

Exame Final Nacional de Biologia e Geologia
Prova 702 | Época Especial | Ensino Secundário | 2024

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho | Decreto-Lei n.º 62/2023, de 25 de julho

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

14 Páginas

A prova inclui 19 itens, devidamente identificados no enunciado, cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final. Dos restantes 9 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 5 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

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

Texto 1

O arquipélago dos Açores, localizado no oceano Atlântico, é formado por um conjunto de ilhas, todas de origem vulcânica, cujo contexto tectónico está representado na Figura 1.

A ilha de Santa Maria é a mais antiga do arquipélago. Formou-se há cerca de 10 milhões de anos (Ma), durante o Miocénico (23 a 5,3 Ma), e não teve atividade vulcânica nos últimos 2 Ma. A ilha apresenta complexos vulcânicos associados a vulcanismo submarino e a vulcanismo subaéreo. Durante os processos de vulcanismo formaram-se cinzas, *lapilli* e escoadas basálticas.

Ao longo da sua história geológica, Santa Maria tem estado sujeita quer a processos de levantamento, relativamente ao fundo oceânico, quer a variações do nível médio da água do mar, que, durante os últimos 5 Ma, terá estado, no máximo, cerca de 50 metros acima do atual. Estas variações tiveram como resultado a origem e a exposição de antigas plataformas de abrasão marinha¹ e o afloramento tanto de lavas em almofada, do Pliocénico (5,3 a 2,6 Ma), como de rochas sedimentares com fósseis, predominantemente marinhos.

Na costa sul da ilha, sobre a plataforma de abrasão, de natureza basáltica, formou-se um conglomerado fossilífero com cimento carbonatado que incorporou material bioclástico. Sobre este conglomerado ou diretamente sobre a plataforma de abrasão, existe a jazida fossilífera da Prainha, datada do Plistocénico (2,6 a 0,01 Ma). Nesta jazida, podem ser encontrados fósseis de algas vermelhas calcárias. Estas algas calcárias incorporaram dióxido de carbono e iões cálcio, acumulando carbonato de cálcio nas paredes celulares e, à medida que cresceram, formaram a crosta algal. Há cerca de 115 000 anos, alterações locais do hidrodinamismo levaram a que as areias do fundo marinho fossem transportadas para o litoral, depositando-se a uma velocidade superior ao ritmo de crescimento das algas calcárias. Esta areia permitiu a instalação de bivalves litorais, que necessitam de *habitats* arenosos, como os da espécie *Ensis minor*, cujos fósseis se encontram também na jazida da Prainha. Esta espécie não existe atualmente na ilha de Santa Maria e o seu desaparecimento poderá estar relacionado com os efeitos de uma glaciação, no Plistocénico.

A Figura 2 representa esquematicamente a evolução da zona da Prainha através dos perfis litorais, hipotéticos, há 130 000 anos (Figura 2A) e há 100 000 anos (Figura 2B). A Figura 2C representa uma ampliação de parte da Figura 2B.

Nota:

¹ Plataforma de abrasão marinha – superfície litoral rochosa, aplanada pela erosão marinha, que resulta do desmoronamento e do recuo das falésias e que fica exposta na maré vazia.

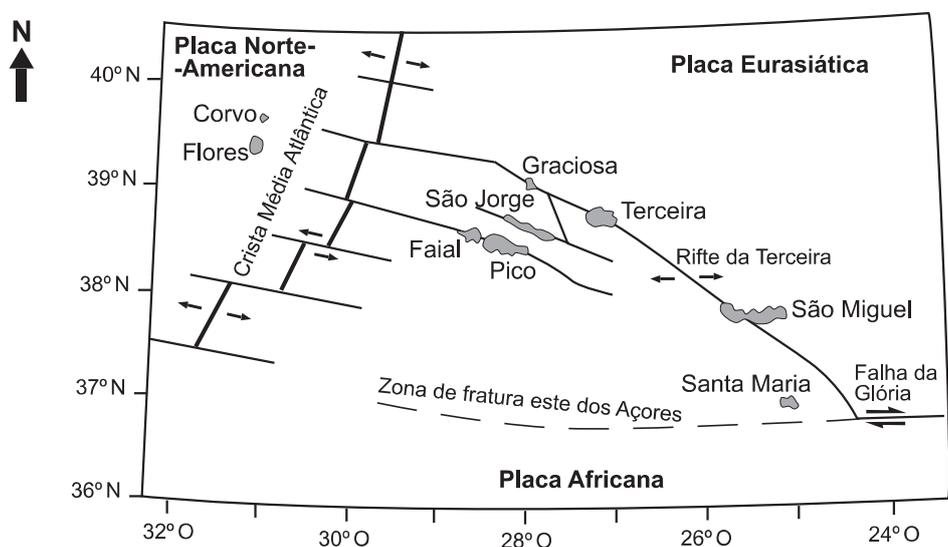


Figura 1

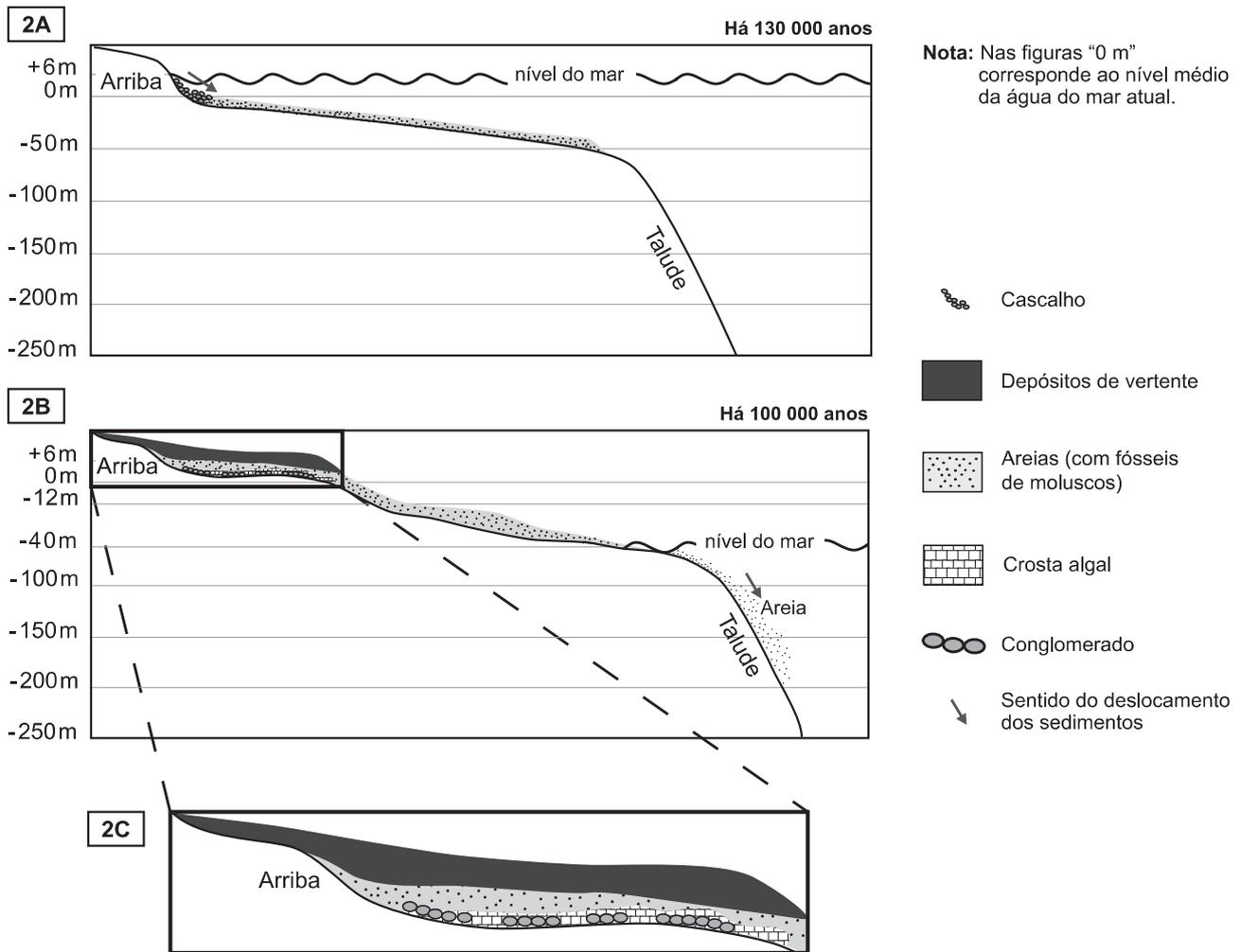


Figura 2

Baseado em: S. Ávila *et al.*, «Os fósseis de Santa Maria (Açores)», in Publicação n.º 45 do Observatório Vulcanológico e Geotérmico dos Açores, 2010.

- * 1. Identifique, de entre as afirmações relativas aos aspetos geológicos relacionados com a ilha de Santa Maria, as três afirmações corretas, considerando as informações do Texto 1 e da Figura 1.

Escreva, na folha de respostas, os números selecionados.

- I. Na ilha de Santa Maria houve atividade vulcânica explosiva e atividade vulcânica efusiva.
- II. Na ilha de Santa Maria há, atualmente, manifestações de vulcanismo secundário.
- III. Na ilha de Santa Maria, o grau geotérmico é, no geral, mais elevado do que na ilha de S. Miguel.
- IV. A sudeste da ilha de Santa Maria desenvolve-se um limite de placas conservativo.
- V. A distância entre as ilhas de Santa Maria e das Flores está a diminuir.

- * 2. A inferência das condições ambientais que existiam no passado, a partir do conteúdo fóssilífero dos depósitos da jazida da Prainha, baseia-se no princípio

- (A) da identidade paleontológica.
- (B) do atualismo.
- (C) do catastrofismo.
- (D) da sobreposição dos estratos.

3. Os afloramentos de lavas em almofada, com cerca de 5 Ma, encontrados a mais de 100 metros de altitude, na ilha de Santa Maria, evidenciam a ocorrência de uma atividade vulcânica
- (A) efusiva e de movimentos de levantamento da ilha.
 - (B) submarina e descida do nível médio das águas do mar.
 - (C) submarina e de longos períodos de erosão na ilha.
 - (D) efusiva e de vulcanismo no final do Plistocénico.
4. De acordo com os dados, durante a evolução geológica do litoral na região da Prainha, compreendida no período entre 130 000 anos e 100 000 anos, terá ocorrido
- (A) a formação de uma praia de cascalho que reduziu a ação erosiva das ondas sobre a arriba.
 - (B) uma diminuição do hidrodinamismo que levou à remoção das areias depositadas no fundo marinho.
 - (C) o recuo progressivo da linha de costa como consequência da erosão costeira.
 - (D) uma diminuição da superfície da ilha de Santa Maria devido a uma glaciação.
5. De acordo com os dados relativos ao conglomerado existente na zona da Prainha, pode inferir-se que o cascalho que o constitui
- (A) foi unido por um cimento que não faz reação com os ácidos.
 - (B) se depositou após a fossilização de *Ensis minor*.
 - (C) sedimentou sobre a crosta formada pelas algas calcárias.
 - (D) resultou de erosão da arriba litoral basáltica.
- * 6. A rocha magmática que constitui a plataforma de abrasão na zona da Prainha resultou de um magma
- (A) fluido, com elevada percentagem de sílica e de magnésio.
 - (B) viscoso, com elevada percentagem de magnésio e de cálcio.
 - (C) que consolidou à superfície e que apresentava elevada percentagem de cálcio e de ferro.
 - (D) que consolidou em profundidade e que apresentava elevada percentagem de sílica e de ferro.
- * 7. Explique, recorrendo aos dados do Texto 1, o processo de fossilização das algas calcárias da jazida da Prainha, referindo as duas condições que o favoreceram.
- * 8. Explique de que modo a glaciação do Plistocénico poderá ter levado ao desaparecimento de *Ensis minor* na ilha de Santa Maria, fazendo referência às características do seu *habitat*.

Texto 2

Situada na parte oriental da ilha de Santa Maria, a Reserva Natural do Pico Alto corresponde a uma importante mancha de floresta nativa (floresta Laurissilva) onde abundam diversas espécies endémicas de fauna e flora. O clima temperado húmido permitiu o desenvolvimento e a conservação de uma vegetação endémica. Quanto à fauna, destaca-se a presença de quatro espécies de escaravelhos-cascudos-da-mata, pertencentes ao género *Tarphius*, exclusivos desta ilha açoriana. Estes insetos alimentam-se de fungos, possuem hábitos noturnos e ocorrem no solo, na copa de árvores endémicas, como a *Picconia excelsa*, ou sob a casca de árvores mortas.

Com o objetivo de revelar as relações filogenéticas entre as várias espécies açorianas do género *Tarphius*, foram desenvolvidos estudos baseados numa abordagem integrada que combinou as características morfológicas com a análise molecular. Foi utilizado um fragmento de DNA mitocondrial (mtDNA), que inclui o gene que contém a informação para a síntese do RNA de transferência do aminoácido leucina (tRNA-Leu). A taxa de substituição de nucleótidos no fragmento analisado foi utilizada para inferir os tempos de divergência. A Figura 3 representa o arquipélago dos Açores e a árvore filogenética dos escaravelhos *Tarphius*, baseada na análise do mtDNA. Nesta árvore filogenética indica-se a distribuição geográfica das diferentes espécies nas ilhas.

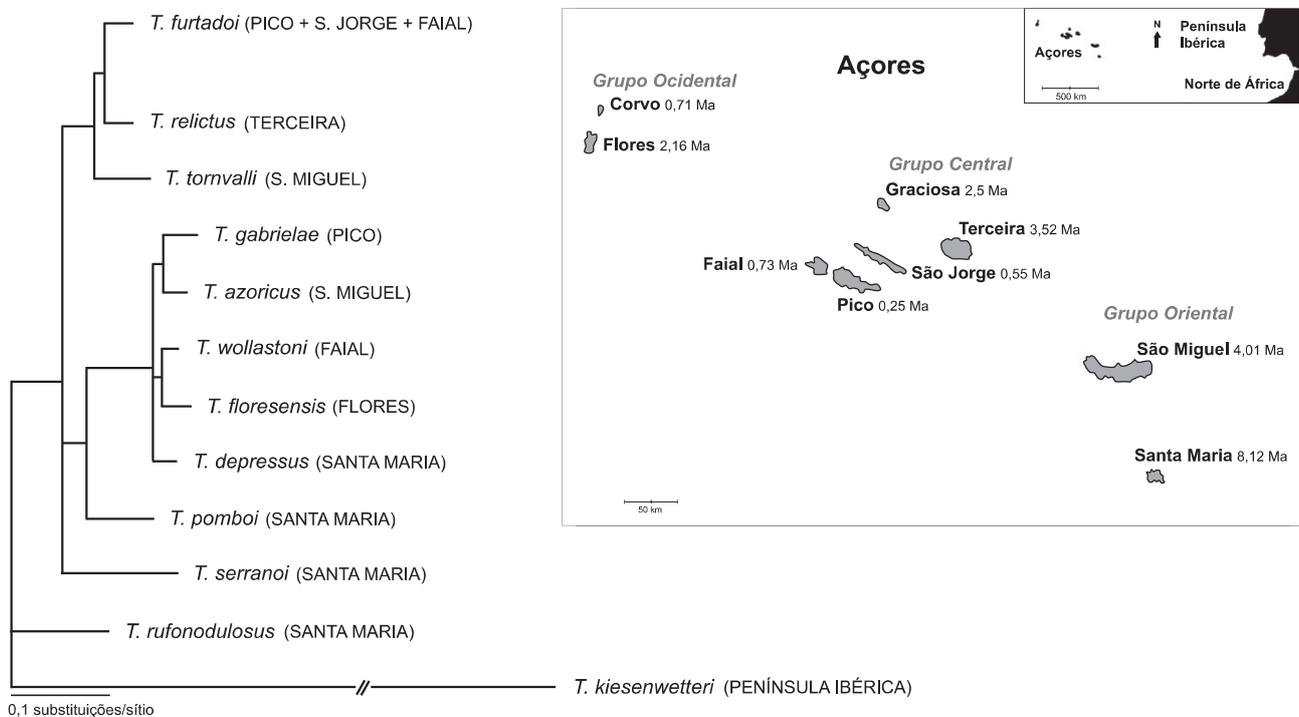


Figura 3

Baseado em: P. Borges *et al.*, «Cryptic diversity in the Azorean beetle genus *Tarphius* Erichson, 1845 (Coleoptera: Zopheridae): An integrative taxonomic approach with description of four new species», in *Zootaxa*, 4236 (3): 401-449, 2017; e em: www.maiisg.com/species/ (consultado em dezembro de 2023).

9. De acordo com a análise da árvore filogenética representada na Figura 3, podemos afirmar que

- (A) a espécie *T. rufonodulosus* foi a que divergiu mais recentemente da espécie continental.
- (B) a espécie *T. furtadoi* apresenta menor dispersão geográfica do que a espécie *T. tornvalli*.
- (C) a espécie *T. serranoi* está mais afastada da espécie ancestral do que a espécie *T. azoricus*.
- (D) a espécie *T. gabrielae* apresenta menos semelhanças com *T. depressus* do que com *T. azoricus*.

10. Considerando-se que, no gene tRNA-Leu, existem 18% de nucleótidos cuja base nitrogenada é a citosina, pode afirmar-se que a percentagem de nucleótidos com timina será

- (A) 32%. (B) 18%. (C) 64%. (D) 36%.

* 11. Sabendo-se que o aminoácido leucina é codificado pelos codões CUU, CUC, CUA e CUG, entre outros, pode afirmar-se que a transcrição do gene tRNA-Leu origina um polímero

- (A) cuja sequência de nucleótidos inclui o tripleto GAT.
(B) de ribonucleótidos que apresenta, num local específico, a sequência GAA.
(C) cuja tradução, pelos ribossomas, ocorre no hialoplasma.
(D) de desoxirribonucleótidos que será submetido a processamento no núcleo.

* 12. O ciclo de vida dos escaravelhos-cascudos-da-mata distingue-se do ciclo de vida das plantas que constituem a floresta Laurissilva, por apresentar

- (A) meiose pós-zigótica.
(B) alternância de gerações.
(C) meiose pré-gamética.
(D) alternância de fases nucleares.

* 13. Complete o texto seguinte, selecionando a opção adequada para cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras, seguida do número que corresponde à opção selecionada.

Os escaravelhos são seres vivos que a) e cuja digestão ocorre b) . Os fungos, que servem de alimento aos escaravelhos, são seres vivos com digestão c) , e, nos ecossistemas, desempenham, de acordo com o sistema de classificação de Whittaker modificado, o papel de d) .

a)	b)
1. não possuem sistema de transporte	1. num tubo digestivo completo
2. possuem sistema de transporte aberto	2. num tubo digestivo incompleto
3. possuem sistema de transporte fechado	3. numa cavidade gastrovascular
c)	d)
1. intracelular e extracelular	1. produtores
2. exclusivamente intracelular	2. macroconsumidores
3. exclusivamente extracelular	3. microconsumidores

- * 14. Explique, recorrendo aos dados da Figura 3, em que medida a localização e a idade da ilha de Santa Maria contribuíram para a ocorrência e para a diversidade de espécies do género *Tarphius* nesta ilha.

Texto 3

Nos ecossistemas marinhos, os maiores vertebrados alimentam-se por filtração, o que lhes permite ter acesso a uma grande variedade de presas transportadas pelas correntes marinhas, correntes estas que, nas regiões costeiras, transportam também detritos flutuantes. Estes detritos resultam, principalmente, de macroalgas como o *Sargassum*.

Estes produtores primários têm sido encontrados no estômago e no intestino de um dos grandes animais filtradores, o tubarão-baleia, frequentemente avistado ao largo da ilha de Santa Maria. Com o objetivo de saber se estes animais têm uma dieta com uma componente significativa de produtores primários, foi efetuado o estudo seguinte:

- Foram recolhidas amostras de pele (camada da pele localizada abaixo da epiderme) de 17 tubarões-baleia (em 2015 e em 2017), tendo sido congelado o terço mais interno de cada amostra.
- Foram recolhidas amostras de fezes de 5 tubarões-baleia e procedeu-se, de igual modo, à sua congelação.
- Foram filtradas três amostras de 10 L de água, em três dias diferentes, de onde foram recolhidas, para análise, amostras de potenciais fontes alimentares:
 - *krill* (pequenos crustáceos, semelhantes ao camarão, que fazem parte do zooplâncton);
 - salpas (pequenos animais marinhos planctónicos filtradores);
 - *Sargassum* (macroalga castanha) e *Trichodesmium* (cianobactéria filamentosa), ambos produtores.
- As amostras foram analisadas quanto ao seu conteúdo em compostos das famílias de ácidos gordos polinsaturados n-3 e n-6. A Tabela 1 apresenta, simplificada, os resultados.

Tabela 1

Amostras	Ácidos gordos polinsaturados	
	n-3	n-6
<i>Trichodesmium</i>	-	--
<i>Sargassum</i>	-	++
<i>Krill</i>	++	-
Salpas	++	-
Derme de tubarão-baleia	-	++
Fezes de tubarão-baleia	++	-

++ Valores altos

+ Valores médios

- Valores baixos

-- Valores muito baixos

Baseado em: M. G. Meekan *et al.*, «The world's largest omnivore is a fish», *Ecology*, Ecological Society of America, 2022.

15. Identifique, de entre as afirmações relacionadas com os resultados experimentais, as três afirmações corretas.

Escreva, na folha de respostas, os números selecionados.

- I. *Trichodesmium* contribui de forma insignificante para o teor de ácidos gordos polinsaturados da derme do tubarão-baleia.
- II. Todos os organismos ingeridos contribuem de igual modo com ácidos gordos n-6 para a constituição das células da derme do tubarão-baleia.
- III. O *krill* é a fonte principal de ácidos gordos na alimentação do tubarão-baleia.
- IV. O tubarão-baleia assimila os lípidos existentes nas algas que consome.
- V. O tubarão-baleia não digere a maior parte dos ácidos gordos n-3 de origem animal.

* 16. De acordo com o sistema de classificação de Whittaker modificado, *Trichodesmium* pertence ao reino

- (A) Monera e é autotrófico.
- (B) Protista e é procarionte.
- (C) Protista e é heterotrófico.
- (D) Monera e é eucarionte.

* 17. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência de acontecimentos relacionados com a utilização dos alimentos ingeridos pelo tubarão-baleia para a produção de energia.

Escreva, na folha de respostas, a sequência correta das letras.

- A. Fosforilação oxidativa na cadeia respiratória.
- B. Hidrólise de polissacáridos.
- C. Formação de moléculas de ácido pirúvico.
- D. Ativação da glucose.
- E. Produção de CO₂ na matriz mitocondrial.

- * 18. Associe cada um dos tipos de circulação sanguínea, apresentados na Coluna I, às características descritas na Coluna II que lhe correspondem.

Cada um dos números deve ser associado apenas a uma letra, e todos os números devem ser utilizados.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras, seguida do número ou dos números correspondentes.

COLUNA I	COLUNA II
(a) Circulação simples	(1) A circulação ocorre sem que haja mistura de sangue arterial com sangue venoso.
(b) Circulação dupla e incompleta	(2) O coração possui apenas uma aurícula.
(c) Circulação dupla e completa	(3) O sangue arterial que entra no coração tem uma pressão de oxigênio superior à do que sai.
	(4) A quantidade de oxigênio que chega às células assegura as necessidades energéticas associadas ao voo.
	(5) O coração bombeia exclusivamente sangue venoso.
	(6) O órgão propulsor está dividido em três cavidades.
	(7) A oxigenação das células permite a manutenção da temperatura corporal.

GRUPO II

Com o objetivo de conhecer o comportamento das hemácias (glóbulos vermelhos) em meios com diferente concentração salina, foram feitas preparações com esfregaços de sangue em diferentes meios de montagem:

Lâmina A – Esfregaço de sangue.

Lâmina B – Esfregaço de sangue com solução salina a 5% (m/V).

Lâmina C – Esfregaço de sangue com água destilada.

As preparações foram observadas cinco vezes ao microscópio ótico durante alguns minutos.

A Tabela 2 apresenta o número de hemácias normais (N) e o número de hemácias hemolisadas (H) – hemácias que sofreram lise – em cada uma das observações realizadas.

Tabela 2

	Lâmina A			Lâmina B			Lâmina C		
	hemácias		% de hemólise	hemácias		% de hemólise	hemácias		% de hemólise
	N	H		N	H		N	H	
1. ^a observação	100	1	1	93	0	0	97	3	3
2. ^a observação	99	0	0	102	0	0	96	24	25,0
3. ^a observação	103	0	0	99	1	1	102	39	38,2
4. ^a observação	89	1	1	107	0	0	101	29	28,7
5. ^a observação	97	0	0	94	0	0	94	32	34
Média (da 2. ^a à 5. ^a)	97	0,25	0,25	100	0,25	0,25	98	31	31,6

Baseado em: J. C. Cristo e M. Galhardo, «Técnicas Laboratoriais de Biologia, Bloco 1», Lisboa, Editora Replicação, 1993.

1. Na lâmina B foram observadas diversas hemácias plasmolisadas.

1.1. A concentração do meio extracelular nas três lâminas, por ordem crescente, será

(A) A, B, C. (B) C, B, A. (C) C, A, B. (D) A, C, B.

* 1.2. Relativamente ao esfregaço de sangue da lâmina B, pode afirmar-se que

- (A) a concentração do meio de montagem provoca a lise das hemácias.
- (B) o movimento de água por osmose conduz à diminuição do volume celular das hemácias.
- (C) as hemácias sofrem plasmólise, uma vez que o meio externo é hipotónico.
- (D) os meios intra e extracelular são isotónicos, pois a percentagem de hemólise é baixa.

* 2. Num segundo momento, foi realizada uma experiência em que se colocaram células de cebola em água destilada.

Refira, justificando, os resultados obtidos para as hemácias da lâmina C e os resultados previstos para as células de cebola.

GRUPO III

No dia 19 de setembro de 2017, ocorreu no México um sismo de magnitude 7,1, cujo epicentro se localizou a cerca de 127 km a sudeste da capital, a Cidade do México, como se representa na Figura 4.

A Cidade do México localiza-se numa bacia sedimentar, a Bacia do Vale do México, cujo preenchimento se iniciou no Cretácico (145 a 66 milhões de anos – Ma) com a formação de calcários. Posteriormente, a atividade vulcânica, iniciada no Cenozoico, foi originando montanhas que circundaram a bacia e que contribuíram para que esta ficasse isolada do mar. Há menos de 2,5 Ma, depositaram-se produtos vulcânicos no interior da bacia, sobre os quais se acumularam águas pluviais que deram origem a diversos lagos. À medida que estes lagos foram sendo drenados, a cidade foi-se expandindo sobre os sedimentos aí depositados. Sob a cidade existe um aquífero, limitado superiormente, em determinadas zonas, por materiais argilosos. O desenvolvimento da Cidade do México levou a uma descida generalizada do fundo do vale e a uma sobre-exploração do aquífero que está por baixo da cidade.

Na cidade, foram realizadas diversas sondagens, a partir das quais os investigadores definiram, em função do tipo de terreno, três zonas: zona de terreno firme, correspondente às rochas que formam as elevações que circundam a bacia; zona de terreno pouco coeso, correspondente à zona dos sedimentos depositados nos antigos lagos e, entre estas duas, uma zona de transição. A Figura 5 representa esquematicamente a espessura dos sedimentos acumulados na bacia, as três zonas definidas anteriormente e os sismogramas obtidos em duas estações sismográficas, a CU (Cidade Universitária) e a SCT (Secretaria de Comunicações e Transportes).

Baseado em: J. Manuel Lesser e D. González Posadas, «El agua subterránea de la Ciudad de México», V Congreso de Aguas Subterráneas, Hermosillo, 2005; e em: J. Francisco Lermo Samaniego *et al.*, «Actualización de la zonificación sísmica de la Ciudad de México y áreas aledañas – parte norte», Instituto de Ingeniería, UNAM, 2020.

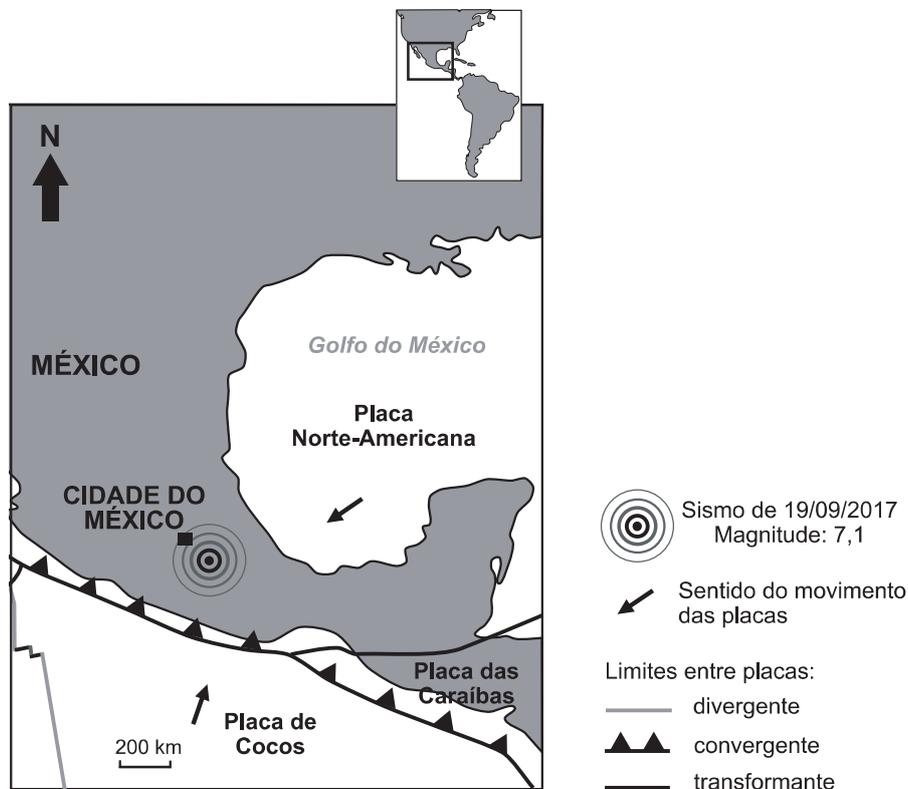
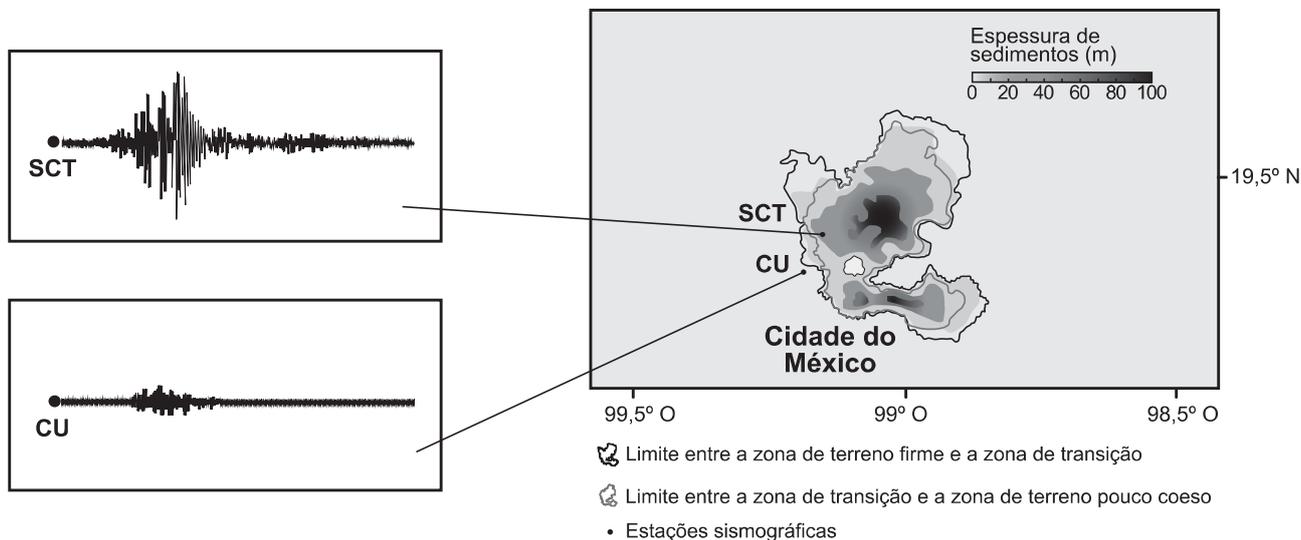


Figura 4



- * 1. A magnitude do sismo que ocorreu em 19 de setembro de 2017, a sudeste da Cidade do México, está relacionada com
- (A) a litologia da região do epicentro.
 (B) a profundidade do hipocentro.
 (C) a qualidade das infraestruturas.
 (D) a energia libertada no hipocentro.
2. Os sismos que ocorrem na fronteira entre as placas litosféricas de Cocos e Norte-Americana apresentam, tendencialmente, hipocentros com uma localização mais profunda
- (A) de SO para NE e estão relacionados com um limite de placas litosféricas destrutivo.
 (B) de SO para NE e estão relacionados com um processo que levará ao aumento da área da placa de Cocos.
 (C) de SE para NO e estão relacionados com um limite de placas litosféricas construtivo.
 (D) de SE para NO e estão relacionados com um processo que levará à diminuição da área da placa Norte-Americana.
- * 3. Relativamente à formação e à evolução do aquífero que abastece a Cidade do México, pode afirmar-se que
- (A) a recarga do aquífero é feita ao longo de toda a sua extensão.
 (B) o crescimento da cidade levou ao aumento da espessura da zona de saturação.
 (C) a zona de aeração é formada por sedimentos do Cenozoico.
 (D) o nível freático do aquífero tem vindo a subir durante os últimos dois séculos.

4. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com a evolução geológica da região onde se localiza a Cidade do México.

Escreva, na folha de respostas, a sequência correta das letras.

- A. Abatimento gradual dos terrenos.
- B. Início da atividade vulcânica.
- C. Formação de uma bacia sedimentar isolada do mar.
- D. Acumulação de sedimentos em meio lacustre.
- E. Sedimentação marinha carbonatada.

* 5. Identifique, de entre as afirmações relativas aos dados do texto e da Figura 5, as três afirmações corretas.

Escreva, na folha de respostas, os números selecionados.

- I. A amplitude das ondas sísmicas na zona de terreno pouco coeso é menor do que na zona de terreno firme.
- II. A zona de terreno firme corresponde às rochas vulcânicas que circundam a Bacia do Vale do México.
- III. Uma coluna estratigráfica correspondente à estação SCT mostraria rochas detríticas sobre rochas calcárias.
- IV. A sedimentação foi mais intensa na zona de transição.
- V. Considerando a litologia da região, é expectável que as zonas de maiores danos correspondam às zonas de maior espessura dos sedimentos.

* 6. Associe cada uma das descrições relativas às características das rochas, apresentadas na Coluna I, à designação correspondente, que consta na Coluna II.

A cada letra corresponde apenas um número.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras, seguida do número correspondente.

COLUNA I	COLUNA II
(a) Rocha formada por solidificação de magma com elevada percentagem de sílica.	(1) Argilito
(b) Rocha resultante da precipitação de sulfato de cálcio.	(2) Basalto
(c) Rocha de granulometria fina, geralmente impermeável.	(3) Calcário
	(4) Gesso
	(5) Granito

* 7. Explique a existência de sismos no contexto tectónico de subdução representado na Figura 4.

FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 19 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	Grupo																			Subtotal
	I									II		III								
	1.	2.	6.	7.	8.	11.	12.	13.	14.	16.	17.	18.	1.2.	2.	1.	3.	5.	6.	7.	
Cotação (em pontos)	8	8	8	9	9	8	8	8	12	8	8	8	8	9	8	8	8	8	9	160
Destes 9 itens, contribuem para a classificação final da prova os 5 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	Grupo I																			Subtotal
	3.	4.	5.	9.	10.	15.														
	Grupo II																			
	1.1.																			
	Grupo III																			
	2.	4.																		
Cotação (em pontos)	5 x 8 pontos																			40
TOTAL																				200