

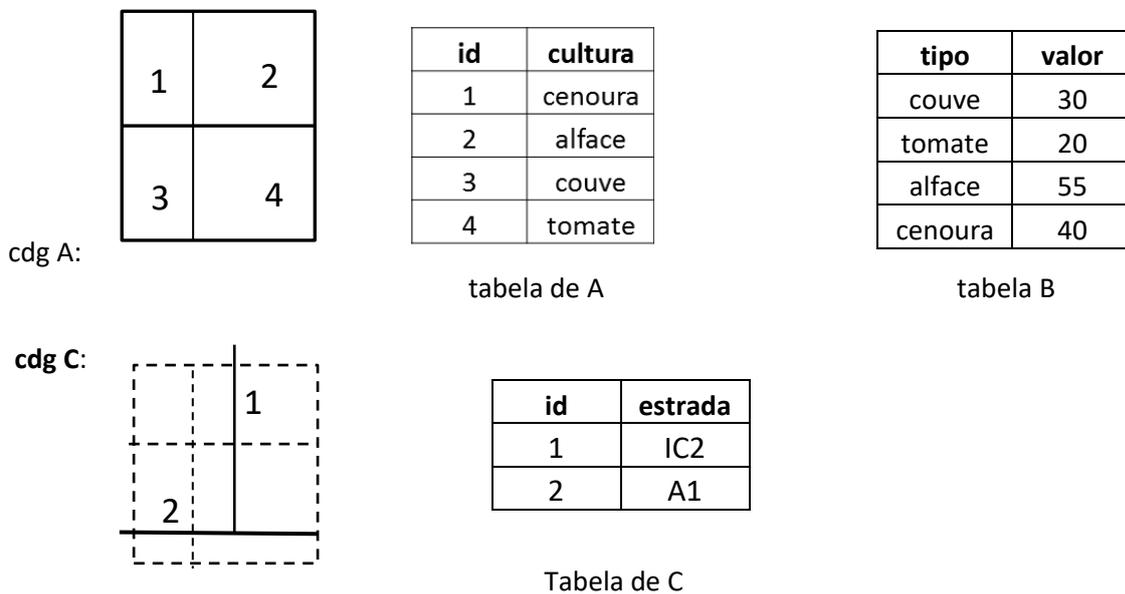
Instituto Superior de Agronomia
Exame de Geomática, 1a chamada, 26 de maio de 2021
UMA PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

Escreva NOME, NÚMERO e CURSO na capa do caderno de testes. Se usar folhas soltas, reserve a página da frente apenas para essa informação e coloque primeiro e último nome em todas as páginas.

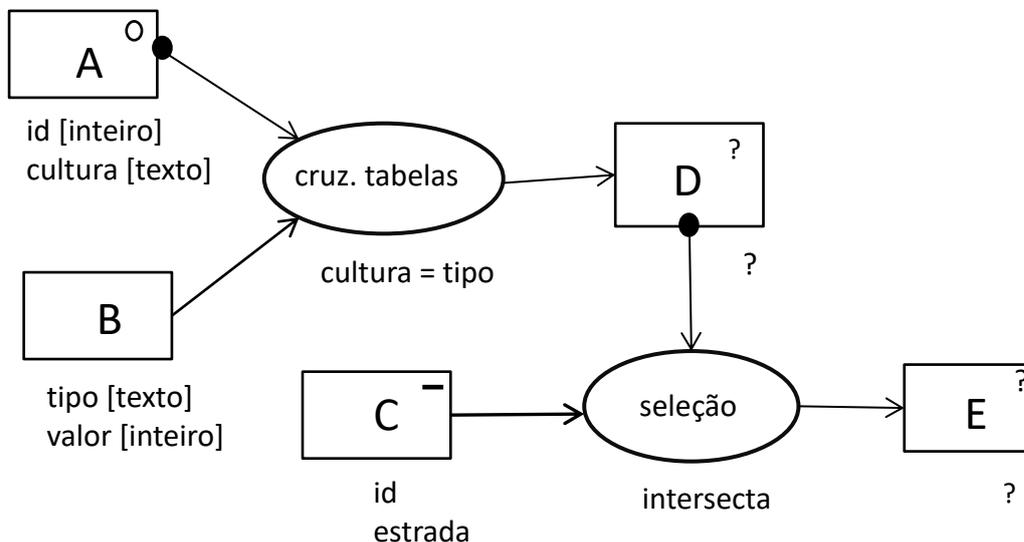
AVISO: Os telemóveis deverão estar desligados e colocados numa mochila, mala, saco, etc, **fora do alcance do aluno**. Qualquer aluno com um telemóvel ao seu alcance durante a realização do exame poderá ter o **exame anulado**. Os alunos que usarem máquina de calcular para consultar apontamentos da UC também poderão ter o **exame anulado**.

Grupo 1 (1.5 val)

Considere os seguintes conjuntos de dados geográficos (cdg) do tipo “polígono” (A), a tabela (B) e o cdg do tipo “linha” (C) e as suas respectivas tabelas de atributos. As linhas a tracejado em C correspondem aos limites dos objectos de A.



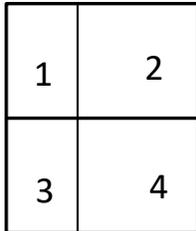
O diagrama abaixo representa operações realizadas sobre A, B e C



- a) Represente os objectos geométricos e a respectiva tabela de atributos de D.
 b) Represente os objectos geométricos e a respectiva tabela de atributos de E.

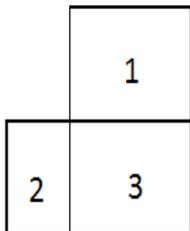
Proposta de resolução :

cdg D:



Id	tipo	valor
1	cenoura	40
2	alface	55
3	couve	30
4	tomate	20

Cdg E:



Id	tipo	valor
1	alface	55
2	couve	30
3	tomate	20

Grupo 2 (1.5 val)

Pretende-se criar um SIG que permita avaliar a quantidade de CO₂ armazenada por tipo de floresta nas oito regiões da Guiné-Bissau (GB) (*Cacheu, Biombo, Bissau, Oio, Bafatá, Gabu, Quinara e Tombali*) e quantificar o custo em euros/ha/ano por ser conservada. Para tal, foi criado um mapa de ocupação do solo, para 2020, para representar os tipos de ocupação do solo. Cada local tem um código de ocupação do solo (1.1, 1.2, 2.1,...) havendo muitas parcelas com o mesmo código. Cada tipo de ocupação do solo tem esse código, uma designação (*urbano, agricultura, floresta perene, floresta decídua, floresta mista, mangal...*) e está associado a um valor de CO₂ (t/ha) armazenado (Considera-se apenas o CO₂ armazenado pelas classes de floresta tendo as restantes classes de ocupação do solo o valor 0 de CO₂). O SIG deverá também incluir informação sobre a localização das regiões administrativas da GB, incluindo código e nome. Deverá também conter informação sobre o custo, em euros por hectare e por ano, de conservação para cada tipo de floresta indicada na ocupação do solo.

Descreva as três tabelas de dados geográficos ou não geográficos que devem ser incluídas no SIG para registar todas as informações acima. 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. Para cada tabela do SIG, indique se se trata de uma tabela de um conjunto de dados geográficos, indicando o tipo (de objectos geométricos) respectivo, ou uma simples tabela de dados. A base de dados deve estar organizada por forma a evitar redundâncias. Dê um exemplo de cada tabela que propuser, indicando os atributos e duas hipotéticas linhas da respectiva tabela.

Regioes(codigo, nome), tabela associada a um cdg vectorial do tipo polígono, em que cada feature representa uma região

Exemplo:

codigo	nome
Ca	Cacheu
Bi	Bissau

parcelas(id,codigo) tabela associada a um cdg vectorial do tipo polígono, em que cada feature representa uma parcela com o mesmo tipo de ocupação do solo

Exemplo:

id	codigo
1	1.3
2	2.1

ocSolo(codigo,designacao,CO2,custo), tabela simples que contém a designação, valor de CO2 em t/ha e custo de conservação em euros/ha/ano para cada tipo de ocupação de solo

Exemplo:

codigo	designacao	CO2	custo
1.1	urbano	0	0
1.2	floresta perene	10	2

Grupo 3 (3 val)

A cdg vectorial do tipo polígono **COS2018** da DGTerritório contém os atributos fid (chave primária) e COS2018_Lg, cujo domínio de valores inclui, entre outros, *Florestas de eucalipto, Matos, e Pastagens espontâneas*. O cdg vectorial do tipo ponto **IFN6** contém alguns dados do 6º Inventário Florestal Nacional. Suponha que esse cdg tem apenas os atributos fid (que é o código do ponto) e ocupprinci que é o tipo de ocupação principal, e que pode tomar, entre outros, valores *Mato, Eucaliptos, Pastagem sequeiro e Pastagem regadio*. Adicionalmente dispõe do cdg vectorial de linhas **RVFundamental** com atributo fid que indica a localização da linha média da rede viária fundamental. Todos os cdg estão no sistema de coordenadas oficial português PT-TM06/ETRS89.

COS2018(fid, COS2018_Lg)

IFN6(fid, ocupprinci)

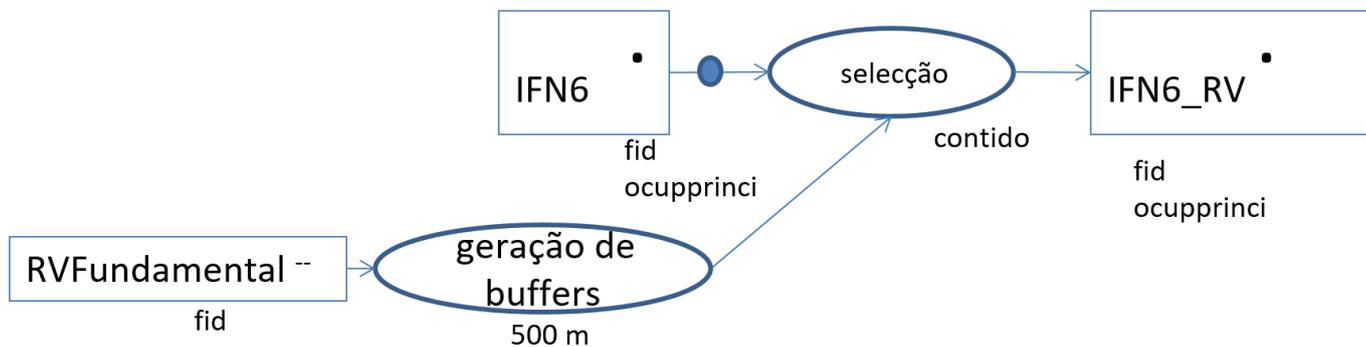
RVFundamental(fid)

Para cada um dos problemas abaixo, apresente um diagrama de operações que mostre como se obtém a respectiva solução. O diagrama de operações deve indicar os nomes dos conjuntos de dados, o seu tipo (ponto, linha, polígono) e os seus atributos, e também nomes, parâmetros e prioridade (quando se aplique) das operações. Pode usar unicamente operações de **selecção**, **criação de buffers**, **dissolução**, **intersecção** e **cálculo de comprimento**.

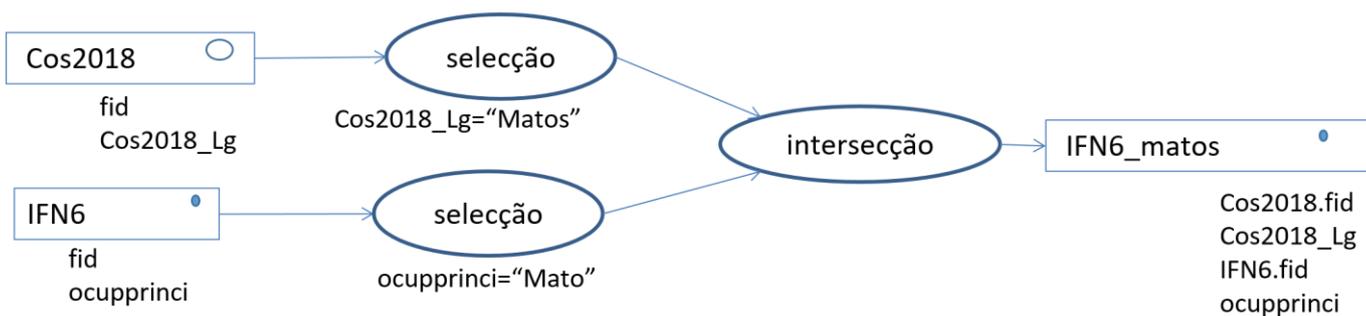
- Determine os pontos do IFN6 que se localizam a menos de 500 m da rede viária fundamental.
- Para a totalidade dos dados, determine os pontos em que, simultaneamente, a ocupação principal é “Mato” segundo o IFN6 e o uso do solo é “Matos” segundo a COS2018.
- Determine o comprimento total (em metros) dos troços de RVFundamental que são atravessados por “Matos”, de acordo com a informação na COS2018.

Proposta de resolução

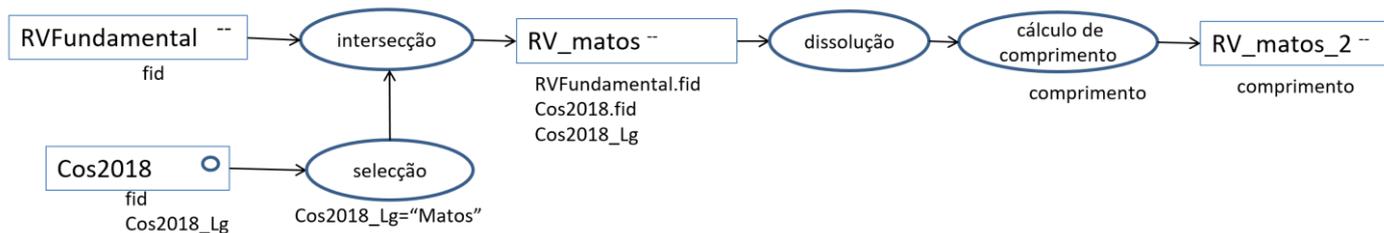
a.



b.

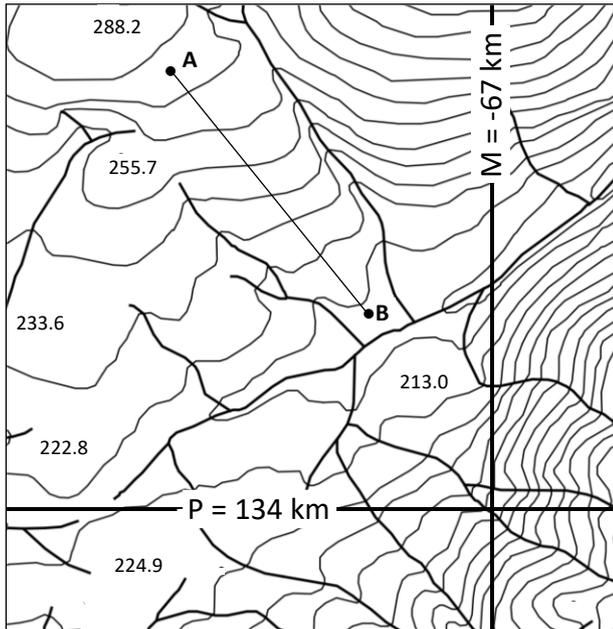


c.



Grupo 4 (3 val)

4.1. A Figura representa um extrato de uma carta à escala 1/20 000, georreferenciada no sistema PT-TM06/ETRS89.



A equidistância gráfica das curvas de nível é de 0.5 mm.

O quadro apresenta os comprimentos das normais medidas na carta respetivamente à meridiana e à paralela representadas na figura.

Distância a:		
	M = -67 km	P = 134 km
A	44.0 mm	61.5 mm
B	12.0 mm	26.0 mm

- Calcule as coordenadas retangulares dos pontos A e B no sistema de referência da carta;
- Estime as cotas de A e de B;
- Calcule o declive entre A e B (i.e. de A para B) e indique se é positivo ou negativo;
- Qual é a orientação da encosta ao longo da linha AB? (Apresente o valor do azimute cartográfico e o respetivo octante).

Resolução:

$$\begin{aligned} a) \quad M_A &= -67000 - 44 \times 10^{-3} \times 20000 = -67880 \text{ m} & M_B &= -67000 - 12 \times 10^{-3} \times 20000 = -67240 \text{ m} \\ P_A &= 134000 + 61.5 \times 10^{-3} \times 20000 = 135230 \text{ m} & P_B &= 134000 + 26 \times 10^{-3} \times 20000 = 134520 \text{ m} \end{aligned}$$

b) Na escala 1/20000, à equidistância gráfica de 0.5 mm corresponde uma equidistância entre as curvas de nível de 10 m. Isto significa que os valores das cotas das curvas de nível serão múltiplos de 10 m. A curva de nível que envolve o ponto de cota 288.2 m, no canto a NO do mapa, terá a cota de 280 m, imediatamente inferior à do ponto. O ponto A estando situado sensivelmente a meia distância entre as curvas de nível de 280 e 270 m, terá uma cota estimada de 275 m. O ponto B tem uma cota entre 200 e 210 m. Para interpolar a sua cota vamos utilizar, como auxiliar, o ponto da linha de água mais próximo de B. Ao longo da linha de água, a distância da curva de nível dos 200 m ao ponto da linha de água mais próximo de B é sensivelmente a 1/3 da distância entre as curvas de nível dos 200 e 210 m, que interseitam a linha de água. Assim podemos estimar para o ponto auxiliar a cota de 203 m. Assim a cota de B pode ser estimada entre 203 e 210 m, por exemplo num valor próximo de 207 m.

$$c) \quad D_{AB} = \sqrt{(134520 - 135230)^2 + (-67240 + 67880)^2} = 955.9 \text{ m}$$

$$H_A = 275 \text{ m} \quad H_B = 207 \text{ m} \quad DN_{AB} = 207 - 275 = -68 \text{ m}$$

$$\text{Declive}_{AB} = \frac{-68}{955.9} \times 100 = -7,1\%$$

d) A orientação da encosta é dada pelo azimute da linha de maior declive, no sentido descendente. As linhas de maior declive são perpendiculares às curvas de nível. A linha AB representa aproximadamente a direção do maior declive, sendo o sentido descendente o de A para B. Assim, a orientação da encosta pode ser estimada pelo azimute no sentido de A para B.

$$Az_{AB} = \arctg \frac{M_B - M_A}{P_B - P_A} = \arctg \frac{-67240 - (-67880)}{134520 - 135230} = \arctg \frac{640}{-710} = (-42.03 + 180) = 138^\circ$$

O octante da orientação é SE (sueste), pois o azimute está compreendido entre 112.5° e 157.5° .

(Nota: o azimute é um ângulo do 2º quadrante, sendo necessário somar 180° ao resultado da máquina de calcular.)

4.2. As figuras representam extratos: (i) de um modelo digital de elevações com resolução de 5 por 5 m (MDE); (ii) dos respectivos declives calculados segundo a direção do eixo XX (Sx); (iii) os respectivos declives calculados segundo a direção do eixo YY (Sy).

	K1	K2	K3	K4	K5
L1	64.2	62.9	64.9	67.1	69.4
L2	65.8	65.2	64.5	66.8	69.4
L3	67.3	66.3	65.2	66.6	69.2
L4	68.9	67.6	67.2	66.1	68.9
L5	70.5	69.4	68.4	67.3	68.6
L6	71.8	70.7	69.7	68.9	67.9

i) MDE (altitude em metros)

	K1	K2	K3	K4	K5
L1	-0.2	0.063	0.38	0.465	0.498
L2	-0.19	-0.1	0.192	0.458	0.498
L3	-0.2	-0.18	0.018	0.365	0.495
L4	-0.22	-0.19	-0.12	0.19	0.453
L5	-0.21	-0.2	-0.19	0.008	0.318
L6	-0.18	-0.23	-0.2	-0.1	0.17

ii) Sx (declive segundo XX)

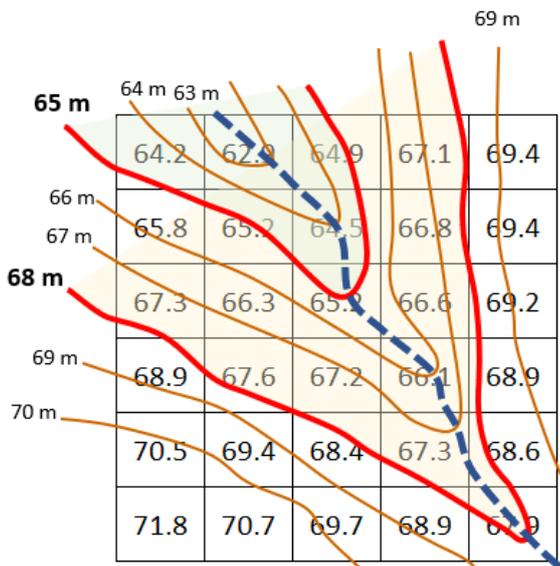
	K1	K2	K3	K4	K5
L1	-0.31	-0.22	-0.03	0.05	0.042
L2	-0.32	-0.25	-0.09	0.023	0.038
L3	-0.29	-0.27	-0.18	-0.02	0.06
L4	-0.31	-0.32	-0.26	-0.1	0.038
L5	-0.29	-0.29	-0.27	-0.18	0.002
L6	-0.26	-0.27	-0.25	-0.23	-0.16

iii) Sy (declive segundo YY)

- Desenhe a quadrícula no seu caderno e represente aproximadamente as curvas de nível de 65 m e de 68 m.
- Caracterize, justificando, a forma de terreno representada.
- Estime o declive e a orientação do terreno na célula (L4, K4).

Resolução:

a) As curvas dos 65 m e 68 m estão representadas a traço mais espesso, encarnado.



b) Está representado um vale. A linha de água está representada a traço interrompido azul. A linha de água passa respetivamente nos pixéis L1K2, L2K3, L3K3, L4K4, L5K4 e L6K5.

c) Para a célula L4K4 temos $S_x=0.19$ e $S_y=-0.1$

$$\text{declive} = \left(\sqrt{(0.19)^2 + (-0.1)^2} \right) \times 100 = 21.5\%$$

Orientação:

$$\text{arctg} \left(\frac{-0.19}{0.1} \right) = -62.24^\circ$$

Sendo um ângulo do 4º quadrante (numerador <0 e denominador >0), soma-se 360º ao resultado da função arctg:

$$\text{orientação} = 360 - 62.24 = 297.76^\circ$$

A este azimute corresponde o octante noroeste (NO), compreendido no intervalo [292.5º; 327.5º].

Grupo 5 (1.5)

Dispõe-se de três cdg matriciais com resolução de 5x5 m, o mesmo sistema de coordenadas e a mesma extensão:

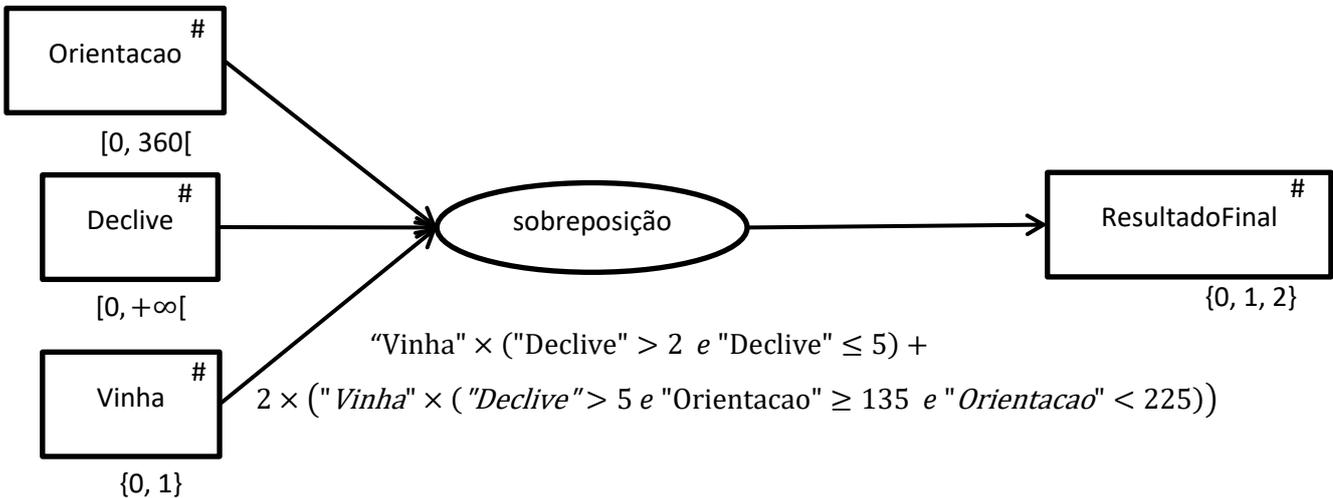
- Vinha:** cdg matricial booleano, representado o uso do solo, onde o valor 1 representa a existência de vinha e o valor 0 representa outro tipo de uso;
- Declive:** cdg matricial com valores no domínio real, representando o declive do terreno expresso em percentagem;
- Orientação:** cdg matricial com valores no domínio real, representando a orientação do terreno expresso pelo azimute do sentido de escoamento em graus.

Pretende-se obter **um** cdg matricial com domínio {0,1,2} que indique a localização das vinhas, obedecendo ao seguinte critério:

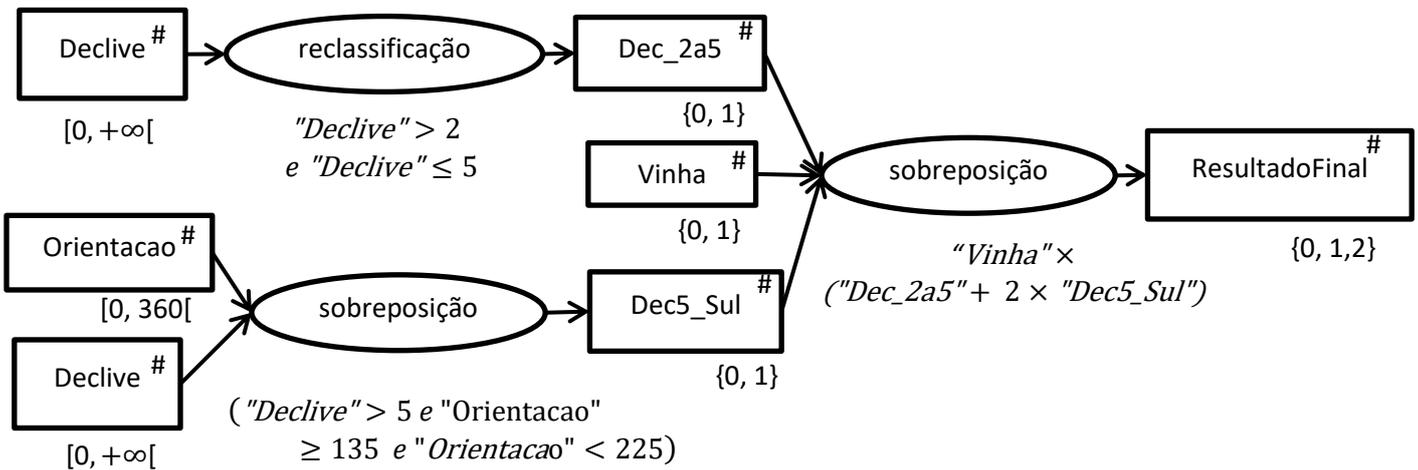
- i) Valor 1: representa as vinhas localizadas em parcelas com declives > 2% e ≤ 5%;
- ii) Valor 2: representa as vinhas localizadas em parcelas com declive >5% e orientadas segundo o quadrante sul (exposição sul);
- iii) Valor 0: representa as outras vinhas ou outros usos do solo.

Apresente um diagrama de operações, contendo **unicamente** operações de **sobreposição matricial** e de **reclassificação**, para obter o cdg pretendido.

Uma proposta de resolução:



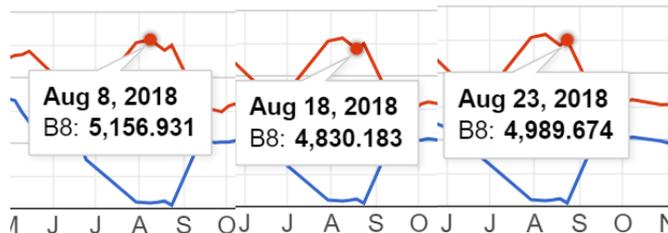
Soluções criando cdg's intermédios são consideradas também corretas. Por exemplo:



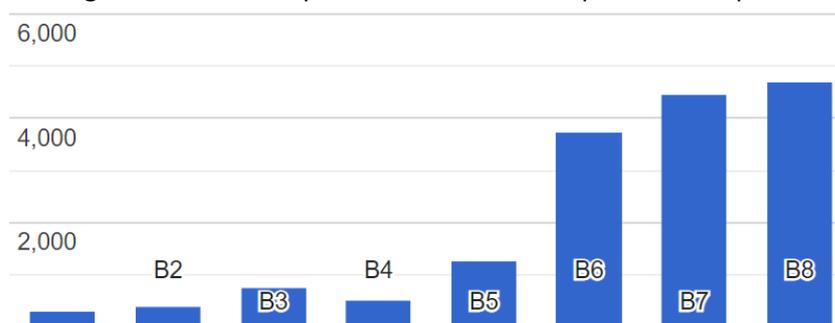
Grupo 6 (3.5 val)

Foram construídos gráficos de índice de vegetação “ndvi” a partir de imagens Sentinel-2/MSI, filtradas para excluir imagens cobertas com nuvens, sobre vários locais em Portugal Continental para o período de maio de 2017 até maio de 2021. Para calcular o valor do índice “ndvi” foram usadas duas bandas B4 e B8 do sensor com resolução espacial de 10 m (os valores de reflectância estão multiplicados por 10000).

- a) Quais são as outras duas “dimensões” deste tipo de dados geográficos, para além das que determinam o espaço geográfico das suas coordenadas?
- b) Qual é a expressão para derivar “ndvi” de B4 e B8? A que regiões do espectro electromagnético correspondem essas duas bandas B4 e B8?
- c) Nos gráficos abaixo, foram identificadas as datas de obtenção de uma sequência de imagens. Indique, justificando, qual é a resolução temporal destas imagens. Para as mesmas imagens sobre uma região da Noruega, a resolução temporal seria maior ou menor? Justifique.



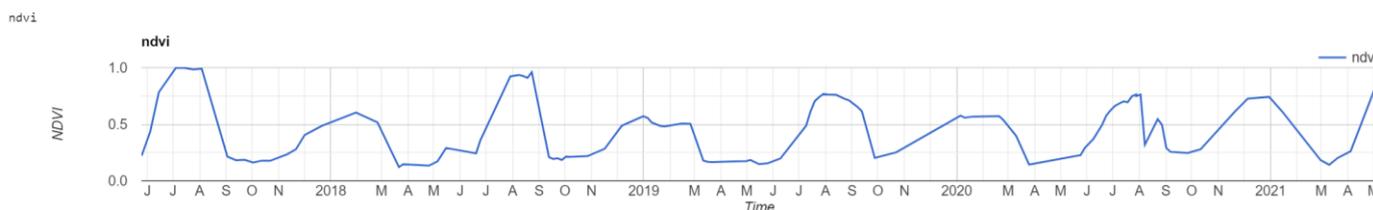
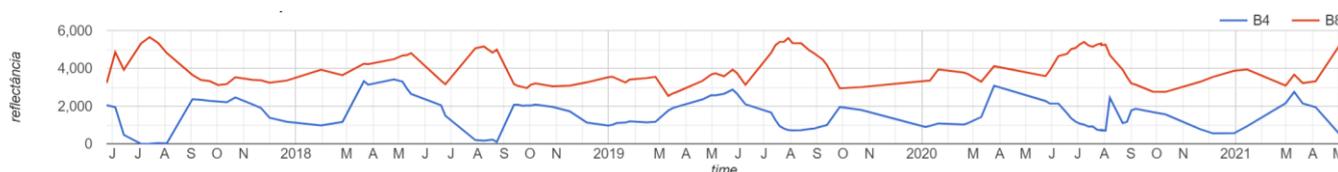
- d) Para um determinado pixel da imagem, um local e uma data, os valores das bandas B1 (barra à esquerda) a B8 estão no gráfico abaixo. As bandas estão ordenadas por ordem crescente de comprimento de onda. Que tipo de ocupação do solo agrícola considera que deve ocorrer nesse pixel? Justifique.



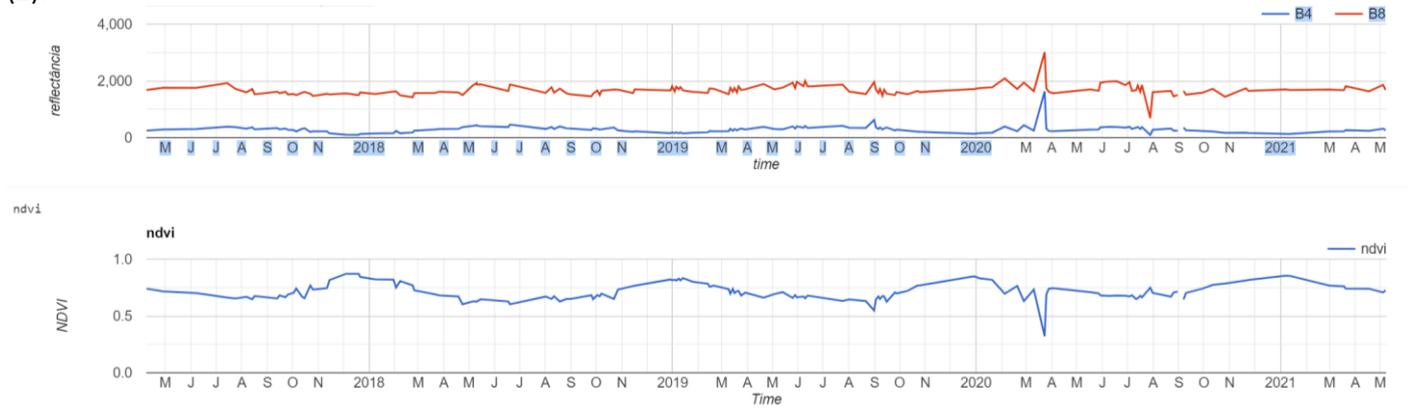
- e) Nas figuras abaixo indicam-se séries temporais dos valores das bandas B4 e B8 e do índice de vegetação “ndvi” para alguns locais com ocupações do solo que correspondem a:
- (A) Olival jovem no Minho plantado em 2016
 - (B) Pivô de rega no Ribatejo
 - (C) Pinhal denso no Oeste

Associe cada ocupação do solo (A), (B), (C), com os gráficos (1), (2) e (3), justificando a sua resposta.

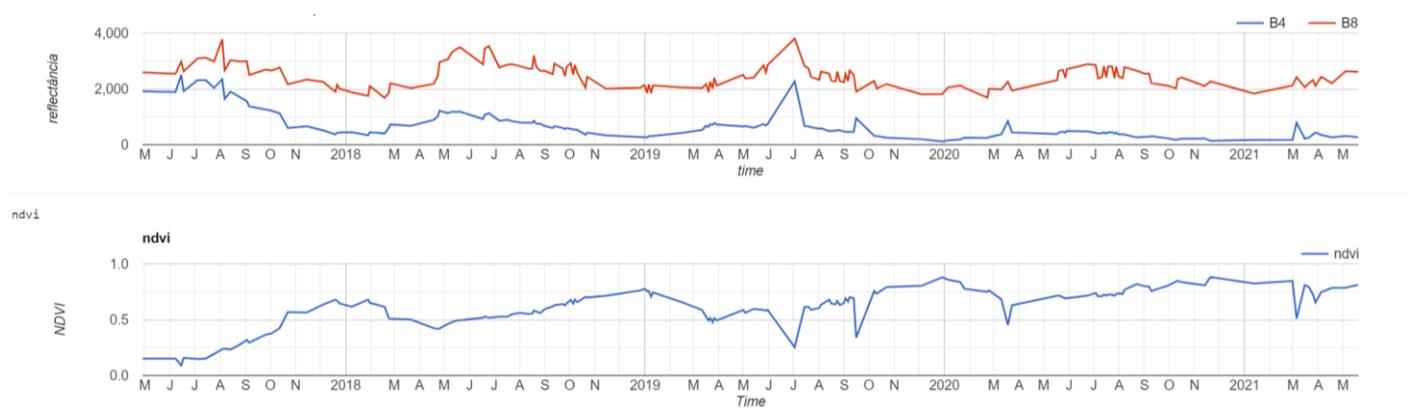
(1):



(2):



(3):



Proposta de resolução

- Para além das duas dimensões relativas ao espaço geográfico, as imagens de satélite têm dimensão espectral (bandas espectrais do sensor) e dimensão temporal (passagem sucessiva do sensor pelo mesmo local, com obtenção de uma série temporal de imagens).
- O índice “ndvi” é obtido como função do valor de reflectância na banda da região espectral do vermelho (V) e da reflectância na banda da região espectral do infravermelho próximo (IVP). Tipicamente $IVP > V$ e por isso V corresponde à banda 4 do sensor MSI e IVP corresponde à banda 8 do sensor MSI. A expressão para o cálculo do ndvi é portanto $(B8 - B4) / (B8 + B4)$.
- Como é dito no enunciado do exercício, as imagens Sentinel-2/MSI são filtradas para excluir imagens cobertas com nuvens. Embora a frequência da passagem do sensor sobre o mesmo local seja constante, a sequência de imagens apanha apenas as datas 8 de agosto, 18 de agosto e 23 de agosto. O intervalo de tempo menor que corresponde a duas observações sucessivas no local é por isso de 5 dias, que é a resolução temporal do sensor.
Na Noruega, o perímetro das paralelas é menor mas a largura da imagem do sensor mantêm-se constante, e por isso o mesmo local é revisitado com mais frequência, o que faz com que a resolução temporal seja menor.
- O padrão de reflectância no ponto indicado mostra claramente uma ocupação vegetal com elevado índice de área foliar e elevado vigor vegetativo, pois há baixa reflectância na região espectral do vermelho e muito elevada reflectância na região espectral do infravermelho próximo. O cálculo aproximado do “ndvi” indica que será um valor superior a 0.8, o que é muito elevado. Deverá ser então uma cultura anual intensiva de regadio.
- O local B (pivô de rega) com uma cultura anual regada e intensiva corresponde ao gráfico (1) que reflecte o ciclo da cultura e da mobilização do terreno, com picos de “ndvi” muito elevados. O local C (pinhal denso) tem um sinal muito constante pois o pinheiro tem folha persistente e cobre bem o terreno. Tem um “ndvi” bastante elevado. Corresponde ao gráfico 2. O local A (olival jovem) tem uma ocupação por copas que vai aumentando ao longo do tempo: corresponde ao gráfico (3).