

Aquisição e Edição de Dados Geográficos

Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território

Faculdade de Letras da Universidade do Porto

Ano Letivo 2019/2020

Procedimentos e Metodologias da Construção de uma Geodatabase/Modelos Digitais de Elevação

Docentes:

Professor José Gonçalves (jagoncal@fc.up.pt)

Professor José Teixeira (jateixeira@letras.up.pt)

Discentes:

Edgar Figueira (up201604568@letras.up.pt)

Rui Andrade (up201205303@letras.up.pt)

Conteúdo

Introdução	3
Enquadramento	4
Metodologia	5
Análise COS	7
Modelos Digitais de Elevação.....	9
Modelo TIN e GRID	9
Mapa Hipsométrico	10
Mapa de Sombreamento de Vertentes	12
Perfil Topográfico	13
Mapas de Declives de Vertentes.....	14
Mapa de Exposição de Vertentes.....	16
Conclusão.....	19
Bibliografia.....	19

Introdução

Na Unidade Curricular de Aquisição e Edição de Dados Geográficos fomos adquirindo competências e conhecimentos que nos permitiram, neste trabalho, adquirir e editar informação geográfica ou dados geográficos.

Este tipo de dados possuem uma vertente espacial tendo em conta que lhe está associada uma localização geográfica definida e por isso representam a componente gráfica da realidade geográfica, ao mesmo tempo que a componente não gráfica fornece informações descritivas acerca das características das feições gráficas e conectam-se aos elementos gráficos através códigos em comum.

As componentes gráficas traduzem-se através de ficheiros do tipo kml.; kmz.; e shp.; que são comuns em sistemas de tratamento e modelação de informação geográfica onde se representam as feições do mapa e fazem-se acompanhar normalmente da componente não-gráfica como por exemplo os ficheiros xls., onde é possível tratar a informação relativa às características de cada feição do mapa, normalmente denominados de dados tabulares.

Utilizando o programa ArcGis, software desenvolvido pela empresa ESRI, procuramos utilizar ferramentas de vetorização tais como, a criação de Geodatabases e aplicação de domínios e modelos topológicos tanto na criação da Carta de Ocupação do Solo e posterior introdução dos pontos recolhidos e definidos pelos elementos do grupo como no mapa de Redes Viárias da área nº 10; e rasterização para a produção de cartografia, seguindo os padrões de cartografia oficial e uma série de regras e orientações lecionadas por ambos os professores da Unidade Curricular.

Aproveitando ainda os diferentes programas disponibilizados pela ESRI, utilizámos a plataforma 123 Survey para a aquisição de dados gráficos e não gráficos de modo a comprovar a interoperabilidade de sistemas de informação geográfica e a sua praticabilidade aliada ao tipo de estudo a realizar.

Enquadramento

O que é a Vetorização semi-automática?

A vectorização é definida por um tipo de ficheiro que é a *shapefile* (.shp), este ficheiro pode conter apenas informação relacionada ou com pontos, ou com linhas ou com polígonos. Estas feições vetoriais são criadas pelo operador que gere o sistema de informação geográfica que vai modelando/editando a informação através de ferramentas automáticas tornando assim a vectorização semiautomática. Associada à construção de cartografia vectorizada, estão relacionados modelos topológicos que são um conjunto de regras que definem como é que cada feição (pontos, linhas, polígonos) se agrega no mapa.

O que é uma Geodatabase?

Uma *Geodatabase* (.gdb) é um formato de uma base de dados geográfica que permite guardar informação seja ela relativa a pontos, linhas ou polígonos e a atribuição de domínios a cada tipo de *shapefile* (Feature Dataset). Atualmente é o melhor formato para armazenamento no que toca a informação geográfica pois é capaz de armazenar uma grande quantidade de informação (até 2GB) e grava-a diretamente no disco rígido, tornando o seu acesso prático.

Os benefícios de trabalhar com uma *Geodatabase* é que esta agrega um conjunto de ferramentas e funcionalidades como as regras de topologia e projeções que em formato *shapefile* não seria possível aplicar; obriga a que o utilizador respeite os domínios que criou, facilita a introdução de informação geográfica; tem a capacidade de exportar a informação em *shapefile*; é possível que esta seja partilhada/lida por mais que um utilizador, no entanto pode apenas ser editada por um único operador.

A sua divisão hierárquica é feita através dos conteúdos que cada nível agrupa, por exemplo, aquando a criação de uma *Geodatabase*, definimos o Feature Dataset e posteriormente as Features Class que terão, cada uma, as Tables que são dados tabulares, que normalmente são editáveis antes de se concluir a sua criação, neste processo final é possível introduzir os atributos das bases de dados.

O que é o Modelo Topológico?

O Modelo Topológico é um conjunto de regras que garantem a geometria entre pontos, linhas e polígonos coincidentes como por exemplo, não podem existir espaço entre polígonos, as estradas têm que estar ligadas entre si, os polígonos não se podem sobrepor. No ArcGis, este Modelo Topológico é uma ferramenta denominada de 'Topology' e permite fazer correções seja a nível de pontos, linhas e/ou polígonos.

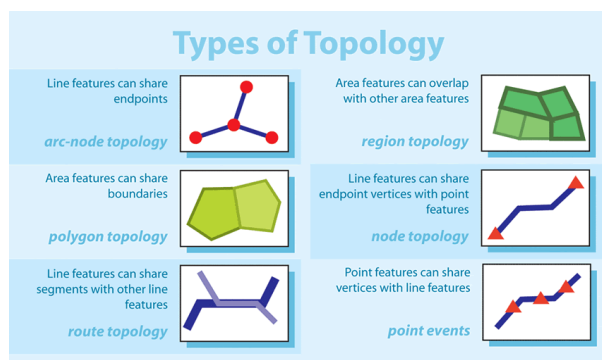


Fig.1 Fonte: (RGISWORLD, 2018)

Metodologia

Neste trabalho recorreremos a dois métodos de recolha de informação. Foram eles o Método de Aquisição de Dados primário e secundário. No caso da fotogrametria ou trabalho de campo realizado para recolher os geopontos relativos à ocupação do solo, o método primário permite que a informação seja mais detalhada, pormenorizada e de mais fácil atualização; já o método secundário permite trabalhar a informação recolhida mas tem uma menor precisão, pormenorização e custo, podendo ser mais rápido, no entanto não se atualiza tão facilmente. A vectorização e rasterização são métodos de aquisição de dados secundários e que neste trabalho foram usados para diferentes fins.

Como é fácil entender, a produção de informação vetorial através do formato matricial acaba por originar imensos ficheiros e como no caso da Carta da Ocupação do Solo, onde toda a informação é vetorial e existem polígonos que se podem sobrepor ou pequenos 'gaps' entre eles, recorreremos à criação de uma Geodatabase no software a ser utilizado, definimos o sistema de coordenadas do projeto para ETRS_1989_TM06_PORTUGAL bem como de todos os data frames a serem trabalhados. Inserimos os dados referentes à Cartografia de Gaia e

Ortofotomapas (1223 A, 1223 B). Posteriormente criámos um polígono que identificasse apenas a área de estudo definida pelo grupo de trabalho área de estudo número 10. Recortámos com a ferramenta Raster, inserida no Raster Processing, os Ortofotomapas tendo em conta o 'LIMITE_AREA_10'.

Através do Arc Catalog, criámos uma Geodatabase. Definimos como 'OCUPACAO' e 'REDES_VIARIAS' as diferentes Features Dataset bem como o sistema de projeção de coordenadas ETRS_1989_TM06_Portugal, onde, na OCUPACAO definimos como domínios: Territórios Artificializados, Corpos de Água, Áreas Agrícolas e Agroflorestais, Áreas Florestais Meios Naturais e Semi-naturais e, por fim, Zonas Húmidas; para a produção da Carta de Ocupação do Solo, de acordo com a classificação do Nível 1 da COS 2007 (Instituto Geográfico Português, 2010).

Utilizando as ferramentas de edição de polígonos como o Auto-Complete Polygon, Polygon, Snapping, Trace, Merge procedemos à criação de polígonos consoante a ocupação do solo definida pelos Ortofotomapas disponibilizados pelo docente da unidade curricular.

Após a vectorização da área em estudo, calculámos a área de cada tipo de uso do solo bem como a sua percentagem para, posteriormente, construirmos um gráfico do tipo diagrama no ArcMap com a percentagem de cada tipo de ocupação do solo.

Na Feature Dataset REDES_VIARIAS, segundo a Direção Geral do Território na carta 1:2 500 000, onde os temas representados por esta carta são as redes viárias, entre outros, definimos os seguintes domínios 'Autoestrada' a cor vermelha com uma espessura de 2,00; 'Estradas Municipais' a cor preta com uma espessura de 2,00; 'Estradas secundárias' a cor preta com uma espessura de 1,00; e 'Estradas terciárias' a cor amarela e com uma espessura de 0,20.

Com o programa 123 Survey apresentado aos alunos numa das aulas da Unidade Curricular, criámos um formulário para fazermos, posteriormente, um levantamento de pontos no terreno, ilustrando com uma imagem capturada no local, o tipo de ocupação do solo que se encontra na COS da área de estudo produzida pelos alunos. De notar que, pela falta de precisão dos equipamentos utilizados (smartphones), um dos pontos que registámos encontra-se fora da área 2x2 que nos está destinada.

Após o levantamento dos pontos, introduzimos no projeto Arc Map, no dataframe relativo à COS, introduzimos os pontos recolhidos, definimos a sua simbologia, passando assim para o Layout onde, numa folha A3 em 'Landscape' construímos os nossos mapas colocando a legenda, fonte, orientação, título e escala.

A informação/ ficheiros fornecidos para o trabalho relativo à altimetria têm formato dwg (CAD), logo foi necessário efetuar uma conversão para formato SHP (SIG).

Quando importamos para o Arcgis verificamos que necessitávamos apenas da informação armazenada nos ficheiros a_01.dwg e a_05.dwg, especificamente no polyline (referentes as curvas de nível), e da informação nos point (pontos) que contêm os pontos cotados.

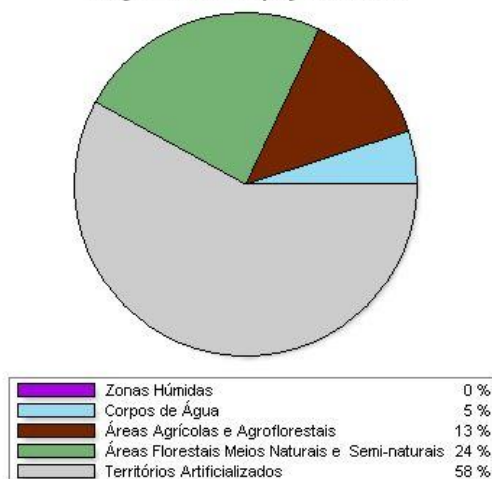
Depois de tratar a shapefiles fizemos Merge (Geoprocessing) das curvas de nível e dos pontos cotados.

Por fim demos início a construção dos mapas temáticos pedidos, fazendo uma descrição dos processos para cada mapa e os seus resultados (através de tabelas e gráficos construídos no Microsoft Excel).

Análise COS

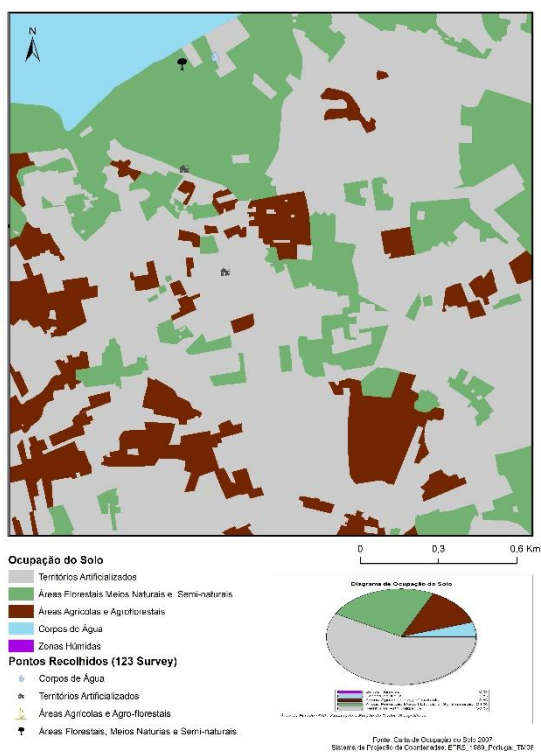
Após a execução do trabalho prático da Carta de Ocupação do Solo, é possível calcular o seguinte gráfico com os valores referentes à percentagem da ocupação do uso do solo na Área de Estudo nº 10, e concluir que 58% da área total é Território Artificializado, ou seja, a maioria do território é urbanizado o que se comprova por ser uma área perto da Cidade do Porto pelo que tenha sofrido também com o crescimento populacional; 24% correspondem às Áreas Florestais, Meios Naturais e Semi-naturais, 13% correspondem às Áreas Agrícolas e Agroflorestais que ganham maior expressividade à medida que nos aproximamos da faixa costeira em que os terrenos são menos acidentados, mais planos, onde o crescimento urbano se atenua; sobrando 5% referentes aos Corpos de Água que neste caso se trata do Rio Douro. As Zonas Húmidas apresentam valor 0% porque aquando a vectorização da área em estudo não se observou nenhuma zona que correspondesse a tal.

Diagrama de Ocupação do Solo

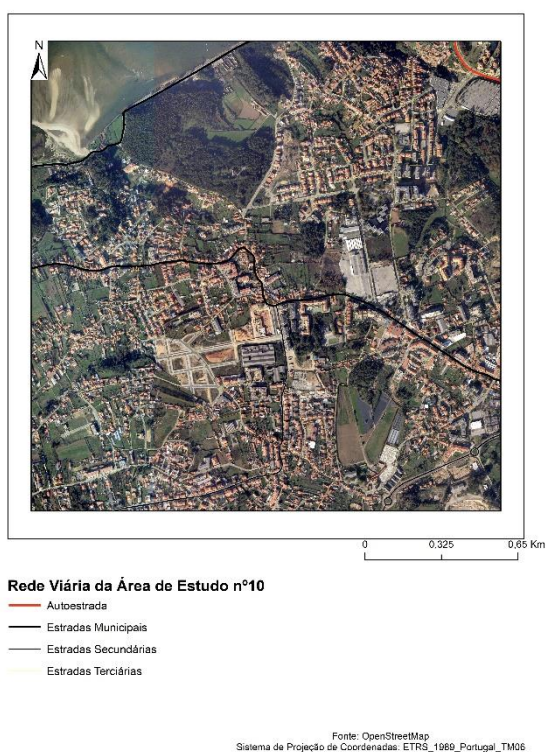


Anexos

Carta de Ocupação do Solo da Área de Estudo nº10



Mapa das Redes Viárias da Área de Estudo nº10



Modelos Digitais de Elevação

Modelo TIN e GRID

O TIN consiste no modelo topológico dos dados vetoriais, no qual pontos de coordenadas tridimensionais X,Y (localização geográfica) e Z (elevação) são ligados por linhas, formando uma “Rede irregular de triângulos”, não sobrepostos. O modelo matricial tem como principais vantagens a velocidade de processamento, a possibilidade de efetuar análises espaciais e é uma forma mais simples e precisa de representar as mais diversas superfícies.

Apresenta as desvantagens do consumo de tempo na constituição inicial do modelo e a demora na apresentação/visualização do modelo.

Procedemos a criação do Tin, através da ferramenta *ArcToolbox > 3D Analyst Tool > Data Managment > Tin > Create Tin*.

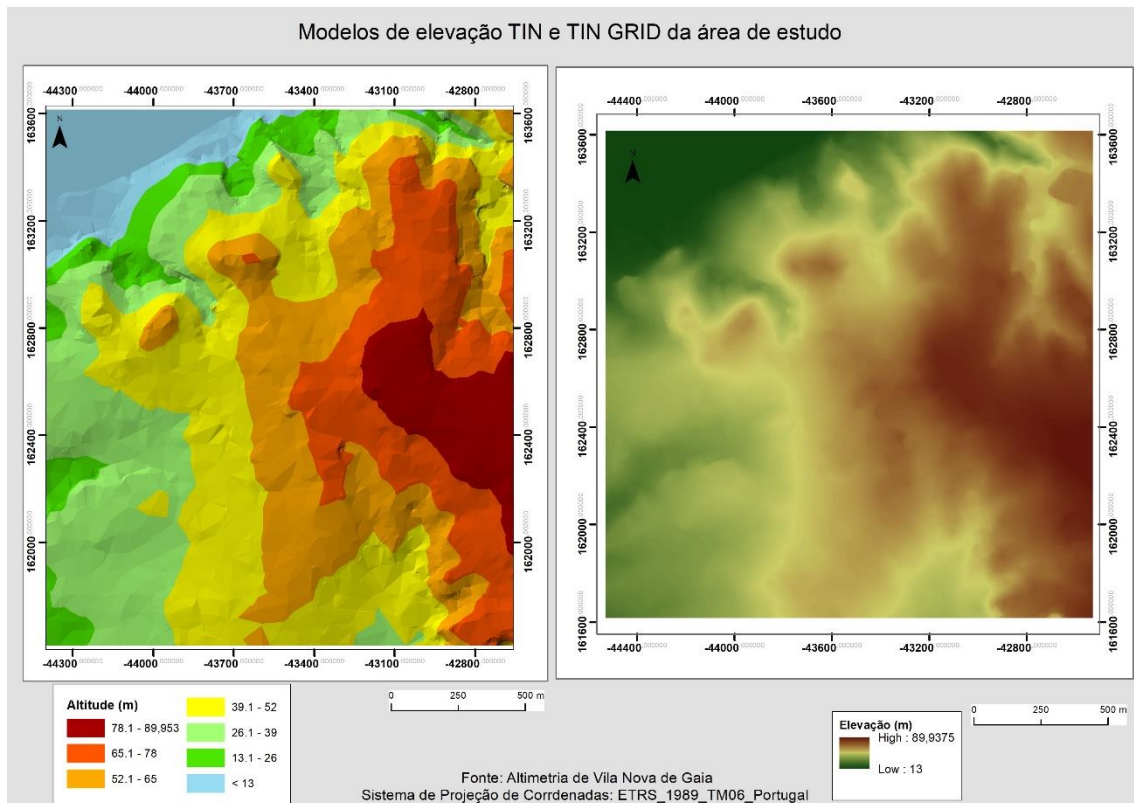
O modelo Grid trata-se de um conjunto retangular e regular de pontos cotados. Possuem vantagens como a sua facilidade de armazenamento de dados, simplicidade na estrutura dos dados e forma simples de representar superfícies. Possui algumas desvantagens desde a uniformidade do tamanho do pixéis, dificuldade em integrar linhas de rotura e a reconstrução da superfície é mais morosa.

O TinGrid consiste na conversão do ficheiro Tin (formato vetorial) em formato raster (TinGrid), através da ferramenta *ArcToolbox > 3D Analyst Tools > Conversion > From Tin > TIN to Raster*.

Quanto menor for o tamanho do pixel, maior será o detalhe do modelo e mais realista será a sua representação, no entanto, à medida que o tamanho do pixel diminui, a velocidade de processamento irá aumentar e ao mesmo tempo aumenta também o tamanho do projeto.

Para construirmos este modelo decidimos utilizar o tamanho de pixel de 1m pois achamos que era o mais adequado para podermos caracterizar de forma correta a área de estudo.

No modelo TIN definimos 7 intervalos, divididos em natural breaks. No TIN GRID definimos uma escala de cores de modo a caracterizar a elevação. Analisando os mapas é possível verificar que a altitude vai crescendo de NO para SE, o que era expectável visto a área se localizar muito próximo do rio Douro.

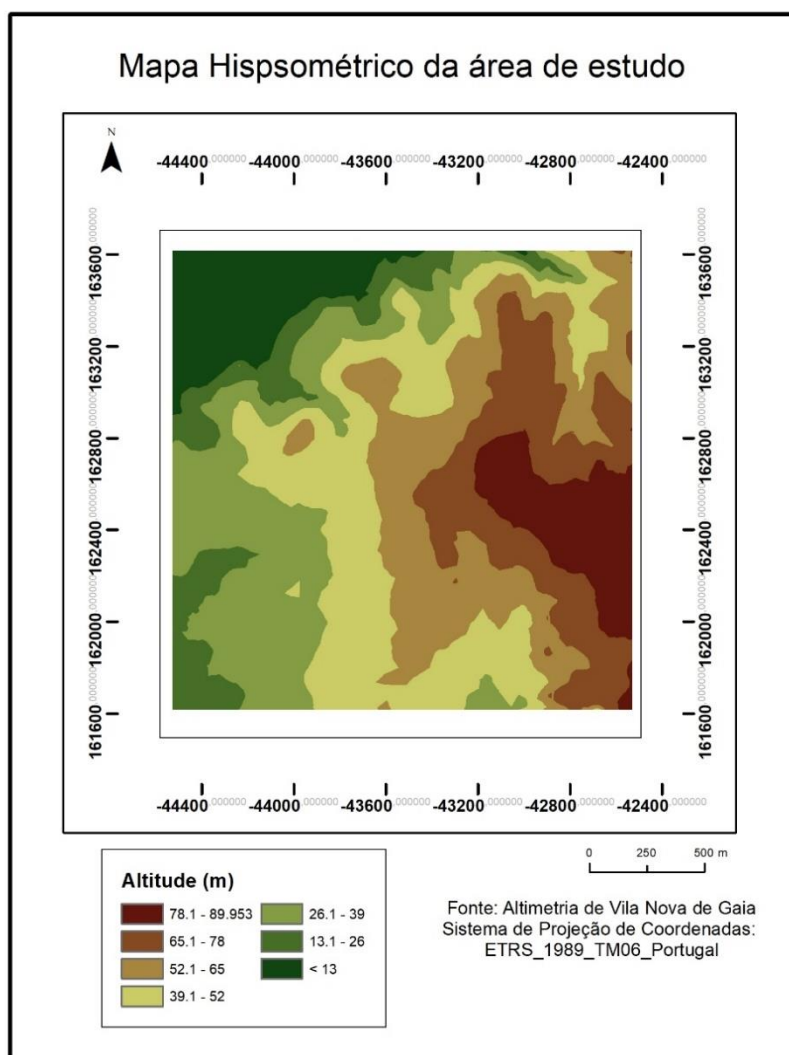


Mapa Hipsométrico

O Mapa Hipsométrico é um tipo de produção cartográfica que representa a altitude de uma superfície fazendo corresponder uma paleta de cores ao nível da elevação do terreno.

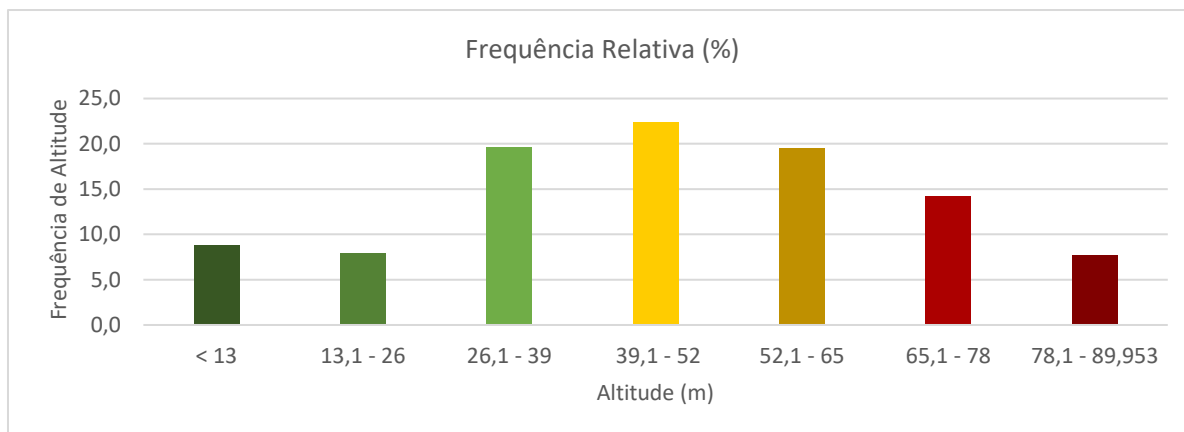
Para elaborar o mapa, utilizamos o TinGrid realizado anteriormente, recorremos a ferramenta *ArcToolbox* > Spatial Analyst Tools > Reclass > Reclassify, após isso no botão Classify reclassificou-se manualmente em 7 classes: < 13, 13.1-26, 26.1-39, 39.1-52, 52.1-65, 65.1-78, 78.1-89.953.

É possível ver que a altitude diminui de Este para Oeste, ou seja, em direção ao mar.



Estatísticas sobre a Hipsometria			
Classe	Nº Pixéis	Área_m2	Frequência Relativa em %
< 13	352600	352600	8,8
13,1 - 26	314555	314555	7,9
26,1 - 39	785342	785342	19,6
39,1 - 52	893190	893190	22,3
52,1 - 65	779228	779228	19,5
65,1 - 78	567074	567074	14,2
78,1 - 89,953	308011	308011	7,7
Total	4000000	4000000	100,0

Parâmetros Estatísticos			
Média	Valor Máximo	Valor Mínimo	Desvio Padrão
14,28	22,32	7,70	5,79

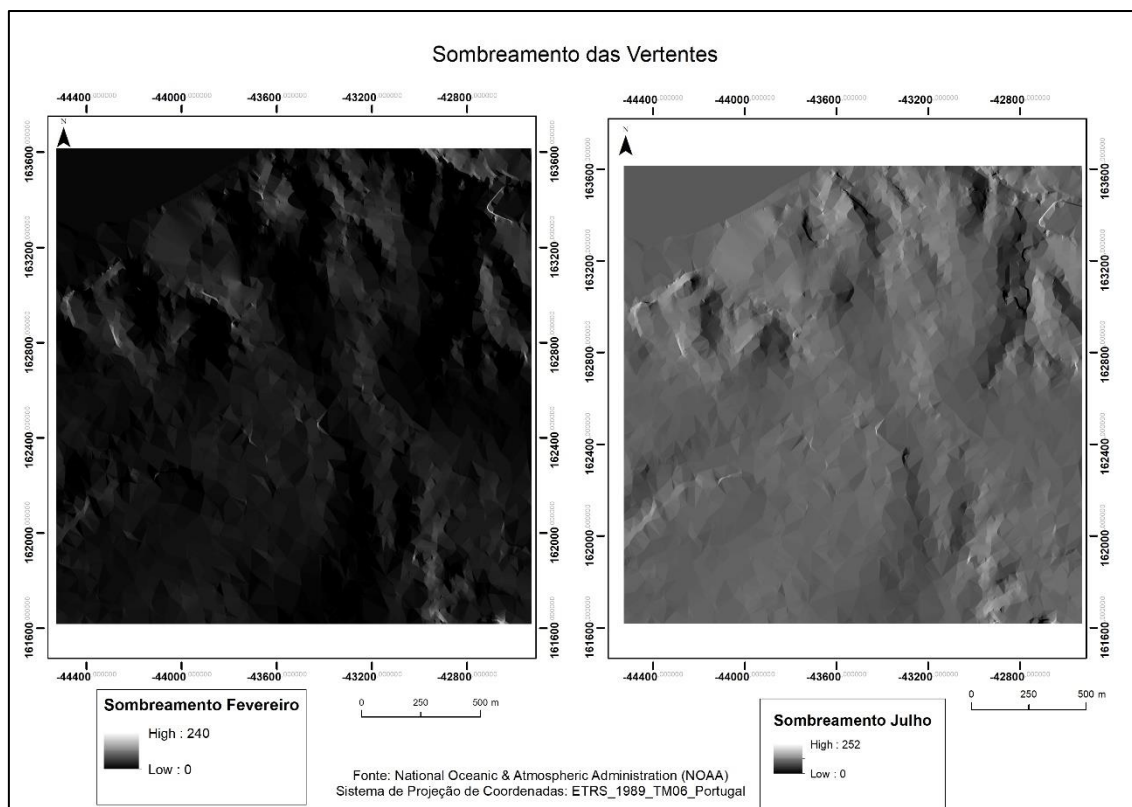


Mapa de Sombreamento de Vertentes

O mapa de sombreamento de vertentes permite detetar numa determinada área as zonas mais iluminadas ou onde existe mais sombra (menos iluminação).

Para a elaboração do mapa foi necessário definir um dia e uma hora específica para obter os parâmetros da posição do sol. Optamos pelo dia 21 de Fevereiro de 2019, às 12h e obtivemos um Azimute de 254,21 e uma altitude 2,29 e pelo dia 21 de Julho de 2019, onde foi obtido um Azimute de 279,42º e uma altitude de 20,84. Estes dados foram obtidos no Solar Calculator no site do National Oceanic & Atmospheric Administration (NOAA), disponível no link <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/>.

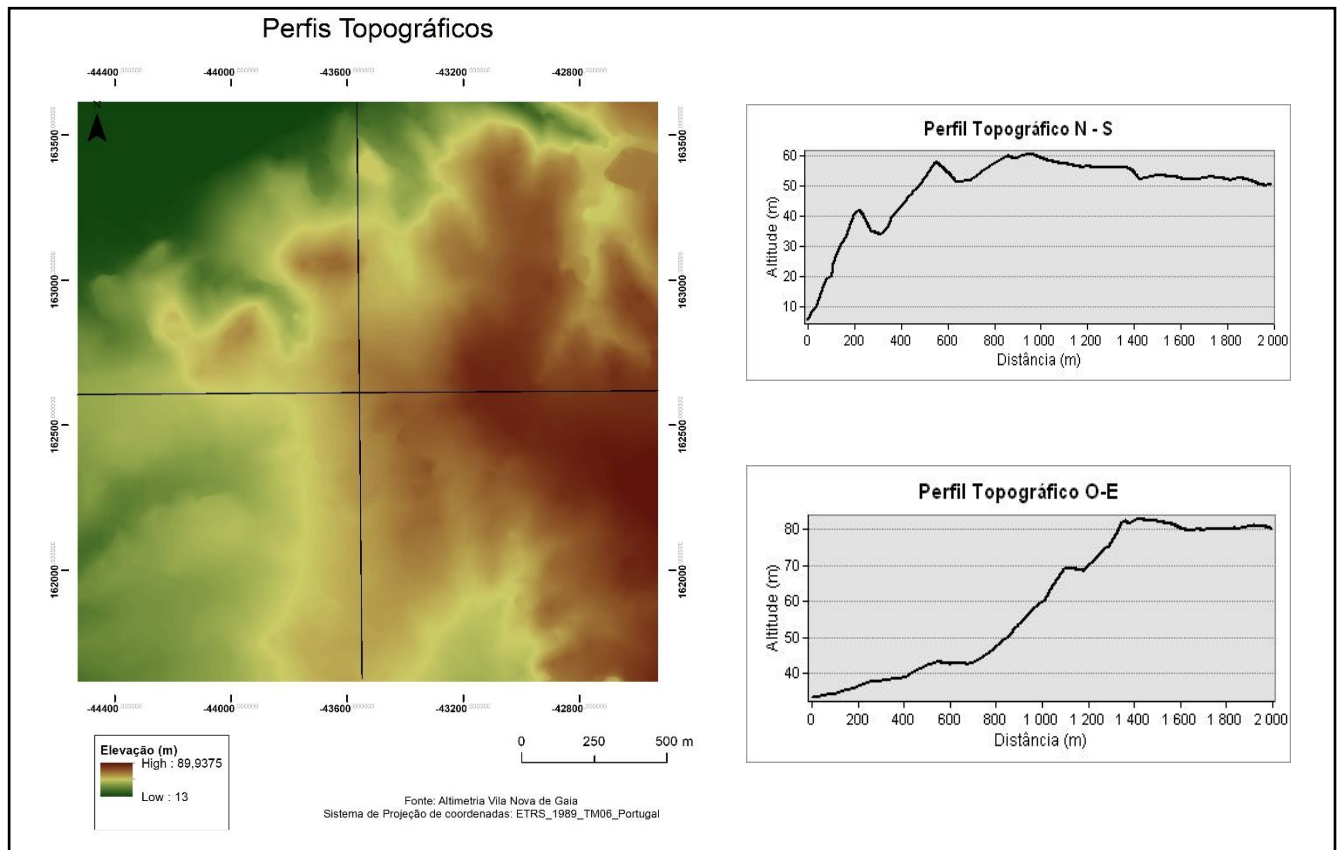
Foi necessário utilizar a ferramenta “Hillshade” que encontrámos no *Spatial Analyst Tools > Surface > Hillshade*, importamos o TinGrid, e colocamos os valores do Azimute e da Altitude obtidos anteriormente.



Perfil Topográfico

O Perfil Topográfico dá-nos uma melhor ideia de como a topografia se distribui ao longo de uma determinada área, fornecendo informações como a direção do corte do perfil, altitudes e distância do perfil. É a maneira mais fácil de interpretar e analisar o mapa hipsométrico.

Efetuamos dois cortes, um com a direção Oeste-Este e Norte – Sul. Para isto utilizamos a ferramenta 3D Analyst > Interpolate Line > Profile Graph. Após a elaboração do gráfico, acedemos as propriedades e alteramos o título e as propriedades do axis de modo a colocar a informação necessária.



Mapas de Declives de Vertentes

Para a elaboração do mapa de Declives, tivemos em conta dois parâmetros diferentes, o declive em graus e o declive em percentagem.

Os passos para a criação são idênticos, mudando apenas o output measurement, um em degrees (graus) e outro em percent_rise (percentagem). *ArcToolbox* > Spatial Analyst Tools > Surface > Slope, sendo o Input sempre o ficheiro raster TIN_GRID.

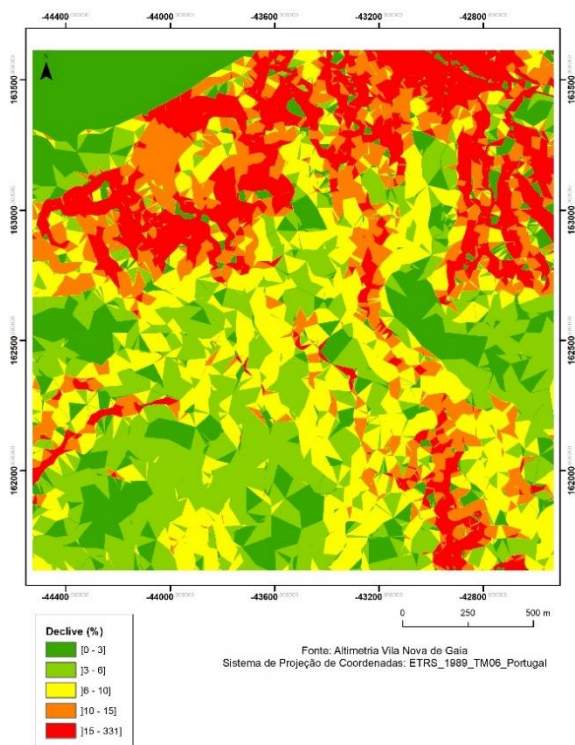
Depois de efetuados acedemos à simbologia e definimos as classes em quantis, visto ser a melhor representação para a área de estudo e definimos 5 classes.

Após a criação dos dois, efetuamos a operação de reclassify com 6 classes em cada, de modo a termos acesso aos números dos pixéis que compõe cada classe, o que nos permite calcular a área em m² e a frequência relativa. Para aceder aos parâmetros estatísticos,

acedemos às propriedades, simbologia e através do Classification Statistics obtivemos a informação estatística relativa á média, desvio-padrão, valor mínima e máximo.

Analisando os mapas verificamos que existe um declive superior junto ao rio e que visualmente não existe diferença entre os mapas de declive em percentagem e em graus.

Mapa de Declives em Percentagem



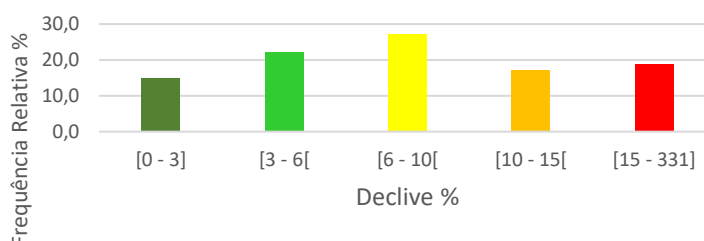
Estatísticas sobre a Hipsometria

Classe	Nº Pixeis	Área_m2	Frequência Relativa em %
[0 - 3]	593331	593331	14,9
[3 - 6[	884469	884469	22,2
[6 - 10[	1086995	1086995	27,2
[10 - 15[	679957	679957	17,0
[15 - 331]	747252	747252	18,7
Total	3992004	3992004	100

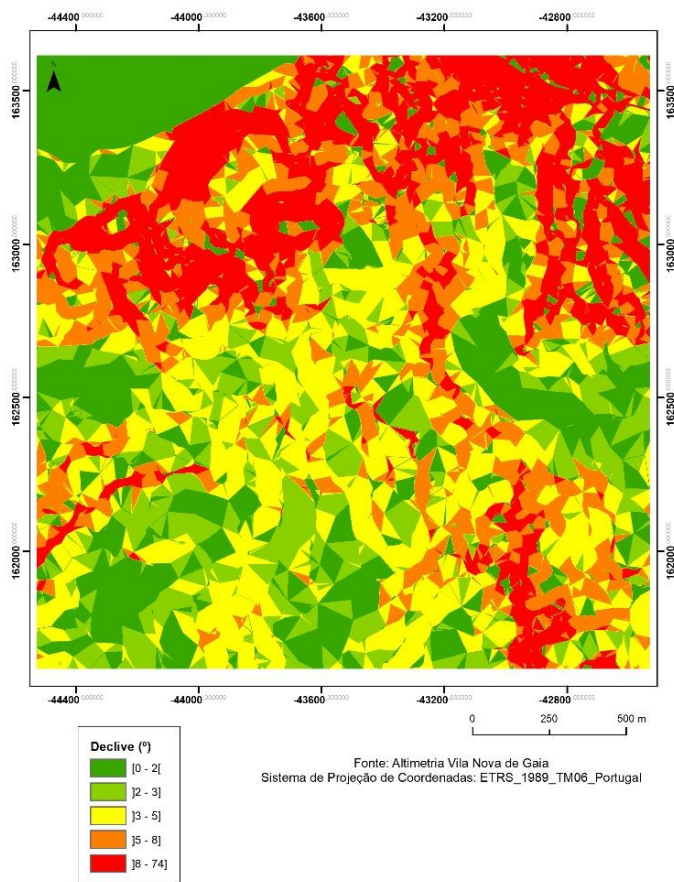
Parâmetros Estatísticos

Média	Valor Máximo	Valor Mínimo	Desvio Padrão
20	27,22	14,86	4,33

Frequência Relativa dos Declives em Percentagem



Mapa de Declives em Graus



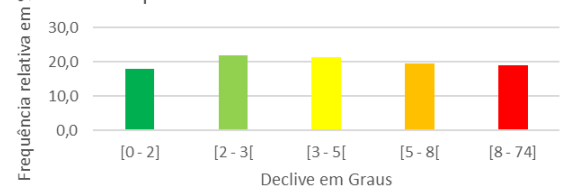
Estatísticas sobre a Hipsometria

Classe	Nº Pixeis	Área_m2	Frequência Relativa em %
[0 - 2]	714143	714143	17,9
[2 - 3[	879176	879176	22,0
[3 - 5[	855482	855482	21,4
[5 - 8[	779611	779611	19,5
[8 - 74]	763592	763592	19,1
Total	3992004	3992004	100

Parâmetros Estatísticos

Média	Valor Máximo	Valor Mínimo	Desvio Padrão
20	27,22	14,86	4,33

Frequência Relativa dos Declives em Graus

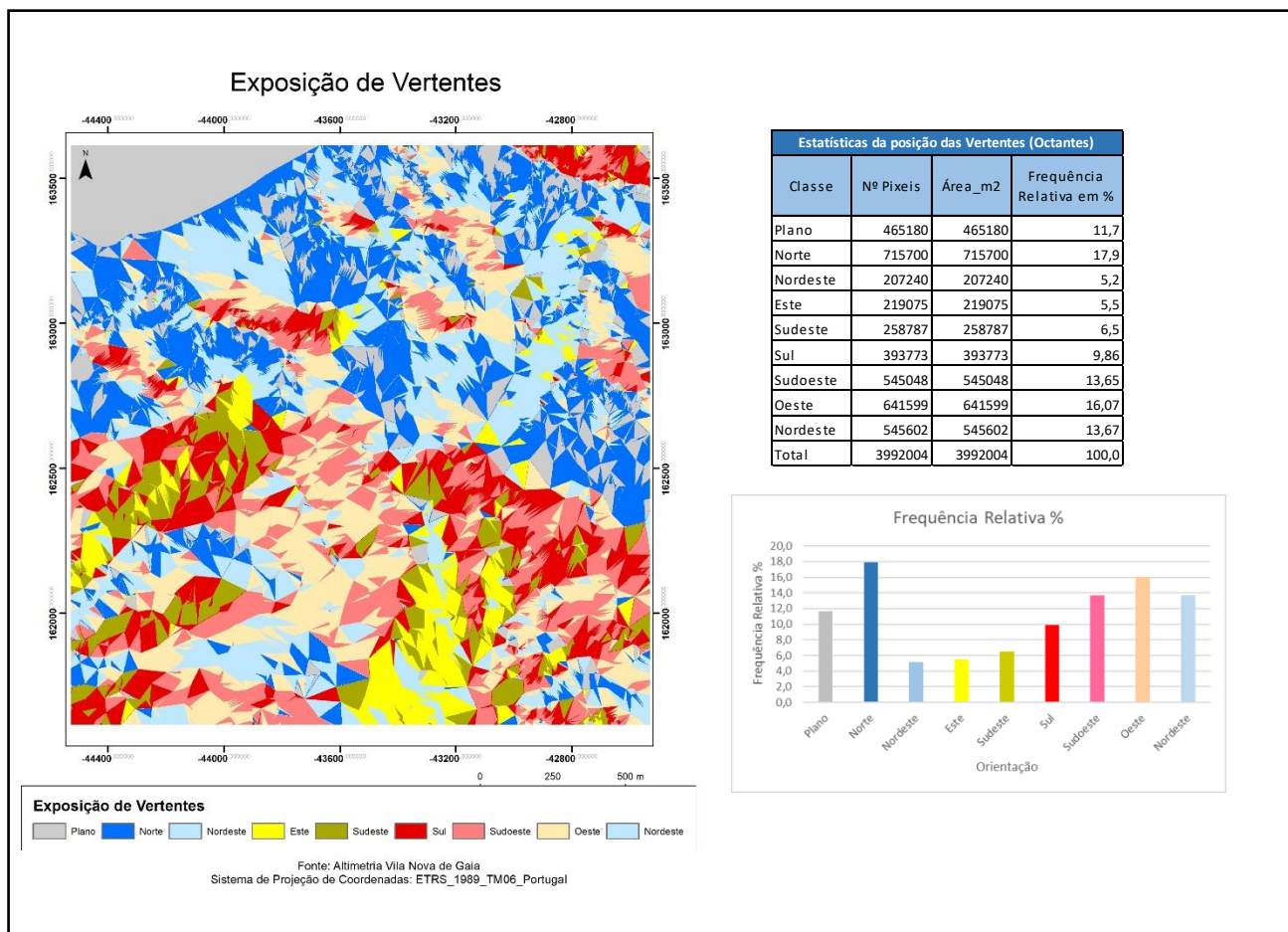


Mapa de Exposição de Vertentes

Os mapas de exposição de vertentes permitem visualizar as condições de insolação, o que pode influenciar a construção edificada, uma vez que as vertentes expostas a Norte revelam-se mais frias e podem estar sujeitas a mais humidade. Pelo contrário, a Sul, são áreas mais secas, com maior exposição solar.

Para a elaboração destes mapas foi necessário utilizar a ferramenta *ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Surface > Aspect*, utilizando sempre o ficheiro TIN_GRID. Após isto efetuamos a operação de reclassify para corrigir o problema dos dois nortes, simplesmente corrigimos a classe do segundo norte.

A escolha das cores das orientações foi feita tendo em conta quais seriam as cores mais adequadas para cada tipo de exposição, por exemplo, para as vertentes mais sombrias optamos por cores frias, enquanto que, para as vertentes soalheiras optamos por cores quentes.



Análise de Intervisibilidade (mapa de bacia de visão)

A bacia de visão permite a análise das áreas visíveis a partir de um certo ponto. A obtenção dos resultados do mapa das bacias de visão é útil para a determinação dos postos de localização dos postos de vigilância.

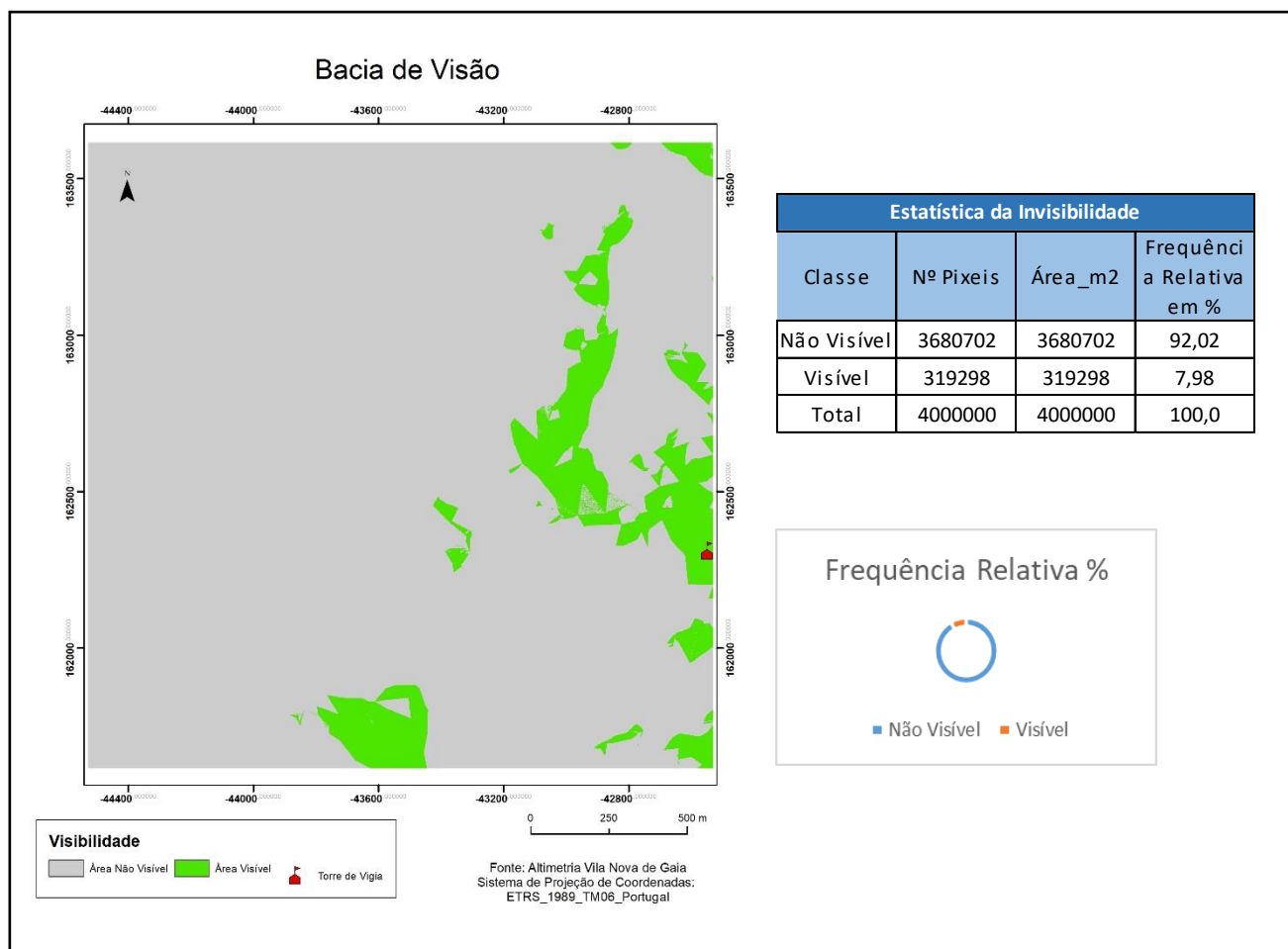
O mapa de bacia de visão foi elaborado tendo em conta os seguintes parâmetros: um observador de 1,75m de altura localizado numa torre de vigia de 15 metros a partir do ponto cotado mais elevado da área de estudo.

Na tabela de atributos selecionamos o campo Elevation, verificamos o ponto mais elevado e exportamos com o nome ponto_alto.

Na tabela do ponto exportado, criamos dois campos do tipo double, um com o nome OFFSETA neste campo foi editado o valor da soma da altura do observador (1,75 m), mais a altura da torre de vigia (10 m), ficando com o valor de 16.75m e outro com o nome SPOT onde colocamos a altitude.

Através da ferramenta *ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Surface > Viewshed - Input Surface* inserimos o TinGrid e no Input Points introduzimos a shapefile do “ponto_alto”.

De modo a complementar a informação elaboramos um gráfico com a percentagem de território visível e não visível. Podemos observar que através do ponto mais elevado é são visíveis as áreas a verde, enquanto que as áreas a vermelho não se encontram visíveis.



Conclusão

Na sua génese a execução deste trabalho obrigou-nos a pôr em prática todos os procedimentos que aprendemos durante as aulas, ajudando assim a consolidar os nossos conhecimentos e treinar as nossas aptidões.

É de realçar que apenas com algumas das ferramentas disponibilizadas pelo ArcMap seja possível elaborar vários mapas representativos de fenómenos espaciais através da modelação digital, assim como a consequente análise estatística, sempre tendo em conta a rigorosa análise, manipulação, interpretação e aplicação dos mesmos pelos intervenientes.

A grande diversidade de resultados entre os modelos permite perceber as diferenças geomorfológicas da área de estudo de uma forma muito mais exata do que aquilo que considerávamos ser possível apenas através da observação direta e dos dados altimétricos.

Bibliografia

Carta da Ocupação do Solo (COS2007)- IGP

<http://www.esrl.noaa.gov/gmd/grad/solcalc/>

Instituto Geográfico Português. (Dezembro de 2010). Carta de Uso e Ocupação do Solo de Portugal Continental para 2007. *Memória Descritiva*.

RGISWORLD. (4 de Setembro de 2018). *Topology*. Obtido de RGISWORLD: <https://www.rgisworld.com/2018/09/topology.html>