



---

EXAME FINAL NACIONAL DO ENSINO SECUNDÁRIO

---

**Prova Escrita de Biologia e Geologia**

---

11.º Ano de Escolaridade

---

Decreto-Lei n.º 139/2012, de 5 de julho

---

**Prova 702/1.ª Fase**

16 Páginas

---

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

---

**2015**

**VERSÃO 1**

---

Indique de forma legível a versão da prova.

Utilize apenas caneta ou esferográfica de tinta azul ou preta.

Não é permitido o uso de corretor. Deve riscar 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 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 número do item e a letra que identifica a opção escolhida.

## GRUPO I

Ao longo do arco vulcânico do mar Egeu, cujo contexto tectónico se representa de forma simplificada na Figura 1, verifica-se um alinhamento de sismos com focos entre 150 km e 170 km de profundidade.

O sector mais ativo do arco vulcânico é o complexo de Santorini, numa zona onde a espessura da crosta continental terá cerca de 25 km.

A atividade vulcânica tem consistido na extrusão de lava e em eventos explosivos menores, verificando-se, raramente, grandes erupções explosivas, como a Minoica (cerca de 1600 a.C.), que parece ter resultado de um processo complexo de ascensão e mistura de magmas.

Aquela erupção levou ao colapso parcial de uma ilha, formando-se o pequeno arquipélago de Santorini, cujas ilhas ficaram cobertas de cinzas e de pedra-pomes.

As análises químicas e de microscópio petrográfico de amostras da pedra-pomes de Santorini revelaram um teor em sílica superior a 70% e a presença de cristais de plagioclases cujo núcleo central contém um teor de 58% a 88% de anortite (plagioclase cálcica).

Baseado em T. H. Druitt *et al.*, «Decadal to monthly timescales of magma transfer and reservoir growth at a caldera volcano»,

*Nature*, Vol. 482, 2012

e K. I. Konstantinou, «Crustal rheology of the Santorini – Amorgos zone: Implications for the nucleation depth and rupture extent of the 9 July 1956 Amorgos earthquake, southern Aegean», *Journal of Geodynamics*, Vol. 50, 2010

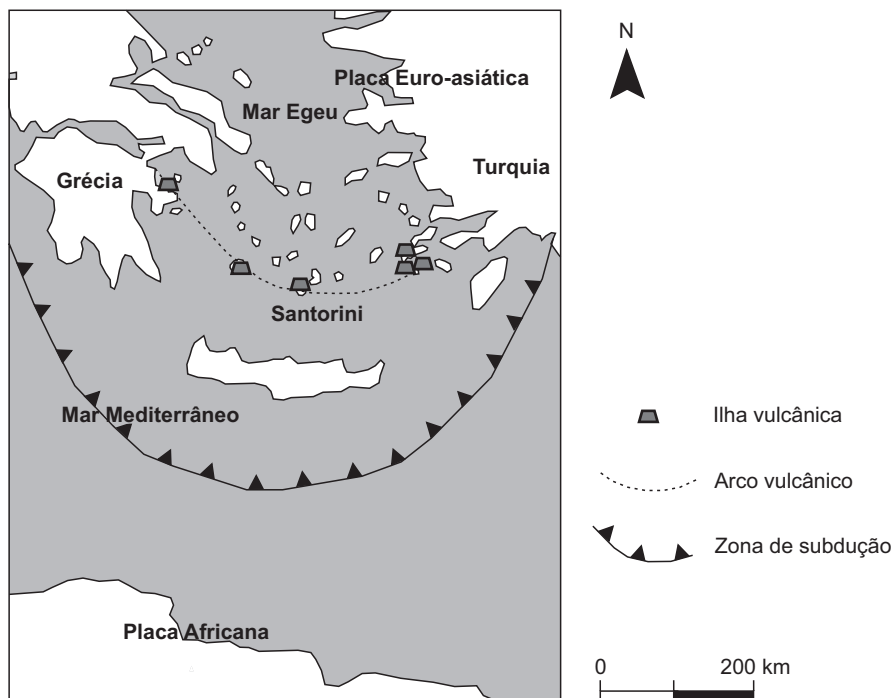


Figura 1

Baseado em R. Reilinger *et al.*, «Geodetic constraints on the tectonic evolution of the Aegean region and strain accumulation along the Hellenic subduction zone», *Tectonophysics*, 488, Elsevier, 2010

1. Os sismos que ocorrem na zona entre as placas africana e euro-asiática apresentam, tendencialmente, hipocentros mais profundos de \_\_\_\_\_ e estão relacionados com o processo que levará a um progressivo \_\_\_\_\_ da área do mar Mediterrâneo.  
  - (A) norte para sul ... decréscimo
  - (B) norte para sul ... acréscimo
  - (C) sul para norte ... decréscimo
  - (D) sul para norte ... acréscimo
  
2. Na crosta continental superior, as rochas magmáticas são predominantemente \_\_\_\_\_, com elevada percentagem \_\_\_\_\_.  
  - (A) leucocráticas ... de ferro e de magnésio
  - (B) leucocráticas ... de sílica e de alumínio
  - (C) melanocráticas ... de sílica e de alumínio
  - (D) melanocráticas ... de ferro e de magnésio
  
3. A composição dos cristais de plagioclase contidos nas amostras de pedra-pomes de Santorini permite inferir que o magma  
  - (A) consolidou em diferentes momentos.
  - (B) possuía uma baixa viscosidade.
  - (C) solidificou muito rapidamente.
  - (D) era pobre em compostos gasosos.
  
4. Os sismos que ocorrem no mar Egeu com focos entre 150 km e 170 km são considerados \_\_\_\_\_ e estão relacionados com um limite de placas \_\_\_\_\_.  
  - (A) intermédios ... destrutivo
  - (B) superficiais ... construtivo
  - (C) superficiais ... destrutivo
  - (D) intermédios ... construtivo
  
5. Quando ocorre um sismo, as estações sismográficas situadas na zona de sombra não registam ondas P diretas, porque estas  
  - (A) foram refratadas ao atravessarem a litosfera.
  - (B) diminuíram a velocidade ao atingirem a astenosfera.
  - (C) sofreram refrações ao atingirem o núcleo externo.
  - (D) aumentaram a velocidade ao atravessarem o manto.

6. Considere as seguintes afirmações, referentes à propagação de ondas sísmicas.

- I. As ondas S provocam a vibração das partículas rochosas perpendicularmente à sua direção de propagação.
- II. A velocidade de propagação das ondas S tende a aumentar quando os materiais atravessados apresentam menor rigidez.
- III. A propagação das ondas S na atmosfera provoca o ruído de fundo ouvido durante a ocorrência de um sismo.

(A) III é verdadeira; I e II são falsas.

(B) I e II são verdadeiras; III é falsa.

(C) II e III são verdadeiras; I é falsa.

(D) I é verdadeira; II e III são falsas.

7. Explique, de acordo com os dados do texto, a formação da pedra-pomes de Santorini.

---

**Página em branco**

---

## GRUPO II

A fermentação de vegetais contribui para a sua conservação e para a obtenção de produtos com interesse nutricional.

A fermentação láctica pode ocorrer por duas vias: a via homoláctica, cujo produto final é o ácido láctico, e a via heteroláctica, que origina, entre outros, ácido láctico e ácido acético.

As culturas bacterianas de arranque (culturas previamente selecionadas e cultivadas em laboratório) constituem uma alternativa à «flora microbiana» indígena (que ocorre de forma natural nos vegetais). Entre outros aspetos, a utilização dessas culturas possibilita o início mais rápido da fermentação, conduzindo a acidificações mais rápidas, que evitam a deterioração dos vegetais por diminuir a ação de micro-organismos deteriorantes.

Com o objetivo de avaliar o efeito de diversas bactérias ácido-lácticas na fermentação de uma mistura de vegetais, foi desenvolvida a investigação seguinte.

### Métodos e resultados

- 1 – Produziu-se uma mistura de vegetais contendo 45% de couve, 20% de cenoura, 10% de cebola, 2% de sal e 23% de água.
- 2 – A mistura de vegetais, não sujeita a esterilização, foi submetida a três tratamentos: A – sem inoculação; B – inoculação com uma cultura bacteriana de arranque mista (contendo mais do que uma espécie bacteriana) denominada COOP; C – inoculação com uma cultura bacteriana de arranque mista denominada F3.
- 3 – Cada um dos ensaios foi incubado a 20 °C, durante 72 h, e posteriormente armazenado a 4 °C.
- 4 – Em cada ensaio, avaliou-se a produção de ácido láctico e de ácido acético aos 0, 1, 3, 7 e 30 dias. Os resultados constam dos gráficos A, B e C, apresentados na Figura 2.

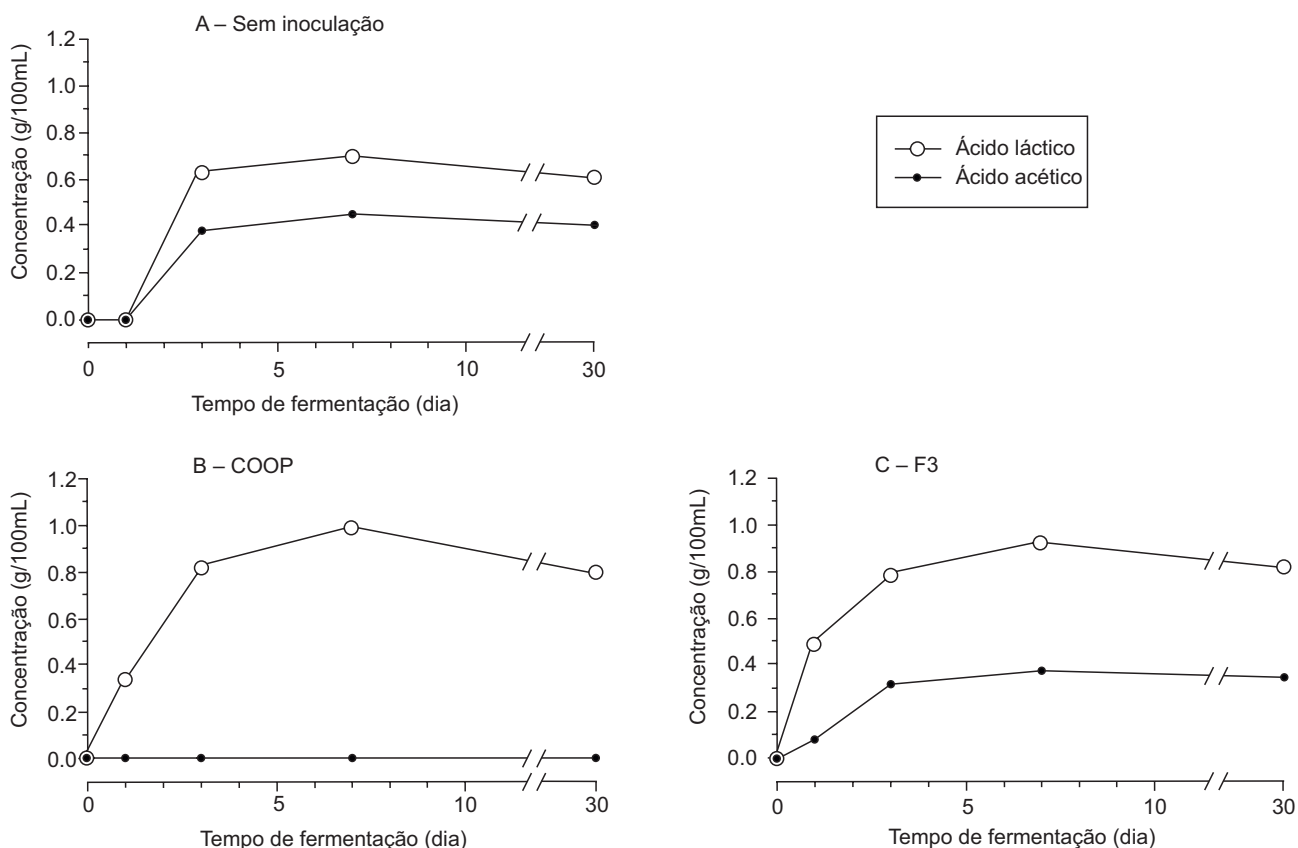


Figura 2

Baseado em N. Gardner *et al.*, «Selection and characterization of mixed starter cultures for lactic acid fermentation of carrot, cabbage, beet and onion vegetable mixtures», *International Journal of Food Microbiology*, 64, 2001

1. De acordo com o objetivo da investigação descrita, uma das variáveis dependentes em estudo é

- (A) a variedade de vegetais usados.
- (B) a temperatura de incubação.
- (C) a cultura de arranque utilizada.
- (D) a concentração de ácido láctico.

2. O controlo desta investigação implicou

- (A) a presença de «flora indígena» em todos os ensaios.
- (B) a exposição de cada um dos ensaios a diferentes temperaturas.
- (C) a avaliação de diferentes parâmetros em cada um dos ensaios.
- (D) a esterilização dos vegetais em todos os ensaios.

3. De acordo com os resultados apresentados,

- (A) no ensaio sem inoculação, a concentração de ácido acético estabilizou a partir do 2.º dia.
- (B) a produção de ácido láctico atingiu um valor máximo quando se utilizou a cultura bacteriana F3.
- (C) no ensaio com a cultura COOP, a concentração de ácidos aumentou continuamente.
- (D) a diminuição da concentração de ácido láctico, nos ensaios B e C, ocorreu ao mesmo tempo.

4. *Lactobacillus plantarum* integra a cultura COOP e a cultura F3.

As bactérias do grupo taxonómico *Lactobacillus* pertencem à mesma \_\_\_\_\_, apresentando \_\_\_\_\_ diversidade de características entre si do que as bactérias incluídas na ordem Lactobacillales.

- (A) espécie ... menor
- (B) família ... maior
- (C) família ... menor
- (D) espécie ... maior

5. A acumulação de sais nos vacúolos de células vegetais provoca \_\_\_\_\_ da pressão osmótica nos vacúolos e, conseqüentemente, a \_\_\_\_\_.

- (A) o aumento ... saída de água da célula
- (B) o aumento ... entrada de água na célula
- (C) a diminuição ... entrada de água na célula
- (D) a diminuição ... saída de água da célula

6. Durante a fase fotoquímica de produção de matéria orgânica pelas células vegetais, ocorre
- (A) fixação de  $\text{CO}_2$ .
  - (B) fosforilação de ADP.
  - (C) oxidação de  $\text{NADP}^+$ .
  - (D) redução de  $\text{O}_2$ .
7. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência cronológica de acontecimentos que ocorrem durante a fermentação.
- A. Formação de ácido pirúvico.
  - B. Produção de ATP.
  - C. Utilização de ATP.
  - D. Formação de ácido láctico.
  - E. Desdobramento da molécula de glucose.
8. De acordo com alguns investigadores, a otimização da fermentação industrial de uma mistura de vegetais é atingida quando, além da produção de ácido láctico, ocorre também a produção moderada de ácido acético.
- Fundamente a escolha de um dos processos (A, B ou C), em detrimento dos outros, para aplicação na fermentação industrial de misturas de vegetais, considerando os resultados obtidos nos três ensaios.



---

**Página em branco**

---

### GRUPO III

A região onde hoje se situa a cidade de Valongo, no norte de Portugal, encontrava-se coberta pelo mar no início do Paleozoico, há cerca de 542 Ma. Serão aproximadamente desta idade as rochas mais antigas que ali afloram e que se encontram interestratificadas com escoadas de lava de idade câmbria (de 541 a 485 Ma) e, talvez, também pré-câmbria. A Figura 3 representa um corte geológico da região.

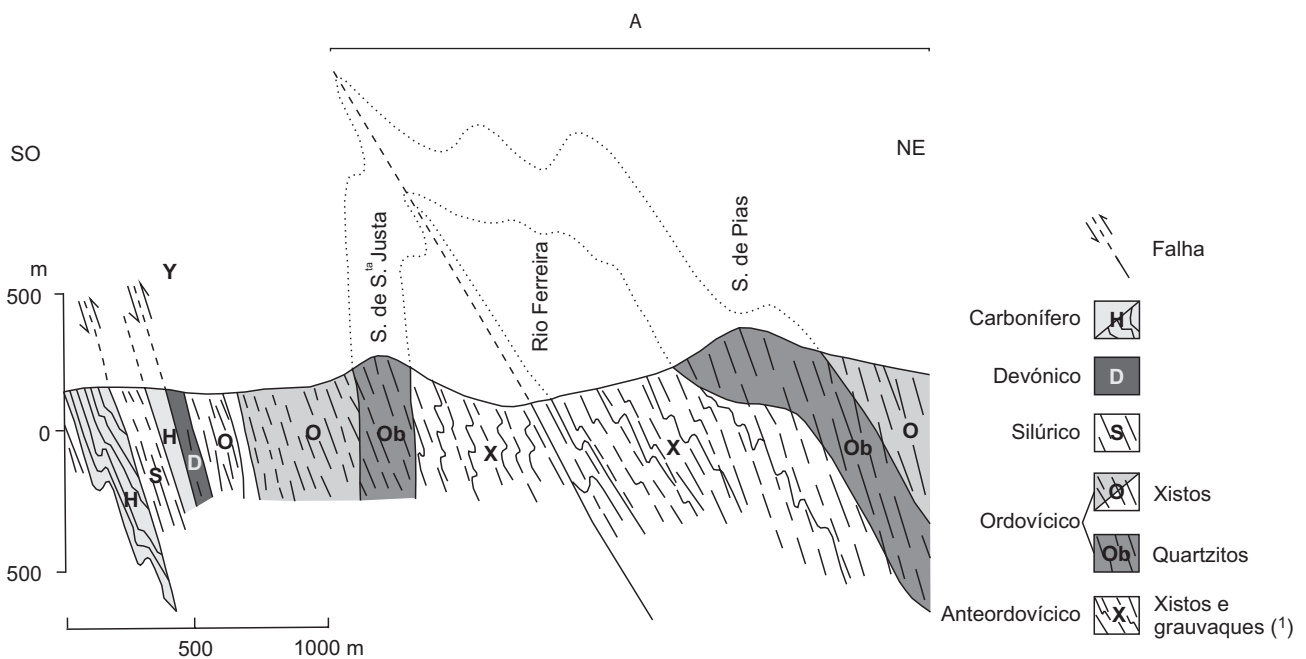
No início do Ordovícico (há aproximadamente 485 Ma), formou-se um rifte que conduziu à instalação de um mar onde viveram trilobites.

Durante o Devónico (de 419 a 359 Ma), a região onde se insere Valongo deslocou-se para norte, desde a região do polo sul, onde então se encontrava, até próximo do equador, colidindo com um outro continente e provocando um recuo do mar e o dobramento das rochas. Daqui resultou a deformação assinalada na Figura 3 com a letra A.

Este último contexto paleogeográfico, que levou à formação de bacias sedimentares continentais lacustres, ocorreu no Carbonífero (de 359 a 299 Ma).

Atualmente, destacam-se na paisagem as cristas quartzíticas do Ordovícico, que constituem as serras de Santa Justa e de Pias, entre as quais corre o rio Ferreira.

Baseado em H. Couto e A. Lourenço, «História Geológica do Anticlinal de Valongo. Evolução da Terra e da Vida», U. Porto, 1.ª edição, novembro de 2011



(1) Rocha de origem sedimentar levemente metamorfizada.

Figura 3

Baseado em Carta Geológica de Portugal, Folha 9-D (Penafiel), 1/50 000

1. A falha assinalada na Figura 3 com a letra Y é uma falha \_\_\_\_\_, que resultou de um regime de forças \_\_\_\_\_.
- (A) normal ... compressivo
  - (B) inversa ... compressivo
  - (C) normal ... distensivo
  - (D) inversa ... distensivo
2. Os dados permitem inferir que, durante o Câmbrio, a atividade vulcânica \_\_\_\_\_ originou rochas vulcânicas que se interestratificaram com rochas \_\_\_\_\_.
- (A) subaérea ... sedimentares
  - (B) submarina ... metamórficas
  - (C) submarina ... sedimentares
  - (D) subaérea ... metamórficas
3. A estrutura assinalada na Figura 3 com a letra A corresponde a um \_\_\_\_\_, cujo núcleo é formado por rochas mais \_\_\_\_\_.
- (A) antiforma ... recentes
  - (B) antiforma ... antigas
  - (C) sinforma ... recentes
  - (D) sinforma ... antigas
4. O vale do rio Ferreira é mais \_\_\_\_\_ nos locais onde o rio atravessa as cristas quartzíticas do que nos locais onde atravessa as formações xistentas, devido a uma \_\_\_\_\_ resistência dos quartzitos à erosão.
- (A) estreito ... maior
  - (B) largo ... maior
  - (C) estreito ... menor
  - (D) largo ... menor
5. Ao longo do Ordovícico, verificaram-se oscilações do nível do mar.  
Durante as \_\_\_\_\_, a profundidade do mar aumentou, favorecendo a formação de \_\_\_\_\_.
- (A) transgressões ... conglomerados
  - (B) regressões ... argilitos
  - (C) transgressões ... argilitos
  - (D) regressões ... conglomerados

6. A presença de fósseis de trilobites em estratos sedimentares do Ordovícico permite determinar a idade \_\_\_\_\_ dessas rochas se esses fósseis apresentarem uma reduzida distribuição \_\_\_\_\_.

- (A) absoluta ... geográfica
- (B) relativa ... geográfica
- (C) absoluta ... estratigráfica
- (D) relativa ... estratigráfica

7. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a sequenciar os acontecimentos relativos à evolução geotectónica da região de Valongo.

- A. Compressão das rochas no Devónico.
- B. Formação de um rifte no Ordovícico.
- C. Instalação de bacias sedimentares continentais.
- D. Instalação do vale do rio Ferreira.
- E. Formação de leitos de carvão.

8. Durante o Ordovícico ocorreu uma glaciação responsável pelo declínio das trilobites, não diretamente relacionado com a variação da temperatura da água.

Explique de que forma a glaciação contribuiu para o declínio das trilobites.

9. A oeste da deformação de Valongo, formou-se, no Carbonífero, uma bacia sedimentar continental, nas margens da qual se desenvolveu uma importante flora.

Explique a formação de carvão na referida bacia, tendo em conta os contextos paleogeográfico e paleoclimático da região.

---

**Página em branco**

---

## GRUPO IV

Em 2012, um grupo de cientistas conseguiu produzir um par de bases nucleotídicas sintéticas, complementares entre si, diferentes das que se encontram na natureza. Em 2014, os mesmos cientistas adicionaram estas bases a um meio de cultura. Este meio de cultura foi inoculado com uma estirpe da bactéria *E. coli*, que expressa um transportador membranar capaz de incorporar estas bases nas células bacterianas.

Uma vez dentro da célula, as bases teriam de ser reconhecidas e aceites pelas enzimas que copiam o DNA e pelas enzimas envolvidas na transcrição dos genes. Os cientistas comprovaram que as bactérias se multiplicaram, sintetizaram cópias de DNA artificial com seis tipos de bases e, em 99,4% dos casos, transmitiram o novo par de bases à descendência.

Para que as bactérias identifiquem este novo código, os cientistas têm ainda de modificar os mecanismos de tradução, garantindo o reconhecimento das bases artificiais introduzidas nos ácidos nucleicos e a incorporação de aminoácidos sintéticos específicos nas proteínas, tornando, deste modo, possível a produção de proteínas inexistentes na natureza.

Baseado em E. Abdoun, «Code de la Vie», *Science & Vie*, 1163, agosto de 2014

- Os novos nucleótidos manterão a configuração em dupla hélice do DNA se tiverem
  - bases nitrogenadas que se unam por ligações de hidrogénio.
  - moléculas de desoxirribose que se liguem entre si.
  - grupos fosfato unidos por ligações de hidrogénio.
  - bases nitrogenadas ligadas a grupos fosfato.
- A importação das bases artificiais para a célula ocorreu através \_\_\_\_\_, por meio de um mecanismo de transporte \_\_\_\_\_.
  - da bicamada fosfolipídica ... mediado
  - da bicamada fosfolipídica ... não mediado
  - de proteínas ... mediado
  - de proteínas ... não mediado
- A incorporação de novas bases em *E. coli* conduziu à
  - alteração dos mecanismos de tradução.
  - formação de novos aminoácidos.
  - alteração da expressão dos genes.
  - formação de novas moléculas de DNA.
- Suponha que, no DNA da estirpe de *E. coli* resultante do estudo descrito, 23% dos nucleótidos são nucleótidos de timina e 25% são nucleótidos de citosina. A soma das percentagens das bases do novo par será de
  - 52%.
  - 26%.
  - 4%.
  - 2%.

5. De acordo com o sistema de classificação de Whittaker modificado, *E. coli* deve ser integrada no reino \_\_\_\_\_, pois é um ser \_\_\_\_\_.
- (A) Protista ... unicelular  
 (B) Monera ... procarionte  
 (C) Protista ... procarionte  
 (D) Monera ... unicelular
6. O código genético \_\_\_\_\_ ambíguo, porque \_\_\_\_\_.
- (A) é ... um codão codifica sempre o mesmo aminoácido  
 (B) não é ... um aminoácido é codificado apenas por um codão  
 (C) é ... um aminoácido é codificado apenas por um codão  
 (D) não é ... um codão codifica sempre o mesmo aminoácido
7. Faça corresponder cada uma das descrições de processos de reprodução assexuada, expressas na coluna **A**, à respetiva designação, que consta da coluna **B**.

| COLUNA A   | COLUNA B          |
|--|-------------------|
| (a) A partir de óvulos que não foram fecundados, originam-se novos indivíduos. | (1) Bipartição    |
| (b) Um organismo unicelular origina duas células de diferente tamanho.         | (2) Esporulação   |
| (c) Formam-se células reprodutoras especializadas que originam novos seres.    | (3) Fragmentação  |
|  | (4) Gemulação     |
|  | (5) Partenogénese |

8. O processo apresentado no texto pode constituir um mecanismo de seleção artificial capaz de conduzir à evolução de *E. coli*.

Explique, numa perspetiva neodarwinista, como poderá ocorrer essa evolução.

**FIM**

## COTAÇÕES

### GRUPO I

|         |           |
|---------|-----------|
| 1. .... | 5 pontos  |
| 2. .... | 5 pontos  |
| 3. .... | 5 pontos  |
| 4. .... | 5 pontos  |
| 5. .... | 5 pontos  |
| 6. .... | 5 pontos  |
| 7. .... | 10 pontos |

---

**40 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. .... | 15 pontos |

---

**50 pontos**

### GRUPO III

|         |           |
|---------|-----------|
| 1. .... | 5 pontos  |
| 2. .... | 5 pontos  |
| 3. .... | 5 pontos  |
| 4. .... | 5 pontos  |
| 5. .... | 5 pontos  |
| 6. .... | 5 pontos  |
| 7. .... | 5 pontos  |
| 8. .... | 10 pontos |
| 9. .... | 15 pontos |

---

**60 pontos**

### GRUPO IV

|         |           |
|---------|-----------|
| 1. .... | 5 pontos  |
| 2. .... | 5 pontos  |
| 3. .... | 5 pontos  |
| 4. .... | 5 pontos  |
| 5. .... | 5 pontos  |
| 6. .... | 5 pontos  |
| 7. .... | 5 pontos  |
| 8. .... | 15 pontos |

---

**50 pontos**

---

**TOTAL ..... 200 pontos**