

**Exame Final Nacional de Biologia e Geologia**  
**Prova 702 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2026**

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.

16 Páginas

---

## VERSÃO 1

A prova inclui 20 itens, devidamente identificados no enunciado (\*), cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final. Dos restantes 8 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.

---

**As respostas aos itens da prova são registadas no caderno de respostas.**

Nas respostas aos itens de escolha múltipla, selecione a opção correta. Assinale, na folha de respostas, a opção selecionada.

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

---

# GRUPO I

## Texto 1

O rifte do Mar Vermelho é considerado uma das zonas de expansão oceânica mais jovens do mundo, onde diferentes fases deste processo de expansão se encontram ativas. Este rifte faz parte de um sistema de riftes, ao qual a Dorsal Oceânica de Sheba está associada. Na Figura 1 está representado esquematicamente este sistema de riftes.

A instalação da pluma térmica de Afar terá contribuído para a abertura do Mar Vermelho no Cenozoico, aproximadamente há 30 Ma (milhões de anos). Esta pluma térmica terá favorecido o estiramento da litosfera continental e a ascensão de magma que deu origem a diques<sup>1</sup> basálticos e gabroicos, bem como a fenómenos vulcânicos como os que originaram os *harrats* – campos vulcânicos existentes na Placa Arábica.

Para o estudo da região do Mar Vermelho, tem sido utilizado um conjunto de métodos complementares, como a análise de afloramentos, de registos magnéticos e de registos sísmicos.

Um estudo sísmico recente utilizou, pela primeira vez, os tempos de chegada de ondas sísmicas P e S de sismos registados nas redes sísmicas do Egito e da Arábia Saudita. A partir dos dados recolhidos identificaram-se zonas onde a velocidade de propagação das ondas sísmicas P é inferior à velocidade média esperada – anomalias de baixa velocidade –, e zonas onde a velocidade de propagação das ondas sísmicas P é superior à velocidade média esperada – anomalias de alta velocidade. As anomalias de baixa velocidade ocorrem ao longo do eixo central do rifte, e as anomalias de alta velocidade coincidem com zonas de litosfera continental da bacia do Mar Vermelho, de um e de outro lado do rifte.

Com base nestes resultados, foi proposto um modelo para a evolução da litosfera no Mar Vermelho ao longo do tempo, representado esquematicamente na Figura 2, de modo sequencial (A, B e C).

### Nota:

<sup>1</sup> Dique – corpo rochoso que resulta da intrusão de magmas que intersectam as rochas encaixantes.

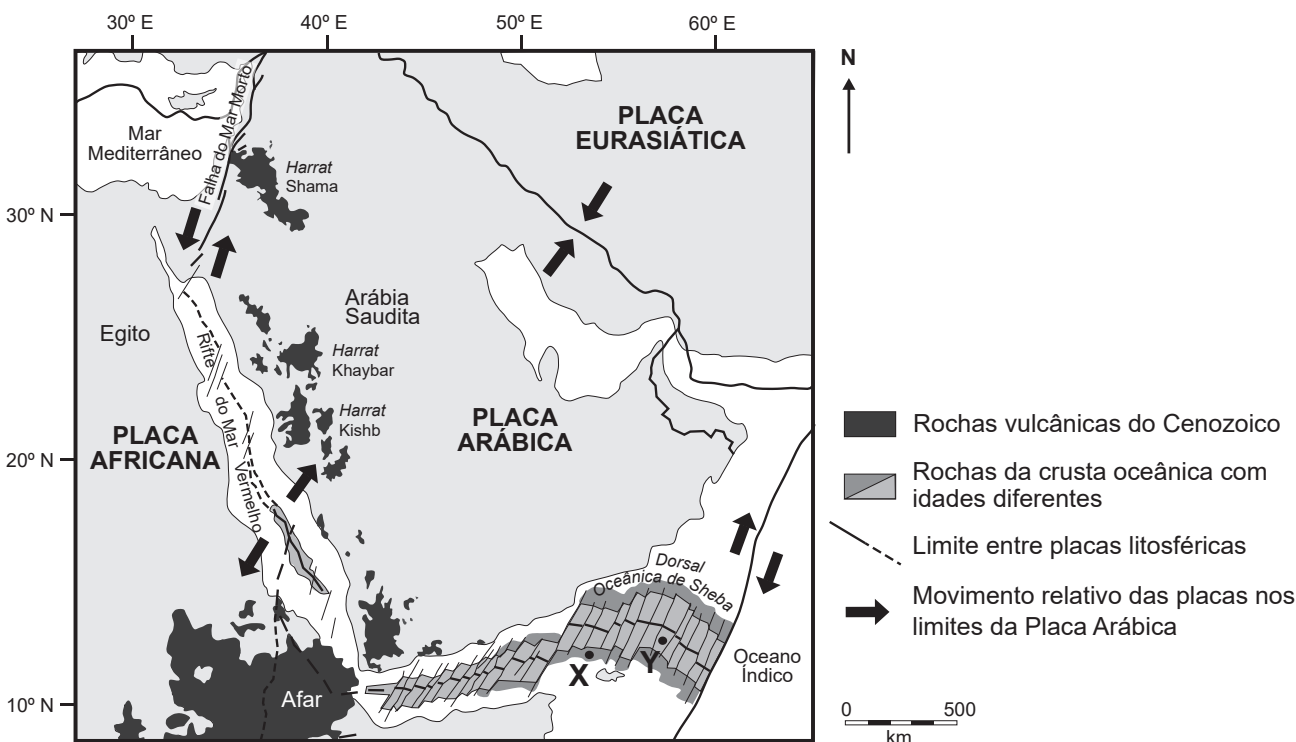


Figura 1

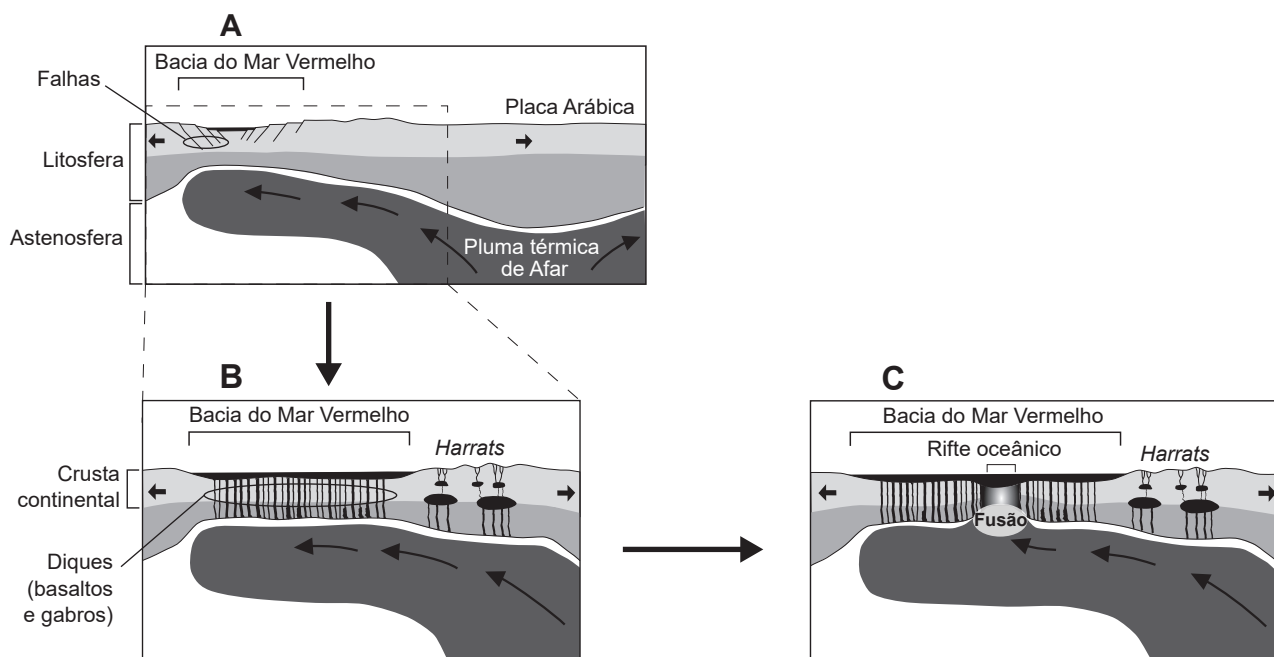


Figura 2

Baseado em: S. Khrepy *et al.*, «Transition from continental rifting to oceanic spreading in the northern Red Sea area», in *Scientific Reports*, 2021; e em: W. Bosworth, «Geological Evolution of the Red Sea: Historical Background, Review, and Synthesis», in *The Red Sea*, Springer-Verlag, 2015.

- \* 1. Identifique, de entre as afirmações relativas à geologia da região representada na Figura 1 e à evolução do Mar Vermelho representada na Figura 2, as **três** afirmações corretas.

Assinale, na folha de respostas, as opções selecionadas.

- I. Os *harrats* evidenciam a existência de vulcanismo intraplaca, que ocorreu no Mesozoico.
- II. Amostras recolhidas em diferentes regiões da Dorsal Oceânica de Sheba poderão conter o registo de inversões da polaridade do campo magnético terrestre.
- III. Os *harrats* resultaram da subida de magma que começou por se acumular em câmaras magmáticas localizadas na transição que corresponde à descontinuidade de Mohorovicic.
- IV. Na zona norte do Mar Vermelho, acima de 20° N, é de prever que o fluxo térmico seja mais elevado do que na zona sul.
- V. A litologia dos diques permite inferir que estes se formaram a partir de um magma com baixa viscosidade.

- \* 2. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência de acontecimentos relacionados com a formação e a evolução da região do Mar Vermelho, considerando as informações do Texto 1 e da Figura 2.

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

- A. Formação do rifte oceânico do Mar Vermelho.
- B. Instalação da pluma térmica de Afar.
- C. Expansão do fundo oceânico.
- D. Formação de uma bacia continental.
- E. Instalação de diques.

\* 3. No estudo efetuado, os investigadores basearam-se no comportamento das ondas sísmicas. Este é um método de estudo do interior da geosfera considerado

- (A) indireto, tal como o vulcanismo.                      (B) indireto, tal como o geomagnetismo.  
(C) direto, tal como as sondagens.                      (D) direto, tal como a geotermia.

4. Selecione a opção que apresenta uma análise correta do contexto tectónico da Placa Arábica, representado na Figura 1.

- (A) A expansão que ocorre na região sul do Mar Vermelho contribui para que a Placa Arábica se desloque para noroeste.  
(B) A área da Placa Arábica tem tendência a aumentar, na sequência do movimento desta placa relativamente à Placa Eurasiática.  
(C) As tensões tectónicas distensivas na Dorsal Oceânica de Sheba contribuem para que a Placa Arábica se desloque para nordeste.  
(D) A Falha do Mar Morto corresponde a um limite construtivo entre as placas Arábica e Africana, onde atuam tensões tectónicas de cisalhamento.

5. Considerando um determinado par de isótopos, quando se compara a idade das rochas X com a das rochas Y, assinaladas na Figura 1, é de esperar que

- (A) a razão isótopo-pai/isótopo-filho seja maior nas rochas Y.  
(B) a desintegração radioativa do isótopo-pai se tenha iniciado primeiro nas rochas Y.  
(C) o período de semivida do isótopo-pai seja maior nas rochas X.  
(D) o teor de isótopo-filho seja igual ao teor de isótopo-pai em ambas as rochas.

\* 6. As falhas representadas na Figura 2A, tendo em conta o contexto tectónico da região, são consideradas

- (A) inversas, nas quais os blocos adjacentes se movem paralelamente à direção do plano de falha.  
(B) inversas e estão associadas a um comportamento frágil das rochas.  
(C) normais e estão associadas a um comportamento dúctil das rochas.  
(D) normais, nas quais o bloco localizado acima do plano de falha desce em relação ao outro bloco.

\* 7. Associe cada uma das afirmações relativas a características das rochas, apresentadas na Coluna I, à designação correspondente, que consta na Coluna II.

A cada letra corresponde apenas um número.

Assinale, na folha de respostas, para cada letra, o número da opção selecionada.

COLUNA I	COLUNA II
(a) Rocha sedimentar quimiogénica evaporítica.	(1) Basalto
(b) Rocha plutónica com minerais do grupo das olivinas.	(2) Calcário
(c) Rocha vulcânica rica em minerais félsicos.	(3) Gabro
	(4) Gesso
	(5) Riólito

- \* 8. O Mar Vermelho é uma das bacias oceânicas mais salinas do mundo. Contém evaporitos que, no seu limite superior, contactam com calcários biogénicos ao longo de uma superfície de erosão, que se estende por toda a bacia.

Baseado em: T. Pensa *et al.*, «Desiccation of the Red Sea basin at the start of the Messinian salinity crisis was followed by major erosion and reflooding from the Indian Ocean», in *Communications Earth & Environment*, 2025.

Complete o texto seguinte, seleccionando a opção correta para cada espaço.

Assinale, na folha de respostas, para cada letra, o número da opção seleccionada.

Considerando a sequência estratigráfica descrita, no Mar Vermelho há evidências de (a) da bacia sedimentar. Os calcários, relativamente aos evaporitos, são (b). Em determinadas zonas do fundo da bacia ocorrem acumulações de águas hipersalinas onde vivem bactérias anaeróbias, seres vivos que pertencem ao reino (c) e que são (d).

(a)	(b)	(c)	(d)
(1) uma única fase de inundação	(1) mais antigos	(1) Protista	(1) unicelulares
(2) duas fases de exposição subaérea	(2) mais recentes	(2) Fungi	(2) macroconsumidores
(3) duas fases de inundação	(3) da mesma idade	(3) Monera	(3) eucariontes

- \* 9. Explique, utilizando as informações do Texto 1 e da Figura 2C, a existência, em diferentes zonas da bacia do Mar Vermelho, de anomalias:

- de baixa velocidade na propagação das ondas sísmicas P, fazendo referência à variação da rigidez dos materiais;
- de alta velocidade na propagação das ondas sísmicas P, fazendo referência à diferença da litologia entre a crosta continental nesta bacia e a crosta continental em geral. Para esta explicação, utilize a informação seguinte: a velocidade média de propagação das ondas sísmicas P na crosta continental é geralmente inferior à velocidade média de propagação das ondas sísmicas P na crosta oceânica.

Texto 2

As formações avermelhadas observadas no Mar Vermelho correspondem a acumulações de *Trichodesmium erythraeum*, cianobactérias que, além de clorofilas, possuem ficoeritrina, um pigmento fotossintético que reflete a cor vermelha. Estas cianobactérias apresentam um sistema interno de membranas especializadas, resultantes de invaginações da membrana plasmática, onde realizam um processo fotossintético semelhante ao que ocorre nas algas e nas plantas.

*T. erythraeum* é uma cianobactéria fixadora de nitrogénio atmosférico (N<sub>2</sub>), desempenhando um papel importante na disponibilização deste nutriente. A nitrogenase, enzima responsável pela fixação do N<sub>2</sub>, é constituída por duas subunidades (a proteína MoFe e a proteína Fe), estando vários genes envolvidos na sua síntese. A subunidade proteica Fe é codificada pelo gene *nifH*, ocorrendo, diariamente, síntese e degradação desta subunidade.

Apesar de *T. erythraeum* ter propriedades tóxicas para muitos seres vivos, as larvas da estrela-do-mar-coroa-de-espinhos (*Acanthaster planci*) alimentam-se ativamente desta componente do fitoplâncton. Na fase adulta, esta estrela-do-mar alimenta-se de corais e reproduz-se sexuadamente, libertando os gâmetas para a coluna de água, onde ocorre a fecundação.

De entre as centenas de espécies de peixes existentes no Mar Vermelho, destaca-se o bodião-azul-turquesa (*Thalassoma purpuraceum*), um peixe muito apreciado em aquarofilia, e o bodião-de-cabeça-corcunda (*Cheilinus undulatus*), ambos pertencentes à família Labridae. O bodião-de-cabeça-corcunda é um dos maiores peixes de recife e é um dos predadores conhecidos da estrela-do-mar-coroa-de-espinhos.

Baseado em: B. Bergman *et al.*, «*Trichodesmium* – a widespread marine cyanobacterium with unusual nitrogen fixation properties», in *FEMS Microbiology Reviews*, n.º 37, 2013; e em: B. Mos *et al.*, «Crown-of-thorns starfish complete their larval phase eating only nitrogen-fixing *Trichodesmium* cyanobacteria», in *Science Advances*, n.º 10, 2024.

**\* 10.** Complete o texto seguinte, selecionando a opção correta para cada espaço.

Assinale, na folha de respostas, para cada letra, o número da opção selecionada.

Em *T. erythraeum*, a fixação de N<sub>2</sub> requer a síntese de uma molécula complementar à cadeia molde do gene *nifH*, designada por **(a)**. Nos ribossomas, ocorre a **(b)** da informação genética, a partir da qual se forma uma cadeia de **(c)**. A ligação das duas subunidades confere à nitrogenase uma estrutura **(d)**.

(a)	(b)	(c)	(d)
(1) RNA ribossómico	(1) transcrição	(1) aminoácidos	(1) secundária
(2) RNA mensageiro	(2) replicação	(2) monossacáridos	(2) terciária
(3) RNA de transferência	(3) tradução	(3) nucleótidos	(3) quaternária

11. Na fase fotoquímica da fotossíntese realizada por *T. erythraeum*, ocorre

- (A) fosforilação de moléculas de ADP em reações endoenergéticas.
- (B) mobilização de moléculas de NADP<sup>+</sup> no estroma do cloroplasto.
- (C) absorção de energia pelas ficoeritrinas e pelas clorofilas nos mesmos comprimentos de onda.
- (D) liberação de oxigênio proveniente das moléculas do dióxido de carbono que é incorporado.

\* 12. No modelo endossimbiótico, as características das cianobactérias são utilizadas para explicar que o aparecimento

- (A) das mitocôndrias resultou de invaginações sucessivas da membrana plasmática de células procarióticas ancestrais.
- (B) das mitocôndrias resultou de relações benéficas que se estabeleceram entre organismos coloniais heterotróficos.
- (C) dos cloroplastos resultou da vantagem adaptativa proveniente da associação entre procariontes fotossintéticos.
- (D) dos cloroplastos resultou da incorporação de procariontes autotróficos por organismos unicelulares heterotróficos.

13. No que diz respeito às categorias taxonômicas, o peixe *Thalassoma pavo* pertence

- (A) ao mesmo gênero de *Cheilinus undulatus*.
- (B) a uma família diferente de *Thalassoma purpureum*.
- (C) ao mesmo filo de *Cheilinus undulatus*.
- (D) a uma ordem diferente de *Thalassoma purpureum*.

14. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência de acontecimentos relacionados com a formação de gâmetas na estrela-do-mar-coroa-de-espinhos, *Acanthaster planci*.

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

- A. Alinhamento de cromossomas homólogos na placa equatorial.
- B. Redução do número de cromossomas para metade.
- C. Formação de bivalentes com pontos de quiasma.
- D. Duplicação do material genético.
- E. Separação dos centrómeros de cromátídeos-irmãos.

\* 15. Estudos realizados na Grande Barreira de Coral da Austrália apontam *Acanthaster planci* como uma das principais causas da degradação dos recifes de corais. Atualmente, as causas dos surtos da estrela-do-mar-coroa-de-espinhos são amplamente debatidas.

Considere os dados que a seguir se apresentam:

- A** – A grande disponibilidade de nutrientes nas águas costeiras, proveniente de atividades humanas poluentes, aumenta a biomassa do fitoplâncton.
- B** – Diversos peixes de recife são predadores dos ovos, das larvas e dos juvenis da *A. planci*.

Explique, utilizando os dados e a informação do Texto 2, de que modo a poluição e a pesca podem contribuir para a degradação dos recifes de corais.

### Texto 3

A água do mar é facilmente contaminada devido às atividades humanas, sendo o cádmio (Cd) um dos metais pesados que se podem encontrar em águas poluídas.

Foi realizado um estudo com o objetivo de determinar os efeitos deste metal nas brânquias do peixe *Thalassoma pavo*.

#### **Procedimento:**

- Recolheram-se peixes adultos *Thalassoma pavo* que foram colocados em aquários de 150 L, com água do mar proveniente do local de recolha, durante 5 dias, para aclimação.
- Prepararam-se 5 tanques com soluções de água do mar com diferentes concentrações não letais de cádmio (10, 20, 40, 60 e 120  $\mu\text{M}$ ) e 1 tanque com água do mar não contaminada (NC).
- Fizeram-se duas réplicas de cada um dos 6 tanques, com as respetivas concentrações de cádmio.
- Colocaram-se 5 peixes, de tamanho corporal semelhante, selecionados aleatoriamente, em cada um dos tanques.
- Durante toda a experiência, os peixes foram alimentados em dias alternados, mantidos num ciclo natural diário de luz/escuridão e em iguais condições de temperatura, de salinidade e de oxigenação.
- Foram realizadas observações microscópicas às brânquias, ao fim de 48, 96 e 192 horas, para identificar possíveis alterações morfológicas.
- Analisou-se também a presença de vários biomarcadores nas células das brânquias, nomeadamente:
  - PCNA (antigénio nuclear de proliferação celular), uma proteína que se liga à DNAPolimerase, possibilitando a síntese de cadeias de desoxirribonucleótidos;
  - MT (metalotioneínas), proteínas que, pela capacidade de se ligarem a diferentes metais, desempenham uma função importante na desintoxicação das células.

#### **Resultados:**

As observações microscópicas revelaram a ocorrência de alterações nas células das brânquias em todos os ensaios experimentais realizados.

Relativamente à presença dos biomarcadores analisados:

- os Gráficos I e II apresentam a percentagem média de células das brânquias em que foi identificada a presença de PCNA (células positivas), às 48 horas e às 192 horas, em função da concentração de cádmio;
- os Gráficos III e IV apresentam a percentagem média de células das brânquias em que foi identificada a presença de MT (células positivas), às 48 horas e às 192 horas, em função da concentração de cádmio.

Gráfico I

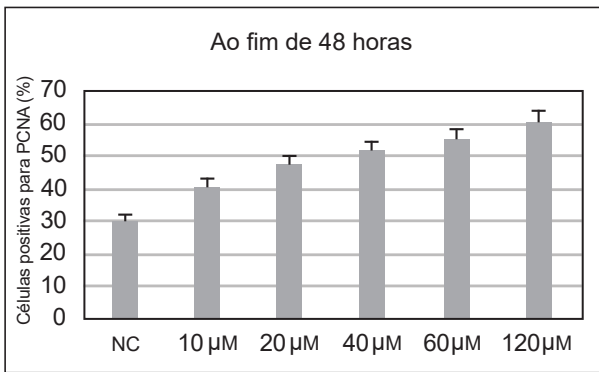


Gráfico II

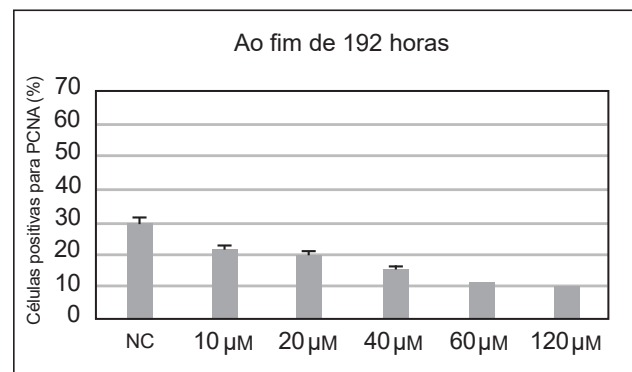


Gráfico III

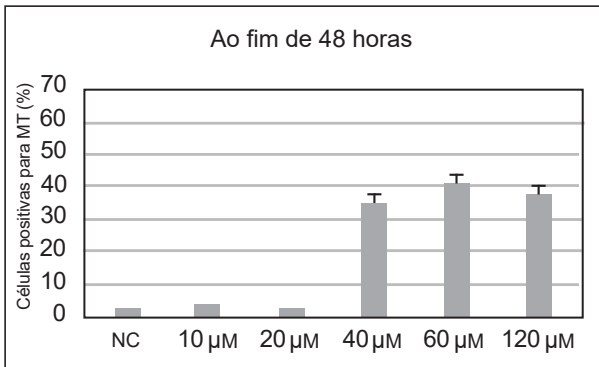
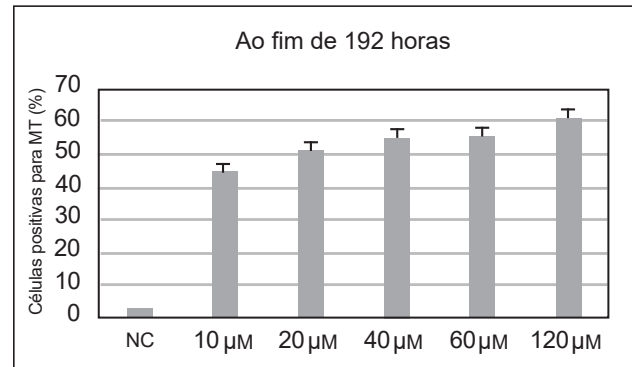


Gráfico IV



┆ Desvio em relação aos valores médios representados nas barras

Baseado em: E. Brunelli *et al.*, «Ultrastructural and immunohistochemical investigation on the gills of the teleost, *Thalassoma pavo* L., exposed to cadmium», in *Acta Histochemica*, n.º 113, 2011.

\* 16. Selecione a opção que apresenta uma análise correta da experiência descrita.

- (A) Uma das variáveis dependentes é o tempo de exposição ao cádmio, e uma das variáveis independentes é a espécie dos peixes utilizada.
- (B) A síntese de metalotioneínas está dependente da concentração de cádmio e do tempo de exposição dos peixes ao poluente.
- (C) A hipótese testada foi: as atividades humanas contribuem para o aumento da concentração de cádmio na água do mar.
- (D) Nas células das brânquias dos peixes expostos a uma concentração de 40 µM de cádmio, a percentagem média de células que apresentam MT diminui ao longo do tempo.

\* 17. As alterações morfológicas observadas nas brânquias do peixe *T. pavo* podem contribuir para a diminuição da hematose branquial. Como consequência, a nível celular a produção de energia será menor, pois fica comprometida

- (A) a fosforilação oxidativa, nas cristas mitocondriais.
- (B) a oxidação da glicose, na matriz das mitocôndrias.
- (C) a redução do piruvato, no hialoplasma.
- (D) a produção de lactato, na mitocôndria.

\* 18. Selecione a opção que apresenta características do ciclo de vida do peixe *T. pavo*.

- (A) Ocorre meiose pós-zigótica, sendo os gametas haploides.
- (B) Verifica-se alternância de gerações, sendo o zigoto uma célula diploide.
- (C) Ocorre meiose pré-gamética, num ciclo de vida haplonte.
- (D) Verifica-se alternância de fases nucleares, num ciclo de vida diplonte.

\* 19. Associe cada uma das afirmações relativas a características do sistema de transporte, apresentadas na Coluna I, ao respetivo grupo de animais, que consta na Coluna II.

A cada letra corresponde apenas um número.

Assinale, na folha de respostas, para cada letra, o número da opção selecionada.

COLUNA I	COLUNA II
(a) O sangue efetua dois percursos distintos, sendo bombeado por um coração que possui três cavidades.	(1) Anelídeos (2) Anfíbios
(b) O coração bombeia exclusivamente sangue venoso, que, depois de percorrer a superfície respiratória, segue diretamente para os restantes órgãos.	(3) Aves (4) Insetos
(c) A hemolinfa flui livremente nas lacunas até alcançar as células.	(5) Peixes

\* 20. Explique de que modo a exposição prolongada ao cádmio (192 horas) afeta a capacidade de regeneração das brânquias dos peixes *T. pavo*.

Fundamente a sua resposta com os resultados obtidos para o grupo de controlo e para os grupos experimentais, relativos à presença do biomarcador diretamente implicado na capacidade de regeneração das células, e com a função deste biomarcador.

## GRUPO II

Numa aula de Biologia e Geologia, realizou-se uma experiência com o objetivo de estudar em que sentido ocorre o fluxo de água através da membrana celular, utilizando células da epiderme do bolbo da cebola roxa, *Allium cepa*.

Nas células utilizadas, os pigmentos que lhes conferem a cor encontram-se no vacúolo hídrico.

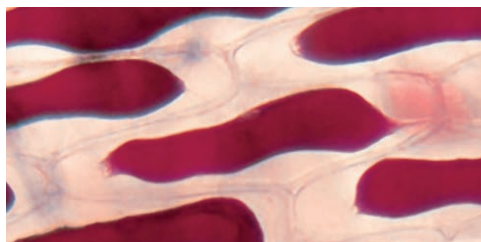
### Procedimento:

1. Marcaram-se 3 lâminas com as letras A, B e C.
2. Destacaram-se três fragmentos da epiderme roxa da cebola com a ajuda de um bisturi e de uma pinça.
3. Na lâmina A, colocou-se um dos fragmentos de epiderme, entre lâmina e lamela, utilizando como meio de montagem uma gota de solução de Ringer (solução com uma concentração salina igual à do meio intracelular).
4. Na lâmina B, colocou-se um dos fragmentos de epiderme, entre lâmina e lamela, utilizando como meio de montagem uma gota de água destilada.
5. Na lâmina C, colocou-se um dos fragmentos de epiderme, entre lâmina e lamela, utilizando como meio de montagem uma gota de solução de cloreto de sódio a 12% (m/V).
6. Observou-se cada uma das preparações ao microscópio ótico, utilizando uma ampliação de 400x.

A Figura 3 apresenta as microfotografias relativas às observações das lâminas A e C.



Lâmina A



Lâmina C

Figura 3

Imagem cedida por: A. C. Figueiredo, CE3C, FCUL.

1. Identifique, de entre as afirmações relativas à análise do procedimento e dos resultados obtidos, as **três** afirmações corretas.

Assinale, na folha de respostas, as opções selecionadas.

- I. A concentração salina do meio extracelular nas três lâminas, por ordem crescente, é B, A, C.
- II. Esta atividade experimental permitiu verificar que a plasmólise é um processo reversível.
- III. Na lâmina A, o meio de montagem é isotónico relativamente ao meio intracelular.
- IV. As células da lâmina C sofrem plasmólise devido ao gradiente de concentração entre o meio intracelular e o meio extracelular.
- V. Nas células da lâmina C, os pigmentos atravessam as membranas das células no mesmo sentido que as moléculas de água.

\* 2. As células da cebola e as células animais têm em comum a presença de

- (A) uma estrutura de natureza celulósica que confere suporte.
- (B) vesículas golgianas que intervêm diretamente na citocinese.
- (C) organelos com DNA circular que são responsáveis pela fixação de moléculas de dióxido de carbono.
- (D) um conjunto de membranas com ribossomas associados onde ocorre a síntese de biomoléculas.

\* 3. Descreva, justificando, os resultados previstos para a lâmina B, quanto ao volume e à tonalidade dos vacúolos.

Na sua justificação, faça referência à diferença de concentrações dos meios intracelular e extracelular.

---

**Página em branco**

---

### GRUPO III

A serra de Monchique, localizada no Algarve, tem cerca de 80 km<sup>2</sup> e 900 metros de altitude. É maioritariamente constituída por um maciço ígneo, formado no Cretácico Superior (Mesozoico), há cerca de 72 Ma (milhões de anos), que intruiu xistos argilosos e outras rochas de idade carbonífera (Paleozoico), provocando uma auréola de metamorfismo, onde se encontram corneanas.

O maciço aflora em algumas zonas e é constituído essencialmente por sienitos nefelínicos, uma rocha leucocrática, que possui na sua composição um mineral silicatado sódico-potássico designado por nefelina  $[(Na,K)AlSiO_4]$ . Existem ainda no maciço rochas resultantes da consolidação de magmas de natureza basáltica.

A precipitação, associada à fraturação e à alteração dos sienitos nefelínicos próximos da superfície, deu origem a aquíferos e a um importante sistema de nascentes frias e quentes, de água mineral natural, como se representa esquematicamente na Figura 4A.

Na água de algumas nascentes de Monchique, o teor muito elevado de sódio tem vindo a despertar grande interesse. Um estudo recente veio contribuir para uma melhor compreensão das diferentes temperaturas da água nas nascentes e dos fatores que contribuem para o teor de sódio na água da região de Monchique. O gráfico da Figura 4B permite verificar a relação entre a temperatura da água e o seu teor de sódio, nas nascentes analisadas.

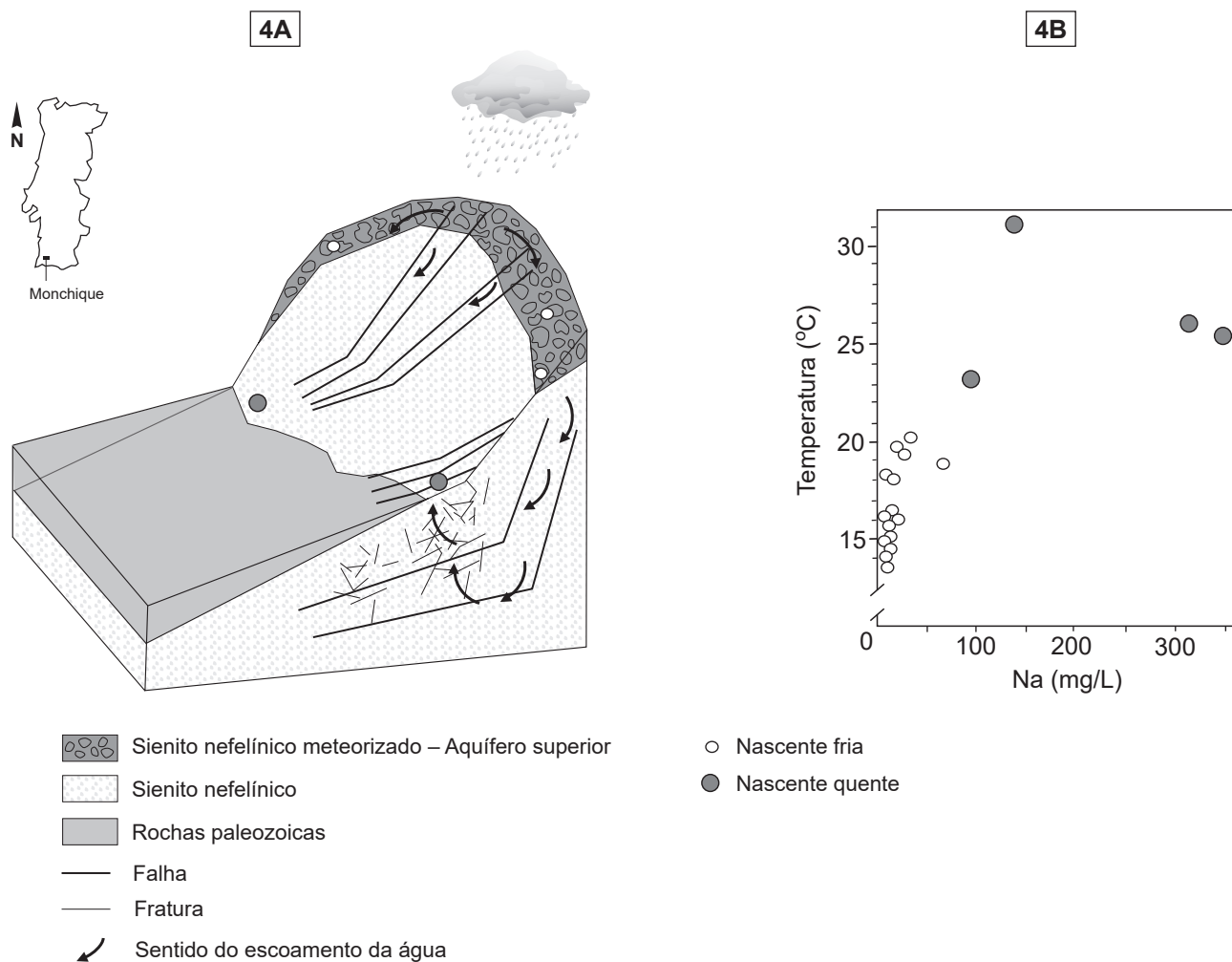


Figura 4

Baseado em: M. Hoque *et al.*, «The origin and water quality of spring systems in Monchique, Portugal: A focus on Long-Term sustainability and elevated sodium levels», in *Journal of Hydrology*, Elsevier, 637, 2024.

1. Identifique, de entre as afirmações relativas à hidrogeologia do Maciço de Monchique, as **três** afirmações corretas, considerando os dados das Figuras 4A e 4B.

Assinale, na folha de respostas, as opções seleccionadas.

- I. A presença de falhas e de fraturas confere permeabilidade ao sienito nefelínico.
- II. A água das nascentes com temperaturas superiores a 22 °C apresenta teores de sódio entre 100 mg/L e 350 mg/L, aproximadamente.
- III. A variação do teor de sódio na água é independente da profundidade a que esta circula.
- IV. A água das nascentes quentes realiza um percurso mais longo comparativamente à água das nascentes frias.
- V. No aquífero superior, a pressão da água no nível hidrostático é superior à pressão atmosférica.

- \* 2. Com base nos dados, o sienito de Monchique, no que diz respeito à sua génese e às suas características litológicas, é uma rocha

- (A) plutónica e apresenta uma textura afanítica.
- (B) vulcânica e apresenta uma textura fanerítica.
- (C) plutónica e é constituída essencialmente por minerais félsicos.
- (D) vulcânica e é constituída essencialmente por minerais máficos.

3. As corneanas existentes no Maciço de Monchique resultaram de processos de metamorfismo

- (A) de contacto, em que predominaram tensões dirigidas.
- (B) de contacto, que levaram à recristalização dos minerais das rochas do Paleozoico.
- (C) regional, que afetaram grandes extensões de sienitos nefelínicos do Mesozoico.
- (D) regional, em que atuaram fluidos hidrotermais.

- \* 4. Num dos afloramentos do sienito nefelínico de Monchique (não representado na figura), é possível observar que esta rocha é intersectada pelo filão M. Esse afloramento de sienito apresenta, no seu interior, fragmentos de rochas magmáticas de cor escura. Verifica-se ainda que um outro filão, o filão N, intersecta tanto o filão M como o afloramento de sienito nefelínico.

Aplicando os princípios estratigráficos, pode referir-se que na região ocorreu a instalação sequencial de

- (A) rochas magmáticas de cor escura – sienito nefelínico – filão M – filão N.
- (B) sienito nefelínico – rochas magmáticas de cor escura – filão N – filão M.
- (C) sienito nefelínico – filão N – rochas magmáticas de cor escura – filão M.
- (D) rochas magmáticas de cor escura – filão M – sienito nefelínico – filão N.

- \* 5. Uma das explicações possíveis para justificar a temperatura da água das nascentes quentes de Monchique está relacionada com a presença de isótopos radioativos de urânio, de tório e de potássio no sienito nefelínico.

Explique de que modo a presença de isótopos radioativos influencia a existência de teores significativos de sódio na água das nascentes quentes de Monchique.

Na sua resposta, faça referência à litologia da região.

**FIM**

### COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 20 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	Grupo																				Subtotal
	I															II		III			
	1.	2.	3.	6.	7.	8.	9.	10.	12.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	2.	3.	2.	4.	5.	
Cotação (em pontos)	8	8	8	8	8	8	9	8	8	12	8	8	8	8	9	8	9	8	8	9	<b>168</b>
Destes 8 itens, contribuem para a classificação final da prova os 4 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	Grupo I																				Subtotal
	4.	5.	11.	13.	14.																
	Grupo II																				
	1.																				
	Grupo III																				
1.	3.																				
Cotação (em pontos)	4 x 8 pontos																				<b>32</b>
<b>TOTAL</b>																					<b>200</b>