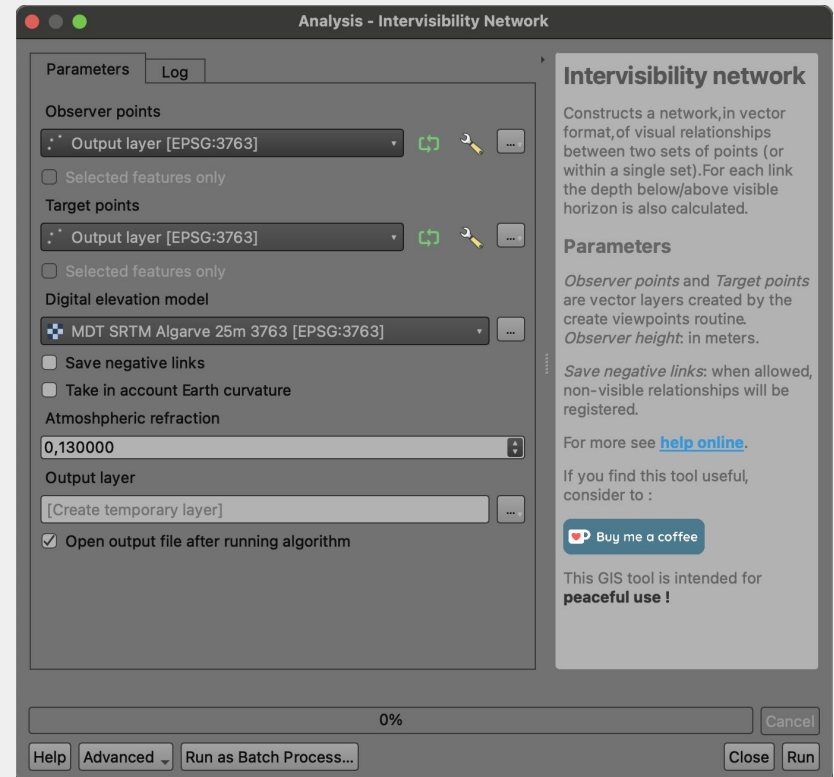


	VG	Ord	Alt.Ort.	M (m)	P (m)
1	CERRO ALTO	-	166.31	50 628,9300...	-239 884,88...
2	ENXOVAL	-	159.12	55 542,1399...	-239 169,83...
3	ARRIFANA	-	113.56	-64 480,610...	-264 469,55...
4	ARRIFANA-PE	1	113.67	-64 475,699...	-264 469,69...
5	BORDEIRA	-	122.16	-65 244,360...	-274 545,41...
6	MALHADAS	-	158.44	-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...



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



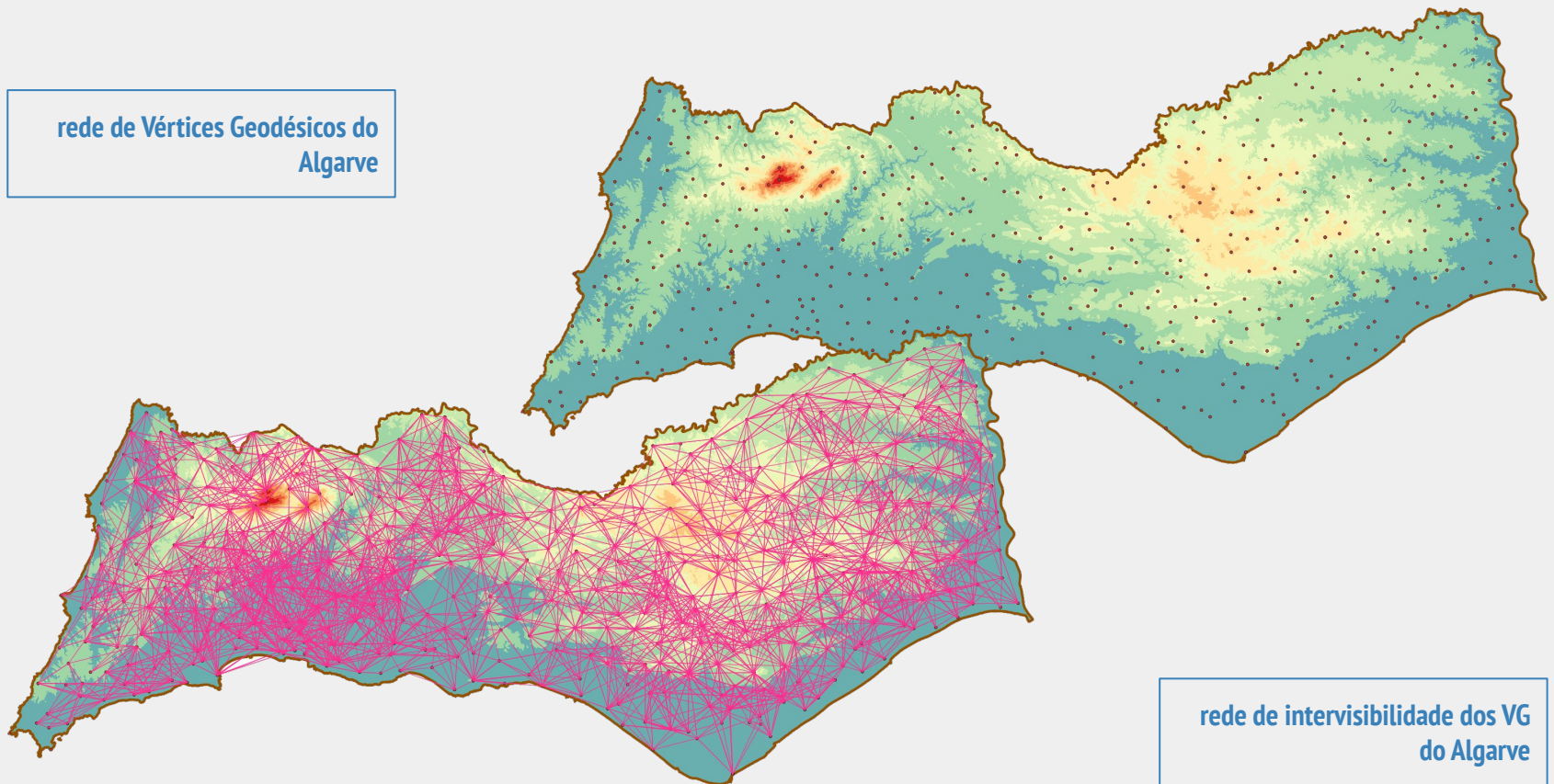


WORKFLOW 2.1.2

1

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

rede de Vértices Geodésicos do
Algarve



rede de intervisibilidade dos VG
do Algarve

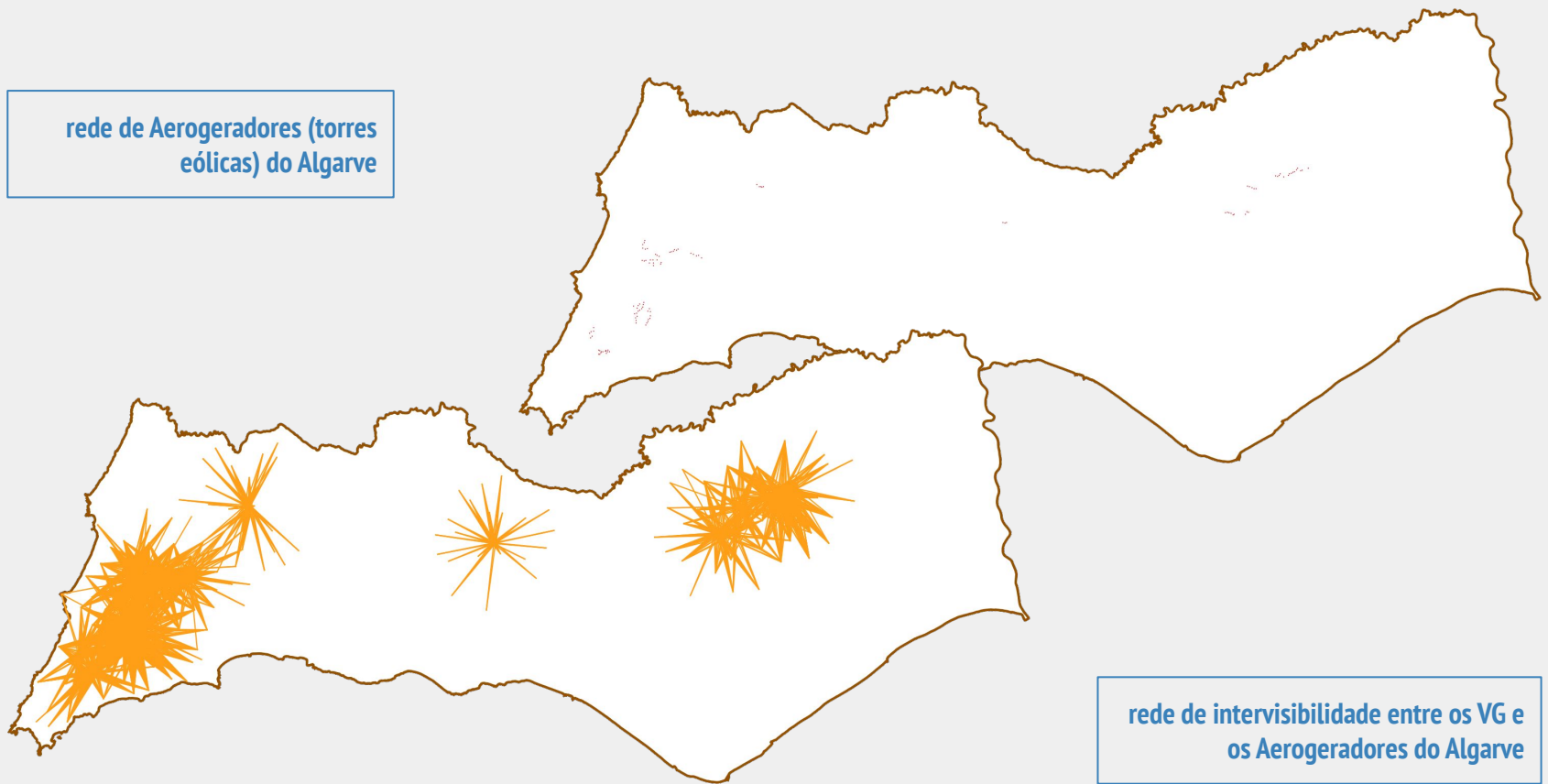


WORKFLOW 2.1.3

②

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

rede de Aerogeradores (torres
eólicas) do Algarve



rede de intervisibilidade entre os VG e
os Aerogeradores do Algarve



WORKFLOW 2.2.1

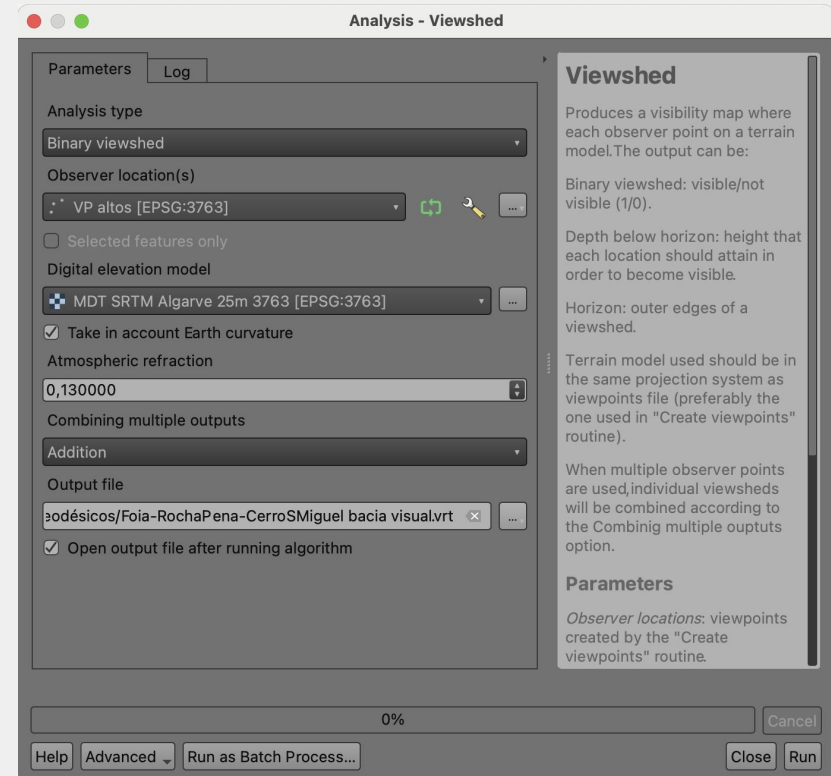
- 2.º passo - **Viewshed**
 - *This module performs a visibility calculation for individual points over a terrain model (in a raster grid format). Three output types are available:*
 - **Binary viewshed** will produce a visibility map where each data point of a terrain model will be assigned a true/false 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...



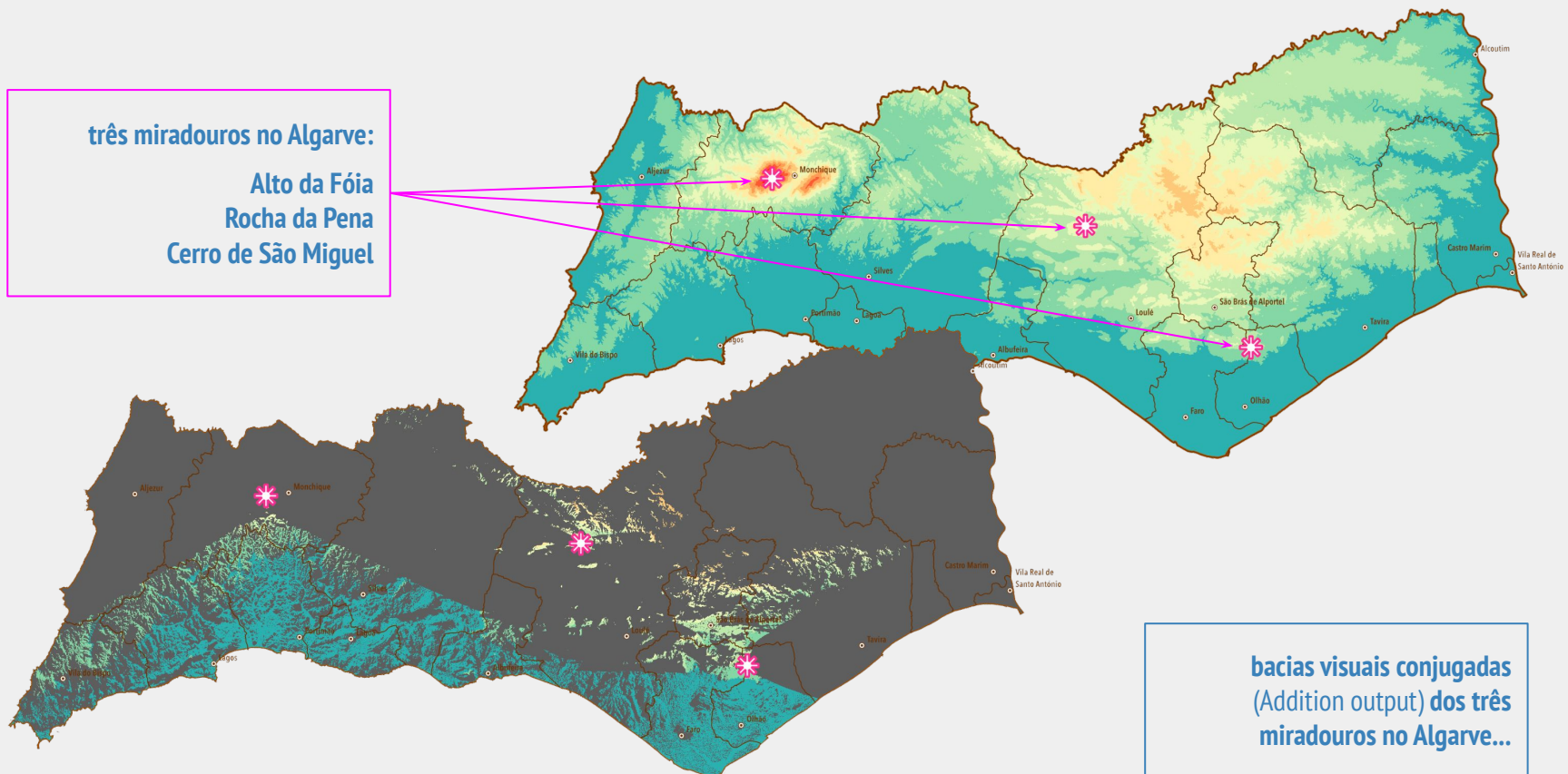


WORKFLOW 2.2.3

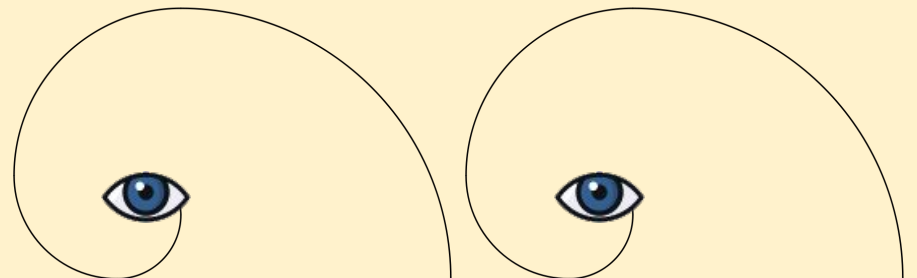
- 2.º passo - Viewshed

três miradouros no Algarve:

Alto da Fóia
Rocha da Pena
Cerro de São Miguel



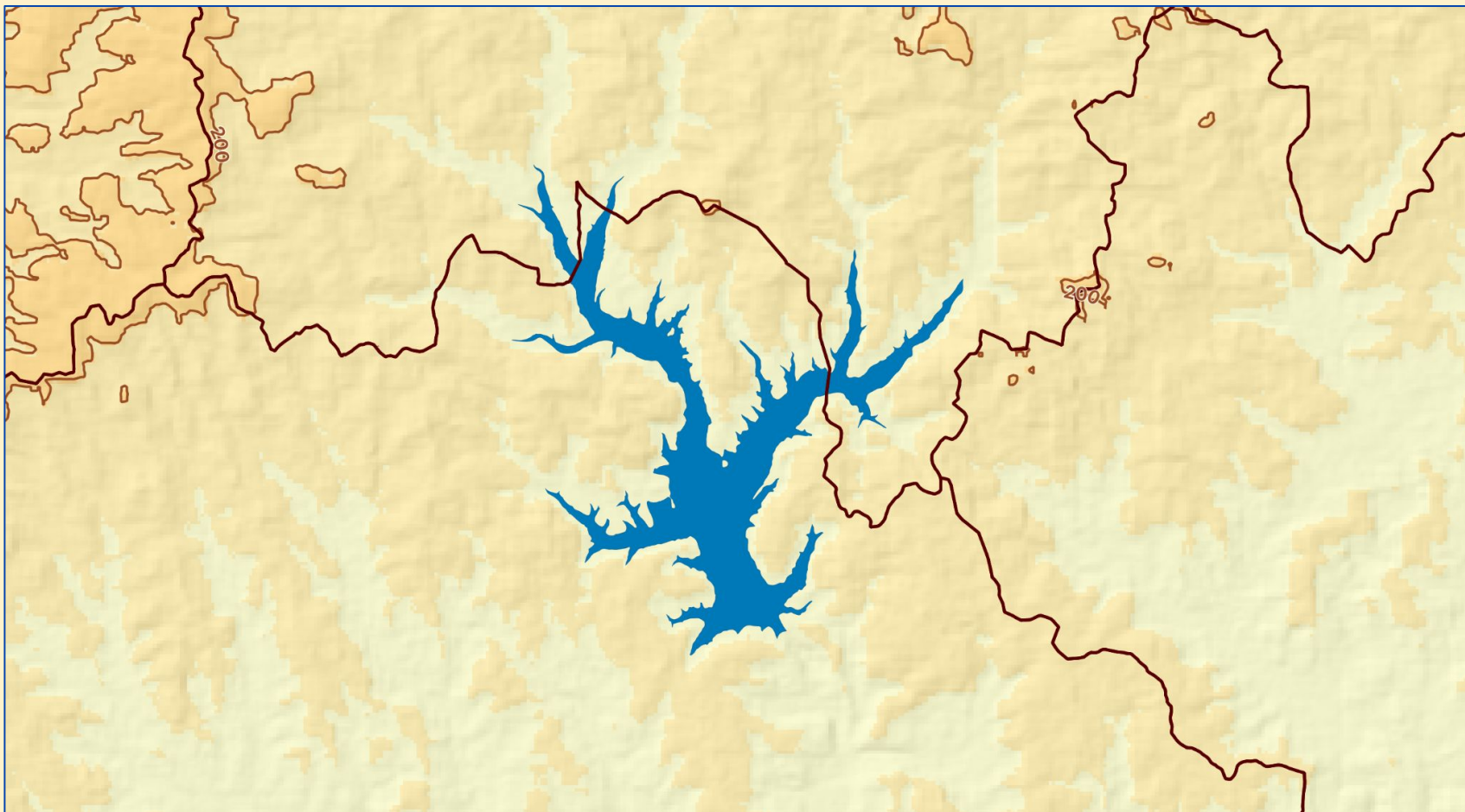
OUTROS EXEMPLOS...



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



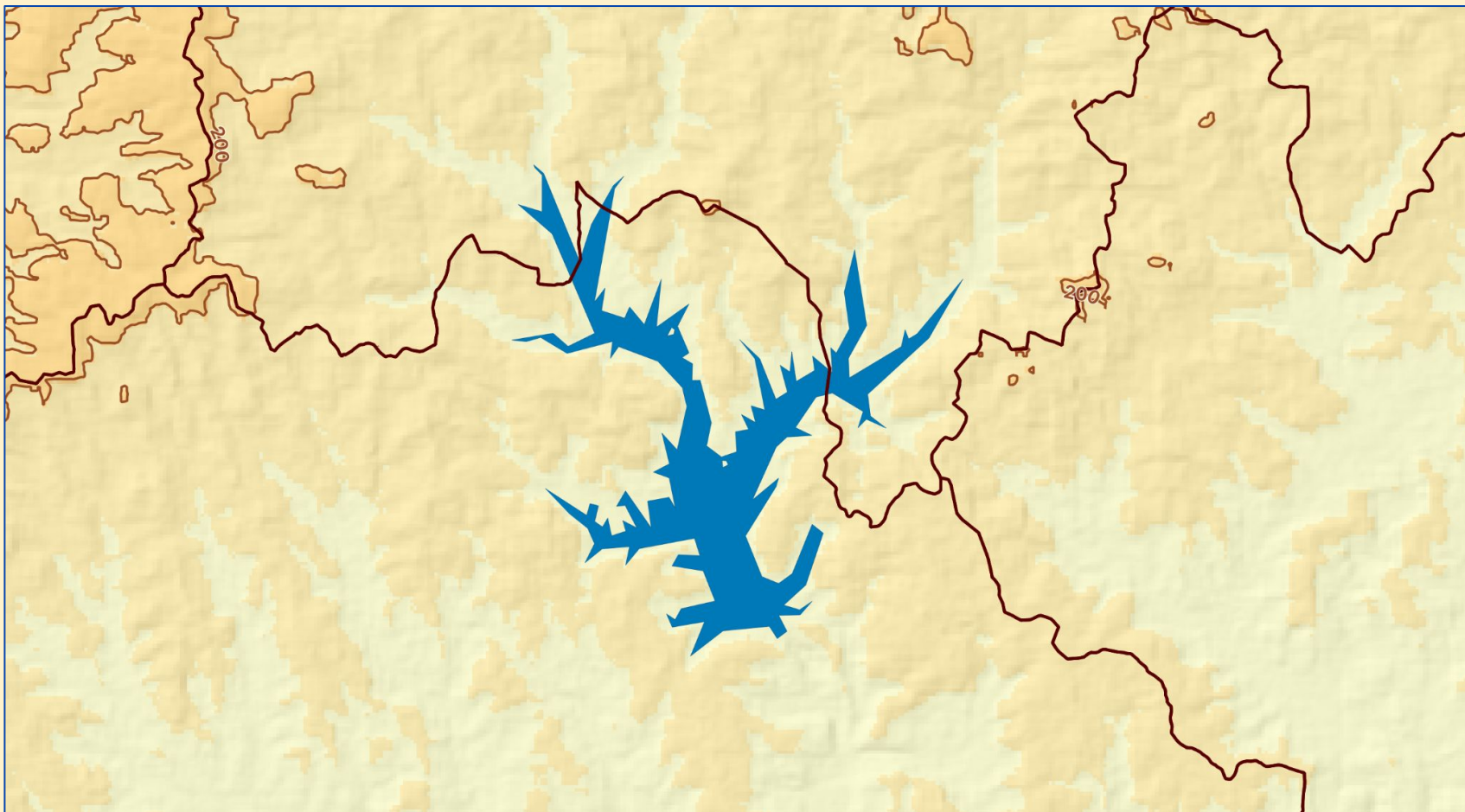
é necessário transformar o formato da shapefile para pontos e evitar a existência desnecessária de um número muito elevado de pontos

1

BARRAGEM DA BRAVURA

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

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

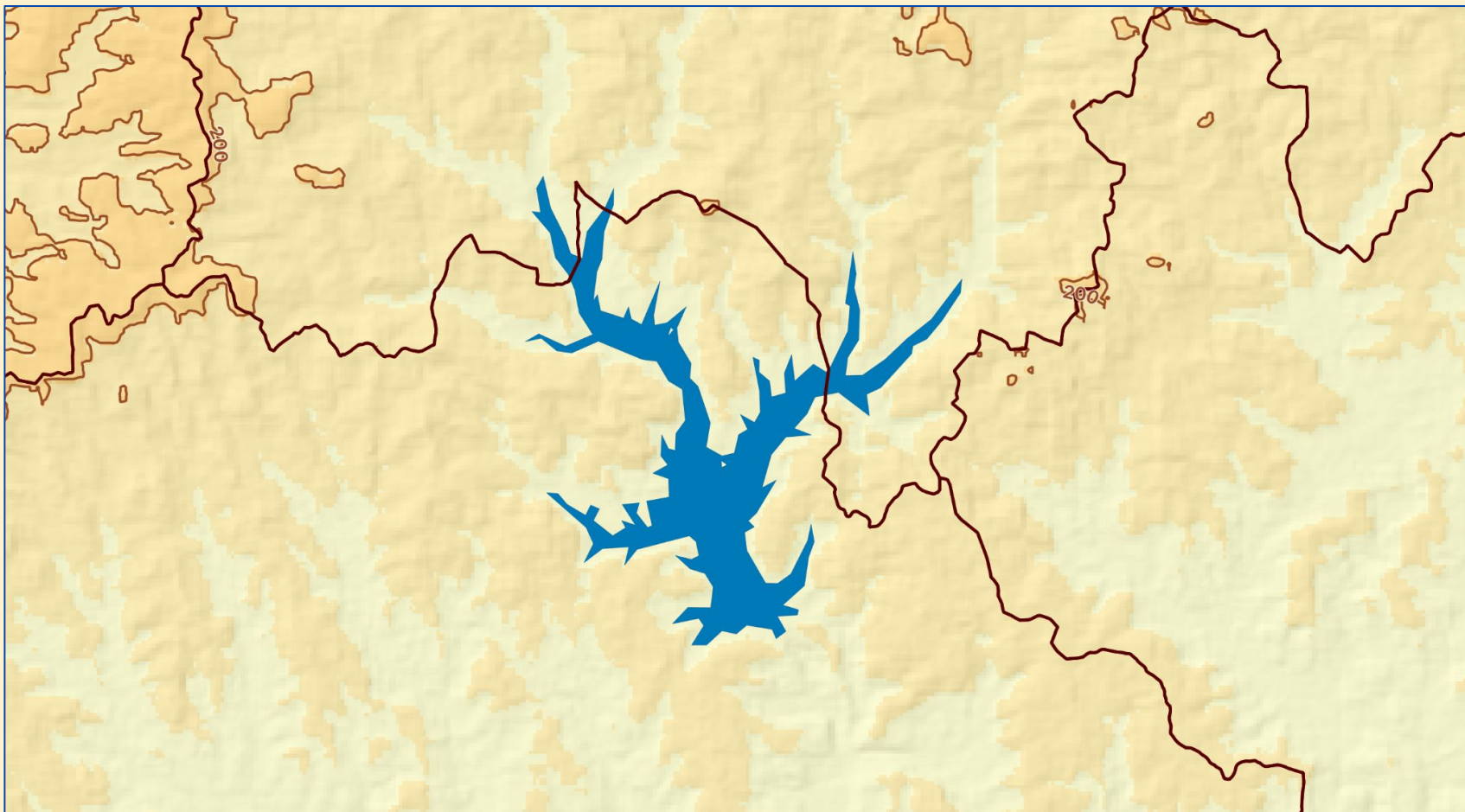


primeiro passo - simplificar o formato do polígono

1

BARRAGEM DA BRAVURA

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

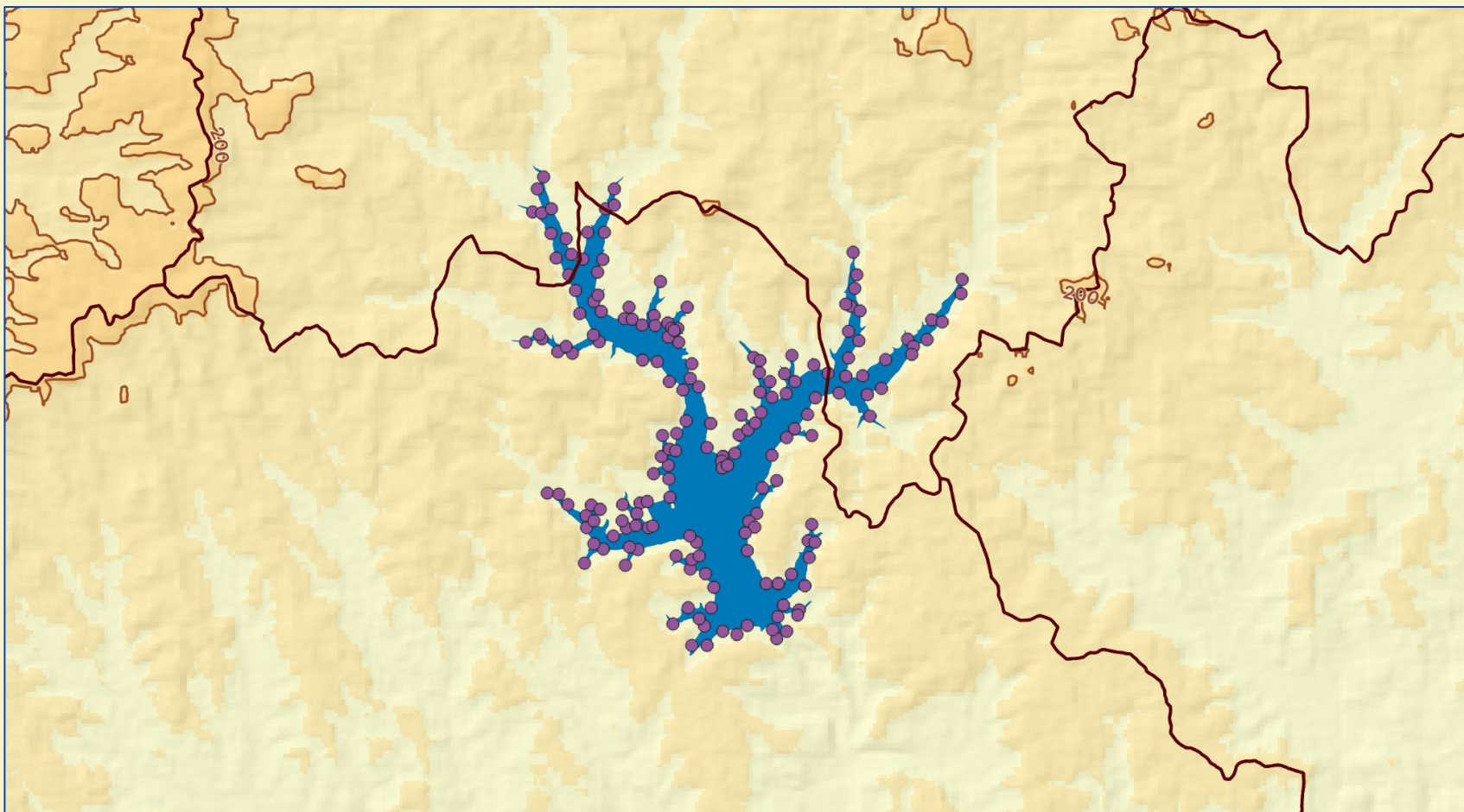


primeiro passo - simplificar o formato do polígono

1

BARRAGEM DA BRAVURA

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



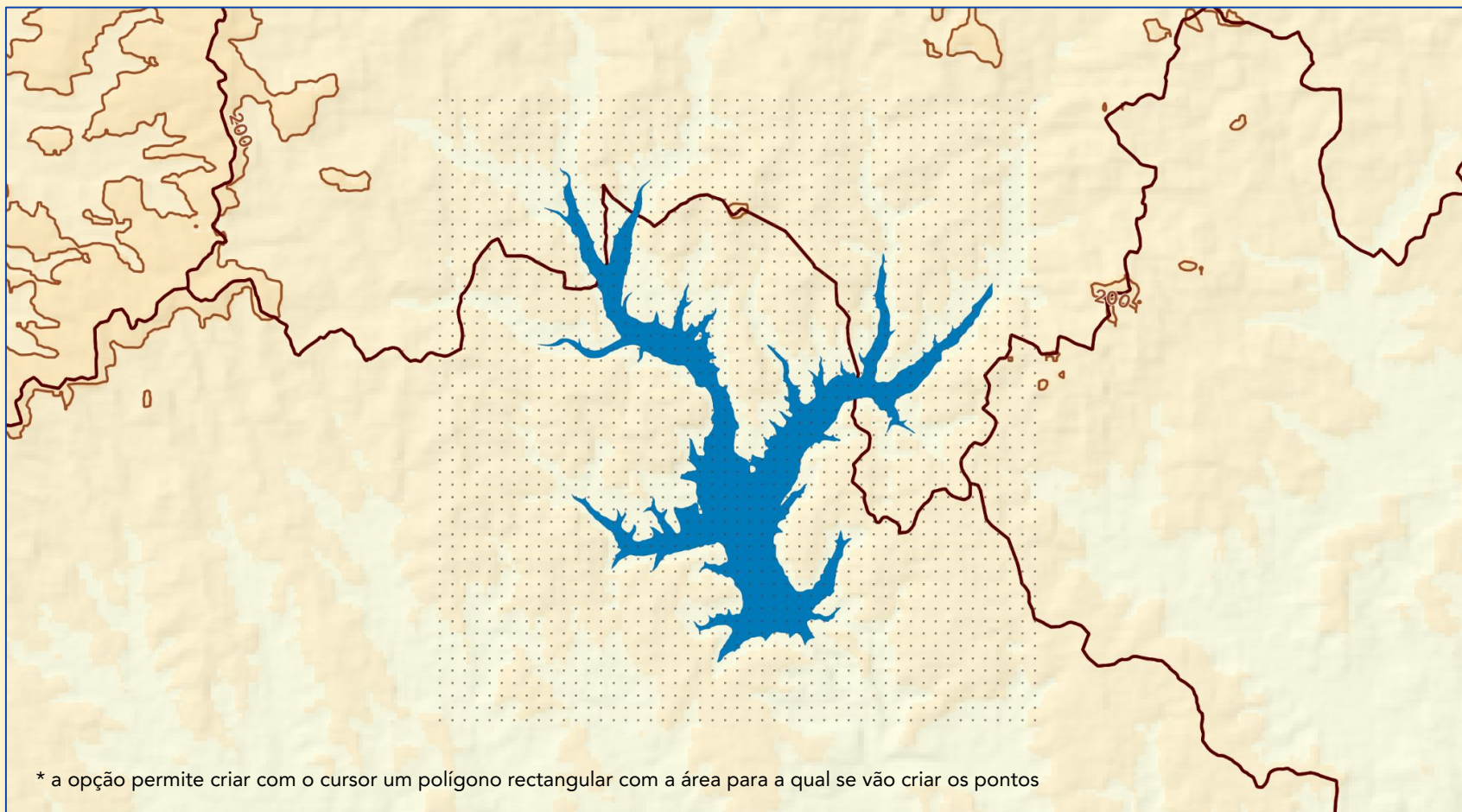
segundo passo - converter o polígono em pontos

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

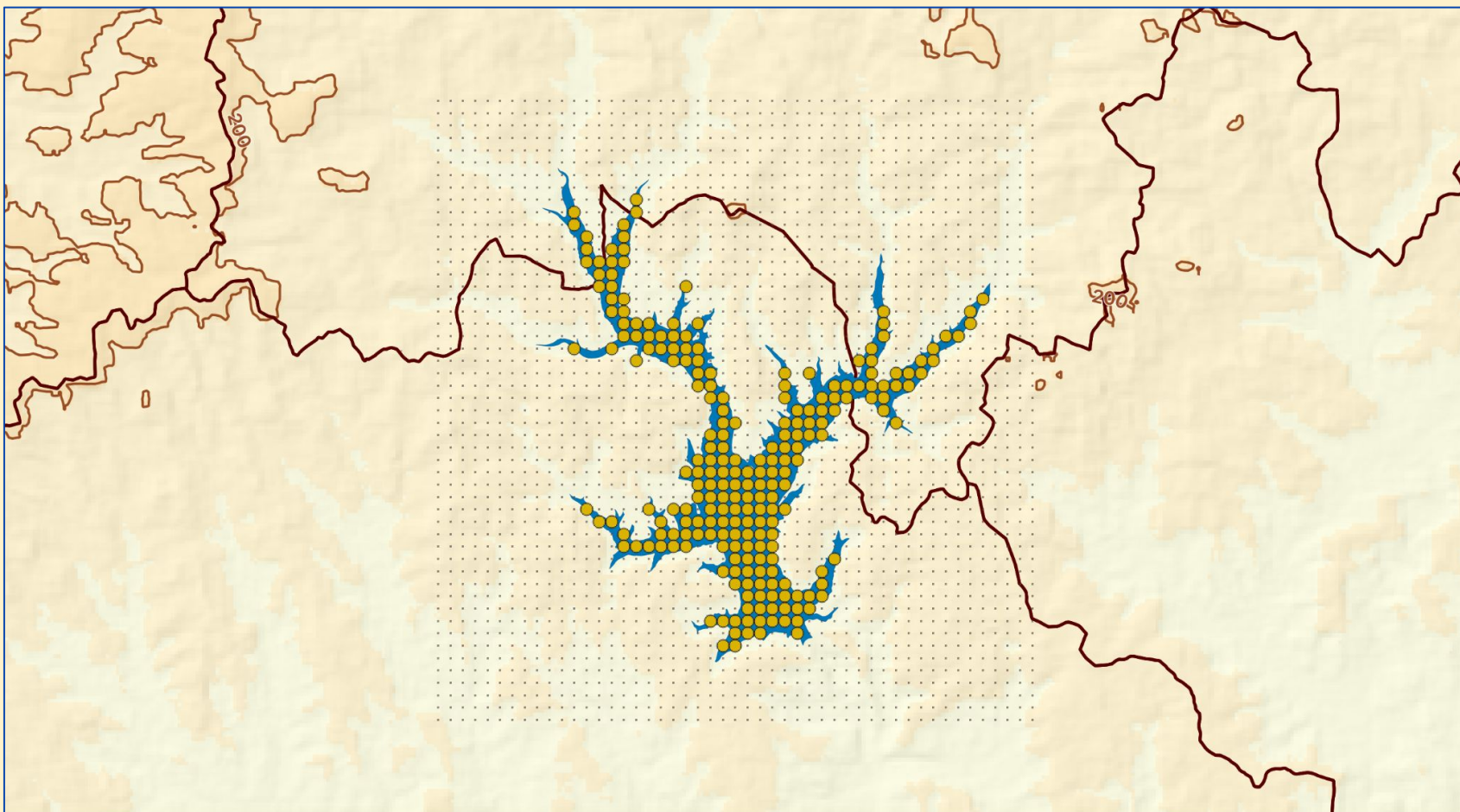
primeiro passo - criar uma rede de pontos homogeneamente distribuídos

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...



Parameters Log


Observer location(s)
 * bravura vertices area 50 m [EPSG:3763]   



☐ Selected features only


Digital elevation model
 + ASTERDEM003 Algarve clip 3763 [EPSG:3763] 



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



Radius of analysis, meters
 25000  


Field value for analysis radius [optional]



Observer height, meters
 0,000000  


Field value for observer height [optional]



Target height, meters
 1,650000  


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
 sers/nsloureiro.pt/Desktop/QGIS Algarve/tutorial/visiblity/bravura 25km 0 165.shp  

☒ Open output file after running algorithm

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...

Parameters Log

Analysis type
Binary viewshed

Observer location(s)
bravura 25km 0m 165cm [EPSG:3763]

☐ Selected features only

Digital elevation model
ASTERGDEM003 Algarve clip 3763 [EPSG:3763]

☒ Take in account Earth curvature

Atmospheric refraction
0,130000

Combining multiple outputs
Addition

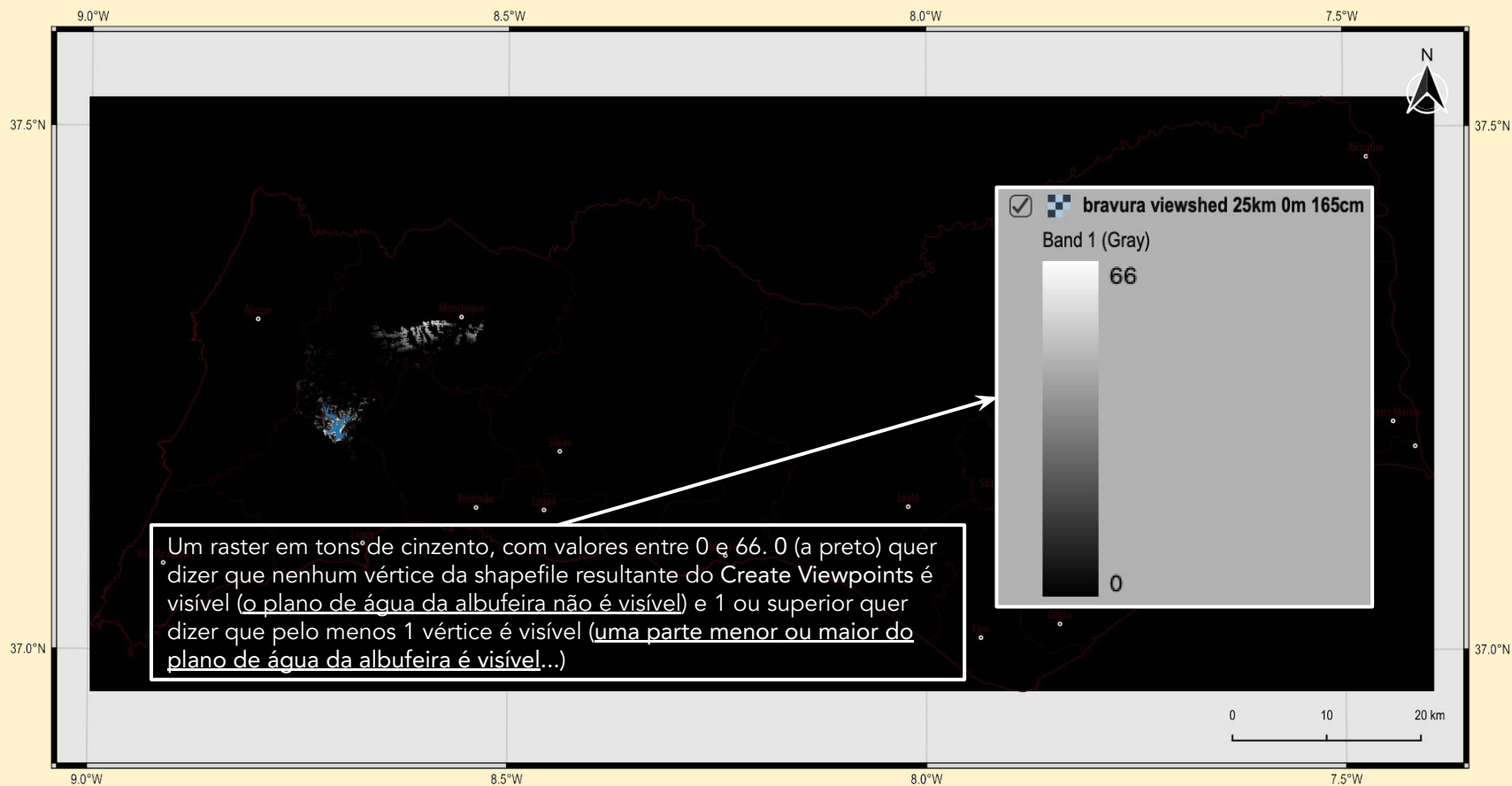
Output file
ro.pt/Desktop/QGIS Algarve/tutorial/visibility/bravura viewshed 25km 0m 165cm.tif

☒ Open output file after running algorithm

1

BARRAGEM DA BRAVURA

VIEWSHED ANALYSIS...

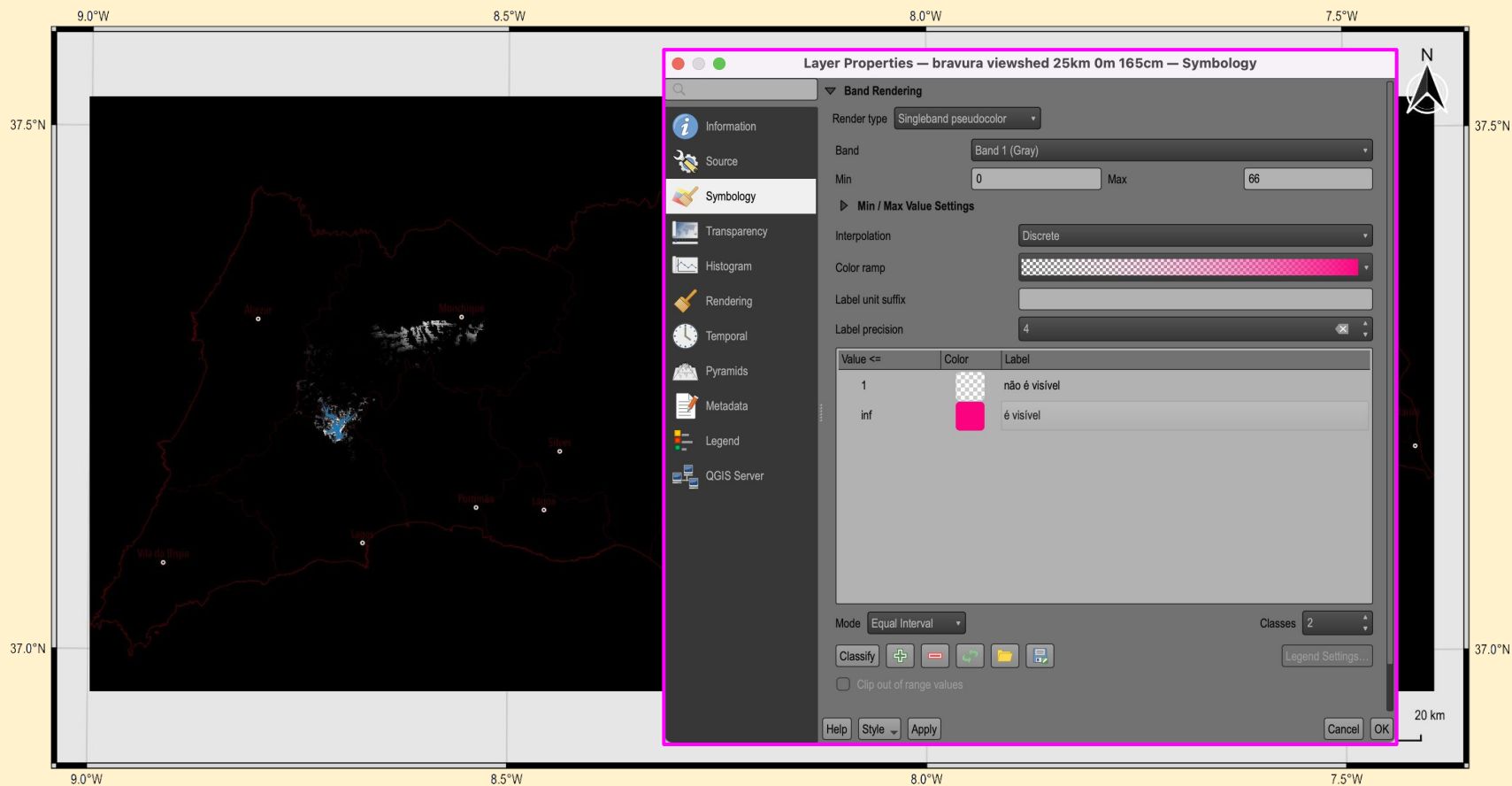


primeiro output...

1

BARRAGEM DA BRAVURA

VIEWSHED ANALYSIS...

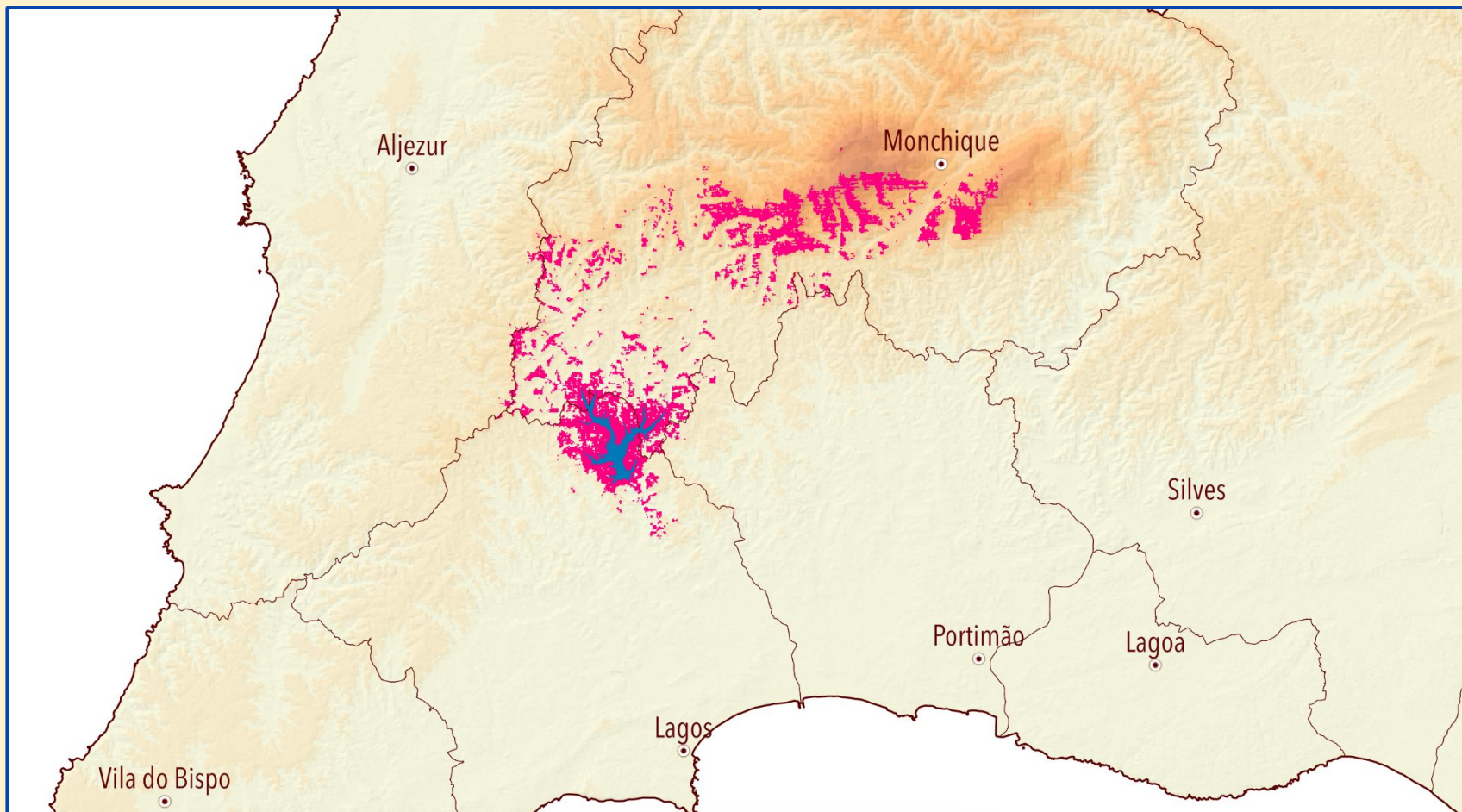


RECLASSIFICAÇÃO DO GeoTIFF...

1

BARRAGEM DA BRAVURA

Visibility Analysis > Viewshed > Binary viewshed
Radius of analysis: 25 km Observer height: 1,65 m Target height: 0 m

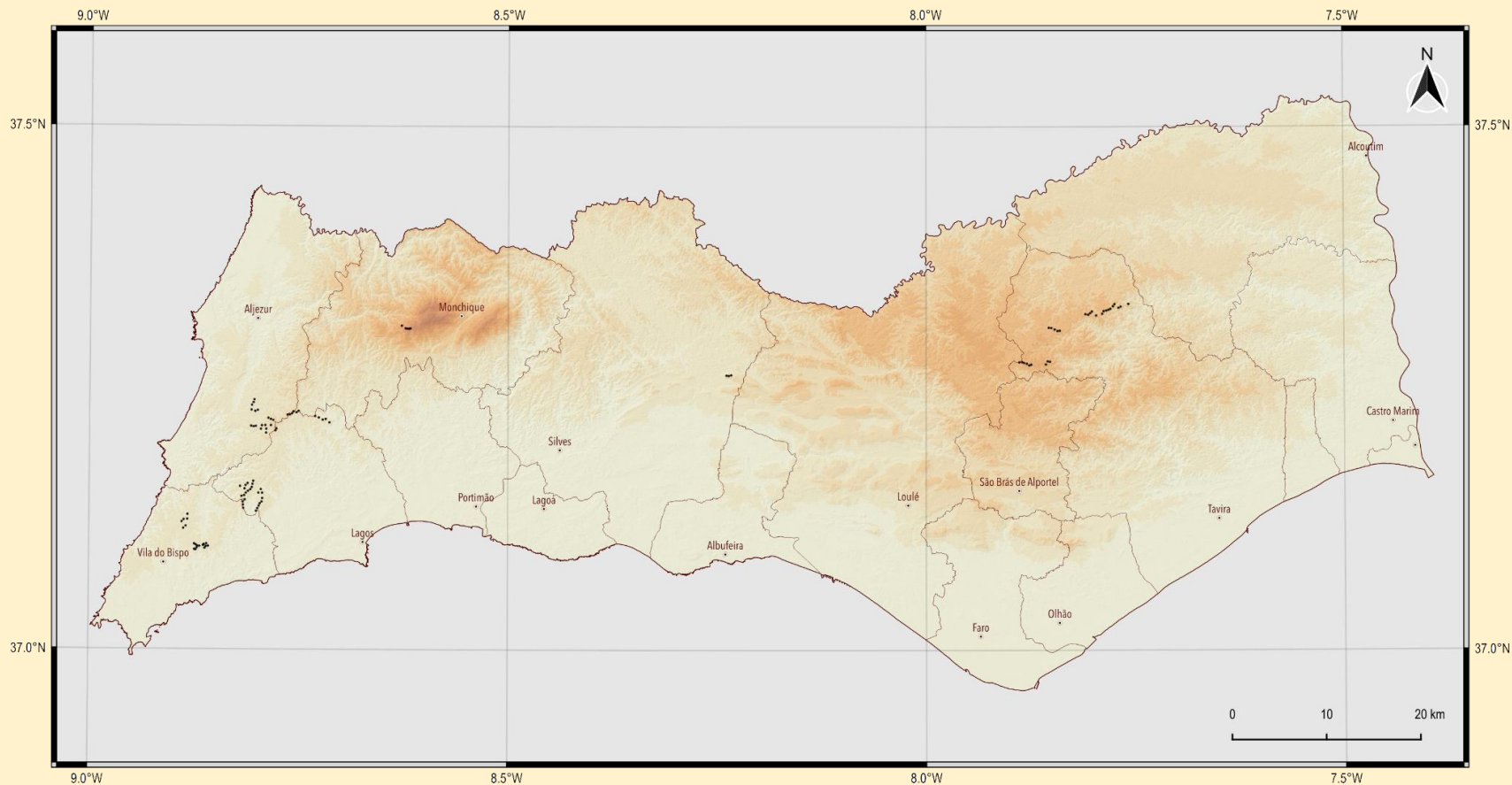


RESULTADO: A AZUL O PLANO DE ÁGUA DA ALBUFEIRA E A ROSA OS LOCAIS ONDE O PLANO DE ÁGUA É PARCIAL OU TOTALMENTE VISÍVEL !!!

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...

Parameters Log

Observer location(s)
aerogeradores algarvios 3763 [EPSG:3763]

☐ Selected features only

Digital elevation model
ASTERGDEM003 Algarve clip 3763 [EPSG:3763]

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

Radius of analysis, meters
15000

Field value for analysis radius [optional]

Observer height, meters
120,000000

Field value for observer height [optional]

Target height, meters
1,600000

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
z:\ro.pt\Desktop\QGIS Algarve\tutorial\visibility\ aerogerador 15km 120m 160cm.shp

☒ Open output file after running algorithm

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...

Parameters Log

Analysis type
Binary viewshed

Observer location(s)
aerogerador 15km 120m 160cm [EPSG:3763]

☐ Selected features only

Digital elevation model
ASTERGDEM003 Algarve clip 3763 [EPSG:3763]

☒ Take in account Earth curvature

Atmospheric refraction
0,130000

Combining multiple outputs
Addition

Output file
ireiro.pt/Desktop/QGIS Algarve/tutorial/visibility/aerogerador 15km 120m 160cm.tif

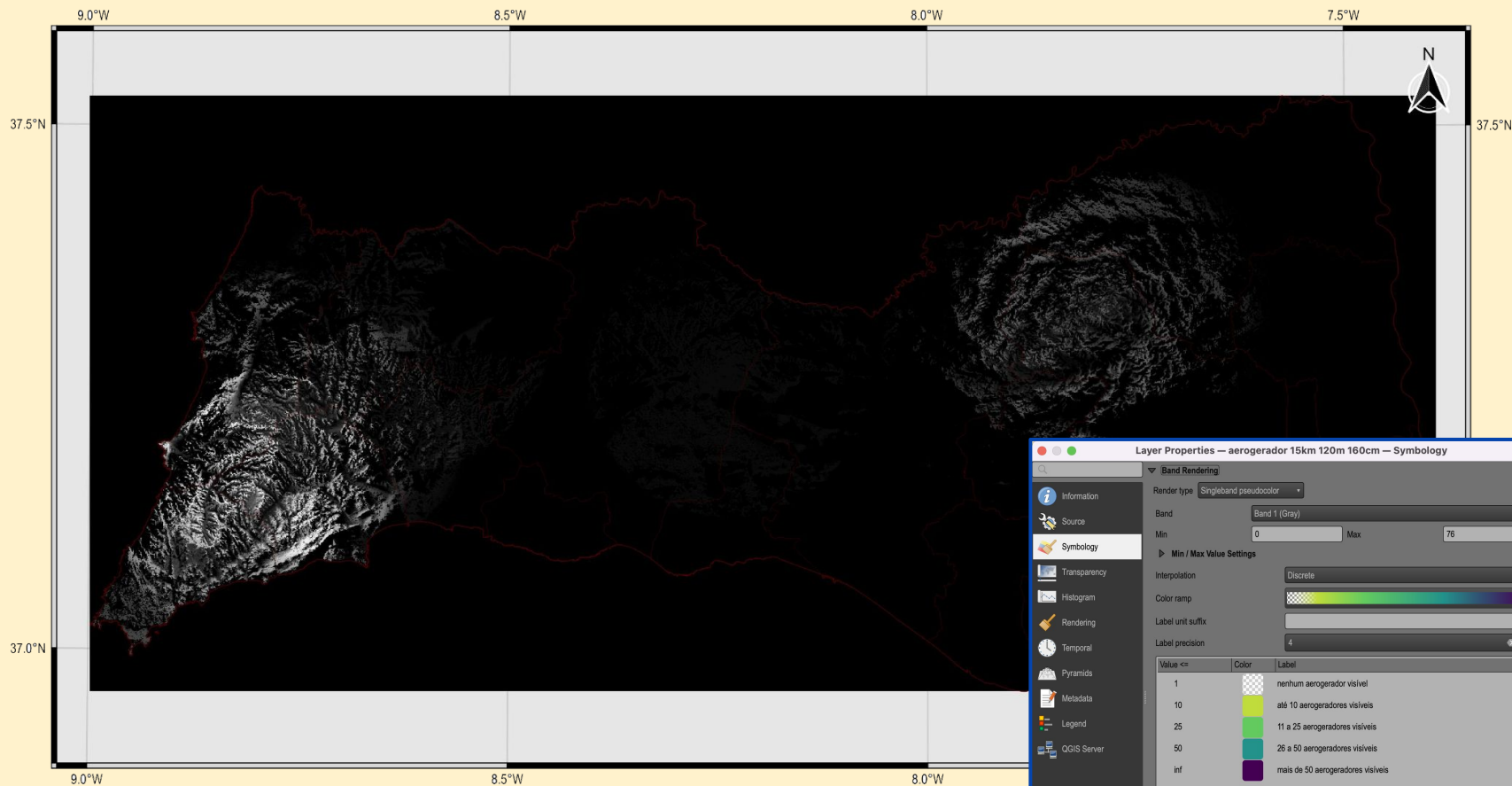
☒ Open output file after running algorithm

2

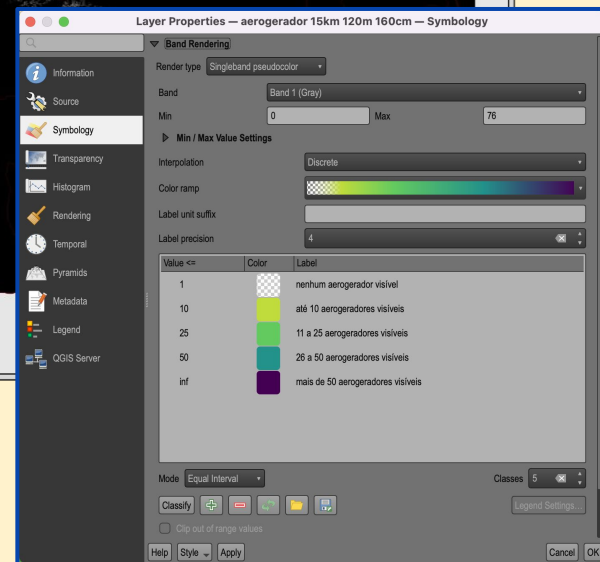
ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

VIEWSHED ANALYSIS...

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



primeiro output...

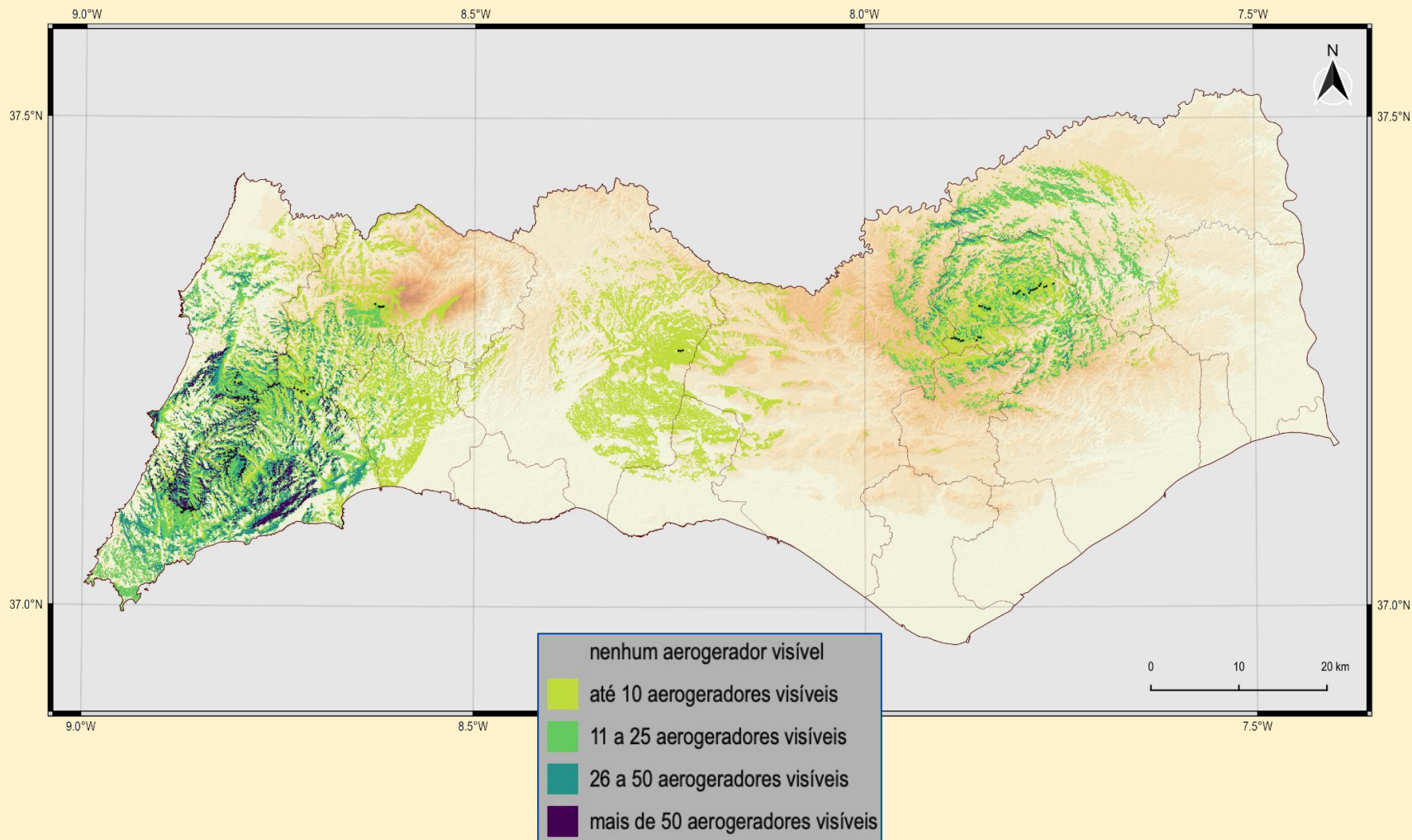


2

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...

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:

```
("aerogerador 15km 120m 160cm@1" < 1) * 1 +  
("aerogerador 15km 120m 160cm@1" >= 1 AND "aerogerador 15km 120m 160cm@1" <= 10) * 2 +  
("aerogerador 15km 120m 160cm@1" > 10 AND "aerogerador 15km 120m 160cm@1" <= 25) * 3 +  
("aerogerador 15km 120m 160cm@1" > 25 AND "aerogerador 15km 120m 160cm@1" <= 50) * 4 +  
("aerogerador 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: -76917.0997400000051130,-300377.8580199999851175 : 65704.1173399999970570,-237322.50078000000021234

Projection: EPSG:3763 - ETRS89 / Portugal TM06

Width in pixels: 5111 (units per pixel 27.9048)

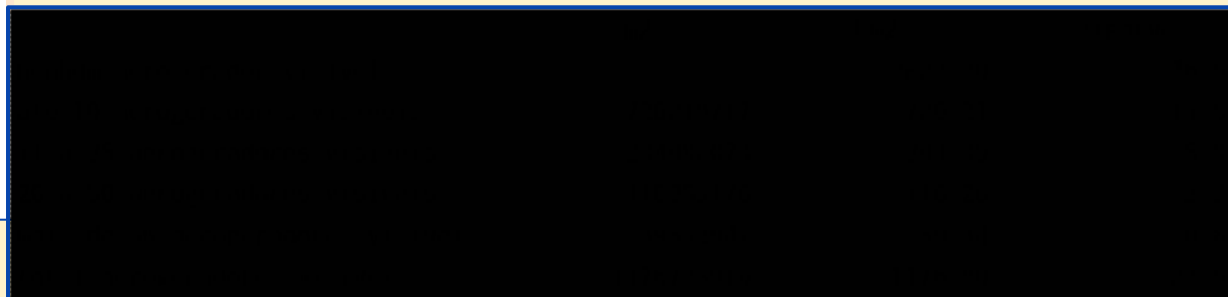
Height in pixels: 2260 (units per pixel 27.9006)

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...

Shapefile original...




DEM - modelo digital do terreno...

Earth curvature...




Atmospheric refraction...

Shapefile resultante da
Intervisibility Analysis...


Parameters Log

Observer points
aerogerador 15km 120m 160cm [EPSG:3763]   



☐ Selected features only



Target points
aerogerador 15km 120m 160cm [EPSG:3763]   

☐ Selected features only

Digital elevation model
ASTERGDEM003 Algarve clip 3763 [EPSG:3763] 

☐ Save negative links
☒ Take in account Earth curvature

Atmospheric refraction
0,130000  

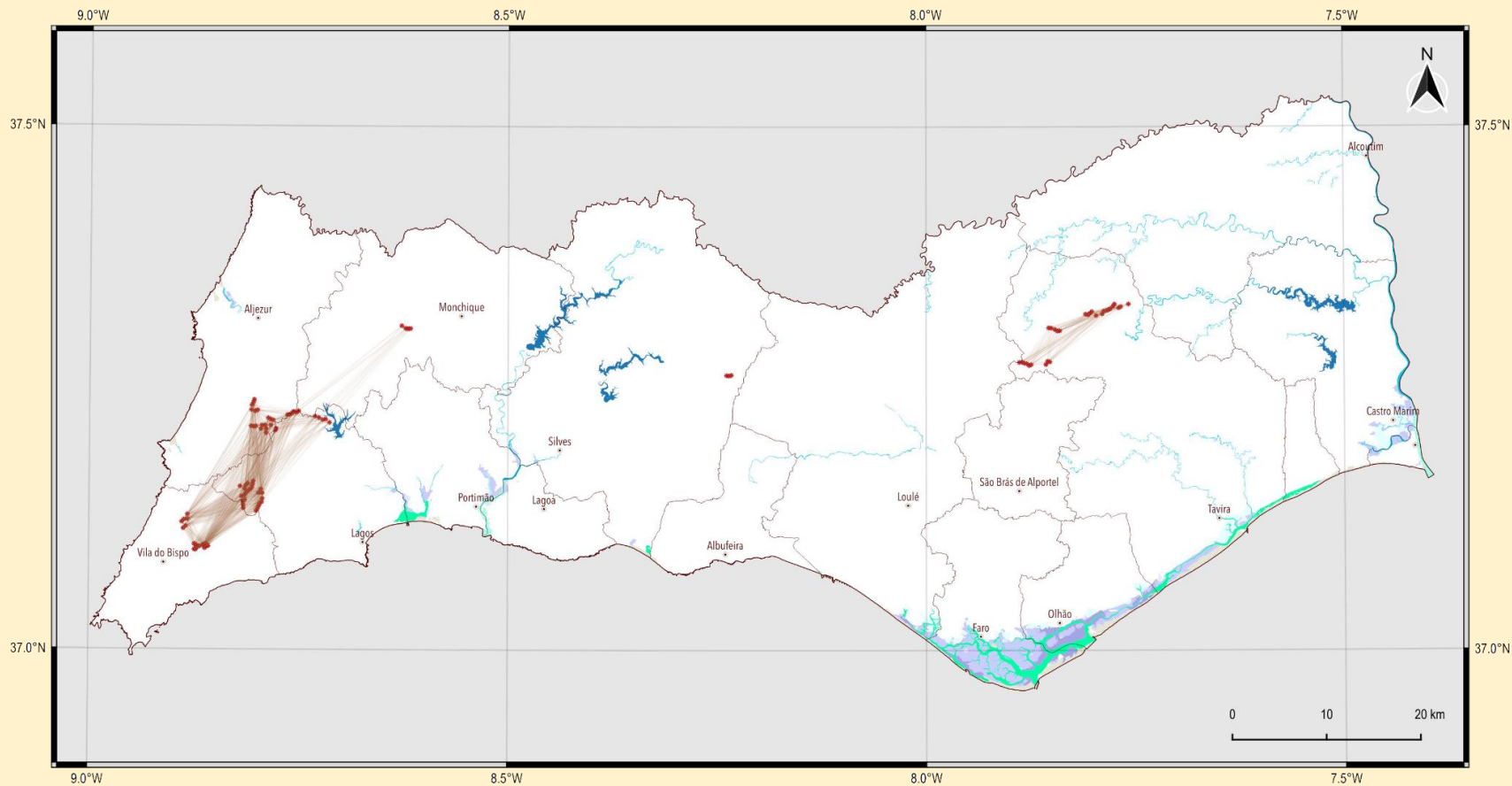
Output layer
/nsloureiro.pt/Desktop/QGIS Algarve/tutorial/visibility/aerogerador intervisibility.shp  

☒ Open output file after running algorithm

2

ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

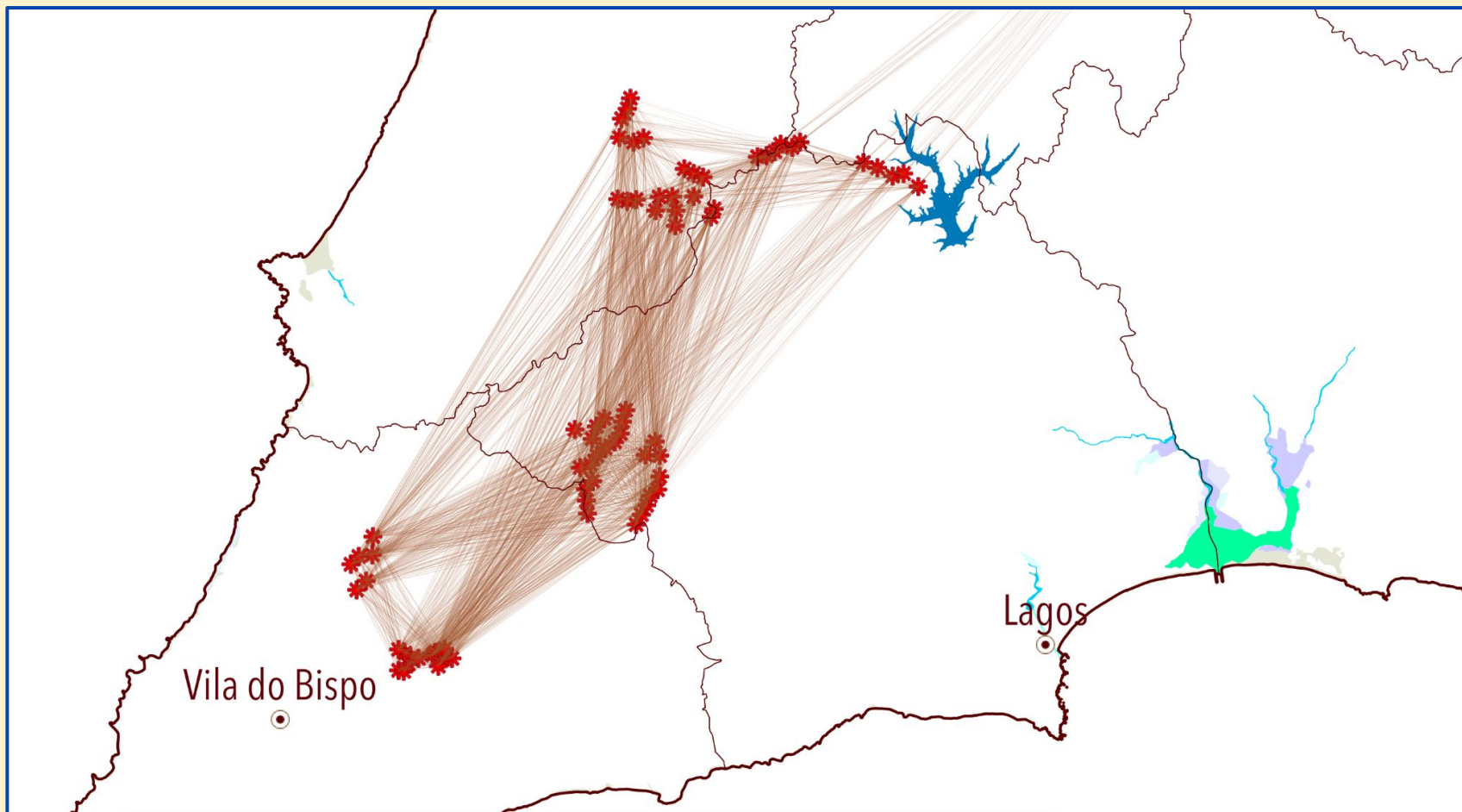
INTERVISIBILITY ANALYSIS...



2

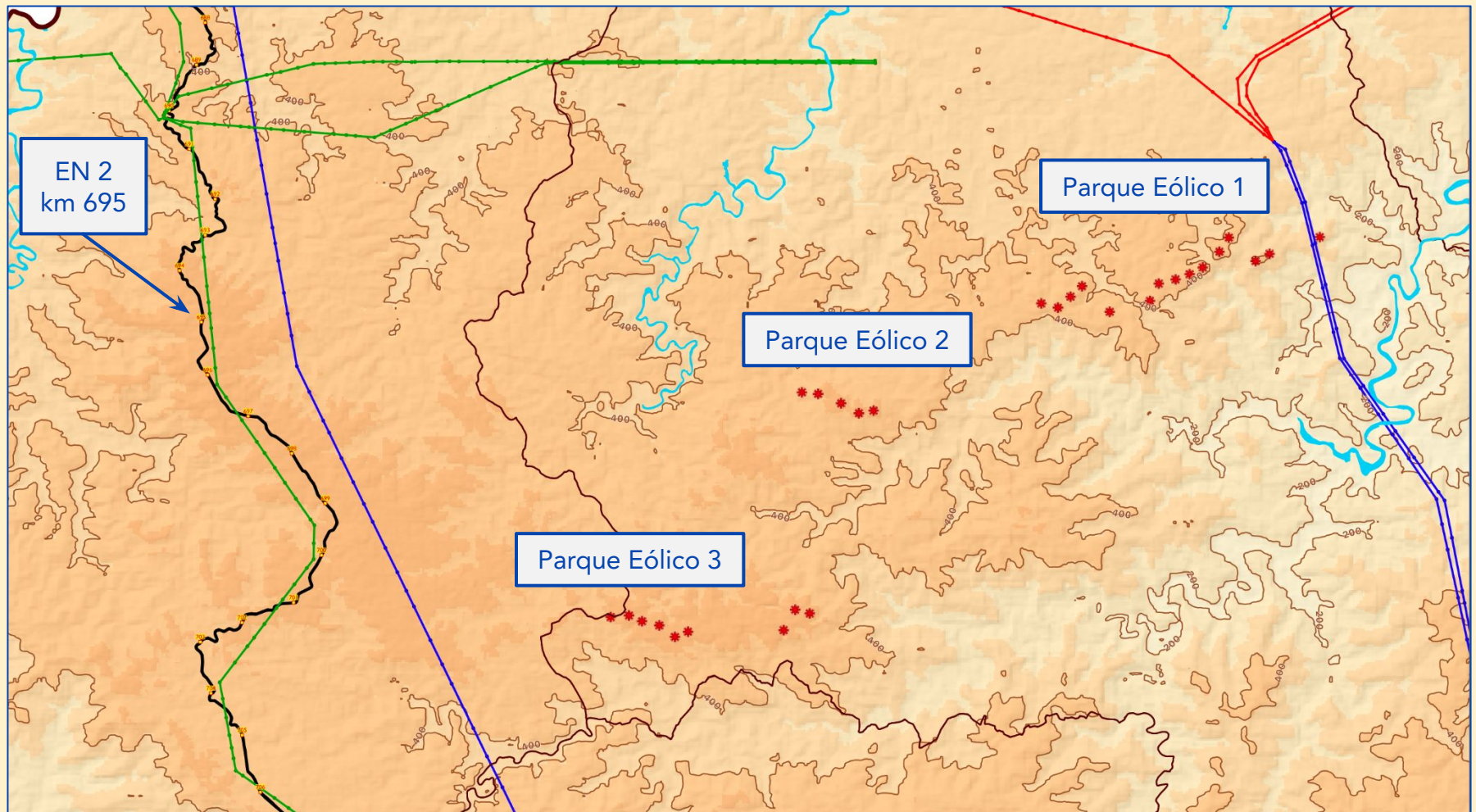
ENERGIAS RENOVÁVEIS - TURBINAS EÓLICAS

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



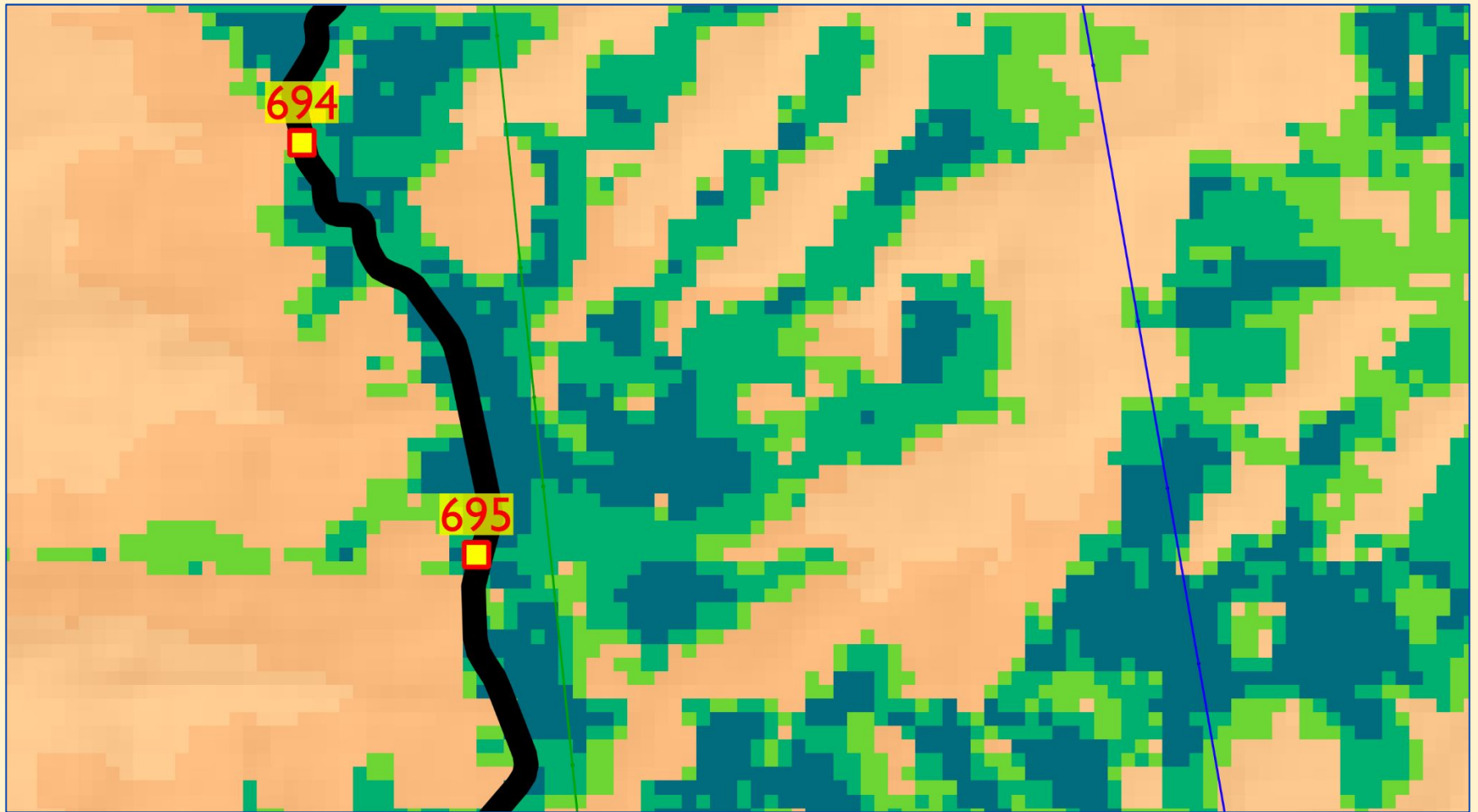
cerca de 8,5 km
do km 695 da
EN 2

Parque Eólico 3

Parque Eólico 2

6 turbinas visíveis

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 viewsapes: 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

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!

