

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.

Para cada resposta, identifique o grupo e o item.

Apresente as suas respostas de forma legível.

Apresente apenas uma resposta para cada item.

As citações 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 identificam a opção escolhida.**

### Grupo I

O clima terrestre é influenciado por diversos fatores, que vão desde os astronómicos (por exemplo, atividade solar e mudanças no eixo de inclinação da Terra) aos geológicos (como, por exemplo, os efeitos da atividade vulcânica).

O gráfico da figura 1 apresenta as variações médias da temperatura global da atmosfera que ocorreram desde o final do século XIX, tendo este período como referência.

No gráfico foram também incluídas cinco erupções que se caracterizaram por emitir um elevado volume de cinzas e aerossóis para a atmosfera.

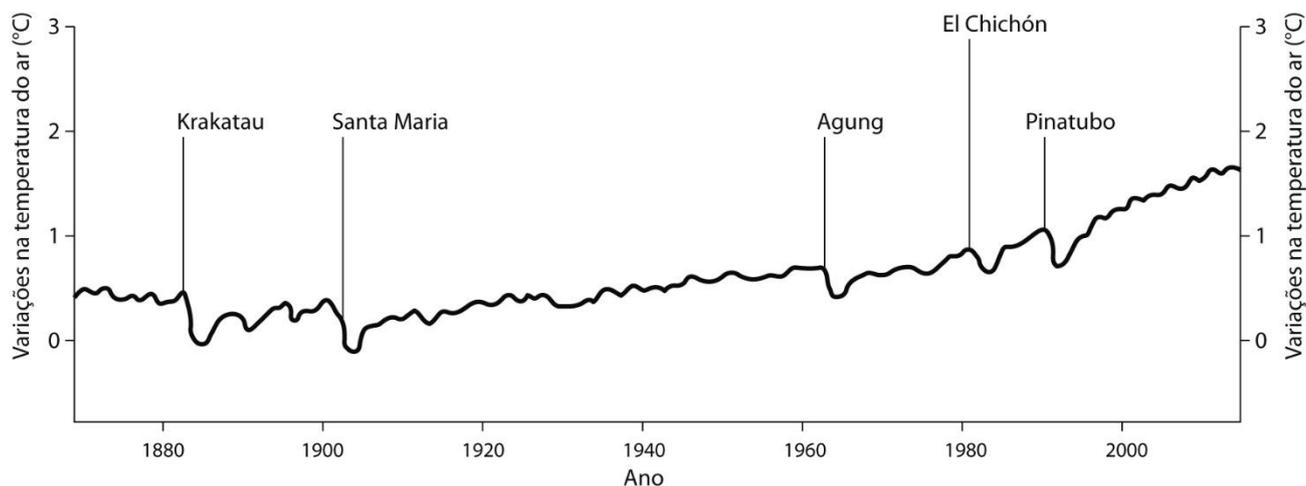


Figura 1.

- Os dados permitem verificar que
  - existe a tendência para um aumento da temperatura atmosférica nos últimos 100 anos.
  - a atmosfera terrestre tem vindo a aquecer, desde a sua formação.
  - os vulcões não afetam o clima terrestre.
  - o clima terrestre é estável ao longo do tempo.

2. Nos anos após uma erupção vulcânica forte, as temperaturas médias globais
- (A) aumentaram, em resultado da libertação de material magmático muito quente.
  - (B) diminuíram, em resultado da libertação de material magmático muito quente.
  - (C) aumentaram, em resultado da libertação de material muito fino para a atmosfera.
  - (D) diminuíram, em resultado da libertação de material muito fino para a atmosfera.
3. Os gases de origem vulcânica originam chuvas ácidas que acidificam os solos, ao interagirem com eles. Este exemplo, demonstra uma interação entre
- (A) a geosfera e a biosfera.
  - (B) a atmosfera e a hidrosfera.
  - (C) a geosfera e a hidrosfera.
  - (D) a atmosfera e a biosfera.
4. Considere as seguintes afirmações, relativas aos dados apresentados.
- I. É possível concluir que as erupções ocorrem de forma cíclica e regular.
  - II. A atmosfera corresponde a um subsistema aberto.
  - III. As variações da temperatura atmosférica foram menores a partir de 1950.
- (A) I é verdadeira; II e III são falsas.
  - (B) II é verdadeira; I e III são falsas.
  - (C) II e III são verdadeiras; I é falsa.
  - (D) I e III são verdadeiras; II é falsa.
5. Ordene as letras de A a E, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com o aquecimento global, que pode estar associado ao vulcanismo, numa lógica de causa-efeito.
- A. Ocorrência de uma erupção vulcânica.
  - B. Formação de um magma contendo metano e dióxido de carbono.
  - C. Intensificação do efeito de estufa.
  - D. Libertação de metano e de dióxido de carbono para a atmosfera.
  - E. O metano e o dióxido de carbono absorvem radiação infravermelha.
6. A atmosfera terrestre primordial era redutora, não possuindo oxigénio. Explique, com base neste exemplo, de que modo as interações entre os subsistemas terrestres afetaram a composição da atmosfera.
7. Refira duas interações possíveis entre a atmosfera e a biosfera.

## Grupo II

O komatito é uma rocha vulcânica abundante nas margens do rio Komati, na África do Sul, sendo formada pela solidificação de magma com origem no manto e não na crosta.

Estudo efetuados em komatitos com cerca de 3000 M.a. de idade permitiram verificar que a composição das rochas do manto há 3000 M.a. era diferente da atual. Estas rochas são ricas em olivina, o mineral mais comum no manto. É frequente as olivinas presentes nos komatitos terem sofrido metamorfismo ou então encontrarem-se muito meteorizadas (alteradas).

Todavia, foi possível separar minerais de olivina que não tinha sofrido metamorfismo significativo nem tinham sido expostos à meteorização química ou física nos komatitos analisados.

Os minerais de olivina estudados permitiram verificar que a lava emitida estaria a cerca de 1600 °C, o que corresponde a 400 °C acima das lavas mais quentes atuais, presentes no Havai. Os dados também apontam para a existência, há 3000 M.a., de um manto com composição distinta da atual.

Byerly *et al.* (2017). *Early Earth mantle heterogeneity revealed by light oxygen isotopes of Archaean komatiites*. *Nature Geoscience*, 10(11): 871.

1. Existem poucas informações para os primeiros 1500 M.a. da História da Terra, uma vez que
  - (A) na altura não se formavam rochas.
  - (B) nos primórdios da Terra não se formavam minerais.
  - (C) as rochas formadas foram recicladas no ciclo litológico.
  - (D) as rochas existentes dessa altura não fornecem indicações sobre o passado da Terra.
2. Os dados do estudo demonstram que
  - (A) os materiais do manto possuem temperaturas mais elevadas na atualidade.
  - (B) as propriedades químicas e físicas do manto têm sofrido alterações no tempo.
  - (C) as olivinas produzidas nas rochas mais recentes são mais sensíveis à meteorização.
  - (D) a mineralogia das rochas vulcânicas tem variado significativamente ao longo do tempo.
3. As rochas mais antigas que se conhecem tendem a estar afetadas por metamorfismo, uma vez que este processo
  - (A) altera a composição química da rocha e origina a sua fusão.
  - (B) resulta na formação de minerais instáveis por variação das condições de pressão e temperatura.
  - (C) resulta da manutenção das condições de pressão e temperatura.
  - (D) altera a textura e a composição mineralógica da rocha.
4. Caso as olivinas tivessem sido expostas a meteorização,
  - (A) formariam um novo mineral típico das rochas magmáticas.
  - (B) sofreriam metamorfismo, originando um mineral completamente distinto.
  - (C) poderiam formar um mineral típico das rochas sedimentares.
  - (D) conservariam as informações relativas às condições de formação iniciais.
5. As fontes de energia do ciclo litológico
  - (A) incluem apenas o Sol e a gravidade da Terra.
  - (B) podem ser externas ou internas.
  - (C) incluem apenas o calor interno da Terra.
  - (D) afetam apenas as rochas expostas à superfície.

6. Se os minerais do komatito sofrerem meteorização, é expectável que sejam sujeitos, de forma sequencial, aos processos de
- (A) erosão, transporte, sedimentação e diagénese.
  - (B) erosão, sedimentação, transporte e diagénese.
  - (C) diagénese, transporte, sedimentação e erosão.
  - (D) diagénese, sedimentação, erosão e transporte.
7. Faça corresponder cada uma das descrições de rochas, expressas na coluna A, à respetiva designação, na coluna B.

COLUNA A	COLUNA B
<p>(a) Rocha formada pela acumulação de grãos resultantes da alteração de rochas preexistentes.</p> <p>(b) Formação de uma nova rocha no contacto com intrusões magmáticas que aumentam a temperatura das rochas encaixantes.</p> <p>(c) Formada a partir da consolidação de um magma, originando um komatito.</p>	<p>(1) Rocha plutónica</p> <p>(2) Rocha magmática</p> <p>(3) Rocha metamórfica</p> <p>(4) Rocha sedimentar detrítica</p> <p>(5) Rocha sedimentar biogénica</p>

8. Para determinar o efeito das chuvas ácidas na meteorização das olivinas, um investigador selecionou várias amostras deste mineral. De seguida, colocou os minerais em tubos de ensaio contendo soluções com diferentes pH, do neutro ao mais ácido. Repetiu a montagem experimental colocando os tubos a diferentes temperaturas. Ao fim de vários meses, retirou os minerais, classificou o seu brilho e determinou a sua dureza, comparando com o início da experiência.

Considere as seguintes afirmações referentes à experiência.

- I. Uma das variáveis dependentes é a dureza dos minerais de olivina.
- II. Ao tubo de controlo deverá ter sido adicionada uma solução com o pH mais ácido.
- III. A experiência descrita só possui uma variável independente.

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

9. Mencione duas diferenças entre as rochas magmáticas e as rochas metamórficas referidas no texto. Na sua resposta, indique o critério que está a considerar e as respetivas características das rochas mencionadas.



5. Considere as seguintes afirmações referentes ao esquema da figura 2.
- I. A estrutura YY' representa uma falha.
  - II. Os estratos não sofreram dobramento.
  - III. Não são observadas superfícies de erosão.
- (A) I é verdadeira; II e III são falsas.  
(B) II é verdadeira; I e III são falsas.  
(C) II e III são verdadeiras; I é falsa.  
(D) I e III são verdadeiras; II é falsa.
6. Ordene as letras de A a E, de modo a reconstituir a sequência cronológica dos acontecimentos relacionados com o esquema da figura 2.
- A. Instalação da estrutura YY'.
  - B. Formação das rochas identificadas pela letra D.
  - C. Deposição do estrato B.
  - D. Ocorrência de metamorfismo de contacto, associado à estrutura F.
  - E. Erosão do topo da sequência estratigráfica A.
7. Relativamente às rochas magmáticas identificadas pelas letras E e F,
- (A) é previsível uma maior quantidade de isótopos-pais na rocha E.
  - (B) é previsível uma maior quantidade de isótopos-filhos na rocha E.
  - (C) é expectável uma relação isótopo-pai/isótopo-filho superior na rocha F.
  - (D) é expectável uma relação isótopo-pai/isótopo-filho inferior na rocha F.
8. A rocha presente na estrutura F deverá apresentar cristais com dimensões \_\_\_\_\_ nas regiões mais profundas, em resultado de o tempo de cristalização ter sido \_\_\_\_\_.
- (A) inferiores ... maior
  - (B) superiores ... maior
  - (C) inferiores ... menor
  - (D) superiores ... menor
9. Explique em que medida a datação radiométrica está dependente de taxas de decaimento constantes.

## Grupo IV

Há cerca de 200 M.a. ocorreu uma extinção em massa que resultou no desaparecimento de cerca de 60% das espécies fósseis conhecidas. Esta extinção marca o limite do Triásico com o Jurássico e foi a segunda maior de que há registro.

Os cientistas suspeitavam que a atividade vulcânica e a libertação de CO<sub>2</sub> podiam ser as responsáveis pela extinção em massa. A atividade vulcânica deve ter sido proveniente da Província Magmática do Atlântico Central (PMAC), uma área muito extensa que cobre quatro continentes e em que é possível detetar vestígios vulcânicos com idades e origens semelhantes.

A PMAC formou-se em resultado da fragmentação do supercontinente Pangeia e a consequente abertura do oceano Atlântico.

A datação das rochas basálticas foi possível a partir da quantificação de isótopos radioativos de urânio e chumbo presentes em cristais de zircão.

A figura 3 apresenta a posição das massas continentais há 200 M.a., no limite Triásico-Jurássico, e a distribuição das rochas vulcânicas na PMAC.

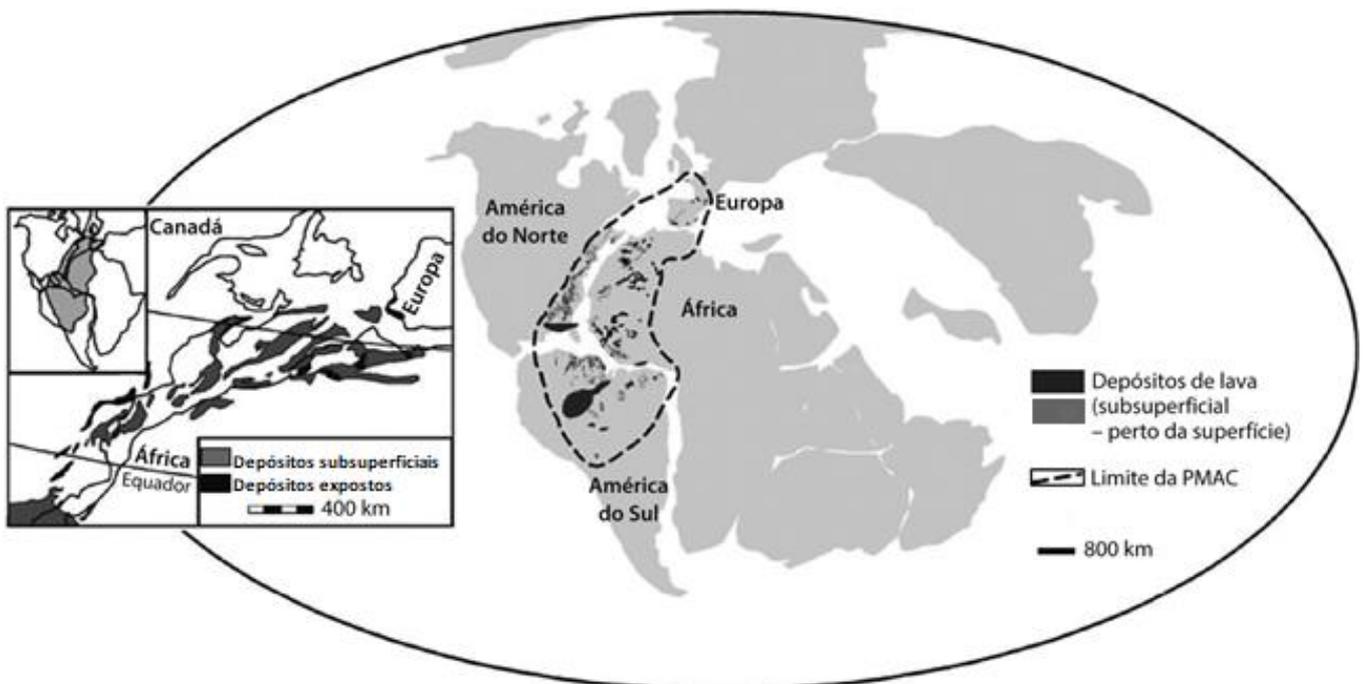


Figura 3.

Cirilli, Simonetta *et al.* (2009). *Latest Triassic onset of the Central Atlantic Magmatic Province (CAMP) volcanism in the Fundy Basin (Nova Scotia). New stratigraphic constraints*

1. A abertura do oceano Atlântico resultou da formação de um limite do tipo  
(A) convergente. (C) divergente.  
(B) distensivo. (D) compressivo.
2. A semelhança entre as rochas da PMAC presentes no continente africano e no sul-americano constitui um argumento \_\_\_\_\_ que pode ser usado a favor \_\_\_\_\_ das massas continentais.  
(A) paleontológico ... do imobilismo (C) litológico ... do imobilismo  
(B) litológico ... da deriva (D) paleontológico ... da deriva
3. A extinção em massa que ocorreu no limite do Triásico com o Jurássico pode ser enquadrada  
(A) no catastrofismo. (C) no princípio do Uniformitarismo.  
(B) no imobilismo. (D) no princípio da Sobreposição.

4. Relativamente aos dados, é possível afirmar que  
 (A) a PAMC não inclui a Península Ibérica.  
 (B) parte das rochas da PAMC se encontram atualmente nos fundos marinhos.  
 (C) todas as rochas da PAMC estão a aflorar à superfície.  
 (D) a PAMC inclui rochas intrusivas abundantes.
5. Constitui um argumento a favor da expansão dos fundos oceânicos,  
 (A) a presença de rochas basálticas nas regiões continentais.  
 (B) a existência de rochas continentais muito antigas.  
 (C) a reduzida idade média das rochas da crosta continental, quando comparada com a crosta oceânica.  
 (D) a existência de um registo magnético simétrico e paralelo à região do rifte.
6. As fossas oceânicas marcam regiões em que ocorre subducção de placa oceânica  
 (A) menos densa e fria para o manto.  
 (B) mais densa e fria para o manto.  
 (C) mais densa e quente para o manto.  
 (D) menos densa e quente para o manto.
7. O movimento das placas tectónicas depende da existência de uma \_\_\_\_\_ plástica, subjacente a uma \_\_\_\_\_ rígida e dividida em placas.  
 (A) astenosfera... litosfera (C) litosfera ... crosta  
 (B) litosfera ... astenosfera (D) crosta ... litosfera
8. Refira três diferenças entre os limites convergentes e os divergentes.
9. As erupções vulcânicas que ocorreram há 200 M.a., na atual região do rio Amazonas (Brasil), afetaram rochas ricas em carvão e hidrocarbonetos, libertando elevadas quantidades de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.  
 Relacione este dado com a ocorrência de uma extinção em massa.  
 Na sua resposta apresente uma implicação nos ecossistemas aquáticos e outra nos terrestres.

**FIM**

**COTAÇÕES**

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