

Exame Final Nacional de Biologia e Geologia
Prova 702 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2020

11.º Ano de Escolaridade

Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho

Entrelinha 1,5

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

19 Páginas

VERSÃO 1

A prova inclui 10 itens, devidamente identificados no enunciado, cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final (itens **I-1.**, **I-2.**, **I-7.**, **I-15.1.**, **I-15.4.**, **I-15.6.**, **I-17.**, **II-2.**, **III-2.** e **III-7.**). Dos restantes 23 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 15 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

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

Texto 1

O Parque Natural da Arrábida (PNA), situado na zona sul da península de Setúbal, é constituído por uma área terrestre e por uma área marinha, que se encontram representadas esquematicamente na Figura 1A (página 3). O parque visa a proteção de valores como as grutas calcárias e o monumento natural da Pedra da Mua. Este monumento é uma jazida de icnofósseis, constituída por pegadas de dinossáurios, que se encontram em camadas não horizontais do Jurássico superior, depositadas na Bacia Lusitaniana. A formação desta bacia, na margem oeste da Península Ibérica, iniciou-se no Mesozoico e esteve associada à instalação de um rifte intracontinental, que causou a fragmentação progressiva da Pangeia e a abertura do oceano Atlântico Norte.

No Cenozoico ocorreu o levantamento da serra da Arrábida, que resultou da deformação de rochas do Mesozoico e do Cenozoico, devido à colisão entre as placas Eurasiática e Africana.

Durante o Oligocénico, na península de Setúbal, depositaram-se conglomerados, geralmente mal calibrados, a que se associaram, entre outras rochas, calcários lacustres. Durante o Miocénico, formou-se uma barreira de corais com orientação N-S, desde a zona do Seixal até à zona de Lisboa, e a serra da Arrábida constituiu uma ilha. Há cerca de 5 milhões de anos (Ma), formou-se uma vasta planície entre a zona de Lisboa e a serra da Arrábida, onde se instalou o sistema fluvial precursor do rio Tejo.

A baía do Portinho da Arrábida, representada na Figura 1B (página 3), resultou de erosão diferencial que originou duas zonas rochosas salientes, entre as quais se formou uma praia por acumulação de sedimentos fluvio-marinhos. A exposição de rochas argilosas, na base da falésia, liberta sedimentos de cor castanha, que turvam a água do mar.

A Figura 1C (página 3) representa o corte geológico AA' (Figura 1A) que atravessa a serra da Arrábida.

1. A serra da Arrábida formou-se na sequência de um regime tectónico

- (A) compressivo e constituiu uma ilha durante uma fase regressiva.
- (B) distensivo e constituiu uma ilha durante uma fase transgressiva.
- (C) compressivo e constituiu uma ilha durante uma fase transgressiva.
- (D) distensivo e constituiu uma ilha durante uma fase regressiva.

2. O levantamento da serra da Arrábida ocorreu devido

- (A) à instalação de um rifte intracontinental durante o Jurássico.
- (B) ao desenvolvimento de uma bacia sedimentar durante o Cretácico.
- (C) à fragmentação progressiva da Pangeia durante o Oligocénico.
- (D) a uma inversão do regime tectónico durante o Miocénico.

3. A rocha em que se encontram as pegadas de dinossáurios da Pedra da Mua ter-se-á formado durante o

- (A) Mesozoico, num ambiente marinho profundo.
- (B) Cenozoico, num ambiente próximo do litoral.
- (C) Cenozoico e, posteriormente, sofreu diagénese.
- (D) Mesozoico e, posteriormente, sofreu deformação.

4. A falha representada na Figura 1C (página 3), com a letra X, é

- (A) inversa, com um plano de falha inclinado para noroeste.
- (B) inversa, em que o muro sobe relativamente ao teto.
- (C) normal, em que o teto desce relativamente ao muro.
- (D) normal, com um plano de falha inclinado para sudeste.

5. De acordo com os dados, a serra da Arrábida corresponde a um
- (A) antiforma, uma vez que as rochas do núcleo da dobra são do Mesozoico.
 - (B) anticlinal, uma vez que a concavidade da dobra está voltada para baixo.
 - (C) anticlinal, uma vez que as rochas do núcleo da dobra são do Mesozoico.
 - (D) antiforma, uma vez que a concavidade da dobra está voltada para cima.
6. A turvação da água do mar, em algumas zonas da baía do Portinho da Arrábida, deve-se à
- (A) erosão da falésia, de que resulta a dispersão de detritos muito finos.
 - (B) meteorização das rochas que ficam expostas na base da falésia.
 - (C) erosão de argilitos, de que resulta a dispersão de detritos grosseiros.
 - (D) meteorização de argilitos que ficam expostos à abrasão marinha.

7. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência correta dos acontecimentos relacionados com a evolução da península de Setúbal.

- A. Instalação da bacia fluvial precursora do rio Tejo atual.
- B. Desenvolvimento de uma barreira de corais.
- C. Precipitação de carbonatos em meio continental.
- D. Constituição do supercontinente Pangeia.
- E. Formação da Bacia Lusitaniana.

8. Associe a cada grupo de rochas apresentado na Coluna I as afirmações da Coluna II que lhe podem corresponder. Cada um dos números deve ser associado apenas a uma letra e **todos** os números devem ser utilizados.

Escreva na folha de respostas cada letra da Coluna I seguida do número ou dos números (de 1 a 9) correspondente(s).

COLUNA I

- (a) Rocha sedimentar
- (b) Rocha magmática
- (c) Rocha metamórfica

COLUNA II

- (1) Resulta da recristalização de minerais a elevadas pressões.
- (2) Forma-se como resultado de tensões dirigidas.
- (3) Forma-se por processos de cimentação.
- (4) Forma-se por contacto com uma intrusão magmática.
- (5) Resulta da solidificação de material silicatado.
- (6) Apresenta uma textura foliada.
- (7) Resulta de detritos de rochas pré-existentes.
- (8) Cristaliza em profundidade ou à superfície.
- (9) Resulta da precipitação de sais dissolvidos na água.

9. Explique o processo de formação das grutas calcárias existentes no interior do maciço da serra da Arrábida.

Texto 2

O Parque Marinho Professor Luiz Saldanha (PMPLS) – área marinha do Parque Natural da Arrábida (PNA) – possui uma enorme biodiversidade, embora ao longo do tempo se tenha registado a regressão de algumas espécies de algas castanhas (*Kelp*) e de plantas (ervas marinhas), resultante da pressão humana na área. O *Kelp* fixa-se a substratos rochosos e cresce em direção à superfície, formando florestas, enquanto as ervas marinhas formam pradarias, fixando-se aos fundos arenosos com as suas raízes. As florestas de *Kelp* e as pradarias de ervas marinhas favorecem a dissipação da energia das ondas e das correntes e constituem importantes zonas de proteção, de reprodução e de alimentação para uma grande diversidade de espécies animais, como peixes e invertebrados.

Na baía do Portinho da Arrábida (Figura 1B da página 3), devido ao declínio das pradarias, foi implementado um projeto – BIOMARES – de transplante de plantas e de libertação de sementes, nomeadamente da espécie *Zostera marina*. Atualmente, verifica-se já a recuperação da pradaria, registando-se também elevada densidade de larvas de peixes junto à costa.

Baseado em: biomares.ccmarr.ualg.pt (consultado em setembro de 2019).

10. Ao longo do século XX, ocorreu uma alteração da extensão da praia do Portinho da Arrábida, como se observa na Figura 1B (página 3).

Explique de que modo o declínio das pradarias de ervas marinhas pode ter conduzido à alteração da extensão da praia.

Na sua resposta, deve identificar a referida alteração e o processo geológico envolvido.

11. Em relação à posição de *Zostera marina* na cadeia alimentar, podemos afirmar que se encontra

- (A) na base, porque liberta oxigénio durante a fotossíntese.
- (B) na base, porque produz matéria orgânica na fotossíntese.
- (C) no topo, porque constitui a população mais numerosa.
- (D) no topo, porque produz grande quantidade de biomassa.

12. Comparativamente com a reprodução sexuada, a fragmentação das algas *Kelp*
- (A) aumenta a variabilidade genética da espécie.
 - (B) permite o crescimento rápido das populações.
 - (C) confere vantagens evolutivas às populações.
 - (D) possibilita melhor adaptação a novos ambientes.
13. As ervas das pradarias marinhas e os seres que formam o *Kelp*, de acordo com o sistema de classificação de Whittaker modificado (1979), pertencem a reinos diferentes, porque as primeiras
- (A) são organismos multicelulares.
 - (B) possuem células com parede celular.
 - (C) são organismos eucariontes.
 - (D) possuem maior grau de diferenciação.
14. A recente sequenciação do genoma de *Zostera marina* revelou algumas das alterações evolutivas que ocorreram durante a migração dos ancestrais destas plantas do ambiente terrestre para o marinho e a sua adaptação a este novo ambiente, nomeadamente o desaparecimento de determinados genes e o aparecimento de outros.
- 14.1. Na transcrição de um gene,
- (A) a DNA polimerase liga-se a uma sequência específica da molécula de DNA.
 - (B) a cadeia molde de DNA que vai ser transcrita é lida na direção 5' para 3'.
 - (C) o mRNA transcrito apresenta adenina, por complementaridade com o uracilo.
 - (D) o mRNA transcrito possui uma cadeia antiparalela à cadeia molde de DNA.
- 14.2. Relativamente aos seus ancestrais, a sequenciação do genoma de *Zostera marina* revelou
- (A) perda de genes responsáveis pela produção de esporos.
 - (B) perda de genes responsáveis pela formação de estomas.
 - (C) aquisição de genes responsáveis pela proteção contra a radiação UV.
 - (D) aquisição de genes responsáveis pela absorção de sais minerais.

14.3. *Zostera marina* e os seus ancestrais terrestres apresentam estruturas

- (A) homólogas, coerentes com uma evolução divergente.
- (B) homólogas, resultantes da mesma pressão seletiva.
- (C) análogas, resultantes de diferentes pressões seletivas.
- (D) análogas, coerentes com uma evolução convergente.

15. Com o objetivo de investigar os efeitos da acidificação do oceano, decorrente da exposição a níveis elevados de pressão parcial de CO_2 ($p\text{CO}_2$), na capacidade reprodutiva de um peixe, *Gobiusculus flavescens*, que habita o PMPLS, foi realizado o estudo que a seguir se descreve.

- Em março, foi feita a recolha dos peixes, que foram imediatamente transportados para o laboratório e transferidos para um tanque de 100 L, com circulação contínua de água do mar, permanecendo nestas condições durante uma semana para recuperarem da captura.
- Posteriormente, os peixes foram transferidos para tanques de 35 L de capacidade, colocando-se um casal reprodutor em cada tanque. Todos os indivíduos tinham peso e comprimento padrão.
- Todos os casais foram mantidos em condições de temperatura e de salinidade semelhantes às do campo de recolha ($\approx 16\text{ }^\circ\text{C}$ e 35 PSU¹), com ciclo de luz de 14 horas, e foram alimentados, duas vezes por dia, com um pequeno crustáceo, *Artemia nauplii*.
- Em nove tanques, os peixes foram submetidos a $p\text{CO}_2$ na água de $\approx 600\text{ }\mu\text{atm}$ e $\text{pH} \approx 8,05$ – tratamento controlo.
- Em outros nove tanques, os peixes foram sujeitos a $p\text{CO}_2$ na água de $\approx 2300\text{ }\mu\text{atm}$ e $\text{pH} \approx 7,60$ – tratamento com $p\text{CO}_2$ elevada.
- Os dezoito tanques foram cobertos com tampas de vidro. Os níveis de oxigénio foram mantidos acima de 90% de saturação, por agitação através de uma bomba de difusão nos tanques.
- Em cada tanque instalou-se um tubo, para servir de abrigo e de local de postura, e uma maternidade para o desenvolvimento das larvas.
- Os peixes foram mantidos nas referidas condições até à época de reprodução, que decorre de abril a julho.

Os resultados são apresentados nos Gráficos I, II, III e IV (página 10).

Nota:

¹ PSU – A Unidade de Salinidade Prática, usada em oceanografia, é determinada com base na relação entre a condutividade elétrica da água e a sua salinidade.

Gráfico I – Resultados relativos à influência da pressão parcial de CO₂ na média de posturas por casal

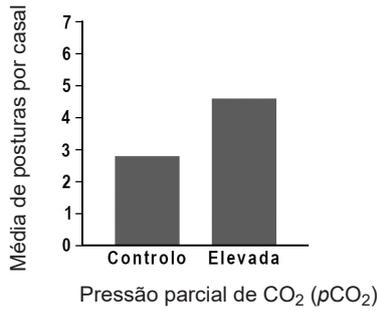


Gráfico II – Resultados relativos à influência da pressão parcial de CO₂ no número de ovos por postura

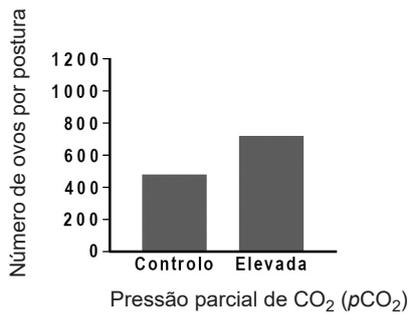


Gráfico III – Resultados relativos à influência da pressão parcial de CO₂ na área dos ovos

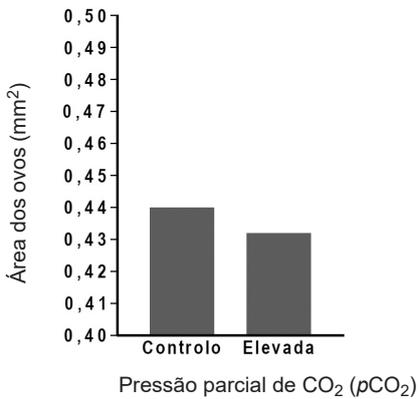
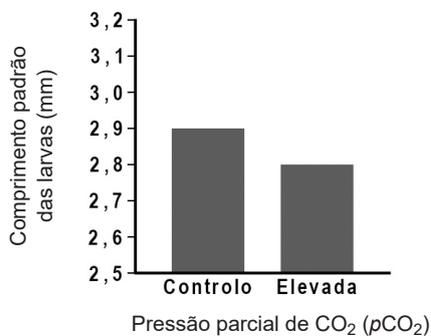


Gráfico IV – Resultados relativos à influência da pressão parcial de CO₂ no comprimento padrão das larvas



Baseado em: A.M. Faria *et al.*, «Reproductive trade-offs in a temperate reef fish under high pCO₂ levels», in *Marine Environmental Research*, Elsevier, 2018.

15.1. Os tanques foram cobertos com tampas de vidro, de modo a

- (A) manter estável a temperatura da água.
- (B) impedir a libertação de O_2 da água para a atmosfera.
- (C) limitar as trocas de CO_2 da água com a atmosfera.
- (D) evitar a diminuição de salinidade da água.

15.2. Habitualmente, na primavera, os peixes do PMPLS estão sujeitos às condições abióticas seguintes:

- (A) $pCO_2 \approx 2300 \mu atm$ e 10 horas sem luz.
- (B) salinidade de 35 PSU e $pH \approx 7,60$.
- (C) temperatura de $16^\circ C$ e $pH \approx 8,05$.
- (D) 14 horas sem luz e $pCO_2 \approx 600 \mu atm$.

15.3. Apresente uma razão para o facto de os peixes terem sido recolhidos com a antecipação de um mês relativamente ao início do estudo.

15.4. Compare os resultados do estudo relativamente aos seguintes aspetos:

- média de posturas por casal;
- comprimento das larvas.

15.5. A investigação sugere que, para a espécie estudada,

- (A) a exposição a pCO_2 elevada diminui a capacidade reprodutiva.
- (B) as larvas que eclodem a pH mais alto sobrevivem mais tempo.
- (C) a sobrevivência larvar está dependente da pCO_2 e do pH .
- (D) a acidificação do meio aumenta a atividade reprodutiva.

15.6. Os peixes em cativeiro não apresentaram, durante o período reprodutivo, perda de reservas energéticas, contrariamente ao que aconteceria no estado selvagem.

Apresente um aspeto que possa ter contribuído para tal facto.

16. Relativamente ao ciclo de vida de *Gobiusculus flavescens*, podemos afirmar que

- (A) a meiose é pós-zigótica.
- (B) os ovos são haploides.
- (C) o ciclo de vida é diplonte.
- (D) os gâmetas se formam por mitose.

17. Complete o texto seguinte com a opção adequada a cada espaço.

Transcreva para a folha de respostas cada uma das letras, seguida do número que corresponde à opção selecionada. A cada letra corresponde um só número.

Os peixes possuem circulação a) e um coração com b) cavidades. Realizam as trocas gasosas através c) e possuem d) , com digestão e) .

a)

1. dupla e completa
2. dupla e incompleta
3. simples

b)

1. duas
2. três
3. quatro

c)

1. das brânquias
2. da superfície corporal
3. das traqueias

d)

1. tubo digestivo incompleto
2. cavidade gastrovascular
3. tubo digestivo completo

e)

1. extracorporal
2. extracelular
3. intracelular

GRUPO II

Numa aula de Biologia e Geologia, realizou-se uma atividade com o objetivo de investigar a influência da luz na absorção de CO₂ pelas plantas aquáticas.

Em 4 tubos de ensaio (tubos 1, 2, 3 e 4), colocou-se a mesma quantidade de água gasocarbónica e acrescentaram-se 4 gotas de solução de azul de bromotimol¹ em cada tubo.

Observou-se uma coloração amarela em todos os tubos.

No tubo 1 e no tubo 4, colocou-se um fragmento de uma planta aquática – *Elodea densa*.

Em todos os tubos foi posta uma tampa.

Os tubos 1 e 2 foram colocados à luz, e os tubos 3 e 4 na obscuridade.

Ao fim de 48 horas registaram-se os resultados.

Nota:

¹ Azul de bromotimol – indicador de pH que apresenta cor azul em meio alcalino e cor amarela em meio ácido.

1. Refira todos os tubos de controlo utilizados na atividade.

2. Preveja, justificando, os resultados obtidos ao fim de 48 horas em cada um dos tubos, relativamente à coloração da solução de azul de bromotimol.

GRUPO III

A ilha de Krakatau faz parte do arco vulcânico da Indonésia, cujo enquadramento tectónico está esquematicamente representado na Figura 2A (página 16). Em 1883 ocorreram diversas erupções do vulcão Krakatau. No mês de agosto, uma dessas erupções provocou a morte de 36 000 pessoas, em muitos casos devido ao *tsunami* gerado pelo colapso do edifício vulcânico na caldeira, situada abaixo do nível do mar. A atividade vulcânica continuou após as erupções de 1883 e originou um novo edifício vulcânico que ali emergiu – o Anak Krakatau («filho de Krakatau»).

Durante o ano de 2018, a monitorização por satélite e as observações no terreno mostraram que o Anak Krakatau apresentou um elevado estado de atividade, e que os flancos sudoeste e sul do vulcão estavam a mover-se lentamente para oeste. A 30 de junho, registou-se um aumento da atividade eruptiva que se manteve até 22 de dezembro, quando o colapso repentino dos referidos flancos originou um *tsunami* que atingiu as vulneráveis costas de Sumatra e de Java, ilhas densamente povoadas. As estações sismográficas das principais regiões de alerta de *tsunamis* registaram um evento de alta frequência, apenas 115 segundos antes de os flancos colapsarem e decapitarem o cone vulcânico.

As amostras de cinzas e de rochas recolhidas ao longo da sequência estratigráfica, resultantes de várias erupções, permitiram estabelecer a relação entre o total de compostos alcalinos (óxidos de sódio e de potássio) e o total de sílica, como se representa no diagrama da Figura 2B (página 16).

Figura 2A – Enquadramento tectónico do arco vulcânico da Indonésia

Legenda

-  Zonas de subdução
-  Zonas de falha
-  Centros vulcânicos
-  Sentido do movimento da placa

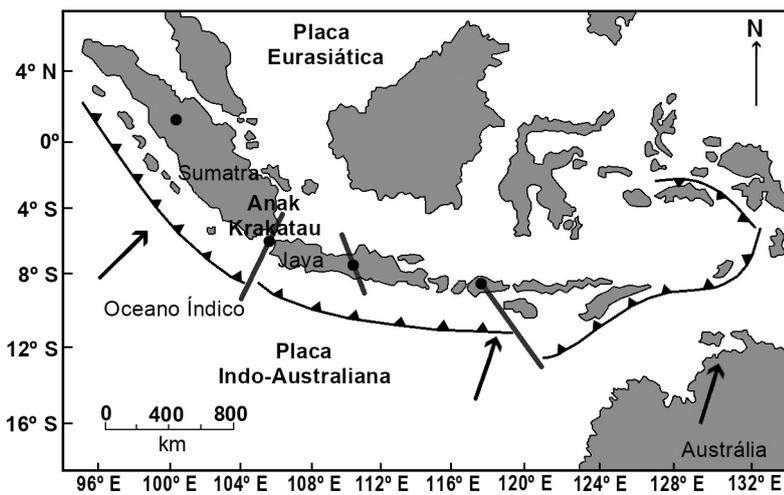
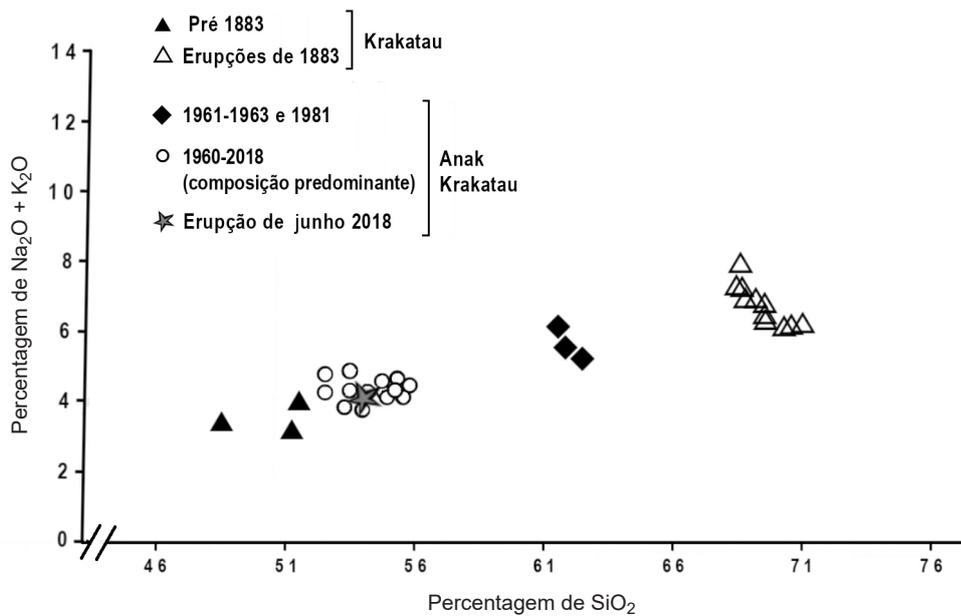


Figura 2B – Relação entre o total de óxidos de sódio e de potássio e o total de sílica, em amostras de cinzas e de rochas



Baseado em: T. R. Walter, *et al.*, «Complex hazard cascade culminating in the Anak Krakatau sector collapse», in *Nature Communications*, 2019, e em: anakkakatau-krakatoa.weebly.com/plate-tectonics.html (consultado em setembro de 2019).

1. O vulcão Anak Krakatau situa-se num limite interplacas onde ocorre

- (A) destruição de litosfera oceânica.
- (B) mergulho da placa Eurasiática sob a placa Indo-Australiana.
- (C) manutenção da espessura crustal.
- (D) predominantemente movimento lateral entre as placas.

2. De entre os seguintes acontecimentos relacionados com o sistema vulcânico de Krakatau, selecione os que ocorreram no ano de 2018, transcrevendo para a sua folha de respostas os números romanos correspondentes:

- I. Colapso do edifício vulcânico na caldeira, situada abaixo do nível do mar.
- II. Entrada no mar de uma nuvem piroclástica resultante da atividade vulcânica.
- III. Movimento brusco para oeste dos flancos sudoeste e sul do vulcão.
- IV. Ocorrência de um sismo associado ao colapso parcial do cone do vulcão.
- V. Aumento da temperatura registada durante a monitorização, no mês de junho.

3. A análise do diagrama da Figura 2B (página 16) permite inferir que

- (A) o magma das erupções de 1883 era menos viscoso do que o das erupções de 2018.
- (B) não existe diferença significativa na composição do magma entre 1982 e 2018.
- (C) o magma anterior às erupções de 1883 era o que tinha uma temperatura mais baixa.
- (D) não existem alterações na composição do magma desde as erupções de 1883.

4. De acordo com as amostras de cinzas e de rochas recolhidas, verifica-se

- (A) o enriquecimento progressivo do magma em sílica.
- (B) a diminuição da percentagem de compostos alcalinos ao longo do tempo.
- (C) a manutenção de um padrão litológico com características basálticas.
- (D) o predomínio de litologias andesíticas a riolíticas.

5. O conhecimento do interior da geosfera tem resultado da utilização de vários métodos. Consideram-se métodos indiretos e diretos, respetivamente,
- (A) a geotermia e o estudo de fragmentos do manto transportados pelos magmas.
 - (B) as sondagens e a análise da variação da velocidade das ondas sísmicas.
 - (C) a análise da variação da velocidade das ondas sísmicas e a geotermia.
 - (D) o estudo de fragmentos do manto transportados pelos magmas e as sondagens.
6. As primeiras ondas sísmicas a serem registadas numa estação sismográfica
- (A) são longitudinais superficiais.
 - (B) não se propagam em meio líquido.
 - (C) propagam-se em todos os meios.
 - (D) são transversais profundas.

7. As ilhas de Java e de Sumatra encontram-se junto a uma zona de subdução, pelo que possuem vulcões ativos e apresentam elevado risco sísmico.

Explique, tendo em conta a localização geográfica e o historial do sistema vulcânico de Krakatau, por que razão o Anak Krakatau é um vulcão que potencia o risco geológico nas ilhas de Java e de Sumatra.

FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 10 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	Grupo										Subtotal
	I	I	I	I	I	I	I	II	III	III	
	1.	2.	7.	15.1.	15.4.	15.6.	17.	2.	2.	7.	
Cotação (em pontos)	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	80
Destes 23 itens, contribuem para a classificação final da prova os 15 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	Grupo I										Subtotal
	3.	4.	5.	6.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	
	14.1.	14.2.	14.3.	15.2.	15.3.	15.5.	16.				
	Grupo II			Grupo III							
	1.		1.	3.	4.	5.	6.				
Cotação (em pontos)	15 x 8 pontos										120
TOTAL											200