

**Exame Final Nacional de Biologia e Geologia  
Prova 702 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2019**

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho | Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho

Duração da Prova: 120 minutos. | Tolerância: 30 minutos.

16 Páginas

---

## VERSÃO 1

---

Indique de forma legível a versão da prova.

Para cada resposta, identifique o grupo e o item.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

Não é permitido o uso de corretor. Risque aquilo que pretende que não seja classificado.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

As cotações dos itens encontram-se no final do enunciado da prova.

---

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Escreva, na folha de respostas, o grupo, o número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

---

## GRUPO I

O Haiti localiza-se na ilha La Española, na zona nordeste (NE) do mar das Caraíbas. Esta ilha, próxima do limite em que a placa Norte-Americana é sujeita a subdução relativamente à placa das Caraíbas, é atravessada por numerosas falhas ativas, algumas com grande extensão, como a falha de Enriquillo-Plantain Garden (EPG). O enquadramento tectónico desta zona está representado, esquematicamente, na Figura 1.

Em 1751, na zona de falha de Enriquillo-Plantain Garden, foi registado um sismo com magnitude estimada de 7,5, que foi seguido, em 1770, por outro grande sismo. Ao longo de mais de dois séculos, na zona sul do Haiti, apenas ocorreram sismos de menor magnitude, destacando-se os de 1784, 1860, 1864 e 1953.

Todavia, a 12 de janeiro de 2010, o Haiti foi atingido por um sismo de magnitude 7, que causou cerca de 230 000 mortes. O sismo teve origem a uma profundidade de 10 km a 13 km, e o seu epicentro localizou-se 15 km a sudoeste (SO) de Porto Príncipe, a capital do Haiti. Nos meses seguintes, ocorreram mais de 50 réplicas de magnitude superior a 4,5.

De início, os Serviços Geológicos dos Estados Unidos referiram que a falha de EPG poderia ter sido responsável pelo sismo ocorrido no Haiti, em 2010. No entanto, estudos mais recentes indicam que, na origem do sismo, estiveram falhas inversas associadas a essa falha.

Baseado em: J. Bruña *et al.*, «El Terramoto de Haiti», *Enseñanza de las Ciencias de la Terra*, 2011 e em: <https://web.ics.purdue.edu> (consultado em setembro de 2018).

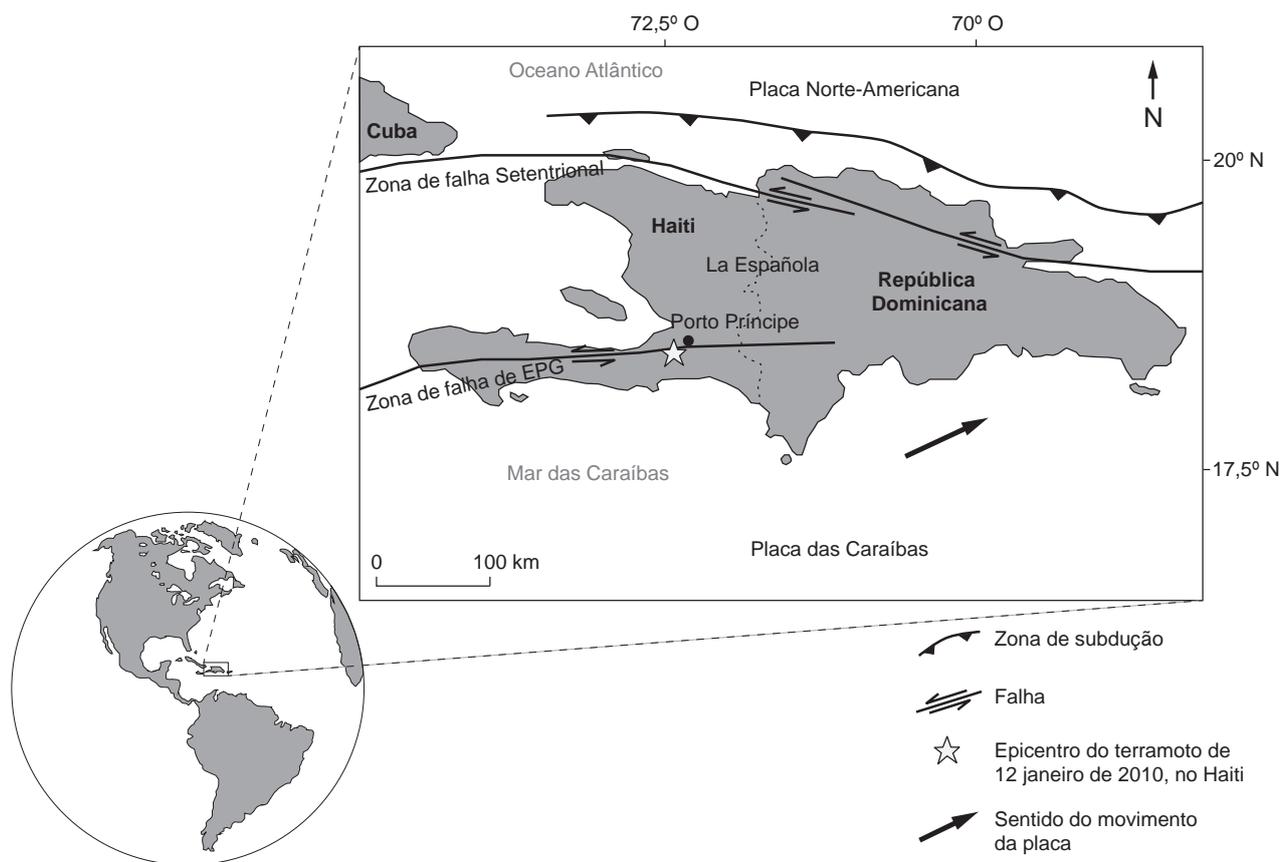


Figura 1 – Enquadramento tectónico da ilha La Española

Baseado em: <https://www.agenciasinc.es> (consultado em setembro de 2018).

1. A placa das Caraíbas move-se, aproximadamente, para
  - (A) noroeste, num contexto tectónico divergente.
  - (B) nordeste, num contexto tectónico divergente.
  - (C) nordeste, num contexto tectónico convergente.
  - (D) noroeste, num contexto tectónico convergente.
  
2. De acordo com os estudos mais recentes, o sismo ocorrido no Haiti, em 2010, resultou de um campo de tensões
  - (A) distensivo, associado a uma deformação descontínua.
  - (B) compressivo, associado a uma deformação dúctil.
  - (C) distensivo, associado a uma deformação contínua.
  - (D) compressivo, associado a uma deformação frágil.
  
3. Considere as afirmações seguintes, referentes ao enquadramento tectónico da ilha La Española, representado na Figura 1.
  - I. Ao longo da falha Setentrional, ocorre, predominantemente, deslizamento lateral e manutenção da espessura crustal.
  - II. No movimento entre a placa das Caraíbas e a placa Norte-Americana, há afundamento de litosfera oceânica da placa Norte-Americana.
  - III. Os sismos que ocorrem na zona de subdução apresentam, tendencialmente, hipocentros mais profundos de sul para norte.
  - (A) I é verdadeira; II e III são falsas.
  - (B) II e III são verdadeiras; I é falsa.
  - (C) I e II são verdadeiras; III é falsa.
  - (D) III é verdadeira; I e II são falsas.
  
4. Os contextos tectónicos semelhantes ao da zona do limite entre a placa Norte-Americana e a placa das Caraíbas são ambientes aos quais está tipicamente associada a formação de magmas
  - (A) andesíticos, que, ao consolidarem em profundidade, dão origem a andesito.
  - (B) andesíticos, que, ao consolidarem em profundidade, dão origem a diorito.
  - (C) riolíticos, que, ao consolidarem em profundidade, dão origem a riólito.
  - (D) riolíticos, que, ao consolidarem em profundidade, dão origem a granito.
  
5. Para um determinado sismo, à medida que a distância ao epicentro aumenta, verifica-se um aumento
  - (A) da diferença de tempo de chegada das ondas S e das ondas P.
  - (B) da magnitude calculada para esse sismo.
  - (C) da amplitude das ondas sísmicas registadas nos sismogramas.
  - (D) da energia recebida nos diferentes locais.

6. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência de algumas das etapas necessárias para determinar a localização do epicentro de um sismo.

- A. Identificação de ondas P e de ondas S no sismograma.
- B. Registo da chegada de ondas P à estação sismográfica.
- C. Cruzamento de distâncias epicentrais calculadas em outras estações sismográficas.
- D. Determinação da diferença entre o tempo de chegada de ondas S e de ondas P.
- E. Cálculo da distância entre a estação sismográfica e o epicentro.

7. Faça corresponder cada uma das características relativas a zonas da estrutura interna da geosfera, expressas na coluna **A**, à designação que as identifica, expressa na coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
(a) Zona atravessada pelas ondas sísmicas internas, onde se verifica uma redução da sua velocidade.	(1) Astenosfera
(b) Zona delimitada na sua base pela descontinuidade de Gutenberg.	(2) Crosta
(c) Zona segmentada em placas tectónicas.	(3) Litosfera
	(4) Mesosfera
	(5) Núcleo interno

8. Com base em outros estudos realizados, nomeadamente entre 2003 e 2008, os cientistas concluíram que a zona de falha de Enriquillo-Plantain Garden, no Haiti, poderia dar origem a um sismo de magnitude de cerca de 7,2. Os resultados desses estudos foram apresentados em conferências geológicas e publicados em 2008.

Explique por que razão seria expectável, para os cientistas, a ocorrência de um sismo de elevada magnitude na zona de falha de Enriquillo-Plantain Garden, considerando o contexto tectónico da região e os dados da sismicidade histórica.

---

**Página em branco**

---

## GRUPO II

A polinização animal é importante para a produção agrícola, em particular para a produção de frutos e para uma parte significativa das culturas hortícolas. No entanto, a monocultura intensiva pode ser prejudicial aos insetos, por falta de recursos florais e de locais de refúgio.

Devido à perda de *habitats*, ao uso de pesticidas, às alterações climáticas e às doenças, tem-se verificado o declínio das populações de abelhas, importantes agentes polinizadores.

Realizou-se um estudo em campos de cultura intensiva de abóbora para avaliar os efeitos dos fatores seguintes na polinização:

- disponibilidade de *habitats* seminaturais (plantas herbáceas não cultivadas e floresta);
- visitas de abelhas das espécies *Apis mellifera* e *Bombus terrestris*.

Foram testadas algumas hipóteses, de entre as quais se destacam as seguintes:

Hipótese 1 – o número de grãos de pólen depositados nas flores de abóbora está diretamente relacionado com o número de visitas de *Apis mellifera* e de *Bombus terrestris*;

Hipótese 2 – o número de visitas de insetos polinizadores é mais elevado em campos adjacentes a *habitats* seminaturais do que em campos adjacentes a outros campos de cultura.

### Métodos e condições experimentais

- 1 – O estudo realizou-se em 18 campos de cultura de abóbora, *Cucurbita maxima*, cada um com uma área de cerca de 3 ha.
- 2 – Os campos de abóbora estavam rodeados de paisagens que diferiam na quantidade relativa de *habitats* seminaturais e de campos de cultivo (milho, trigo ou batata), num raio de 1 km.
- 3 – A temperatura média anual da região é de cerca de 11 °C, e a precipitação média anual é de 700 mm.
- 4 – Foram feitas observações das visitas de insetos polinizadores e foram recolhidas amostras de pólen ao longo de 4 trajetos em cada campo.
- 5 – As visitas dos polinizadores foram gravadas em vídeo, ao longo de períodos de 15 minutos, em 3 dias de julho, durante a floração, nas horas em que os estigmas<sup>1</sup> estão recetivos e os grãos de pólen estão disponíveis e são viáveis.
- 6 – As amostras de pólen depositado foram recolhidas nos estigmas das flores visitadas.

### Resultados

Foram observadas 2100 abelhas, das quais 79% pertenciam à espécie *Apis mellifera*, 14% pertenciam à espécie *Bombus terrestris* e 7% pertenciam a outras espécies.

Na Figura 2, constam outros resultados deste estudo.

#### Nota:

<sup>1</sup> Estigmas – locais das estruturas reprodutoras femininas onde os grãos de pólen são depositados.

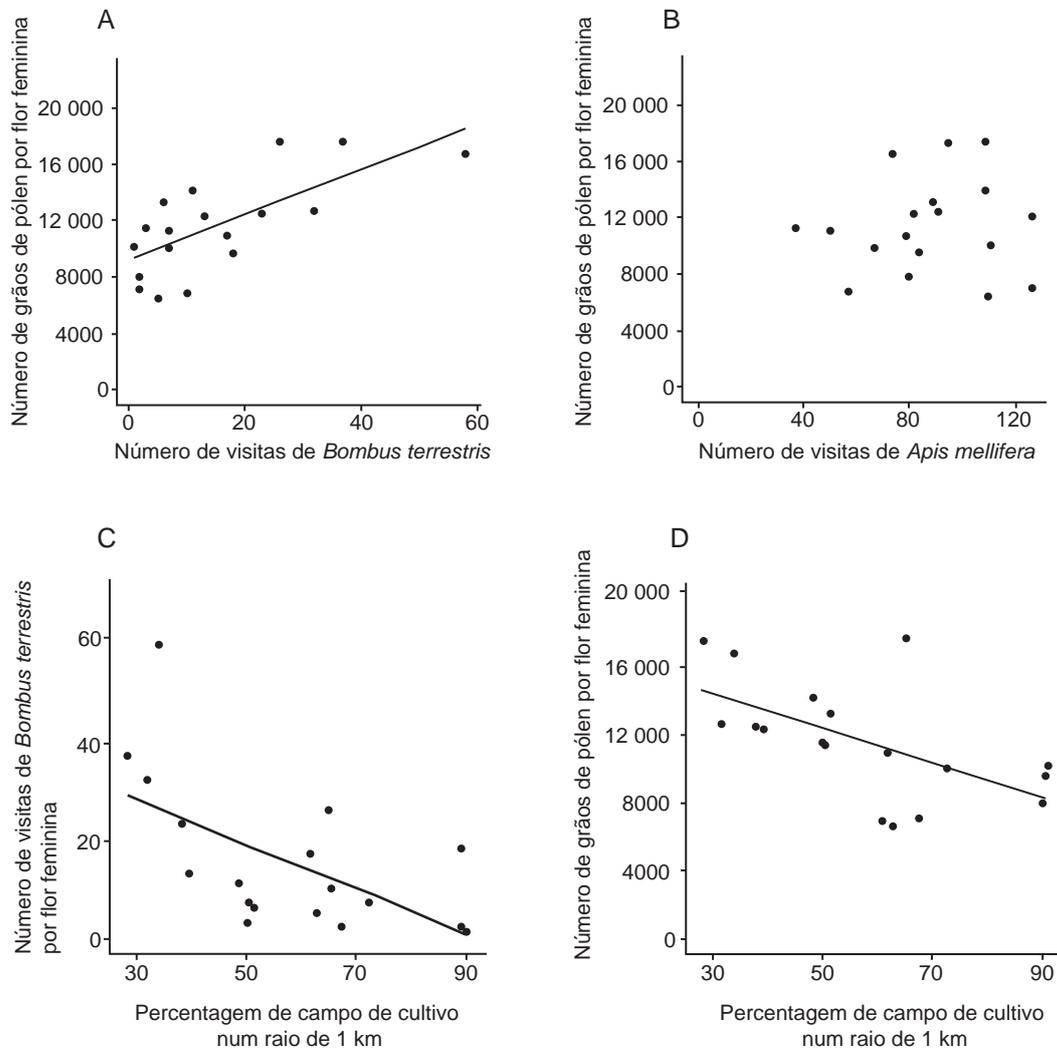


Figura 2 – Relação entre as visitas dos polinizadores e a deposição de pólen (A e B); Relação entre a proporção de campo de cultivo num raio de 1 km e as visitas de *Bombus terrestris* (C); Relação entre a proporção de campo de cultivo num raio de 1 km e a deposição de pólen pelos diferentes polinizadores (D)

Baseado em: S. C. Pfister *et al.*, «Dominance of cropland reduces the pollen deposition from bumble bees», *Scientific Reports*, 2018.

1. As afirmações seguintes dizem respeito à interpretação dos dados apresentados na Figura 2.
  - I. O número de grãos de pólen depositados diminui com o aumento da percentagem de campo de cultivo num raio de 1 km.
  - II. Um aumento de 10% de campo de cultivo num raio de 1 km aumenta o número de visitas de *Bombus terrestris*.
  - III. Se houver 10% de *habitats* seminaturais, o número de grãos de pólen depositados é maior do que se essa percentagem for de 50%.

(A) I é verdadeira; II e III são falsas.  
 (B) I e III são verdadeiras; II é falsa.  
 (C) II é verdadeira; I e III são falsas.  
 (D) II e III são verdadeiras; I é falsa.

2. No estudo descrito, uma das variáveis dependentes foi
- (A) o tipo de cultura dos diferentes campos.
  - (B) a percentagem de campo cultivado.
  - (C) a área de *habitat* seminatural.
  - (D) o número de grãos de pólen depositados.
3. O aumento da variabilidade genética e a conquista do ambiente terrestre pelos seres eucariontes autotróficos estão associados ao predomínio da fase
- (A) haploide e à união de gâmetas de plantas diferentes, da mesma espécie.
  - (B) diploide e à união de gâmetas de plantas diferentes, da mesma espécie.
  - (C) haploide e à união de gâmetas da mesma planta.
  - (D) diploide e à união de gâmetas da mesma planta.
4. As abelhas apresentam um sistema circulatório
- (A) fechado, havendo distinção entre fluido circulante e fluido intersticial.
  - (B) fechado, não havendo distinção entre fluido circulante e fluido intersticial.
  - (C) aberto, não havendo distinção entre fluido circulante e fluido intersticial.
  - (D) aberto, havendo distinção entre fluido circulante e fluido intersticial.
5. Relativamente ao ciclo de vida de *Cucurbita maxima*, pode afirmar-se que
- (A) os esporos são células com núcleo diploide.
  - (B) a fecundação é dependente da polinização.
  - (C) a meiose é pós-zigótica.
  - (D) o esporófito é haploide.
6. O movimento ascendente da seiva elaborada ocorre quando
- (A) as reservas são armazenadas ao nível da raiz.
  - (B) há formação de frutos acima dos órgãos fotossintéticos.
  - (C) se verifica uma taxa de transpiração muito elevada.
  - (D) a taxa de absorção radicular supera a da transpiração foliar.

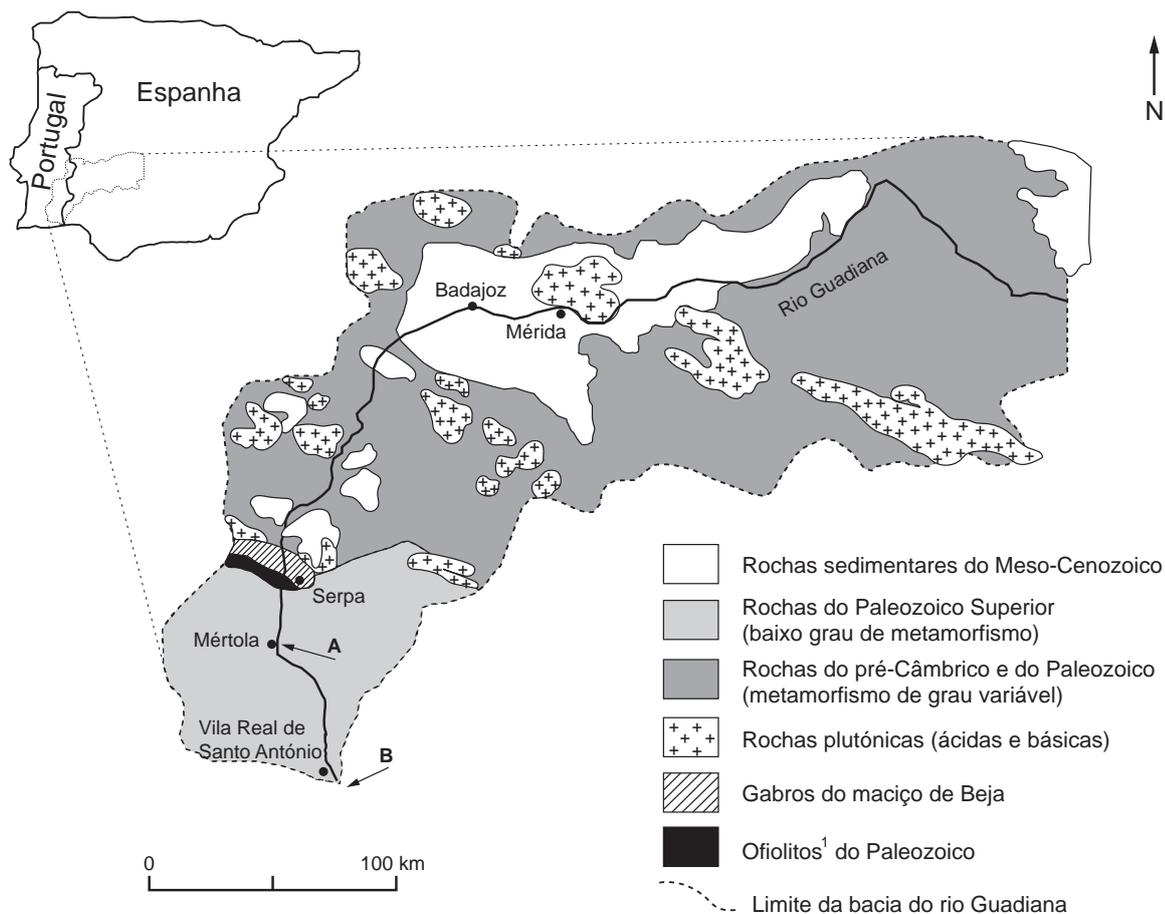
7. Explique de que modo os resultados expressos nos gráficos A e B da Figura 2 validam a Hipótese 1, apenas para uma das espécies.
  
8. Explique de que modo, em *Apis mellifera*, a quantidade de nutrientes e a quantidade de oxigénio que chegam aos tecidos podem, ou não, ser afetadas por uma alteração na distribuição do fluido circulante.

### GRUPO III

O rio Guadiana nasce em Espanha e desagua no oceano Atlântico, junto a Vila Real de Santo António. No seu percurso, entre Serpa e Mértola, atravessa o antiforma do Pulo do Lobo e a Faixa Piritosa Ibérica, onde existem várias explorações mineiras.

No mapa da Figura 3, estão representadas as formações geológicas da Bacia Hidrográfica do Guadiana (área drenada pelo rio Guadiana e seus afluentes). Os pontos A e B correspondem a locais onde se recolheram amostras de sedimentos para realizar estudos sedimentológicos e mineralógicos, visando a caracterização dos processos sedimentares que ocorreram na área e a determinação das principais fontes dos sedimentos.

O tratamento laboratorial das amostras envolveu, entre outros procedimentos, a passagem dos sedimentos através de um crivo com rede de 2,000 mm (diâmetro máximo dos grãos de areia) e de um crivo com rede de 0,063 mm (diâmetro máximo das partículas de silte, cujo diâmetro é superior ao das argilas). A fração de sedimento retida entre os dois crivos foi sujeita a novo tratamento para separar os minerais pesados (com densidade superior a 2,9) dos minerais mais leves, como o quartzo e os feldspatos. Numa etapa subsequente, procedeu-se à identificação, à descrição e à contagem dos minerais pesados transparentes com o auxílio do microscópio petrográfico, tendo-se verificado que os grãos de piroxenas e de anfíbolos possuíam, em geral, formas angulosas ou subangulosas, enquanto os grãos de turmalina, de andaluzite e de estauroilite tendiam a apresentar formas roladas ou subroladas. As abundâncias relativas das diferentes espécies de minerais pesados transparentes, que apresentam uma percentagem superior a 5% do número total de grãos contados, estão registadas no Quadro I.



**Nota:**

<sup>1</sup> Ofiolitos – rochas originalmente constituintes da crosta oceânica.

Figura 3 – Geologia da Bacia Hidrográfica do Rio Guadiana

Quadro I

Local de recolha	A Leito do rio Guadiana	B Foz do rio Guadiana
N.º de amostras	8	11
Frequência relativa dos minerais pesados transparentes mais comuns	Anfíbolos 60,2% Andaluzite 14,6% Piroxenas 12,6% Granadas 5,4%	Anfíbolos 52,4% Andaluzite 13,1% Piroxenas 5,9% Turmalina 20,4%

Baseado em: J. Cascalho e J. Reis, *Os minerais pesados e a proveniência sedimentar: estudo de casos do sudoeste da Península Ibérica*, Museu Nacional de História Natural e da Ciência da Universidade de Lisboa; e em: <http://www.Ineg.pt> (consultado em outubro de 2018).

1. O estudo de sedimentologia apresentado teve como finalidade
  - (A) separar os minerais leves dos minerais pesados.
  - (B) separar os sedimentos de acordo com a sua granulometria.
  - (C) conhecer a origem dos sedimentos depositados no leito do rio.
  - (D) conhecer as rochas que afloram nas margens do rio.
  
2. A utilização dos dois crivos permitiu separar
  - (A) as areias dos sedimentos mais finos.
  - (B) as argilas dos restantes sedimentos estudados.
  - (C) os siltes dos sedimentos mais finos.
  - (D) os sedimentos em dois grupos granulométricos.
  
3. Considere as afirmações seguintes, referentes aos sedimentos estudados e à interpretação dos dados fornecidos.
  - I. As piroxenas apresentam maior resistência à ação do transporte do que a andaluzite.
  - II. Os grãos de turmalina apresentam uma forma compatível com a sua mobilização em mais do que um ciclo sedimentar.
  - III. A forma dos grãos de estauroilite indicia uma origem distante do local de recolha da amostra.
  - (A) I e II são verdadeiras; III é falsa.
  - (B) II e III são verdadeiras; I é falsa.
  - (C) III é verdadeira; I e II são falsas.
  - (D) I é verdadeira; II e III são falsas.

4. A presença de mineralizações com valor económico na Faixa Piritosa Ibérica tem levado à realização de trabalhos de prospeção através de métodos diretos e indiretos, respetivamente
- (A) amostragem das rochas aflorantes e sondagens.
  - (B) geomagnetismo e reflexão sísmica.
  - (C) reflexão sísmica e amostragem das rochas aflorantes.
  - (D) sondagens e geomagnetismo.
5. As rochas magmáticas que afloram na região de Serpa são constituídas predominantemente por minerais máficos e
- (A) feldspato potássico.
  - (B) plagioclase cálcica.
  - (C) quartzo.
  - (D) moscovite.
6. O mineral pesado mais abundante nos sedimentos estudados apresenta clivagem. Corresponde a um mineral
- (A) ferromagnesiano, que se parte ao longo de superfícies definidas.
  - (B) calcossódico, que se parte de uma forma aleatória.
  - (C) ferromagnesiano, que se parte de uma forma aleatória.
  - (D) calcossódico, que se parte ao longo de superfícies definidas.
7. A andaluzite é um mineral estável em condições de baixa pressão e num intervalo relativamente amplo de temperaturas, cuja formação está tipicamente associada a processos de metamorfismo. Deste modo, poderá admitir-se que os cristais de andaluzite presentes nos sedimentos estudados se formaram como resultado de um processo de
- (A) metamorfismo regional de baixo grau, que afetou as rochas sedimentares do Meso-Cenozoico.
  - (B) metamorfismo regional de alto grau, que afetou as rochas do Paleozoico Superior.
  - (C) metamorfismo causado por intrusões magmáticas em rochas do Pré-Câmbrico e do Paleozoico.
  - (D) metamorfismo que ocorreu em rochas dos fundos oceânicos, durante o Cenozoico.
8. As rochas micaxisto e quartzito apresentam
- (A) ambas textura foliada.
  - (B) ambas textura não foliada.
  - (C) textura não foliada e textura foliada, respetivamente.
  - (D) textura foliada e textura não foliada, respetivamente.

9. De acordo com os dados do texto, na região do Pulo do Lobo existe uma estrutura geológica que corresponde a uma dobra

- (A) cuja concavidade está voltada para baixo.
- (B) cuja concavidade está voltada para cima.
- (C) cujo núcleo é ocupado pelas rochas mais antigas.
- (D) cujo núcleo é ocupado pelas rochas mais recentes.

10. Explique a possível proveniência das piroxenas que constituem as amostras de sedimentos recolhidas no local A.

Na sua resposta, refira a possível fonte principal daquele mineral, considerando os minerais predominantes nas rochas atravessadas pelo rio Guadiana e as características morfológicas dos grãos de piroxenas.

## GRUPO IV

As plantas carnívoras constituem um grupo de plantas que vive, frequentemente, em solos pobres em nitrogénio. As plantas capturam presas com as suas folhas, digerindo-as através da atuação de enzimas, segregadas para o exterior, o que lhes permite suprir a carência de nitrogénio.

Recentemente, uma equipa de investigadores descobriu que a evolução para o carnivorismo, que ocorreu independentemente em três espécies de plantas, uma asiática, uma americana e uma australiana, dependeu de alterações nos mesmos conjuntos de genes.

Num primeiro momento, foi sequenciado o genoma de *Cephalotus follicularis*, uma planta da Austrália que, como resultado da expressão diferencial de genes, tem folhas carnívoras, em forma de jarro, e folhas planas, não carnívoras, especializadas na atividade fotossintética. A comparação entre os genes que são transcritos nos dois tipos de folhas permitiu compreender as alterações associadas ao carnivorismo. Percebeu-se, por exemplo, que temperaturas mais elevadas promoviam o desenvolvimento de folhas carnívoras.

Num segundo momento, os investigadores compararam a constituição das proteínas digestivas presentes nos fluidos digestivos de *C. follicularis* com a constituição das proteínas presentes em outras duas plantas carnívoras (*Nepenthes alata*, asiática, e *Sarracenia purpurea*, americana). Os investigadores verificaram que a substituição de alguns aminoácidos durante a evolução destas proteínas originou, de forma independente, enzimas digestivas semelhantes.

Diversas proteínas vegetais que, nas plantas não carnívoras, constituem, por exemplo, defesas contra fungos ou outras pragas evoluíram para proteínas digestivas, como uma quitinase capaz de catalisar a destruição do polissacarídeo que constitui o exoesqueleto dos insetos.

Baseado em: K. Fukushima *et al.*, «Genome of the pitcher plant *Cephalotus* reveals genetic changes associated with carnivory», *Nature Ecology & Evolution*, Vol. 1, n.º 59, 2017.

1. De acordo com o texto, o nutriente obtido pelas plantas, através do carnivorismo, entra na constituição
  - (A) da celulose.
  - (B) dos ácidos nucleicos.
  - (C) do amido.
  - (D) dos ácidos gordos.
  
2. Nas plantas carnívoras, a digestão é
  - (A) intracorporal e extracelular.
  - (B) semelhante à digestão que ocorre na hidra.
  - (C) extracorporal e extracelular.
  - (D) semelhante à digestão que ocorre na planária.

3. As folhas carnívoras e as folhas não carnívoras de *Cephalotus follicularis* constituem
- (A) estruturas homólogas, em que foram transcritos diferentes genes.
  - (B) estruturas análogas, em que foram transcritos os mesmos genes.
  - (C) estruturas análogas, em que foram transcritos diferentes genes.
  - (D) estruturas homólogas, em que foram transcritos os mesmos genes.
4. Em relação às folhas de *Cephalotus follicularis*, podemos afirmar que
- (A) o desenvolvimento dos dois tipos de folhas é independente de fatores externos.
  - (B) a formação de folhas carnívoras implica a utilização de um código genético diferente.
  - (C) as folhas planas têm menor quantidade de clorofila do que as folhas em forma de jarro.
  - (D) nas folhas carnívoras, os processos digestivos exigem uma intensa síntese proteica.
5. A quitinase atua facilitando a quebra de
- (A) ligações peptídicas entre monossacarídeos.
  - (B) ligações peptídicas entre aminoácidos.
  - (C) ligações glucosídicas entre monossacarídeos.
  - (D) ligações glucosídicas entre aminoácidos.
6. De acordo com os dados do texto, a evolução das proteínas digestivas nas plantas carnívoras dos vários continentes constitui um caso de evolução
- (A) convergente, provocada por distintas pressões seletivas.
  - (B) condicionada pela existência de insetos ricos em nitrogênio.
  - (C) divergente, relacionada com a ocorrência de mutações.
  - (D) condicionada pela ocorrência de solos pobres em nutrientes.
7. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência correta dos acontecimentos relacionados com o carnivorismo em *Cephalotus follicularis*. Considere as relações de causa e efeito entre os acontecimentos.
- A. Fusão de vesículas exocíticas com a membrana celular.
  - B. Maturação de proteínas no complexo de Golgi.
  - C. Absorção de nutrientes.
  - D. Degradação de substâncias complexas.
  - E. Transcrição do DNA associado à síntese de enzimas digestivas.

8. Faça corresponder cada uma das descrições relativas à síntese de proteínas digestivas, expressas na coluna **A**, à respetiva molécula, que consta na coluna **B**.

COLUNA A	COLUNA B
<p>(a) Enzima que participa na transcrição da informação genética.</p> <p>(b) Polímero de ribonucleótidos contendo informação para a síntese de um péptido.</p> <p>(c) Monómero que entra na constituição de péptidos.</p>	<p>(1) Aminoácido</p> <p>(2) DNA polimerase</p> <p>(3) Gene</p> <p>(4) RNA mensageiro</p> <p>(5) RNA polimerase</p>

9. Explique, segundo a perspetiva neodarwinista, a evolução das proteínas digestivas presentes nas plantas carnívoras a partir de proteínas vegetais existentes em plantas não carnívoras.

**FIM**

### COTAÇÕES

Grupo	Item										Cotação (em pontos)
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
I	5	5	5	5	5	5	5	10			45
II	5	5	5	5	5	5	10	10			50
III	5	5	5	5	5	5	5	5	5	10	55
IV	5	5	5	5	5	5	5	5	10		50
<b>TOTAL</b>											<b>200</b>