



ciimar

# Curso de Formação

## Manipulação e Análise de Informação Geográfica (SIG)

# Manual

22, 25, 29 de Maio e 1 de Junho de 2015

José Alberto Gonçalves & Ana Bio

# Índice

Plano de aulas.....	1
1. Parte teórica	
1.1    Sistemas de referência geográfica .....	2
1.2    Conceitos sobre Informação Geográfica na forma vetorial.....	25
1.3    Conceitos sobre Informação Geográfica na forma raster .....	45
2. Parte prática	
2.1    Instalação e introdução ao QGIS .....	65
2.2    Sistemas de coordenadas .....	70
2.3    Manipulação e análise de dados vetoriais .....	72
2.4    Manipulação e análise de dados raster .....	79
2.5    Composição de mapas.....	82
2.6    Exercício de “Marine spatial planning” .....	87
Bibliografia.....	88
Links importantes .....	88

## Plano de aulas

22/Maio

10:00-12:30 – Introdução. Conceitos gerais sobre Sistemas de Informação Geográfica. Sistemas de coordenadas.

13:30-16:00 – Aula prática. Instalação do programa QGIS. Utilização essencial do QGIS. Exploração de alguns ficheiros de dados a fornecer.

25/Maio

10:00-12:30 – Conceitos sobre IG na forma vetorial: Estrutura de dados vetoriais, formatos, pesquisas de dados por atributos e por critérios espaciais, operações de análise espacial.

13:30-16:00 – Exercícios de manipulação e análise de dados vetoriais

29/Maio

10:00-12:30 – Conceitos sobre IG na forma raster: Estrutura de dados, formatos, geração de rasters, processos de interpolação, álgebra de mapas.

13:30-16:00 – Exercícios de manipulação e análise de dados raster

1/Junho

10:00-12:30 – Resolução de exercícios.

13:30-16:00 – Resolução de exercícios.

## 1. Parte teórica

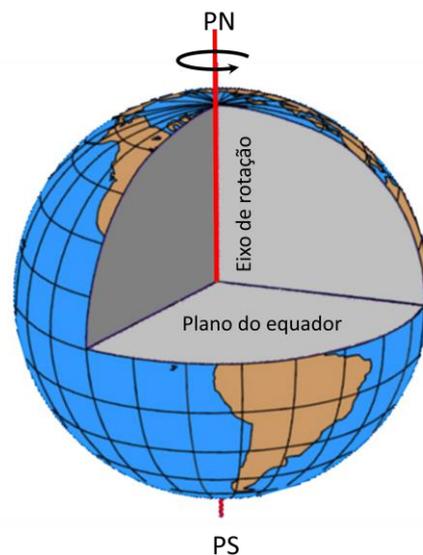
### 1.1. Sistemas de referência geográfica

#### Tópicos

- Forma da Terra
- Superfícies de referência: Geoide e elipsoide
- Coordenadas geográficas WGS84
- Referência a sistemas mais antigos
- Projeções cartográficas
- Deformações introduzidas pelas projeções
- Tipos de projeções
- Projeção de Gauss – Exemplos dos sistemas UTM e PT-TM06.
- Associação de sistemas de coordenadas à informação geográfica

#### Sistemas de referência geográfica

- A Terra é um corpo de forma aproximadamente esférica.
- Está animada de um movimento de rotação em torno de um eixo. Permite definir:
  - *Polo Norte*
  - *Polo Sul*
- Plano perpendicular ao eixo, que passa no centro de massa da Terra:
  - *Plano do Equador*
- Meridianos
  - “Círculos” com centro no centro da Terra e que passam nos polos.

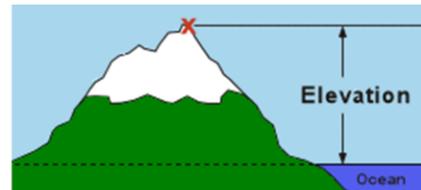


## Forma da Terra

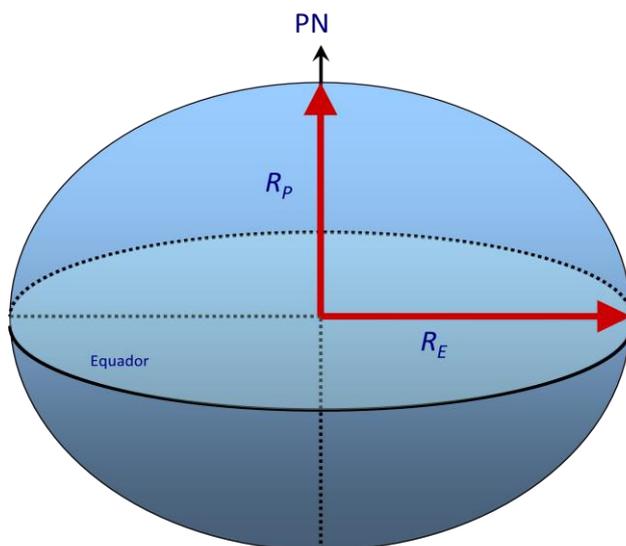
- Considera-se a superfície do nível médio dos oceanos, prolongada sob os continentes (superfície equipotencial do campo gravítico). Designa-se por:

### **GEOIDE**

- Descrevemos a superfície física através do afastamento a essa superfície de referência.
  - *Conceito de altitude "acima do nível do mar"*



- Forma do Geoide:
  - *Esfera achatada nos polos.*
  - *Matematicamente é tratado como um elipsoide de rotação.*



*Semi-eixo maior*

*(raio equatorial)*

$$R_E = 6.378.137 \text{ m}$$

*Semi-eixo menor*

*(raio polar)*

$$R_p = 6.356.752 \text{ m}$$

Elipsoide WGS-84 (World Geodetic System 1984)

# Coordenadas geográficas geodésicas

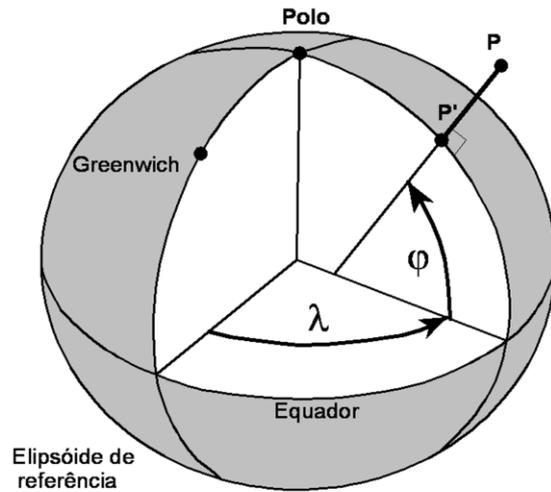
- Coordenadas:

- *Longitude ( $\lambda$ ) – ângulo entre meridiano de Greenwich e meridiano do lugar.*
- *Latitude ( $\phi$ ) – ângulo entre a normal ao elipsóide e o plano do equador.*

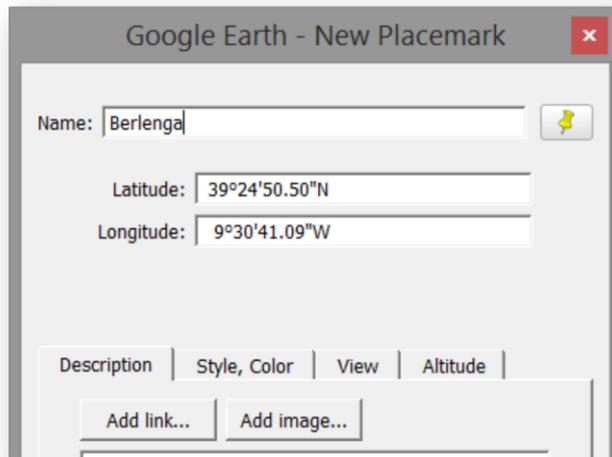
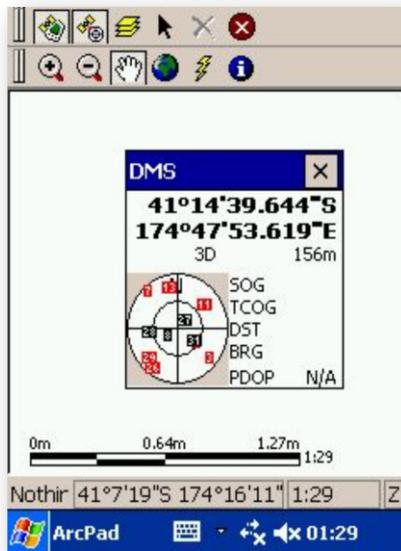
**NOTA:**

*Coordenadas geográficas noutros elipsóides, são diferentes.*

*Isso acontece nos sistemas cartográficos antigos.*



- São estas coordenadas usadas pelo sistema GPS e pelo Google Earth.



- Frequentemente usa-se o sistema sexagesimal.
- Pode ser preferível dispor das coordenadas na forma decimal:

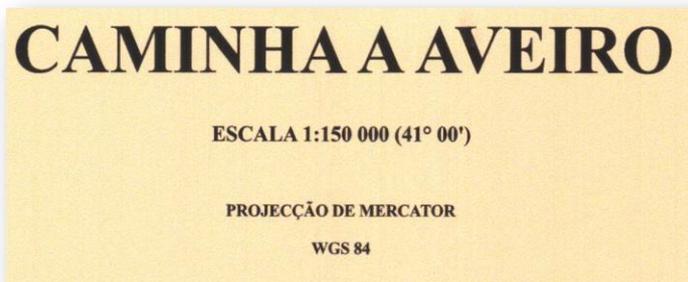
$$9^{\circ} 30' 41.09'' W = - \left( 9 + \frac{30}{60} + \frac{41.09}{3600} \right) = -9.511413$$

$$39^{\circ} 24' 50.50'' N = 39 + \frac{24}{60} + \frac{50.50}{3600} = 39.414027$$

**NOTA:**

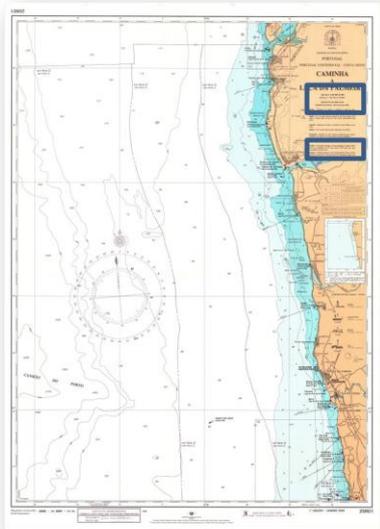
No terreno: 1' corresponde a 1852 metros (em latitude)  
 1" corresponde a 31 metros (em latitude)  
 0.001° corresponde a 111 metros (em latitude)

- Tendencialmente será adotado o sistema global WGS84 para referência geográfica, sendo encontradas essas coordenadas na cartografia.



*O Instituto Hidrográfico produz atualmente a sua cartografia com base no sistema de referência WGS84  
 O mesmo acontece com o Instituto Geográfico do Exército.*

- Cartas menos recentes poderão estar referidas a outros elipsoides.



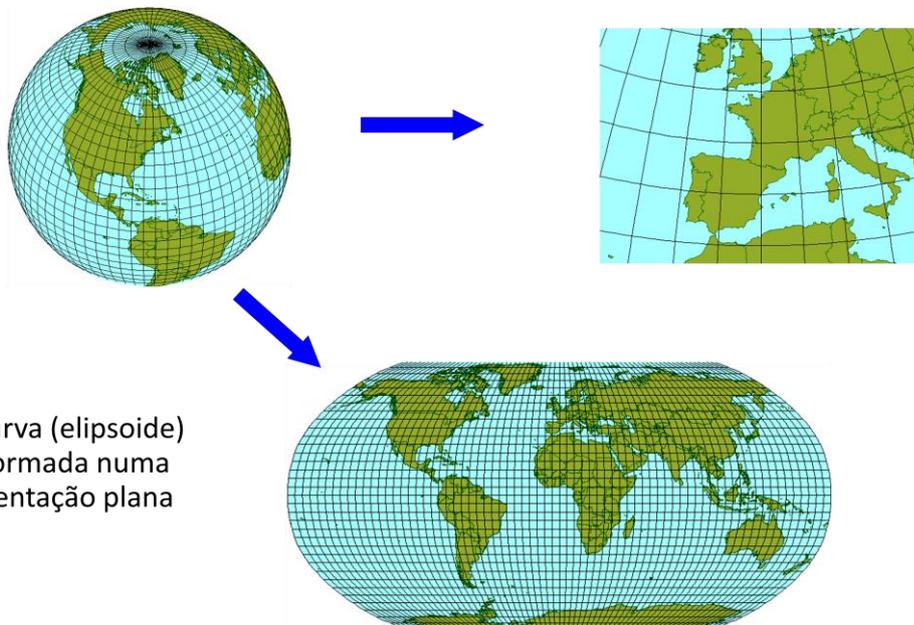
ESCALA 1:150 000 (41°00')  
 ESCALA 1:148 746 (41°33'00")  
 PROJEÇÃO DE MERCATOR  
 Elipsóide Internacional - Datum Europeu (1950)

**Posições** - As posições referidas ao sistema geodésico mundial (WGS) devem ser corrigidas de 0,07' para norte e 0,09' para leste, para concordância com esta carta.

**Positions** - Positions referred to the World Geodetic System (WGS) should be moved 0,07' Northward and 0,09' Eastward to agree with this chart.

0.07' em latitude são 130 metros, à superfície da Terra. Programas de tratamento de Informação geográfica estarão normalmente preparados para lidar com esta situação.

## Projeções cartográficas



Terra curva (elipsoide)  
 transformada numa  
 representação plana

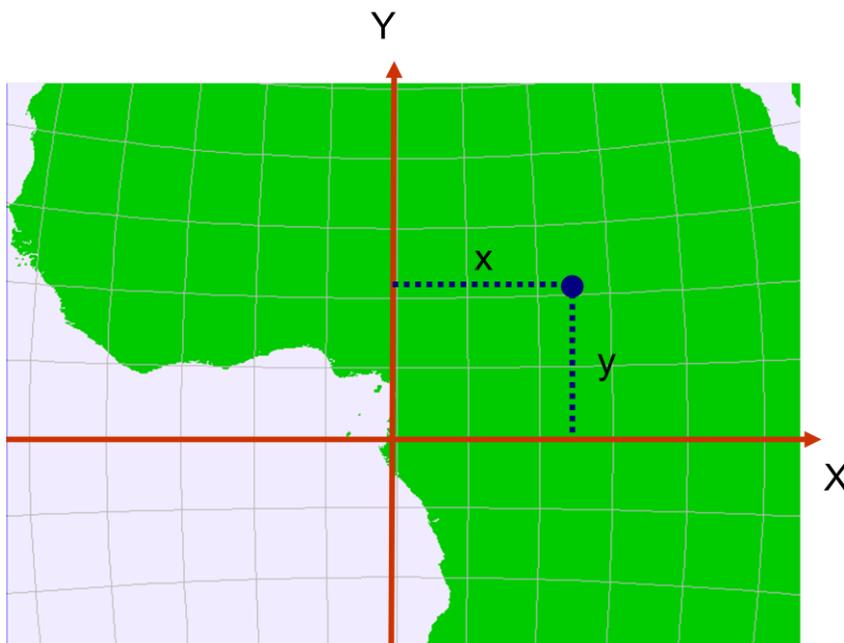
- Não é conveniente utilizar coordenadas geográficas para efeito de cálculo topográfico.
- Os mapas são representados na forma plana e como tal é necessário dispor de sistemas de coordenadas retangulares.
- As projeções cartográficas consistem numa transformação de coordenadas geográficas ( $\lambda, \varphi$ ) em coordenadas retangulares ( $X, Y$ ).

- Projeção direta

$$X = f_1(\lambda, \varphi), \quad Y = f_2(\lambda, \varphi)$$

- Projeção inversa

$$\lambda = g_1(X, Y), \quad \varphi = g_2(X, Y)$$



$$X = f(\lambda, \varphi)$$

$$Y = g(\lambda, \varphi)$$

## Vantagens de uma projecção

Cálculo em coordenadas geográficas:

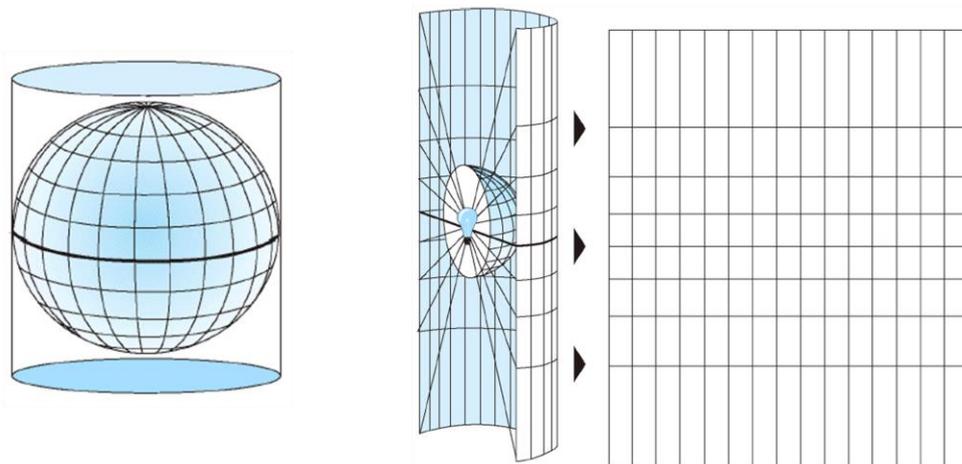
Dados os pontos  $(\lambda_1, \varphi_1)$ ,  $(\lambda_2, \varphi_2)$  a distância entre eles é dada por (fórmula aproximada usando a esfera de raio médio do local):

$$d = R_T \cdot \arccos(\sin \varphi_1 \cdot \sin \varphi_2 + \cos \varphi_1 \cdot \cos \varphi_2 \cdot \cos(\lambda_2 - \lambda_1))$$

No plano, dados os pontos  $(X_1, Y_1)$ ,  $(X_2, Y_2)$  a distância entre eles é dada por:

$$d = \sqrt{(X_1 - X_2)^2 + (Y_1 - Y_2)^2}$$

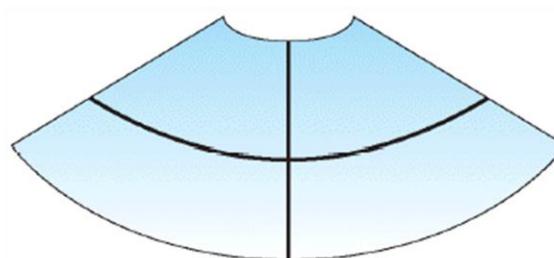
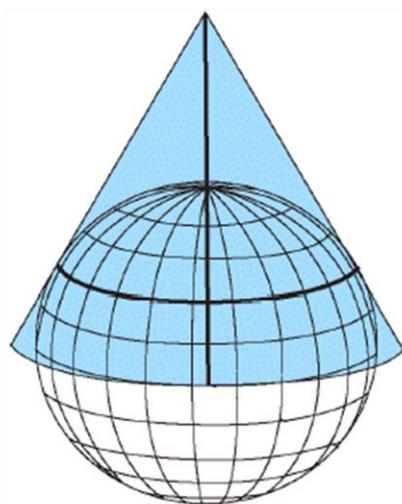
## Projeções cilíndricas



- Cilindro tangente ao elipsoide no equador
- Equador projetado sem deformação
- Polos poderão não ser projetados (a projeção da figura é apenas um exemplo)

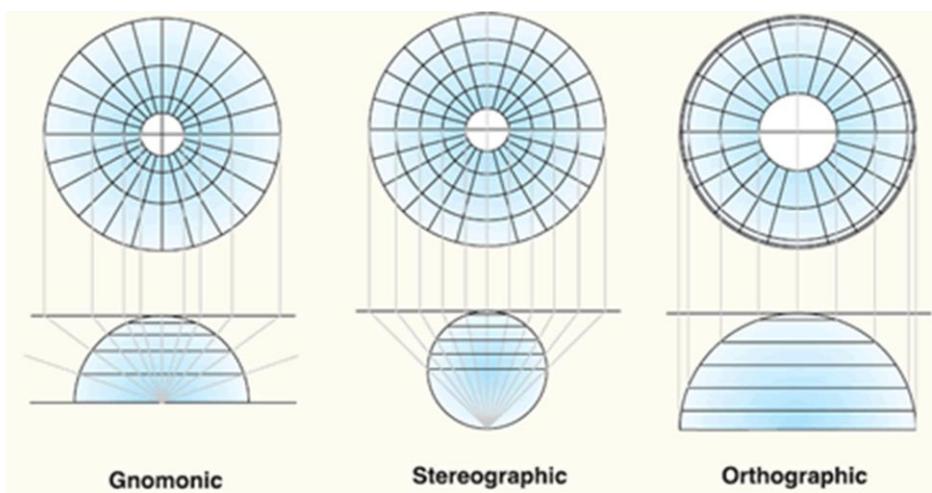
## Projeções cónicas

- Cilindro auxiliar, tangente ao longo de um paralelo.
- Cilindro é transformado num plano. Paralelo standard é projetado sem deformação.



## Projeções azimutais

- Projeção sobre um plano tangente à Terra.



## Deformações das projecções

- Todas as projecções introduzem deformações nas distâncias:

- *Define-se o coeficiente de deformação linear:*
- *Uma projecção que não deforme distâncias seria designada como equidistantes*

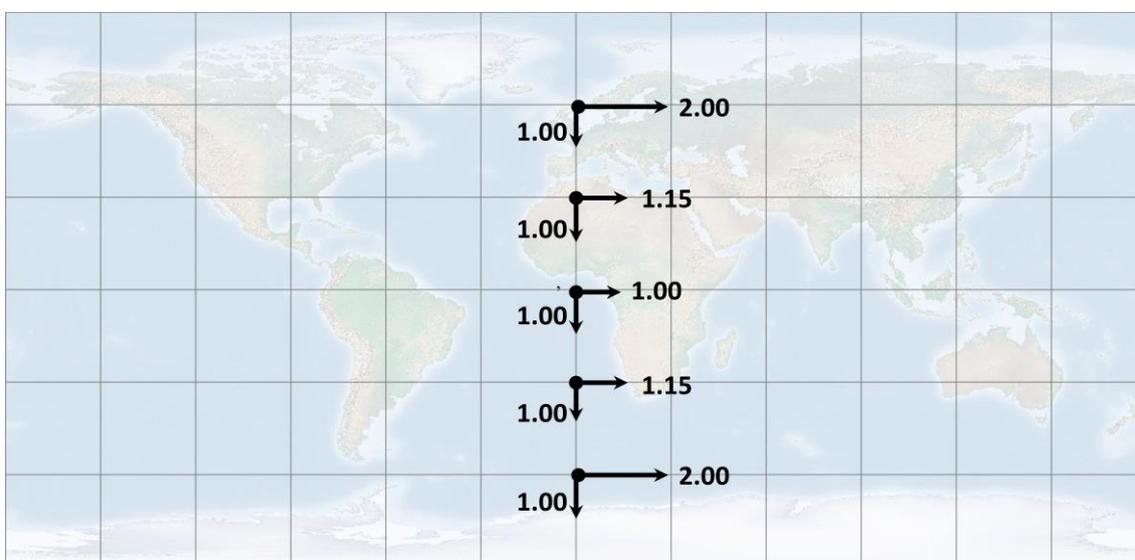
$$k = \frac{D_{plano}}{D_{elipsóide}}$$

- *Não existem projecções totalmente equidistantes. Apenas serão, ao longo de algumas direcções*
- Projecções **Equivalentes** – conservam as áreas (qualquer área)
  - *São úteis para cálculos de área e para ter perceção da proporção de dimensão dos diferentes países (ex: Gall-Peters)*
  - *Distorcem muito as formas, especialmente próximo dos polos.*
- Projecções **conformes**:
  - *Conservam os ângulos (implicitamente as formas).*
  - *Têm escala independente da direcção, mas não constante ao longo do mapa.*

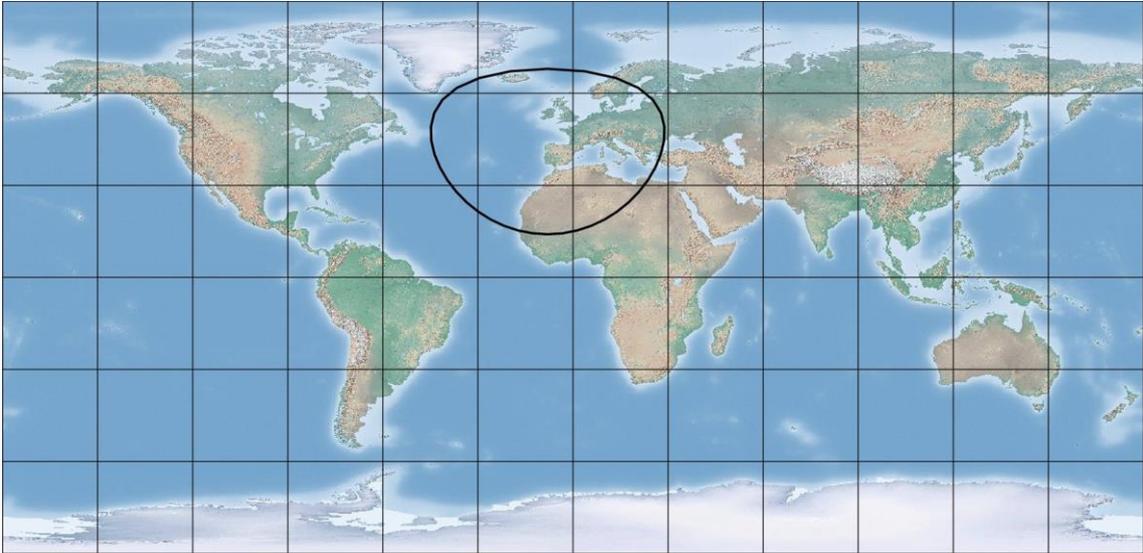
## Projecções globais

- Elaboração de mapas de todo o planeta.
- Importantes para exprimir fenómenos globais.
- Envolvem grandes deformações.
- Exigem algum cuidado por poderem transmitir informação errada.
- Exemplos:
  - *Cilíndrica equidistante*
  - *Mercator*
  - *Cilíndrica equivalente*
  - *Outras (não retangulares)*

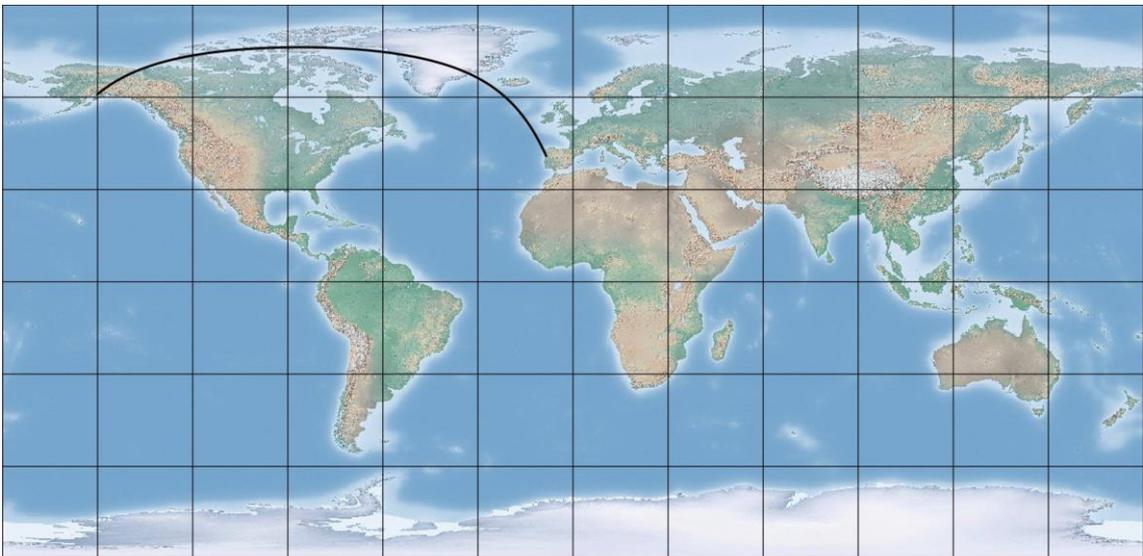
## Cilíndrica equidistante (ao longo dos meridianos)



Valores do coeficientes de deformação linear  
nas direções do paralelo ( $K_x$ ) e do meridiano ( $K_y$ )

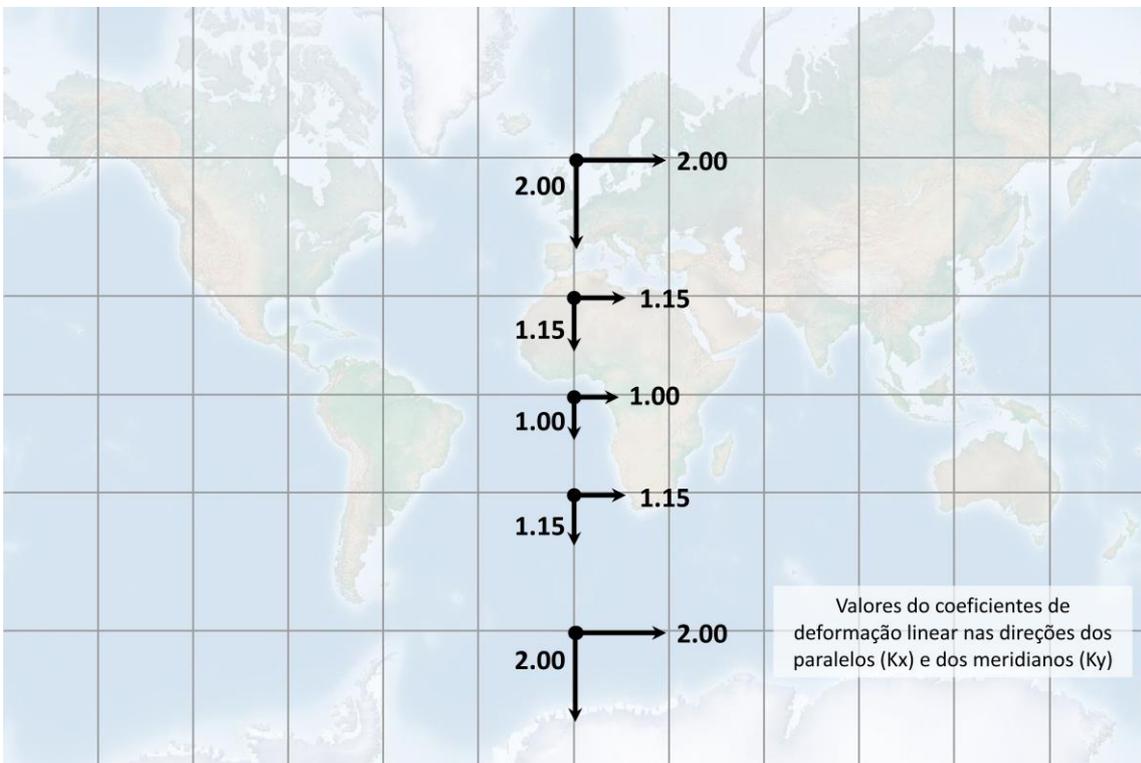
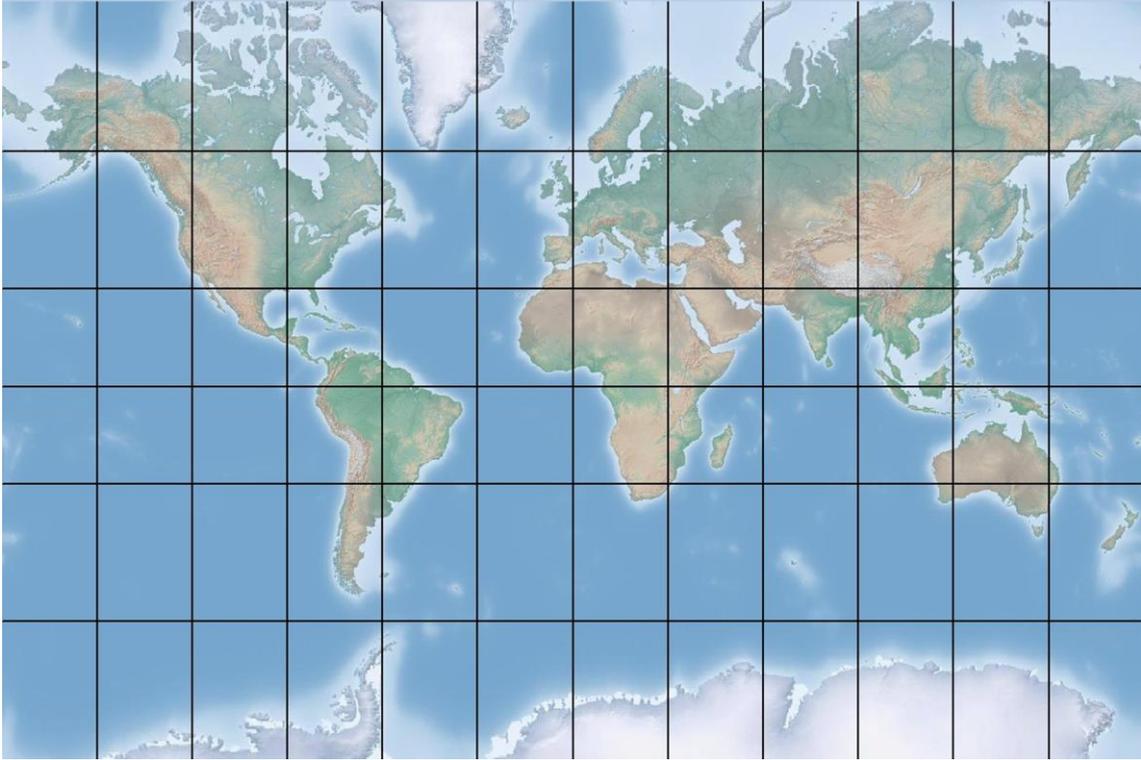


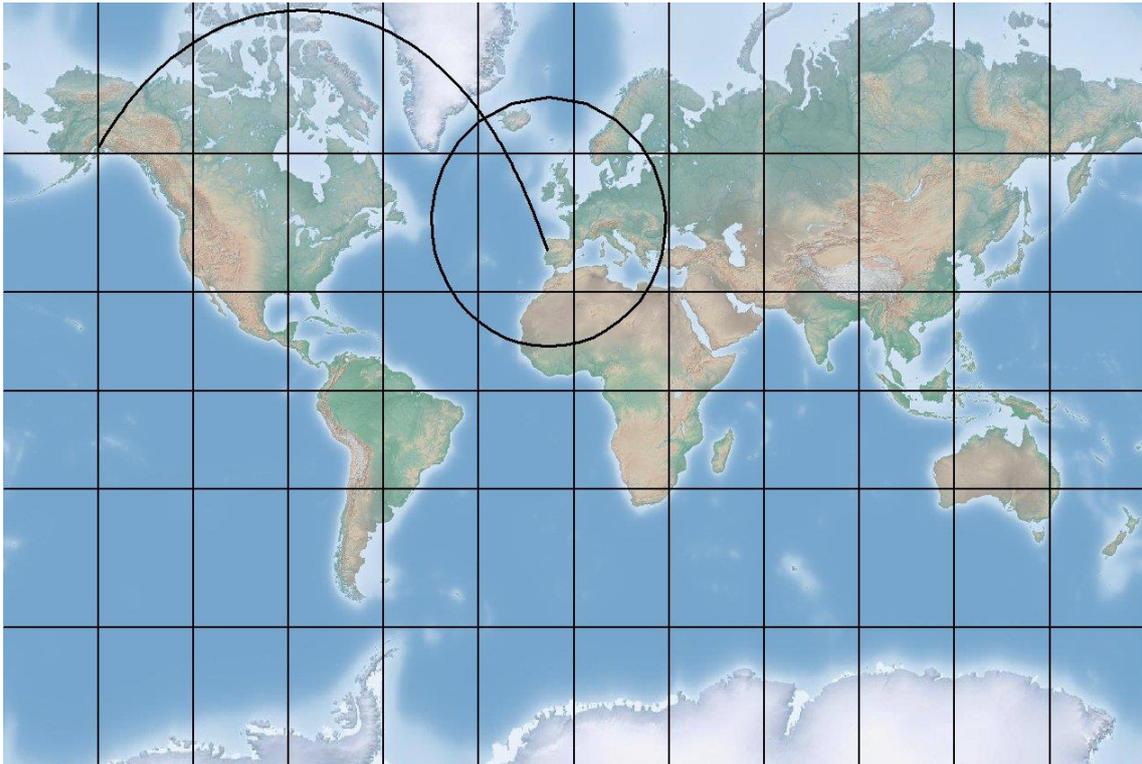
Pontos a 3000 km do Porto ( $8.5^{\circ}\text{W}$ ,  $41.0^{\circ}\text{N}$ )



Caminho mais curto Porto-Anchorage

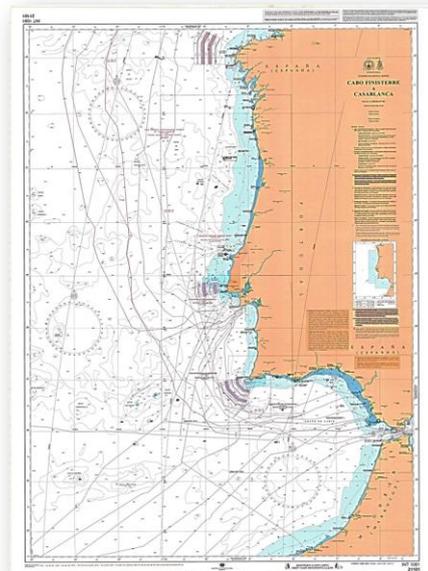
## Cilíndrica conforme (Mercator)





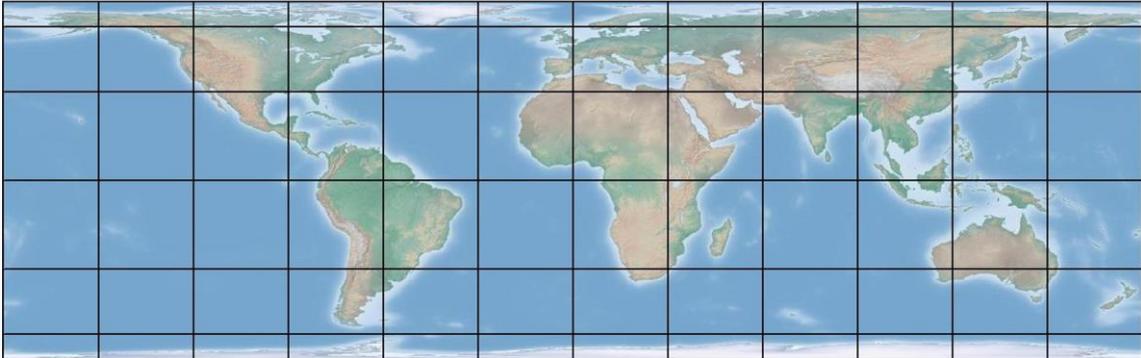
## Cilíndrica conforme (Mercator)

- Esta projeção é usada na produção de cartografia náutica, devido a algumas propriedades geométricas que tem.
- É também usada pelos sites Google Maps, Bing Maps, OSM, etc.

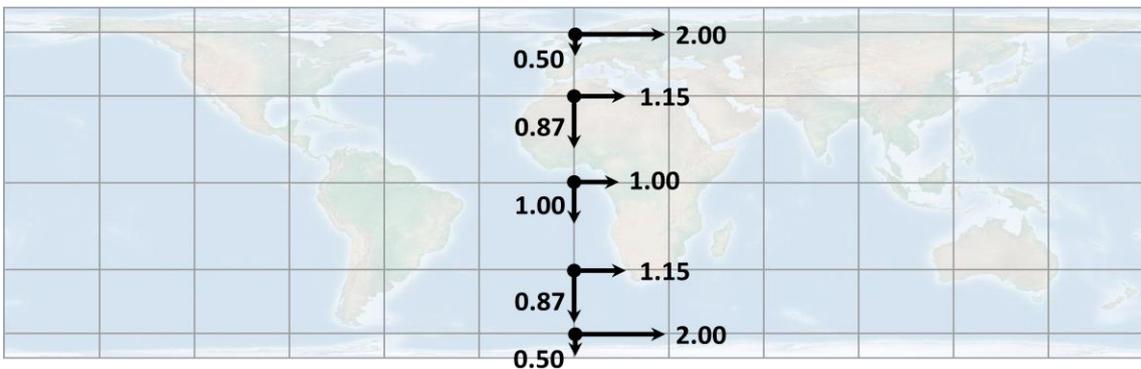


## Cilíndrica equivalente

Projeção efetua uma compressão na direção da latitude, de forma a compensar a deformação em longitude, fazendo com que a área não se deforme.



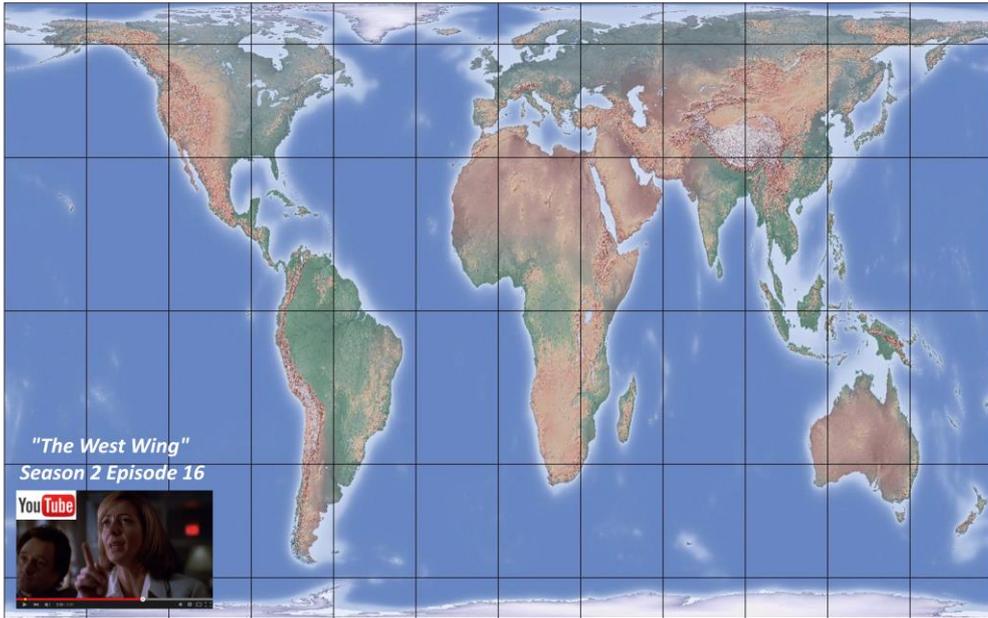
Projeção efetua uma compressão na direção da latitude, de forma a compensar a deformação em longitude, fazendo com que a área não se deforme.



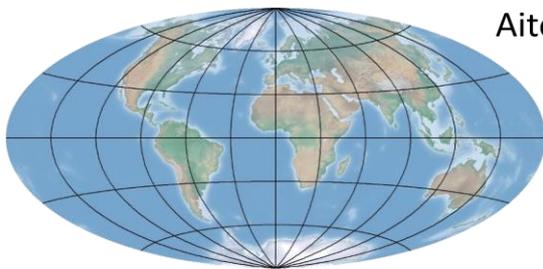
Valores do coeficientes de deformação linear  
nas direções dos paralelos ( $K_x$ ) e dos meridianos ( $K_y$ )

$$K_x * K_y = 1$$

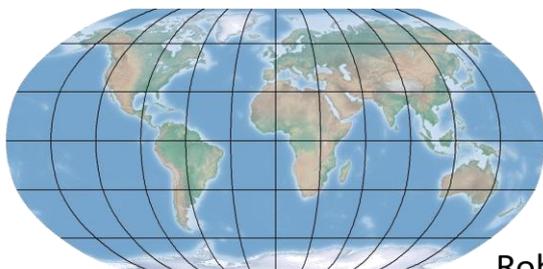
## Cilíndrica equivalente – Gall-Peters



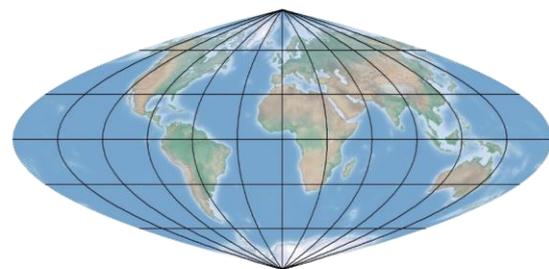
## Outras projeções globais



Aitoff



Robinson



Parabólica de Craster

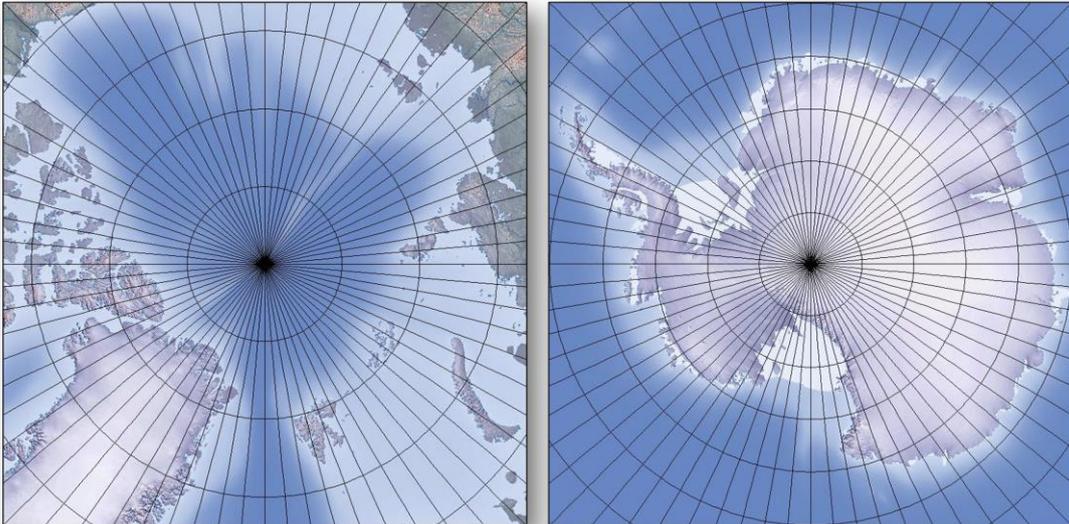
## Projeções regionais – Europa

Projeção de Lambert  
Azimutal Equivalente  
(LAEA)

Usada pela Agência  
Europeia do Ambiente.



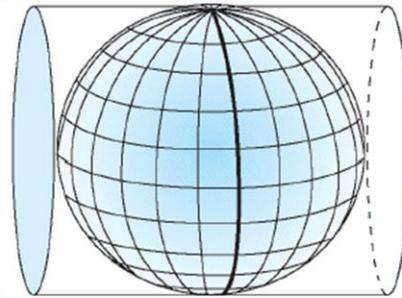
## Projeções Polares



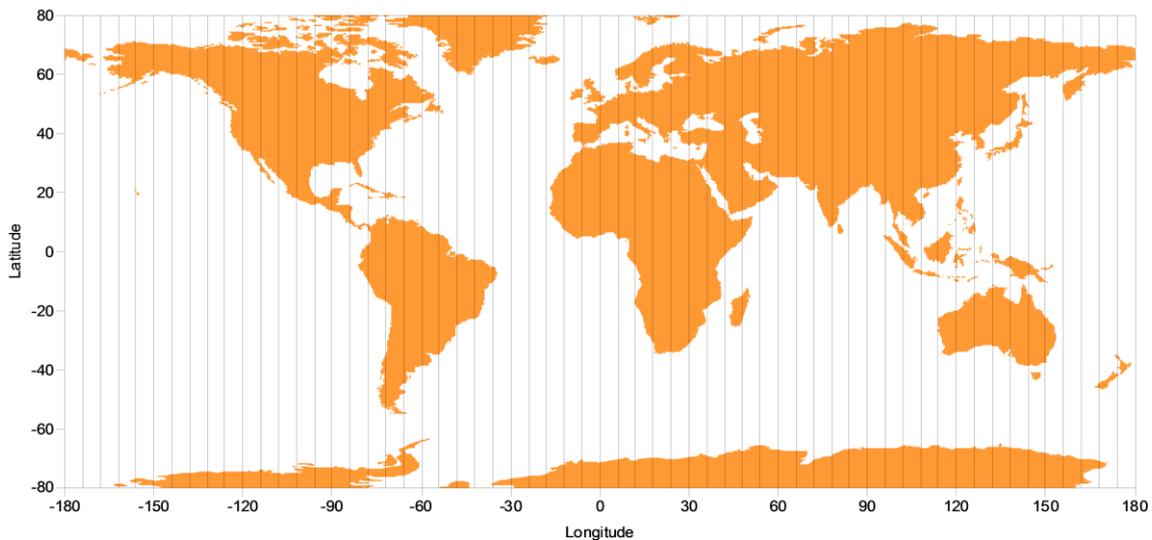
Projeção UPS – Universal Polar Stereographic (Versões Norte e Sul)

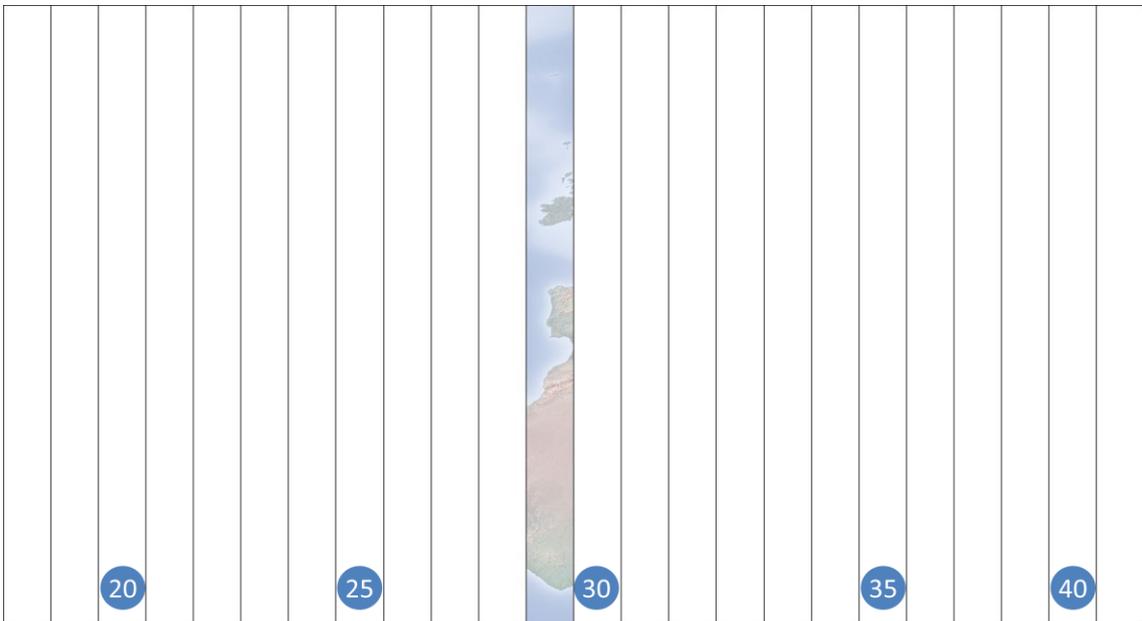
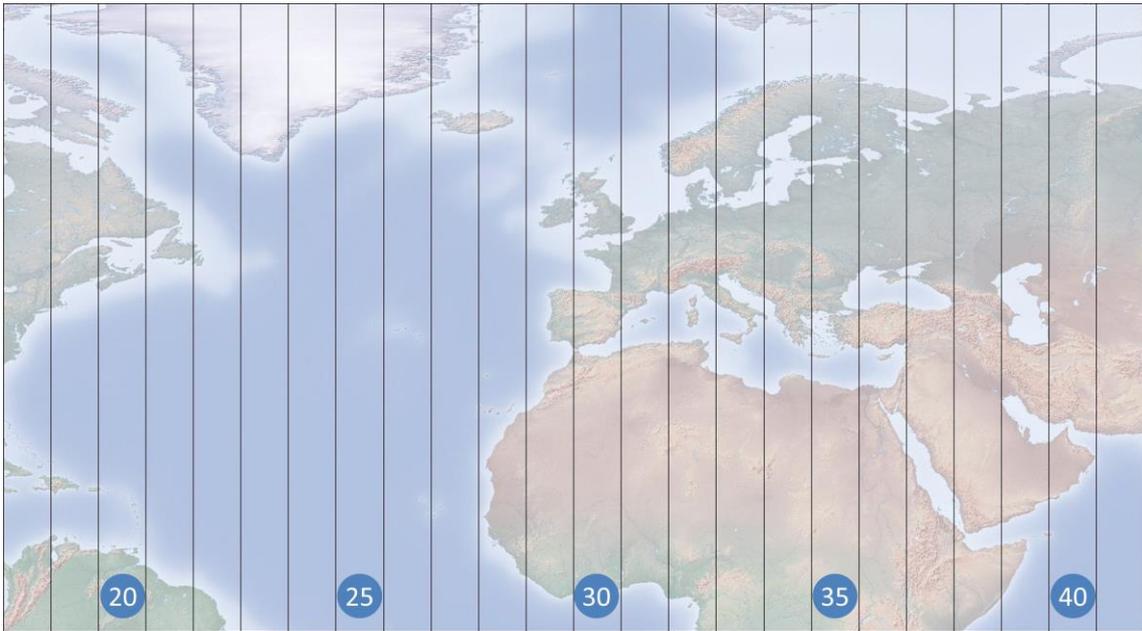
## Projeções de pequena deformação

- Regiões de menor dimensão podem ser projetadas por projeções adaptadas ao local, de forma a minimizar a deformação.
- “Pouca gente vive perto do equador mas toda a gente vive num meridiano”.
- Projeção transversa de Mercator
  - *É a mais utilizada (também designada de “Gauss”).*
  - *O cilindro é colocado tangente a um meridiano central da região.*
  - *Meridiano central é projectado sem deformação (eixo Y).*
  - *Normalmente não se ultrapassa os 3º para este ou oeste.*

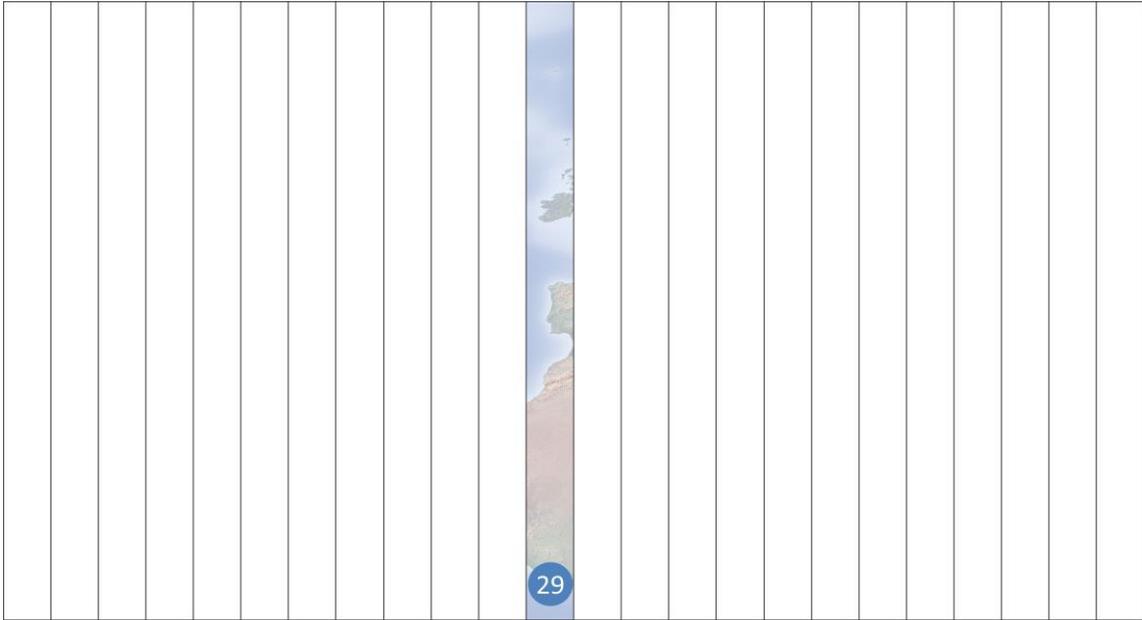


## Projeção UTM – Universal Transverse Mercator

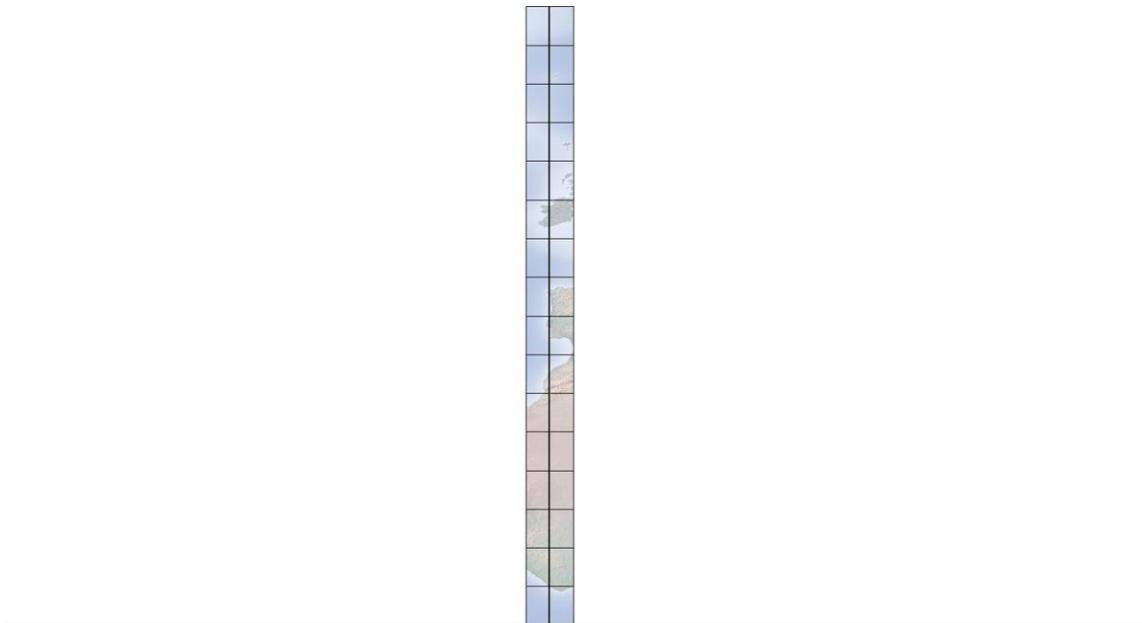




Exemplo da zona 29 – Hemisfério Norte



Exemplo da zona 29 – Hemisfério Norte



Exemplo da zona 29 – Hemisfério Norte



Cada zona (faixa de 6° em longitude) é projetada independentemente do resto do planeta.

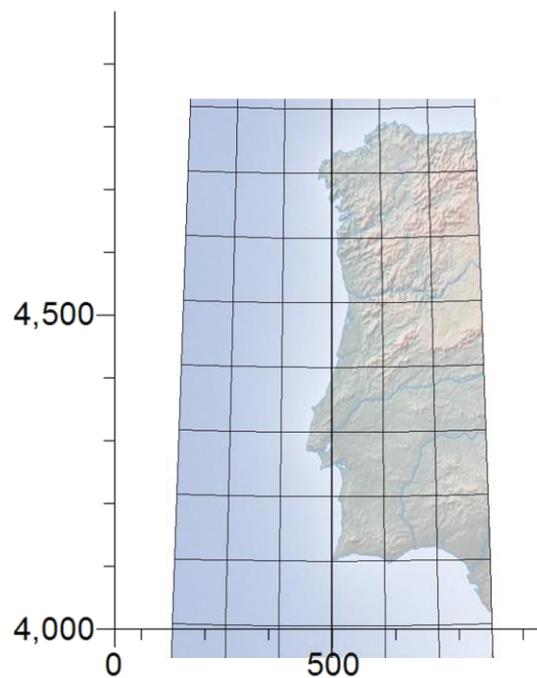
No caso da zona 29 o meridiano central é o de longitude 9° W.

Eixo X = Meridiano central

Eixo Y = Equador

Exemplo da zona 29 – Hemisfério Norte

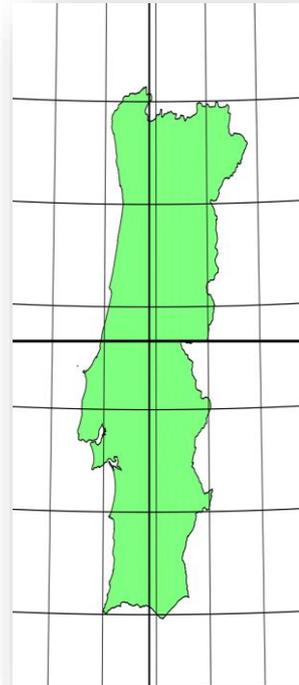
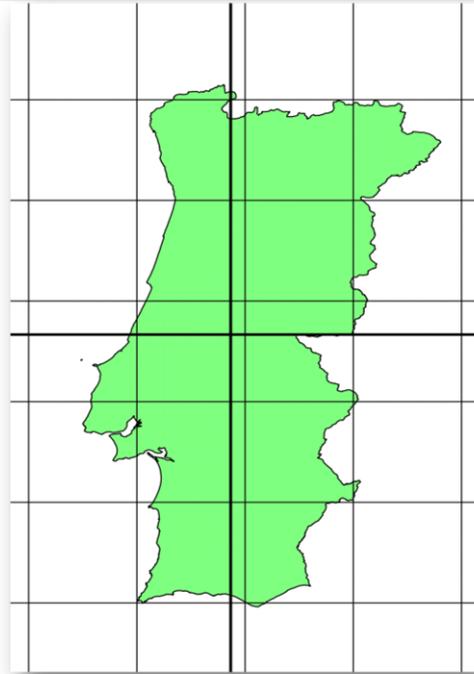
- Exemplo da Zona 29-Norte.
  - Zona estende-se de 12°W a 6°W
  - Meridiano central 9°W
  - Y é a distância ao equador
  - Para evitar coordenada X negativa somam-se 500 km ao X resultante da projeção inicial.
  - Deformação máxima inferior a 0.1%
- No caso do hemisfério sul evitam-se as coordenadas Y negativas somando 10000 km ao Y da projeção inicial.



## Projeção utilizada em Portugal

- Portugal é um país de pequena dimensão sendo possível ajustar uma projeção de pequena deformação.
- Escolha de um meridiano central e de um ponto central (terá coordenadas  $X=0$ ,  $Y=0$ ).
- Deformações das distâncias não ultrapassam 0.03%.
- Afetação sobre a escala das cartas topográficas é desprezável.
- Designação do sistema:

PT-TM06



# Associação de sistemas de coordenadas à Inf. geográfica

- Cartografia e informação geográfica são armazenados num dados sistema de projeção cartográfica.
- Ficheiros PRJ (ou QPJ) associados ao formato *Shapefile* armazenam as definições do sistema de coordenadas:

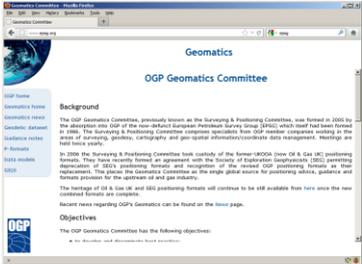
```
PROJCS["WGS 84 / UTM zone 29N",
  GEOGCS["WGS 84",
    DATUM["WGS 1984",
      SPHEROID["WGS 84",6378137,298.257223563]],
    PRIMEM["Greenwich",0,],
    UNIT["degree",0.01745329251994328]],
  UNIT["metre",1],
  PROJECTION["Transverse_Mercator"],
  PARAMETER["latitude_of_origin",0],
  PARAMETER["central_meridian",-9],
  PARAMETER["scale_factor",0.9996],
  PARAMETER["false_easting",500000],
  PARAMETER["false_northing",0]]
```

- Regra: de existir ficheiro PRJ ou QPJ, o sistema de coordenadas está atribuído. Se não, terá de ser feita essa atribuição

# Base de dados EPSG

- EPSG – European Petroleum Surveying Group.
- Mantém uma base de dados de sistemas de coordenadas usados mundialmente. Cada sistema tem um código numérico único.
- Atribuição de códigos aceites em geral pela comunidade da geomática.

Sistema de coordenadas	EPSG
WGS84 geográficas	4326
WGS84 UTM Zona xx Norte	326xx
WGS84 UTM Zona xx Sul	327xx
WGS84 – Mercator World	3395
WGS84 – Web Mercator	3857
ETRS89 Europe LCC	3034
ETRS89 Europe LAEA	3035
WGS84 UPS Ártico	5041
WGS84 UPS Antártico	5042
ETRS89 Portugal TM-06	3763
Datum Lisboa HG Militar	20790
Datum 73 HG	27493
ED50 – UTM 29N	23029



<http://www.epsg.org/>     <http://epsg-registry.org/>

- No caso de sistemas de coordenadas que não estejam previamente definidos com ficheiro PRJ ou não tenham código EPSG atribuído, pode ser necessário configurar uma projeção.
- Este é um uso mais avançado que requer conhecimento do standard de utilização do programa PROJ.4
- Exemplo:
  - *Sistema de coordenadas francês RGF93 / Lambert-93*

```
+ellps=GRS80  
+proj=lcc  
+lat_1=49 +lat_2=44  
+lat_0=46.5 +lon_0=3  
+x_0=700000 +y_0=6600000
```

## 1.2. Conceitos sobre Informação Geográfica na forma vetorial

### Tópicos

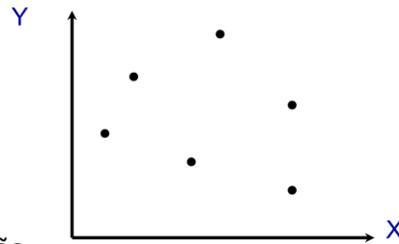
- Representação vetorial de pontos, linhas e polígonos
- Condicionamentos à representação de linhas e polígonos
- Tabelas de atributos
- Tipos de dados
- Pesquisas por atributos
- Operações sobre tabelas
- Simbolização de dados através dos atributos
- Pesquisas espaciais
- Operações de geoprocessamento

### Representação vetorial

- Componente geométrica das entidades a representar descrita por pares de coordenadas  $(x,y)$  num sistema de coordenadas cartográficas ou geográficas.
- Normalmente coordenadas cartográficas pela maior facilidade de cálculo num sistema retangular.
- Pontos representados como pares de coordenadas.
- Linhas representados como sucessões de pares de coordenadas unidos por segmentos de reta.
- Polígonos representados como linhas fechadas.
- Atributos armazenados em tabelas de base de dados.

## Representação de pontos

- 1 ponto  $\Rightarrow$  1 par de coordenadas
- Definição de pontos não apresenta dificuldade (i.e. os pontos não estão obrigados a condicionamentos para estarem corretamente definidos).
- Pontos representam entidades geográficas para as quais só nos interessa uma localização, isto é abstraímos-nos da sua forma e dimensão.
- Exemplos:
  - *Locais de observação de espécies animais*
  - *Nascentes termais – ver exemplo do Atlas do Ambiente*
  - *Albufeiras (ponto central) – ver exemplo do Atlas do Ambiente*



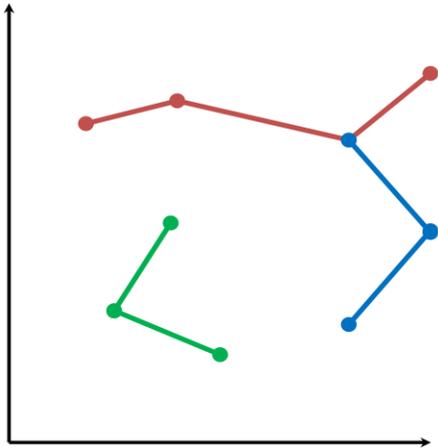
## Representação de entidades lineares

- Linha – sequência de pares de coordenadas de pontos  
 $(x_1, y_1); (x_2, y_2); \dots; (x_n, y_n)$
- A linha é composta pelos segmentos de reta que unem pontos sucessivos.
- Abstraímos-nos da largura do objeto geográfico, mantendo apenas o seu eixo.
- Designações vulgares:
  - “Polyline”
  - Arco
  - “Line string”

$\{(2,3);(4,8);(9,9);(12,7);(17,8)\}$



- São representados como linhas todos os objetos geográficos que têm apenas uma dimensão, i.e., o comprimento ao longo da linha.  
Exemplo: o eixo de uma estrada.

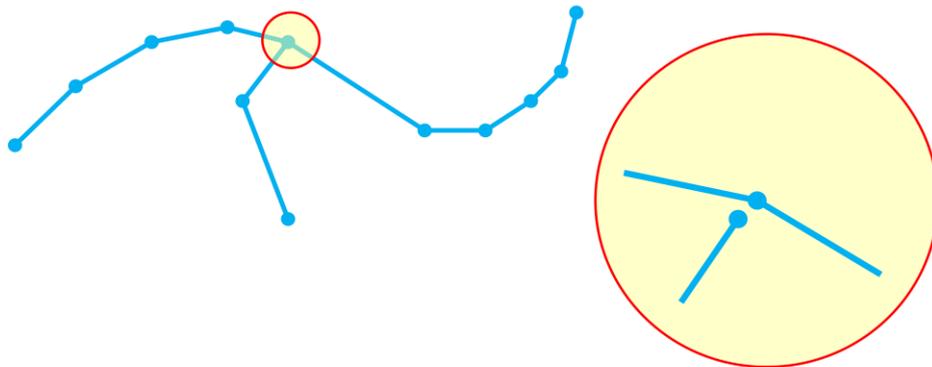


#	ATRIB1	ATRIB2	LENGTH
1	...	...	
2	...	...	
3	...	...	

$$d_{i,i+1} = \sqrt{(X_{i+1} - X_i)^2 + (Y_{i+1} - Y_i)^2}$$

$$L = d_{12} + d_{23} + \dots + d_{n-1,n} = \sum_{i=1}^{n-1} d_{i,i+1}$$

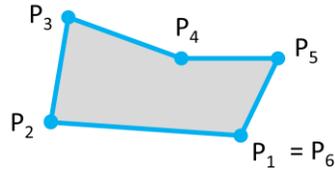
## Relações de conectividade em redes



- Pequenos erros de conectividade de linhas poderão impedir operações de análise de redes.
- Erros deste tipo ("undershoot" ou "overshoot") poderão ser evitados na digitalização.

## Representação de polígonos

- Na forma vetorial representa-se um polígono como uma polilinha fechada (i.e. último vértice coincide com o primeiro).



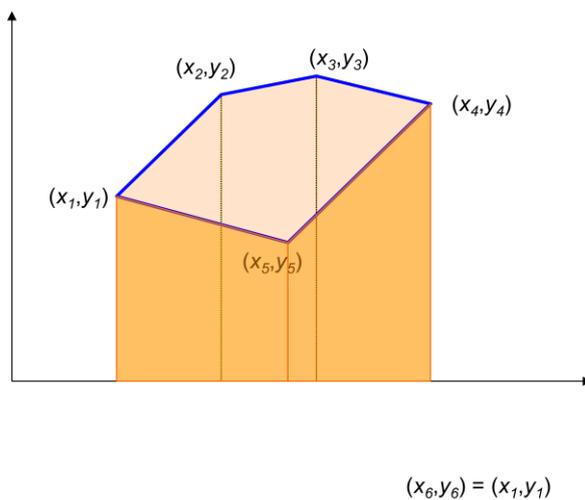
- Os polígonos representam entidades bidimensionais. No interior de um polígono há dois graus de liberdade na escolha da posição de um ponto.
- Os polígonos são usados para representar entidades geográficas que têm área.

Exemplos:

*Regiões administrativas, edifícios, florestas, áreas de distribuição.*

## Área de um polígono

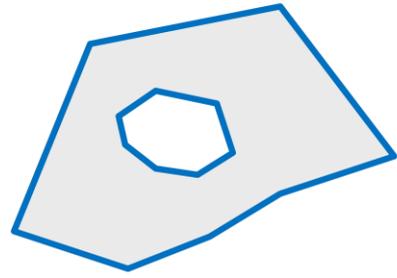
A área é obtida como a soma de áreas de trapézios sob os segmentos da fronteira.



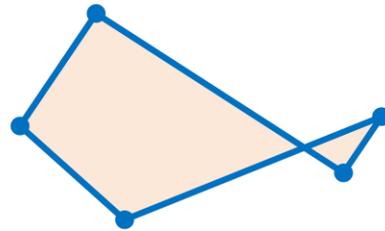
$$A = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (y_{i+1} + y_i) \cdot (x_{i+1} - x_i)$$

## Representação de polígonos

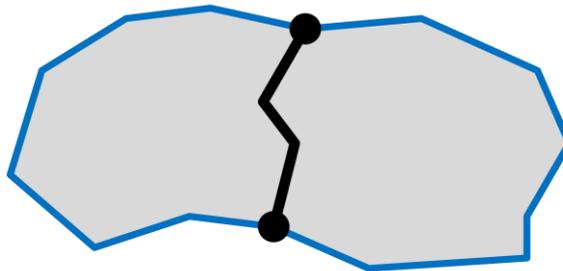
- Poderão existir polígonos com buracos. Nesse caso são armazenadas a fronteira exterior e a (ou as) interiores.
- Essa situação é muito frequente em mapas de uso do solo ou mapas geológicos.



- Fronteiras de polígono devem satisfazer a condição de os seus segmentos não se intersectarem.  
Exemplo de polígono inválido:

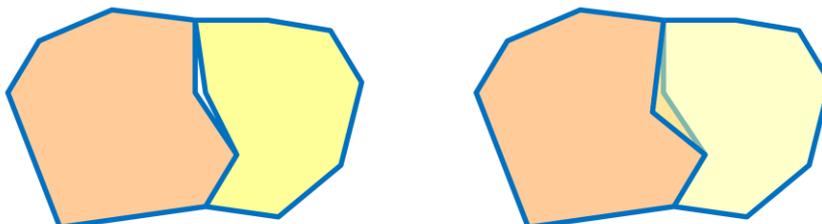


- Frequentemente os polígonos que se pretende representar são adjacentes entre si (mapas administrativos, mapas de ocupação do solo, etc.)



- Representação de polígonos como linhas fechadas obrigam à repetição de informação.
- Dificuldade de reproduzir exatamente as mesmas linhas.

- Relações de adjacência de polígonos devem ser corretamente representadas. Por ex. num mapa administrativo:
  - *Um ponto não pode estar contido em dois polígonos*
  - *Qualquer ponto do território deve pertencer a um e um só polígono*



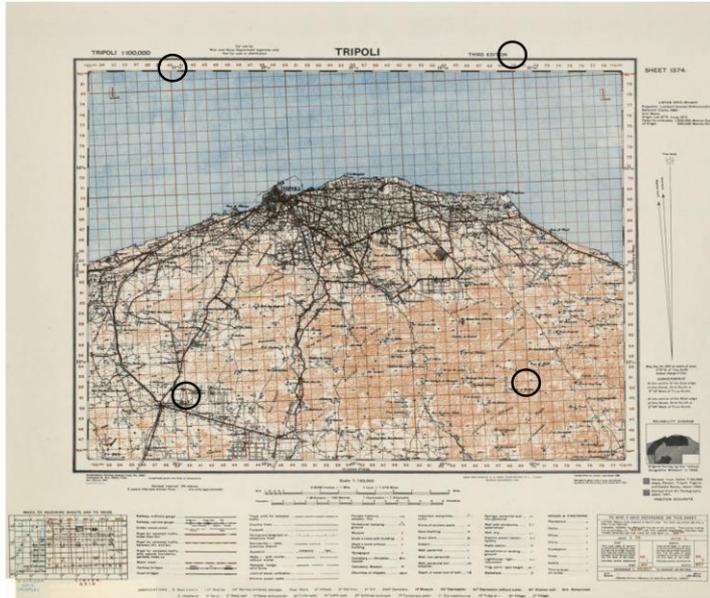
- Programas de digitalização fornecem ferramentas para facilitar digitalização de polígonos sem erros.

## Aquisição de dados vectoriais

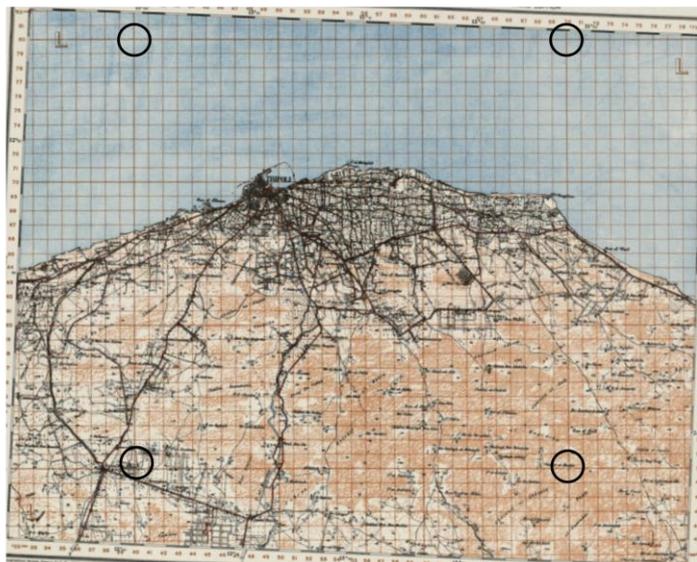
- Digitalização sobre mapas já existentes.
  - *Imagens digitalizadas em scanner; terão de ser georreferenciadas.*
- Cartografia de base e outros dados produzidos por instituições e empresas.
  - *Produção atual é feita em forma digital.*
  - *Dados vectoriais podem ser fornecidos aos utilizadores.*
- Digitalização sobre imagens de satélite.
  - *Imagens adquiridas para o efeito.*
  - *Imagens fornecidas por outros serviços (e.g. Google Earth).*
- Recolha de posições no campo com GPS.

## Digitalização sobre imagem

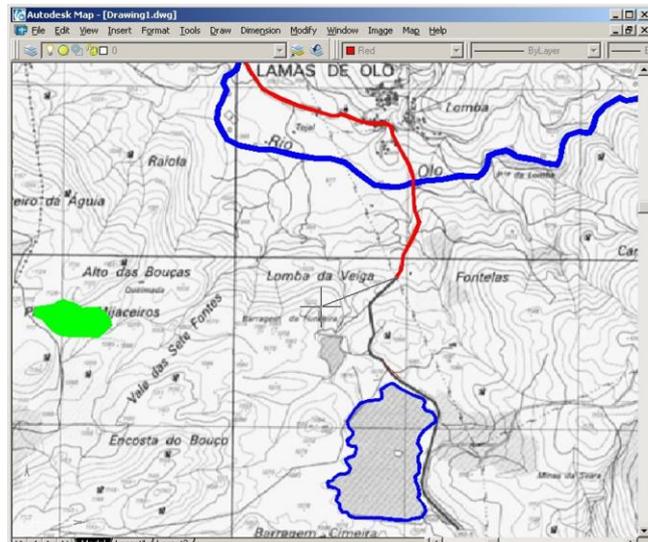
- Digitalização de mapas em scanner. É necessário dispor de pontos de coordenadas conhecidas.



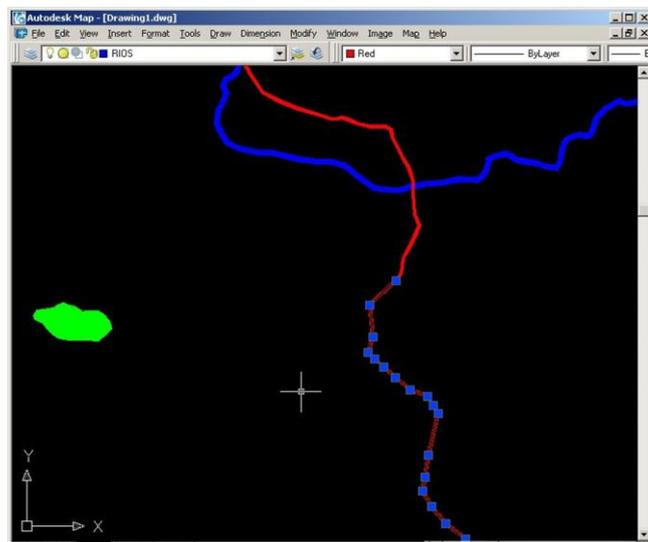
- Georreferenciação da imagem para permitir associar a cada pixel da imagem uma posição geográfica
  - *Transformação geométrica (rotação, translação, escala, etc.) feita com pontos de controlo:*



- Digitalização no ecrã. O operador vetoriza os elementos (pontos, linhas ou polígonos) de interesse:



- Digitalização no ecrã. O operador vetoriza os elementos (pontos, linhas ou polígonos) de interesse:



## Digitalização de dados vectoriais

- Atualmente produzem-se com frequência ortofotos e imagens de satélite georreferenciadas (disponibilizadas, por exemplo, pelo Google Earth), que podem servir de base à digitalização vetorial.



- Atualmente produzem-se com frequência ortofotos e imagens de satélite georreferenciadas (disponibilizadas, por exemplo, pelo Google Earth), que podem servir de base à digitalização vetorial.

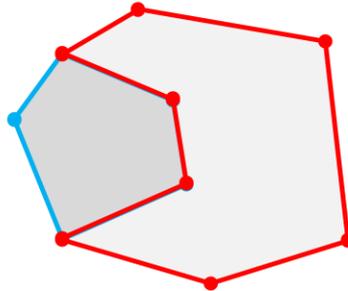


## Correcção de erros de digitalização

- Conetividade de linhas:
  - *Função SNAP: é possível ativar um modo de "agarrar" pontos próximos daquele onde colocamos o cursor, desde que diste menos do que uma tolerância previamente definida. Assim evitam-se os erros no próprio momento de digitalização.*



- Adjacência de polígonos
  - *Funções de auto-completagem de polígonos. Para um polígono adjacente a um já existente, o operador digitaliza apenas a linha que falta. A parte comum é repetida exatamente na forma em que está.*



## Funções de edição

- Mover pontos e vértices de linhas ou fronteiras de polígonos.
- Cortar linhas.
- Agrupar objetos.
- Abrir buracos em polígonos.
- Transformar linhas soltas em polígonos.
- Detecção automática e correção de erros topológicos.
  - *Erros de conetividade de linhas (mediante uma tolerância que discrimina o que é erro ou não).*
  - *Undershoot.*
  - *Overshoot.*
  - *Erros sobreposição de adjacência de polígonos.*

## Formatos de dados vetoriais

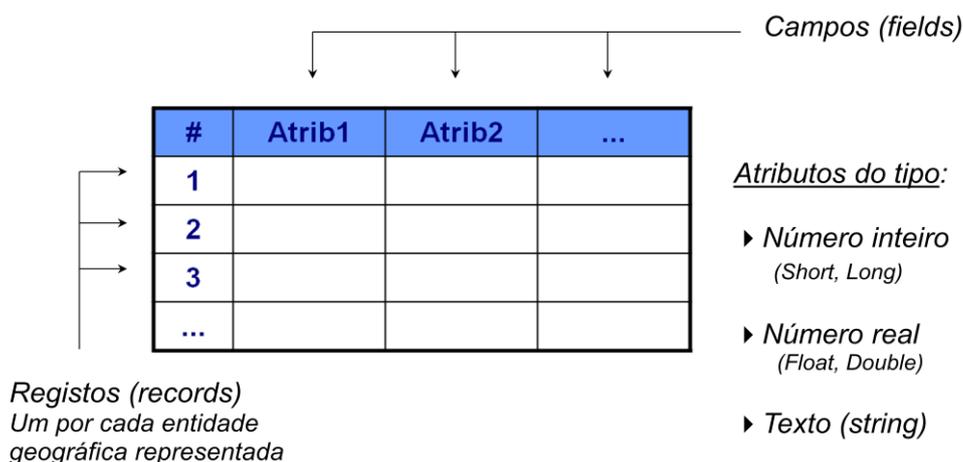
- Shapefile
  - *XXXXX.SHP* *Ficheiro que contém a geometria*
  - *XXXXX.DBF* *Tabela de base de dados*
  - *XXXXX.SHX* *Ficheiro de indexação*
- Bases de dados geográficas
  - *Geometria e tabelas de atributos num ficheiro de base de dados*
  - *E. g.: PostGIS ou formato Geodatabase no Arcgis.*
- KML
  - *Formato ASCII usado pelo Google Earth.*
- CAD (Computer Aided Design)
  - *Ficheiros dos programas de desenho (Autocad, Microstation, etc.)*
  - *DXF, DGN, DWG*

## Tabelas de Base de Dados

- Estrutura de tabelas de base de dados
- Tipos de dados
- Operações com tabelas
  - *Eliminar e adicionar campos*
  - *Cálculo de valores para um campo*
  - *Estatística de um campo*
  - *Sumarizar um campo*
- Junção de tabelas (*Join*)
- Queries de atributos
- Construção de mapas temáticos

## Tabelas simples (“flat file”)

- No formato shapefile utilizam-se tabelas DBF (Dbase). Uma tabela tem uma estrutura matricial, com registos (linhas) e atributos (colunas). Cada registo corresponde a um objeto geográfico.



## Outros tipos de tabelas simples

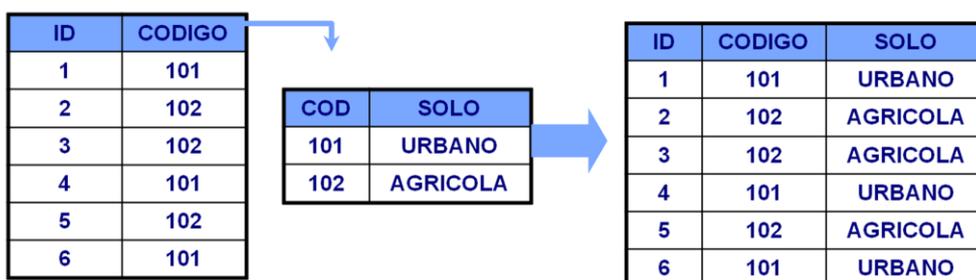
- Ficheiro de texto simples (ASCII):
  - a primeira linha tem os nomes dos campos
  - os valores são separado por TAB, vírgula, etc.
  - os campos não têm tipo, sendo interpretados depois de lida a tabela
- Ficheiro de folha de cálculo (Excel, etc.) Nomes dos campos aparecem na primeira linha.
- Frequentemente dados de pontos aparecem em tabelas deste tipo, com as coordenadas armazenadas como atributos.
  - Exemplos: dados recolhidos com GPS.
  - Representação gráfica a partir da tabela é simples.

## Edição de uma tabela

- Eliminação ou adição de campos.
  - *Ao adicionar um campo numérico devemos escolher o seu tipo (inteiro ou real, e com quantas casas decimais).*
  - *No caso de campos de texto devemos escolher a dimensão máxima em número de caracteres.*
- Eliminação de registos (implica eliminar objeto geográfico).
- Edição manual de valores (o registo pode ser selecionado na tabela ou graficamente).
- Cálculo de valores:
  - *Operações matemáticas, lógicas e outras, sobre um atributo, em função dos outros.*
  - *Operações de cálculo geométrico: área, comprimento, etc.*
  - *Operações são efetuadas apenas sobre elementos selecionados.*

## Junção de tabelas

- “JOIN” – os atributos são transferidos da 2ª tabela para a primeira através de um campo comum (chave).
- A 1ª tabela não retém de forma definitiva os atributos acrescentados.
- Pressupõe-se que existe uma relação de 1 para 1:



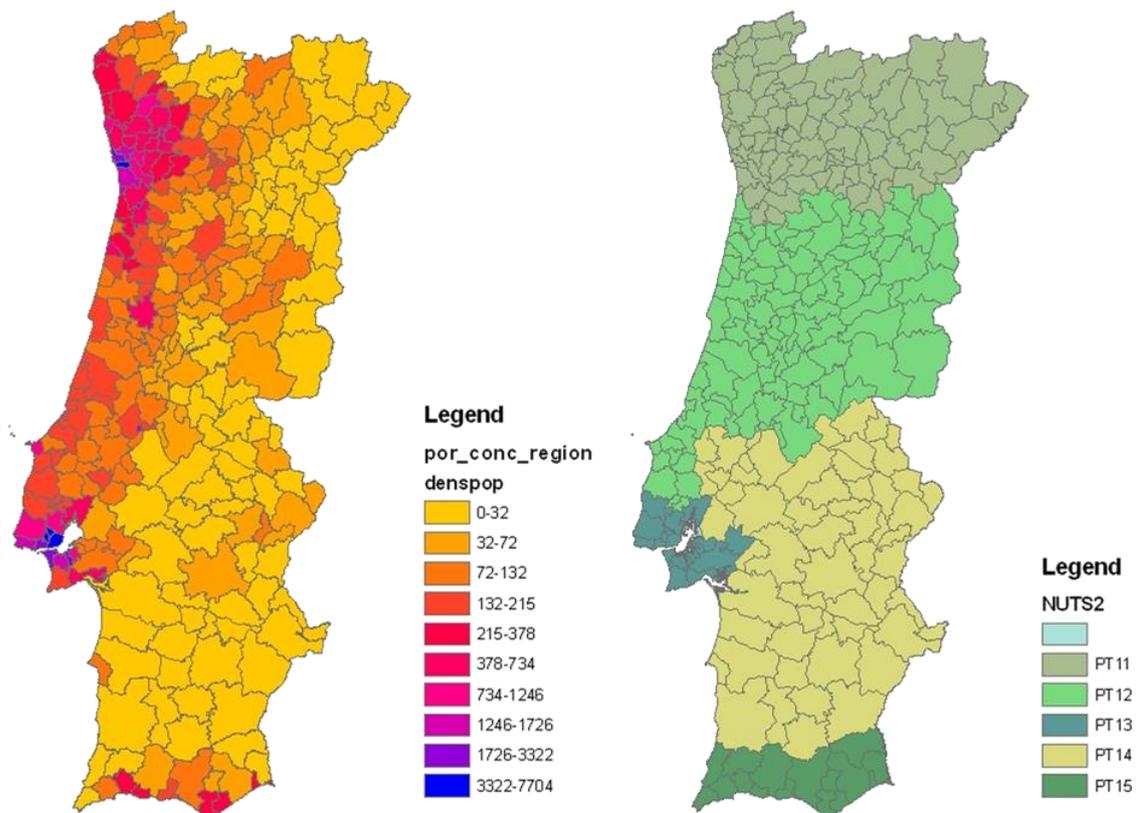
## Construção de mapas temáticos

- O mapa pode ser configurado simbolizando as diferentes entidades a partir dos valores de um atributo da base de dados.
  - *Pontos – diferentes simbologias ou diferentes tamanhos de ponto*
  - *Linhas – diferentes padrões, cores ou espessuras de linhas*
  - *Polígonos – diferentes tramas ou diferentes cores de preenchimento do interior*
- A associação de símbolos pode ser feita essencialmente de duas formas:
  - **SIMBOLIZAR POR CATEGORIAS**

*Atributos com valores discretos: cada valor terá um símbolo (diferentes símbolos de pontos, diferentes tipos de linha, diferentes tramas de polígonos).*

- **SIMBOLIZAR POR QUANTIDADES**

*Atributos com valores contínuos (numéricos): a simbolização será feita por uma escala de cores associada a intervalos de valores do atributo.*



## Layouts

- O resultado da criação de mapas temáticos é normalmente de interesse para impressão.
- Os programas de SIG prevêm a criação de documentos para impressão baseados nos diferentes temas, simbolizados de determinada forma.
- Esses documentos designam-se normalmente por “Layout” e incluem para além dos temas, elementos de desenho, legendas, simbologias cartográficas (grelhas, coordenadas, escala), cópias de tabelas, gráficos, etc.

## Pesquisas (“query”) de atributos

- Selecionar elementos da base de dados através de condições impostas a um ou mais atributos.
- SQL – Structured Query Language
  - *Linguagem desenvolvida para inquirição e gestão de dados armazenados em bases de dados relacionais.*
  - *Instrução típica:*  

```
SELECT * FROM tabela WHERE condição
```
  - *Condição pode ser composta com operações lógicas (OR, AND, NOT).*
  - *Campos numéricos estão sujeitos à ordenação por ordem crescente.*
  - *Campos de texto estão sujeitos à ordenação por ordem alfabética.*
- O resultado de uma query tem uma resposta gráfica, sendo ativados os objetos que foram selecionados.

## Estatísticas de valores numéricos

- Uma vez selecionados alguns registros de uma tabela podemos fazer operações estatísticas sobre um campo numérico:

- *Contagem, média, soma*
- *Mínimo, máximo*
- *Desvio padrão, variância*

- Operações de sumarização:

- *Consiste na contabilização de ocorrências dos valores de um determinado atributo. É criada uma nova tabela com a contagem.*
- *Outros campos (numéricos) poderão constar da tabela final agrupados por uma “estatística”(soma, média, máximo, etc.). No exemplo faz sentido tomar a soma das áreas.*

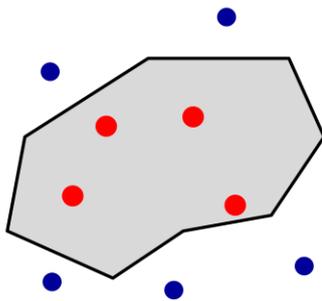
ID_polig	Area	CODE
1	140.12	101
2	123.45	102
3	367.85	102
4	213.12	101
6	148.94	101

CODE	COUNT	SUM_Area
101	3	502.18
102	2	491.30

## Análise espacial de dados vetoriais

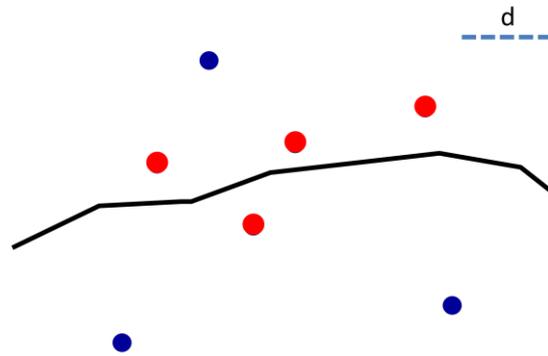
- Relações espaciais
  - *“Estar contido em...”*
  - *“Distar menos que...”*
  - *“Intersectar...”*
- Pesquisas por critérios espaciais (*“spatial query”*)
- Transferência de atributos por critérios espaciais (*“spatial join”*)
- Integração de dados (*“geo-processing”*)
  - *Clip*
  - *Dissolve*
  - *Intersect*
  - *Union*
- Análise de proximidade (*“Buffers”*)

## Pesquisa por relações espaciais (“spatial query”)



### Relação “Estar contido em”

Pontos de uma camada de informação podem estar contidos em polígonos de outra camada.



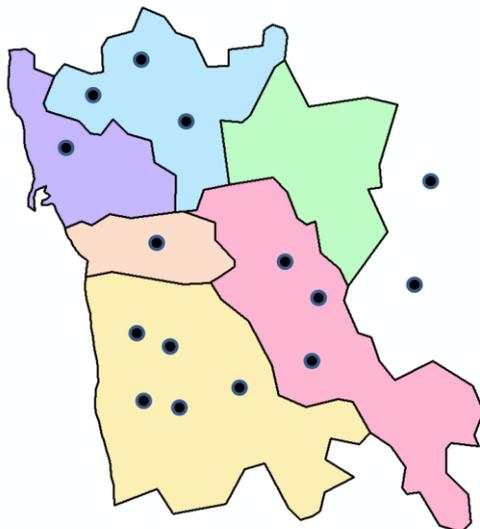
### Relação “Distar menos de”

Cada ponto tem uma distância à linha, que pode ser calculada. Pontos podem ser selecionados se esse valor for inferior a um valor especificado (d).

*Nota: Em vez de pontos poderíamos ter linhas ou polígonos também*

## “Spatial Join”

- Exemplo de relação entre pontos e polígonos.



Foram recolhidos pontos no campo que compõem uma camada. Sobrepomos um mapa de polígonos, (com relação de adjacência correta).

Cada ponto está dentro de um polígono (ou nenhum). Transferência de atributos dos polígonos para os pontos através da relação “estar contido em”.

*E no sentido contrário? Discutir as possibilidades de gerar para os polígonos atributos de interesse, vindos dos pontos.*

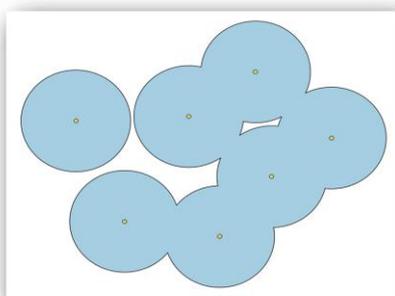
## Integração de dados vectoriais

- Queries espaciais combinadas com queries de atributos não respondem a muitas questões de análise de dados geográficos.
- Operações de seleção de locais com determinadas características, por exemplo, requerem a produção de novos mapas resultantes da sobreposição de diferentes mapas.
- Os softwares mais elaborados dispõem de ferramentas para integrar mapas vectoriais, no sentido de os sobrepor e gerar novos mapas.
- As operações que se descrevem a seguir são designadas por “geoprocessamento”:
  - *Buffers (Geração de áreas de proximidade).*
  - *Dissolve (Fusão de polígonos adjacentes).*
  - *Clip (recorte camadas com polígonos).*
  - *Intersect (interseção de camada de polígonos com outra camada).*
  - *Union (união de duas camadas de polígonos).*

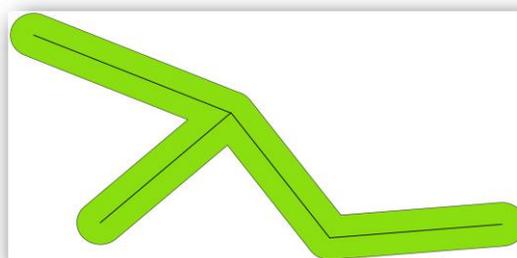
## Buffers

- Buffer de um objeto M é o lugar geométrico dos pontos que distam de M menos que um dado valor (d).

Buffer de um ponto é um círculo. Num tema com vários pontos é a combinação dos vários círculos.



Buffer de um segmento é um retângulo e dois semi-círculos. Em polilines é a combinação das várias formas.



## Operações de integração de dados

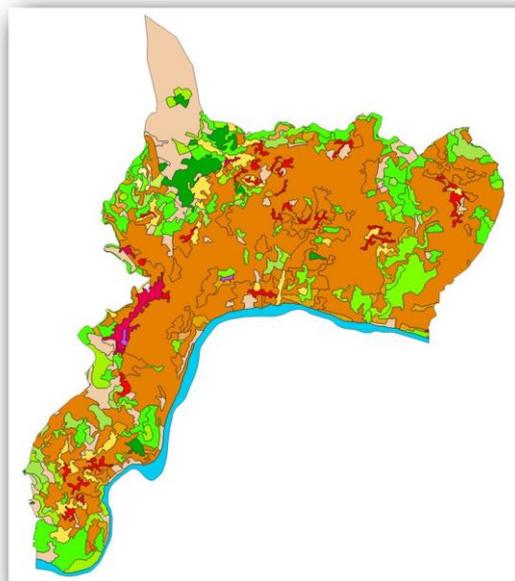
- Algumas operações de cruzamento de temas obrigam a alterar a sua geometria.
- No software QGIS estas funções estão agrupados sob o nome de “Geoprocessamento” e incluem as seguintes:
  - *Corte de um tema por outro (Clip)*
  - *Fusão de polígonos (Dissolve)*
  - *União de temas*
  - *Intersecção de temas*
  - *Diferença simétrica*

### CLIP

Efetua o corte de uma camada A por uma camada B de polígonos (camada de corte). Permanecem todos os elementos de A que estejam no interior de qualquer polígono de B. Os campos da tabela são iguais aos de A.

A camada A poderá ser de pontos, linhas ou polígonos. B é sempre de polígonos.

Áreas dos polígonos cortados altera-se, pelo que deverá ser recalculada.

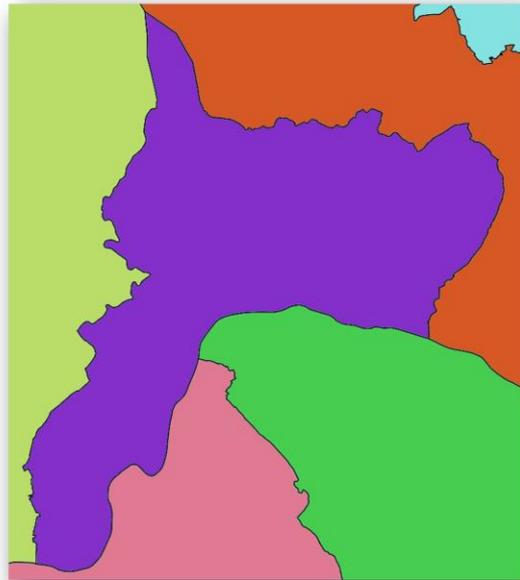


## DISSOLVE

Efetua a fusão de polígonos adjacentes que partilhem o valor um determinado atributo.

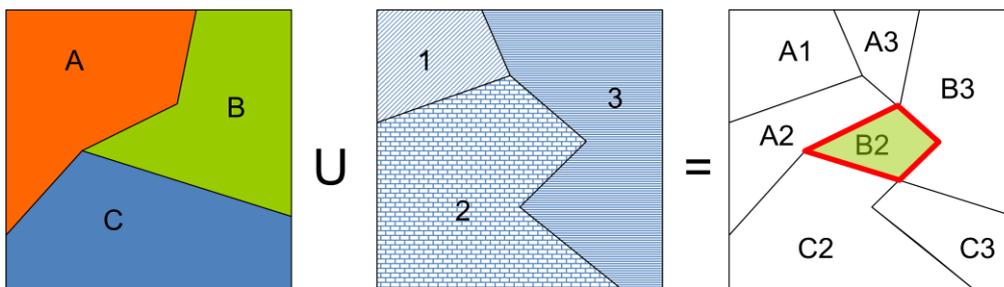
Aplica-se na generalização de polígonos, agrupando-os num nível de menor desagregação. Exemplo: transformar freguesias em concelhos.

Esta função tem semelhança com a sumarização. Permite também agregar atributos numéricos (soma, média, etc.)



## União (e interseção)

- Exemplo: dispomos de um mapa de áreas florestais e um mapa de solos.
- Questão: qual a área da espécie B que se encontra em solo do tipo 2?



A união das duas camadas dá origem a novos polígonos, cada um deles retendo os atributos das duas camadas de entrada.

Diferença entre interseção e união: na interseção são mantidos os elementos que pertencem às duas camadas, enquanto que na união mantêm-se também os que pertencem apenas a um deles.

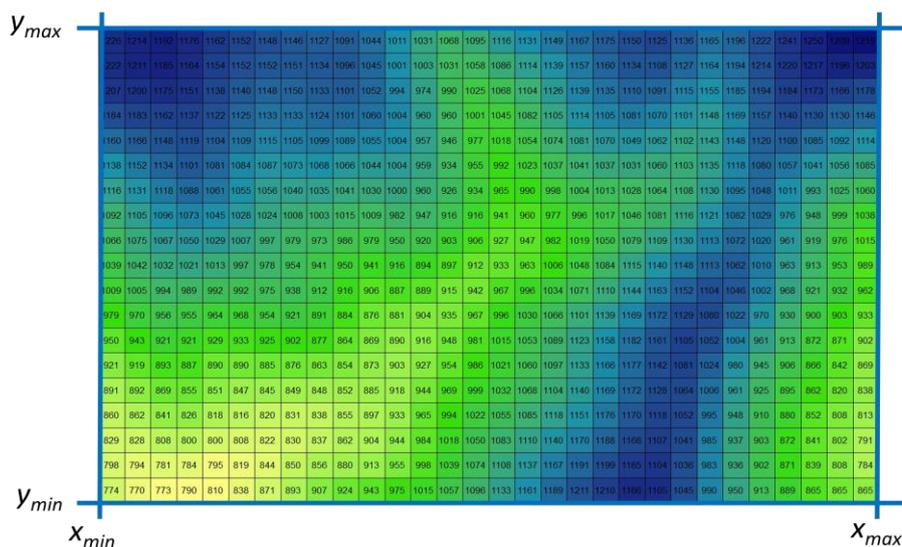
### 1.3. Conceitos sobre Informação Geográfica na forma raster

## Tópicos

- Estrutura de dados raster
- Tipos de dados
- Estimação de valores
- Geração de rasters
  - Conversão vetorial para raster
  - Interpolação a partir de dados pontuais
  - Imagens classificadas
- Reamostragem de rasters
- Operações entre diferentes rasters
- Álgebra de mapas

## Estrutura de dados raster

Dados matriciais compostos por células (pixels). Armazenam o valor de um atributo ou variável geográfica. Adequados para variáveis contínuas.



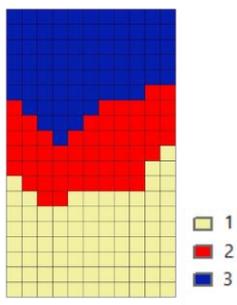
## Tipos de dados

- Tal como os atributos de uma base de dados, os valores armazenados também poderão ser de vários tipos.
  - *Números inteiros*
    - Inteiro de 16 ou 32 bits
    - Inteiro curto (8 bits) – normalmente para as imagens a cores, que armazenam valores entre 0 e 255
  - *Números reais*
    - Números fracionários, adequados para variáveis contínuas (por exemplo um mapa de temperaturas)
  - *Atributos discretos*
    - Variáveis não numéricas. Por exemplo um tipo de rocha (num mapa geológico) ou uma classe de ocupação do solo.
- NODATA – valor reservado para pixéis sem valor atribuído, ou desconhecido.

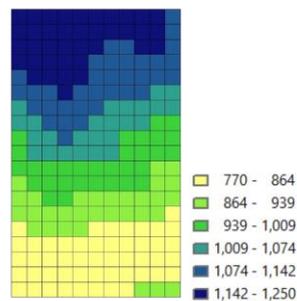
## Variáveis discretas e contínuas

- Um raster pode representar:
  - *Variável discreta: Atributo de texto ou numérico correspondente a um código*
  - *Variável contínua: Atributo numérico correspondente ao valor de uma variável.*
- Processos de simbolização de um raster são semelhantes aos de dados vectoriais:

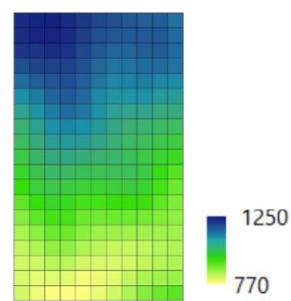
Dados discretos  
*Categorias*



Dados contínuos  
*Classes*



Dados contínuos  
*Escala contínua de cores*

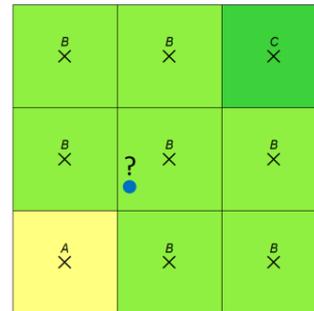


## Cálculo de valores num raster

- Tal como com uma camada vetorial, um raster também pode ser inquirido, isto é, dada uma posição é calculado o valor da variável do raster.

- Duas possibilidades

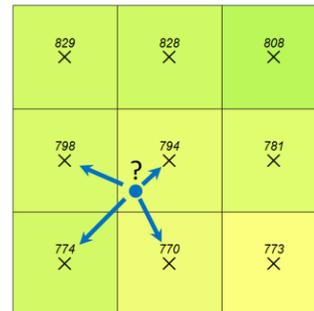
*Variável discreta – apenas pelo método do “vizinho mais próximo”*



Z = B

*Variável contínua – valor pode ser estimado a partir dos 4 valores envolventes (interpolação bilinear)*

*Pode também ser usado o vizinho mais próximo, mas provoca descontinuidade.*

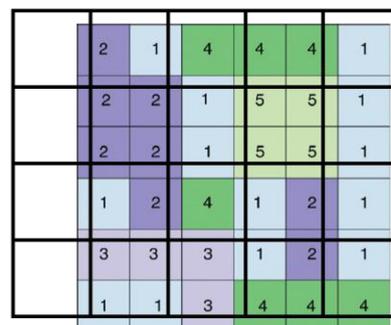
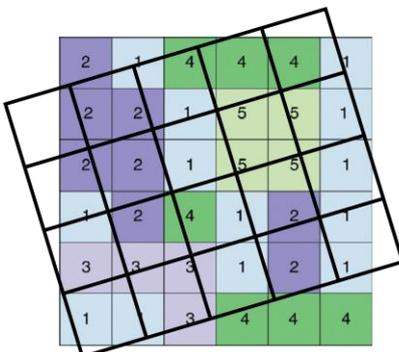


Z = 787

## Reamostragem de um raster

- Um raster poderá ter de ser todo recalculado (reamostragem)
  - Numa transformação geométrica, como uma rotação ou reprojeção
  - Numa operação entre dois rasters cujas matrizes não sejam coincidentes espacialmente ou que tenham resolução diferente.

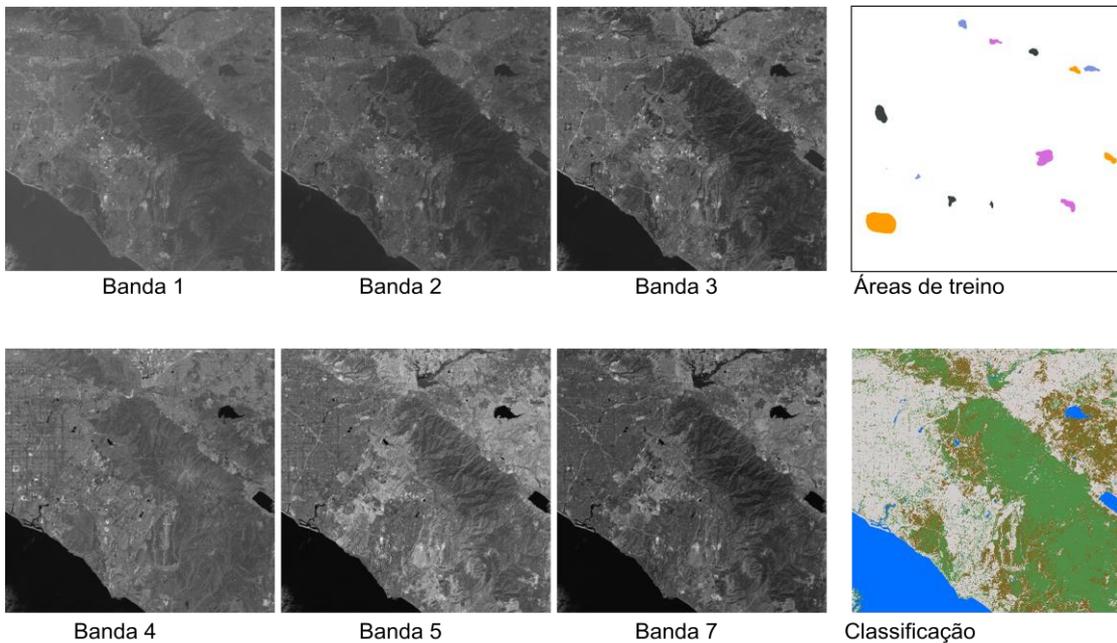
*Novos valores terão de ser calculados por um dos métodos descritos atrás.*



## Fontes de dados raster

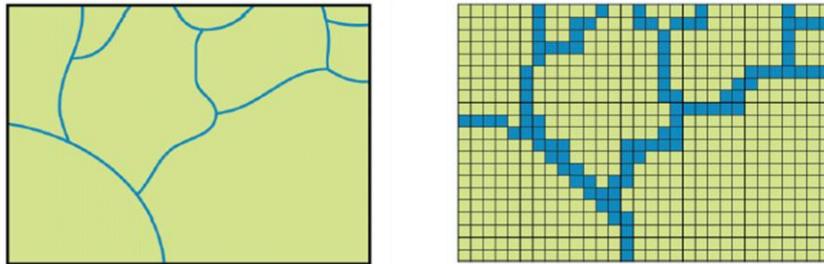
- Imagens aéreas, de satélite e mapas digitalizados em scanner
  - *São rasters mas contêm apenas valores de tonalidade e requerem fotointerpretação.*
- Imagens de satélite
  - *Compostas por bandas de cor (RGB) e várias zonas espectrais do infravermelhos. Podem ser aplicadas técnicas de processamento de imagem que permitem segmentar e classificar zonas uniformes.*
- Conversão a partir de dados vectoriais
  - *Pontos, linhas e polígonos podem ser convertidos para raster. Um atributo da tabela é mantido no raster.*
- Interpolação de dados pontuais:
  - *Amostragem de uma variável, recolhida em pontos distribuídos irregularmente. Técnicas de interpolação (kriging, por exemplo) permitem calcular valores em grelha regular, compondo assim um raster.*

## Classificação de imagens



## Conversão de vector para raster

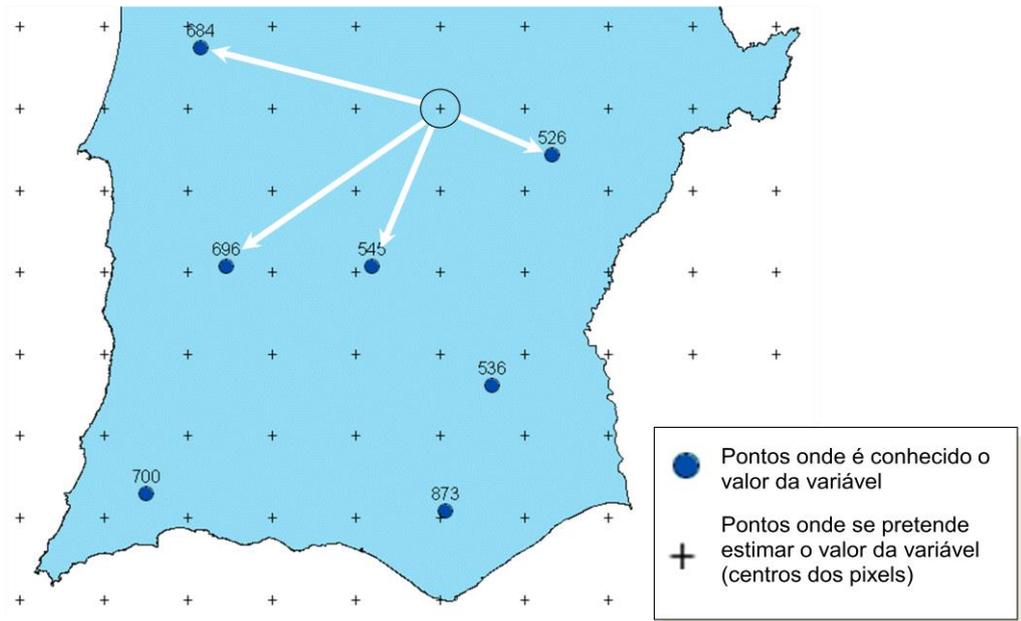
- É escolhido um atributo da tabela do mapa vectorial, cujos valores irão preencher a matriz do raster.
- Uma grelha com a dimensão pretendida é “colocada” sobre o mapa vectorial.
- Se um elemento da matriz se sobrepuser a uma entidade vectorial receberá o valor do seu atributo.



## Interpolação a partir de dados pontuais

- Pontos de amostragem de uma dada variável têm normalmente uma distribuição irregular.
- Manipulação da variável num SIG requer que seja obtido o seu valor em pontos distribuídos regularmente numa grelha, por interpolação.
- Exemplos:
  - *São conhecidas as coordenadas de diversas estações e os valores de um parâmetro medido em cada uma delas (por exemplo a pressão). Aplica-se uma técnica de interpolação para gerar valores distribuídos em grelha (raster) e daí traçar uma representação de isolinhas.*
  - *Processamento de dados geológicos e geofísicos*
  - *Geração de modelos digitais do terreno.*

## Interpolação a partir de dados pontuais

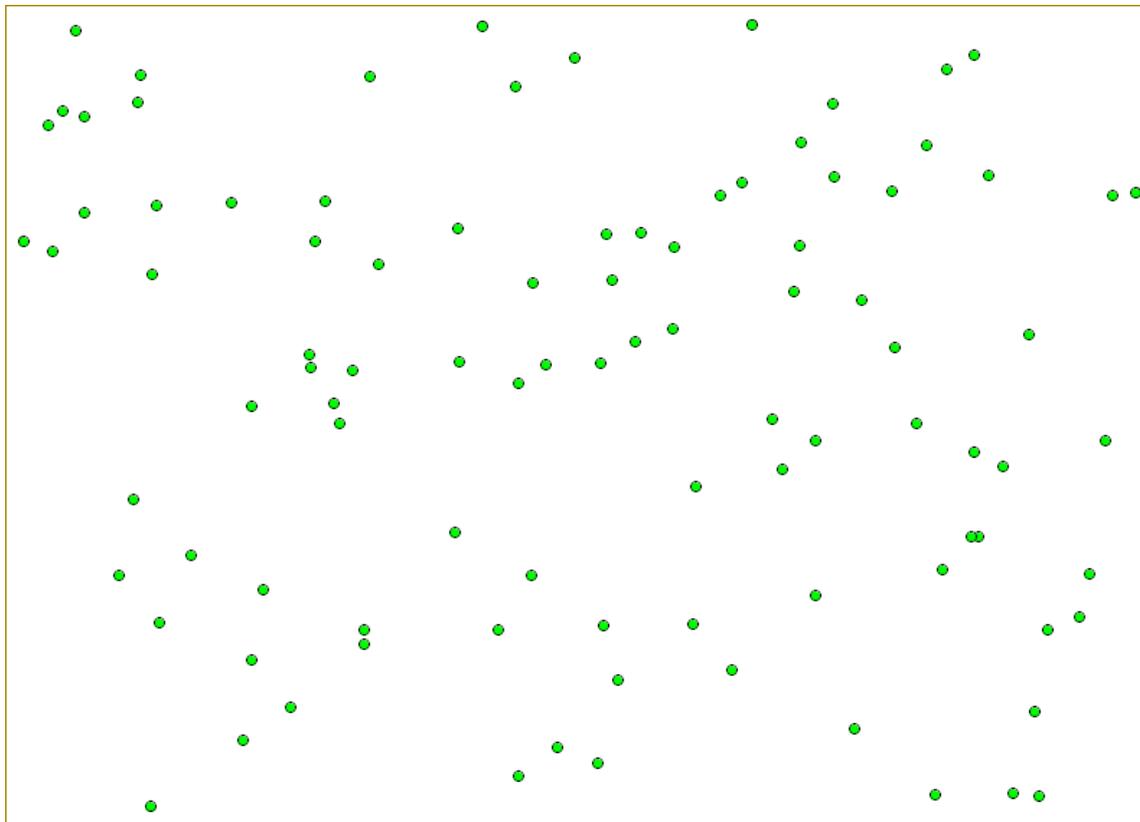
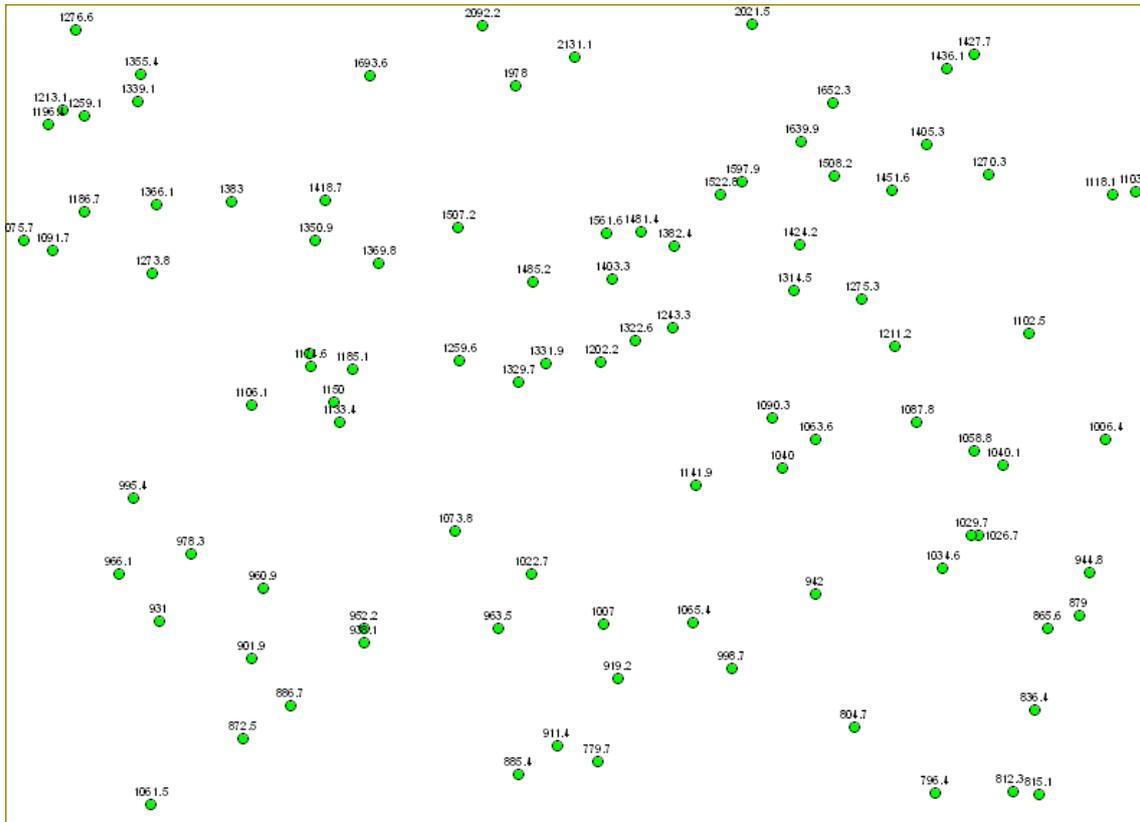


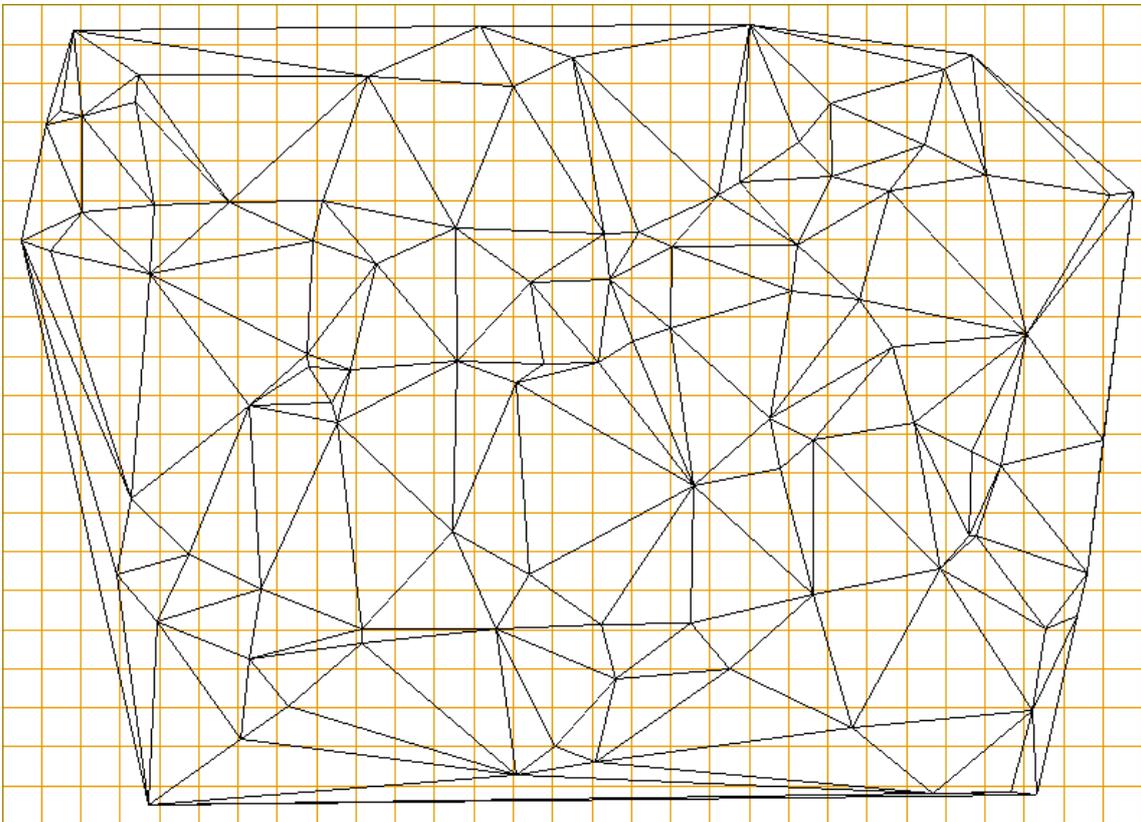
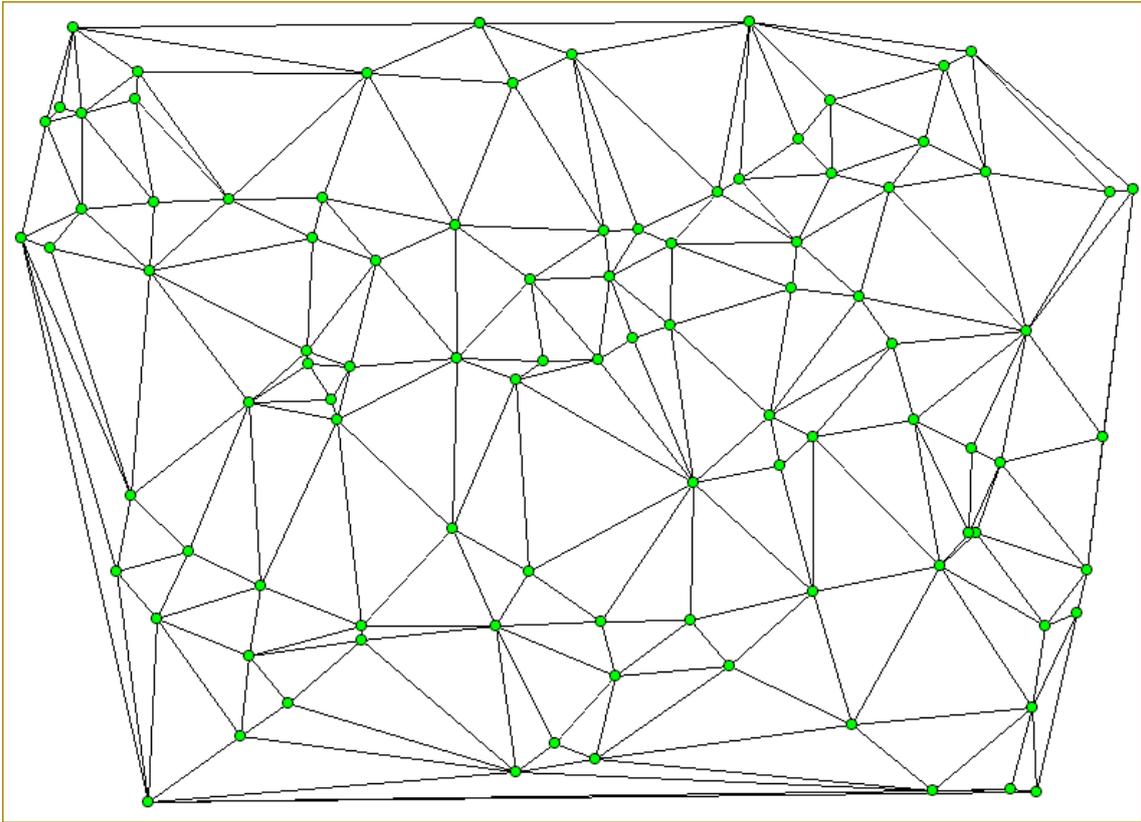
- Ajuste de polinómios (adequado apenas para representar um tendência geral da superfície)

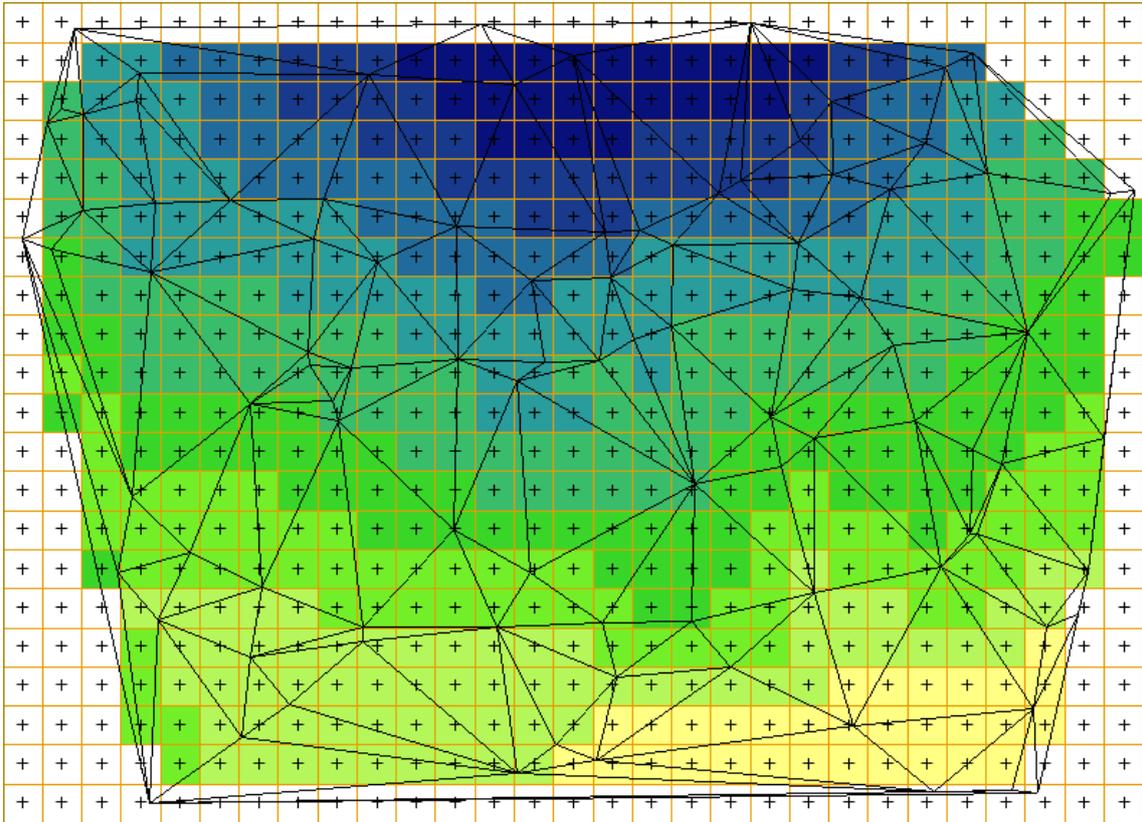
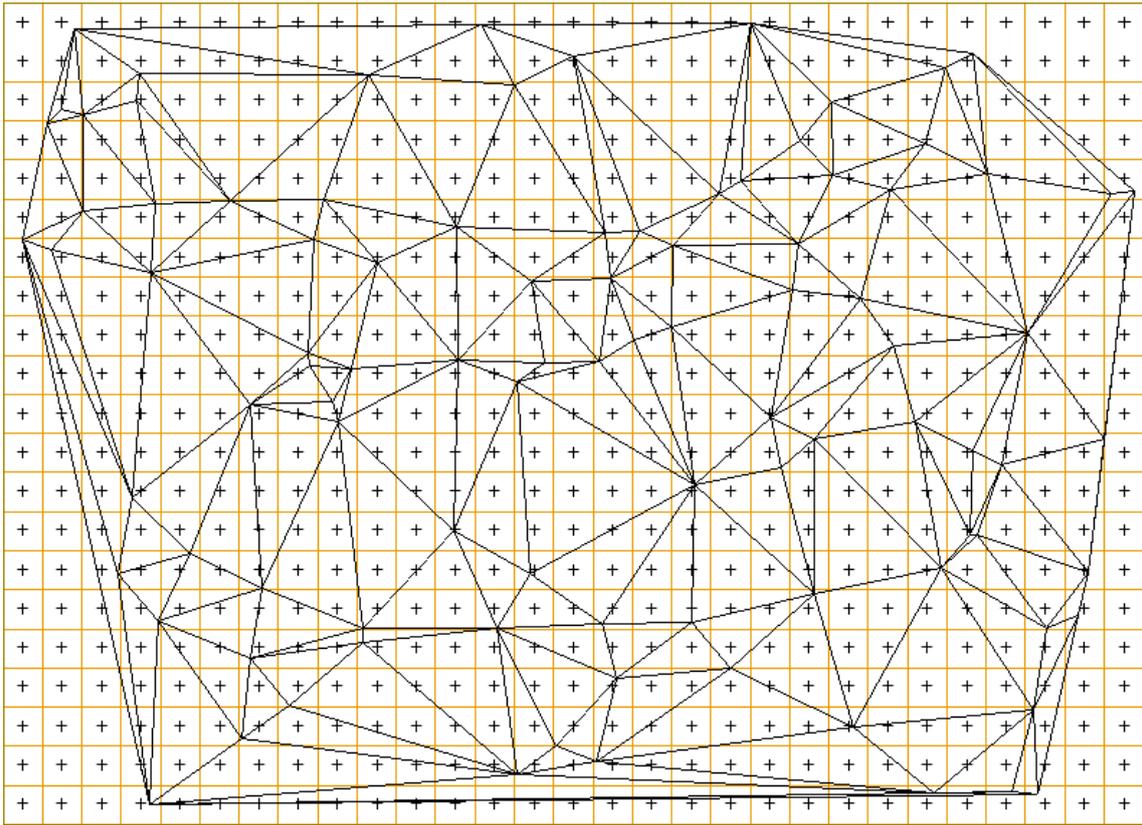
$$z = A_0 + A_1x + A_2y + A_3x^2 + A_4xy + A_5y^2 + \dots$$

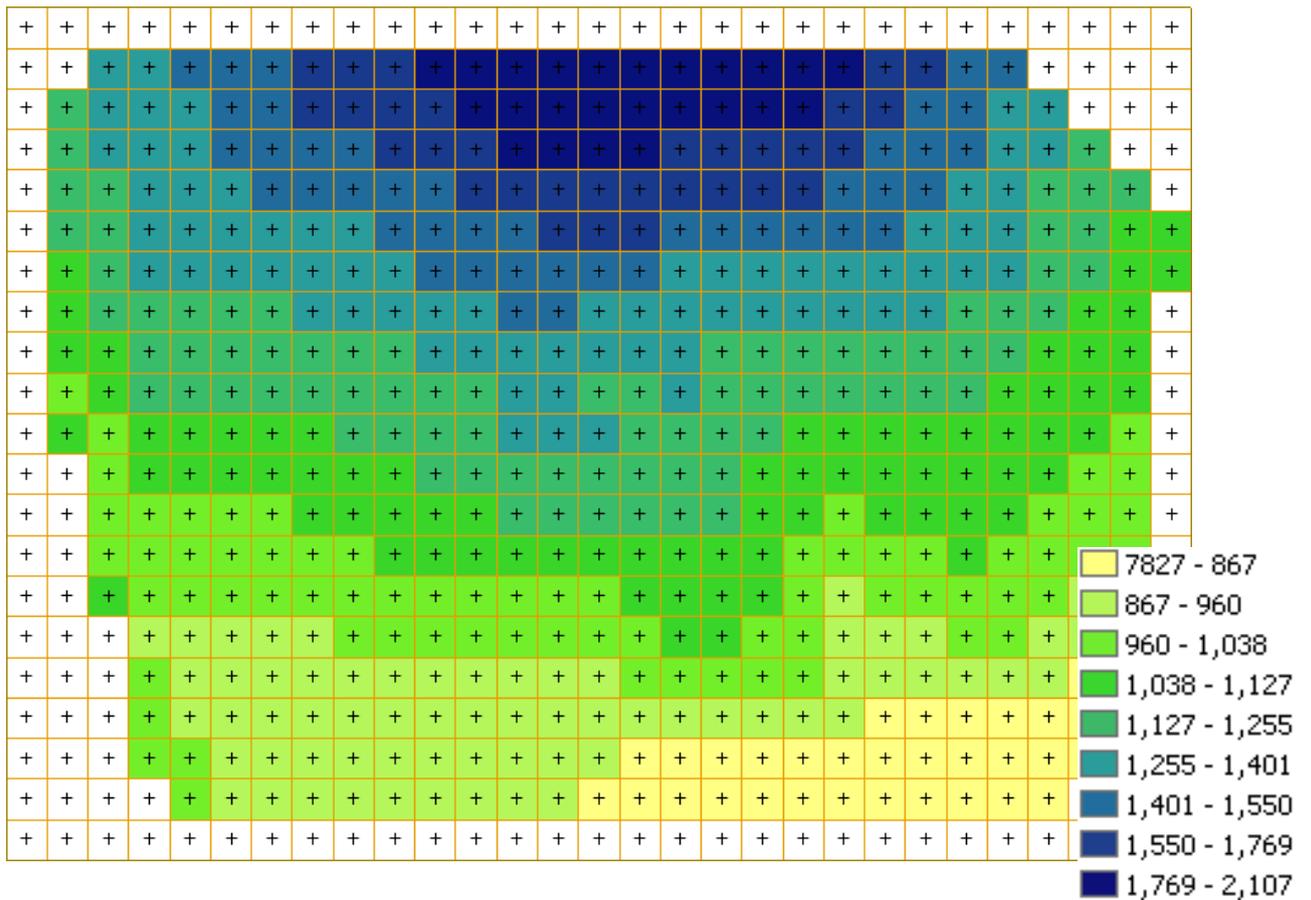
- Diversas técnicas de interpolação podem ser aplicadas:
  - *TIN (Triangulação de Delaunay) com interpolação linear*
  - *Inverse Distance Weighting (IDW)*
  - *Splines*
  - *Kriging*

# TIN e interpolação linear

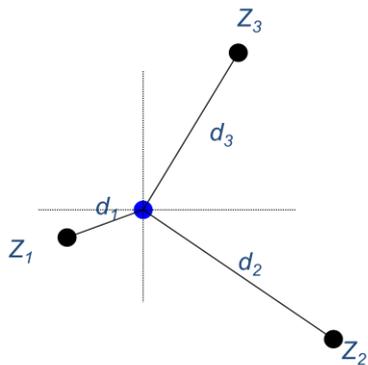








## IDW – Inverse distance weighting



$$z = \frac{\sum_{i=1}^n p_i z_i}{\sum_{i=1}^n p_i} \quad p_i = \frac{1}{d_i^2}$$

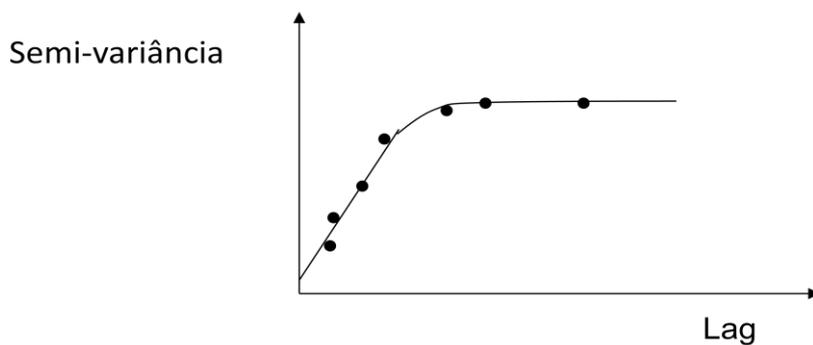
Problemas:

- Quantos pontos escolher?
- Até que distância?
- Qual a influência das direções em que se encontram os pontos escolhidos?

Método melhor: Krigagem

## Kriging (krigagem)

- Desenvolvido por Georges Matheron, com base em trabalho anterior de Danie Krige.
- Assume que os dados recolhidos de uma determinada população se encontram correlacionados no espaço. Isto é, se num aterro de resíduos tóxicos e perigosos a concentração de Zinco num ponto  $p$  é  $x$ , é muito provável que se encontrem resultados muito próximos de  $x$  quanto mais próximos se estiver do ponto  $p$  (princípio da geoestatística). Porém, a partir de determinada distância de  $p$ , certamente não se encontrarão valores aproximados de  $x$  porque a correlação espacial pode deixar de existir.
- Estimação é precedida duma análise de variância de diferenças do valor da variável em função da distância entre os pontos. Daí são estimados os pesos no cálculo do valor estimado.



Semi-variograma – permite avaliar a que distâncias a influência de um ponto para o cálculo de um valor tem maior ou menor importância

## Operações pontuais sobre dados raster

- Cada novo pixel é calculado a partir do pixel na mesma posição do raster de entrada.

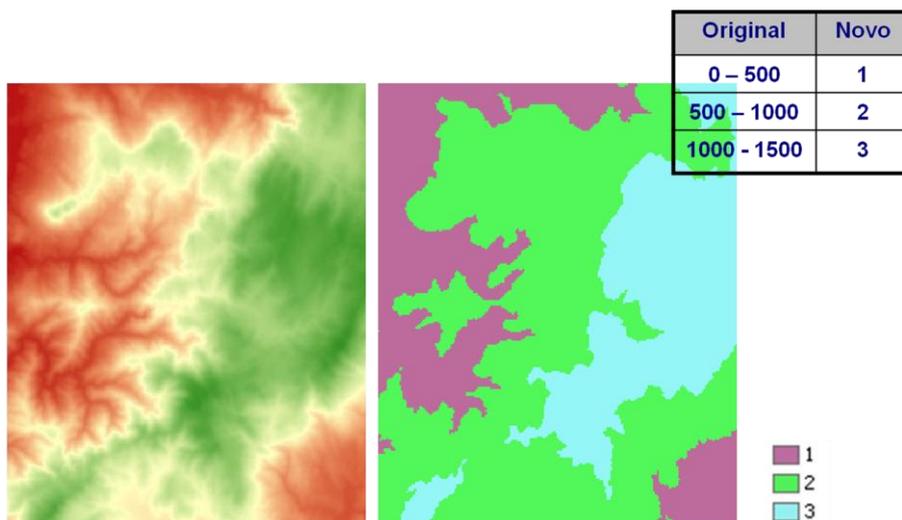
```
For i = 1 to  $N_{linhas}$   
  For j=1 to  $N_{colunas}$   
     $B_{i,j} = Func(A_{i,j})$   
  Next j  
Next i
```

- Vários rasters podem ser combinados:

$$Z_{i,j} = Func(A_{i,j}, B_{i,j}, \dots)$$

## Reclassificação de um raster

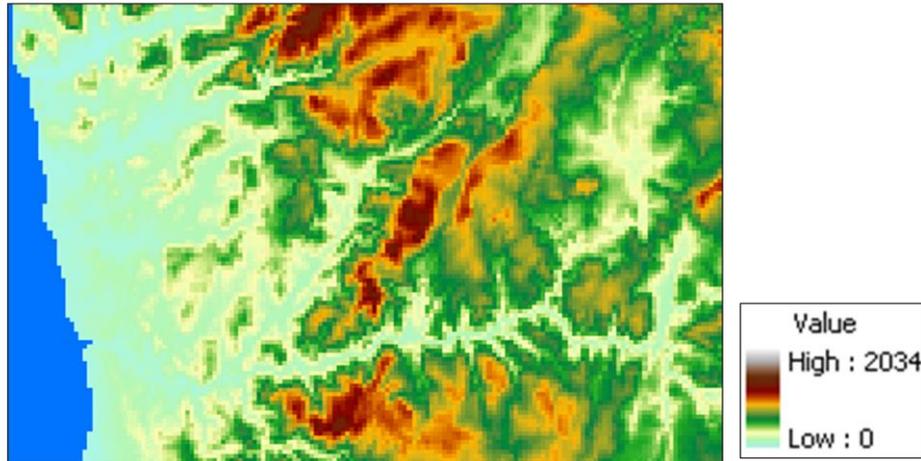
- Transformação de valores através de uma tabela que define valores ou intervalos de valores no raster original e o valor a criar no raster reclassificado.



## Queries sobre dados raster

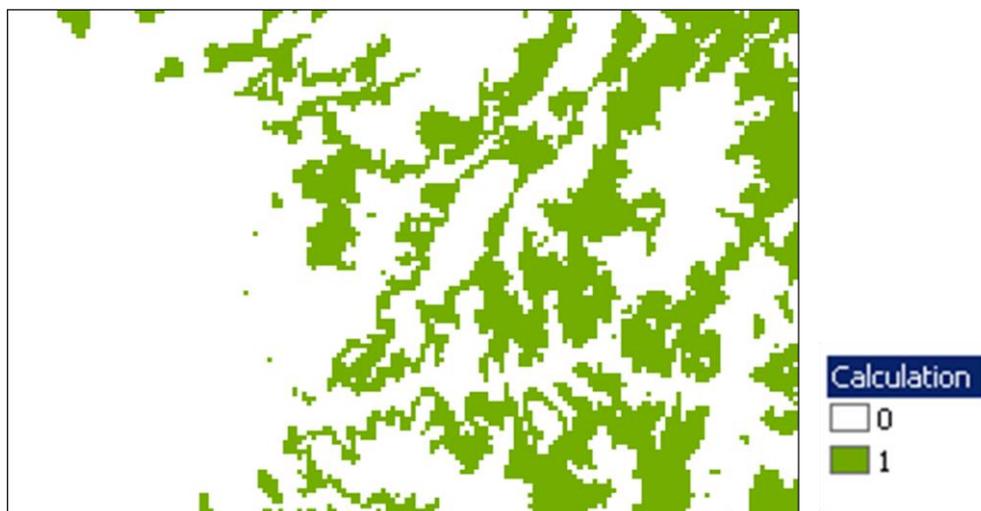
- Uma condição imposta a um ou mais rasters dá um raster de valores 0 (Falso) ou 1 (Verdade)

(H > 500) AND (H < 800)



- Uma condição imposta a um ou mais rasters dá um raster de valores 0 (Falso) ou 1 (Verdade)

(H > 500) AND (H < 800)

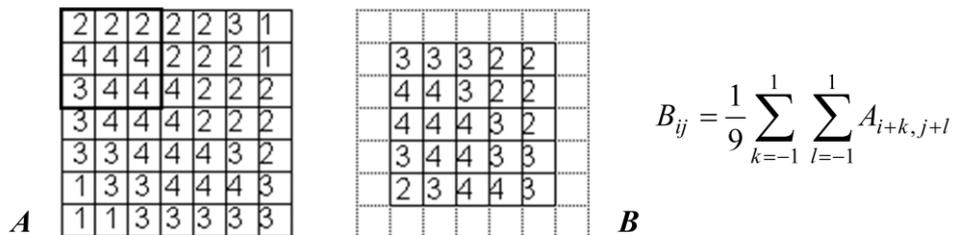


## Operações focais

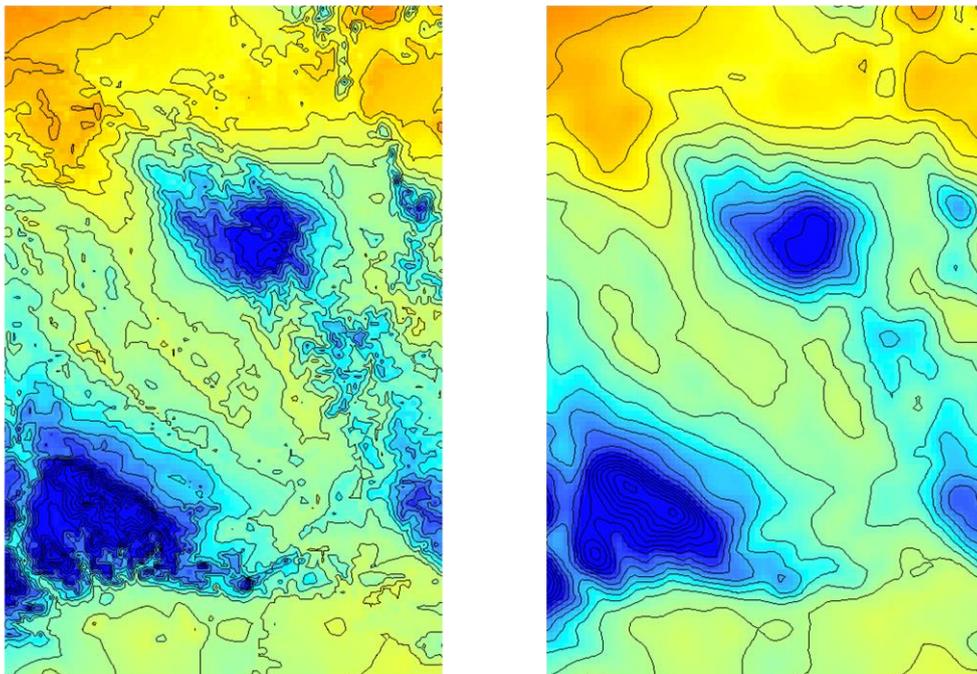
- Cada valor de um pixel no novo raster é calculado a partir dos valores de vários pixels envolventes no raster de entrada. (por ex: filtros, declive)

$$B_{ij} = f(\dots, A_{i-1, j-1}, A_{i-1, j}, A_{i, j} \dots)$$

- Exemplos: Filtros, Cálculo de declive e exposição, ...



## Filtros



## Operações de região

- São aplicadas a grupos de pixels (“zonas”).
- Operações (por exemplo estatísticas) são aplicadas aos pixels de cada zona.

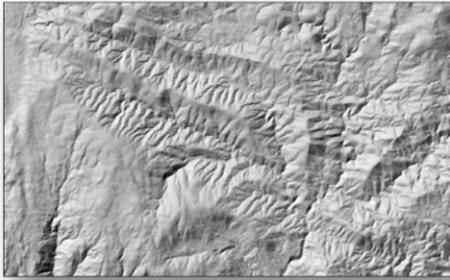
Raster de input	Zonas	Somatório por zona
53	1	423
57	1	423
33	1	423
10	2	467
14	2	467
78	1	423
31	1	423
12	1	423
22	2	467
55	2	467
32	1	423
9	1	423
9	1	423
85	2	467
26	2	467
6	5	437
54	5	437
33	1	423
85	2	467
94	2	467
75	5	437
25	5	437
76	1	423
49	2	467
27	2	467
48	5	437
16	5	437
67	10	270
23	91	283
89	91	283
36	5	437
46	5	437
82	10	270
97	91	283
74	91	283
45	5	437
86	5	437
44	10	270
42	10	270
35	10	270

Zonas poderão ser definidas por um tema vetorial de polígonos. Resultado pode ser posto na forma de uma tabela ligável à do tema vetorial.

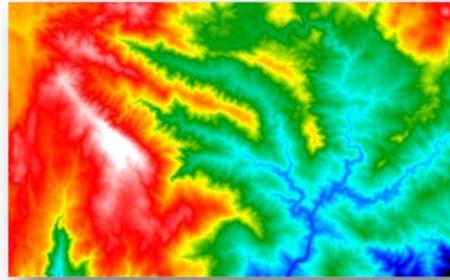
## Modelos digitais do terreno

- Rasters com altitudes designados Modelos Digitais do Terreno (em inglês DEM, Digital Elevation Model).
- Análise de terreno:
  - *Mapa hipsométrico, relevo sombreado, visualização 3D*
  - *Mapa de declives*
  - *Mapa de orientação de encostas.*
  - *Geração automática de curvas de nível*
  - *Cálculos topográficos (perfis, volumes, etc.)*
  - *Determinação de visibilidades*
  - *Estudos hidrológicos*
    - análise do fluxo da água
    - delimitação de bacias hidrográficas

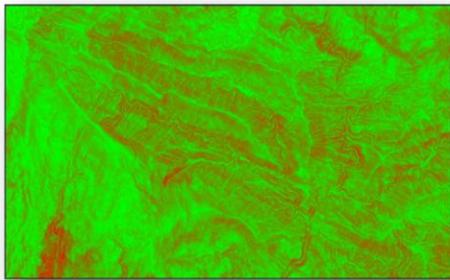
## Análise de terreno



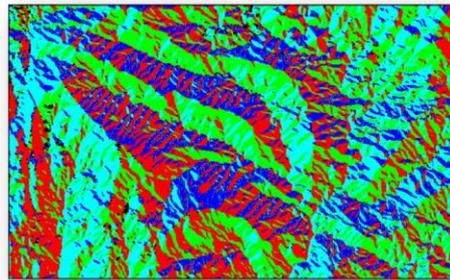
Relevo sombreado



Mapa hipsométrico

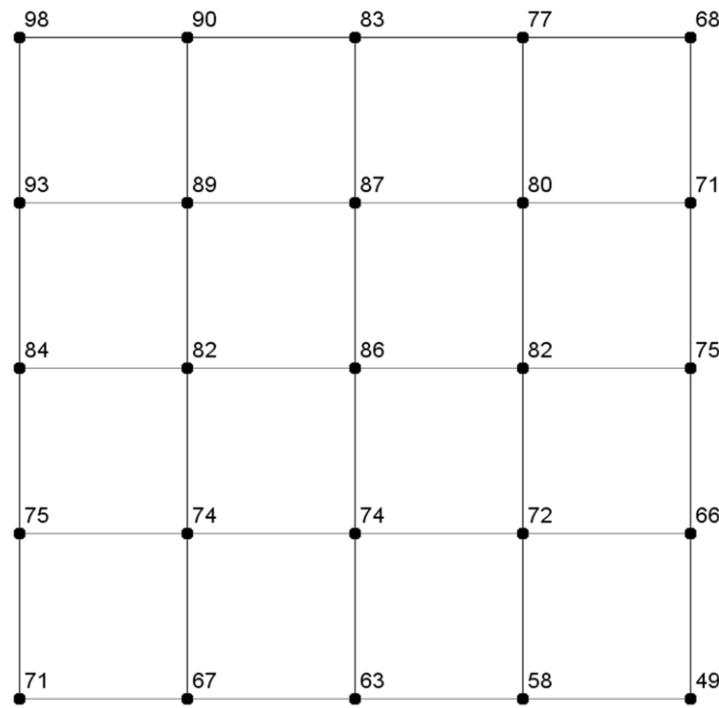


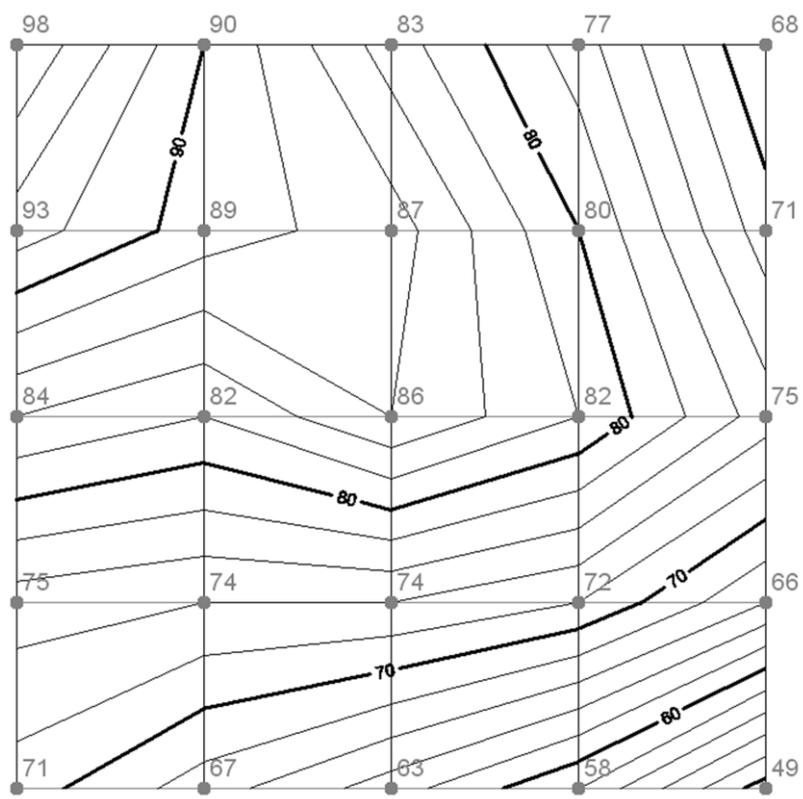
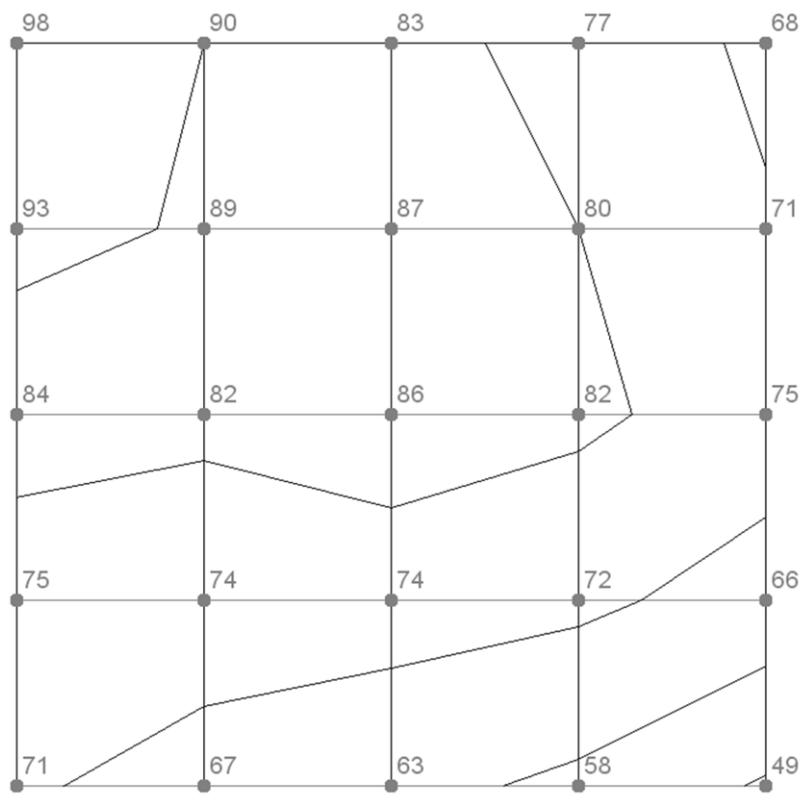
Declives

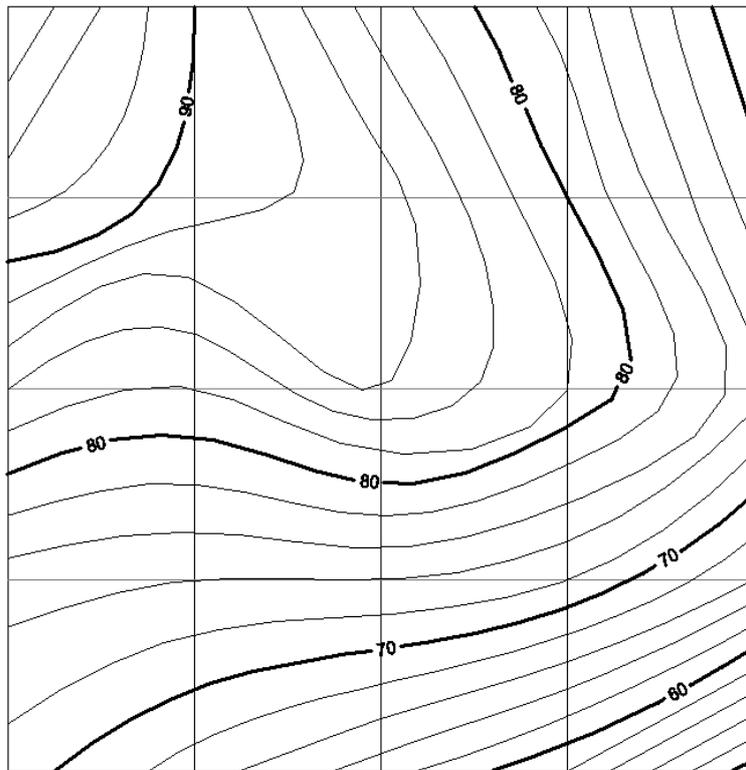
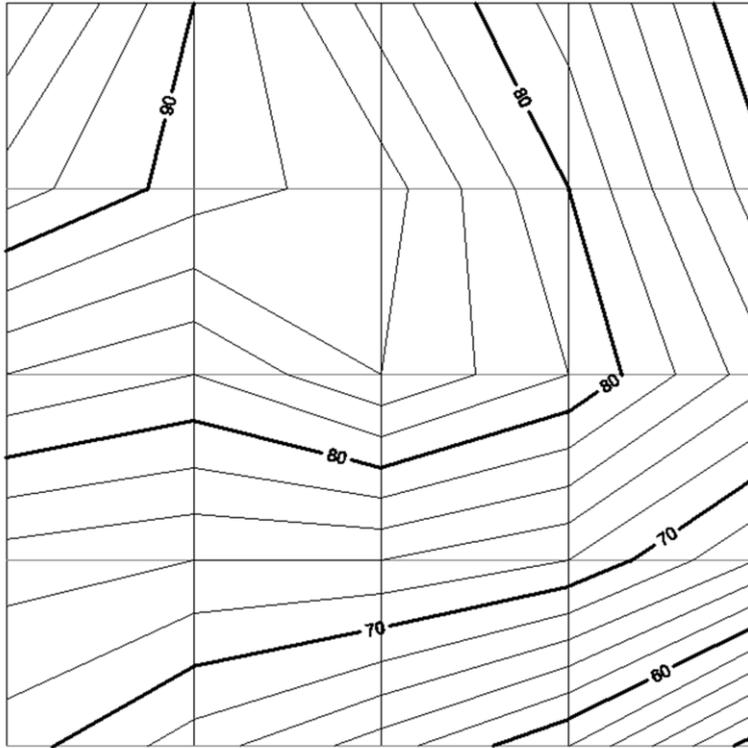


Orientação das encostas

## Traçado de isolinhas

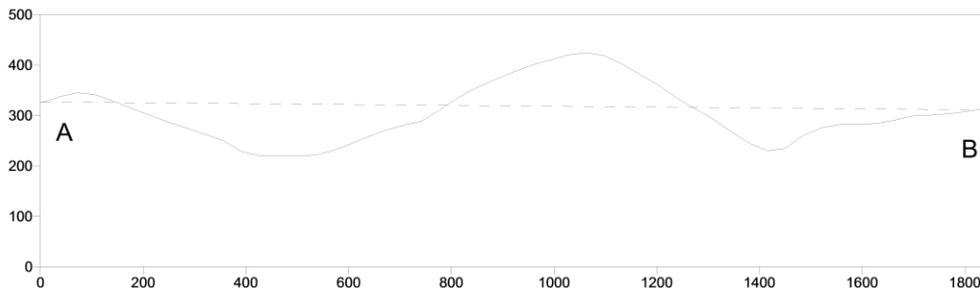
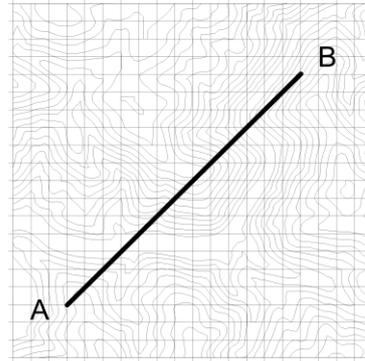






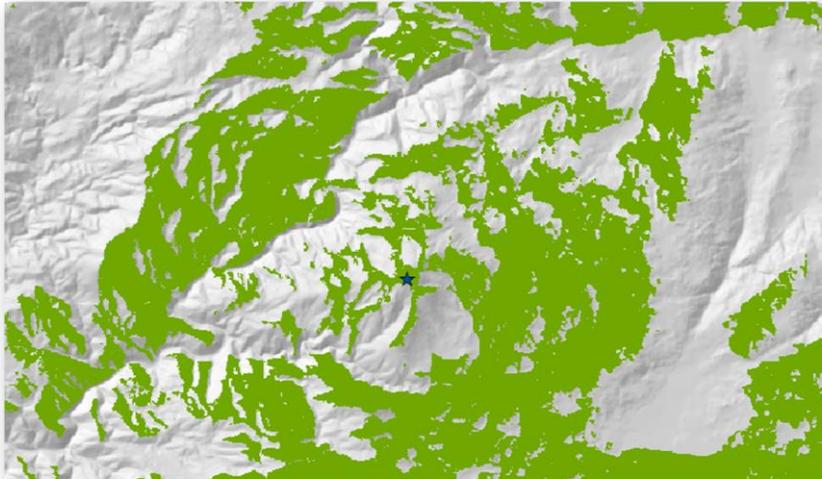
## Traçado de perfis

- Para uma linha definida por 2 pontos podem ser determinadas as cotas de pontos ao longo da linha e assim traçar um perfil.



## Análise de visibilidade

- Fixado um observador, são avaliados perfis a partir desse ponto e avaliada a visibilidade ou não dos diferentes pixéis.
- Aplicação na vigilância de incêndios florestais, nas telecomunicações e na análise de paisagem.



# Circulação da água

1226	1214	1192	1176	1162	1152	1148	1146	1127	1091	1044	1011	1031	1068	1095	1116	1131	1149	1167	1175	1150	1125	1136	1165	1196	1222	1241	1250	1208	1219
1222	1211	1185	1164	1154	1152	1152	1151	1134	1096	1045	1001	1003	1031	1058	1086	1114	1139	1157	1160	1134	1108	1127	1164	1194	1214	1220	1217	1196	1203
1207	1200	1175	1151	1138	1140	1148	1150	1133	1101	1052	994	974	990	1025	1058	1104	1126	1139	1135	1110	1091	1115	1155	1185	1194	1184	1173	1166	1178
1184	1183	1162	1137	1122	1125	1133	1133	1124	1101	1060	1004	960	960	1001	1045	1082	1105	1114	1105	1081	1070	1101	1148	1169	1157	1140	1130	1130	1146
1160	1166	1148	1119	1104	1109	1115	1105	1099	1089	1055	1004	957	936	977	1018	1054	1074	1081	1070	1049	1062	1102	1143	1148	1120	1100	1085	1092	1114
1138	1152	1134	1101	1081	1084	1087	1073	1068	1066	1044	1004	959	934	955	992	1023	1037	1041	1037	1031	1060	1103	1135	1118	1080	1057	1041	1056	1085
1116	1131	1118	1088	1061	1055	1056	1040	1035	1041	1030	1000	960	926	934	965	990	998	1004	1013	1028	1064	1108	1130	1095	1048	1011	993	1025	1060
1092	1105	1096	1073	1045	1028	1024	1008	1003	1015	1009	982	947	916	916	941	960	977	996	1017	1046	1081	1116	1121	1082	1029	976	948	999	1038
1066	1075	1067	1050	1029	1007	997	979	973	986	979	950	920	913	906	927	947	982	1019	1050	1079	1109	1130	1113	1072	1020	961	919	976	1015
1039	1042	1032	1021	1013	997	978	954	941	950	941	916	894	897	912	933	963	1006	1048	1084	1115	1140	1148	1113	1062	1010	963	913	953	989
1009	1005	994	989	992	992	975	938	912	916	906	887	889	915	942	967	996	1034	1071	1110	1144	1163	1152	1104	1046	1002	968	921	932	962
979	970	956	955	964	968	954	921	891	884	876	881	904	935	967	996	1030	1066	1101	1139	1169	1172	1129	1080	1022	970	930	900	903	933
950	943	921	921	929	933	925	902	877	864	869	890	916	948	981	1015	1053	1089	1123	1158	1182	1161	1105	1052	1004	961	913	872	871	902
921	919	893	887	890	890	885	876	863	854	873	903	927	954	986	1021	1060	1097	1133	1166	1177	1142	1081	1024	980	945	906	866	842	869
891	892	869	855	851	847	845	849	848	852	885	918	944	969	999	1032	1068	1104	1140	1169	1172	1128	1064	1006	961	925	895	862	820	838
860	862	841	826	818	816	820	831	838	855	897	933	965	994	1022	1055	1085	1118	1151	1176	1170	1118	1052	995	948	910	880	852	808	813
829	828	808	800	800	808	822	830	837	862	904	944	984	1018	1050	1083	1110	1140	1170	1188	1168	1107	1041	985	937	903	872	841	802	791
798	794	781	784	795	819	844	850	856	880	913	955	998	1039	1074	1108	1137	1167	1191	1199	1165	1104	1036	983	936	902	871	839	808	784
774	770	773	790	810	838	871	893	907	924	943	975	1015	1057	1096	1133	1161	1189	1211	1210	1166	1105	1045	990	950	913	889	865	865	865

## 2. Parte prática

### 2.1. Instalação e introdução ao QGIS

## Instalação do QGIS

- Descarregar versão standalone de 32 ou 64 bits, de acordo com o sistema operativo, no seguinte endereço:

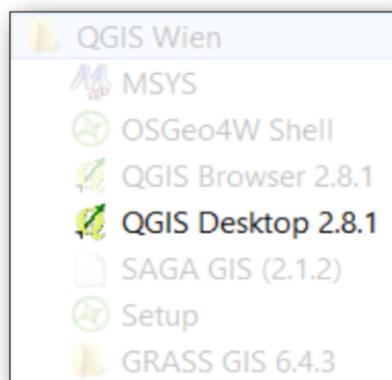
<https://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html>

- Instalar na pasta proposta: *C:\Program Files\QGIS Wien*

- No botão *Iniciar* deverá surgir a pasta de programas QGIS Wien.  
Normalmente utilizaremos o QGIS Desktop.

- Vários outros programas são acessíveis a partir do interface do QGIS Desktop:

- GRASS
- Sextante
- SAGA
- GDAL



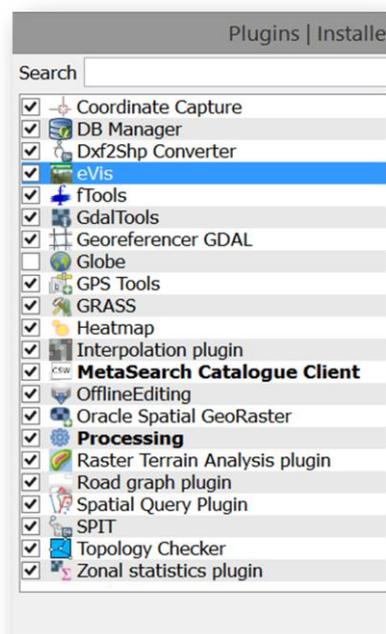
- Execute o QGIS Desktop. Pode alterar a língua no menu *Configurações / Opções / Região*. É necessário reiniciar a aplicação.

- Para evitar conflitos com alguma terminologia popularizada em inglês, é preferível o inglês.

- Poderão ser instalados módulos (plugins) adicionais. No menu *Plugins / Manage and Install Plugins*. Inicialmente deverão estar os seguintes:

- Alguns que virão a ser necessários e poderão ser agora instalados:

- *Openlayers*
- *Statist*
- *Group stats*

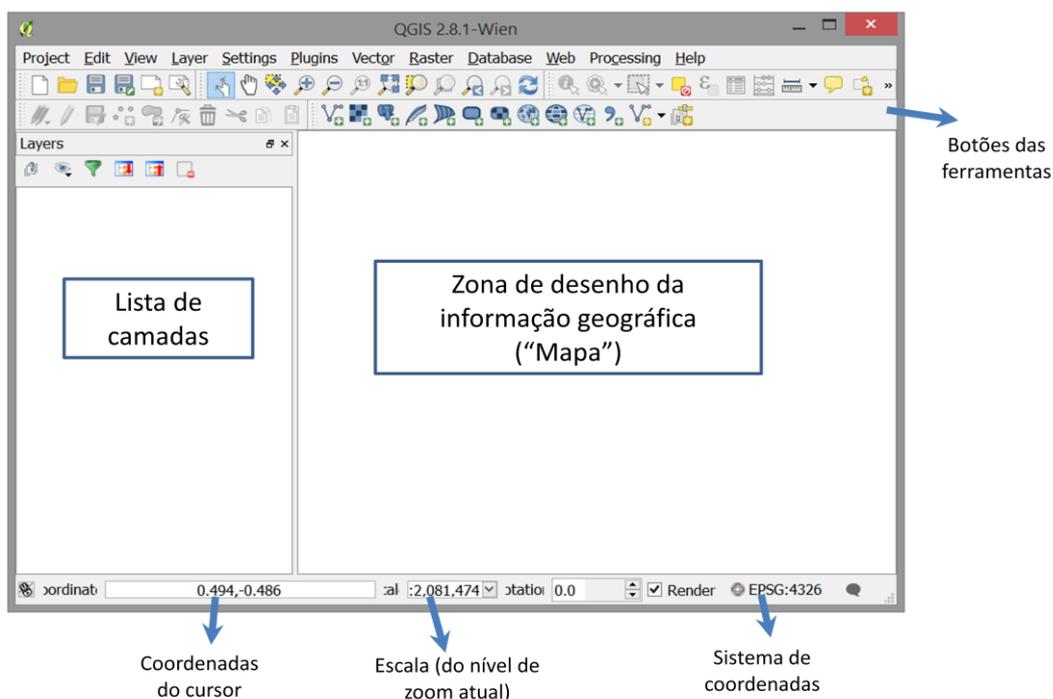


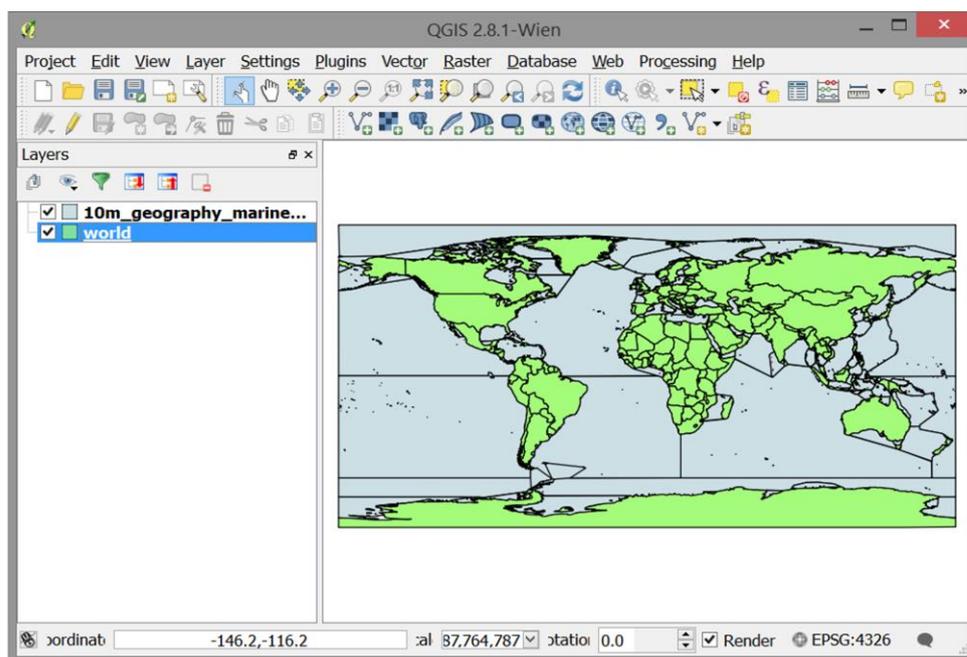
## Alteração de configuração do sistema operativo

- O sistema operativo português predefine como separador decimal o caracter , (vírgula). Isto poderá levantar dificuldades com programas que não tomem em consideração a definição imposta pelo sistema.
- No QGIS, dado que se interage frequentemente com ficheiros de texto, é comum levantar-se esse problema.
- Sugere-se a alteração para considerar o ponto como separador decimal:
  - *No painel de controlo escolher a opção “Definições Regionais”*
  - *Escolher “Definições adicionais”*
  - *Escolher:*

<i>Separador decimal</i>	<i>.</i>	<i>(ponto)</i>
<i>Agrupamento de dígitos</i>	<i>,</i>	<i>(vírgula)</i>
<i>Separador de listas</i>	<i>,</i>	<i>(vírgula)</i>

## Interface gráfico do QGIS





Exemplo de duas camadas carregadas. O sist. coord. é geográficas WGS84 (EPSG:4326).

## Camadas e ficheiro de projeto

- As camadas são carregadas a partir de ficheiros externos (barra de ferramentas “Manage Layers”):
  - *Ficheiros vetoriais (e.g. ESRI shapefile, KML, DXF)*
  - *Dados web-SIG (WMS, WFS)*
  - *Rasters (TIFF, JPEG)*
- As operações File/Open ou File/Save referem-se ao projeto, isto é, um ficheiro que descreve os dados que temos carregados numa sessão e como estão configurados. 
- Os ficheiros de projeto têm a extensão QGS.
- **Não contêm os dados.**
- Fechar um projeto e não gravar não envolve qualquer ação sobre os ficheiros de dados, a não ser numa camada vetorial em edição. Numa situação dessas é dado um alerta.

## Barras de ferramentas

- As principais barras de ferramentas são:

- *Manage Layers*



- *Map Navigation*



- *Attributes*



- *Digitizing*



- Para ativar ou desativar barras de ferramentas, clicar com o botão direito na zona dos menus ou barras de ferramentas. Podem também ser seleccionados diferentes painéis.
- Alternativamente, usar o menu View / Toolbars.

## Manage Layers + Map Navigation



Adicionar camada vetorial  
*Add vector layer*



Adicionar camada raster  
*Add raster layer*



Adicionar camada WMS  
*Add WMS layer*



Adicionar camada WFS  
*Add WFS layer*



Adicionar ficheiro de texto  
*Add delimited text layer*



Criar nova shapefile  
*New shapefile layer*



Mover mapa  
*Pan map*



Aproximar (ou zoom janela)  
*Zoom in*



Afastar  
*Zoom out*



Ver tudo  
*Zoom full*



Vista anterior  
*Zoom last*

## Attributes + Digitizing



Identificar elemento  
*Identify feature*



Selecionar elemento  
*Select feature(s)*



Limpar seleção  
*Deselect feature*



Selecionar por atributos  
*Select features using an expression*



Abrir tabela de atributos  
*Open attribute table*



Funções de medição  
*Measure line*



Calculadora de campos  
*Open field calculator*



Alternar edição  
*Toggle editing*



Guardar alterações  
*Save layer edits*



Adicionar elemento  
*Add feature*

Abrindo a tabela de atributos temos os seguintes botões. Os mais importantes encontram-se também nas barras de ferramentas anteriores



## Exercícios elementares

- Na página de documentação do curso encontram-se links para vários conjuntos de dados. Extraia o conjunto Dados1 para uma pasta no computador.
  - <https://dl.dropboxusercontent.com/u/7202189/sig/index.htm>
- Utilizando o botão “Adicionar Camada Vetorial”, carregue o ficheiro *concelhos.shp* (formato ESRI Shape file) .
- Explore as funções elementares de navegação e consulta (descritas nos slides anteriores).
  - *Zoom , alterar ordem das camadas,*
  - *Identificar elemento, Selecionar elemento, Limpar seleção,*
  - *Selecionar por atributos, abrir tabela de atributos, ordenar a tabela.*
  - *Funções de medição.*

## 2.2. Sistemas de coordenadas

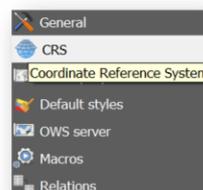
# Tratamento de sistemas de coordenadas

- Quando carregamos uma camada num projeto novo, o projeto receberá o sistema de coordenadas associado a essa camada, através de um código EPSG.
- Camadas carregadas posteriormente no mesmo projeto serão adaptadas (projetadas) para o sistema de coordenadas do projeto.

- *Este princípio designa-se por projetar “on-the-fly”*

- A alteração do sistema de coordenadas do projeto é feita no menu:

*Project / Project Properties, separador CRS*



- Se a camada carregada não tiver sistema de coordenadas atribuído recebemos um alerta dessa situação e será considerado o sistema de coordenadas geográficas WGS84 (epsg:4326).

**⚠ CRS was undefined: defaulting to CRS EPSG:4326 - WGS 84**

*Se não for esse o sistema, terá depois de se fazer atribuição correta.*

- Seleção de um sistema de coordenadas pelo código EPSG:

Escrever aqui o número do código EPSG ou algumas palavras chave

Lista dos sistemas usados recentemente

Lista total

Configuração pelo standard PROJ.4 (uso avançado)

Coordinate Reference System	Authority ID
WGS 84 / UPS South (E,N)	EPSG:5042
ETRS89 / ETRS-LAEA	EPSG:3035
WGS 84	EPSG:4326
WGS 84 / UTM zone 29N	EPSG:32629
Coordinate reference systems of the world	
ETRS89 / GK29FIN	EPSG:3883
ETRS89 / GK30FIN	EPSG:3884
ETRS89 / GK31FIN	EPSG:3885
ETRS89 / Guernsey Grid	EPSG:3108
ETRS89 / Jersey Transverse Mercator	EPSG:3109
ETRS89 / Kp2000 Bornholm	EPSG:2198
ETRS89 / Ko2000 Bornholm	EPSG:7420

## Sistemas de coordenadas comuns

SISTEMA	EPSG	Notas
WGS84/Geográficas	4326	Sistema global. Usado no Google Earth e no GPS.
WGS84/World Mercator	3395	Utilizado nas cartas náuticas.
WGS84/Pseudo Mercator (Web Mercator)	3857	Google maps / Bing maps / OSM / etc.
WGS84/UTM Zona 29N	32629	Quadrícula 1 km da carta militar portuguesa, desde 2001.
ETRS89/LCC (Lambert conformal conical)	3034	Cartografia da Agência Europeia do Ambiente.
ETRS89/LAEA (Lambert azimutal equal area)	3035	Cartografia da Agência Europeia do Ambiente.
ETRS89/PTTM06 (Portugal)	3763	Sistema de coordenadas nacional atual.
ED50/UTM Zona 29N	23029	Cartografia de Espanha (oeste). Quadrícula 1 km da carta militar portuguesa, até 2001.
ED50/UTM Zona 30N	23030	Cartografia de Espanha (centro).
ED50/UTM Zona 31N	23031	Cartografia de Espanha (leste).
Hayford-Gauss Datum 73 (Portugal)	27493	Sistema usado em Cartografia e Topografia (obsoleto).
Hayford-Gauss Datum Lisboa militar (Portugal)	20790	Sistema usado na carta militar até 2001 (obsoleto).

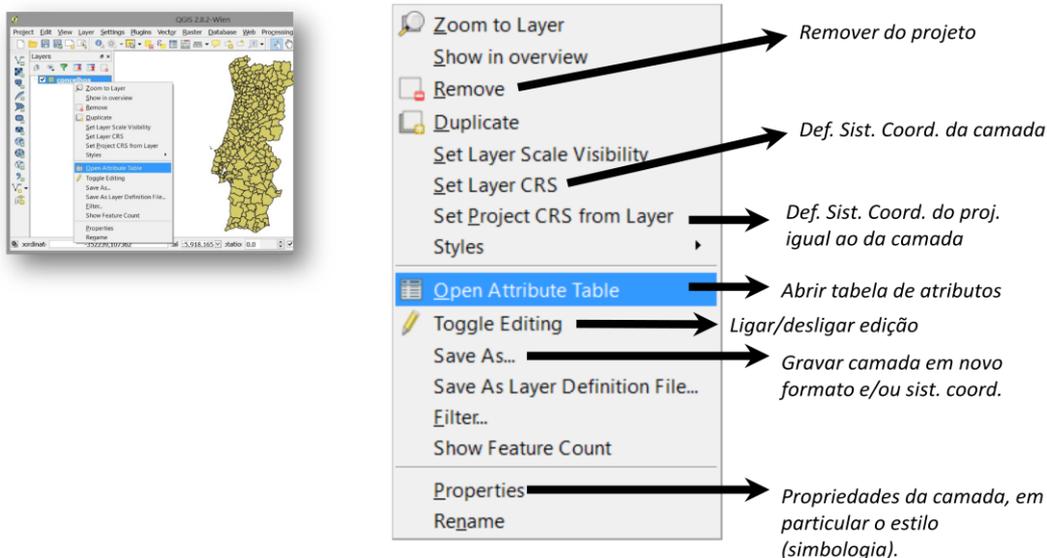
## Mudanças de coordenadas

- Carregue as camadas vetoriais (formato ESRI Shape file) da pasta Dados1, à exceção da camada concelho. Observe em que sistema de coordenadas se encontram.
- Carregue agora a camada dos concelhos. Observe que se adaptou ao sistema de coordenadas das outras camadas (modo “on-the-fly”)
- Experimente carregar as camadas na ordem inversa.
- Altere o sistema de coordenadas do projeto: Project/Project properties. Escolha o sistema europeu LAEA, cujo código EPSG é 3035.
- Altere agora para o sistema UTM, zona 29 (EPSG:32629).
- Podemos gravar uma camada (Save as) alterando o seu sistema de coordenadas. Experimente gravar o mapa de concelhos nos sistemas referidos atrás.
- Grave também alterando o formato para KML (e coordenadas WGS84). Poderá abrir o ficheiro no Google Earth.

## 2.3. Manipulação e análise de dados vetoriais

### Ações sobre uma camada

- Com o botão direito do rato sobre o nome da camada. Surge uma menu com várias opções. Iremos usar os que estão assinalados:

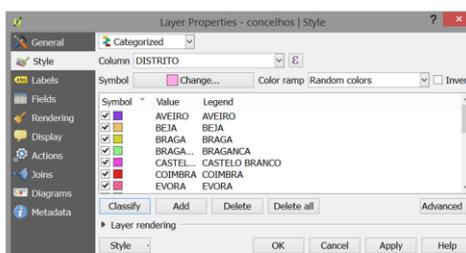


### Ações sobre tabelas de dados

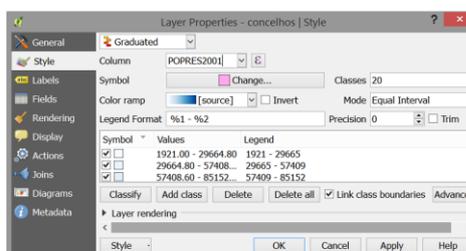
- Carregue a camada dos concelhos e abra a tabela de atributos. Faça seleções por atributos. Por exemplo:

- $DISTRITO = GUARDA$
- $AREA > 1000 \text{ km}^2$
- $POP < 5000 \text{ hab.}$

- Altere o estilo do mapa (cores dos polígonos) na forma categorizada, pelo atributo DISTRITO. Na janela escolha esse atributo e clique em "Classify".



- Defina o estilo do mapa na forma graduada, pelo atributo numérico AREA\_KM2. Na janela escolha o atributo, o número de classes e "Classify".

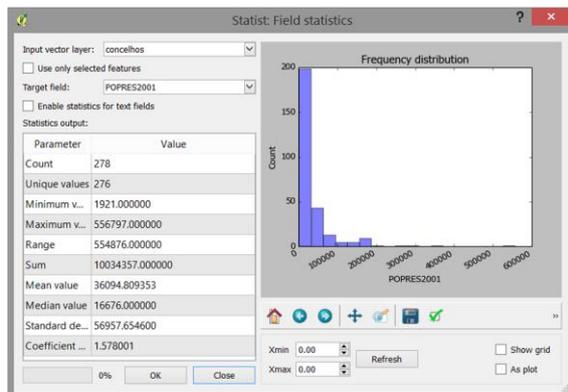


## Cálculo de novos campos

- Pretende-se fazer um mapa de densidade populacional.
- Abra a tabela e clique no botão *Field Calculator*. Faça as seguintes operações:
  - Active “Create a new field”
  - Escolha o nome *DENS\_POP* para o campo (sem espaços ou acentos)
  - Tipo “decimal number”, width 10, precision 2
  - Clique em “Fields and values”
  - Clique 2 vezes no atributo *POPRES2011*
  - Clique no símbolo de divisão (/)
  - Clique duas vezes no atributo *AREA\_KM2*
  - Clique OK.
- Altere o estilo para categorização do campo *DENS\_POP*, com 5 classes:
  - 0 – 20, 20 – 50, 50 – 200, 200 – 1000, > 1000

## Estatísticas

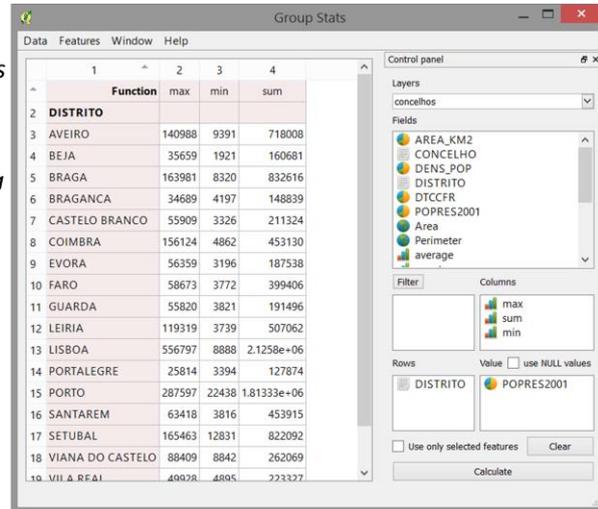
- Deverá estar instalado os plugin STATIST.
- Sobre a camada dos concelhos:
  - Execute o comando do menu *Vector / Statist*
  - Escolha o atributo *AREA\_KM2* e clique OK. Serão calculadas as estatísticas
  - É representado um histograma que pode ser configurado (número de classes, intervalos, etc.).
- A estatística pode ser restringida a elementos selecionados:
  - Selecione os concelhos dos distritos *BRAGANÇA, GUARDA e CASTELO BRANCO*.
  - Calcule as estatísticas só para esses concelhos (ativar “Use only selected features”).



## Sumarização (estatísticas por grupos)

- Deverá estar instalado o plugin GROUP STATS.
- Execute o comando do menu Vector / Group Stats.
- Sobre a camada dos concelhos:

- *Pretende-se calcular as estatísticas da população, agrupadas pelo atributo DISTRITO.*
- *Arraste o atributo DISTRITO para a caixa ROWS.*
- *Arraste o atributo a analisar para a caixa VALUES (atributo da população, por ex.)*
- *Arraste as estatísticas a calcular para a caixa COLUMNS (por ex. MAX, MIN, SUM).*
- *Clique CALCULATE. A tabela resultante pode ser exportada.*



## Junção de tabelas e sumarização

- A carta Corine Land Cover (CLC2000) fornecida no formato shapefile contém polígonos de ocupação do solo, classificados com um atributo numérico (CODE), com a legenda da seguinte tabela.
- Crie no Excel uma tabela nesta forma e grave-a no formato CSV. Adicione-a ao projeto, como camada vetorial.
- Nas propriedades da camada escolha JOIN. Clique no botão + e escolha a tabela CSV e os nomes dos campos que estabelecerão a ligação.
- Na inquirição já teremos a indicação dos atributos vindos da tabela que foi junta à tabelas dos nossos polígonos. Para a junção de dados se tornar definitiva, a camada deverá ser gravada com um novo nome (Save as).
- Contabilização da área total por classe:
  - *Na tabela calcule as áreas num novo campo (Geometry: \$área)*
  - *Faça a estatística por grupos: ROWS=Classe, COLUMNS=Sum, VALUE=Area.*
  - *Exporte a tabela e numa folha de cálculo avalie as percentagens das áreas totais.*

CODE	CLASSE
1	Territórios artificializados
2	Áreas agrícolas e agro-florestais
3	Florestas e meios naturais e seminaturais
4	Zonas húmidas
5	Corpos de água

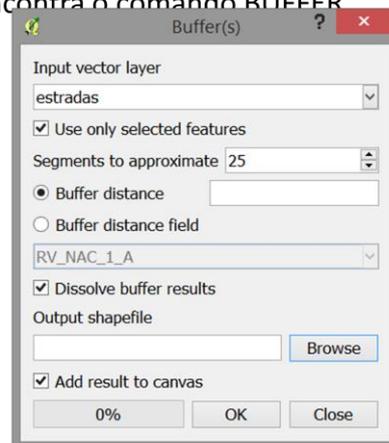
## Pesquisa espacial

- Carregue as shapefiles das nascentes termais e dos concelhos.
  - *Abra a tabela de atributos das nascentes. Se os caracteres acentuados não estiverem corretos ative as propriedades da camada e em "General" escolha "Data source encoding" "System".*
- Pretende-se contabilizar o número de nascentes no distrito de VILA REAL e identificar o valor dominante do atributo.
- Selecione os concelhos do distrito de VILA REAL.
- Execute o comando Vector / Spatial Query e selecione as nascentes que intersectam os concelhos selecionados.

*Pretende-se fazer o mesmo para as nascentes que distam menos de 30 km de uma auto-estrada. Isso obriga-nos a criar um buffer, que é uma tarefa descrita noutro exercício. Uma vez criado o buffer com essa distância, selecionamos os pontos que estão dentro do polígono do buffer.*

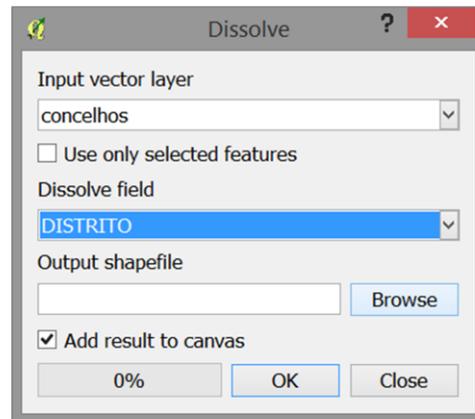
## Criação de um buffer

- Carregue a camada das estradas. Pretende-se criar um buffer de 30 km em volta das autoestradas.
- Selecione as que são do tipo Auto-Estrada.
- No menu VECTOR / GEOPROCESSING TOOLS encontra o comando BUFFER. Execute-o.
  - *Escolha a distância (BUFFER DISTANCE) em metros: 30*
  - *Ative USE ONLY SELECTED FEATURES.*
  - *Ative DISSOLVE BUFFER RESULTS*
  - *Em SEGMENTS TO APPROXIMATE escolha o valor 25.*
  - *Escolha o nome da shape de saída.*
- Podemos agora voltar ao problema de seleção de nascentes a menos de 30 km de uma A.E.



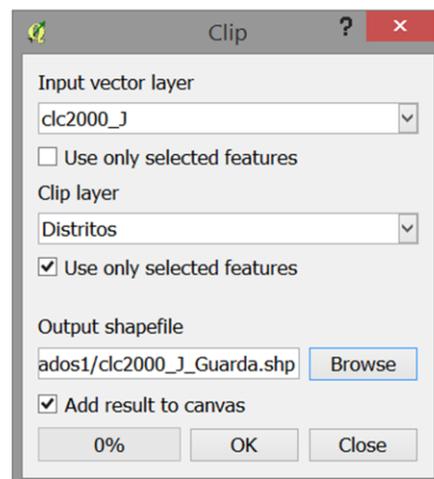
## Dissolve

- A partir do mapa de concelhos pretende-se criar um mapa de distritos, por eliminação das fronteiras entre concelhos vizinhos que partilham o atributo distrito.
- Carregue a camada dos concelhos.
- Execute o comando VECTOR / GEOPROCESSING TOOLS
- Escolha o campo DISTRITO para DISSOLVE FIELD.
- Defina o nome da nova shape.
- Sugestões:
  - *As áreas deverão ser recalculadas.*
  - *Todos os atributos dos concelhos deverão ser eliminados (Concelho, Area\_km2, Popres2001, Dens\_pop).*



## Clip e sumarização

- Pretende-se analisar a carta Corine Land Cover para o distrito da Guarda.
- Carregue as camadas de distritos e selecione o distrito da Guarda.
- Execute o comando Vector / Geoprocessing Tools / Clip (Corte)
  - *Camada a ser cortada: CLC2000\_J*
  - *Layer que faz o corte: DISTRITOS (apenas os objetos selecionados, i.e., o da Guarda)*
  - *Definir nome do ficheiro de Saída*
- Calcular novas áreas.
- Group Statistics
  - *ROWS: Classes*
  - *COLUMNS: Sum*
  - *VALUE: Area*



## Dividir ilhas em metades N e S

- Carregar shapefile com os polígonos das ilhas ou criar polígonos das ilhas
- Gravar uma cópia para IlhasDivididas
- Determinar o centro
  - *Vector > Mean Coordinates* ⇒ *centro de toda a camada!*
  - *Vector > Geometry Tools > Polygon centroids* ⇒ *centro de cada polígono*
- Seleccionar um polígono (ilha)
- Dividir cada ilha em duas partes, N e S
  - Iniciar a edição sobre a camada de ilhas
  - *Identificar a coordenada Y/latitude de um centroide e traçar uma linha de corte com esse valor de Y/latitude*
  - *Edit > Split Features*
  - *Premir tecla direita do rato* ⇒ *na tabela de atributos das ilhas aparece mais um registo com atributos iguais à ilha dividida*
  - *Editar nome dos polígonos (agora parciais) e recalcular áreas*

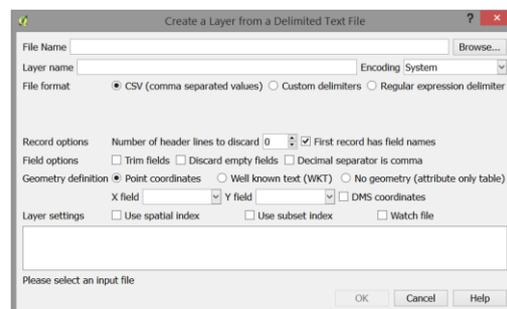
## Importação de pontos a partir de tabela

- Pretende-se importar dados geográficos de observações de aves, que se encontram num ficheiro Excel.
  - *Abra o ficheiro Excel TodasAvesZona1\_LatLon.xls*
  - *Grave-o no formato CSV e feche o ficheiro, para evitar conflitos.*
  - *Utilize o botão Adicionar ficheiro de texto.* 
  - *Escolha o ficheiro CSV. Deverá ver o início da tabela na parte de baixo da janela.*
  - *Deve estar ativada a opção "First record..."*
  - *Escolha os campos das coordenadas*

*X = Longitude, Y = Latitude*

*(são coord. geográficas WGS84)*

- *Escolha um nome para a camada. Poderá depois gravar no formato Shapefile. O sistema de coordenadas será EPSG:4326.*



## Digitalização vetorial sobre imagem

- Na pasta Dados1 encontra-se uma imagem (Pt\_IGP\_2500K.jpg) que contém uma carta de Portugal Continental e Ilhas.
  - *Carregue essa imagem com o botão Adicionar camada raster.*
  - *O QGIS escolheu o sistema WGS84, o que neste caso é correto.*
- Pretende-se digitalizar sobre alguns dados vetoriais:
  - *Pontos correspondentes aos bancos (Gorringe, Josephine, etc.)*
  - *Linhas correspondentes às batimétricas de profundidade 1000 m*
  - *Polígonos correspondentes aos limites das ilhas dos Açores e da Madeira.*
- Clique no botão Criar novo shapefile. Defina as características dos ficheiros:
  - *Tipo de dados (ponto, linha, polígono, atributos que achar convenientes.*
  - *Clique OK e escolha uma pasta e um nome para o ficheiro.*
- Clique no botão de iniciar edição (lapis). 
  - *Clique em adicionar elemento, digitalize alguns elementos e preencha os atributos.*
  - *No final clique no lápis para terminar edição.*

## 2.4. Manipulação e análise de dados raster

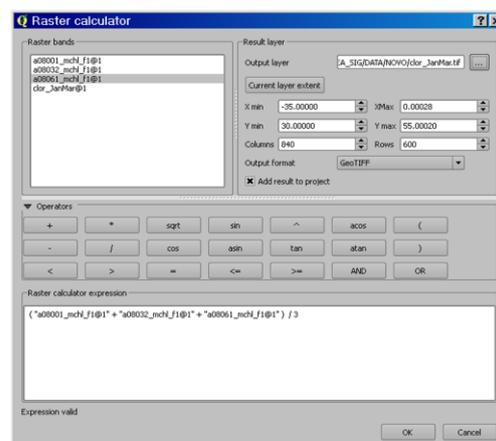
# Manipulação e análise de dados raster

- Nos próximos exercícios necessitamos dos seguintes plugins:
  - *Zonal Statistics*
  - *Point Sampling Tool*
  - *Profile*

# Manipulação e análise de dados raster

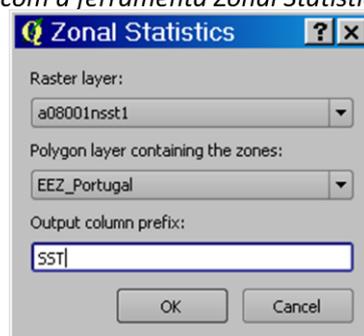
## Cálculos

- Os ficheiros `a08001nsst1.img` a `a08336nsst1.img` são imagens de temperaturas superficiais médias mensais obtidas por satélite (MODIS Aqua).
  - *Carregue as primeiras 3 imagens (Dados: Satellite.zip > NSSTimg2008.zip) com o botão Adicionar camada raster.*
  - *O sistema de coordenadas é EPSG 4326*
  - *Faça um mapa do valor médio de SST para o período de Janeiro a Março, utilizando o Raster Calculator*  
*(mapa1+mapa2+mapa3)/3*



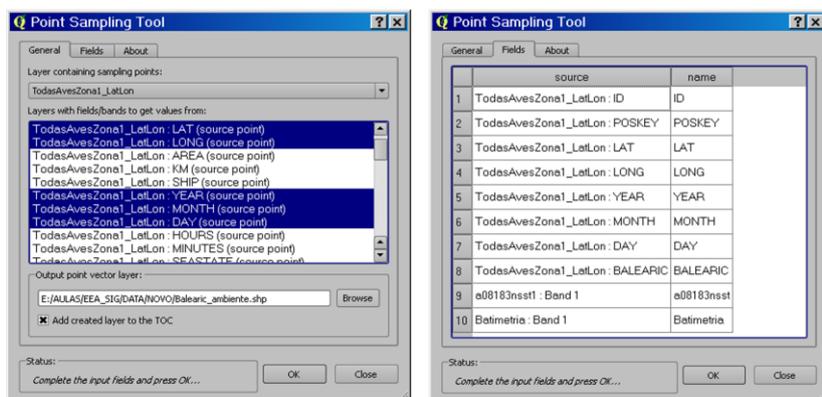
## Manipulação e análise de dados raster Estatística por Zonas

- Pretende-se calcular valores médios para uma parte de um raster, delimitada a partir de um polígono
  - Carregue o ficheiro com as zonas exclusivas (Dados2: World\_EEZ\_v8\_2014\_HR.shp)
  - Seleccione a ZEE de Portugal continental, da Madeira e dos Açores; grave esses polígonos como um novo shapefile (Opção: save only selected features)
  - Carregue um ficheiro de SST (Dados: Satellite.zip > NSSTimg2008.zip)
  - Calcule a média de SST para as ZEE portuguesas com a ferramenta Zonal Statistics (output column prefix = SST)
  - Foram adicionadas novas colunas à tabela dos polígonos, com estatísticos de SST



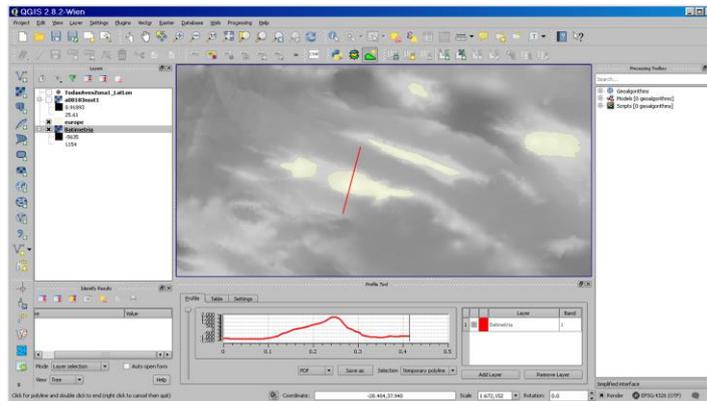
## Manipulação e análise de dados raster Extrair valores de rasters para pontos

- Pretende-se extrair valores de vários rasters para uma camada de pontos
  - Carregar os ficheiros de Batimetria, SST e Clorofila
  - Carregar o shapefile das aves previamente gravado
  - Extrair os valores dos rasters utilizando a ferramenta Point Sampling Tool
  - Seleccionar as colunas importantes (LAT, LONG, Data, BALEARIC, SST, Batimetria; ver em "fields") e gravar como Balearic\_ambiente.shp



# Manipulação e análise de dados raster Perfis

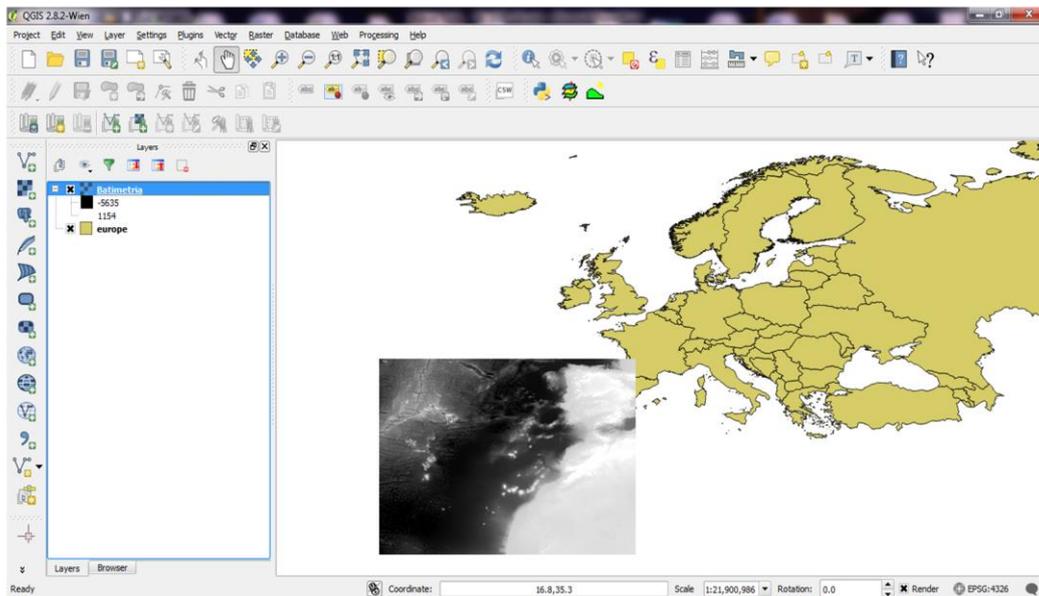
- Pretende-se desenhar perfis a partir de uma topografia/batimetria
  - Carregar o shapefile da Batimetria
  - Traçar perfis perpendiculares à costa em diferentes pontos do país
  - Traçar um perfil através do pico da Ilha do Pico
  - Ver o perfil e a tabela de dados



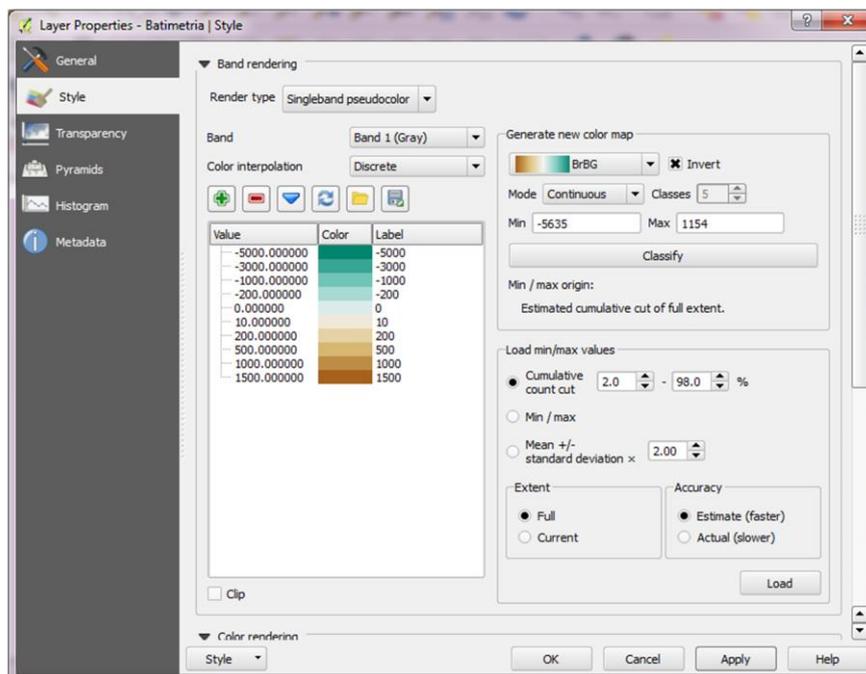
## 2.5. Composição de mapas

# Compor mapas

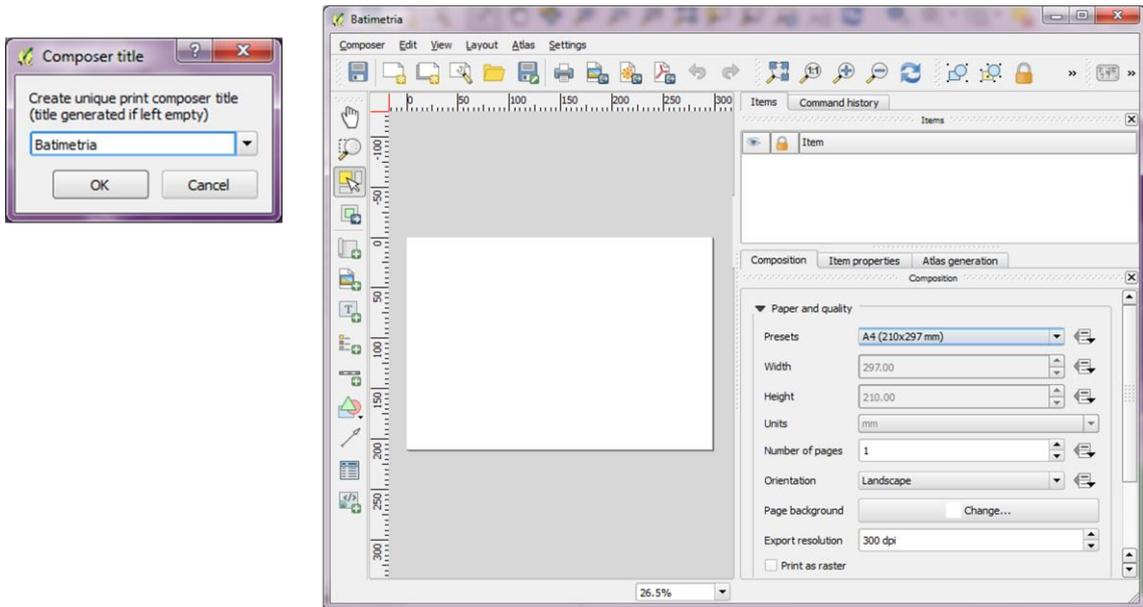
- Carregar o shapefile da Europa e o raster da batimetria



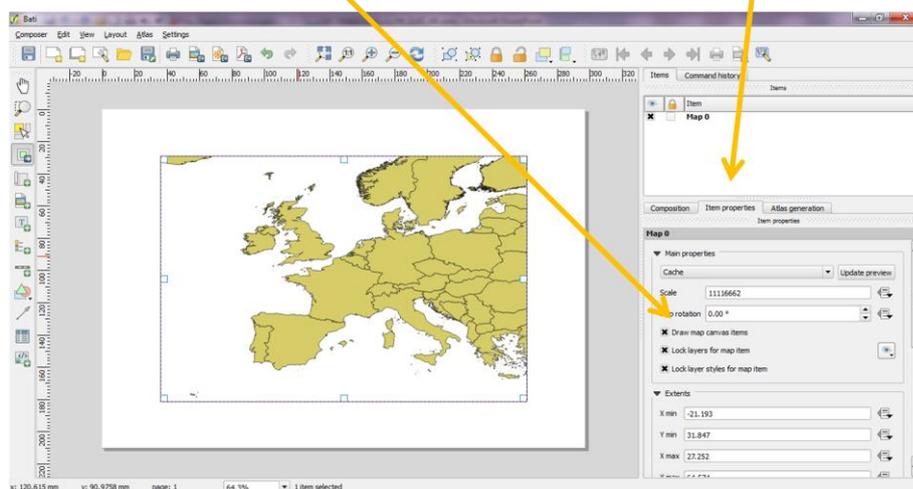
- Definir visualização
- Na classificação do raster, os valores indicam os limites superiores



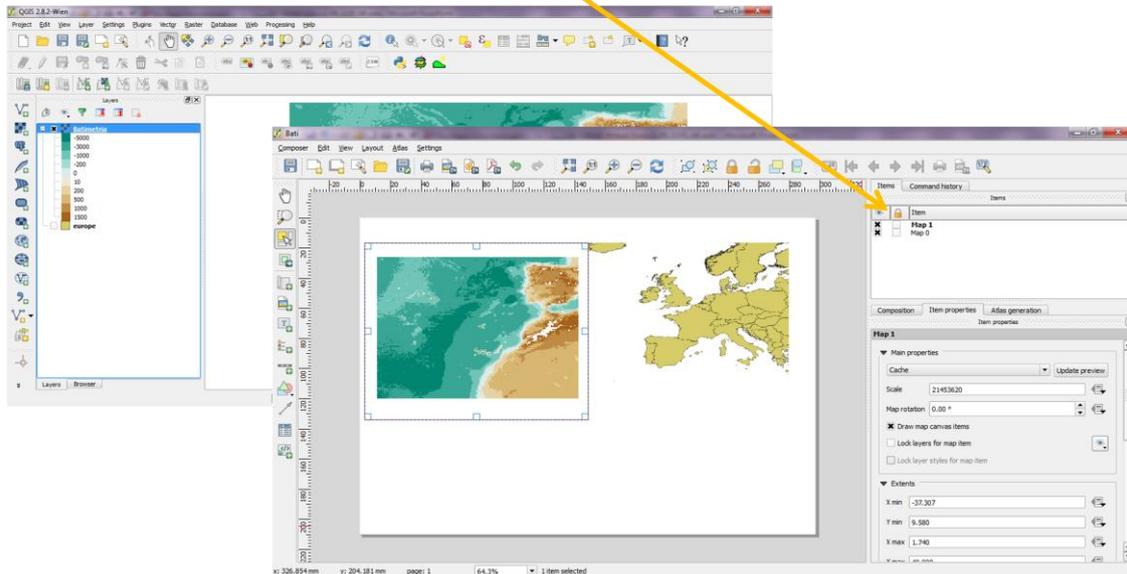
- *Mapas criam-se no Print Composer*
- *Abrir Project > New Print Composer e definir o nome do mapa*



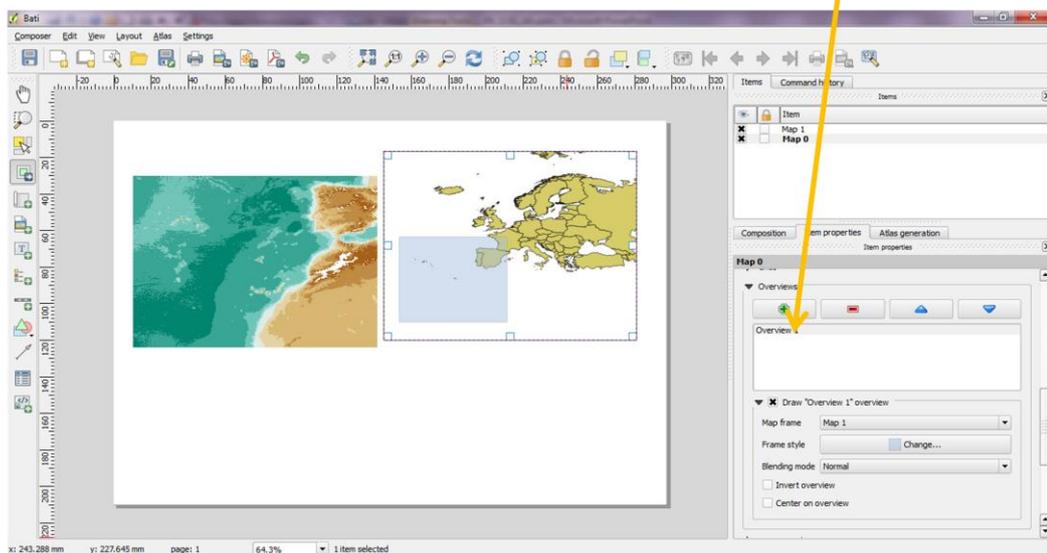
- *Definir formato (e.g. A4)*
- *Desligar a visualização da batimetria no QGIS e adicionar primeiro o nosso mapa da Europa no Print Composer: Layout > Add new map → desenhar caixa no local pretendido*
- *Experimentar o Layout > Move item & Layout > Move content*
- *O zoom pode-se fazer com Ctrl+Scrol do rato OU nas Item properties*
- *“Lock” Layers & Layer styles*



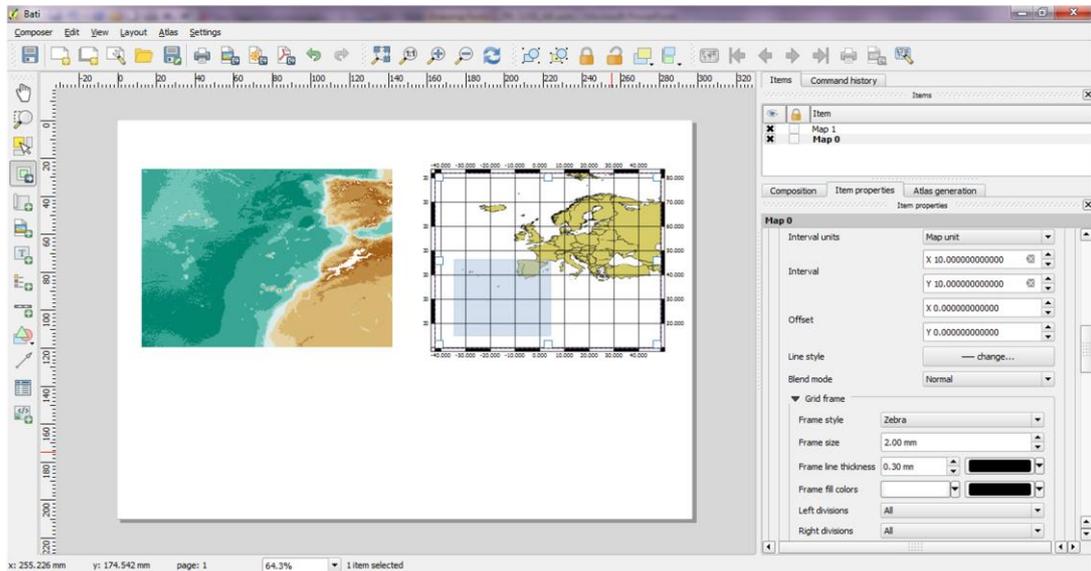
- No QGIS fazer zoom para a batimetria
- Voltar ao Print composer e adicionar o mapa de Batimetria: Add map
- Ficamos com 2 mapas no Layout



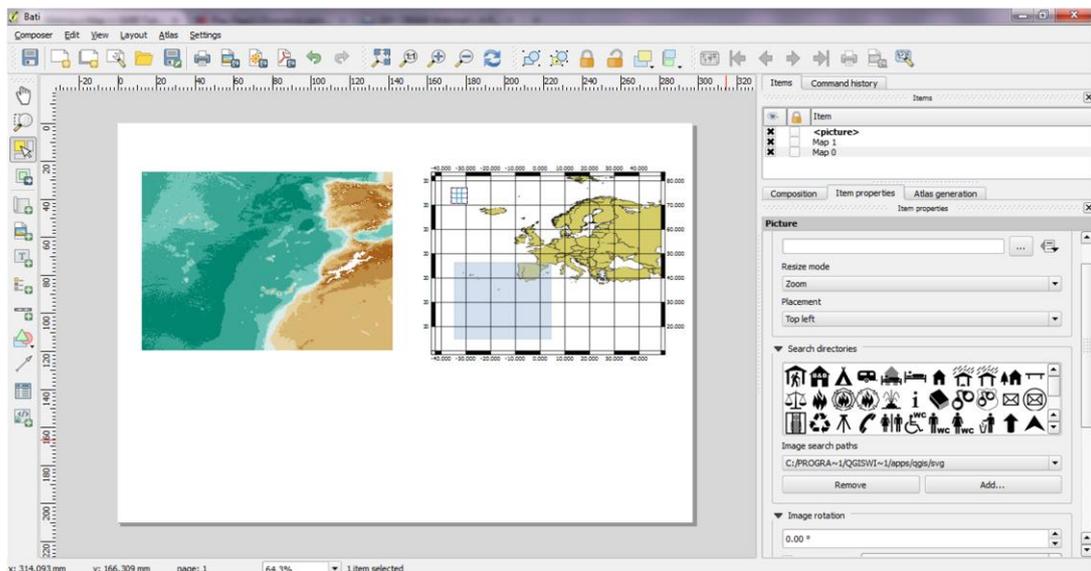
- No Map0, adicionar um novo overview em Item Properties /Overviews
- Map frame = Map1
- Escolha formato da caixa



- Adicionar a grelha de latitudes/longitudes EPSG 4326 com intervalos X e Y = 10
- Adicionar beira (gridframe) “zebra” e coordenadas (Draw coordinates)



- Adicionar a rosa de ventos com: Layout add image
- “Search directories” e escolher imagem
- Adicionar uma barra de escala: Layout > Add scale bar
- Definir e discriminar map units (º)



- *Adicionar a rosa de ventos com: Layout add image*
- *“Search directories” e escolher imagem*
- *Adicionar uma barra de escala: Layout > Add scale bar*
- *Definir e discriminar map units (º) nas Properties*
- *Adicionar título/legenda: Layout > Add label*
- *Adicionar Legenda: Layout > Add legend ...*
- *Exportar o produto final: File > Export as image*

## 2.6. Exercício de “Marine spatial planning”

### Marine Spatial Planning

- Dados
  - *Na pasta Dados3 > gislands\_practical encontram varios shapefiles com potenciais utilizações marítimas junto ao cabo de Sines.*
- O objetivo é:
  - *Visualizar as áreas propícias aos diferentes usos*
  - *Analisar sobreposições, incompatibilidades, compatibilidades e possíveis sinergias*
  - *Ideias podem ser obtidas no ficheiro: PPT\_scheme.docx*

## Bibliografia

Olaya, V, 2011. Libro SIG

[http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro\\_SIG](http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG)

Richard Knippers, 2009. Geometric Aspects of Mapping (ITC)

[http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro\\_SIG](http://wiki.osgeo.org/wiki/Libro_SIG)

QGIS User Guide

<http://docs.qgis.org/2.6/pdf/en/QGIS-2.6-UserGuide-en.pdf>

QGIS Training Manual

<http://docs.qgis.org/2.6/pdf/en/QGIS-2.6-QGISTrainingManual-en.pdf>

A gentle introduction to GIS

[http://docs.qgis.org/2.6/en/docs/gentle\\_gis\\_introduction](http://docs.qgis.org/2.6/en/docs/gentle_gis_introduction)

## Links importantes

Documentos para o curso

<https://dl.dropboxusercontent.com/u/7202189/sig/index.htm>

Ficheiros de instalação do QGIS

<https://www.qgis.org/en/site/forusers/download.html#>

(Escolher a versão 32 ou 64 bits de acordo com as características do computador. Verificar com: Botão direito sobre “O meu computador”, menu Propriedades.)

Instalação do QGIS em Mac

<http://www.kyngchaos.com/software/qgis>

Vídeo de instalação em Mac

<https://www.youtube.com/watch?v=AocxUop1RTE>