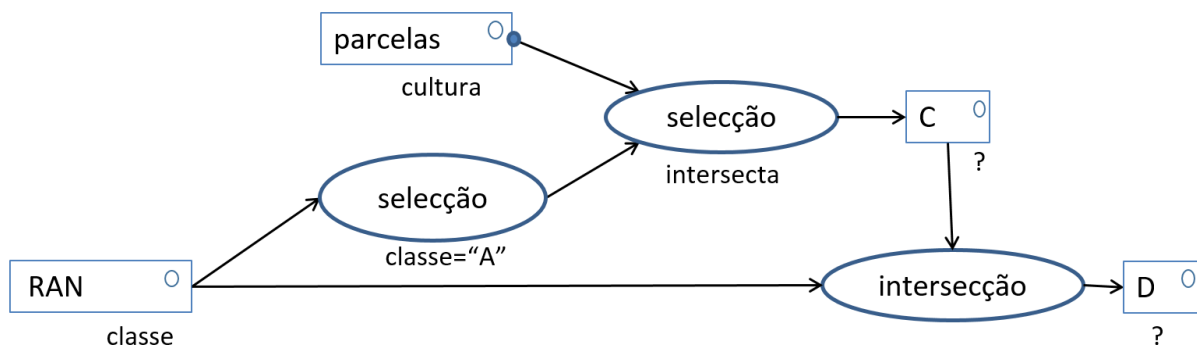
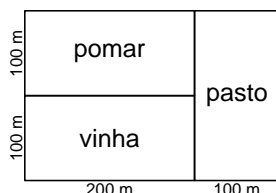


1. Considere o seguinte diagrama de operações num SIG que usa um sistema de coordenadas cartográfico em metros

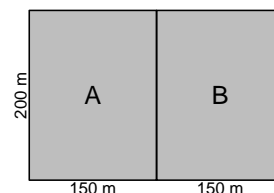


em que **parcelas** é um conjunto de dados geográficos vectorial (cdg) com três *features* e com um atributo **cultura** cujo valor para cada *feature* é indicado sobre a figura. **RAN** é um cdg com duas *features* e um atributo **classe** cujo valor para cada *feature* é indicado sobre a figura. Os dois cdg têm a mesma extensão e o mesmo sistema de coordenadas.

cdg **parcelas** e valores do atributo **cultura**



cdg **RAN** e valores do atributo **classe**



(a) Represente os objectos geométricos e a tabela de atributos de **C**.

Proposta de resolução. A primeira operação de selecção devolve a *feature* da esquerda de **RAN**. A operação de selecção por localização devolve um cdg com 2 *features* e a tabela de atributos correspondente com o atributo **cultura**:

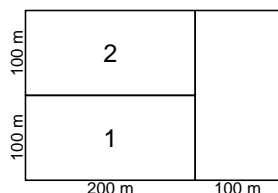


Tabela de atributos:

	cultura
1	vinha
2	pomar

(b) Represente os objectos geométricos e a tabela de atributos de **D**.

Proposta de resolução. A operação de intersecção devolve um cdg com 4 *features* e a seguinte tabela de atributos:

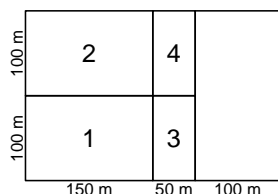


Tabela de atributos:

	cultura	classe
1	vinha	A
2	pomar	A
3	vinha	B
4	pomar	B

2. Num estudo em que se pretende estudar a distribuição de áreas ardidas pelas freguesias, é necessário conceber um SIG para registar a informação relevante. Especificamente, pretende-se incorporar no SIG informação relativa a zonas ardidas incluindo a **delimitação** de cada zona resultante de um único incêndio (fogo), o **código** da zona ardida, a **data** do fogo que lhe deu origem, e o **contacto** e o **nome** do responsável da equipa de combate ao fogo. Pretende-se igualmente que o SIG contenha a localização das freguesias (cada freguesia corresponde a uma única *feature*), o seu **código** com 6 caracteres, a sua **designação**, e o **número de contacto** da junta de freguesia. Considere que.

- Não existem freguesias distintas com o mesmo número de contacto;
- Duas freguesias podem possivelmente ter a mesma designação;
- O número de fogos é superior ao número de equipas de combate.

Descreva as tabelas de dados geográficos e de dados não geográficos que devem ser incluídas no SIG para registar todas as informações acima, indicando o tipo (de objectos geométricos) respectivo. Cada tabela deve ser descrita pelo seu esquema da forma `NomeTabela(atributo1, atributo2, ...)`, as chaves primárias devem ser indicadas por um sublinhado a cheio e as chaves estrangeiras por um sublinhado a tracejado. Deve também sugerir um domínio para cada atributo para além dos indicados acima. A base de dados deve estar normalizada para evitar redundâncias.

Proposta de resolução. O SIG deveria ter as 3 tabelas seguintes:

- `zonasArdidas(codigoA, data, contactoR)`, uma tabela associada a um conjunto de dados geográficos do tipo “polígono”, em que cada *feature* corresponde a uma zona ardida, sendo `codigoA` o código dessa zona ardida e `contactoR` o contacto do responsável pela equipa de combate ao fogo;
- `freguesias(codigoF, contactoF, designacao)`, uma tabela associada a um conjunto de dados geográficos do tipo “polígono”, em que cada *feature* corresponde a uma freguesia, sendo `contactoF` o seu contacto e `designacao` a designação da freguesia;
- `responsaveis(contacto, nome)` uma tabela de dados não geográficos, em que `contacto` é o contacto e `nome` é o nome de cada responsável pelas equipas de combate aos fogos;

Os domínios dos atributos poderiam ser por exemplo: `codigoA[inteiro;5]`, `data[texto;8]`, `contactoR[inteiro;9]`, `codigoF[texto;6]`, `contactoF[inteiro;9]`, `designacao[texto; 80]`, `nome[texto;60]`.

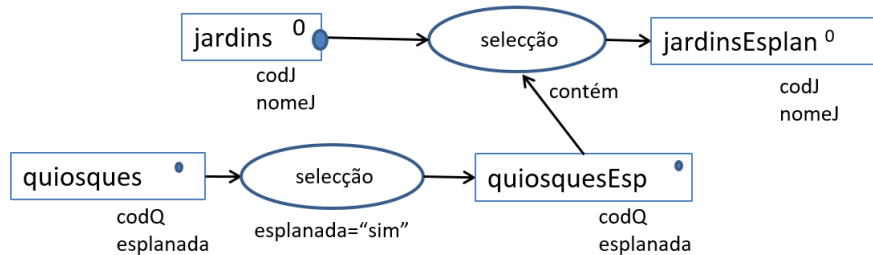
3. Considere que um SIG contém os seguintes conjuntos de dados geográficos (cdg) e que usa uma sistema de coordenadas de referência em metros:

- Um cdg do tipo “polígono” com localização, códigos e nomes de jardins urbanos: `jardins(codJ, nomeJ)`; Cada jardim urbano é representado por uma única *feature*;
- Um cdg do tipo “ponto” com a localização de quiosques, a indicação de ter esplanada ou não: `quiosques(codQ, esplanada)`; A informação sobre esplanadas consta do atributo `esplanada` que pode ter valor “sim” ou “não”;
- Um cdg do tipo “linha” de percursos de autocarros, com indicação do código do percurso, paragem de partida e paragem de chegada: `autocarros(codA, partidaA, chegadaA)`; cada percurso é representado por uma única *feature*.

Para cada um dos problemas abaixo, apresente um diagrama de operações que mostre como se obtém a respectiva resposta. O diagrama de operações deve indicar os nomes dos conjuntos de dados, o seu tipo e os seus atributos, e também nomes, parâmetros e prioridade (quando se aplique) das operações. As operações que pode usar são *selecção*, *geração de buffers*, *dissolução*, e *cálculo de área*.

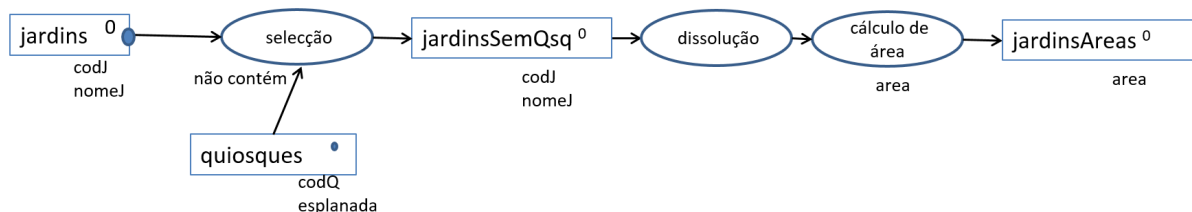
- Determinar os jardins urbanos que têm quiosques com esplanada;

Proposta de resolução.



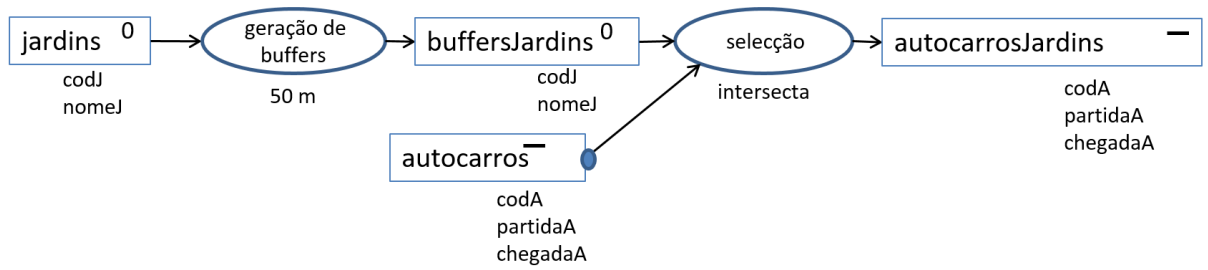
- Calcular a área total dos jardins urbanos que **não** têm quiosques, indicando as unidades;

Proposta de resolução. As unidades do atributo `area` no cdg `jardinsAreas` são m^2 .



- Obter um cdg que contém os percursos de autocarros que passam a menos de 50 metros de algum jardim urbano.

Proposta de resolução.



4. A figura representa um extrato de um modelo digital de elevações com resolução de $20m \times 20m$. Os valores das células são as altitudes em metros.

	K1	K2	K3	K4
L1	90	77.8	80.4	82.3
L2	90.5	78.2	80.2	82.1
L3	91.3	78.8	79.2	82.3
L4	92.6	87.6	79.3	79.4

- Caracterize a forma de terreno representada.
- Calcule o declive (na direcção de maior declive) e a orientação da célula (L3,K3).

Proposta de resolução.

- Trata-se de um vale pois as cotas crescem da zona do eixo sul-norte para as margens da imagem.
- Os declives estimados na direcção dos x e dos y são respectivamente:

$$S_x = \frac{(82.1 - 78.2) + 2 \times (82.3 - 78.8) + (79.4 - 87.6)}{4 \times 2 \times 20} = 0.016875$$

$$S_y = \frac{(78.2 - 87.6) + 2 \times (80.2 - 79.3) + (82.1 - 79.4)}{4 \times 2 \times 20} = -0.030625$$

O declive estimado para (L3,K3) é portanto $\sqrt{0.016875^2 + 0.030625^2} = 0.03496 = 3.496\%$. Dado que a orientação é o azimute da direcção de escoamento dada por $(-S_x, -S_y) = (-0.016875, 0.030625)$, que pertence ao 4º quadrante, a orientação será entre 270° e 360° . Mais precisamente é $360 - \arctan(S_x/S_y) = 360 - 28.85566 = 331.1443^\circ$ e está portanto no octante NO.

5. Considere os conjuntos de dados do tipo “raster” seguintes extraídos de um mesmo modelo digital de elevações. Indique, justificando, o histograma correcto para cada um. Note que o eixo dos x indica valores crescentes dos pixels, e o eixo dos y indica frequências. Todas as imagens tem uma gradação de tons de cinzento na mesma escala, entre 0 e 400 metros.

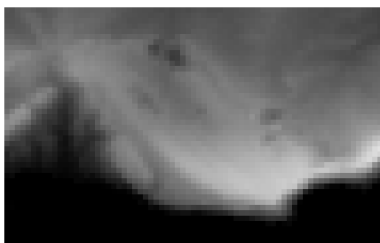


Imagem 1



Imagem 2

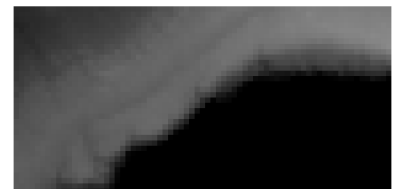
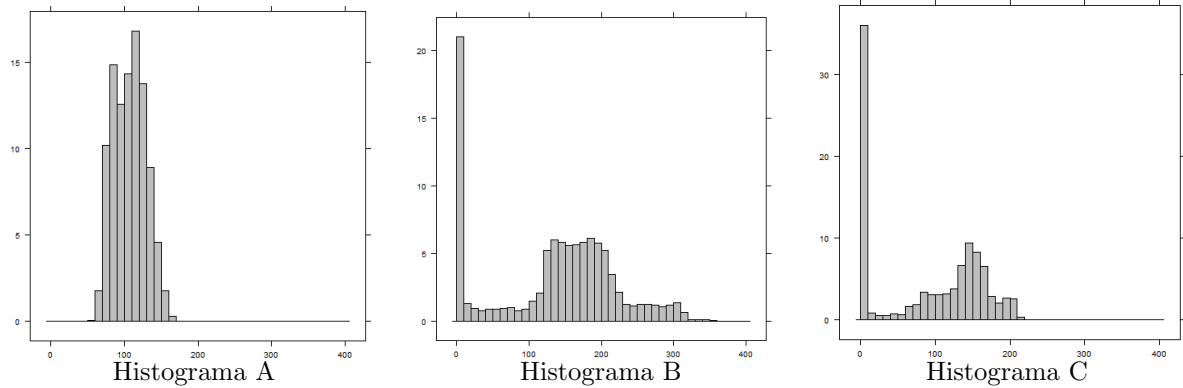


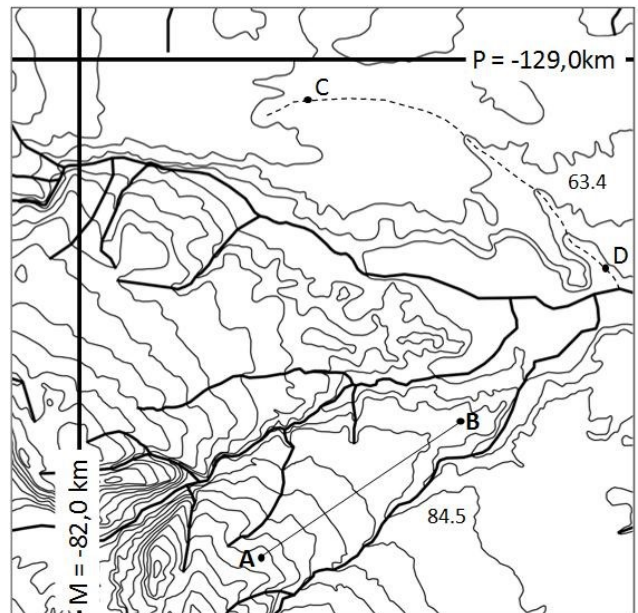
Imagem 3



Proposta de resolução. A imagem 2 é relativamente homogênea e com valores relativamente baixos. O histograma correspondente é o histograma A. As imagens 1 e 3 em contrapartida têm pixels com uma gama mais alargada de valores, sendo a imagem 1 a que tem uma amplitude de valores maior e que contém os pixels com os valores mais altos. Assim, o histograma B está associado à imagem 1 e o histograma C está associado à imagem 3.

6. A figura abaixo representa um extracto de uma carta à escala 1:25000, georreferenciada no sistema ETRS89/TM-PT06. A equidistância gráfica das curvas de nível é de 0.4 mm. O quadro apresenta os comprimentos das normais medidas na carta respectivamente à meridiana e à paralela representadas na figura.

Distância a:	
M = -82 km	P = -129 km
A 23 mm	63 mm
B 48 mm	46 mm



- Calcule as coordenadas rectangulares dos pontos A e B no sistema de referência da carta;
- Calcule aproximadamente o declive entre A e B;
- Calcule o azimute da linha AB;
- Caracterize a linha a traço interrompido representada na carta, entre os pontos C e D,

Proposta de resolução

- (a) As coordenadas (em metros) para o ponto A são dadas por

$$x = -82000m + 25000 \times 23mm = -82000m + 575000mm = -81425m$$

$$y = -129000m - 25000 \times 63mm = -77000m - 1575000mm = -130575m$$

As coordenadas (em metros) para o ponto B são dadas por

$$x = -82000m + 25000 \times 48mm = -82000m + 1200000mm = -80800m$$

$$y = -129000m - 25000 \times 46mm = -129000m - 1150000mm = -130150m$$

- (b) Para determinar o declive, é necessário estimar em primeiro lugar o desnível DN_{AB} . Dado que a equidistância gráfica é de 0.4mm, então a equidistância natural é de $0.4 \times 25000mm = 10000mm = 10m$. Assim, A está aproximadamente a igual distância das curvas de nível de cota 130 m e de cota 140 m, tendo assim uma cota estimada de 135 m. Da mesma forma, conclui-se que B tem cota aproximadamente 75 m. O desnível é por isso aproximadamente 60 m.

O declive é a razão entre o desnível e a distância entre A e B. D_{AB} pode ser determinado a partir das coordenadas de A e B da alínea anterior, sendo

$$D_{AB} = \sqrt{[-81425 - (-80800)]^2 + [-130575 - (-130150)]^2} = 755.8108m.$$

Assim, o declive é aproximadamente $60/755.8108 = 7.938\%$.

(c) Pela observação da carta, é fácil verificar que o azimute estará entre 0° e 90° . Mais precisamente, calcula-se

$$\arctan(\Delta_x/\Delta_y) = \arctan \frac{-81425 - (-80800)}{-130575 - (-130150)} = 55.7843^\circ$$

para obter o valor do azimute.

(d) Trata-se de uma linha de água, dado que nos pontos de cruzamento com as curvas de nível, estas apontam para montante. Essa linha conflui, na proximidade do ponto D, com uma outra linha de água cartografada, havendo entre as duas uma linha de fecho (não cartografada).

7. O sensor OLI a bordo do satélite Landsat 8 lançado em 2013 tem resolução espacial de 15 metros no modo pancromático e uma resolução espacial de 30 metros no modo multiespectral. A altitude do satélite é de 705 km e a largura de imagem é de 185 km.

(a) Defina “modo pancromático” e “modo multiespectral”.

Proposta de resolução. São os dois modos de obtenção de imagens relativos à resolução espectral do sensor. O modo pancromático refere-se à obtenção de sinal numa única banda espectral (geralmente de grande amplitude) e o modo multiespectral refere-se à obtenção de várias imagens, cada uma referente a uma região espectral distinta.

(b) Dê uma justificação para a diferença de resolução espacial para o “modo pancromático” e para o “modo multiespectral” deste sensor.

Proposta de resolução. O sensor mede a radiância (em $Wm^{-2}sr^{-1}$), que corresponde ao integral da radiância espectral ($Wm^{-2}sr^{-1}\mu m^{-1}$) sobre o intervalo de comprimentos de onda (medido em μm) da banda. No modo pancromático, a banda está associada a um intervalo (de comprimentos de onda) de grande amplitude e, por isso, o integral corresponde a um valor de radiância maior do que para uma banda multiespectral típica, associada a um intervalo (de comprimentos de onda) de pequena amplitude. Assim, no modo pancromático é possível reduzir a resolução espacial e ainda haver radiância suficiente para realizar detecção remota.

(c) Considere os seguintes extratos de uma imagem multiespectral Landsat 8, após conversão para valores de reflectância à superfície, para as bandas 4 (região espectral do “vermelho”, **V**) e 5 (região espectral do “infravermelho próximo”, **IVP**).

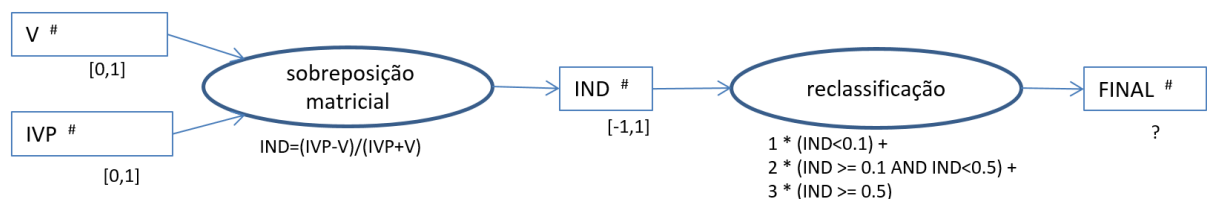
0.07	0.1	0.09	0.06
0.1	0.11	0.18	0.15
0.12	0.25	0.3	0.28
0.1	0.15	0.4	0.27

V:

0.48	0.5	0.52	0.48
0.54	0.65	0.41	0.4
0.42	0.35	0.35	0.31
0.5	0.25	0.3	0.32

IVP:

Considere o seguinte diagrama de operações sobre essas duas bandas:



i. Mostre que $IND \geq 0.5$ se e só se $IVP \geq 3 \times V$.

Proposta de resolução. $IND \geq 0.5$ é equivalente a escrever $\frac{IVP-V}{IVP+V} \geq 0.5$, ou seja, $IVP - V \geq 0.5 \times (IVP + V)$, isto é $0.5 \times IVP \geq 1.5 \times V$, o que é $IVP \geq 3 \times V$. De facto, IND é o índice de vegetação **NDVI** que toma valores elevados quando a reflectância na região espectral do infravermelho próximo é bastante mais elevada do que a reflectância na região espectral do vermelho.

ii. Qual é o domínio de valores do cdg **FINAL**? Justifique.

Proposta de resolução. O domínio de valores de **FINAL** é $\{1, 2, 3\}$ pois (1^o) qualquer valor em IND verifica alguma das condições na expressão de reclassificação, e (2^o) nenhum valor de IND satisfaz simultaneamente mais do que uma das condições. Assim, o resultado da expressão na operação de reclassificação apenas pode ser 1, 2 ou 3.

iii. Para os extratos de **V** e **IVP** representados acima, indique (com um esboço) quais são os pixels em que **FINAL** toma o valor 3 e determine a área no terreno correspondente a esses pixels. Que interpretação, relativamente à ocupação do solo nesses locais, pode dar a esses mesmos pixels?

Proposta de resolução.

O valor 3 corresponde aos pixels indicados no extrato junto em que o valor de **IVP** é pelo menos três vezes maior do que o valor de **V** como indicado na alínea acima. São esses pixels que têm um valor do índice **IND** superior ou igual a 0.5 e que portanto tomam valor 3 após a operação de reclassificação. Havendo 8 pixels, a sua área total será $8 \times 30m \times 30m = 7200m^2$. O valor 3 corresponde ao caso em que **IND** toma valores acima de 0.5. Como **IND** é o índice de vegetação **NDVI** então essa situação corresponde tipicamente a vegetação densa.

3	3	3	3
3	3		
3			
3			