

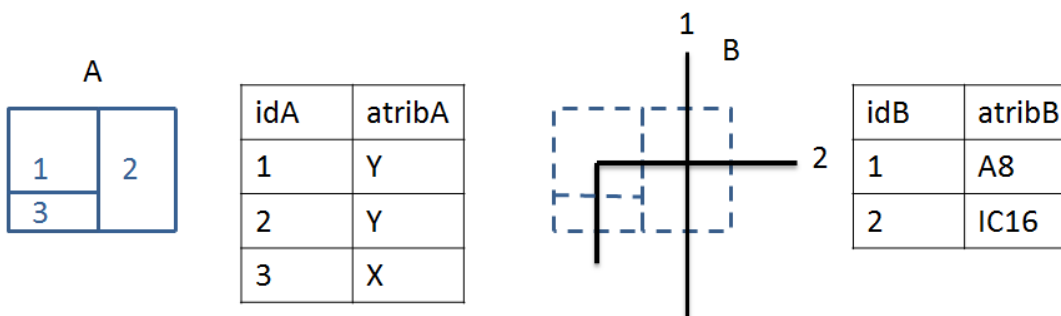
**Instituto Superior de Agronomia**  
**Exame da 1ª chamada de Geomática (ciclo 1)**

24 de Junho de 2011

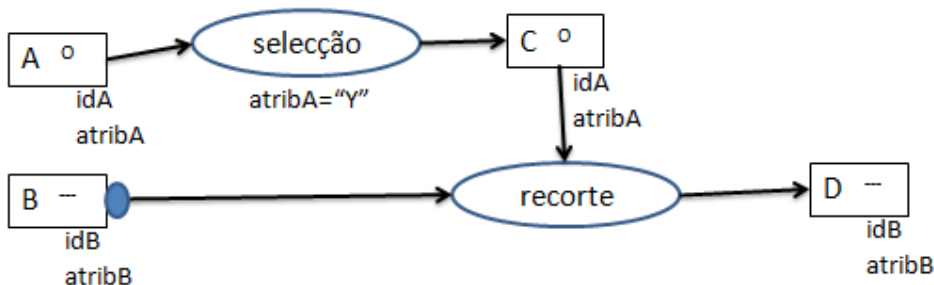
**UMA POSSÍVEL RESOLUÇÃO**

**Parte I (2 val.)**

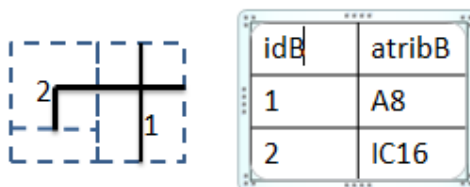
Considere os seguintes conjuntos de dados geográficos A (cdg vectorial de polígonos) e B (cdg vectorial de linhas) e as respectivas tabelas de atributos:



O cdg D é definido pelo seguinte diagrama de operações (a operação de recorte corresponde à função “clip” no software usado nas aulas práticas). Represente o cdg D e a sua tabela de atributos.



**Resolução:** A operação de selecção devolve os objectos 1 e 2 de A. O cdg D tem os dois objectos representados abaixo. A sua tabela de atributos é neste caso igual à tabela de B.



**Parte II (3.5 val.)**

Considere os seguintes conjuntos de dados representados pelo nomes das tabelas e os seus atributos, com indicação das chaves primárias e chaves estrangeiras das tabelas:

**Concelhos(codigoConc, designacao, codigoDistrito)**, um cdg de polígonos em que cada polígono representa um concelho de Portugal Continental;

**RedeViaria(codigoRV,tipo)**, um cdg de linhas em que o tipo é um atributo que pode tomar valores A, IP ou IC;

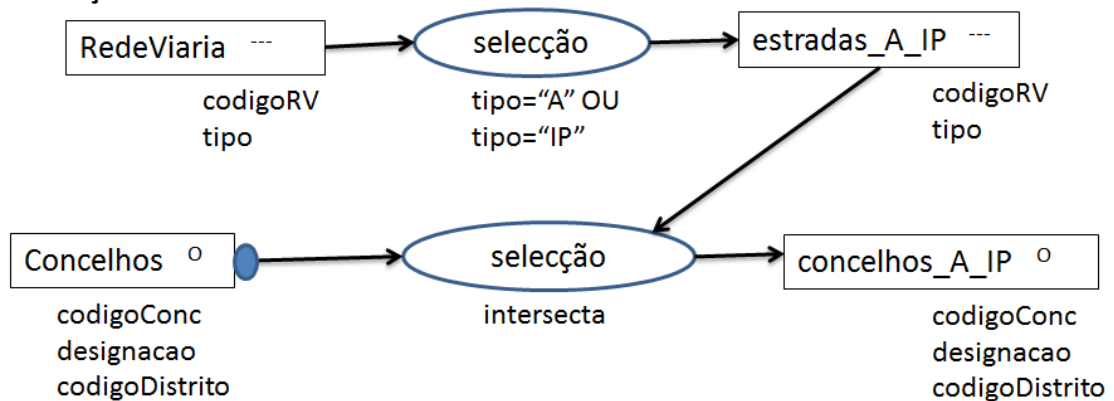
**Distritos(codigoDistrito,nomeDistrito)**, uma tabela alfanumérica que associa a cada código de distrito a sua designação;

**Custos(tipo, cma)**, uma tabela alfanumérica que associa a cada tipo de estrada o valor do custo de manutenção anual, cujas unidades são €/km.

Responda a cada uma das seguintes questões com um diagrama de operações representando as operações, os seus parâmetros, os atributos dos cdg, o tipo de cdg e as prioridades dos inputs quando se aplique. Entre as operações pode incluir **cruzamento de tabelas**, **descrição** (de áreas ou comprimentos), **operações aritméticas** (sobre atributos da tabela), **recorte**, **resumo de informação** (cálculo de indicadores estatísticos sintetizando a informação da tabela de atributos), e **selecção**.

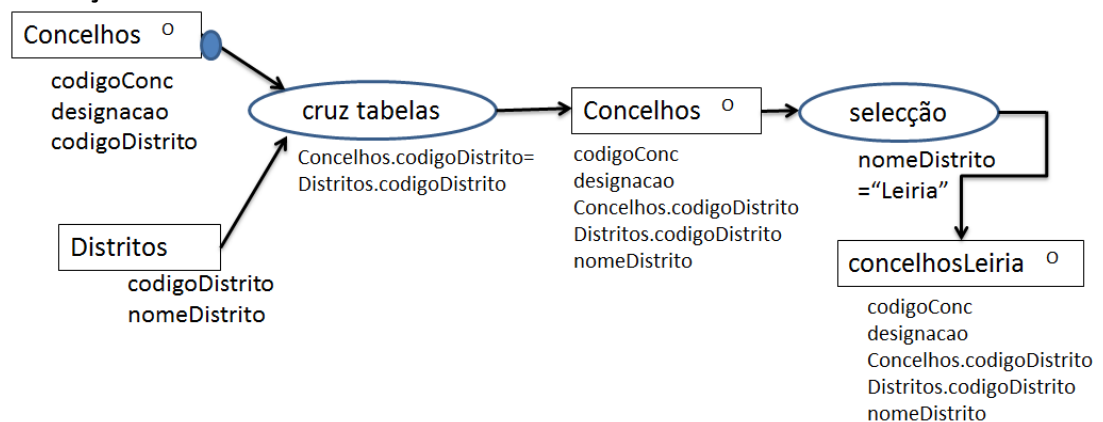
1. Determinar os concelhos servidos por estradas do tipo A ou IP.

**Resolução.**



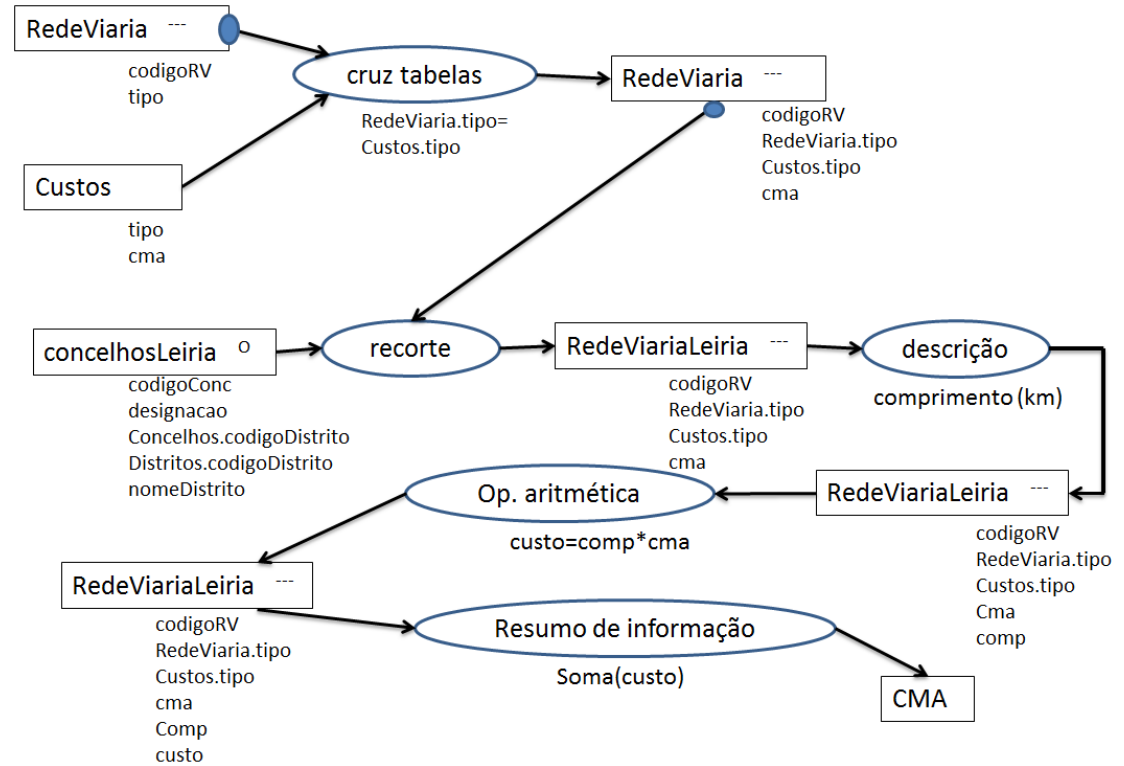
2. Determinar o conjunto de concelhos do distrito de Leiria.

**Resolução.**



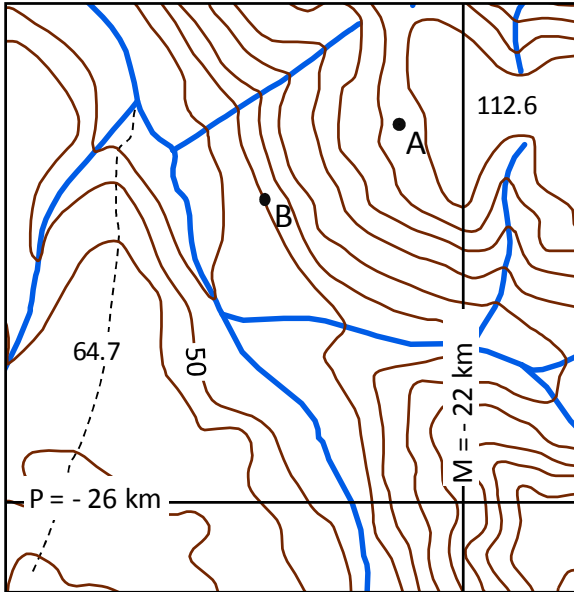
3. Usando a resposta à alínea anterior como um dos *inputs*, determinar o custo total anual de manutenção de todas as estradas (de tipo A, IP ou IC) no território do distrito de Leiria.

**Resolução.** O valor do custo total de manutenção é dada pela tabela CMA definida pelo diagrama abaixo.



### Parte III (4.5 val.)

1. A Figura representa um extracto de uma carta à escala 1/10 000, georreferenciada no sistema PT-TM6 (ETRS89). A equidistância gráfica das curvas de nível é de 1 mm.



O quadro seguinte apresenta os comprimentos das perpendiculares, medidos na carta respectivamente à meridiana e à paralela representadas na figura.

Distância a:

	M = - 22.0 km	P = - 26.0 km
A	8.5 mm	50 mm
B	26.2 mm	40 mm

- Calcule as coordenadas rectangulares dos pontos A e B.
- Caracterize a linha a traço interrompido representada na carta (passa pelo ponto de cota 64.7 m)
- Qual é a orientação da encosta que contém a linha AB? (Apresente o valor do azimute cartográfico e o respectivo octante).

d) O centro de projecção do sistema cartográfico PT-TM6 (ETRS89) tem as seguintes características: Meridiano central: 8,1331 ° W; Latitude de origem: 39,6686 ° N; Falsa origem: 0,0 m N; 0,0 m E.

Com base nesta informação diga qual o significado das coordenadas M= -22 km e P = -26 km, representadas na carta

### Resolução:

a) Os pontos encontram-se no 3º quadrante do sistema PT-TM6:

$$M_A = -22000 - 8.5 \times 10^{-3} \times 10000 = -22085 \text{ m} \quad M_B = -22000 - 26.2 \times 10^{-3} \times 10000 = -22262 \text{ m}$$

$$P_A = -26000 + 50 \times 10^{-3} \times 10000 = -25500 \text{ m} \quad P_B = -26000 + 40 \times 10^{-3} \times 10000 = -25600 \text{ m}$$

b) A linha a traço interrompido é uma linha de fecho, que representa o lugar geométrico de máximos locais da superfície do terreno (quando nos aproximamos segundo uma direcção perpendicular à linha de fecho, o declive do terreno é positivo).

c) A orientação da encosta é aproximada pelo azimute no sentido AB:

$$Az_{AB} = \arctg \frac{M_B - M_A}{P_B - P_A} = \arctg \frac{-22262 - (-22085)}{-25600 - (-25500)} = \arctg \frac{-177}{-100} = 240.54^\circ$$

(Nota: O azimute é um ângulo do 3º quadrante, sendo necessário somar 180º ao resultado da máquina de calcular.)

O octante da orientação é SW, pois o azimute está compreendido entre 202.5º e 247.5º.

d) Sendo nulas as componentes da falsa origem, o centro das coordenadas PT-TM6 coincide com o centro de projecção, definido pela intersecção do meridiano central com o paralelo (latitude) de origem. Assim, M = -22 km representa a recta meridiana situada 22 km a Oeste do meridiano central e P = -26 km corresponde à recta paralela situada 26 km a sul da latitude de origem.

2. A figura representa um extracto de um modelo digital de elevações em formato raster, com resolução de 20 x 20 m. Os valores das células são as altitudes em metros.

	k-1	k	k+1
L-1	73.8	74.5	75.2
L	74.1	75.4	76.8
L+1	75.3	76.6	77.9

a) Calcule para a célula (L,k) os declives segundo as 8 direcções principais (N, NE, E, SE, S, SW, W, NW).

b) Qual é a orientação (octante) da célula (L,k)?

**Resolução:**

a) Declives segundo as 8 orientações principais:

$$\begin{aligned} \delta_N &= \frac{(74.5 - 75.4)}{20} = -0.045 & \delta_S &= \frac{(76.6 - 75.4)}{20} = 0.060 \\ \delta_{NE} &= \frac{(75.2 - 75.4)}{20\sqrt{2}} = -0.007 & \delta_{SW} &= \frac{(75.3 - 75.4)}{20\sqrt{2}} = -0.004 \\ \delta_E &= \frac{(76.8 - 75.4)}{20} = 0.07 & \delta_W &= \frac{(74.1 - 75.4)}{20} = -0.065 \\ \delta_{SE} &= \frac{(77.9 - 75.4)}{20\sqrt{2}} = 0.088 & \delta_{NW} &= \frac{(73.8 - 75.4)}{20\sqrt{2}} = -0.057 \end{aligned}$$

b) Orientação da célula (L,k) pode ser estimada pela orientação do máximo valor absoluto dos declives segundo as oito orientações. O maior declive em valor absoluto ocorre segundo a orientação SE. Logo a orientação da célula (L,k) será NW, isto é, terá um azimute entre 292.5° e 337.5°.

3. A equação do plano definido pelos 3 vértices de um triângulo de uma TIN é

$$z = -0.092x + 0.105y + 421.58.$$

- a) Calcule a cota do ponto A, no interior do triângulo, com coordenadas  $x_A = 720$  m  $y_A = 505$  m.
- b) Calcule, expresso em %, o declive máximo do terreno representado pelo triângulo.

**Resolução:**

a)  $H_A = -0.092 \times 720 + 0.105 \times 505 + 421.58 = 408.365$  m

b). Expresso em percentagem, o declive máximo é dado por:

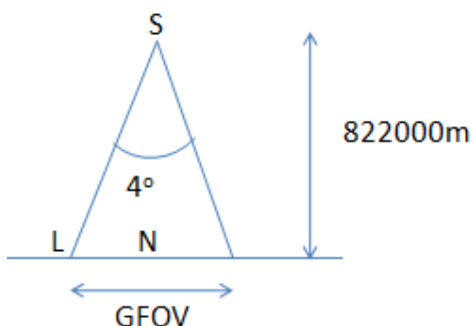
$$\partial_{max} = 100 \times \sqrt{a^2 + b^2} = 100 \times \sqrt{(-0.092)^2 + (0.105)^2} = 13.96\%$$

**Parte IV (4 val.)**

Considere um sensor com as seguintes características: resolução espacial de 20m no modo multiespectral, altitude da órbita de 822 km, campo de visão (FOV) de 4 graus em observação vertical.

- 1. Considerando, como simplificação, que a superfície é horizontal, determine a largura da imagem (GFOV) adquirida pelo sensor.

### Resolução.



Considere-se o triângulo rectângulo SNL. A metade de GFOV verifica a relação  $\tan(2^\circ) = 0.03492077 = (\text{GFOV}/2)/822000$ . Assim,  $\text{GFOV} = 57409.75\text{m}$ .

2. Considere que uma parcela de terreno de uma zona agrícola no Ribatejo, em Maio, correspondente a um pixel de uma imagem do sensor, tem assinatura espectral com valor 0.14 na banda 2 (0.61-0.68  $\mu\text{m}$ ) e com valor 0.35 na banda 3 (0.79-0.89  $\mu\text{m}$ ). Suponha ainda que a irradiância à superfície nessa parcela no momento de aquisição da imagem é de  $1150 \text{ Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$  na banda 2 e de  $810 \text{ Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$  na banda 3 e que a superfície é horizontal e lambertiana.
- a. Estime o valor da radiância à superfície na banda 2 e na banda 3 para a parcela? Indique as unidades na resposta.

#### Resolução.

Para uma superfície lambertiana, a reflectância para uma dada banda é dada pela relação

$$\rho = \pi * L^{\text{superfície}} / E^{\text{superfície}}$$

em que  $L^{\text{superfície}}$  representa a radiância espectral à superfície ( $\text{Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$ ) e  $E^{\text{superfície}}$  representa a irradiância solar espectral à superfície ( $\text{Wm}^{-2}\mu\text{m}^{-1}$ ).

Então, para a banda 2,  $L^{\text{superfície}} = 0.14 * 1150 / \pi = 51.248 \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$  e, para a banda 3,  $L^{\text{superfície}} = 0.35 * 810 / \pi = 90.24 \text{ Wm}^{-2}\text{sr}^{-1}\mu\text{m}^{-1}$ .

- b. Determine o valor do índice de vegetação NDVI para essa parcela e interprete esse valor.

#### Resolução.

O índice de vegetação NDVI é definido pela expressão  $\text{NDVI} = (\text{IVP} - \text{V}) / (\text{IVP} + \text{V})$ , em que IVP é a reflectância na região espectral do infravermelho próximo e V é a reflectância na região espectral do vermelho. Para o sensor em causa, IVP corresponde à reflectância na banda 3 e V corresponde à reflectância na banda 2. Assim,  $\text{NDVI} = (0.35 - 0.14) / (0.35 + 0.14) = 0.4285$ .

Dado que o valor é próximo de 0.5 (o valor máximo de NDVI é 1 e o valor zero corresponde a coberto sem vegetação "verde"), é aceitável concluir que a parcela tem cobertura vegetal em bom estado vegetativo, senso por exemplo uma cultura anual em conforto hídrico não muito densa, ou um povoamento florestal denso.

- c. Suponha que é construída uma composição colorida RGB=321 da imagem do Ribatejo com as duas bandas indicadas atrás e ainda com a banda 1 (0.50-0.59

µm). Qual a coloração que essa parcela deve ter nessa composição colorida? Justifique a sua resposta.

**Resolução.**

A banda 1 corresponde à região espectral do verde. Se a parcela for de vegetação como os comentários anteriores indicam, então a sua assinatura espectral típica (padrão de reflectâncias) deverá ter um valor moderado ou baixo na banda 1 (um pouco superior a 0.14) , um valor de 0.14 na banda 2, e um valor de 0.35 na banda 3. Assim, a composição colorida será dominada pela banda 3 associada ao canal R da composição (cor vermelha), seguida pela banda 1 associada ao canal B (cor azul) e finalmente, pela banda 2 associada ao canal G (cor verde). Deverá ter portanto uma coloração avermelhada.

3. Suponha que dispõe de uma imagem de alta resolução de uma pequena área essencialmente plana que quer georreferenciar no sistema PT–TM6 (ETRS89) usando 3 pontos de controlo com as seguintes posições (coluna, linha) na imagem de alta resolução: (1000,8000), (10000,20000), (15000,5000). Os mesmos pontos têm coordenadas (M,P) respectivamente (-5,15), (20,38), (15,5) no sistema PT–TM6 (ETRS89). Suponha que a transformação de coordenadas é uma transformação polinomial de primeiro grau. Escreva o sistema de equações que define a transformação de coordenadas.

**Resolução.**

Considere que  $X_{transf}$  e  $Y_{transf}$  são coordenadas na imagem de alta resolução e que  $X$  e  $Y$  são as coordenadas no sistema PT–TM6 (ETRS89). A transformação é polinomial de grau 1, ou seja, é definida por

$$X_{transf}=A + B*X + C*Y, \text{ e}$$

$$Y_{transf}=D + E*X + F*Y,$$

em que A,B,C,D,E,F são os parâmetros da transformação.

Para determinar esses parâmetros resolve-se o sistema linear com 6 equações e 6 incógnitas definido por:

$$1000=A + B * (-5) + C * 15 \quad (\text{ponto de controlo 1})$$

$$10000=A + B * 20 + C * 38 \quad (\text{ponto de controlo 2})$$

$$15000=A + B * 15 + C * 5 \quad (\text{ponto de controlo 3})$$

$$8000=D + E * (-5) + F * 15 \quad (\text{ponto de controlo 1})$$

$$20000=D + E * 20 + F * 38 \quad (\text{ponto de controlo 2})$$

$$5000=D + E * 15 + F * 5 \quad (\text{ponto de controlo 3}).$$