Caderno de apoio às aulas práticas das Unidades Curriculares de Geomática e SIGDR

Maria da Graça Abrantes, Pedro Arsénio, Manuel Campagnolo, Rui Fernando

Actualizações

 Manuel Campagnolo (fevereiro 2019). Revisto, ampliado, compilado num documento único e adaptado para QGIS versão 3. Exemplos em QGIS versão 3.4.3 "Madeira" ou 3.6 "Noosa".

Índice

1	Intr	rodug	ção ao QGIS versão 3	7
	1.1	Dac	los para os exercícios	7
	1.2	Exp	lorar dados geográficos em QGIS	8
	1.2	.1	Adicionar conjunto de dados geográficos do tipo vectorial ao projecto	8
	1.2	.2	Barra de navegação	9
	1.2	.3	Selecção de "features".	9
	1.2	.4	Obter os valores dos atributos de uma feature	10
	1.2	.5	Observar tabela de atributos	10
	1.2	.6	Etiquetas	10
	1.2	.7	Criar legendas "qualitativas" para um cdg vectorial	11
	1.2	.8	Criar legendas "quantitativas" para um cdg vectorial	12
	1.2	.9	Adicionar conjunto de dados geográficos do tipo matricial (raster) ao projecto	14
	1.2	.10	Transparência da imagem	15
	1.2	.11	Análise do histograma, contraste da imagem e "stretch using current extent"	15
	1.2	.12	Cores na legenda de um cdg matricial	16
	1.3	Sele	ecção de features por atributos e por localização	16
	1.3	.1	Selecção por atributos: selecção de features usando expressões	17
	1.3	.2	Selecção por localização: selecção de features usando relações espaciais	19
	1.4	Ope	erações com tabelas de atributos	21
	1.4	.1	Leitura de tabelas simples de dados em QGIS	21
	1.4	.2	Cruzamento de tabelas	22
	1.4	.3	Operar com os atributos da tabela	23
	1.4	.4	Representação de atributos numéricos com diagramas sobre a carta	25
	1.5	Intr	odução a Layout Manager para criação de cartas ou mapas	25
2	Edi	ção	de dados e digitalização vectorial sobre imagem	31
	2.1	Ace	esso interactivo a imagens de muito boa resolução e outros dados "web"	31
	2.1	.1	Acesso via protocolo XYZ para imagens Google, Bing, e outras	32
	2.1	.2	Acesso WMS e WFS a dados abertos igeo.pt e outros	33
	2.2	Exe	rcício de edição para objectos vectoriais do tipo "linha"	34
	2.2	.1	Criar novo conjunto de dados geográficos do tipo "linha"	34
	2.2	.2	Entrar em modo de edição e cria novas features	35
	2.2	.3	Aceder às coordenadas dos pontos com "Vertex editor"	36
	2.2	.4	Opções de "snapping"	36
	2.2	.5	Funções \$length e sum	38
	2.3	Dac	los GPS em QGIS	38
	2.3	.1	Obtenção de ficheiro gpx num dispositivo móvel e leitura em QGIS	39

	2.3	.2	Exportação de pontos e linhas de um projecto QGIS para um ficheiro gpx	. 39
	2.4	Exe	rcício de edição de objectos vectoriais do tipo polígono	40
	2.4	.1	Criar novo conjunto de dados geográfico do tipo "polígono"	41
	2.4	.2	Dividir features do tipo "polígono" para criar novas features com "split feature"	42
	2.4	.3	Verificação da validade e uso de ferramentas avançadas de edição	43
	2.4	.4	Criar uma tabela de dados não geográficos	. 45
	2.4	.5	Funções \$area e sum	. 46
3	An	álise	espacial sobre conjuntos de dados geográficos vectoriais	. 47
	3.1	Dad	los e descrição do problema	. 47
	3.2	Rep	resentar uma resolução do problema com um diagrama de operações	. 48
	3.3	Alg	umas operações de sobreposição vectorial e de restruturação de dados vectoriais	. 50
	3.3	.1	Features inválidas e alternativas de processamento em Processing Toolbox	. 50
	3.3	.2	Operação de recorte ("clip") e de intersecção	. 51
	3.3	.3	Operação de geração de "buffers"	. 51
	3.3	.4	Operação de diferença	. 52
	3.3	.5	Operação de dissolução	. 52
	3.3	.6	Operação de conversão "multipart" para "singleparts"	. 53
	3.4	Solı	ıção do exercício	. 53
4	An	álise	de dados matriciais (raster) e conversão vectorial/matricial	. 55
	4.1	Dad	los para o exercício	. 55
	4.2	Cria	ção e manipulação de legendas para dados matriciais	. 55
	4.3	Res	truturação de "raster" para formato vectorial com "polygonize"	. 57
	4.4	Res	truturação vectorial para "raster", reclassificação e sobreposição matricial	. 58
	4.4	.1	Exercício: calcular índice de risco de poluição com nitratos	. 58
	4.4	.2	Restruturação de formato vectorial para formato matricial ("raster")	. 59
	4.4	.3	Operações de reclassificação e sobreposição matricial	. 60
	4.4	.4	Solução do exercício e regulação de transparência na carta	62
	4.5	Exe	rcício sobre quantificação da alteração do solo	. 62
	4.6	Inte	rpolação espacial	. 63
	4.6	.1	Problema e dados	. 63
	4.6	.2	Interpolação espacial com IDW (inverse distance weighted interpolation)	. 63
5	Sis	tema	s de coordenadas de referência e projecções	. 65
	5.1	Dad	los para o exercício	. 65
	5.2	Sist	ema de coordenadas de referência (CRS) do projecto QGIS	. 65
	5.3	Sist	ema de coordenadas de referência (CRS) do conjunto de dados geográficos	. 66
	5.4	Rep	rojecção de um cdg para um novo sistema de coordenadas de referência	. 67
	5.5	Cál	culo de distâncias e áreas em QGIS	. 68
	5.6	Tra	nsformação de datum com o parâmetro +towgs84 e rectificação de CRS	. 70
	5.7	Cria	ação de um novo sistema de coordenadas de referência	. 71

	5.8	Tra	nsformação de datum com grelhas NTv2	. 73
	5.9	Not	as finais	. 73
6	Rep	orese	ntação cartográfica do relevo	. 76
	6.1	Cálo	culos sobre carta topográfica em papel	. 76
	6.2	Ope	rações sobre dados topográficos e modelos digitais do terreno com QGIS	. 77
	6.2	.1	Dados para o exercício	. 77
	6.2	.2	Extrair coordenadas com funções \$x e \$y e expressões em etiquetas	. 77
	6.2	.3	Obter o modelo digital de elevações (MDE) usando interpolação TIN	. 77
	6.2	.4	Derivar curvas de nível a partir de um MDE	. 81
	6.2	.5	Observação de perfis do terreno com "Profile tool plugin"	. 82
	6.2	.6	Derivação de declives, orientações e iluminação a partir de um MDE	. 84
	6.3	Ace	sso a dados abertos de altimetria em formato raster (SRTM)	. 87
	6.4	Rea	mostragem e comparação de SRTM com dados topográficos	. 87
	6.4	.1	Dados para o exercício	. 87
	6.4	.2	Criação e recorte de MDE pelo limite da região	. 87
	6.4	.3	Reamostragem e alinhamento de rasters com gdalwarp	. 89
	6.4	.4	Solução do exercício	. 92
7	Intr	oduç	ão à análise de imagens de satélite multiespectrais	. 93
	7.1	Dad	os para o exercício	. 93
	7.2	Ima	gens multiespectrais e metadados	. 93
	7.3	Assi	inaturas espectrais e composições coloridas	. 95
	7.4	Inte	rpretação automática de imagens	. 95
	7.5	Cálo	culo e interpretação de um índice de vegetação	. 97

Nota prévia. Nas aulas práticas das UC em que sejam necessários conjuntos de dados geográficos, os alunos terão acesso a esses dados na página fénix da UC.

No texto abaixo refere-se como *pasta de trabalho* a uma pasta de dados onde são guardados os dados de entrada e de saída dos exercícios propostos.

Sugere-se que sejam criadas para cada exercício duas pastas, como, por exemplo,

- F:\geomatica\seccao1\dadosIn, e
- F:\geomatica\seccao1\dadosOut,

sendo a primeira a pasta onde são copiados os dados da entrada disponíveis na página da UC e a segunda a pasta onde são guardados os passos intermédios e resultados do processamento de dados realizado.

1 Introdução ao QGIS versão 3

QGIS é um sistema de informação geográfica de acesso aberto que pode ser descarregado em <u>https://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html#</u> (Para Windows pode ser instalado OSGeo4W que contém o QGIS ou apenas o QGIS "standalone"). A interface QGIS tem o seguinte aspecto:



1. Na pasta de dados de input, clique no ficheiro de projecto QGIS <u>Portugal.qgs</u> que será automaticamente aberto na aplicação QGIS.

É conveniente **utilizar o QGIS em idioma inglês** por facilidade de pesquisa na internet: sempre que se pretende alterar o idioma é necessário fechar e voltar a abrir QGIS para a modificação tomar efeito. O idioma pode ser alterado em **Configurações** (em inglês **Settings**), no sub-menu de **Opções**:

🔇 portugal - QGIS			
Projeto Editar Ver Camada Config	urações Módulos Vetor Raster Base de Dados Web Processar	nento Ajuda	
			1
Q Opções Geral			×
Q	Sobrepor locale do sistema		
N X Geral	Tradução da Interface de Utilizador	= American English	~
Sistema	Locale (formatos de números, data e moeda)	Portuguese Portugal (pt_PT)	\sim
		Mostrar separador de grupo (milhares)	
SRC 💮	Nota: se ativar a sobreposição ou alterar o idioma tem de reiniciar o QGIS		
🛱 Origem de dador	Idioma ativo detetado no seu sistema: pt_PT		

1.1 Dados para os exercícios

Os dados a usar para os exercícios de introdução ao QGIS são:

- A. Conc2016 Mapa de concelhos em formato vectorial para o ano 2016;
- B. mde modelo digital de elevações para Portugal Continental em formato matricial ("raster");

- C. linhasAgua: mapa de linhas de água para Portugal Continental;
- D. VACc: tabela simples com valores acrescentados do sector agrícola e silvícola para os concelhos de Portugal Continental

1.2 Explorar dados geográficos em QGIS

1.2.1 Adicionar conjunto de dados geográficos do tipo vectorial ao projecto

- 2. O projecto portugal.qgs está vazio. Para adicionar um conjunto de dados em formato vectorial pode:
- A. usar o "Browser panel" e inspeccionar os **conjuntos de dados geográficos** (cdg) que estão na mesma pasta do ficheiro de projecto e escolher o(s) cdg que se quer adicionar ao projecto:

🔇 Portugal - QGIS



B. No menu "Layer" escolher "add vector layer"

🔇 Portugal - QGIS							
Project Edit View	Laye	r Settings Plugins Vector Ras	ter Database	Web	Processing Help		
🗋 📄 🖶 🔜 🔂	4	Data Source Manager	Ctrl+L	0	😂 🔍 🔍 🕶 🔣 🖛 🖬 🖬 📓	🗟 🌞 \Sigma 🛲 🗸	T T
🧏 📽 Vî 🔏 🖏		Create Layer	,	9	ا هي هي هي هي 🚳 🥐	?	
Browser		Add Layer	•	V_{\circ}	Add Vector Layer	Ctrl+Shift+V	
L 2 T 🕈 0		Embed Layers and Groups			Add Raster Layer	Ctrl+Shift+R	
Favorites		Add from Layer Definition File		?₀	Add Delimited Text Layer		
✓ Project Hom	Ð	Copy Style		Q	Add PostGIS Layers	Ctrl+Shift+D	
Conc201	Ē	Paste Style		Po	Add SpatiaLite Layer	Ctrl+Shift+L	

C. Se estiver disponível a "toolbar" "manage layer" V_{\circ} P_{\circ} P_{\circ} P



Com as opções B e C usa-se a interface abaixo para escolhar a pastas em que estão os dados. Pode seleccionar-se um filtro (com "ESRI shapefile" no exemplo abaixo para observar apenas um subconjunto de ficheiros de dados de interesse).

Q Data Source Manager Vector	×	
📛 Browser	Source Type	
V _a Vector	File O Directory O Database O Protocol: HTTP(S), clo	
🗣 Raster	Encoding System V	•
📲 Mesh	Source	
♣ Delimited Text	Vector Dataset(s)	
📽 GeoPackage	Ocean OCB Supported Vector Detect(c)	×
🖊 SpatiaLite		^
୩ ₊ PostgreSQL	← → ∨ ↑ 🖡 « aulas-introduc > Exerc1DadosIn 🛛 ∨ 🖸 Search Exerc1DadosIn	Q
MSSQL	Ormanica a New folder	
📮 Oracle		9
DB2 DB2	This PC	
🕼 Virtual Layer	▶ 3D Objects	
🎕 WMS/WMTS		
육 WCS	Filtro p	ara shapefile:
🐨 WFS	E Documents	4
🕅 ArcGIS Map Server	Downloads v <	
R ArcGIS Feature Server		
👫 GeoNode	File name: ESRI Shapefiles (*.shp *.SHP)	~
	Open v Cancel	

O conjunto de dados geográfico a adicionar designa-se por conc2016.shp. *Encoding* deve ser **System** ou **ISO-8859-1** para ler caracteres portugueses (acentos, cedilhas...).

Para salvar a nova versão do projecto usar simplemente ("save") ou, caso se queira mudar o nome ou a pasta, "save as". Alternativamente pode usar-se o menu "Project" e as funções "Save" ou "Save as ...".

O ficheiro de projecto (.qgs) não contém a informação geográfica. Serve apenas para recuperar o aspecto da interface do QGIS quando se volta a abrir esse projeto (desde que os ficheiros de dados e o próprio ficheiro do projeto não sejam removidos da(s) pasta(s) em que se encontravam quando foi feito o último Save do projeto).

1.2.2 Barra de navegação



Esta barra contém botões de uso muito frequente para exploração do mapa: permitem em particular mover o mapa, fazer zoom in ou zoom out (fazendo pressão no botão direito do rato pode desenhar-se um rectângulo para zoom) e recuperar a escala original.

1.2.3 Selecção de "features".

Um conjunto de dados geográficos (cdg) vectorial é uma colecção de objectos geométricos e informação tabular associada que representam entidades do mundo real. Para o cdg **Conc2016.shp** cada feature (entidade e objecto geométrico) corresponde a um concelho de Portugal Continental. Para realizar ou cancelar uma selecção através do mapa podem usar-se os botões



O primeiro permite seleccionar uma ou mais features com o rato, o segundo permite fazer uma selecção baseada nos valores da tabela de atributos do cdg e o terceiro permite cancelar a selecção corrente.

4. Seleccione o município de Odemira (o maior município português em área). Faça depois "zoom"

para esse município usando o botão respectivo da barra de navegação

1.2.4 Obter os valores dos atributos de uma feature

Com o botão . Activando a funcionalidade no botão respectivo pode então clicar-se sobre uma feature e obter os valores dos atributos para essa feature.

5. Identifique o valor do atributo DTCC do município de Odemira (resposta: 211).

1.2.5 Observar tabela de atributos

Com o cdg activo (a azul) no "layer panel"



- 6. Clicar no botão de "attributes toolbar" para abrir a tabela de atributos do cdg. **Cada linha da tabela corresponde a 1 e uma e só uma feature do mapa**. Assim é possível seleccionar uma ou mais features ou com o botão de selecção visto atrás ou clicando no índice da(s) linha(s) da tabela das features que se quer seleccionar.
- 7. Clicar na linha do concelho de Odemira e verificar que também selecciona o polígono deste concelho no mapa.

O botão "Show all features" pode ser mudado para observar apenas as linhas da tabela de atributos correspondente às features seleccionadas.

	6	MOURA	BEJA	210	958462792	95846.28	2201	
}	7	ODEMIRA	BEJA	211	1720599307	172059.93	2910	
{	8	MATOSINHOS	PORTO	1308	62421416	6242.14	589	
ξ	Ŧ	MAIA	PORTO	1306	82996827	8299.68	670 ¥	
X		Show All Features						~

Feche a janela da atributos e cancele a selecção de features com botão

Ø

1.2.6 Etiquetas.

Clicando com o botão direito do rato sobre o nome do cdg em "layer panel" abre um menu que permite aceder a muitas funcionalidades. Em particular, a entrada "Open attribute table" é equivalente ao botão

Layers			Ð	х
🗸 🏨 💽 🕇	E - 🗊 👔 🗔			
	Zoom to Layer Zoom to Selection Show in Overview Show Feature Count Copy Layer Rename Layer			
G.	Duplicate Layer Remove Layer			
/	Open Attribute Table Toggle Editing Filter			
	Set Layer Scale Visibility Set CRS	×		
	Export	•		
	Styles Properties	•		

O botão Properties permite aceder a um grande número de funcionalidades entre as quais a definição de **etiquetas (Labels)** a serem colocadas sobre as features respectivas. No exemplo abaixo definem-se etiquetas com o nome de cada concelho:

SINTRA 3.	Q Layer Properties - Conc2	2016 Labels	2 ×
S ODIVELA	Q	(abc Single labels	✓
AMADOPA	Information ^	Label with abc Concelho	3 ~
LIS	🗞 Source	▼ Text Sample	
	ኛ Symbology	Lorem Ipsum	3
JUEIRAS	Labels		
ALANDA R			~
ALMADA ,	View	Lorem Ipsum	
	Attributes Form	^{abc} Text	Placement
		*** Formatting	Offset from centroid O Horizonta ^
μ		abe Butter	Around centroid Free (slov

Existem muitas opções para as etiquetas (tamanho, posição, tipo de letra, ...). Experimente alterar o tamanho da letra por forma que as etiquetas se ajustem melhor ao mapa.

1.2.7 Criar legendas "qualitativas" para um cdg vectorial.

O objectivo deste exercício é criar uma legenda para o mapa dos concelhos. Pretende-se que cada polígono tenha uma cor que depende do distrito a que o concelho pertence, ou seja, pretende-se que concelhos do mesmo distrito sejam representados pela mesma cor.

8. Observar quais são os atributos do cdg **Conc2016**: na janela Layer Properties, escolhar a opção "**Fields**" para ver a lista dos atributos e os seus domínios:

									~ / ~ _ /		
Q Layer Properties - Conc201	6 So	ource Fi	ields								
۹		III I									
 Information 	^	Id	Name	Alias	Туре	Type name	Length	Precision	Comment	WMS	WFS
tion source ▼ Symbology		abc ()	Concelho		QString	String	254	0			
🚥 Labels		abc 1	Distrito		QString	String	254	0			
 Diagrams 3D View 		123 2	DTCC		int	Integer	4	0			
Source Fields		123 3	áreaM2		qlonglong	Integer64	10	0			
Attributes Form		1.24	áreaHa		double	Real	15	4			
Auxiliary Storage		123 5	PerímetroM		qlonglong	Integer64	10	0			

9. Os atributos "qualitativos" são "Concelho", "Distrito" e "DTCC". O atributo que vamos usar para a legenda é "Distrito". Para criar a legenda deve usar-se a opção "Symbology" da mesma janela Layer Properties e escolher no topo o tipo de legenda como "Categorized", a coluna da tabela de atributos que irá definir a legenda ("Distrito"), o conjunto de cores pretendido ("Color Ramp") e, finalmente, clicar no botão "Classify" para obter a legenda. As cores podem ser alteradas individulmente clicando no botão respectivo.



- 10. Depois de fazer OK ou Apply verá o mapa com os polígonos coloridos. Para ver a legenda no "layer panel" basta clicar no "+" junto a "**Conc2016**".
- 11. Experimente uma legenda que não seja do tipo "random colors".
- 1.2.8 Criar legendas "quantitativas" para um cdg vectorial.

O objectivo do exercício é criar uma legenda que dê uma indicação da área do concelho. Vamos considerar um legenda com 5 classes de área com extremos 0ha, 25000 ha, 50000 ha, 75000 ha, 100000 ha e 200000 ha usando o atributo "areaHa".

12. Crie a legenda no menu "symbology".

		△ Column 1.2 areaHa	IONFO
مبر RRUDA		Symbol	
3	💸 Source	Legend format 0/1 - 0/2	2
	😻 Symbology	Method Color V	
IDES	abe Labele	Color ramp	
DIVEL		Classes Histogram	
2A	M Diagrams	Symbol Values Legend	UKDA S
LIS	7: clicar 2	794,31 - 35047,43 794,3100 - 35047,4340	5
-	vezes com	S047,43 - 69300,56 35047,4340 - 69 QEnter Class Bounds ×	5
150	rato	103553,68 - 13780 <u>6 81 10</u> 3553,6820 - 1 Lower value 0 5	
< SE		137806,81 - 17209 8 <u>B7896,8060 - 1</u> Upper valpe 25000	
\bigcap	• Joins	Mode Equal Interval	
SESI	Auxiliary Storage	Symmetric Classification OK Cancel	\sim
	Antinue		
	Actions	Create dass as 4 metry value	
	🤎 Display		ARAZ
	🞸 Rendering	Vilink dass houndaries	
	Variables		
			$\mathbf{\mathbf{Y}}$
	🥂 Metadata		5

- 13. Crie o histograma associado à legenda. Clique no separador "Histogram" (junto a "Classes) e no botão Load values para observar o histograma das áreas dos polígonos do mapa com . O QGIS associa a esse histograma as cores da legenda.
- 14. Pela observação do histogram determine aproximadamente a área do Concelho de Odemira e compare com o valor exacto que está na tabela de atributos.



15. Salve a legenda que criou usando o botão Style e opção Save as Default. Esta opção permite guardar os parâmetros da legenda criada num ficheiro que pode designar por "Conc2016.qml" na mesma pasta em que se encontra Conc2016.shp. Esse ficheiro que define a legenda do cdg será automaticamente carregado quando se adiciona Conc2016 ao projecto.

1.2.9 Adicionar conjunto de dados geográficos do tipo matricial (raster) ao projecto

- 16.Clique duas vezes no cdg ou use o botão na toolbar "Manage layers" para adicionar um cdg do tipo matricial (uma imagem, ou "raster") ao seu projecto. Escolha o cdg mde (de modelo digital de elevações) em formato Geotiff. Este é uma imagem que cobre a maior parte de Portugal Continental e em que as elevações são indicadas em metros. Nas propriedades desse cdg observe os metadados desse cdg e verifique que o sistema de coordenadas é latitude/longitude.
- 17. Determine a extensão da imagem (gamas de latitude e longitude).
- 18. Quantas linhas e colunas tem a imagem?
- 19.Que valor é devolvido pelo botão una quando clica sobre o oceano dentro do rectângulo de extensão da imagem? E quando clica fora desse rectângulo? Uma imagem é sempre um arranjo regular de pixels. Os valores dos pixels podem ser numéricos ou podem ser do tipo "no data".
- 20. A resolução espacial da imagem é o tamanho correspondente aos lados de cada pixel e é dada neste caso em graus de longitude ou de latitude ("Pixel size"). Qual é a distância aproximada na superfície que corresponde a uma latitude 0.000833 graus? (considere a Terra esférica com raio 6371 km).

Information from	provider	
Nar	ne mde	
Pa	th <u>W:\Aulas\GEOMATICA-SIGDR-ISA-elementos-</u>	
Source	varios\aulas praticas\introducao QGIS\dados introducao qqis\mde.tif	
C	RS EPSG:4326 - WGS 84 - Geographic	
Symbology Exte	nt -9.5178718511238944,36.9609680866662060 :	
	-6.1901643996581583,42.1534601284938049	
U	nit degrees	
Transparency Wid	th 3993	
Heig	ht 6231	
Histogram Data ty	pe Float64 - Sixty four bit floating point	
GDAL Driver Descripti	on GTiff	
GDAL Driver Metada	ita GeoTIFF	
Rendering Dataset Descripti	DN W:/Aulas/GEOMATICA-SIGDR-ISA-elementos-varios/aulas_praticas/	
	introducao_QGIS/dados_introducao_qgis/mde.tif	
Pyramids Compressi	n	
Band	1 • STATISTICS_APPROXIMATE=YES	
	STATISTICS_MAXIMUM=1922 STATISTICS_MEAN310 56316170301	
Metadata	STATISTICS_MEAN=319.56216178391 STATISTICS_MINIMUM=_4	
	STATISTICS_MINIMON=4 STATISTICS_STDDEV=263.36658056767	
Legend	STATISTICS VALID PERCENT=53.68	
More informati	on • AREA OR POINT=Area	
Dimensio	ns X: 3993 Y: 6231 Bands: 1	
QGIS Server Orig	in -9.51787,42.1535	
Pixel S	ze 0.000833385,-0.000833332	
Identification		

Nota: QGIS permite trabalhar com cdg com sistemas de coordenadas distintos. O projecto tem como sistema de coordenadas o sistema de coordenadas cartográfico oficial para Portugal ETRS89/TM-PT06

(código EPSG 3763). Quando se adiciona o cdg **mde**, QGIS faz uma transformação de coordenadas "on the fly" das coordenadas de **mde** para coordenadas ETRS89/TM-PT06 do projecto.

1.2.10 Transparência da imagem

Quando se trabalha com várias camadas ("layers") de dados é útil dar transparência a uma camada para poder observar a camada abaixo. Para dados do tipo matricial, pode adicionar-se um botão de transparência junto ao cdg no "**Layers panel**" com a seguinte opção disponível nas propriedades de "layer".

۹	Embedded widgets in legend	
 Information 		
💸 Source	Available widgets	Used widgets
💐 Symbology	Opacity slider	Opacity slider
🚾 Transparenc		
🔤 Histogram		
< Rendering		
👛 Pyramids		
📝 Metadata		
🗄 Legend		
GGIS Server		

1.2.11 Análise do histograma, contraste da imagem e "stretch using current extent"

21. Nas propriedades do cdg **mde**_escolha a opção "Style" e verifique os valores indicados para Min e Max. Esses valores são os valores mínimo e máximo dos pixels do cdg.

Q Layer Properties - mde	Symbology	\times
Q	Band Rendering	^
🥡 Information	Render type Singleband gray \checkmark	
Source	Gray band Band 1 (Gray)	~
	Color gradient Black to white	~
Symbology	Min 0 Max 800	
Transparency	Contrast enhancement Stretch to MinMax	~
 Histogram	Min / Max Value Settings	
	▼ Color Rendering	min e max
👋 Rendering	Blending mode Normal ~	para a carta Reset
🚵 Pyramids	Brightness O 文 Contrast	
📝 Metadata	Saturation 0 🗘 Grayscale Off	×
	Hue Colorize Strength	100% 🗘
E Legend	▼ Resampling	
QGIS Server	Menu para auxiliar a escolha de min/may	•
	usando quantis, ou média e desvio padrão	
	usando quantis, ou media e desvio padrao.	
		v
	Style 🔻 OK	Cancel Apply Help
	the second se	

Ao aplicar a escolha de usar os verdadeiros mínimo se máximos a imagem fica mais escura pois a gama de tons de cinzento (preto até branco) cobre uma maior gama de valores de pixels.

Se se usarem os quantis 2% e 98% dos valores da imagem para ajustar o contraste, todos os pixels com valores acima do quantil 98% ficam brancos (diz-se que a imagem fica saturada acima desse valor) e todos os pixels com valor abaixo do quantil 2% ficam pretos. Os valores intermédios ficam com um ton de cinzento segundo um ajustamento linear. Ao alterar os valores extremos para contraste (valores que correspondem ao preto e ao branco) o contraste da globalidade da imagem é alterado.



22. Nas propriedades do cdg mde pode construir o histograma da imagem na opção respectiva:

23. A funcionalidade "**Stretch using current extent**" está disponível no menu do cdg e é muito útil pois permite ajustar e aumentar o contraste na zona a ser observada. Faça "zoom" para uma pequena região e use essa ferramenta para aumentar o contraste nessa região.

1.2.12 Cores na legenda de um cdg matricial

24. Altere a gama de cores por forma a obter um carta hipsométrica de Portugal Continental, ou seja uma carta em que cada classe de elevação é representada por uma cor diferente. Ajuste o número de classes e respectivos intervalos para representar as classes 0-200 m, 200-400 m,...,1800-2000 m.



1.3 Selecção de features por atributos e por localização

1.3.1 Selecção por atributos: selecção de features usando expressões

Volts-se a usar o cdg **Conc2016** para explorar a forma de seleccionar "features". Uma "feature" refere-se a um concelho que é representado no SIG por um objecto geométrico (do tipo polígono) e uma linha da tabela de atributos que lhe está associada.

A "seleccção por atributos" é uma operação de selecção de features no SIG, usando expressões que envolvem os atributos do cdg. Em primeiro lugar deve activar-se o cdg onde se quer fazer a selecção.



25. Seleccionar todos os concelhos do Distrito de Lisboa: clicar em

R - <mark>R</mark> -	🖻 - 🧞 📰 🚟 桊 🗴	T
abc abc a	Select Features by Value	
	Select All Features	

A opção mais simples consiste em escolher simplesmente o valor do atributo para as features a serem seleccionadas:

Concelho Case sensitive Exd	Jde field
Distrito LISBOA 🕢 Case sensitive	Contains.
DTCC	Jde field
áreaM2	Ide field
areaha Exd	Ide field
Reset form Flash features Zoom to features 🔄 Select features 💌	Close

26. Para pesquisas mais complexas, deve-se abrir a janela "Select Features by Expression". A expressão pode usar uma grande variedade de operadores. Neste caso a expressão é muito simples e consiste em indicar que o valor do atributo ("field") "**Distrito**" toma o valor "**Lisboa**". Note que

após aplicar a selecção com o botão

Q Select by Expression - Conc2016	2:	1: clicar duas vezes em "Distrito"	×ß
Expression Function Editor = - / * ^ () '\n "Distrito" = 'LISBOA' Output preview: 0	Conditionals Conversions Date and Time Fields and Values abc Concelho abc Distrito NULL 123 DTCC 123 áreaM2 1.2 áreaHa 123 PerímetroM	Show Values	3:
Help	4: chcar duas vez	Les IIO Valor	Close

27. Feche a janela "Select by expression" e abra a tabela de atributos do cdg **Conc2016**. Escolha a opção "Show selected Features" para ver quais são as 16 linhas da tabela de atributos seleccionadas:

G	Conc2016 :: Featu	ures Total: 278, Filte	ered: 16, Selected: 1	6		- 0	×
	🛛 🖉 🕞 😂	₿ 🛱 🄫	3 6 8	= 🛛 -	7 🖀 🍄 🌶) 🖪 🖪 🗮	»
	Concelho	Distrito	DTCC	áreaM2	áreaHa	PerímetroM	
1	TORRES VEDRAS	LISBOA	1113	407148880	40714,8880	116882	
2	CASCAIS	LISBOA	1105	97401713	9740,1713	71685	
3	MAFRA	LISBOA	1109	291654964	29165,4964	125827	
1	SOBRAL DE MO	LISBOA	1112	52103227	5210,3227	67808	
5	ARRUDA DOS V	LISBOA	1102	77959333	7795,9333	72762	
5	LOURINHÃ	LISBOA	1108	147172014	14717,2014	69323	
7	AMADORA	LISBOA	1115	23784723	2378,4723	29603	
3	AZAMBUJA	LISBOA	1103	262656475	26265,6475	120987	
	VILA FRANCA	LISBOA	1114	318193946	31819,3946	136781	
0	ALENQUER	LISBOA	1101	304219173	30421,9173	101373	
1	ODIVELAS	LISBOA	1116	26543619	2654,3619	31880	
2	SINTRA	LISBOA	1111	319227314	31922,7314	114958	
3	LOURES	LISBOA	1107	167239898	16723,9898	90107	
14	LISBOA	LISBOA	1106	100054324	10005,4324	49608	
5	OEIRAS	LISBOA	1110	45883146	4588,3146	43371	
6	CADAVAL	LISBOA	1104	174892964	17489,2964	64135	
7	Show Selected Fea	tures,					3

28. Pode criar um novo cdg designado por exemplo por Lisboa que contém unicamente os objectos seleccionados, usando a opção "Export" e indicando "Save Selected Features as".



O QGIS 3 usa por omissão o formato aberto **GeoPackage** adoptado pelo OGC (Open Geospatial Consortium) que também pode ser lido por outros SIGs (como o aplicativo comercial ArcGIS). Em alternativa pode escolher-se guardar os dados em formato "**ESRI shapefile**" ou outro formato. Uma das

vantagens do formato **GeoPackage** é que consiste num único ficheiro, enquanto que o formato "shapefile" é guardado em vários ficheiros de dados.



- 29. Proceda de forma análoga para fazer uma selecção dos concelhos com área superior a 100000ha usando duas expressões distintas:
 - i. Uma que contenha o atributo areaHa
 - ii. Uma que contenha a função geométrica **§area** (nota: a área é devolvida em m2)
- 30. Teste o resultado das seguintes expressões e determine a diferença entre as duas:
 - iii. regexp_match("Concelho", 'AL')
 - iv. regexp_match(left("Concelho", 2), 'AL')

1.3.2 Selecção por localização: selecção de features usando relações espaciais

Pode obviamente incluir mais do que um cdg vectorial no seu projecto. A transformação de coordenadas "on the fly" processa-se da mesma forma que foi discutida para o cdg **mde**.

31. Adicionar ao projecto o cdg linhasAgua que representa linhas de água, albufeiras e as fronteiras marítima e terrestre de Portugal Continental (o seu sistema de coordenadas é ETRS89/TM-PT06). É fácil trocar a ordem das "layers" em "Layers panel" usando o rato.

Neste exercício, vai ser feita a selecção dos concelhos que são intersectados pelos objectos geométricos do cdg **linhasAgua** que correspondem ao curso do Rio Mondego.

- 32. O primeiro passo é seleccionar as features que correspondem ao Rio Mondego no cdg <u>linhasAgua</u> usando a condição "**DESIGNACAO**" = '**Rio Mondego'.**
- 33. Use o botão *para fazer "zoom" sobre as linhas seleccionadas. Verifique que existem interrupções no curso do rio que correspondem a albufeiras.*
- 34. Com o botão verifique que se trata de "Albufeira Aguieira", "Albufeira Raiva" e "Albufeira Ponte de Coimbra". Adicione esses valores à condição sobre atributos usando o operador lógico OR por forma a seleccionar todos os objectos que correspondem ao curso do rio:

🔇 Select by Ex	pression - linhasAgua
Expression	Function Editor
= + - "DESIGNACA "DESIGNACA "DESIGNACA	<pre>/ * ^ II () ''n' O" = 'Rio Mondego' OR O" = 'Albufeira Aguieira' OR O" = 'Albufeira Raiva' OR O" = 'Albufeira Ponte de Coimbra'</pre>

35. Exporte o resultado da selecção crie um novo cdg designado por <u>Mondego</u> que contém unicamente esses objectos.



A parte seguinte do exercício consite em fazer uma "selecção por localização" usando os cdg **Conc2016** e **Mondego**. O objectivo será seleccionar um subconjunto dos objectos de **Conc2016** (representando concelhos) que intersectam algum dos objectos de **Mondego** (representando o curso do rio Mondego). O resultado será um novo cdg que representa os concelhos atravessados pelo rio Mondego e que será designado por **concMondego**.

36. A seleccção de concelhos é feita com "Select by location" disponível no menu "Vector/Research tools". É necessário indicar em primeiro lugar o cdg onde é realizada a selecção (Conc2016), e em seguida, o cdg auxiliar (Mondego neste caso). A condição espacial a usar é intersect, para serem seleccionados os concelhos que intersectam o cdg Mondego.



Nota: na janela de "**Selection by Location**" é visível que se pode realizar a operação apenas sobre as features seleccionadas de cada um dos cdg. Assim, em QGIS, não seria necessário criar o cdg **Mondego** bastando efectuar a selecção sobre as features seleccionadas de **linhasAgua**.

37. Finalmente pode salvar o resultado com o nome **concMondego** usando "Export" como visto na Secção 1.3.1.



1.4 Operações com tabelas de atributos

A aplicação QGIS, como qualquer SIG, permite fazer operações relacionais sobre tabelas. Em particular, permite combinar informação existente em várias tabelas usando **chaves**, i.e. atributos comuns às tabelas. Vamos considerar apenas o caso em que uma das tabelas é a tabela de atributos associado a um cdg e a outra tabela é uma tabela simples, não associada a objectos geométricos.

A tabela associada a um cdg será a tabela de atributos de **conc2016**. A outra tabela é uma tabela simples do INE, que se designa **VACc**, que contém valores acrescentados do sector primário agrícola e silvícola, por concelho. O objectivo é representar a informação do INE como um mapa.

38. Importar a tabela VACc	para o projecto QGIS. Usar o botão na toolbar "Manage layers"
Q Data Source Manager	Delimited Text Substituir por "System"
Frowser The Contract of Contra	File name C: \Users \mlc \Documents \IntroducaoQGIS3\VACc.csv Layer name VACc Encoding UTF-8
Raster Mesh Delimited Text GeoPackage Z SpatiaLite	▼ File Format CSV (comma separated values)TabColonSpace Regular expression delimiterSemicolonCommaOthers ③ Custom delimitersQuote *Escape * ▼ Record and Fields Options Number of header lines to discard Decimal separator is comma First record has field names Trim fields
MSSQL Oracle	Geometry Definition Layer Settings Sample Data
DB2 DB2 Virtual Layer	Codigo Concelho MEuros PAgri PSilv PMadeira PCortica 1 0101 AGUEDA 14 55.2 44.8 97.1 2 0102 ALBERGARIA 8 58.5 41.5 97.3 2 0102 ALMERIA 75.0 24.2 01.2 01.2
₩ WMS/WMTS ♣ WCS ₩FS VFS	X and Y field names must be selected Close Add Help

1.4.1 Leitura de tabelas simples de dados em QGIS

Caderno das aulas práticas de Geomática e SIGDR, ISA, 2018-2019

As opções de leitura dependem do tipo de tabela. Neste exemplo os valores da tabela estão separados por ";" (semicolon) e a primeira linha da tabela contém os nomes dos atributos. A tabela é to tipo "**No** geometry" (a seleccionar em Geometry Definition) pois não são usados atributos que indicam a localização para georreferenciação dos dados da tabela (poderia haver por exemplo atributos Lat e Long que indicassem o centroide de cada concelho, o que não acontece neste caso).

Se as opções de leitura estiverem correctas, a tabela deve aparecer bem formatada na janela. Nessa altura pode então clicar Add para a tabela aparecer em "Layers Panel" com ícone de tabela.

Layers & >	¢
🎸 🦺 💽 ү 🖏 - 🙀 🎲 🗔	
VACc	
🗹 — Mondego	
🗌 — <u>linhasAgua</u>	

1.4.2 Cruzamento de tabelas

39. Chaves para cruzar tabelas. É necessário identificar o atributo comun às tabelas de VACc e de Conc2016 que permitem cruzar tabelas. Esses atributos designam-se por chaves. O atributo da tabela simples (VACc) será a chave primária e o atributo da tabela associada a um cdg (Conc2016) será a chave estrangeira. A chave primária é um atributo que não toma valores repetidos, e por isso permite identificar de forma única cada linha da tabela (por isso se chama "chave").

0	VACc :: Features Tc	otal: 278, Filtered: 2	78, Selected: 0				- 🗆	\times
1		8 8 =	🔊 <mark>-</mark>	🏦 🍄 💭		= 🗐 🍭		
	(Codigo)	Concelho	MEuros	PAgri	PSilv	PMadeira	PCortica	^
247	914	V.N.FOZ COA	25	99	1	65,1	2	8
248	1421	V.N.OUREM	3	68,3	31,7	93,5	0,	2
249	1822	V.N.PAIVA	3	90,1	9,9	94,3	NUL	L
250	617		2	33.6	66.4	05	0	6 ¥
1	Show All Features,							8
0	Conc2016 :: Fea	tures Total: 278, I	Filtered: 278, Sele	cted: 0			- 0	×
Ø	7 B 🕄	3 🗟 🎰	< P E		-6 🍸 🛅	🗣 🔎 👔	1 🖪 🔛	i »
	Cor	ncelho	Distrito	DTCC	áreaM2	áreaHa	PerímetroM	^
264	VILA NOVA DE	FOZ CÔA	GUARDA	914	398151793	39815,1793	125472	
265	VILA NOVA DE	GAIA	PORTO	1317	168464308	16846,4308	77086	
266	VILA NOVA DE	PAIVA	VISEU	1822	175532792	17553,2792	68808	
267		DOIARES	COIMBRA	617	84452071	8445 2071	52258	~
	Show All Features	5.					5	의 문학

Observando os atributos das tabelas, verifica-se que existem dois tipos de informação que poderiam ser eventualmente usados para cruzar as tabelas: a designação do concelho e o código **DTCC**. No entanto, o nome não é uma boa escolha pois pode não existir uma correspondência exacta entre as duas tabelas (ver exemplo de Vila Nova de Paiva). Assim,

- a. A chave primária deve ser o atributo "Codigo" da tabela VACc;
- b. A chave estrangeira deve ser o atributo "DTCC" da tabela de atributos de Conc2016.

Cruzar as tabelas usando as chaves escolhidas. Esta operação (conhecida por "join") é realizada no menu de propriedades do cdg **Conc2016**.



Depois da operação de cruzamento estar concluida, a tabela de atributos de **Conc2016** fica aumentada com os valores provenientes da tabela **VACc** como era pretendido.

Q	Conc2016 :: Features Total	: 278, Filtered:	278, Selected	d: 0								- 0	×
		â 🛰 🖻	B E		- 7	E 💠 🔎			Q.				
	Concelho	Distrito	DTCC	áreaM2	áreaHa	PerímetroM	VACc_Concelho	VACc_MEuros	VACc_PAgri	VACc_PSilv	VACc_PMadeira	VACc_PCort	ca ^
4	ALANDROAL	ÉVORA	701	542678057	54267,8057	166907	ALANDROAL	11	85,8	14,2	28,1	6	5,7
5	ALBERGARIA-A-VELHA	AVEIRO	102	158824967	15882,4967	81965	ALBERGARIA	8	58, 5	41,5	97,3	NU	LL
6	ALBUFEIRA	FARO	801	140664179	14066,4179	81730	ALBUFEIRA	9	99,8	0,2	92,6	NU	LL
7	ALCÁCER DO SAL	SETÚBAL	1501	1499872960	149987,2960	212625	ALCACER SAL	40	34,8	65,2	13,8	8	4,3 ~
7	Show All Features,												2

40. Fazer um mapa de Portugal Continental com uma legenda que indica o valor acrescentado do sector primário agrícola e silvícola, isto é o valor do atributo VACc_MEuros (use uma legenda com 5 classes).

1.4.3 Operar com os atributos da tabela

QGIS permite fazer operações sobre os atributos de uma tabela e criar novos atributos. No exemplo acima, os dados do INE contém o valor acrescentado por concelho (em MEuros) e as percentagens desse valor que correspondem ao sector agrícola (VACc_Pagri) e ao sector silvícola (VACc_PSilv). Neste último sector, ainda é possível distinguir a percentagem correspondente a madeira e a cortiça. Neste exercício, cria-se um novo atributo que contém os valores acrescentados do sector agrícola em MEuros.

41. Colocar cdg Conc2016 em "modo de edição": isto pode ser realizado directamente no menu do

cdg com a opção "Toggle editing" *me*ou na tabela de atributos com essa mesma opção (ver figura atrás).

Nessa altura tanto a informação da tabela de atributos como os limites dos objectos geométricos pode ser alterada. Logo que a edição estiver concluída deve fechar-se o modo de edição para evitar alterações indesejadas.

42. Criar um novo atributo designado por **PAgriMEuros** usando o botão que fica disponível na tabela de atributos em modo de edição ou que está no "attributes toolbar". Este atributo será numérico e decimal (do tipo "decimal number") e terá 10 dígitos, dos quais 3 correspondem a casas decimais (precisão). A expressão para calcular o valor do atributo é

"VACc_MEuros" * "VACc_PAgri" / 100

Create virtual fie utput field name utput field type utput field length	eld PAgriMEuro Decimal number (real) ✓ 10 ♀ Precision 3 ♀			
= + - / "VACc_MEuros	* ^ () "n" " * "VACc_PAgri" / 100	Q. Search Show Value abc Distrito NULL 123 123 DTCC 123 áreaM2 1.2 áreaHa 123 PerímetroM abc VACc_Concelho 123 VACc_MEuros 1.2 VACc_PAgri 1.2 VACc_PSilv	es	group field Double-click to add field name to expression string. Right-Click on field name to open Values Q. Search All Unique 10 Samples
i You turn	are editing information on this layer l ed on.	but the layer is currently not in edi	it mode	e. If you dick OK, edit mode will automatically b

Após a operação concluída, desligue o modo de edição com "Toggle editing" e salve as alterações realizadas.

Em resultado da operação de criação de um novo atributo, a tabela de atributos de **Conc2016** tem agora o aspecto seguinte:

Q	Q Conc2016 :: Features Total: 278, Filtered: 278, Selected: 0 -								- 0	×				
1	/ 課号 2 〒 前 → 6 目 ~ 目 日 ~ 日 日 ~ 〒 1 ~ 1 ~ 1 ~ 1 ~ 1 ~ 1 ~ 1 ~ 1 ~ 1 ~													
	× = 8										~	Update	Al Update S	elected
	Concelho	Distrito	DTCC	áreaM2	áreaHa	PerímetroM	VACc_Concelho	VACc_MEuros	VACc_PAgri	Cc_PS	:_PMa	c_PCo	PAgriMEuro	^
1	ABRANTES	SANTARÉM	1401	714690832	71469,0832	183310	ABRANTES	29	38,5	61,5	31,2	66,7	11,165	
2	ÁGUEDA	AVEIRO	101	335274418	33527,4418	104682	AGUEDA	14	55,2	44,8	97,1	NULL	7,728	
3	AGUIAR DA BEIRA	GUARDA	901	206765696	20676, 5696	67414	AGUIAR BEIRA	5	91,6	8,4	93,9	NULL	4,580	
4	ALANDROAL	ÉVORA	701	542678057	54267,8057	166907	ALANDROAL	11	85,8	14,2	28,1	66,7	9,438	/ ~
7	Show All Features.													

43. Defina um novo atributo que indique o valor acrescentado devido à cortiça em cada concelho. Construa um mapa de Portugal Continental com uma legenda relativa a esses valores. 44. Verifique que, se cancelar o cruzamento das tabela **Conc2016** com **VACc** (em "join" pode eliminar esse cruzamento), o atributo **PAgriMEuros** é preservado na tabela de **Conc2016** mas os atributos provenientes da tabela **VACc** são eliminados.

1.4.4 Representação de atributos numéricos com diagramas sobre a carta

A aplicação QGIS permite incluir, para além de etiquetas, diagramas que sintetizam a informação numérica de cada feature. Em particular, é possível definir histogramas e diagramas do tipo "pie chart". Para isso deve usar-se o menu properties, escolher o tipo de diagrama, e as variáveis que o compõem, havendo diversas opções (tamanho, cores, entre outras) que podem ser definidas.

No exemplo abaixo, cada diagrama indica o peso da agricultura, madeira e cortiça no valor acrescentado do concelho respectivo.



1.5 Introdução a Layout Manager para criação de cartas ou mapas

Um mapa ou carta deve ser completada com elementos que contribuem para a leitura e interpretação do produto cartográfico: o título, a orientação, o sistema de coordenadas de referência, a escala e a legenda.

No menu view/decorations tem alguma opções para colocar a escala, a indicação da orientação e também pode adicionar uma grelha regular sobre a carta.

Uma alternativa muito mais completa é o "Layout Manager" que pode activar no menu Project, em "New Print Layout" (ou CRTL-P). Existem inúmeras opções que pode explorar para por exemplo criar uma carta como a seguinte que tem a indicação de coordenadas, escala, legenda, e elementos gráficos.



- 45. Fazer zoom para a região de interesse para a carta e ajustar a dimensão da janela de visualização dos mapas do QGIS desktop à área para a qual se quer compor a carta.
- 46. Abrir **Layout Manager** -- no menu Project, em "**new print layout**" (ou CRTL-P) e escolher um nome (e.g. Portugal)
- 47. No janela de **Layout manager**, no menu **Layout**, escolher o tamanho e orientação da carta em **Layout properties**, resolução para impressão em **Export Settings**, como ilustrado abaixo.

		Guid	les			
ayout					8	×
▼ General Se	ttings					
Reference map	Map 1					
Guides and	Grid					
Export Set	tings					
Export resolution	on		300 dpi		\$	-
Print as r	aster					
Always e	xport as vecto	rs				
Save wor	rld file					
Resize Lav	out to Conte	nt				
Resize Lay Margin units	out to Conte	nt				
Resize Layon Margin units	out to Conte	nt op margin	0,00			
Resize Layo Margin units r Left	nm T	nt 'op margin	0,00	0,00	× •	
▼ Resize Laye Margin units r Left	nm T 0,00 B	iop margin ottom	0,00 🗘 Right 0,00 🗘	0,00	~	
▼ Resize Laye Margin units r Left	nm T	op margin ottom Resi	0,00 🗘 Right 0,00 🗢 ze layout	0,00	~	
Resize Laye Margin units Left Variables	nm T 0,00 B	op margin ottom Resi	0,00 文 Right 0,00 文 ze layout	0,00	~	

48. No botão à esquerda **Add new map** desenhar uma janela onde vai ser colocado o conteúdo da zona de visualização do QGIS desktop.

Acabou de criar um **elemento** da carta. *Cada elemento da carta (imagem, legenda, escala, etc) pode ser* seleccionado com o cursor activado em . Nessa altura, o **menu Item properties** ajusta-se ao elemento respectivo da carta.

49. Para que a imagem (map) em **Layout** corresponda ao que é visível na janel do QGIS desktop ("canvas"), selecciona-se esse elemento, e em **Item properties**, em **Main properties**, escolhe-se a opção **Draw map canvas item:**

Layout	Item Properties	Guides	Atlas		
Item Pro	operties			ð	×
Map 1					
🔻 Main P	roperties				^
		Update Previe	w		
Scale	699335				
Map rotat	tion 0,00 °				
CRS	Use project CRS			× 🕀	
V Dra	w map canvas items				

- 50. Definir escala. Nessa mesma janela **Item properties** pode escolher a escala da carta a ser usada (vai alterar o "zoom" sobre a imagem da carta)
- 51. Grelha. Para criar uma grelha usa-se a opção **Grids** também no menu **Item properties**. Podem ser criadas grelhas, tendo cada uma um nome propriedades. O botão **Modify grid** permite editar a grelha respectiva.
- 52. Pode escolher-se uma medida para a grelha sobre a carta (mms ou cms) ou fazer uma grelha sobre o mapa original nas unidades do sistema de coordenadas. O exemplo seguinte mostra como se escolhe uma grelha de 10 km por 10 km sobre as coordenadas do mapa (em metros):

	· · ·					
Layout	Item Properties	Guides	Atlas			
Item Pro	operties				Ð	×
Mag	p Grid Properties					
▼ Appeara	ance					~
Grid type		Solid			${\bf \hat{z}}$	
CRS			Change	<u></u>		
Interval uni	ts	Мар	unit		\sim	
Tabamual		X 100	000,00000000000000000000000000000000000	0 🖾	-	
Interval		Y 100	000,00000000000000000000000000000000000	0 🛛	-	
		X 0,0	0000000000		•	
Unset		Y 0,0	0000000000		\$	
Line style					-	
Blend mode	e de la companya de la	Norm	al		${\bf \hat{v}}$	

- 53. Para inserir coordenadas junto à grelha deve usar-se a opção **Draw Coordinates** em **Map Grid Properties**.
- 54. Desenhar escala: Inserir escala com botãoEm Item properties, surgem as opções da escala. Pode escolher os troços da escala em Units:

Scaleba	r			
▼ Ma	in Properties			^
Мар	Map 1			
Style	Double Box		~	
▶ Uni	its			
▼ Seg	gments			
Segm	ents	left 0		
		right 2		
	Fixed width	10,000000 units	-	

55. Inserir legenda: A legenda deve ser criada na zona de visualização do QGIS desktop. Em Layout

manager, usar botão para inserir legenda na carta. No menu **Item properties** pode então editar-se mudar-se o aspecto da legenda (tamanho de letra, etc).

conc_2013	▼ Fonts	Font	Font style	Size
AVEIRO BEJA	Title font	MS Shell Dlg 2	Normal	10
BRAGA BRAGANÇA	Subgroup font	MS PGothic	Normal	6
CASTELO BRANCO	Group font	MS Reference Sans Serif	Italic Red Italia	8
FARO	Item font	MS Sans Serif	bold Italic	9 10
GUARDA	Font color	MS Shell Dig 2		12
LISBOA				

- 56. Inserir tabela de atributos com botão
- 57. Inserir imagem de ficheiro com botão 🕒

58. Inserir símbolos cartográficos e norte da carta: usa-se o mesmo botão acima (inserir imagem) mas escolhe-se a opção **Search directories** em **Item properties**.



2 Edição de dados e digitalização vectorial sobre imagem

2.1 Acesso interactivo a imagens de muito boa resolução e outros dados "web"

QGIS possibilita o acesso a dados geográficos disponíveis em servidores ligados à internet através de um conjunto de serviços. Estes dados não são copiados localmente: são acedidos e visualizados através de serviços web.

Project Edit View Layer Settings Plugins Vector Raster Database Web Processing Help



Na figura acima mostram-se duas de três possibilidades mais usuais:

- O acesso via protocolo XYZ que permite observar e usar 15 níveis de "zoom" em imagens disponíveis num endereço indicado.
- O acesso via serviço WMS (Web Map Service) permite aceder a imagens ou possivelmente informação limitada sobre "features" (para mais funcionalidades para "features" deve ser usado o serviço WFS "web feature service");
- O acesso via serviço WFS (em que F refere-se a "features") que permite observar e pesquisar cdg do tipo vectorial e a sua tabela de atributos.

No separador respectivo deve clicar no lado direito e abrir **new connection** para colocar o endereço web (ver abaixo)

2.1.1 Acesso via protocolo XYZ para imagens Google, Bing, e outras

Os acessos acima podem ser realizados com ou sem necessidade de uma chave ("API-key"), dependendo das regras estabelecidas pelos fornecedores de informação. Por exemplo, as imagens "Google Satellite" não requerem "API-key". Para aceder a essas imagens via protocolo XYZ é suficiente introduzir o endereço (URL) abaixo numa nova conexão em "XYZ Tiles"

http://www.google.cn/maps/vt?lyrs=s@189≷=cn&x={x}&	&y={y}&z={z	}
----------------------------------------------------	-------------	---

Q XYZ Connection		?	×
Connection details			
Name	Google Satellite		
URL	http://www.google.cn/maps/vt?lyrs=s@1898gl=cn&x={x}&y={y}&z={z}		
Authentication			
Configurations	Basic		
Choose or create a	an authentication configuration		
No authenticatio	n ▼ // = ₽		
Configurations sto	re encrypted credentials in the QGIS authentication database.		
Min. Zoom Level	0		
Max. Zoom Level	19 👻		

Na janela acima, a opção **Max. Zoom Level** pode ser alterada. Por exemplo para imagens de muito boa resolução Google, este valor pode ser aumentado até 23 para obter a resolução espacial mais detalhada disponível.

Se a conexão exigir uma chave, essa chave deve ser acrescentada ao endereço como por exemplo em (nota: essa chave particular não funcionará: terá que obter a sua própria chave):

 $https://tile.thunderforest.com/landscape/{z}/{x}/{y}.png?apikey=x147xdea2e965421a80a7e4d9869c5030$

Essa chave deve ser obtida junto ao fornecedor de informação. No seguinte exemplo, trata-se de um mapa de elevações com indicação de curvas de níveis, e a chave pode ser obtido através de registo em https://www.thunderforest.com/.



Indicam-se na tabela seguinte alguns exemplos de endereços (URL) para acesso a diferentes dados geográficos.

Google Maps: https://mt1.google.com/vt/lyrs=r&x={x}&y={y}&z={z}

Google Satellite: http://www.google.cn/maps/vt?lyrs=s@189&gl=cn&x={x}&y={y}&z={z}

Google Satellite Hybrid: https://mt1.google.com/vt/lyrs=y&x={x}&y={y}&z={z}

Google Terrain: https://mt1.google.com/vt/lyrs=t&x={x}&y={y}&z={z}

Google Roads: https://mt1.google.com/vt/lyrs=h&x={x}&y={y}&z={z}

Bing satellite: http://ecn.t3.tiles.virtualearth.net/tiles/a{q}.jpeg?g=1

ESRI Topo

https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Topo_Map/MapServer/tile/{z}/{y}/{x}

http://tile.openstreetmap.org/{z}/{x}/{y}.png

https://server.arcgisonline.com/ArcGIS/rest/services/World_Imagery/MapServer/tile/{z}/{y}/{x}

https://cartodb-basemaps-a.global.ssl.fastly.net/light_all/{z}/{x}/{y}.png

http://a.tile.stamen.com/terrain/{z}/{x}/{y}.png:

2.1.2 Acesso WMS e WFS a dados abertos igeo.pt e outros

Para Portugal, é possível explorar desta forma um grande conjunto de dados disponíveis no portal nacional de informação geográfica

http://www.igeo.pt/DadosAbertos/Listagem.aspx

Os conjuntos de dados acessíveis por serviço WMS (Web Map Service) ou WFS (Web feature Service) são indicados e a URL a usar é acessível no site da forma exemplificada abaixo:



Em QGIS, usa-se o link indicado para estabelecer uma ligação via serviço WMS (web map service):

Q Create a New WMS/WMTS Connection	Х
Connection Details	
Name Crus Alcobaca	
URL http://www.igeo.pt/WMS/CRUS/CRUSAlcobaca	
Authentication	

Para o serviço WFS procede de forma semelhante usando o separador respectivo:

🔇 Create a New WFS Connection	×
Connection Details	
Name Areas Ardidas ICNF	
URL http://www.igeo.pt/WFS/Natureza/AreasArdidas	
Authentication	

2.2 Exercício de edição para objectos vectoriais do tipo "linha"

2.2.1 Criar novo conjunto de dados geográficos do tipo "linha"

1. No QGIS crie um novo cdg para registar as estradas da Tapada da Ajuda. Existem vários formatos disponíveis: use por exemplo o formato aberto GeoPackage (é um formato aberto adoptado pelo OGC). Em alternatica pode criar o novo cdg em formato ESRI Shapefile, que é muito usado mas que tem limitações que GeoPackage não tem.



Ao criar um novo cdg para representar as estradas da Tapada da Ajuda, deve definir-se o tipo de objecto geométricos que será "<u>linha</u>", e pretende-se criar um <u>atributo</u> para registar o estado das estradas, que pode estar em alguma das seguintes categorais: "mau", "regular" e "bom". Assim, ao criar o novo cdg será necessário criar um atributo <u>estado</u> que poderá ter algum desses três valores (neste caso os valores são <u>texto</u>). O sistema de coordenadas a usar será o da imagem de muito boa resolução sobre a qual é feita a digitalização que é tipicamente EPSG: 3857.

🔇 New GeoPackage	Layer		×
Database praticas \edicao_ Table name Estradas Tapada Geometry type V° Line Include Z o EPSG: 3857 - W New Field Name Type abc Text o Maximum length 10	digitalizacao_tapada \aulaEdicad a 1 dimension Include M valu GS 84 / Pseudo-Mercator 3 Jata	D\EstradasTapada.gpkg	
Fields List			
Name	Туре	Length	
Estado	text	10	×
	ОК	Cancel	Help

- 2. Adicione ao projeto a imagem de alta definição da região (por exemplo Google Satellite) como indicado na Secção 2.1.
- 3. Faça "zoom" para a zona da Tapada da Ajuda, e para um primeiro troço de estrada que queira digitalizar.

2.2.2 Entrar em modo de edição e cria novas features

4. Seleccione <u>EstradasTapada</u> que acabou de criar e inicie o modo de edição com botão *L*. Nessa altura o menu de edição ("digitizing toolbar") fica activo.



5. Use o botão para criar uma nova primeira feature, usando o cursor para clicar nos pontos. Se se enganar use [DELETE] para voltar atrás. No final clique no lado direito do rato para registar a nova feature.

	EstradasTapada - Feature Attributes			
一升加油加。	Actions			
	fid Estado	Autogenerate 🚳] ~	
	<		>	
Mer ulu		OK Cancel		

Pode optar entre:

a) registar uma linha que representa a localização de uma estrada e, imediatamente de seguida, registar os valores dos seus atributos, como no exemplo acima, ou

b) registar várias (ou mesmo todas) as linhas que representam as estradas e, só depois, abrindo a janela de atributos do layer registar os valores respetivos dos atributos de todas elas.

Por omissão o QGIS disponibiliza a opção a). Para a opção b) deve, no menu Settings \rightarrow Options \rightarrow Digitizing, ativar a opção **Suppress attributes pop-up windows after each created feature**. Pode começar por utilizar a opção a) mas depois de registar uma ou duas linhas desta forma, passe para a opção b). Regra geral, esta última opção é a que se mostra mais rápida, embora exija algum cuidado adicional na fase de edição dos valores dos atributos para associar o cada valor à feature correcta.

2.2.3 Aceder às coordenadas dos pontos com "Vertex editor"

Para visualizar ou alterar usando o teclado as coordenadas x,y dos pontos digitalizados usa-se o menu "Vertex editor". Para abrir esse menu é necessário estar em modo de edição ("toggle editing"), clicar no botão "vertex

tool" [X], passar com o rato sobre a feature a editar até ver os vértices a vermelho, e clicar no botão direito do rato para aparecer a opção "vertex editor". Ao seleccionar, abre-se o "panel vertex editor" como ilustrado abaixo.



2.2.4 Opções de "snapping"

6. Para criar novas features (as restantes estradas) deve fixar em primeiro as opções de "snapping" na "toolbar" de "Snapping" que encontra no menu **Project/Snapping Options**. Neste exemplo, pode considerar-se por exemplo uma distância de "snapping" de 3 metros, e estabelecer que "snapping" é realizado sobre os vértices já digitalizados. A opção "Topological editing" deve estar activada:


"Snapping" (que é representado por um íman, pois "atrai" o cursor para um ponto já existente) permite limitar a densidade de pontos distintos sobre o mapa: caso esteja definido um valor para snapping tolerance (em pixels ou em unidades no mapa), todas as ferramentas de edição **impedem a individualização de novos vértices sobre o mapa que estejam a uma distância inferior a snapping tolerance** de um vértice já existente. O objectivo da definição de "snapping tolerance" é garantir que existindo um vértice no ponto P, a criação de um novo vértice a uma distância de P inferior à snapping tolerance, é equivalente a digitalizar precisamente sobre P, i.e. exactamente com as mesmas coordenadas de P.

"Advanced configuration": define-se os cdg cujos vértices e/ou arestas serão considerados para snapping.

Indicar se o snapping é efectuado apenas relativamente a pontos ou também a arestas

"Enable snapping on intersection": esta opção activa o modo de snapping também para as intersecções existentes entre cdg seleccionados;

Um menu mais completo pode ser obtido em Advanced configuration/Open snapping options. Em particular permite activar a opção **Avoid intersection** que impede a criação de objectos sobrepostos

 Continue a digitalizar novas features. Agora, a mira do cursor irá ser atraída por pontos a menos de 3 metros, e



8. Para alterar vértices mal digitalizados de alguma feature já registada, deve usar posteriormente a ferramenta

"node tool" . *Clique num vértice ou numa aresta da feature a alterar para seleccionar; liberte o botão do rato e mova o cursor para o local correcto; clique novamente.* A opção de edição topológica permite preservar a localização relativa das features sem criar interrupções na rede de estradas.

Pode **adicionar vértices** clicando duas vezes no local pretendido e deslocando o vértice para o local pretendido, ou em alternativa clicando sobre "+" no meio da aresta e clicando de novo no local pretendido para "+". Pode **eliminar vértices** seleccionando primeiro (o vértice fica azul) e depois apagando com [DELETE].



9. Quando já tiver digitalizado uma feature de cada estado ("bom", "regular" e "mau"), pode criar uma legenda como indicado na Secção 1.2.7 para facilitar a visualização do mapa. Deve is salvando as alterações



10. Quando concluir a digitalização deve ter uma carta de estradas algo como a abaixo (ou de preferência

mais extensa). Conclua a digitalização com o botão 🦊 e [SAVE].



2.2.5 Funções \$length e sum

11. Calcule o comprimento das estradas editando a tabela como indicado na Secção 1.4.3 usando a função **\$length** que devolve o comprimentos (em metros) de cada feature do cdg. Para obter a o comprimento total das estradas com estado "bom", "regular" e "mau", pode criar um novo atributo na tabela cujo valor é definido por **sum("comprimento", group_by:="Estado").**

2.3 Dados GPS em QGIS

Os aparelhos GPS criam ficheiros com extensão **.gpx** (GPS exchange) que podem armazenar informação de três tipos:

- "waypoints" (wpt) : conjunto de pontos com localização (lat/long) e atributos adicionais (ele=elevação, time=tempo, name=descrição, etc);
- routes" (rte): caminho para percorrer uma sucessão de "waypoints".
- "**tracks**" (trk): linhas poligonais, em que cada linha ("track segment") liga vértices ("track points") com localização (lat/long) e outros atributos; esta informação é geralmente obtida pelo GPS no modo "active track log";

2.3.1 Obtenção de ficheiro gpx num dispositivo móvel e leitura em QGIS

- 12. Instale num dispositivo móvel equipado de módulo GPS uma applicação que permita registar "tracks". Por exemplo, a aplicação android "A-GPS Tracker"permite fazer o registo de posições num telemóvel com precisão grosseira de 10-20 metros, dependendo das características do aparelho e das condições de observação. O prefixo "A-" refere-se a "Assisted GPS" que permite incorporar informação do sinal de transmissão do operador de telecomunicações.
- 13. No exterior, e de preferência em localizações afastadas de edifícios e de copas de árvores, registe um percurso. Salve e exporte o resultado como um ficheiro **gpx**.
- 14. Em QGIS, leia o ficheiro gpx com "Add Vector Layer" (ver Secção 1.2.1). É-lhe pedido para seleccionar "layers" que quer adicionar ao projecto: neste caso apenas existem dados do tipo "track". Existem cdg de dois tipos vectoriais: cdg de pontos ("track_points") e cdg de linhas ("tracks")
- 15. Observe os pontos sobre a imagem de boa resolução da Tapada e verifique que podem existir desvios significativos na posição dos pontos.

🔇 Data Source Manager Vect	or								
📛 Browser	Sc	ource Typ	be						
Vora Vector		● File ○ Directory ○ Database ○ Protocol: HTTP(S), cloud, etc.							
🔩 Raster	Er	Encoding							
🕰 Mesh	Sc	ource							
♣ Delimited Text	limited Text Vector Dataset(s) C:\Users\mlc\Documents\isa 18 fev.gpx								
💱 GeoPackage									
🕰 SpatiaLite	(R Select	Vector Layers	to Add					
🗣 PostgreSQL			^						
MSSQL	L	.ayer ID	Layer name	Number of features	Geometry type				
📮 Oracle		3	route_points	0	Point25D				
[™] DB2		1	routes	0	LineString25D				
🙀 Virtual Layer		2	tracks	1	Multil ineString25D				
		0	waypoints	0	Point25D				

2.3.2 Exportação de pontos e linhas de um projecto QGIS para um ficheiro gpx

16. Exporte o cdg de estradas da Tapada da Ajuda criado na Secção 2.2 como ficheiro do tipo gpx que poderá depois ser lido num dispositivo móvel. Faça "Deselect All" e escolha o CRS 4326 para que as coordenadas sejam criadas em longitude/latitude. É possível forçar a criar um ficheiro gpx de "tracks" ou de "routes" em "Layer Options".

🔇 Save Vect	or Layer as	5				\times
Format File name Layer name CRS	GPS eXcha C:\Users\n Default CR	ange Format nlc\Documen S: EPSG:432	[GPX] ts\estradas_ 26 - WGS 84	ISA.gpx		
Encoding Save on Add save	ly selected f ed file to m elds to exp	features ap ort and the	ir export o	UTF-8		~
Na fid Estad	ame o	Type Integer64 String	Replace	vith displayed values		^ ~
Leoma	rimonto Sele	ect All	Lileo Dor	Desele	ect All	

2.4 Exercício de edição de objectos vectoriais do tipo polígono

Neste exercício, pretende-se criar um cdg com informação sobre a ocupação do terreno na Tapada da Ajuda. Esta informação deve ser obtida por digitalização sobre imagens de muito boa resolução espacial da Tapada.

O objetivo é criar um novo cdg do tipo polígono, e digitalizar cada parcela cuja ocupação é homogénea, preenchendo a respetiva tabela de atributos. As parcelas devem constituir uma cobertura da zona a digitalizar, isto é, os polígonos que representam as parcelas não se podem sobrepor e entre eles não podem existir "buracos".

Para construir o novo cdg tenha em conta que a seguinte informação terá de estar disponível no resultado final, embora apenas a informação "Nível 2" seja necessária na construção do cdg. As restantes colunas poderão ser adicionadas através de um "cruzamento de tabelas" como foi exemplificado na Secção 1.4.2.

Nivel 1	Nível 2	Cultura agrícola	Rendimento €/ha
AS	AS		0
AF	AF		0
AA	TR	Trigo	900
AA	LG	Leguminosa	1800
AA	НО	Hortícola	3500
AA	PA	Pastagem	300
AA	РО	Pousio	0
AA	VI	Vinha	17000
AA	PM	Pomar	10000
AA	OL	Olival	10000

A ocupação do terreno tem portanto dois níveis de classificação. O 1º nível inclui 3 classes: Área social (código: AS; inclui edifícios, logradouros, jardins e estradas); Área florestal e meio natural (código: AF; inclui

as matas e incultos); Área agrícola (código: AA; inclui as culturas arvenses, pomares, vinha, olival, pastagens, pousios).

A classe de 1° nível Área agrícola (AA) subdivide-se nas classes de 2° nível indicadas na tabela, e as classes AS e AF têm um único nível com o mesmo código.

Como exemplo de interpretação da ocupação considere a seguinte figura que inclui a porção mais a Sul da Tapada da Ajuda. Faça a sua própria interpretação atendendo à semelhança da textura e cor da imagem e assumindo que as parcelas sem vegetação ou com vegetação incipiente serão da classe "pousio" (PO).



2.4.1 Criar novo conjunto de dados geográfico do tipo "polígono"

17. Tal como foi feito para **EstradasTapada**, crie na pasta **de trabalho** um novo cdg vectorial mas agora do tipo geométrico "MultiPolygon" em formato *GeoPackage* com o nome **ParcelasTapada**. Note que existem duas escolhas possíveis: "Polygon" e "MultiPolygon". A principal distinção é que as features no primeiro são espacialmente conexas, enquanto que features em "MultiPolygon" podem ser colecções de um ou mais "Polygon".

Crie um atributo com o nome **usoSolo2N** (tipo Texto, comprimento 2) onde irá registar os códigos de 2º nível das ocupações do terreno.

18. Comece por criar um polígono com a que delimita a zona a digitalizar (pode corresponder ao polígono a vermelho na imagem acima correspondente à porção Sul da Tapada). A conclusão do polígono faz-se clicando duas vezes no lado direito tal como na Secção 2.2.

2.4.2 Dividir features do tipo "polígono" para criar novas features com "split feature"

19. Depois de criar o contorno, pode então começar a digitalizar as parcelas de terreno. A regra principal na digitalização de polígonos é que a mesma fronteira não deve ser digitalizada mais do que uma vez. Por forma a garantir esta regra, pode usar ferramentas adequadas de digitalização disponíveis na "Advance Digitizing Toolbar":



Em particular pode usar ("split feature") para dividir a feature do contorno em duas partes, em que uma das partes será uma das parcelas a digitalizar. Ao proceder dessa forma, cada fronteira das parcelas é digitalizada apenas uma vez.

Antes de prosseguir, altere a cor de selecção de features para conferir transparência. Isso é efectuado no menu de propriedades do projecto:

Edit View Layer Settings Plugins Vector Raster Database Web Processing Help 22 (+)1:1 a 6.0 \mathbf{O} ct Properties | General General Settings Layer 💦 General Project file arios\aulas_praticas\edicao_digitalizacao_tapada\edicaoTapada.qgz Project home ... Metadata Project title CRS Background color Selection color • 1 Default 🔇 Selection Color X \$ <u>О</u> н 60° $\bigcirc s$ 100% \$ v ~ \$ • v 100% \$ () R 255 \$ G 255 \$ ОВ 0 2 30% \$ Opacity

Em seguida deve selecionar a feature do contorno com para indicar que será essa feature a ser dividida

com a ferramenta . Use então essa ferramenta: deve começar por clicar no exterior do polígono e concluir a digitalização (clique do lado direito) também no exterior do polígono:



Finalmente, associe o código correcto ao atributo usoSolo2N na tabela de atributos de ParcelasTapada:

0	🎗 ParcelasTapada :	: Features T.	–		\times
	282	💼 خ 🖻	3		
12	$3 \text{ fid } \checkmark = \varepsilon$ 123	fid 🗠	Update	All Upd	ate Selected
	fid	usoSolo	o2N		
1	Autogenerate	NULL			
2		PM			
5	Show All Features				- B

Se necessário, corrija a localização das parcelas que criou utilizando a alteração de nós de arestas comuns a polígonos adjacentes com 🔀 seleccionado mantêm os polígonos adjacentes.

2.4.3 Verificação da validade e uso de ferramentas avançadas de edição

- 20. Durante o processo de edição pode usar a função Vector/Geometry Tools/Check Validity para verificar que não há erros de validade nas features que impedem a aplicação das ferramentas de edição.
- 21. Prossiga a digitalização até obter uma cobertura da área do contorno inicial, preenchendo a tabela de atributos por forma a que todas as parcelas tenham um código "usoSolo2N". Poderá ser útil explorar as restantes ferramentas em "Advance Digitizing Toolbar". Em particular, a ferramenta "Fill ring"

é muito útil para criar uma nova feature do interior de uma feature já existente.



Reshape Features para, por exemplo, alterar um polígono: primeiro, clique no interior do polígono perto do ponto onde pretende adicionar o novo nó, depois adicione nós no exterior do polígono, para terminar clique no botão do lado direito do rato novamente no interior do polígono; também é possível retirar parte de um polígono iniciando a linha no exterior do polígono, adicionando nós no seu interior e terminando com um clique no botão do lado direito do rato novamente no exterior do polígono.

Add Part para criar um polígono multiparte / adicionar uma parte a um polígono multiparte: primeiro terá que selecionar o polígono a que pretende adicionar uma nova parte utilizando Select Single Feature.

Delete Part para apagar uma parte de um polígono multiparte: terá que clicar sobre um dos nós da parte a apagar.

Add Ring para criar um polígono anel/*ring*/donut: comece por criar a fronteira exterior do polígono com

Add Feature, depois utilize 🖀 Add Ring para criar a fronteira interior do polígono.

Delete Ring para criar um *buraco* no interior de um polígono , i.e. apagar o polígono interior de um polígono anel/*ring*/donut: terá que clicar sobre um dos nós da polígono interior a apagar.

Merge Selected Features para juntar dois polígonos adjacentes num polígono único:

A. comece por selecionar um dos polígonos com Select Single Feature,

B. selecione o segundo polígono pressionando a tecla [Ctrl] e,

simultaneamente, clicando sobre este com **Select Single Feature;** C. depois registe os valores dos atributos do novo polígono.

Após a digitalização, e após associar uma legenda (ver Secção 1.2.7) e etiquetas (ver Secção 1.2.8) deverá ter um carta de ocupação do solo com um aspecto algo semelhante à carta seguinte:



22. Uma forma alternativa de delinear as parcelas, sem digitalizar a fronteira mais do que uma vez, é criar uma nova feature com o modo "**avoid intersection**". Para tal deve em primeiro activar "Advanced Configuration"



E depois activar "avoid intersection" para a "layer" que está a ser editada (ParcelasTapada)



Nesse caso pode criar uma nova feature com sobrepondo-a a uma feature vizinha já existente. Ao fechar o polígono, a aplicação QGIS remove automaticamente a região de sobreposição.



2.4.4 Criar uma tabela de dados não geográficos

- 23. Crie uma tabela simples de dados com as colunas "Nivel1", "Nivel2", "Cultura" e "Rendimento" com a informação indicada na tabela no início da Secção 2.4.
- 24. Pode criar esta tabela num programa exterior ao QGIS (por exemplo Excel, OpenOffice, Notepad), e guardá-la como ficheiro de texto com extensão **csv** ou **txt**.

Se criar no editor de texto Windows/**Notepad**, o aspecto do ficheiro criado pode ser como o exemplo abaixo, em que o separador é "ponto e vírgula". Salve com por exemplo nome "**Culturas.txt**" na sua pasta de trabalho.

Untitled - Notepad	_		×
File Edit Format View Help			
Nivel1;Nivel2;Cultura;Rendimento	_euro	/ha	^
AS;AS;;0			
AF;AF;;0			
AA;TR;Trigo;900			
AA;LG;Leguminosa;1800			
AA;HO;Hortícola;3500			
AA;PA;Pastagem;300			
AA;PO;Pousio;0			
AA;VI;Vinha;17000			
AA;PM;Pomar;10000			
AA;OL;Olival;10000			
			~

25. Adicione esta tabela ao projeto com o botão 20 como discutido na Secção 1.4.1 e faça o cruzamento de tabelas usando o atributo ocSolo2N do cdg ParcelasTapada.como na Secção 1.4.2

2.4.5 Funções \$area e sum

26. Calcule o rendimento total agrícola em euros na área considerada editando a tabela de atributos para determinar o rendimento de cada parcela (use a função **\$area** para obter a área de cada parcela). Finalmente pode usar a função **sum** exemplificada na Secção 2.2 para obter uma coluna da tabela com o valor do rendimento total em euros.

O resultado na tabela de atributos de ParcelasTapada deverá ser algo como abaixo, em que o valor da variável **rendParcelas** é obtido como resultado da expressão

Q	ParcelasTapada ::	Features Total: 30,	Filtered: 30, Selecte	ed: 0			- 0	Х
	/ 6 C 🗟 🖞 	3 🖻 🗧 🔜 🦕 '	7 🗈 🍫 🚹 🖥	i = 🗊 🍳				
	3 = ~					~ U	pdate All Update Se	lected
	fid	usoSolo2N	culturas_Nivel1	culturas_Cultura	culturas_Rendimento_euro/ha	rendParcela	rendTotal	^
1	2	VI	AA	Vinha	17000	30792	85789	
2	12	VI	AA	Vinha	17000	13990	85789	
3	20	TR	AA	Trigo	900	3848	85789	
4	28	TR	AA	Trigo	900	1652	85789	
5	7	PO	AA	Pousio	0	0	85789	
6	8	PO	AA	Pousio	0	0	85789	
7	11	PO	AA	Pousio	0	0	85789	~
7	Show All Features						[3 🛅

(\$area/10000)* "culturas_Rendimento_euro/ha":

3 Análise espacial sobre conjuntos de dados geográficos vectoriais

O exercício proposto consiste na determinação de regiões aptas à instalação de um equipamento de recreio no concelho de Cascais. Trata-se de um problema de zonagem.

3.1 Dados e descrição do problema

Os dados de entrada são cgd vetoriais relativos ao uso do solo (UsoSolo), solos (CartaSolos), classes de declives (DeclivesClasses), rede viária (RedeViaria), linhas de água (LAgua), e limites do concelho de Cascais (LimConc), e das tabelas ProdS.csv e ProtRV.csv disponíveis na pasta CascaisIn dos dados disponibilizados na página da UC. Pode verificar que o sistema de coordenadas associado aos dados tem como unidades metros, o que é relevante para a resolução do problema proposto.

Pretende-se encontrar zonas adequadas para a instalação de um parque de merendas no concelho de Cascais. Essas zonas têm que cumprir todas as condições seguintes:

 Situar-se fora dos limites dos perímetros urbanos (definidas pelo conjunto das áreas ocupadas por habitação plurifamiliar Hp, habitação unifamiliar Hu, loteamentos L e zonas urbanas consolidadas Ca), áreas industriais (área de porto industrial Pi, areeiros ou pedreiras Ap), de equipamentos (grandes equipamentos Ge, instalações militares Im) e zonas costeiras (plano de águas marinhas e salinas Am e praia, costa rochosa e formações rochosas costeiras Pc); Deve também excluir as zonas não identificadas Ni.

Código	Descrição do Uso do Solo
Ар	Areeiros ou pedreiras
Нр	Habitação plurifamiliar
Im	Instalações militares
Ni	Não identificado
Am	Plano de águas marinhas e salinas
Ca	Zonas urbanas consolidadas
Pc	Praia, costa rochosa e formações rochosas
	costeiras
Pi	Área de Porto Industrial
Hu	Habitação unifamiliar
Iv	Terrenos inertes e vazios
А	Área agrícola
Fm	Áreas florestais e matos
Μ	Mato
Ge	Grandes equipamentos
L	Loteamentos

2. Não devem incluir solos de alta produtividade;

Os dados contém uma folha de cálculo **ProdS.csv** com extensão "csv" (comma separated values) que pode ser lido em QGIS. Na leitura Encoding deve ser **System** ou **ISO-8859-1** para ler caracteres portugueses (acentos, cedilhas...) como indicado na Secção 1.2.1.

COD1	produtividade
Rcg	Média produtividade
Ptc(d)	Média produtividade
Psn(d)	Baixa produtividade
Sba(h)	Alta produtividade
Sba	Alta produtividade
Sh(n)	Alta produtividade

A tabela associa o código de classificação dos solos utilizado no cgd **CartaSolos** à classificação da sua produtividade (baixa, média ou alta). Assim, é necessário efectuar o cruzamento da tabela de atributos do cgd **CartaSolos** e da tabela **ProdS** através do atributo **COD1** que consta em ambas as tabelas tal como foi descrito na Secção 1.4.2.

- 3. Devem situar-se em terreno com pouco declive, isto é, com declives entre 0% e 5%;
- 4. Devem estar afastadas das vias rodoviárias, de acordo com a distância definida no atributo **protM** da tabela **ProtRV**;

De acordo com a tabela **ProtRV** esta distância de proteção depende do tipo de via rodoviária. Assim, é necessário efetuar o cruzamento da tabela de atributos do cgd **RedeViaria** e da tabela **ProtRV** através do atributo **Tipo** que consta em ambas as tabelas.

- 5. Devem ser atravessadas por uma linha de água principal;
- 6. Devem ter uma área igual ou superior a 30 hectares;

3.2 Representar uma resolução do problema com um diagrama de operações

A forma recomendada para resolver um problema de análise espacial é estabelecer uma **sequência de operações** para resolver o problema. Essa sequência de operações pode ser descrita por um **diagrama** que representa cada operação, os atributos relevantes, o tipo de cdg de input (e a sua prioridade) e output, a operação a aplicar e os parâmetros dessa operação.

- 7. Analise e critique a solução para resolver o problema descrito acima que é apresentada no diagrama da página seguinte (cada número no diagrama corresponde aos critérios 1 a 6 enumerados acima). Em particular, justifique a necessidade das operações de dissolução e de conversão de tipo geométrico que são usadas para transformar **RegiaoAdeq** em **RegiaoAdeq3**.
- 8. Para atingir o objetivo proposto, existem várias soluções alternativas. Em particular:
 - a. Sugira uma expressão lógica alternativa para definir a operação de "selecção por atributos" sobre o cgd **UsoSolo**.
 - b. Verifique que a operação de "intersecção" pode ser utilizada em alternativa às operações de "recorte" ("clip") no modelo. Compare a utilização de uma e outra operação.
- **9.** Resolva o problema recorrendo à aplicação QGIS de acordo com o diagrama anexo e guardando todos os cdg que vai criar numa pasta diferente da CascaisIn (por exemplo, na pasta com o nome CascaisOut).



3.3 Algumas operações de sobreposição vectorial e de restruturação de dados vectoriais

ver Settings Plugins Vector Raster Database Web Processing Help 🐒 🖑 🌺 🗩 🖉 Geoprocessing Tools Buffer... 🗘 meters 🗸 » 🏼 🖉 🗸 Geometry Tools Clip... 🕜 - 💮 (Analysis Tools Convex Hull... Data Management Tools 🔸 🜓 Difference... y x Research Tools P Dissolve... Intersection... a Symmetrical Difference... te P Union... Eliminate Selected Polygons.

As operações de análise espacial necessárias estão disponíveis no menu "Vector":

3.3.1 Features inválidas e alternativas de processamento em Processing Toolbox

Por omissão, QGIS testa a validade dos objectos geométricos antes de aplicar a operação de sobreposição vectorial e interrompe o processo se alguma feature é não válida. Embora seja aconselhado usar apenas geometrias válidas, essa opção pode ser alterada usando o menu abaixo.



A opção "Ignore features with invalid geometries" exclui da análise as features não válidas, e por isso os resultados são alterados.

Para identificar a existência de features inválidas e as causas para esses erros pode usar a função **Vector/Geometry Tools/Check Validity** (já referida em 2.4.3). Os outputs dessa função podem permitir identificar as features não válidas e a localização dos erros.

Para ultrapassar os problemas causados por features inválidas, pode-se:

- a) Corrigir, editando, a geometria das features inválidas identificadas com Vector/Geometry Tools/Check Validity; este é o procedimento recomendado, mas pode ser difícil e demorado;
- b) Usar operações de sobreposição espacial alternativa às ferramentas QGIS que podem ser aplicadas mesmo sobre features inválidas (com problemas pontuais daí decorrentes). As ferramentas de geoprocessamento SAGA, diponíveis através do menu "Processing/Processing Toolbox" são uma boa opção. Por exemplo, a ferramenta de "clip" (recorte) pode ser acedida como indicado abaixo, sendo o seu output em formato "shapefile".



3.3.2 Operação de recorte ("clip") e de intersecção

Recorte de um cdg A por um cdg B. Note que é uma operação em que a ordem dos inputs é relevante, pois apenas o atributos do cdg prioritário são preservados no output. Em alternativa pode ser usada a operação "Intersection" em que a ordem não é relevante, e que cria um output com todos os atributos de A e de B. O output da operação pode ser guardado como uma novo ficheiro ("GeoPackage" por omissão) na pasta de trabalho ou como um ficheiro temporário.

🞗 Clip		×
Parameters Log Input layer Selected features only Overlay layer SolosAdeq [EPSG:20790] Selected features only Selected features only Occording Selected features only Selected features only Clipped Selected features only		 Clip This algorithm clips a vector layer using the features of an additional polygon layer. Only the parts of the features in the Input layer that fail within the polygons of the Overlay layer will be added to the resulting layer. The attributes of the features are not modified, although properties such as area or length of the features will be modified by the clipping operation. If such properties are stored as attributes, those attributes will have to be manually updated.
[[Create temporary layer]		Create Temporary Layer
	5	Save to File
	9	Save to GeoPackage
Run as Batch Process	Run	Save to PostGIS Table

3.3.3 Operação de geração de "buffers"

Para cada feature de input é criada uma feature de output que corresponde ao buffer determinado a partir da distância de buffer. Há duas possibilidades:

a) A distância pode ser constante para todas as features; Neste caso basta escrever o valor de distância a usar na opção "Distance".

b) A distância é dada pelo valor de um atributo. Neste caso o uso da ferramenta "buffer" deve ser feito da forma seguinte:

State			×	
Parameters Log Input layer Input layer Image: Selected features only Image: Selected features only Distance Image: Selected features only Distance Image: Selected features only Segments Image: Selected features Segments Image: Selected features Solution Image: Selected features Interview Image: Selected features Segments Image: Selected features Solution Image: Selected features Segments Image: Selected features Segments Image: Selected features Segments Image: Selected features Selected features Image: Selected features Segments Image: Selected features Selected features Image: Selected features Segments Image: Selected features Selected features Image: Selected features Segments Image: Selected features Selected features Image: Selected features Round Image: Selected features Image: Selected features Image: Selected features Segments Image: Selected features<		Buffer This algorithm computes a buffer area the features in an input bayer, using a f or dynamic distance. The segments parameter controls the number of line segments to use to approximate a quarter circle when creat rounded offsets. The end cap style parameter controls line endings are handled in the buffer. The defined override (field) eactivate escription tribute Field eld type: int, double, string ▶	for all fixed ating how "her used ple a to	id (integer64)
2,000000	Ex	pression	Т	ipo (string)

No caso do exercício, pode escolher-se a opção "dissolve result" para fundir todos os buffers gerados numa feature única.

3.3.4 Operação de diferença

Na figura abaixo mostra-se a interface da ferramenta SAGA Difference (acessível em "Processing toolbox"). É de notar que o output desta ferramenta é em formato "shapefile".

Q Difference		
Parameters Log		
Layer A		
UsoSoloDecl [EPSG:20790]	~	 9
Selected features only		
Layer B		
ProtRedeViaria [EPSG:20790]	~	 9
Selected features only		

3.3.5 Operação de dissolução

A operação de dissolução é permite eliminar a fronteira entre features adjacentes e agrupar todas as features numa única feature (que é tipicamente "multipart"). Pode ser realizada

- b) uma dissolução total que não tem em conta os atributos do cdg, ou
- c) uma dissolução por atributo (ou atributos) em que apenas features com o mesmo valor do atributo são dissolvidas.

Dada a ocorrência de features não válidas, é mais simples usar a ferramenta de dissolução SAGA para dissolução total ("All polygons"), que cria um novo cdg em formato "**shapefile**" *com uma única feature:*

Relygon Dissolve (All Polygons)	×
Parameters Log Polygons	
RegiaoAdeq [EPSG:20790] ~	9
Keep inner boundaries	
Dissolved	
RegiaoAdeq2.shp	
Open output file after running algorithm	

3.3.6 Operação de conversão "multipart" para "singleparts"

O resultado da operação anterior é um cdg "multipart" com uma única feature. Para desagregar essa feature em features **espacialmente conexas** é necessário usar uma ferramenta que altera o tipo geométrico de "multipart" para "singlepart" disponível no menu Vector/Geometry Tools.

Q Multipart to Singleparts	×
Parameters Log Input layer Input layer RegiaoAdeq2 [EPSG:20790] Selected features only Single parts RegiaoAdeq3.gpkg Open output file after running algorithm	 Multipart to singleparts This algorithm takes a vector layer with multipart geometries and generates a new one in which all geometries contain a single part. Features with multipart geometries are divided in as many different features as parts the geometry contain, and the same attributes are used for each of them.

3.4 Solução do exercício

A Figura 1 ilustra a parte final da resolução, mostrando o cdg **RegiaoFinal**_ e a selecção (a amarelo) das zonas espacialmente conexas que têm área superior a 30 ha, sobre um mapa de fundo "ESRI topo" (ver Secção 2.1).



Type to locate (Ctri+K) 4 lecend entries removed. Figura 1. Solução do exercício de análise espacial sobre dados vectoriais, onde se mostram as zonas que satisfazem os critérios 1 a 5 do enunciado do problema de zonagem e a. selecção das zonas com área superior a 30 ha (a amarelo), que corresponde ao 6° e último requisito.No fundo é apresentado um mapa "ESRI topo" da região em torno do Concelho de Cascais. A azul são indicadas as linhas de água principais

4 Análise de dados matriciais (raster) e conversão vectorial/matricial

4.1 Dados para o exercício

O cdg vectorial do tipo "polígono" freguesias_litoral_norte representa as freguesias existentes na área de estudo;

O cdg vetorial de polígonos **Solo** representa o tipo de solo. O significados dos valores do atributo codigo (que podem ser 1,2,3,4,5) encontram-se na tabela **SoloTipo**; Se quiser criar uma legenda para o cdg vetorial **Solo** baseada nos valores do atributo **tipoSolo** que se encontra na tabela **SoloTipo**, terá que executar uma operação de cruzamento de tabelas tal como foi descrito na Secção 1.4.2. No final, o cdg **Solo** terá uma coluna adicional que indica o tipo de solo: Arenossolo, Social, Duna, Cambissolo ou Fluvissolo.

Os cdg matriciais **Uso90**, **Uso02** e **Uso03** representam os tipos de uso do solo nos anos de 1990, 2002 e 2003, respetivamente, tomando em cada pixel valores entre 1 e 9; os nomes dos tipos tipo de uso correspondentes constam da tabela **UsoClassif**.

NOTA: a designação do tipo de uso de solo "Agricultura ar livre" usada em 1990 e 2002, em 2003 passou a ser "Agrícola hortícola".

4.2 Criação e manipulação de legendas para dados matriciais

Parte dos procedimentos discutidos nesta secção já foram introduzidos na Secção 1.2.9 e na Secção 1.2.11 mas serão agora mais desenvolvidos.

1. Analise a informação disponibilizada no cdg **Uso02**. Verifique as características destes cdg tais como o número de linhas e de colunas da imagem, o sistema de referência das coordenadas, a dimensão das células nas unidades deste mesmo sistema (resolução espacial) e o tipo dos valores dos pixels). Em particular, verifique que a resolução espacial é de 5m.

Q Layer Prope	rties - Uso02 Information							
٩								
 Information 	Information from provider							
🗞 Source	Name	Uso02						
💐 Symbology	Path	W:\Aulas\GEOMATICA-SIGDR-ISA-elementos-varios\aulas praticas\analise raster litoral norte\aulaRasterDados\dadosIn\Uso02.tif						
I Transparence	CRS	EPSG:3763 - ETRS89 / Portugal TM06 - Projected						
	Extent	-54471.7977760630965349,195747.4581874585419428 : -50066.7818561333260732,200007.4773227043042425						
Histogram	Unit	meters						
< Rendering	Width	881						
🛋 Pyramids	Height	852						
Notadata	Data type	Byte - Eight bit unsigned integer						
	GDAL Driver Description	GTiff						
🗄 Legend	GDAL Driver Metadata	GeoTIFF						
🜄 QGIS	Dataset Description	$W: \label{eq:alpha} and \label{eq:alpha} with a label{eq:alpha} wi$						
Server	Compression							
	Band 1	• STATISTICS_MAXIMUM=6						
		• STATISTICS_MEAN=2.329686535769						
		• STATISTICS_MINIMUM=1						
	Nore Information	ARKA_UK_POINT=AF68 V. 001 V 072 Parties						
	Dimensions							
	Drigin Divel Circ	-3441.0,2000/						
	Pixel Size	5.0002,-5.00002						

2. Crie uma legenda com cores pré-definidas para a imagem:

Q Layer Pro	perties - Uso02 Sym	bology			×
Q	Render type Single	eband pseudoco	$lor \sim 1$		^
ᡝ Information	Band	Band 1 (Gray	()		\sim
💸 Source	Min 2	1	Max	6	
Symbology	▶ Min / Max Valu	e Settings			
🚾 Transparenc	Interpolation	3 Exa	act		\sim
🔤 Histogram	Color ramp				-
Rendering	Label unit				
🛋 Pyramids	suffix				
📝 Metadata	Value =	Color	Label		^
🗄 Legend	1		1		
Regis 🕞	2		2		
Server	3		3		
	4		4		
	5		5		
5	6		6		× 6
	Mode Equal Inter	val ~		Cla	sses 6
7	Classify	÷ = 💠			

3. **Crie de uma legenda comum a diversos cdg matriciais**: Dado que existem 9 classes de ocupação do solo, comuns aos anos 1990, 2002 e 2003, numeradas de 1 a 9, e com valores "Agricultura ar livre", ..., "Agrícola Hortícola" como indicado na tabela **UsoClassif**, é útil construir uma legenda com 9 classes, e com cores apropriadas, que possa ser usada para esses três conjuntos de dados.

i Information	Render type Singleband pseudocolor $$					
Source	Band 1 (Gray) \vee					
Symbology	Min 1		Max 9			
🚾 Transparenc	▶ Min / Max Valu	Setting	s			
🖾 Histogram		c occang	5			
✓ Rendering	Interpolation		Exact ~			
A Pyramids	Color ramp		▼			
	Label unit	[
	suffix					
Legend	Value =	Color	Label			
QGIS	1		Agricultura ao ar livre			
Server	2		Horticultura em estufas			
	3		Floresta			
	4		Incultos			
	5		Equipamentos sociais			
	6		Urbano			
	7		Corpos de água			
	8		Agrícola arvense			
	9		Agrícola horticola			
	Mode Equal Interv	al \checkmark	Classes 9			

Na parte inferior da mesma janela tem a opção de salvar a legenda. Se usar "save as default" a legenda será guardada num ficheiro com o mesmo nome do cdg (**Uso02**) do tipo "QGIS Layer Style file" e terá extensão qml. Existindo o ficheiro qml, este será usado automaticamente para definir a legenda quando carregar o cdg em QGIS.



4. A legenda pode ser facilmente copiada para outros cdg matriciais para que os três anos (1990, 2002 e 2003) tenham a mesma legenda. Pode usar o botão "style" como no exemplo acima ou pode simplesmente fazer *copy style/paste style* da legenda de um cdg para outro usando o menu do cdg.

> 🗹 💒 Uso90			
 Isolo Agricu Agricu Hortici Florest Incult Equipa Urbanc Corpo: Agrico Agrico 	Zoom to Layer Show in Overview Copy Layer Rename Layer Zoom to Native Resolution (100%) Stretch Using Current Extent Duplicate Layer Remove Layer Move to Top Set Layer Scale Visibility Set CRS Export	•	
	Styles	•	Copy Style
	Properties		Paste Style
			Add Rename Current

5. Depois de ter estabelecido a legenda comum aos cdg Uso90, Uso02 e Uso03, verifique viusualmente que houve um grande aumento na área de "Horticultura de estufas" e de "Urbanização" entre os anos 1990 e 2002, e a diminuição na área de Floresta.

4.3 Restruturação de "raster" para formato vectorial com "polygonize"

No exercício acima foi necessário construir manualmente a legenda dos cdg matriciais. No entanto, a informação para a legenda já está disponível na tabela **UsoClassif**. Como visto na Secção 1.4.2 os nomes do tipos de uso do solo poderiam ser adicionados ao cdg dos usos do solo fazendo um cruzamento de tabelas se o cdg de uso do solo estivesse em formato vectorial.

6. Converta o cdg **Uso03** de formato matricial (com resolução de 5 metros) em formato vectorial com a função **polygonize** no menu Raster/Conversion.

Q Polygonize (Raster to Vector)	×
Parameters Log	^
✔ Uso03 [EPSG:3763]	
Band number	
Band 1 (Gray) ~	
Name of the field to create	
classe	
Use 8-connectedness	
Vectorized	
/DadosOut/Uso03poligonos.gpkg	
🖂 Open output file after running algorithm	~
0% Cancel	
Run as Batch Process Run Close Help	

7. Complete as operações no diagrama seguinte, e no final use o cdg **uso03poligonos_2** para construir uma carta de uso do solo com a legenda correspondente ao atributo **designação**.



8. (opcional: exercício com operações vectoriais) Pretende-se determinar os locais da freguesia de Estela em que o uso do solo em 2003 foi "Agrícola hortícola" e o tipo de solo é Arenossolo Aplique operações de selecção por atributos (ver Secção 1.3.1) e de sobreposição vectorial (ver Secção 3.3.2). Na resolução faça o **diagrama de operações** respectivo. Lembre-se de guardar todos os cdg que criar na pasta dadosOut.

4.4 Restruturação vectorial para "raster", reclassificação e sobreposição matricial

4.4.1 Exercício: calcular índice de risco de poluição com nitratos

Pretende-se criar uma carta de risco de poluição com nitratos com base no uso de solo em 2003 e no tipo de solo. Os factores de risco estão associados ao tipo de uso e ao tipo de solo, e são hierarquizados conforme apresentado no quadro (em que o valor mais elevado corresponde a maior risco).

Caderno das aulas práticas de Geomática e SIGDR, ISA, 2018-2019

Factor

			_		
Uso do solo	código	Factor		Tipo de solo	Codigo
Horticultura de estufas	2	5		Arenossolos	2
Agrícola hortícola	9	4		Dunas	5
Agrícola arvense	8	3		Fluvissolos	3
Agricultura ar livre	1	2		Cambissolos	4
Urbanização	6	2		Social	1
Equipamentos sociais	5	2			
Floresta	3	1			
Incultos	4	1			
Corpos de água	7	0			

Tabela 1 Factores de risco de poluição com nitratos em função do uso do solo e do tipo de solo

O índice de risco de uma determinada área deve ser calculado pela fórmula:

índice de risco = $0.6 \times$ factor uso do solo+ $0.4 \times$ factor tipo de solo

Restruturação de formato vectorial para formato matricial ("raster") 4.4.2

O formato matricial é bem adaptado para resolver este tipo de problemas pois permite efectuar rapidamente cálculos "pixel a pixel". Como o cdg Solo está em formato vectorial, o primeiro passo consite em criar um cdg matricial com a informação dos solos.

9. Converta o cdg Solo para formato matricial com uma resolução espacial de 5 metros usando a função rasterize no menu Raster/Conversion.

Se não forem definidos valores para a extensão do raster (limites superior, inferior, esquerdo e direito), a função rasterize cria um raster com uma extensão rectangular, com os lados passando nos pontos mais extremos dos objetos vectoriais representados. Os pixels das regiões do rectângulo que contêm objectos vectoriais registam o respectivo valor do atributo escolhido para obter o raster. Os pixels das regiões do rectângulo que não contêm objectos vectoriais registam um valor definido para nodata. Neste caso, vamos explicitamente criar um raster com a mesma extensão que o raster Uso02.

Esta operação é descrita pelo seguinte diagrama.



Por omissão é criado um ficheiro de output em formato GeoTIFF que é o formato mais comum para cgd do tipo raster. A extensão do raster criado poderá ser desenhada sobre a imagem, ou importada do conjunto de dados a restruturar como neste exemplo.

🔇 Rasterize (Vector to Raster)		>
Parameters Log		
Input layer		
Solo [EPSG:3763]		▼ 🦻
Selected features only		
Field to use for a burn-in value [optional]		
123 codigo		•
A fixed value to burn [optional]		
0,000000		
Output raster size units		
Georeferenced units		•
Width/Horizontal resolution		
5,000000		
Height/Vertical resolution		
5,000000		
Output extent (xmin, xmax, ymin, ymax)	Use extent from	
-54471.7977760631,-50066.781856133326,195	PSG:3763]	
Assign a specified nodata value to output bands		
0,000000	OK Cancel	
Advanced parameters		
Rasterized		
/tipoRaster.tif		
	0%	Cancel
Run as Batch Process		Run Close Help

4.4.3 Operações de reclassificação e sobreposição matricial

O QGIS permite efectuar de forma rápida cálculos ao nível do pixel. Existem dois tipos de operação que diferem no número de inputs:

- a) **Reclassificação**: quando há um único input
- b) **Sobreposição matricial**: quando há dois ou mais inputs, tendo todos os inputs o mesmo sistema de coordenadas de referência (CRS), extensão e resolução espacial.

Em QGIS ambos os tipos de operações são realizadas usando a ferramenta "Raster Calculator" do menu Raster.

10. Reclassificar os valores de tipoRaster (índices de tipo de solo) em valores do factor de risco associado ao tipo de solo de acordo com a Tabela 1. A reclassificação é realizada usando uma expressão artimética que é aplicada a todos os pixels do "raster" tipoRaster. O sufixo @1 indica que se trata da primeira "banda" de tipoRaster (neste caso só há uma "banda" mas em geral um raster pode representar uma imagem com várias bandas).

4 * (tipoRaster@1 = 2) + 4 * (tipoRaster@1 = 5) + 3 * (tipoRaster@1 = 3) + 2 * (tipoRaster@1 = 4) + 1 * (tipoRaster@1 = 1)

A expressão acima converte os valores na condição à direita (índice do tipo de solo) nos valores à esquerda (factor), realizando assim a reclassificação.

Q Raster Calcu	lator						×
Raster Bands Uso02@1 Uso03@1 Uso90@1 tipoRaster@1	1		Result Layer Output layer Output format Selected Layer E: X min -54471, Y min 195747, Columns 882 Output CRS	factorTipo GeoTIFF xtent 50000 \$ EPSG:376 project) 3 - ETRS89 / Port	X Max -5006 Y max 20000 Rows 852 rugal TM06	 ✓ 5,80000 ÷ 7,50000 ÷ ÷ ✓
 Operators 							
+	* /	sqrt	cos	sin	tan	log10	(
<	>	=	!=	<=	>=	AND	OR
Raster Calcula	tor Expression						
4 * (tipoRas 4 * (tipoRas 3 * (tipoRas 2 * (tipoRas 1 * (tipoRas Expression valid	ter@1 = 2) - ter@1 = 5) - ter@1 = 3) - ter@1 = 4) - ter@1 = 1)	+ + +			ОК	Cancel	Help

11. Aplique as operações do diagrama abaixo para determinar a carta de risco de poluição com nitratos para 2003. A operação de sobreposição matricial também é realizada em "Raster calculator" usando dois inputs na expressão aritmética.



4.4.4 Solução do exercício e regulação de transparência na carta

Nas propriedades de "layer" pode ser adicionado um botão de regulação de transparência que é particularmente útil quando se pretende observar várias cartas sobrepostas (ver Secção 1.2.10).

O resultado do exercício deverá ser uma carta de índice de risco que deverá tomar valores entre 0 e 5, dado que se trata de uma soma ponderada de factores com valores entre 0 e 5, com coeficientes de ponderação positivos que somam 1 (0.6 e 0.4). As zonas de maior risco localizam-se em arenossolos com uso de horticultura de estufas.



4.5 Exercício sobre quantificação da alteração do solo

Pretende-se obter um cdg que represente as variações da área de floresta entre 1990 e 2002. Adicionalmente, pretende-se determinar a área (em ha) perdida de floresta entre 1990 e 2002.

12. Escolha a ou as operações que lhe permitem criar um novo cdg matricial em que o valor final da célula é 1 (se há floresta em 1990 e 2002), 2 (se há floresta em 1990 mas não em 2002), 3 (se não há floresta em 1990 mas há em 2002) ou 4 (se

não há floresta nem em 1990 nem em 2002). Note que em **Raster calculator**, para representar o operador relacional \neq (diferente) o símbolo a utilizar é !=.

13. Para determinar a redução de área de floresta, converta o cdg *raster* para vectorial, e efetue uma operação de dissolução (ver Secção 3.3.5) seguida de um cálculo de áreas (ver Secção 2.4.5).

4.6 Interpolação espacial

4.6.1 Problema e dados

O cdg vetorial de linhas **AquiferoLim** representa o limite dum aquífero freático. O cdg vetorial de pontos **Pocos** representa a localização de poços no aquífero, com a respetiva concentração de nitratos, expressa em mg/L, no atributo **concNO3**. Sugestão pode criar etiquetas para o layer **Poços** com o valor da respetiva concentração de nitratos para visualizar melhor a distribuição espacial de valores.

Considere o problema de obter, a partir dos valores de concentração de nitratos (NO3) nos poços, estimativas da concentração de nitratos na água subterrânea para todos os locais do aquífero pelo método de interpolação IDW (ponderação inversamente proporcional à distância).

4.6.2 Interpolação espacial com IDW (inverse distance weighted interpolation)

O método de interpolação IDW baseia-se num conjunto de dados vetoriais de tipo ponto para gerar uma superfície em formato matricial (raster). O valor estimado da variável (neste caso, concentração de nitratos) em cada pixel v, é dado por uma combinação linear convexa dos valores nos pontos: v= Σ ci[']vi, em que os coeficientes são ci[']= ci/ Σ ci (para a soma dos ci['] ser 1) com ci=(1/di)p, em que os di são as distância aos pontos de input, e os vi são os valores (das concentrações) nos pontos. O expoente p ("power" na função IDW) permite ajustar os pesos.

Existem várias funções de interpolação disponíveis em QGIS. A função disponível no menu Raster/Analysis não permite definir a extensão da imagem a criar (criar sempre o menor rectângulo que inclui os pontos a interpolar). Para poder definir essa extensão explicitamente, pode usar-se em alternativa a a função **SAGA/Inverse Distance Weighted Interpolation** em **Processing Toolbox.** A função depende de uma série de parâmetros que podem ser escolhidos. O parâmetro princiapal é o expoente da distância ("inverse distance power") que por omissão toma o valor p=2.

- 14. Use a **função** indicada para interpolar os valores de concentração de NO3 pela região de estudo. Pode ver um exemplo de escolha de parâmetros na figura abaixo.
- 15. Execute de novo esta operação mas com valores diferentes dos parâmetros Power, Radius e número máximo de pontos. Compare os resultados e interprete as diferenças em função dos valores que atribuíu a estes 3 parâmetros.
- 16. Reclassifique o cdg matricial que obteve pelo método IDW em 3. de forma a obter um novo cdg matricial com valores inteiros (1, 2, ..., 5) representativos das 5 classes de concentração seguintes:]0 25];]25 50];]50 100];]100 150]; >150.
- 17. Crie uma legenda adequada ao cdg matricial criado por este método.

A figura seguinte ilustra a interface da função de interpolação e uma possível gama de cores para apresentação dos resultados. O mapa é colocado sobre uma imagem de muito boa resolução espacial Google Satellite como explicado na Secção 2.1.

🔇 Inverse Distance Weighted Interpolation × Parameters Log 80 72 Points × ... 🦻 Pocos [EPSG:3763] Selected features only Attribute 123 ConcNO3 \sim 62 **Distance Weighting** [1] inverse distance to a power V Inverse Distance Power 128 * 2,000000 Inverse Distance Offset Exponential and Gaussian Weighting Bandwidth * 1,000000 183 Search Range 104 \sim [0] search radius (local) Search Radius 1000,000000 * Number of Points \sim [0] maximum number of nearest points 183 Minimum * -1 Maximum 10 Search Mode [0] all directions \sim 85 Output extent (xmin, xmax, ymin, ymax) [optional] -55000, 50000, 195000, 201000 ... Cellsize 10,000000 € ↓

5 Sistemas de coordenadas de referência e projecções

5.1 Dados para o exercício

- A. cdg **VerticeSesimbra_ETRS89** que representa a posição do vértice geodésico de Sesimbra (datum ETRS89, longitude: -9.106779778°; latitude: 38.45279864°
- B. cdg de estradas do Concelho de Sesimbra EstradasSesimbraHGLx102164

5.2 Sistema de coordenadas de referência (CRS) do projecto QGIS

Em QGIS inicie um novo projecto. No fundo da aplicação, a Status bar deverá ter o seguinte aspecto:

	coordenadas	escala		CRS do projecto
Coordinate	-9.0293,38.4740	🛞 Scale 1:72.768 💌 🔒	Magnifier 100% 🖨 Rotation 0,0	Render O EPSG:4326

- 1. Verifique que o QGIS define para CRS do novo projecto o que tem código EPSG:4326. O código EPSG resulta de uma classificação de CRS para todo o globo fornecida pelo European Petroleum Survey Group
- 2. Se clicar duas vezes sobre o CRS do projecto obtem a seguinte janela que permite alterar o CRS do projecto e que permite observar a descrição do CRS corrente:

Q Project Prope	erties CRS		Х
Q	<	>	^
🔀 General	Coordinate reference systems of the world	Hide deprecated CRSs	
📝 Metadata	Coordinate Reference System	Authority ID	
💮 CRS	WGS 84	EPSG:4326	
♥ Default Styles	M/CC70 <		
— Data	Selected CRS WGS 84		
Sources	Extent: -180.00, -90.00, 180.00, 90.00 Proj4: +proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs		
[■] ∎ Relations			
${\mathbb S}$ Variables		- Linne	
Macros			
🖾 OGIS Server	Datum Transformations		~
	ОК	Cancel Apply Help	

O CRS EPSG:4326 é o sistema de coordenadas geográfico de uso mais comum. As suas coordenadas são longitude (que varia entre -180 graus e 180 graus) e latitude (que varia entre -90 graus e 90 graus) como indicado na extensão do CRS indicado na janela acima. A descrição

EPSG 4326: +proj=longlat +datum=WGS84 +no_defs.

indica que a projecção de coordenadas geográficas para coordenadas planares consiste simplesmente em usar os valores de longitude no eixo dos x e de latitude no eixo dos y, e que a longitude e latitude são definidas para um referencial elipsoidal

para a o globo terrestre designado WGS84 (é o referencial adoptado universalmente). Em particular, as coordenadas obtidas por aparelhos de GPS correspondem a esse referencial.

5.3 Sistema de coordenadas de referência (CRS) do conjunto de dados geográficos

 Adicione o cdg VerticeSesimbra_ETRS89 que representa a posição do vértice geodésico de Sesimbra (datum ETRS89, longitude: -9.106779778°; latitude: 38.45279864°). Verifique nas propriedades do layer, em General, que o CRS do layer é EPSG:4258, conhecido como ETRS89. É também um sistema de coordenadas de longitude e latitude, com coordenadas em graus:

EPSG 4258: +proj=longlat +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0,0,0,0,0 +no_defs

O datum ETRS89 é, do ponto de vista prático, idêntico ao datum WGS84 e por isso os valores de transformação de datum +towgs84, usados pelo CRS são todos nulos e os valores de longitude e latitude em WGS84 são iguais aos de ETRS89.

Note que ao adicionar esse cdg ao projecto, o CRS do projecto foi automaticamente alterado para o CRS esse novo cdg (EPSG: 4258).

4. Adicione uma imagem de muito boa resolução como explicado na Secção 2.1, como por exemplo uma imagem de satélite Google. Caso não haja alteração automática do CRS do projecto para EPSG:3857, faça essa alteração como indicado na Secção 5.2 e confirme que a descrição do CRS é:

$EPSG \ 3857: + proj=merc + a = 6378137 + b = 6378137 + lat_ts = 0.0 + lon_0 = 0.0 + x_0 = 0.0 + y_0 = 0 + k = 1.0 + units = m + nadgrids = @ null + wktext + no_defs$

É um sistema de coordenadas em metros. A projecção de coordenadas subjacente¹ induz distorções importantes nas distâncias mas preserva aproximadamente a forma.

- 5. Verifique que o vértice geodésico de Sesimbra, que tem coordenadas expressas em longitude e latitude, é representado no sistema EPSG 3857, com coordenadas em metros X= -1013762.09 m; e Y= 4643590.04 m. Para obter valores aproximados (pois dependem da posição do cursor) das coordenadas pode:
 - a. Colocar o cursor sobre o ponto e observar as coordenadas na caixa respectiva

¹ A projecção cartográfica usa duas representações geográficas do globo: as coordenadas de origem são coordenadas WGS84 sobre o elipsoide de referência, mas a projecção assume que essas coordenadas são sobre uma esfera com raio = 6378137 m, e utiliza uma projecção de Mercator (sobre um cilindro vertical). O parâmetro +**nadgrids**=@**null** acima assegura que a longitude e latitude não são alteradas quando as coordenadas WGS84 são convertidas em coordenadas sobre a esfera. O parâmetro +**wktext** assegura que o parâmetro +**nadgrids** é preservado sob GDAL/OGR (ver <u>https://proj4.org/faq.html#changing-ellipsoid-why-can-t-i-convert-from-wgs84-to-google-earth-virtual-globe-mercator</u>). A coordenada rectangular X refere-se à distância a um meridiano próximo de Geenwich, medida ao longo do Equador; e a coordenada Y refere-se à distância ao Equador. esta projecção (Pseudo-Mercator) não deve ser utilizada directamente para o cálculo de distâncias e áreas. Os erros nas áreas à latitude e/longitude de Portugal é da ordem dos 60%. A adopção generalizada do EPSG:3857 deve-se ao facto de a transformação de coordenadas geográficas WGS84 em coordenadas rectangulares ETRS:3858 (e vice-versa) ter expressões matemáticas muito simples como descrito no seguinte link: <u>https://alastaira.wordpress.com/2011/01/23/the-google-maps-bing-maps-spherical-mercator-projection/</u>). Mais precisamente, x=6378137*pi*Long /180 (m) e y=6378137*ln(tan((pi/4)*(1+Lat/90))) (m), sendo Long e Lat coordenadas WGS84 expressas em graus.

b. Activar o "plugin coordinate capture" no menu "Plugins". Essa função fica então disponível no menu "Vector". Dessa forma obtêm as coordenadas geográficas e cartográficas no CRS do projecto para esse ponto;

5.4 Reprojecção de um cdg para um novo sistema de coordenadas de referência

QGIS pode ser usado como um "conversor de coordenadas", simplesmente salvando um conjunto de dados geográficos no novo sistema de coordenadas de referência pretendido. Para salvar **VerticeSesimbra_ETRS89** num novo cdg designado **VerticeSesimbra_3857**, deve fazer-se "Export" no menu de layer e escolher o novo CRS

Q Save Vect	or Layer as		×
Format File name Layer name CRS	GeoPackage VerticeSesimbra_3857 VerticeSesimbra_3857 EPSG:3857 - WGS 84 / Pseudo-Mercator		
Encoding Save on Select fi Geomet Encoding External Layer Of Custom	ly selected features ields to export and their export options ry ent (current: layer) ptions Options	UTF-8	
	✓ Ade	I saved file to map	OK Cancel Help

Pode verificar quais são as coordenadas do ponto no novo CRS (EPSG:3857) calculando as coordenadas com as funções x e y que devolvem as coordenadas no CRS do cdg. Essa operação é realizada na tabela de atributos como explicado na Secção 1.4.3.

Q VerticeSesimbra_3857 :: Features Total: 1, Filtered: 1, Selected: 0				—		\times	
🕖 🗾 🕃 🗇 🐃 🖄 🖆 🗧 🖕 🥄 🖺 🍫 🗩 🖺 🔚 📾 🗐 📾							
123 fid 🔻 = 😢				•	Update All	Update	Selected
fid	Long	Lat	х	У			
1 1	-9,106779778	38,45279864	-1013762,0876534	4643590,0344665			
T Show All Features					8		

5.5 Cálculo de distâncias e áreas em QGIS

Algumas funções de QGIS (como a criação de buffers) usam as coordenadas do cdg para determinar distâncias. Isso é problemático quando as coordenadas sofrem uma distorção significativa como é o caso para o CRS EPSG:3857. Por isso em geral, é recomendado reprojectar todos os cdgs para um sistema de coordenadas de referência comum com distorções reduzidas de coordenadas, como é o caso do CRS EPSG:3763 para Portugal Continental. O procedimento usando "Export" para salvar um cdg num novo CRS está descrito na Secção 5.4.

No entanto, algumas operações que envolvem distâncias, como o uso da ferramenta "Measure" ou o cálculo de \$area e \$length, podem ser realizadas sobre qualquer CRS.

6. A ferramenta "Measure" , e as funções \$area e \$length

A ferramenta "Measure" permite calcular correctamente distâncias e áreas sobre a carta, independentemente do CRS do cdg.dado que QGIS converte as coordenadas rectangulares (x,y) para coordenadas elipsoidais e determina distâncias e áreas correctamente sobre essas coordenadas.

Algumas funções de QGIS (como a criação de Buffers) usam as coordenadas do cdg para determinar distâncias. Isso é problemático quando as coordenadas sofrem uma distorção significativa como é o caso para EPSG:3857. Por isso em geral, é preferível reprojectar o cdg para um sistema de coordenadas em que as distorções sejam pequenas, como EPSG para Portugal Continental

7. A ferramenta "Measure", e as funções \$area e \$length

A ferramenta "Measure" permite calcular correctamente distâncias e áreas sobre a carta, independentemente do CRS do cdg.dado que QGIS converte as coordenadas rectangulares (x,y) para coordenadas elipsoidais e determina distâncias e áreas correctamente sobre essas coordenadas.

Por omissão, o elipsoide de referência considerado para os cálculos de distâncias e áreas é o elipsoide do CRS do projecto, sendo no exemplo abaixo GRS 1980².

² GRS 1980 é o elipsoide associado ao CRS EPSG: 3763 ou EPSG:4258 discutido anteriormente, que, para aspectos práticos, é idêntico ao elipsoide WGS84 Se a opção "Ellipsoide" for "None / Planimetric", então as distâncias e as áreas calculadas sofrerão o efeito da distorção de coordenadas: por isso "None / Planimetric" não é recomendado.

Q Project Prop	perties General			×
Q	 General Settings 			^
À General	Project file s\CRS_freguesias_r	eamostragem_srtm_para_et	rs\CRS-sesimbra.	qgz 🛅
 Metadata ⊕ CRS ✓ Default Styles ■ Data 	Project home Project title Selection color Backg Save paths relative	ground color		
 Sources Relations Variables Macros QGIS Server 	 Avoid artifacts when project is Measurements Ellipsoid (for distance and area calculations) 	GRS 1980(IUGG, 1980) Semi-major 6378137,000	ades performance Semi-minor 635	≥) ~ 6752,314
	Units for distance measurement Units for area measurement	Meters Square meters		~
Coordinate Display Display coordinates using Map units (meters)				~ ~

- 8. Procure na proximidade do vértice geodésico de Sesimbra o ponto de
 - coordenadas geográficas long=9.11771,lat=38.45079, ou, equivalentemente,
 - coordenadas rectangulares EPSG: 3857 (-1014978.728,4643304.746) onde está localizado um campo de futebol (dimensões de aproximadamente 100m por 60m).

Para facilitar a procura do ponto pode instalar o plugin "Lat Lon Tools" que fica disponível no menu Plugins, e usar a ferramenta Zoom to Latitude, Longitude.

Determine o comprimento, a largura e a área do campo de futebol com a ferramenta "Measure" e verifique que os valores fazem sentido (a área deve ser próxima de 6000 m2).³

9. Em alternativa ao uso da ferramenta "Measure" crie um cdg do tipo polígono com uma feature que corresponde ao campo de futebol e um atributo **areaGRS** dado pela expressão "\$area" como ilustrado na Secção 2.4.5. A área obtida deve ser aproximadamente 6000 m2 (= 100m*60m).⁴.

³ : Verifique em Project/Properties/Measurements que a opção "Ellipsoid" é igual a "**GRS 1980**". Como os cáculos são realizados sobre o elipsoide de referência, os comprimentros e áreas são correctamente determinados. Pode comparar com as medições que obtem se usar a opção "Ellipsoid" igual a "None / Planimetric" em "Project/Properties/Measurements" que devem dar uma área de aproximadamente 10000m2 (60% maior do que a real).

⁴ Nota: Se mudar a opção para "**None / Planimetric**" em "Project/Properties/Measurements" e *depois* calcular um atributo **areaNone** da mesma forma o valor já será próximo de 10000 m2.

5.6 Transformação de datum com o parâmetro +towgs84 e rectificação de CRS

10. Adicione o cdg sobre estradas **EstradasSesimbraHGLx102164**. As estradas representadas neste cdg não coincidem com as estradas da imagem de muito boa resolução.

Verifique nas propriedades desse cdg no menu **Source** que o **CRS do cdg** é EPSG:102164: Lisboa_Hayford_Gauss_IgeoE. Este CRS é o antigo sistema de coordenadas militares, referenciadas no antigo datum

Lisboa. Clicando em 🔯 pode verificar que a descrição **proj4** é:

+x_0=200000 +y_0=300000 +ellps=intl +units=m +no_defs

Nesta descrição faltam os parâmetros de transformação de datum. Para representar correctamente estes dados no datum actual é necessário definir na descrição **proj4** os parâmetros da transformação entre datum. Valores oficiais podem ser encontrados na Direcção Geral do Território: (http://www.dgterritorio.pt/cartografia_e_geodesia/geodesia/transformacao_de_coordenadas/parametros_de_transformacao_de_coordenadas/parametros_de_transformacao_de_coordenadas/.)

Transformação com 3 parâmetros entre Datum Lisboa e WGS84:
+towgs84=-304.046,-60.576,103.64,0,0,0
Transformação com 7 parâmetros entre Datum Lisboa e WGS84:
+towgs84=-283.088, -70.693, 117.445, -1.157, 0.059, -0.652, -4.058

O QGIS tem implementada a descrição Proj4 com 3 parâmetros, com o código **EPSG 20790** Lisbon(Lisbon)/Portuguese National Grid:

11. Associe um novo CRS a LAYER: em propriedades do layer escolher o menu "Source" e seleccionar o CRS que pretende; a localização do layer é ajustada: no entanto, isso não altera o CRS do shapefile;

Para EstradasSesimbraHGLx102164 associe o CRS EPSG: 20790 / Lisbon (Lisbon)/Portuguese National Grid.

Com esta opção, embora a imagem apareça correctamente, não deve realizar operações espaciais de sobreposição com este layer pois tipicamente as operações lêm os dados em ficheiro, que continua a ter o registo do CRS EPSG:102164.

12. Crie um novo ficheiro de dados com o CRS alterado. Para realizar esta alteração permanente no CRS do cdg, escolha Export nas propriedades do layer, dando-lhe uma nova designação, e.g. EstradasSesimbraHGLx20790, e seleccionando o CRS EPSG: 20790; escolha a opção "add saved file to map" para adicionar o novo shapefile criado

ao projecto. Pode salvar no formato que quiser, como "shapefile" ou como "GeoPackage" como ilustrado abaixo. As operações de sobreposição vectorial (ver Secção 3.3) podem agora ser realizadas sobre o cdg **EstradasSesimbraHGLx20790.**

Save Vector Layer asX			
			_
	Format	GeoPackage	~
	File name	د. المحافظة ال	
	Layer name	EstradasSesimbraHGLx20790	
	CRS	EPSG:20790 - Lisbon (Lisbon) / Portuguese Nat 🗸	
	Encoding	UTF-8 V	^
	Save on	ly selected features	
	Add save	ed file to map	~
		OK Cancel Help	

5.7 Criação de um novo sistema de coordenadas de referência

- 13. Crie um novo CRS em QGIS, com a transformação de datum com 7 parâmetros:
 - a) Copie a descrição proj4 de EstradasSesimbraHGLx20790 (para re-aproveitar os valores na definição do novo CRS);
 - b) Em **Settings/Custom Projections** preencha a caixa **parameters** com a descrição proj que copiou acima e altere o parâmetro +towgs84 para

+towgs84=-283.088,-70.693,117.445,-1.157,0.059,-0.652,-4.058

c) Salve o novo CRS com o nome

Datum_Lisboa_Hayford_Gauss_Militar_Bursa_Wolf_DGT_20790

🔇 Custom Coordinate Reference System Definition				×	
 Define You can define your own custom Coordinate Reference System (CRS) here. The definition must conform to the proj4 format for specifying a CRS. 					
Name		Parameters		^ ⊕	
Datur * Ger * Ger * Ger	m_Lisb nerated nerated nerated	+proj=tmerc +lat_0=39.666666666666666666666666666666666666	+y_0=300000 +	~	
Name	Name Datum_Lisboa_Hayford_Gauss_Militar_Bursa_Wolf_DGT_20790				
Parameters	Parameters +proj=tmerc +lat_0=39.666666666666666666666666666666666666				
▶ Test					
		ОК	Cancel	Help	

14. A partir do cdg **EstradasSesimbraHGLx102164** criar novo ficheiro de dados com "Export" com o novo CRS, dando-lhe uma nova designação, e.g. **EstradasSesimbraHGLxBursaWolf**.

Q Save Vector	tor Layer as	×	
Format	GeoPackage ~		
File name	\DadosAula\EstradasSesimbraHGLxBursaWolf.gpkg		
Layer name	EstradasSesimbraHGLxBursaWolf		
CRS	USER:100001 - Datum_Lisboa_Hayford_Gauss_Militar_Bursa_Wolf_DGT_20790 🗸 🏀		
		•	
Encoding	UTF-8 \vee		
Save on	ly selected features		
🗹 Add sav	ved file to map	~	
	OK Cancel Help		

Os novos dados estão bem posicionados, e há um pequeno desvio (menos de 1m, visível em escala > 1/500) entre **EstradasSesimbraHGLx20790** e **EstradasSesimbraHGLxBursaWolf**, que é devido à diferença nas transformações de datum associadas a cada um dos cdg.

15. A partir do cdg **EstradasSesimbraHGLxBursaWolf** criar novo ficheiro de dados com o actual CRS de Portugal Continental, código EPSG:3763, designando-o, e.g. **EstradasSesimbraTMPT06**.
5.8 Transformação de datum com grelhas NTv2

A melhor transformação de datum usa grelhas NTv2. O procedimento é como acima, mas em vez de usar o parâmetro +**towgs84=...**, usa-se o parâmetro +**nadgrids=**"nome do ficheiro NTv2".

Por exemplo, o sistema de cooordenadas designado tipicamente por

Datum_Lisboa_Hayford_Gauss_Militar_Grelhas_DGT_20790

tem a seguinte descrição proj4:

em que D73_ETRS89_geo.gsb é o ficheiro que QGIS usa para a transformação de datum, descarregado em <u>http://www.dgterritorio.pt/cartografia e geodesia/geodesia/transformação de coordenadas/grelhas em ntv2/</u>

Indicações sobre como colocar os ficheiros de grelhas na pasta adequada e vários exemplos de descrições proj4 com essa transformação podem ser encontrados no link:

http://qgis.pt/blog/2014/07/13/transformacao-de-coordenadas-e-utilizacao-das-grelhas-ntv2-no-qgis/

5.9 Notas finais

Quando se adquire informação geográfica é sempre importante conhecer o sistema de projecção. O QGIS dispõe de algumas funções de transformação entre os sistemas utilizados em Portugal. As transformações não são exactas e a precisão do resultado depende dos valores atribuídos aos parâmetros de transformação. Geralmente as transformações de datum com mais parâmetros (7 em vez de 3) têm maior precisão.

Podem suceder várias situações: i) o programa não reconhece o sistema cartográfico, porque ele não foi incluído no software; ii) o programa reconhece o sistema de coordenadas, mas este não possui os parâmetros de transformação para o sistema pretendido (como no exemplo **EstradasSesimbraHGLx102164**); iii) a transformação entre dois sistemas disponível no software não é a melhor e o utilizador pode definir uma melhor transformação (como no exemplo **EstradasSesimbraHGLx20790**).

Na Tabela 2 estão descritos alguns dos sistemas de coordenadas antigos e o sistema de coordenadas oficial actual EPSG:3763 usados para Portugal Continental.

PT-TM06 (ETRS89)	HG "moderno" ou HG73	HG IgeoE ou HG Militar	HGA ("antigo") ou HGLx	Sistema de projecção cartográfica
GRS89	D73	DLx	DLx	Datum
Lat: 39,66825833° Long: -8,13310833°	Lat: 39,6667° Long: -8,1319061°	Lat: 39,6667° Long: -8,1319061°	Lat: 39,6667° Long: -8,1319061°	Ponto Central da quadrícula cartográfica
Х=Мрт-тм6 Ү=Ррт-тм6	X=M _{HG73} +180.6 m Y=P _{HG73} -86.99m	X=M _{HGA} +200k m Y=P _{HGA} +300km	X=M _{HGA} Y=P _{HGA}	Coordenadas planas
EPSG : 3763 ETRS89 / Portugal TM06 (ETRS 1989 Portugal TM6)	<i>EPSG</i> : 27493 Datum 73 / Modified Portuguese Grid (Datum 73 Hayford Gauss IPPC ou Datum 73 Modif Port Grid)	<i>EPSG: 20790</i> Lisbon (Lisbon)/Portuguese National Grid (Lisboa Hayford Gauss IgeoE)	<i>EPSG: 20791</i> Lisbon (Lisbon)/Portuguese Grid (Lisboa Hayford Gauss IPCC)	<i>Código EPSG</i> Descrição QGIS (Designação em ArcGIS)
+proj=tmerc +lat_0=39.66825833333333 +lon_0=-8.133108333333334 +k=1 +x_0=0 +y_0=0 +ellps=GRS80 +towgs84=0,0,0,0,0,0,0 +units=m +no_defs	+proj=tmerc +lat_0=39.666666666666666666666666666666666666	+proj=tmerc +lat_0=39.666666666666666666666666666666666666	+proj=tmerc +lat_0=39.666666666666666666666666666666666666	Descrição PROJ.4 disponível em QGIS



Figura 2 Algumas tranformações de datum, projecções e translações de coordenadas úteis para a cartografia de Portugal Continental para reprojectar um sistema de coordenadas de referência num outro (nem todos os parâmetros proj4 estão indicados e alguns parâmetros estão truncados – ver Tabela 2).

Caderno das aulas práticas de Geomática e SIGDR, ISA, 2018-2019

75

6 Representação cartográfica do relevo

6.1 Cálculos sobre carta topográfica em papel.

Considere a carta topográfica da Figura 3

- 1. Determine a escala da carta.
- 2. Determine as coordenadas M, P e H dos pontos A e B.
- 3. Calcule o declive entre A e B.
- 4. Estime a cota da confluência das duas linhas de água principais.
- 5. Desenhe as linhas de festo principais
- 6. Assinale na carta os pontos T e Q, definidos pelas seguintes coordenadas
- 7. Determine o azimute de Q para T:

	Т	Q
М	266350 m	267000 m
Р	262500 m	262700 m



(Unidades da quadrícula topográfica: km.) Figura 3. Carta topográfica que usa sistema de coordenadas de referência EPSG: 20790 ("coordenadas militares")

Caderno das aulas práticas de Geomática e SIGDR, ISA, 2018-2019

6.2 Operações sobre dados topográficos e modelos digitais do terreno com QGIS.

6.2.1 Dados para o exercício

Conjuntos de dados vectoriais em formato shapefile, representando

- A. Cnivel: curvas de nível (o atributo Elevation tem o valor da cota em metros),
- B. LAgua: linhas de água em que os vértices têm coordenada z, como pode ebservar usando a funcionalidade "Vertex editor", como explicado na Secção 2.2.3,
- C. Lfesto: linha de festo, cujos vértices têm uma coordenada z,
- D. PtCotados: pontos cotados, cujos vértices também têm uma coordenada z
- E. PontosAeB: um cdg que tem duas features do tipo ponto, uma para A e outra para B da Figura 3.

Todos os cdg vectoriais fornecidos se encontram no sistema de coordenadas de referência (CRS) Lisbon (Lisbon) / Portuguese National Grid (código EPSG: 20790). Nos dados que vai criar, mantenha sempre este CRS

6.2.2 Extrair coordenadas com funções \$x e \$y e expressões em etiquetas

Obtenha as coordenadas X e Y dos pontos A e B do layer Pontos A e B no sistema Lisbon (Lisbon) / Portuguese National Grid (EPSG:20790, comparando as coordenadas que obtém pelos 3 métodos seguintes:

- 8. Use o menu Vector → Coordinate Capture (se necessário activar o plugin no menu Plugins→ Manage and Install Plugins como indicado na Secção 5.3)
- 9. Crie dois novos atributos na tabela de atributos de **PontosAeB**, com os nomes X e Y e ambos de tipo Decimal number (real) com precisão de 3 dígitos. Obtenha os valores do atributo X recorrendo à função \$x e os valores do atributo Y recorrendo à função \$y; a edição de tabela de atributos foi discutida na Secção 1.4.3
- 10. Criando etiquetas para este layer com a expressão **concat(RefName, '(', round(\$x,1) , ',', round(\$y,1) ,')')** no menu de propriedades da "layer", e em "Labels". Nesse menu "Expression Dialog" pode usar "search" para procurar funções disponíveis para construir etiquetas (use "search" para procurar a função **concat**, e ver qual é a sintaxe dessa função):

Q Layer	Properties - PontosAeB L	abels		×
Q		🔤 Single labels		 ✓
🕡 Inform	ation ^	Label with		3-~~
🗞 Source	2	▼ Text Sample		
Symbo Labels	Q Expression Dialog			X
🐴 Diagra	Expression Function Ed	tor		
Source	= + - / * ^ () concat (RefName, '(', r	\n ound(\$x,1) , ',', round(\$y,	Search Show I symbol_color	Help group aggregates Contains functions which
			value	aggregate values over layers

6.2.3 Obter o modelo digital de elevações (MDE) usando interpolação TIN.

11. Crie um modelo digital de elevações (MDE) em formato raster com resolução de 4m usando apenas curvas de nível. A ferramenta a usar é **Tin Interpolation** em **Processing Toolbox.**

TIN Interp	olation									>
Parameters	Log									
(nput laver(s)	Log									
,,,										
Vector layer	V	CNivel								•
Interpolatio	n attribute 1.2	Elevation								-
Use Z-o	oordinate for inte	erpolation								
									÷	
Vector lave	r Attribu	ıte	Туре							
CNivel	Elevat	ion	Structure lines							-
Internelation	mathed									
Linoar	meulou									
Extent (vmin	vmay vmin vm	(ver								
266078 4282	0000305 26711	3 652700003	23 261808 004300	0025.263	074 5503000863 [F	056-207001		alact Extant	X	h -
Output raster	size	5.052700002	5,201000.05 1555	5525,203	071.53535555005 [E	36.20730]			~	
output fusici							Use e	xtent from		
Rows	318	Col	umns 260		\$		V° (CNivel [EPSG:2079	•0] 🔻	
Pixel size X	4,000000	Pix	el size Y 4,00000)	\$			OK Ca	ancel	
Internolated										
TIN1										
	put filo after rup	ning algorith	m							
	put me utter rum	ning argoritan								
Create temp	orary laver]									
	put filo after run	ning algorith	m							
• Open out	put nie uiter Tulli	ing agonan								
					0%					Cancel
	D									
kun as Batch	Process							Kun Cl	ose	нер

Na operação acima, foi indicado o cdg a partir do qual é derivado o MDE (curvas de nível) e o atributo que contém as cotas **Elevation.** O tipo **Break Lines** determina a regularidade da superfície gerada (neste caso não deve ser muito abrupta). A resolução espacial é de 4 metros nas duas direcções como pretendido. A extensão é importada do cdg **Cnivel** e o MDE de output é designado por **TIN1**. Opcionalmente, e para efeitos de ilustração do processo, cria-se o output adicional que mostra a triangulação(do conjunto de vértices do **CNivel**) sobre a qual está suportada a construção do MDE.

No out "Triangulation", verifique que os triângulos cruzam as linhas de água e linhas de festo, o que não corresponde à topografia do terreno nesses locais. Verifique também que o MDE **TIN1** tem resolução espacial de 4 metros.

12. Crie outro MDE (nome **TIN2**) usando informação das curvas de nível, linhas de água e linhas de festo. As linhas de água e as linhas de festo vão ter dois papéis na criação do novo MDE: contém novos pontos com cotas e são linhas de rotura, condicionando a triangulação. Nota: o cdg **PtCotados** não é usado pois essa informação já está incorporada no cdg **LFesto**.

Note que as linhas de água e de festo não são isolinhas pois cada vértice é definido por 3 coordenadas X, Y e Z, estas linhas foram criadas noutro programa.

_			
🔇 TIN Interpolati	on		×
Darameters I	00		
Input laver(s)	Jog		
input layer(3)			
Vector layer	V [~] LFesto		•
Interpolation attr	ibute		•
V Use Z-coordi	nate for interpolation		
V Ose 2-coordi			
Vector layer	Attribute	Туре	
CNivel	Elevation	Structure lines	•
LAgua	Z_COORD	Break lines	•
LFesto	Z COORD	Break lines	▼ ▼
Interpolation meth	od		
Linear			•
Extent (xmin, xma	x, ymin, ymax)		
266078.42820000	305,267113.652700003	3,261808.09439999925,263074.55939999863 [EPSG:20790]	Select Extent X
Output raster size			Use extent from
Down 219		umps 260	V [°] CNivel [EPSG:20790] ▼
KOWS 510	▼ C01		
Pixel size X 4,00	00000 Q Pix	el size Y 4,000000	OK Cancel
Interpolated			
TIN2			
✓ Open output fi	le after running algorith	n	
Triangulation	5 5		
[Create temporary	layer]		
✓ Open output fi	le after running algorith	n	
• open output i			
		0%	Caral
		0%0	Cancel
Run as Batch Proce	SS		Run Close Help

Verifique que esta nova triangulação é muito mais detalhada junto às linhas de água e às linhas de festo. Em particular, verifique que as linhas de água e de festo já não passam no interior dos triângulos. Isso significa que a nova triangulação e o MDE **TIN2** representa de forma mais precisa o relevo da região.



Para comparar visualmente **TIN1** e **TIN2** faça "zoom" para uma elevação (na vizinhança de uma linha de festo e de um ponto cotado) e use a opção do menú direito "**Stretch using current extent**" em **TIN1** e em **TIN2**: pode verificar que **TIN2** exibe uma maior variação de cotas do que **TIN1**.



Nota sobre a função TIN Interpolation

- A. Input: indicação dos cdg vectoriais cujos valores são utilizados na criação do MDE
 - a. para cdg cujos vértices são definidos apenas por coordenadas X e Y, deve utilizar os valores de um dos atributos para a interpolação; aplica-se a pontos, isolinhas (tipicamente curvas de nível) e polígonos

Caderno das aulas práticas de Geomática e SIGDR, ISA, 2018-2019

horizontais – em qualquer dos casos um dos atributos do cdg é, obrigatoriamente, a cota Z dos vértices (caso contrário, não pode ser utilizado na criação de um MDE);

- b. para cdg cujos vértices são definidos por coordenadas X, Y e Z pode/deve usar a coordenada Z para a interpolação; aplica-se sempre a linhas de água, linhas de festo e a polígonos cujos vértices têm cotas diferentes;
- c. para pontos ou linhas e polígonos horizontais XYZ em que a cota Z também seja um atributo, qualquer das opções é válida.
- B. Type: a forma como a feature é usada na interpolação
 - b. Points sem restrições na construção da rede de triângulos de Delaunay;
 - c. Structure lines em princípio origina uma superfície mais regular, sem cortes abruptos é adequado para curvas de nível, restringindo a interpolação através da linha;
 - d. Break lines em princípio pode originar mudanças abruptas de declive -- aplica-se a linhas de rotura, como as linhas de festo e as linhas de água, impedindo a interpolação através das linhas.

6.2.4 Derivar curvas de nível a partir de um MDE

A partir de um MDE podem ser derivadas diversas representações do terreno. Uma das possibilidades é estimar a partir do MDE curvas de nível de cota arbitrária. A função a usar para esse efeito é **Contour** do menu **Raster/Extraction.**

13. Construa uma novo cdg de curvas de nível (designado CNtin) derivado de TIN2, em que as curvas de nível têm uma equidistância de 10m, e compare a CNtin com CNivel para verificar que são muito semelhantes.

Q Contour		X
Parameters Log		
Input layer		^
TIN2 [EPSG:20790]	~	
Band number		
Band 1	~	
Interval between contour lines		
10,000000	A V	
Attribute name (if not set, no elevation attribute is attached) [optional]		
ELEV		
Offset from zero relative to which to interpret intervals [optional]		
0,00000		
▼ Advanced parameters		
Produce 3D vector		
Treat all raster values as valid		
Input pixel value to treat as "nodata" [optional]		
Not set		
Additional creation options [optional]		
Contours		
CNtin		
Open output file after running algorithm	,	
GDAL/OGR console call		
gdal_contour -b 1 -a ELEV -i 10.0 -3d -f "" C:/Users/mlc/AppData/Roaming/QGIS/QGIS3/profiles/defaul processing/outputs/TIN2 C:/Users/mlc/AppData/Roaming/QGIS/QGIS3/profiles/default/processing/outp	t/ uts/CNtin	

Note que há duas formas de representar as cotas das curvas de nível produzidas por Contour:

- A. Através do atributo ELEV na tabela de atributos de CNtin;
- B. Através da coordenada z dos vértices de CNtin, que é gerada com a opção "Produce 3D vector". Verifique com Vertex Editor que CNtin tem coordenadas z nos vértices e que são iguais para todos os vértices da mesma curva de nível
- 14. (Opcional) Analise a qualidade dos dois MDE obtidos anteriormente (TIN1 e TIN2) e identifique as diferenças entre eles procedendo de duas formas:
 - A. Derivando curvas de nível de e comparando-as;
 - B. Calculando em raster calculator o cdg matricial das diferenças TIN2-TIN1
 - C. Identifique onde ocorrem as maiores diferenças entre os dois MDE e interprete as causas dessas diferenças.

6.2.5 Observação de perfis do terreno com "Profile tool plugin"

QGIS permite adicionar funções ("plugins") adicionais. Aqui será usada a função "**Profile tool**" que permite criar perfis do terreno a partir de um MDE.

A instalação de "Profile tool" faz-se no menu "Plugins" e fica depois disponível nesse mesmo menu.

Q Plugins All (280)				×	<
🏠 All	♀ profile				⊠
 Installed Not installed New Install from ZIP 	Profile tool prof Temporal/Spectral Profile Tool VoGIS-ProfilTool	Profile tool Plots terrain profile This tool plots profile lines from raster layers or point vector layer with elevation field. Supports svg, pdf, png or csv file. Supports 3D polyline export to dxf. ☆☆☆☆☆ 255 rating vote(s), 344660 downloads	rts multiple lines as well a	as graph export to	<
🔅 Settings		Upgrade All	Uninstall Plugin Close	Reinstall plug Help	in

15. Obtenha um perfil vertical entre os pontos A e B ao longo de uma linha poligonal Note que pode obter simultaneamente os perfis derivados de mais do que um MDE.



16. Obtenha o perfil vertical ao longo de uma linha de água. Se em "**Options**" escolher "**selected polyline**" tem a possibilidade de seleccionar uma feature de um cdg de linhas e obter o perfil ao longo dessa feature.



17. Use o separador "Table" (em vez de "Profile") para copiar as coordenadas e cotas do perfil gerado para uma folha de cálculo.

6.2.6 Derivação de declives, orientações e iluminação a partir de um MDE

18. Usando a função **Slope** em Raster/Analysis construa uma carta de declives expressos em percentagem. Verifique que pode obter declives superiores a 100% para esta região com relevo marcado. A opção "**compute edges**" permite estimar o declive na bordadura do cdg.



Q Slope	×
Parameters Log	
Input layer	^
▶ TIN2 [EPSG:20790]	
Band number	
Band 1	
Ratio of vertical units to horizontal	
1,000000	
Slope expressed as percent instead of degrees	
Compute edges	
Use ZevenbergenThorne formula instead of the Horn's one	
Advanced parameters	
Slope	
W:/Aulas/Declive.tif	
🖂 Open output file after running algorithm	
GDAL/OGR console call	
gdaldem slope C:/Users/mlc/AppData/Roaming/QGIS/QGIS3/profiles/default/processing/outputs/ TIN2 W:/Aulas/Declive.tif -of GTiff -b 1 -s 1.0 -p -compute_edges	~

- 19. (Optional) A partir do cdg matricial que criou, derive um novo cdg em formato vectorial (polígonos) representando o declive em percentagem, de acordo com os intervalos seguintes: [0; 5%[, [5%; 15%[, [15%; 30%[e [30%; ...[.
- 20. Usando a função Aspect construa uma carta de orientações de encosta em que as orientções são expressas como um azimute.

🔇 Aspect	Х
Parameters Log	
Input layer	^
TIN2 [EPSG:20790]	
Band number	
Band 1 V	
Return trigonometric angle instead of azimuth	
Return 0 for flat instead of -9999	
Compute edges	
Use ZevenbergenThorne formula instead of the Horn's one	
Advanced parameters	
Aspect	
W:/Aulas/Orientacao.tif	
🖂 Open output file after running algorithm	
GDAL/OGR console call	
gdaldem aspect C:/Users/mlc/AppData/Roaming/QGIS/QGIS3/profiles/default/processing/outputs/ TIN2 W:/Aulas/Orientacao.tif -of GTiff -b 1 -zero_for_flat -compute_edges	~

21. Crie uma legenda para o cdg **Orientacao** indicando as orientações Plano, Norte, Este, Sul e Oeste. Note que se usou a opção "**return 0...**", o terreno plano é indicado por esse valor.



- 22. Crie um novo cdg em formato vectorial do tipo "polígono" representando as zonas com orientação Norte (considerando Norte quando a orientação é menor ou igual a 45° e maior do que 315°) e declive até 15°
- 23. O coseno do ângulo de incidência solar é a medida usual da quantidade de iluminação da superfície e é função da posição do sol. A função Hillshade devolve um cdg matricial com valores de (255*coseno do ângulo de incidência solar). Aplique essa função considerando um dia e hora em que o ângulo azimutal do sol é 225° e o ângulo vertical (elevação do sol) é de 45°.

Q Hillshade		×
Parameters Log		
	~	
Band number		
Band 1	\sim	
Z factor (vertical exaggeration)		
1,00000		
Scale (ratio of vertical units to horizontal)		
1,00000		
Azimuth of the light		
225,000000		
Altitude of the light		
45,000000	×	~

24. Use o resultado da função **Hillshade** para criar uma carta de relevo em que as alterações de relevo são realçadas pela carta de iluminação. Para tal coloque a carta de iluminação sobre **TIN2** e use transparência para visualizar ambas as cartas simultaneamente.



6.3 Acesso a dados abertos de altimetria em formato raster (SRTM)

Os dados globais SRTM com resolução de aproximadamente 90 m ou de 30 m (na prática a diferença de qualidade não é muito marcada) estão disponíveis em acesso aberto. Os ficheiros em formato **hgt** correspondem a áreas de um mosaico com 1 grau de latitude por 1 grau de longitude com denominação **NxxWyyy.hgt**, em que **xx** é a latitude e **yyy** é a latitude do *canto inferior esquerdo da imagem*. Para os outros quadrantes de longitude e de latitude a denominação será SxxWyyy.hgt, NxxEyyy.hgt, e SxxEyyy.hgt.

O acesso aos mosaicos faz-se directamente através do link <u>https://dds.cr.usgs.gov/srtm/version2_1/SRTM3/</u> que permite descarregar qualquer mosaico SRTM3 (i.e. SRTM com resolução de 3 arcos de segundo, ou seja aproximadamente 90 metros).

Cada ficheiro está comprimido e por isso tem que ser descomprimido antes de poder ser aberto em QGIS.

6.4 Reamostragem e comparação de SRTM com dados topográficos

6.4.1 Dados para o exercício

- A. Dados topográficos referentes à Paisagem Protegida da Serra de Montejunto: Limite_DTM, Linhas_agua_singlepart, Curvas_nivel_singlepart e Pontos_cotados no sistema de coordenadas oficial português EPSG:3763.
- B. O mosaico SRTM3 que corresponde a essa região, que será o N39W010.

6.4.2 Criação e recorte de MDE pelo limite da região

- 25. Criar MDE (como na Secção 6.2.3) usando pontos cotados (Elevation), linhas de água (coordenada Z) e curvas de nível (Elevation); escolher como resolução 10m; designar output por mde10m. O CRS de mde10m deverá ser EPSG:3763. Se usar a extensão dada por Limite_DTM deverá usar 1132 colunas e 922 linhas (verifique dividindo a extensão por 10) por forma a que a resolução seja aproximadamente 10 m.
- 26. Usar Clip raster by Mask Layer em Raster/Extraction para recortar mde10m por limite_DTM : Chamar ao output mde10lim.

Q Clip Raster by Mask Layer	×
Parameters Log Input layer	^
▶ mde10m [EPSG:3763] ∨	
Mask layer	
C Limite_DTM [EPSG:3763]	
Selected features only	
Assign a specified nodata value to output bands [optional]	
Not set	
Create an output alpha band	
Match the extent of the clipped raster to the extent of the mask layer	
Keep resolution of output raster	

O resultado é um MDE com valores no interior do poligono definido por **Limite_DTM**. Comparando o MDE obtido com dados topográficos com o mosaico SRTM **N39W010** é nítida a diferença de resolução espacial que é mais grosseira para SRTM (ver Figura 4).



Figura 4. Comparação do SRTM na região da Paisagem Protegida da Serra de Montejunto (fundo) com o MDE derivado de dados topográficos com interpolação TIN e resolução espacial de 10 m (frente)

6.4.3 Reamostragem e alinhamento de rasters com gdalwarp

Pode verificar que o sistema de coordenadas da imagem **N39W010** é EPSG:4326 e que a resolução é de 0.000833333 graus (3 arcos de segundo).

Pretende-se alterar resolução e alinhamento de **N39W010** para criar um novo cdg com o mesmo sistema de coordenadas de **mde10m** (EPSG:3763), resolução de 10m e alinhado com **mde10m**.

Se se pretendesse apenas fazer a reamostragem de **N39W010** poder-se-ia usar função **Warp** (**Reproject**) em Raster/projection No entanto, a interface para essa função em QGIS, que permite escolher um novo CRS e uma nova resolução espacial, não permite fixar a extensão do raster de output.

Para alinhar **mde10m** e **N39W010**, escolhendo uma grelha comum com a extensão de **Limite_DTM**, usa-se a função **Align Rasters** no menu Raster. O critério de reamostragem de Lanczos dá em geral muito bons resultados para modelos digitais de elevação, mesmo quando se força a resolução espacial a ser mais detalhada (10 m) do que a resolução espacial da imagem nativa (aproximadamente 90 m).

27. Aplicar função **Align Rasters** sobre os cdg **mde10m** e **N39W010**, definindo o CRS de output como EPSG:3763, resolução de 10 metros e extensão de **Limite_DTM**. Para **N39W010** deve usar-se o critério de reamostragem de Lanczos. Para mde10m pode usar-se simplesmente o critério do vizinho mais próximo dado que a resolução praticamente não se altera.

🔇 Align Raster	ſS			\times	Q Configure Layer Resampling ×
Raster layers to mde10m N39W010	align		⊕ <u>)</u> =		Input raster layer: N39W010 Output raster filename: junto/srtm10m-alinhado.tif Browse
Reference layer CRS Cell size Grid offset Clip to Ex West -85738.	mde10m [best ref EPSG:3763 - ETR 10,000000 1,602000 xtent (current: Li North -47859 3983 South -57080 Exta Calculate fro	Ference] 589 / Portugal T	M06 ~ ()000 20 412.9837 Canvas Exte		Resampling method: Lanczos (6x6 kernel) ~ Rescale values according to the cell size OK Cancel
Output size	1132 x 922				
Image: Add alighed 100%	OK	Close	Help		

A operação Align Rasters sobre mde10m e N39W010 devolve os rasters (aqui designados respectivamente por mde10malinhado e por srtm10m-alinhado) que vão ter exactamente o mesmo CRS, extensão e resolução espacial como se pode verificar na Tabela 3.

Tabela 3. Efeito da operação "Align rasters". Os outputs têm exactamente a mesma extensão e resolução espacial. Neste caso foi usado mde10m para definir a extensão dos outputs.

cdg	CRS	"Pixel Size"	Extensão (xmin,ymin,xmax,ymax)
mde10m	3763	10.0048,-10.0007	-85738.398,-57080.262,-74412.983,-47859.654
N39W010	4236	0.000833333,-0.000833333	-10.000416666,38.99958333,-8.99958333,40.000416666
mde10m-alinhado	3763	10,-10	-85738.398,-57079.654,-74418.398,-47859.654
srtm10m-alinhado	3763	10,-10	-85738.398,-57079.654,-74418.398,-47859.654

No processo de reamostragem, as operações de QGIS podem produzir valores que representam **nodata**, como por exemplo -9999 . É possível estabelecer que um valor particular deve ser interpretado como nodata em propriedades do "layer":

Q Layer Properties - mde10m-alinhado Transparency X				
٩		▶ Global Opacity		
 Information 	^	No Data Value		
🗞 Source		No data value not defined		
Symbology		Additional no data value -9999		
💹 Transparency	Transparency			
🔤 Histogram				

28. Comparar as elevações dadas por **mde10m-alinhado** e **srtm10m-alinhado** criando um cdg matricial das diferenças. Construa o histograma respectivo.

Note que apenas se retende fazer a comparação na região delimitada por **Limite_DTM**. Por isso, antes de calcular as diferenças deve fazer o recorte de **mde10m-alinhado** e **srtm10m-alinhado** por **Limite_DTM** da forma que foi ilustrada na Secção 6.4.2.



29. Reclassifique-as a carta de diferenças em classes de 5m de amplitude. O resultado deve ser semelhante à Figura 5. Comente as diferenças observadas tendo em consideraação o relevo da região considerada.



6.4.4 Solução do exercício

Figura 5 Paisagem Protegida da Serra de Montejunto: diferenças em metros entre a carta de elevações derivada de dados topográficos e carta de elevações derivadas de SRTM3. Os valores negativo (a vermelho) correspondem a zonas.em que a elevação (dados topográficos) é inferior à elevação indicada pelos dados abertos SRTM3.

7 Introdução à análise de imagens de satélite multiespectrais

Os dados matriciais manipulados até aqui consistiam em imagens com uma única banda. As imagens de observação da Terra são tipicamente imagens multiespectrais com uma banda por cada região do espectro electromagnético que o sensor detecta. As bandas podem pertencer á região espectral do visível mas também podem pertencer a regiões espectrais que não são visíveis pelo olho humano, e em particular às regiões espectrais dos infravermelhos.

7.1 Dados para o exercício

Ficheiros em formato GTiff denominados **LC82030332014151.tif** e **LC82030332014167.tif** correspondentes respectivamente a uma data em Maio de 2014 e em Junho de 2014 que resultaram do recorte de imagens multiespectrais Landsat 8, colecção CDR (Climate Data Record), convertidas para valores de relectância (multiplicados por 10000). A fonte dos dados é http://earthexplorer.usgs.gov/. Cada imagem multiespectral corresponde às bandas 1 a 7 do sensor OLI instalado no satélite Landsat 8, cuja resolução espectral é descrita na tabela

Band	Description	Wavelength (micrometers)	Resolution (meters)
1*	Violet-Deep Blue	0.43 - 0.45	30
2*	Blue	0.45 - 0.51	30
3*	Green	0.53 - 0.59	30
4*	Red	0.64 - 0.67	30
5	Near Infrared	0.85 - 0.88	30
6	Shortwave Infrared	1.57 - 1.65	30
7	Shortwave Infrared	2.11 - 2.29	30
8*	Panchromatic	0.50 - 0.68	15
9	Cirrus clouds	1.36 - 1.38	30
10**	Thermal infrared	10.62 - 11.19	30
11**	Thermal infrared	11.50 - 12.51	30
* Within t	he visible spectrum	ated to 30 meters	

O nome do ficheiro LC82030332014151.tif tem informação relevante sobr eos dados:

- A. LC8 indica que os dados provêm de Landsat 8, Climate Data Record;
 - B. 203033 indica a localização imagem descarregada no sistema WRS, em que 203é o índice de "path", e 033 é o índice de "row";
- C. 2014151 indica a data de aquisição da imagem pelo sensor, isto é, o dia juliano 151 do ano 2014 (ou seja 31 de maio de 2014).

7.2 Imagens multiespectrais e metadados

1. Interpretar os valores de metadados associados as imagens, e disponibilizados em <u>http://earthexplorer.usgs.gov/</u>, nomeadamente a data e hora de aquisição da imagem, a geometria de observação e de iluminação, e a magnitude dos erros posicionais (erros na direcção do x e do y):

7.2 Imagens multiespectrais e metadados

Data Set Attribute	Attribute Value	Data Set Attribute
Landsat Scene Identifier	LC82030332014151LGN00	Landsat Scene Identifier
WRS Path	203	WRS Path
WRS Row	033	WRS Row
Target WRS Path	203	Target WRS Path
Target WRS Row	033	Target WRS Row
Nadir Off Nadir	NADIR	Nadir Off Nadir
Full or Partial Scene	FULL	Full or Partial Scene
Data Category	NOMINAL	Data Category
Bias Parameter File Name OLI	LO8BPF20140531104328_20140531111649.01	Bias Parameter File Name OLI
Bias Parameter File Name TIRS	LT8BPF20140531103934_20140531111742.01	Bias Parameter File Name TIRS
Calibration Parameter File	L8CPF20140401_20140630.01	Calibration Parameter File
RLUT File Name	L8RLUT20130211_20431231v09.h5	RLUT File Name
Roll Angle	001	Roll Angle
Station Identifier	LGN	Station Identifier
Day/Night	DAY	Day/Night
Data Type Level 1	L1T	Data Type Level 1
Sensor Identifier	OLI_TIRS	Sensor Identifier
Date Acquired	2014/05/31	Date Acquired
Start Time	2014:151:11:07:40.1548670	Start Time
Stop Time	2014:151:11:08:11.9248630	Stop Time
Image Quality	9	Image Quality
Scene Cloud Cover	2.43	Scene Cloud Cover
Sun Elevation	66.17401902	Sun Elevation
Sun Azimuth	129.05722206	Sun Azimuth
Geometric RMSE Model X	4.972	Geometric RMSE Model X
Geometric RMSE Model Y	5.167	Geometric RMSE Model Y
Browse Exists	Y	Browse Exists
Processing Software Version	LPGS_2.3.0	Processing Software Version
Center Latitude	38°54'15.30"N	Center Latitude
Center Longitude	7°19'51 56"W	Center Longitude

Leia no QGIS os ficheiros LC82030332014151.tif e LC82030332014167.tif e considere, em primeiro lugar a imagem de de Maio (dia 2014151).

2. Qual é o sistema de coordenadas de referência associado a imagem? Qual e a resoluçãoespacial? Qual e o valor numérico associado a No Data? Verifique que a composição colorida apresentada por omissão é RGB=123.

Q Layer Properties - LC82030332014151 Symbology				
	• Band Rende	ring		^
Source	Render type	Multiband color V		
Symbology	Red band	Band 1 (Gray)	~	
🚾 Transparency	Green band	Band 2	\sim	
Histogram		Min 271.008 Max 992.383		
A Pyramids	Blue band	Band 3	\sim	
📝 Metadata		Min 405.69 Max 1547.14		~
E Legend	Style 🔹	OK Cancel Apply	Help	

7.3 Assinaturas espectrais e composições coloridas

3. Construir uma composição colorida em cor verdadeira RGB=432. Para ajustamento do contraste use o critério mean +/-3* standard deviation. Qual e a cor da vegetação nesta composição colorida?

Q Layer Properties - I	LC82030332014151 Symbology	×	<
 Q Layer Properties - L Q Information Source Symbology Transparency Histogram Rendering Pyramids Metadata Loggand 	LC82030332014151 Symbology Band Rendering Render type Multiband color Red band Band 4 Min 240.477 Max 2483.52 Green band Band 3 Min 5.439 Max 1739.32 Blue band Band 2 Min 34.7146 Max 1144.65		<
QGIS Server	 Min / Max Value Settings User defined Cumulative 2,0 • - 98,0 • % Min / max Mean +/- standard deviation × 3,00 • 		~

4. Construir uma composição colorida em falsa cor RGB=543 de forma analoga. Qual é agora a cor da vegetação?

Verificar que algumas zonas de regadio têm uma cor avermelhada muito marcada. Com a ferramenta **identify** recolher uma assinatura espectral para um pixel com essa coloração e interpretar os valores de acordo com os conhecimentos sobre a assinatura espectral típica de vegetação verde -- por exemplo escolha o pixel de coordenadas x = 645060; y = 4239147 – pode instalar por exemplo o *plugin* "zoom to paste" para encontrar esse ponto sobre a imagem. Comparar com a assinatura espectral de um pixel numa zona urbana (ver exemplo na Figura 6).

Identify Results		Identify Results	
		E 🕵 📬 😫 😼 🖶 🗮 🔫	
Feature	Value	Feature	Value
∨ 0	LC82030332014151	✓ 0	LC82030332014151
✓ LC82030332014151		✓ LC82030332014151	
Band 1	261	Band 1	590
Band 2	341	Band 2	810
Band 3	741	Band 3	1210
Band 4	547	Band 4	1548
Band 5	4192	Band 5	2657
Band 6	1858	Band 6	3066
Band 7	903	Band 7	2302

Figura 6. Comparação de uma assinatura spectral Landsat8/OLI de um pixel de regadio (èsquerda) e de um píxel de urbano (à direita)

7.4 Interpretação automática de imagens

Use a banda 5 (infravermelho próximo) da imagem para obter uma estimativa da area inundada correspondente a Albufeira do Alqueva.



5. Observe o histograma desse cdg (altere o máximo e mínimo no histograma se necessario) para determinar um ponto de corte" entre agua e outro tipo de coberto;

- 6. Realize uma reclassicação em **raster calculator** do cdg em duas classes usando o ponte de corte escolhido e uma conversão para formato vectorial (como explicado na Secção 4.3).
- Seleccione a feature correspondente à albufeira e calcule a sua área (como descrito na Secção 2.4.5). Nota: a superfície média da albufeira é um pouco maior dado que a imagem LC82030332014151 não cobre totalmente a albufeira do Alqueva.



7.5 Cálculo e interpretação de um índice de vegetação

8. Construir em raster calculator o ndice de vegetação Construir em raster calculator o ndice de vegetação

$$NDVI = (IVP-V)/(IVP+V)$$

em que V e IVP representam respectivamente as reflectâncias na região do vermelho do infra-vermelho próximo. Apresente o resultado como um mapa com legenda de cores entre amarelo (valores de NDVI igual a 0) e verde escuro (valor de NDVI igual a 0.7).

9. Repita o procedimento para a imagem LC82030332014167.tif. Verique que em geral os valores de NDVI baixam entre o dia 151 e o dia 167 (devido a redução de precipitação) mas que existem parcelas regadas em que o valor de NDVI aumenta. A Figura 7 ilustra a evolução do NDVI entre as duas datas.



Figura 7: Carta de NDVI para dia 31 de maio (à esquerda) e para dia 15 de junho 2014 (à direita) sobre a região do Alqueva. A cor verde representa valores de NDVI mais elevados.