

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta indelével, azul ou preta.

Não é permitido o uso de corretor. Em caso de engano, deve riscar de forma inequívoca aquilo que pretende que não seja classificado.

Escreva de forma legível a numeração dos grupos e dos itens, bem como as respetivas respostas.

As respostas ilegíveis ou que não possam ser claramente identificadas são classificadas com zero pontos.

Para cada item, apresente apenas uma resposta. Se escrever mais do que uma resposta a um mesmo item, apenas é classificada a resposta apresentada em primeiro lugar.

Para responder aos itens de escolha múltipla, escreva, na folha de respostas:

- o número do item;
- a letra que identifica a única opção escolhida.

Para responder aos itens de associação/correspondência, escreva, na folha de respostas:

- o número do item;
- a letra que identifica cada elemento da coluna A e o número que identifica o único elemento da coluna B que lhe corresponde.

Para responder aos itens de ordenação, escreva, na folha de respostas:

- o número do item;
- a sequência de letras que identificam os elementos a ordenar.

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

A ortografia dos textos e de outros documentos segue o Acordo Ortográfico de 1990.

Grupo I

Material genético

Em 1928, o médico inglês Frederick Griffith estudava duas linhagens de bactérias patogénicas de *Diplococcus pneumoniaei*, o agente causador da pneumonia humana, letal para os ratinhos que usava nas investigações.

As linhagens foram denominadas de S e R, porque enquanto cresciam em laboratório, umas produziam colónias lisas (do inglês *smooth*) e outras rugosas (do inglês *rough*), respetivamente. Griffith realizou a experiência e obteve os resultados ilustrados na figura 1.

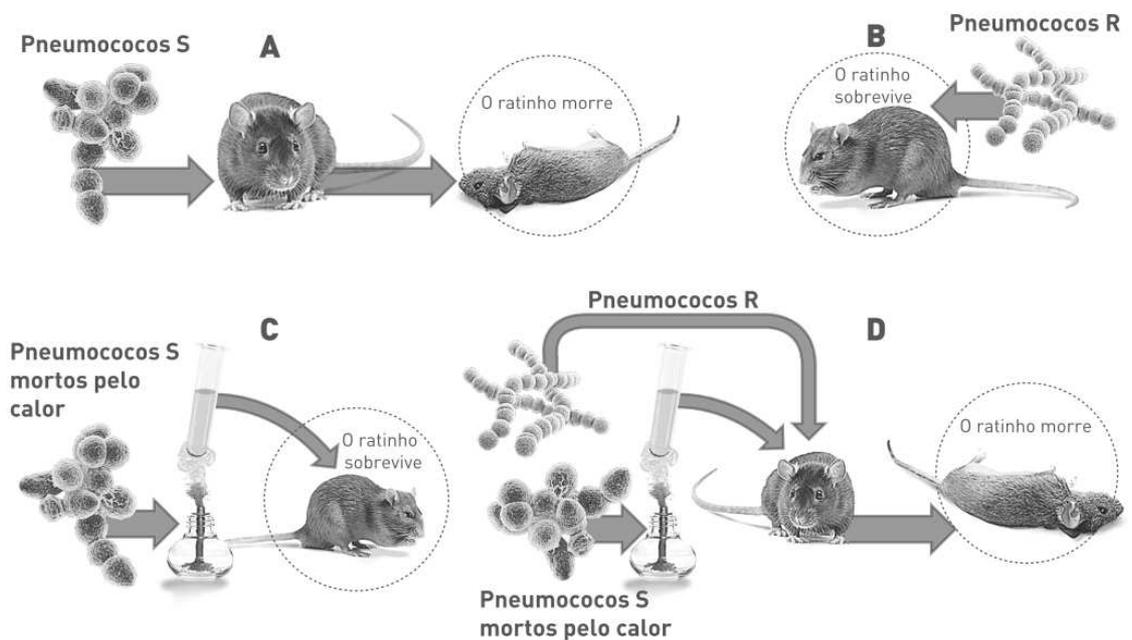


Figura 1

Um estudante do laboratório de Griffith encontrou três amostras puras de compostos químicos extraídos de bactérias S e que estavam identificadas com as letras A, B e C. Sem saber o seu conteúdo, misturou as amostras com bactérias R e injetou as amostras separadamente ou combinadas em diferentes ratinhos. O estudante observou as respostas dos diferentes ratinhos após o período de incubação e extraiu amostras sanguíneas para pesquisar células infetadas com bactérias. Os resultados estão representados na tabela I.

Tabela I

Amostra injetada	Resposta dos ratinhos	Tipo de células recolhidas dos ratinhos no final
A	Morte	Células S vivas
B	Sem reação	Células R vivas
C	Sem reação	Células R vivas
A+B	Morte	Células S vivas
A+C	Morte	Células R e S vivas
B+C	Sem reação	Células R vivas
A+B+C	Morte	Células S vivas

Na resposta a cada um dos itens de 1. a 4., selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

1. Griffith concluiu que as bactérias que causam a morte dos ratinhos são...
(A) ... apenas as bactérias R.
(B) ... apenas as bactérias S.
(C) ... as bactérias S e R apenas quando misturadas.
(D) ... apenas as bactérias S quando mortas pelo calor.
2. É importante assumir que as amostras A, B e C são puras, pois...
(A) ...quando misturadas com células R provocam a morte dos ratinhos, tornando o estudo conclusivo.
(B) ... a mistura de duas amostras é sempre letal para os ratinhos, tornando o estudo conclusivo.
(C) ... se houver mistura de amostras não sabemos qual dos compostos extraídos das bactérias S é capaz de tornar as células R virulentas.
(D) ... os compostos presentes em cada amostra só atuam de forma isolada.
3. Assumindo que as amostras A, B e C continham um único composto, é expectável que a amostra _____ contenha polissacarídeos e a amostra C seja composta por _____.
(A) B (...) proteínas
(B) A (...) proteínas
(C) B (...) DNA
(D) A (...) DNA
4. Imagine-se no papel de um investigador que obteve um extrato de células S. Se destruísse apenas _____ desse extrato e o adicionasse a bactérias R, esperaria a _____ dos ratinhos quando injetados com estas bactérias transformadas.
(A) o DNA (...) morte
(B) o RNA (...) sobrevivência
(C) os lípidos (...) morte
(D) os lípidos (...) sobrevivência

5. Faça corresponder a cada uma das letras, que identificam afirmações relativas às características de algumas biomoléculas, um dos números da chave. Utilize cada letra apenas uma vez.

Afirmações:

- (a) Cadeia que se liga de forma muito específica a um determinado aminoácido, transferindo-o posteriormente para uma cadeia polipeptídica em construção nos ribossomas.
- (b) Cadeia polinucleotídica cujos monómeros são constituídos por um grupo fosfato, uma pentose e uma base azotada.
- (c) Principal constituinte das membranas plasmáticas de todas as células.
- (d) Forma-se por transcrição de uma cadeia dupla de nucleótidos.
- (e) São usados pelos seres vivos como reservas de energia, podendo ser usados em vias catabólicas para síntese de ATP.
- (f) Molécula cuja proporção de bases azotadas pode representar-se, aproximadamente, por $(A+C)/(T+G) \approx 1$.

Chave:

- | | |
|---------|---------------|
| (1) DNA | (3) DNA e RNA |
| (2) RNA | (4) Lípidos |

6. Mencione o tipo de replicação a que o DNA está sujeito durante o ciclo celular.
7. Classifique como verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das seguintes afirmações relativas às várias etapas envolvidas no mecanismo de síntese proteica em eucariontes.
 - A. A partir da transcrição do DNA forma-se um mRNA pronto a ser traduzido.
 - B. A molécula de mRNA que migra para o citoplasma tende a ser menor do que a que resulta da transcrição do DNA.
 - C. A transcrição do DNA é efetuada por uma enzima, a DNA polimerase.
 - D. A cadeia de mRNA é produzida por complementaridade de bases, que são adicionadas no sentido 3' para 5'.
 - E. O processamento do pré-mRNA ocorre no citoplasma.
 - F. Na fase do alongamento, o tRNA reconhece um codão específico na molécula de mRNA.
 - G. Todos os codões são traduzidos para aminoácidos.
 - H. Durante a tradução, o mRNA é lido pelos ribossomas no sentido 5'-3'.

8. A seguinte sequência nucleotídica pertence a uma bactéria:

CGA UCG GAA CCA CGU GAU AAG CAU

Com base no código genético apresentado em seguida, preveja as principais consequências na síntese proteica da adição de um nucleótido de adenina na primeira posição da referida sequência.

	U	C	A	G	
U	UUU Fenilalanina (Fen)	UCU Serina (Ser)	UAU Tirosina (Tir)	UGU Cisteína (Cis)	U C A G
	UUC		UAC	UGC	
	UUA Leucina (Leu)		UAA Codões de finalização (stop)	UGA Codão de finalização (stop)	
	UUG		UAG	UGG Triptofano (Trp)	
C	CUU Leucina (Leu)	CCU Prolina (Pro)	CAU Histidina (His)	CGU Arginina (Arg)	U C A G
	CUC		CAC	CGC	
	CUA		CAA Glutamina (Gln)	CGA	
	CUG		CAG	CGG	
A	AUU Isoleucina (Ile)	ACU Treonina (Tre)	AAU Asparagina (Asn)	AGU Serina (Ser)	U C A G
	AUC		AAC	AGC	
	AUA		AAA Lisina (Lis)	AGA Arginina (Arg)	
	AUG Codão de iniciação		AAG	AGG	
G	GUU Valina (Val)	GCU Alanina (Ala)	GAU Ácido aspártico (Asp)	GGU Glicina (Gli)	U C A G
	GUC		GAC	GGC	
	GUA		GAA Ácido glutâmico (Glu)	GGA	
	GUG		GAG	GGG	

Grupo II Mitose

A mitose foi descoberta por Walther Flemming, que observou células extraídas das barbatanas e guelras de uma espécie de salamandra. Flemming usou o corante azul de anilina, que cora de forma específica a cromatina, para caracterizar as diferentes fases de divisão celular.

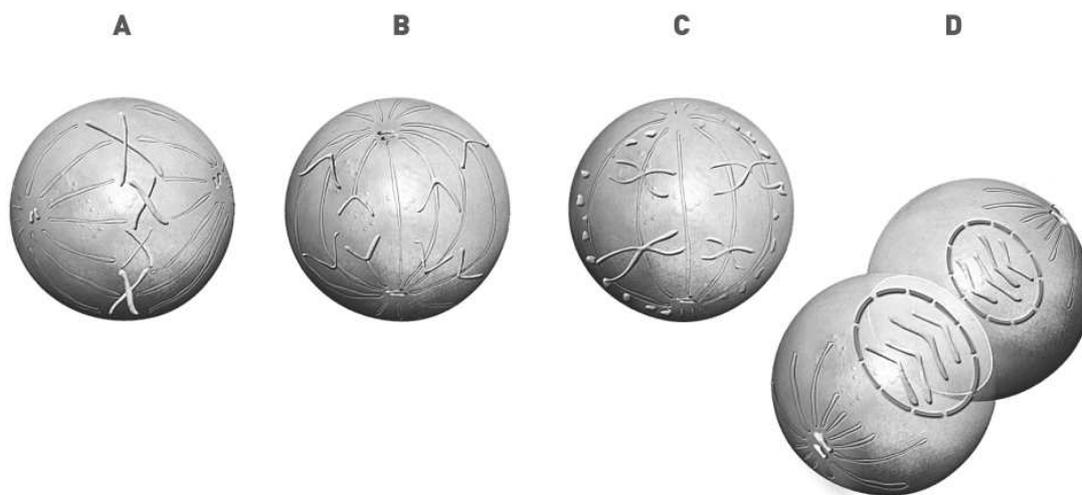


Figura 2 – Algumas fases de divisão mitótica. A cromatina foi marcada com azul de anilina.

Na resposta a cada um dos itens de 1. a 7., selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

1. As salamandras, tal como as rãs, possuem circulação _____ cujo coração é formado por _____ cavidades.
(A) dupla completa (...) três (C) dupla completa (...) quatro
(B) dupla incompleta (...) três (D) dupla incompleta (...) quatro
2. Durante a mitose, o material genético original da célula parental...
(A) ... é duplicado e transmitido à única célula-filha resultante.
(B) ... é dividido pelas duas células-filhas resultantes e depois é duplicado.
(C) ... é primeiro duplicado e depois dividido pelas duas células-filhas.
(D) ... é dividido pelas duas células -filhas, ficando estas com metade da valência nuclear.
3. A cromatina é composta por _____ e DNA, o que facilita _____ no núcleo.
(A) proteínas (...) a transcrição da dupla hélice
(B) lípidos (...) a transcrição da dupla hélice
(C) lípidos (...) o empacotamento da molécula de DNA
(D) proteínas (...) o empacotamento da molécula de DNA
4. Relativamente aos esquemas identificadas pelas letras A, B, C e D na figura 2, podemos afirmar que...
(A) ... a imagem C antecede a imagem A, e esta diz respeito à metáfase.
(B) ... B representa a anáfase que antecede a metáfase.
(C) ... em A a quantidade de DNA é metade da quantidade de DNA em B.
(D) ... os cromossomas são formados por dois cromatídios em D.
5. Após a conclusão da mitose, ocorre um estrangulamento do citoplasma que termina com a sua divisão através de um processo designado por...
(A) ... interfase. (C) ... citocinese.
(B) ... metáfase. (D) ... anáfase.
6. Sendo Q a quantidade de DNA existente durante a interfase do ciclo celular, durante a prófase podemos representar essa quantidade por _____ e os cromossomas são formados por _____.
(A) $Q/2$ (...) dois cromatídios (C) $2Q$ (...) um cromatídio
(B) $2Q$ (...) dois cromatídios (D) $Q/2$ (...) um cromatídio
7. A vimblastina é uma droga usada normalmente em quimioterapia no tratamento de cancro, impossibilitando a agregação dos microtúbulos.
No contexto da mitose, no tratamento de um cancro num tecido composto por células somáticas, a vimblastina deverá impedir a separação dos...
(A) ... cromatídios, aumentando a divisão celular.
(B) ... cromossomas homólogos, aumentando a divisão celular.
(C) ... cromatídios, diminuindo a divisão celular.
(D) ... cromossomas homólogos, diminuindo a divisão celular.
8. Ordene as letras de A a E de modo a reconstituir a sequência cronológica de acontecimentos que ocorrem durante o ciclo celular.
A. Formação da membrana nuclear e divisão completa do citoplasma.
B. Formação do fuso acromático.
C. Compactação e enrolamento de cromossomas, tornando-se mais curtos e densos.
D. Ruptura do centrómero, em que os cromatídios de cada cromossoma se separam.
E. Replicação do DNA com formação de cromossomas formados por dois cromatídios.
9. O crescimento, a regeneração de tecidos e a diferenciação celular têm por base divisões mitóticas de células com o mesmo conteúdo genético. É possível, em casos particulares, reverter o processo de diferenciação e originar células indiferenciadas.
Explique em que medida a mitose é importante para possibilitar estes processos de diferenciação e obtenção de células indiferenciadas.

Grupo III

Mutações nas aquaporinas e diabetes

A concentração da urina dos mamíferos é regulada pela hormona antidiurética (ADH). Esta hormona é sintetizada pelo hipotálamo e libertada pela hipófise. A ADH atua ao nível dos túbulos uriníferos, aumentando a sua permeabilidade, o que facilita a reabsorção da água a partir do filtrado glomerular. A reabsorção de água está dependente da ligação da hormona ADH a recetores membranares, que estimulam a inserção de aquaporinas na membrana. As aquaporinas são proteínas que atuam como canais membranares para a água. Indivíduos com mutações no recetor da hormona ADH podem sofrer de um tipo específico de diabetes, em resultado do rim ser incapaz de concentrar a urina, removendo a água em excesso, em resposta à hormona ADH.

O investigador Bernard van Cost e os seus colaboradores da Universidade de Nijmegen (Holanda) estudaram um paciente com diabetes que possuía o gene para o recetor ADH normal, mas tinha duas mutações num outro gene que codificava uma aquaporina.

Para determinar qual das mutações era responsável pela diabetes, os investigadores usaram células que podiam ser geneticamente manipuladas fora do organismo humano. Selecionaram oócitos de rã, que são recolhidos em grandes quantidades e que podem ser geneticamente manipulados.

Os investigadores sintetizaram mRNA do gene normal de aquaporina e da versão mutada, e injetaram o mRNA diluído em água nos oócitos, que produziram proteínas normais ou mutadas, dependendo da sequência de mRNA inicial. Para determinar se as mutações afetaram a função das proteínas, os oócitos foram transferidos para uma solução hipotónica, e o seu volume foi medido ao microscópio. Os resultados encontram-se na figura 4.

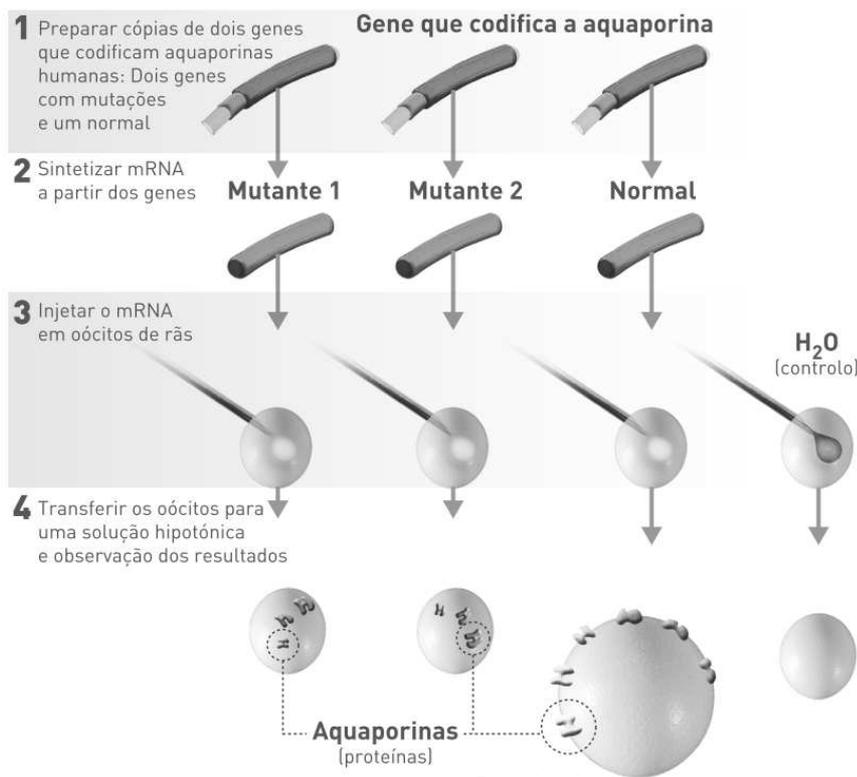


Figura 3

Resultados

mRNA injetado	Permeabilidade ($\mu\text{m/s}$)
Aquaporina normal	196
Nenhum	20
Mutante 1	17
Mutante 2	18

Deen PM, Verdijk MA, Knoers NV, Wieringa B, Monnens LA, van Os CH, van Oost BA. (1994). Requirement of human renal water channel aquaporin-2 for vasopressin-dependent concentration of urine. *Apr* 1;264 (5155):92-5. Science

Na resposta a cada um dos itens de 1. a 4., selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

1. A principal conclusão que podemos tirar deste estudo é...
 - (A) ... apenas uma das mutações inativa o transporte de água pela aquaporina.
 - (B) ... as aquaporinas são essenciais ao aumento da concentração da urina em resposta ao incremento da concentração de hormona ADH.
 - (C) ... as aquaporinas são essenciais à diminuição da concentração da urina em resposta ao aumento da concentração de hormonas ADH.
 - (D) ... o aumento da concentração da urina pode dever-se às mutações que afetam a síntese de aquaporinas.

2. O principal objetivo do controlo experimental efetuado é...
 - (A) ... verificar que as aquaporinas mutadas não facilitam a osmose.
 - (B) ... confirmar que as aquaporinas facilitam a osmose.
 - (C) ... confirmar que o procedimento de injeção de solutos na célula não afeta os resultados finais.
 - (D) ... confirmar que o mRNA injetado é responsável pela síntese de aquaporinas.

3. O mRNA usado na experiência resultou da transcrição de um gene cujo número de nucleótidos...
 - (A) ... é inferior ao do pré-mRNA resultante da sua transcrição.
 - (B) ... de uracilo é igual ao de nucleótidos de adenina.
 - (C) ... é menor do que o do pré-mRNA resultante da sua transcrição.
 - (D) ... é superior ao número de aminoácidos da proteína resultante.

4. Em células eucarióticas animais os genes podem encontrar-se...
 - (A) ... apenas no núcleo.
 - (B) ... no núcleo e nas mitocôndrias.
 - (C) ... no núcleo e em todos os compartimentos endomembranares.
 - (D) ... no núcleo, nas mitocôndrias e nos cloroplastos.

5. Relativamente à síntese de aquaporinas foram feitas as seguintes afirmações. Selecione a opção que as avalia corretamente.
 - 1) Nem todos os codões que integram o mRNA injetado são traduzidos para aminoácidos.
 - 2) No citoplasma dos oócitos, o mRNA injetado sofre um processamento a partir do qual são removidas sequências de nucleótidos designados por intrões.
 - 3) Após ser transportado pelo tRNA para o ribossoma do oócito, o aminoácido liga-se à extremidade da cadeia proteica em formação por uma ligação peptídica.

Opções:

 - (A) A afirmação 1 é verdadeira, 2 e 3 são falsas.
 - (B) As afirmações 1 e 2 são verdadeiras, 3 é falsa.
 - (C) As afirmações 2 e 3 são verdadeiras, 1 é falsa.
 - (D) As afirmações 1 e 3 são verdadeiras, 2 é falsa.

6. A extração de uma molécula de mRNA de uma célula humana e a sua adição a uma célula de bactéria *Escherichia coli* resulta na síntese de uma proteína muito semelhante à esperada na célula humana.

Refira duas conclusões possíveis sobre as características do código genético a partir dos resultados.

7. Classifique em verdadeira (V) ou falsa (F) cada uma das afirmações seguintes relativas aos mecanismos de osmorregulação nos animais.
 - A. Um animal é osmoconformante quando a pressão osmótica interna varia de acordo com a pressão osmótica do meio externo.
 - B. Um peixe de água doce produz uma urina com elevado potencial osmótico.
 - C. Nos animais que vivem em ambientes de água salgada, a taxa de reabsorção de água ao nível dos nefrónios é muito elevada.
 - D. A reabsorção de água nos rins é regulada por um mecanismo de retroalimentação negativa.
 - E. No processo de produção da urina o mecanismo de reabsorção antecede o de filtração.
 - F. Num organismo osmorregulador, a pressão osmótica é constante e está dependente da pressão osmótica do meio externo.

- G.** Numa situação de carência de água, produz-se urina em menor volume e com maior concentração de solutos.
- H.** Um consumo reduzido de água ou perdas de água por transpiração levam a uma diminuição do volume sanguíneo, com diminuição da pressão osmótica.
- 8.** Imagine que procedia a uma medição dos níveis de ADH em indivíduos com mutações nos genes que codificam os recetores de ADH e em pacientes com mutações nos genes que codificam as aquaporinas. Refira quais os resultados expectáveis nos níveis de ADH, comparativamente aos indivíduos normais para ambas as situações.

Grupo IV

Emissões gasosas de vulcões açorianos (S. Miguel)

O estudo das emissões dos gases dissolvidos no magma é essencial para compreender as erupções vulcânicas. Quando o magma chega mais próximo da superfície, a diminuição da pressão provoca a libertação de gases. As interações entre a viscosidade, a temperatura e o conteúdo em gases do magma determinam o tipo de erupção.

Os gases emitidos pelos vulcões podem ser perigosos para os seres vivos, incluindo o Homem. Para além dos efeitos imediatos, a libertação gradual de gases vulcânicos pode ter efeitos nocivos, pois podem ser irritantes e afetar a qualidade de vida.

O vapor de água é o principal gás libertado pelos vulcões, seguindo-se o dióxido de carbono (CO₂). O dióxido de enxofre (SO₂) e o ácido sulfídrico (H₂S) tendem a ser libertados em maiores quantidades em vulcões ativos, em que existe um corpo magmático quente e próximo da superfície.

Na região dos Açores, pessoas que habitam e trabalham perto de vulcões podem estar sujeitas a níveis elevados de CO₂ e SO₂. Por exemplo, na caldeira das Furnas já foram registados 0,115 ppm de SO₂, muitas vezes superior ao valor máximo recomendado, e diversas mortes podem ter ocorrido em resultado do contacto com atmosferas ricas em CO₂ (concentrações acima de 15% podem causar asfixia aos seres humanos).

Tabela II – Difusão de CO₂ em diversos aparelhos vulcânicos distribuídos pelo globo.

Área estudada	Fluxo de CO₂ (toneladas/dia)	Fluxo de CO₂ (toneladas/km² dia)
Caldeira do vulcão Cuicocha (Equador)	106	8
Caldeira do vulcão Pululahua (Equador)	270	10
Vulcão Satsuma Iwojma (Japão)	80	32
Vulcão Vesúvio (Itália)	193.8	35
Caldeira do vulcão Nisyros (Grécia)	84	42
Campo geotermal de Yanbajain (China)	138	43
Campo geotermal de Reykjavík (Islândia)	13.5	61
Caldeira do vulcão das Furnas (Açores)	866	148
Fumarolas próximas da Lagoa das Furnas (Açores)	14	325
Campos termais no parque de Yellowstone (EUA)	60	387
Fumarolas próximas da localidade das Furnas (Açores)	12-15	414-517
Vulcão Cerro Negro (Nicarágua)	2800	4828

Adaptado de Viveiros, F. et al. (2011). *Soil CO₂ emission to the atmosphere from Furnas Volcano (São Miguel Island, Azores archipelago)*. Proceedings of the Global Conference on Global Warming 2011.

Do historial de erupções nas Furnas constam dois colapsos de câmaras magmáticas que terão dado origem a caldeiras, que foram parcialmente preenchidas por água. A datação baseada em isótopos ^{14}C mostrou que a formação da caldeira mais recente terá ocorrido há, aproximadamente, 12 000 a 10 000 anos.

Na resposta a cada um dos itens de 1. a 4., selecione a única opção que permite obter uma afirmação correta.

1. A partir dos dados apresentados, podemos inferir que...
 - (A) ... a libertação de gases muito ricos em CO_2 é um dos principais indicadores de uma erupção vulcânica eminente.
 - (B) ... na caldeira das Furnas a libertação de CO_2 por unidade de área é superior às fumarolas das Furnas.
 - (C) ... a libertação de gases com elevadas concentrações de dióxido de enxofre é indicadora do fim da atividade vulcânica.
 - (D) ... as populações que habitam a localidade das Furnas podem estar sujeitas a concentrações elevadas de CO_2 .

2. A determinação da idade ____ da formação das caldeiras das Furnas foi possível porque os isótopos de carbono desintegram-se a uma taxa ____ ao longo do tempo, dando origem a isótopos-filhos mais estáveis.
 - (A) absoluta (...) variável
 - (B) absoluta (...) constante
 - (C) relativa (...) constante
 - (D) relativa (...) variável

3. As erupções do tipo ____ estão associadas a magmas ácidos, e quando ocorrem em caldeiras preenchidas por água ____ a formação de nuvens ardentes e a emissão de piroclastos.
 - (A) explosivo (...) diminuem
 - (B) efusivo (...) potenciam
 - (C) explosivo (...) potenciam
 - (D) efusivo (...) diminuem

4. O enquadramento tectónico do arquipélago açoriano justifica a predominância de magmas com composição ____ e a existência de um ____ grau geotérmico.
 - (A) básica (...) alto
 - (B) básica (...) baixo
 - (C) ácida (...) baixo
 - (D) ácida (...) alto

5. Explique em que medida a interação entre os subsistemas terrestres permitiu a formação de uma atmosfera e de um oceano primitivo.

6. Ordene as letras de A a E de modo a reconstituir a sequência cronológica de acontecimentos que levaram à formação da caldeira das Furnas.
 - A. Preenchimento da depressão com água da chuva ao longo do tempo.
 - B. Erupção vulcânica com esvaziamento significativo da câmara magmática.
 - C. A câmara magmática completamente preenchida com magma é capaz de sustentar o peso das camadas superiores.
 - D. Por ação da força gravítica exercida pelas camadas superiores, a câmara magmática vazia colapsa, formando uma depressão à superfície.
 - E. O magma ascende na crosta e preenche por completo a câmara magmática das Furnas.

7. Os riscos geológicos da atividade vulcânica podem ser minimizados com monitorização adequada. Mencione a importância da monitorização da libertação de gases na minimização do risco geológico em regiões dos Açores com vulcanismo ativo.

8. No vulcão do Fogo, um dos maiores na ilha de S. Miguel, existe uma caldeira com morfologia complexa que resultou de sucessivos episódios vulcânicos e abatimentos. Este vulcão possui um campo geotermal muito ativo no flanco norte, que tem sido explorado para produzir cerca de 35% das necessidades energéticas de S. Miguel.
Explique a importância da exploração da geotermia no contexto do desenvolvimento sustentável.

Prova Escrita de Biologia e Geologia (Teste 1)
11.º Ano de Escolaridade

COTAÇÕES

GRUPO I

1.	5 pontos
2.	5 pontos
3.	5 pontos
4.	5 pontos
5.	10 pontos
6.	5 pontos
7.	10 pontos
8.	5 pontos

50 pontos

GRUPO II

1.	5 pontos
2.	5 pontos
3.	5 pontos
4.	5 pontos
5.	5 pontos
6.	5 pontos
7.	5 pontos
8.	5 pontos
9.	10 pontos

50 pontos

GRUPO III

1.	5 pontos
2.	5 pontos
3.	5 pontos
4.	5 pontos
5.	5 pontos
6.	5 pontos
7.	10 pontos
8.	10 pontos

50 pontos

GRUPO IV

1.	5 pontos
2.	5 pontos
3.	5 pontos
4.	5 pontos
5.	10 pontos
6.	5 pontos
7.	5 pontos
8.	10 pontos

50 pontos

TOTAL 200 pontos