

Exame Final Nacional de Biologia e Geologia
Prova 702 | 1.ª Fase | Ensino Secundário | 2024

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 19 itens, devidamente identificados no enunciado, cujas respostas contribuem obrigatoriamente para a classificação final. Dos restantes 9 itens da prova, apenas contribuem para a classificação final os 5 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

A região da Nazaré, localizada a cerca de 100 km a norte de Lisboa, é um dos locais mais conhecidos do mundo para a prática de *surf*.

A formação de ondas gigantes relaciona-se com a existência do Canhão da Nazaré. Este canhão é um vale submarino profundamente encaixado, limitado por grandes ravinas, que se formou como resultado da erosão e da existência da Falha da Nazaré. Esta falha terá sido uma falha normal, inclinada para norte, durante o Mesozoico, mas, no Cenozoico, passou a comportar-se como uma falha inversa.

Associados à Falha da Nazaré, ocorreram, no Canhão da Nazaré, dois sismos com magnitudes de 5,6 e de 4,1, em 26 de dezembro de 1962 e em 19 de agosto de 2016, respetivamente.

A Figura 1 apresenta a morfologia do Canhão da Nazaré com recurso a curvas batimétricas (linhas que unem pontos com igual profundidade). O canhão tem início a sudoeste do Forte de S. Miguel Arcanjo, a pouca distância da praia, e estende-se por mais de 200 km, de 50 metros a 4500 metros de profundidade.

A existência do Canhão da Nazaré tem consequências no hidrodinamismo, pois potencia a formação de grandes ondas, dependendo das características do vento e da agitação marítima.

A Figura 2 apresenta o mapa geológico simplificado da região da Nazaré. Em termos geológicos, na zona da Nazaré afloram calcários e rochas detriticas, e, em profundidade, existem evaporitos – gesso e sal-gema. Todas estas rochas se depositaram na Bacia Lusitaniana, uma bacia de sedimentação que se formou na região oeste de Portugal, durante o Mesozoico.

A norte da Nazaré aflora, também, um filão cuja formação está relacionada com o Complexo Vulcânico de Lisboa-Mafra, que foi datado com cerca de 70 milhões de anos (Ma).

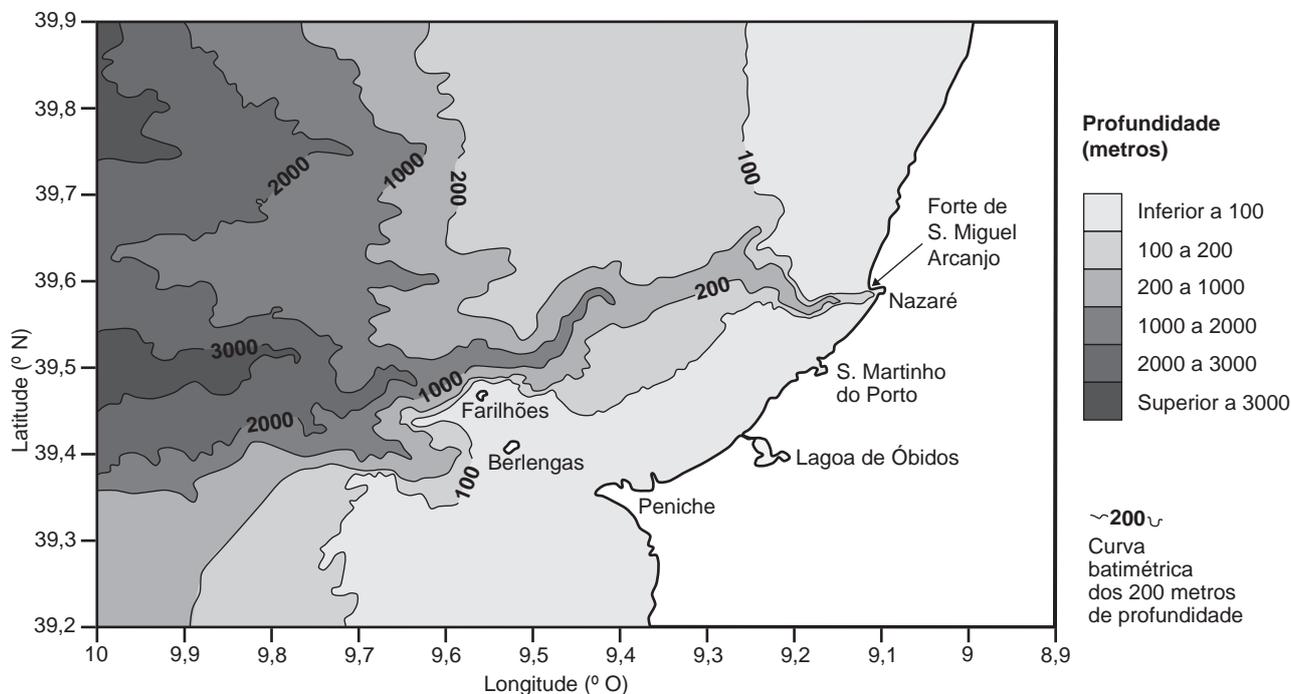


Figura 1

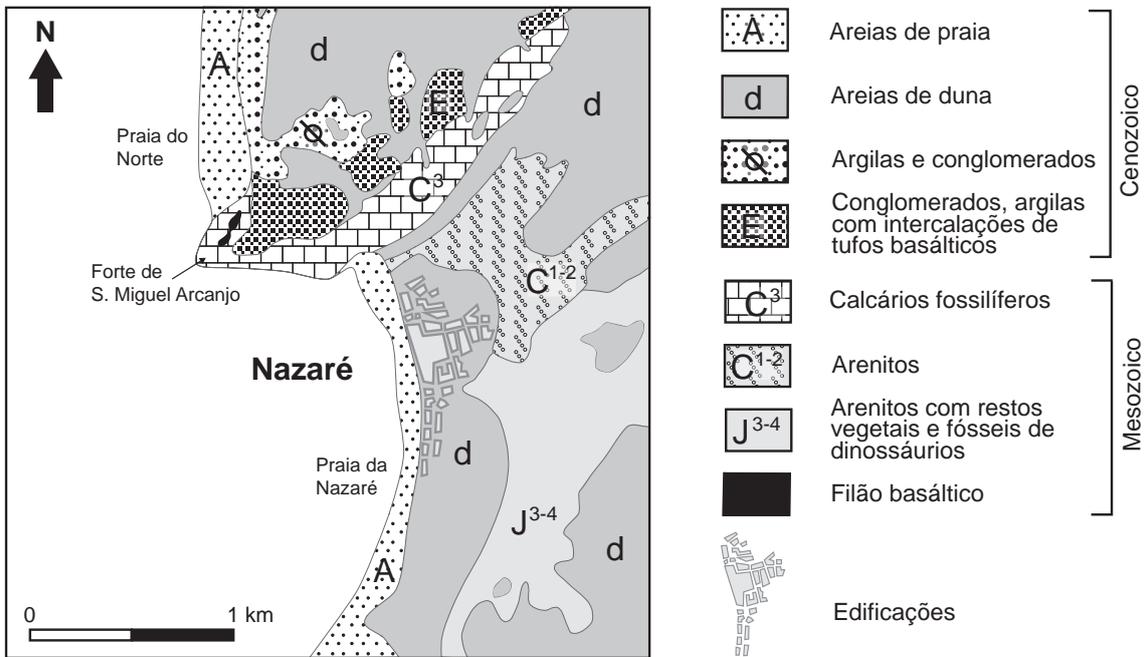


Figura 2

Baseado em: <https://monican.hidrografico.pt>; em: Carta Geológica de Portugal na escala 1/50 000, folha 26-B Alcobaça; e em: www.ipma.pt/pt/media/noticias (consultados em setembro de 2023).

* 1. De acordo com a informação do Texto 1, a Falha da Nazaré é uma falha

- (A) intraplaca, associada à deformação dúctil das rochas.
- (B) que evidencia a existência de um regime compressivo durante o Cenozoico.
- (C) interplaca, com deslocamento vertical dos blocos adjacentes.
- (D) que evidencia a subida do teto em relação ao muro durante o Mesozoico.

2. A rocha que constitui o filão que aflora junto ao Forte de S. Miguel Arcanjo tem cristais bem desenvolvidos de olivina, envolvidos por uma matriz formada por outros minerais, cujos cristais não são visíveis à vista desarmada.

2.1. As características da rocha que constitui o filão permitem inferir que o magma que lhe deu origem

- (A) consolidou em diferentes momentos.
- (B) possuía elevada viscosidade.
- (C) consolidou muito rapidamente.
- (D) possuía grande percentagem de gases.

* 2.2. Na rocha que constitui o filão, a matriz deve incluir cristais de

- (A) biotite e moscovite.
- (B) biotite e piroxena.
- (C) plagioclase cálcica e moscovite.
- (D) plagioclase cálcica e piroxena.

* 2.3. As erupções vulcânicas associadas à ascensão de magmas basálticos tendem a dar origem a

- (A) escoadas.
- (B) agulhas vulcânicas.
- (C) domos vulcânicos.
- (D) pedra-pomes.

2.4. Considerando a idade estimada para o filão, a datação da rocha que o constitui pelo método ^{40}K - ^{40}Ar , em que o período de semivida do ^{40}K é de 1250 Ma, revelará uma percentagem de isótopo-pai

- (A) de 50%.
- (B) de 25%.
- (C) inferior a 25%.
- (D) superior a 50%.

* 3. Identifique, de entre as afirmações relativas à geologia da região da Nazaré, as três afirmações corretas, considerando as informações do Texto 1 e da Figura 2.

Escreva, na folha de respostas, os números selecionados.

- I. As rochas sedimentares que afloram são, predominantemente, de origem quimiogénica.
- II. Na Bacia Lusitaniana, existem em profundidade rochas formadas num clima quente e seco.
- III. Existem formações geológicas que evidenciam a ação do vento.
- IV. As rochas sedimentares mais antigas que afloram formaram-se em meio marinho.
- V. Após a deposição das camadas C¹⁻², ocorreu uma subida do nível médio da água do mar.

* 4. Numa estação sismográfica situada a cerca de 13 000 km da Nazaré, os sismógrafos não registam as ondas S diretas dos sismos que ocorrem no Canhão da Nazaré, porque estas ondas não atravessam o limite

- (A) litosfera – astenosfera.
- (B) mesosfera – núcleo externo.
- (C) núcleo externo – núcleo interno.
- (D) astenosfera – mesosfera.

- * 5. Associe cada uma das descrições relativas a recursos minerais não metálicos, apresentadas na Coluna I, à designação correspondente, que consta na Coluna II.

A cada letra corresponde apenas um número.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras, seguida do número correspondente.

COLUNA I	COLUNA II
(a) Sedimentos detríticos ricos em quartzo utilizados no fabrico de vidro.	(1) Ardósia
(b) Sedimentos finos utilizados no fabrico de cerâmica.	(2) Areia
(c) Rocha metamórfica, foliada, usada na construção civil.	(3) Argila
	(4) Calcário
	(5) Mármore

- * 6. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência de acontecimentos relacionados com a evolução geológica da região da Nazaré.

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

- A. Formação de calcários fossilíferos.
- B. Formação de evaporitos.
- C. Início da formação da Bacia Lusitaniana.
- D. Inversão do regime tectónico associado à Falha da Nazaré.
- E. Fragmentação inicial do supercontinente Pangeia.

- * 7. As termas da Piedade situam-se a cerca de 10 km a sudeste da Nazaré. A água destas termas é cloretada sódica e emerge na nascente a uma temperatura de cerca de 28 °C.

Justifique as características da água das termas da Piedade, fazendo referência à litologia da Bacia Lusitaniana.

O Canhão da Nazaré foi um dos locais estudados pelas equipas multidisciplinares que integraram o projeto HERMES (*Hotspot Ecosystem Research on the Margins of European Seas*) para o estudo dos ecossistemas marinhos da zona profunda ao largo da costa europeia, estando Portugal entre os 15 países envolvidos.

Nos sedimentos do canhão, foram identificadas várias espécies de foraminíferos, a diferentes profundidades. Estes organismos são protistas unicelulares, apresentam uma carapaça frequentemente carbonatada, reproduzem-se sexuada e assexuadamente e capturam o alimento através de pseudópodes, digerindo-o posteriormente.

No sector médio do canhão, a cerca de 3500 m de profundidade, abundam holotúrias da espécie *Molpadia musculus*, animais invertebrados de corpo alongado, da classe Holothuroidea, vulgarmente conhecidos como pepinos-do-mar, que se alimentam de matéria orgânica existente nos sedimentos. Estes animais, quando ameaçados ou capturados, contraem-se e expulsam grande parte dos órgãos internos, regenerando-os ao fim de alguns dias.

No sector inferior do canhão, a cerca de 4300 m de profundidade, existem anelídeos do género *Siboglinum*, que vivem dentro de tubos. Estes animais não possuem sistema digestivo na fase adulta, dependendo de bactérias endossimbióticas autotróficas para a sua nutrição. Estas bactérias, localizadas no interior de células do hospedeiro designadas por bacteriócitos, oxidam substâncias inorgânicas como o H_2S (sulfureto de hidrogénio) para obter energia. Essa energia é depois usada, num processo idêntico ao da fase química da fotossíntese, para a síntese de compostos orgânicos.

A Figura 3 representa a localização das bactérias no interior dos anelídeos *Siboglinum*.

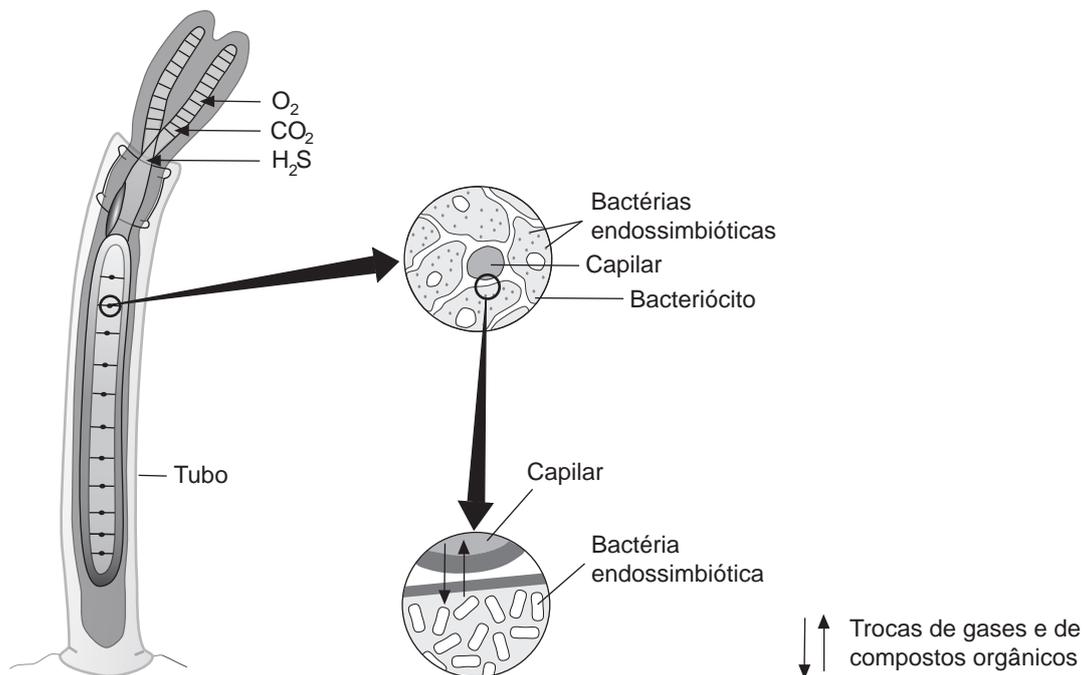


Figura 3

Baseado em: M. Cunha *et al.*, «Biodiversity of macrofaunal assemblages from three Portuguese submarine canyons (NE Atlantic)», in *Deep-Sea Research II*, n.º 58, 2011; em: K. A. Koho *et al.*, «Benthic foraminifera in the Nazaré Canyon, Portuguese continental margin: Sedimentary environments and disturbance», in *Marine Micropaleontology*, n.º 66, 2007; em: M. Deguchi *et al.*, «Actual distribution of bacteriocytes in the trophosome of a beard worm (*Oligobranchia mashikoi*, Siboglinidae, Annelida): clarification using whole-mount in situ hybridization», in *Acta Zoologica* (Stockholm), n.º 88, 2007; e em: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_Giant_Tube_Worm,_Riftia_pachyptila_and_its_Trophosome.png (consultado em outubro de 2023).

* 8. Complete o texto seguinte, selecionando a opção adequada para cada espaço.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras, seguida do número que corresponde à opção selecionada.

As holotúrias apresentam um ciclo de vida com meiose a) e pertencem ao reino Animalia, porque, ao contrário dos foraminíferos, têm b) . Os fósseis de foraminíferos são geralmente encontrados em rochas sedimentares de origem biogénica, como o c) e, devido à rápida evolução de algumas espécies destes organismos, possuem d) , o que os torna importantes indicadores de idade.

a)	b)
1. pós-zigótica 2. pré-gamética 3. pré-espórica	1. células eucarióticas 2. nutrição por ingestão 3. diferenciação celular
c)	d)
1. arenito 2. calcário 3. sal-gema	1. reduzida distribuição estratigráfica 2. reduzida distribuição geográfica 3. ampla distribuição geográfica e estratigráfica

* 9. Considerando o sistema de transporte e a forma como ocorrem as trocas gasosas nos anelídeos, pode afirmar-se que o oxigénio entra nos bacteriócitos por

- (A) difusão simples, após ter sido transportado na hemolinfa.
- (B) difusão facilitada, após ter ocorrido hematose cutânea.
- (C) difusão simples, após ter sido transportado ao longo de uma rede contínua de vasos circulatorios.
- (D) difusão facilitada, após ter ocorrido hematose em superfícies respiratórias muito vascularizadas.

* 10. A existência, na atualidade, de relações de endossimbiose é um argumento a favor de um modelo que explica

- (A) a evolução dos seres procariontes para eucariontes.
- (B) a evolução dos seres autotróficos para heterotróficos.
- (C) o aparecimento dos primeiros seres multicelulares.
- (D) o aparecimento dos primeiros seres autotróficos.

11. De acordo com os dados do Texto 2 e da Figura 3, relativos aos anelídeos *Siboglinum* e às bactérias endossimbióticas, pode referir-se que

- (A) a obtenção de alimento pelos anelídeos está dependente da existência de luz solar.
- (B) a captação de H_2S assegura a respiração celular nas bactérias e no seu hospedeiro.
- (C) a síntese de compostos orgânicos pelas bactérias requer a captação de CO_2 pelos anelídeos.
- (D) a produção de energia pelas bactérias e pelo hospedeiro resulta da utilização de O_2 nas mitocôndrias.

* 12. O processo de divisão celular associado à reprodução assexuada reduz a capacidade de adaptação dos foraminíferos a condições ambientais desfavoráveis.

Fundamente esta afirmação.

Na sua resposta, identifique o processo de divisão celular associado à reprodução assexuada.

Página em branco

Texto 3

A elevada quantidade de matéria orgânica presente nos sedimentos do Canhão da Nazaré favorece a abundância e a relativa diversidade de organismos aí existentes e poderá explicar a invulgar abundância de holotúrias *Molpadia musculus* à profundidade de 3500 m. Estes animais, que se encontram parcialmente enterrados nos sedimentos, alimentam-se de cabeça para baixo e utilizam a cauda para manter o contacto com a superfície dos sedimentos. Os sedimentos são ingeridos juntamente com os detritos de matéria orgânica, mas rapidamente expulsos e devolvidos ao fundo oceânico.

Os animais que se alimentam da matéria orgânica presente nos sedimentos dos fundos oceânicos podem recorrer a diferentes estratégias.

Com o objetivo de identificar a estratégia alimentar utilizada pelas holotúrias *M. musculus*, foi realizado o estudo que a seguir se descreve.

Procedimento:

- Recolheram-se amostras de sedimentos do fundo oceânico até uma profundidade de 15 cm. As amostras foram posteriormente divididas em secções, de acordo com os intervalos de profundidade seguintes: 0-1, 1-3, 3-5, 5-10 e 10-15 cm.
- Recolheram-se holotúrias *M. musculus*, com o auxílio de equipamento de escavação, nos mesmos locais de amostragem dos sedimentos.
- Procedeu-se à extração de amostras do conteúdo do tubo digestivo das holotúrias em três locais distintos: esófago, intestino médio e intestino posterior.
- Com recurso a funis individuais, procedeu-se à recolha das fezes de holotúrias que se mantiveram no fundo oceânico.
- Determinou-se a quantidade de proteínas, de glúcidos e de lípidos nos sedimentos, no material extraído do tubo digestivo das holotúrias e nas fezes.
- Determinou-se a quantidade de proteínas, de glúcidos e de lípidos digeridos através da diferença das respetivas quantidades existentes no esófago e nas fezes.
- Determinou-se a atividade de duas enzimas, aminopeptidase¹ e β -glucosidase², nos três locais do tubo digestivo das holotúrias.

Resultados:

Os gráficos I, II e III apresentam a quantidade de proteínas, de glúcidos e de lípidos presentes nos sedimentos. Os gráficos IV, V e VI apresentam a quantidade de proteínas, de glúcidos e de lípidos presentes no conteúdo do tubo digestivo e nas fezes das holotúrias. Os gráficos VII e VIII apresentam a atividade das duas enzimas ao longo do tubo digestivo das holotúrias.

Notas:

¹ Aminopeptidase – enzima que catalisa a hidrólise de proteínas.

² β -glucosidase – enzima que catalisa a hidrólise de glúcidos.

Intervalos de profundidades em que foram recolhidos os sedimentos (cm)

Gráfico I

Proteínas nos sedimentos (mg/g)

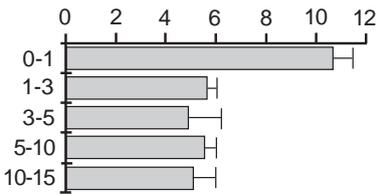


Gráfico II

Glúcidos nos sedimentos (mg/g)

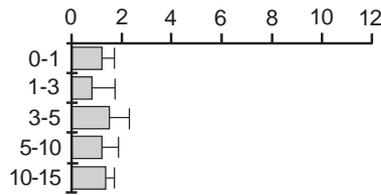


Gráfico III

Lípidos nos sedimentos (mg/g)

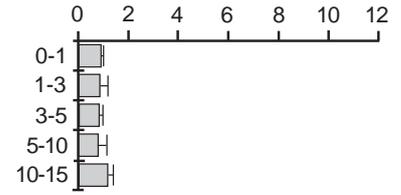


Gráfico IV

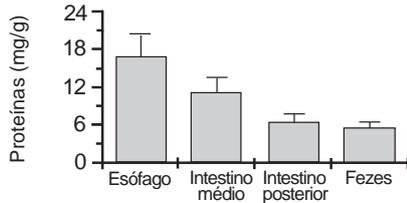


Gráfico V

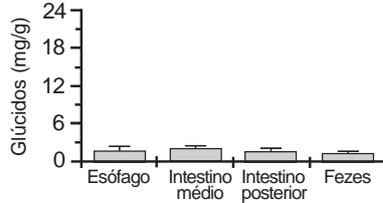


Gráfico VI

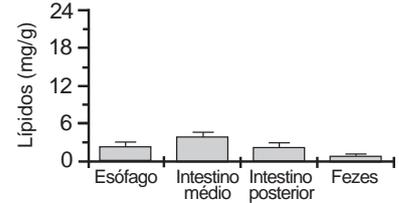


Gráfico VII

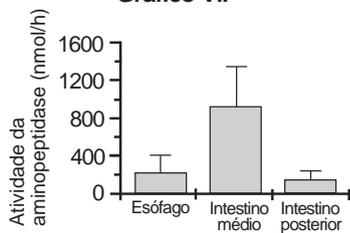
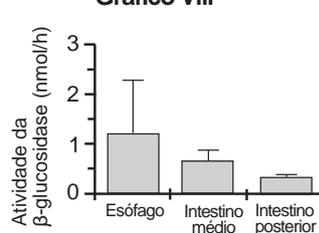


Gráfico VIII



Legenda:

┌ ou ┐ Desvio em relação aos valores médios representados nas barras

Baseado em: T. Amaro *et al.*, «The trophic biology of the holothurian *Molpadia musculus*: implications for organic matter cycling and ecosystem functioning in a deep submarine canyon», in *Biogeosciences*, n.º 7, 2010.

13. Identifique, de entre as afirmações relativas aos resultados experimentais, as três afirmações corretas. Escreva, na folha de respostas, os números selecionados.
- As proteínas são o composto bioquímico dominante em todas as camadas de sedimentos.
 - A quantidade de matéria orgânica diminui de forma progressiva em profundidades superiores a 1 cm.
 - No tubo digestivo das holotúrias, foi identificada maior quantidade de lípidos do que de glúcidos.
 - A quantidade de proteínas presentes nas fezes resulta principalmente da atividade da aminopeptidase no intestino médio.
 - As reações de hidrólise dos glúcidos ocorrem, predominantemente, no intestino médio.
14. Nesta investigação, uma variável dependente e uma variável independente são, respetivamente,
- a quantidade de glúcidos no esófago e a profundidade dos sedimentos analisados.
 - os locais de recolha do conteúdo intestinal e a composição bioquímica dos sedimentos.
 - os compostos orgânicos existentes nas fezes e a quantidade de glúcidos no esófago.
 - a profundidade dos sedimentos analisados e os locais de recolha do conteúdo intestinal.

* 15. Na mobilização de glúcidos para a produção de energia em vias metabólicas de elevado rendimento energético, ocorre

- (A) redução do piruvato na matriz mitocondrial.
- (B) oxidação do NADH com formação de água.
- (C) utilização da glucose com formação de lactato.
- (D) produção de dióxido de carbono no hialoplasma.

* 16. Associe cada um dos grupos de biomoléculas, apresentados na Coluna I, às características descritas na Coluna II que lhe correspondem.

Cada um dos números deve ser associado apenas a uma letra, e todos os números devem ser utilizados.

Escreva, na folha de respostas, cada uma das letras, seguida do número ou dos números correspondentes.

COLUNA I	COLUNA II
(a) Glúcidos	(1) Possuem monómeros com um grupo amina e um grupo carboxilo.
(b) Lípidos	(2) São formados por oses constituídas por carbono, hidrogénio e oxigénio.
(c) Prótidos	(3) São compostos nitrogenados com ligações peptídicas entre monómeros.
	(4) Incluem moléculas anfipáticas que se organizam em bicamada nas membranas biológicas.
	(5) Incluem polímeros formados a partir da condensação de monossacáridos.
	(6) São compostos orgânicos cuja hidrólise implica a quebra de ligações éster.
	(7) Integram moléculas cuja função enzimática pode ser inibida pela quebra de ligações que sustentam a sua estrutura tridimensional.

* 17. No estudo realizado, os investigadores concluíram que *M. musculus* possui a capacidade de digerir de forma seletiva a matéria orgânica queingere.

Justifique de que modo a digestão seletiva em *M. musculus* é um processo vantajoso no seu *habitat*.

Na sua resposta, faça uma análise comparativa dos dados relativos às proteínas e aos glúcidos no que diz respeito a:

- quantidade digerida;
- atividade enzimática;
- quantidade disponível nos sedimentos.

GRUPO II

Um grupo de alunos recolheu amostras de sedimentos numa praia e fez um estudo mineralógico e granulométrico no laboratório.

Preparação das amostras:

- Lavagem dos sedimentos com uma solução de ácido clorídrico (HCl) a 10% até que as amostras deixassem de fazer reação com o ácido.
- Lavagem dos sedimentos com água destilada até se obter uma solução neutra.
- Secagem dos sedimentos na estufa, a 100 °C.

Procedimento:

- Passagem dos sedimentos das várias amostras através de dois crivos¹: um com rede de 2,000 mm (diâmetro máximo dos grãos de areia) e outro com rede de 0,063 mm (diâmetro máximo do silte, cujo diâmetro é superior ao da argila).
- Observação à lupa dos sedimentos retidos entre os dois crivos.

Resultados:

Identificaram-se clastos angulosos de quartzo, de feldspatos, de biotite e de anfíbulas.

Nota:

¹ Crivo – utensílio circular, com o fundo formado por uma rede metálica, cujas aberturas possuem diferentes dimensões. É utilizado para separar os sedimentos de acordo com os seus diâmetros.

1. A utilização dos dois crivos permitiu separar

- (A) o silte dos sedimentos mais finos.
- (B) a argila dos restantes sedimentos das amostras.
- (C) as areias dos sedimentos mais finos.
- (D) os sedimentos em dois grupos granulométricos.

2. Identifique, de entre as afirmações relativas ao estudo dos sedimentos da praia, as três afirmações corretas.

Escreva, na folha de respostas, os números seleccionados.

- I. A obtenção de uma solução neutra, após a lavagem, assegurou a eliminação de todo o HCl.
- II. O tratamento das amostras com HCl a 10% permitiu eliminar os bioclastos.
- III. A utilização de várias amostras diminuiu a fiabilidade do estudo.
- IV. Os clastos identificados devem resultar da erosão de uma arriba formada por calcário.
- V. O quartzo identificado nos sedimentos estudados risca o talco.

* 3. Na proximidade da praia onde foram recolhidas as amostras de sedimentos, existe um afloramento de gnaiss.

Justifique em que medida os resultados do estudo relativos à mineralogia e à forma dos clastos revelam a existência de um afloramento de gnaiss na proximidade da praia.

GRUPO III

O vírus SARS-CoV-2, responsável pela doença COVID-19, apresenta elevada taxa de mutação e é constituído por uma cadeia de RNA, que contém a sua informação genética, e por uma membrana da qual se projetam várias cópias da proteína *Spike* («glicoproteína S»). Esta proteína permite a ligação do vírus às células humanas, nas quais o vírus se introduz e se replica, como se apresenta na Figura 4. Neste contexto, a Agência Europeia de Medicamentos (EMA) aprovou vacinas contra a COVID-19, que têm por base a molécula de mRNA viral sintetizada artificialmente. Esta tecnologia inovadora foi desenvolvida pelos investigadores Katalin Karikó e Drew Weissman e foi distinguida com o Prémio Nobel da Medicina em 2023. As vacinas são utilizadas para transmitir instruções às células humanas sobre como criar a proteína *Spike* do SARS-CoV-2, que, isolada dos restantes componentes do vírus, é inofensiva. Deste modo, esta proteína, quando produzida pelas células humanas, desencadeia a síntese de anticorpos, moléculas que irão reforçar a resposta do organismo à infeção.

As vacinas de mRNA foram consideradas viáveis e seguras. No entanto, como a molécula de mRNA é quimicamente instável e se pode degradar com facilidade, a sua expressão proteica pode ser insuficiente e comprometer a sua eficácia. Esta instabilidade acabou também por se tornar num obstáculo no que se refere ao armazenamento e à distribuição da vacina, sendo, por isso, desejável obter uma molécula de mRNA com maior estabilidade.

Sabe-se que várias sequências distintas da molécula de mRNA podem codificar a mesma proteína. No entanto, algumas dessas sequências são mais estáveis do que outras. Determinar a sequência mais estável do mRNA para a produção da proteína *Spike* do coronavírus é um processo muito lento e difícil de alcançar sem recurso a meios digitais. Foi este o desafio que cientistas de uma multinacional chinesa de tecnologia tentaram ultrapassar ao desenvolverem uma ferramenta de Inteligência Artificial (IA).

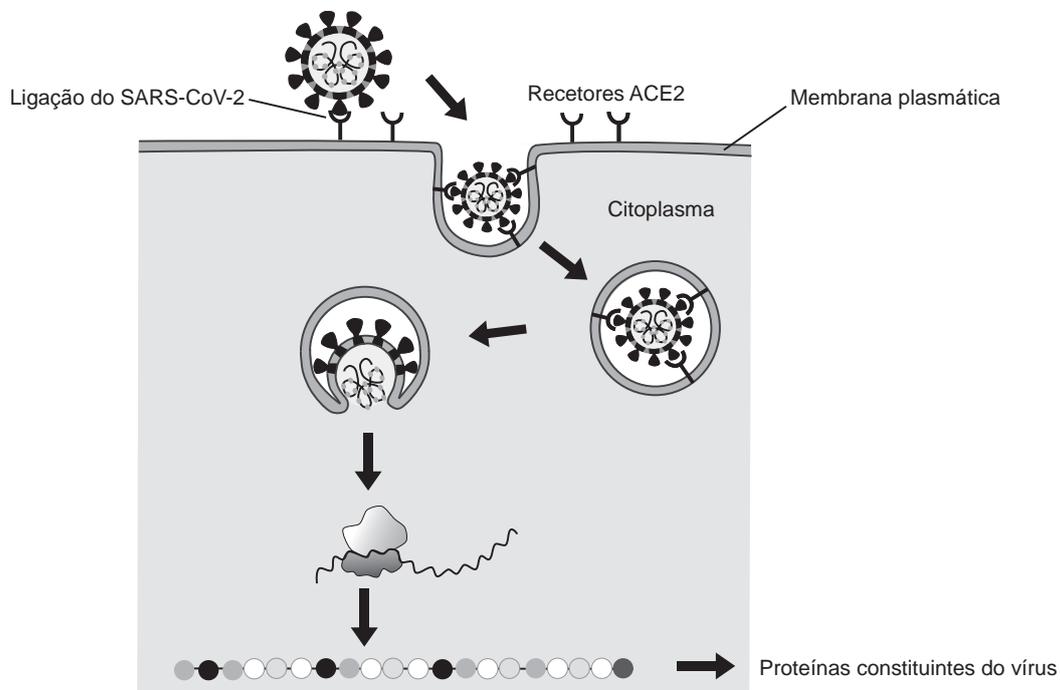


Figura 4

Baseado em: H. Zhang *et al.*, «Algorithm for optimized mRNA design improves stability and immunogenicity», in *Nature*, n.º 621, pp. 396-403, 2023; e em: H. Torres, «Estratégias terapêuticas da COVID-19: uma abordagem molecular», mestrado integrado em Ciências Farmacêuticas, Instituto Universitário Egas Moniz, 2021.

* 1. As células hospedeiras do vírus SARS-CoV-2, relativamente à sua estrutura, são

- (A) procarióticas, porque possuem organelos responsáveis pela síntese das proteínas virais.
- (B) eucarióticas, porque apresentam uma membrana plasmática com permeabilidade seletiva.
- (C) procarióticas, porque apresentam uma parede celular de natureza glicoproteica.
- (D) eucarióticas, porque possuem cromatina envolvida por uma membrana porosa.

* 2. De acordo com a informação do texto, a utilização da Inteligência Artificial (IA) no combate à infeção pelo SARS-CoV-2 poderá ser vantajosa, pois permitirá

- (A) reduzir o número de mutações que se têm observado no vírus.
- (B) produzir vacinas com capacidade para alterar o genoma do vírus.
- (C) aumentar o número de proteínas *Spike* sintetizadas.
- (D) corrigir anomalias que ocorrem durante a tradução.

3. Considerando o processo de entrada do vírus SARS-CoV-2 na célula humana, pode considerar-se que este envolve

- (A) a ação de moléculas recetoras constituintes da membrana plasmática.
- (B) o desenvolvimento de pseudópodes, a partir de evaginações da membrana.
- (C) o reconhecimento de uma molécula ribonucleotídica pela proteína ACE2.
- (D) a ativação de canais proteicos, através de um processo que consome energia.

4. Ordene as expressões identificadas pelas letras de **A** a **E**, de modo a reconstituir a sequência de acontecimentos que conduzem à formação da proteína *Spike* funcional no interior da célula humana após vacinação.

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

- A. Separação das subunidades do ribossoma.
- B. Entrada do mRNA sintético na célula humana.
- C. Maturação da proteína *Spike* no Complexo de Golgi.
- D. Ligação do tRNA ao codão de iniciação do mRNA.
- E. Polimerização de uma cadeia de aminoácidos.

* 5. A sequência de códons do mRNA das vacinas atuais é diferente da sequência do mRNA obtida por Inteligência Artificial (IA). O diagrama da Figura 5 representa o código genético.

Sequência 1 (vacinas atuais): 5' AUG UUU GUU UUU CUU GUU UUA ... UAC ACA UAA 3'

Sequência 2 (obtida por IA): 5' AUG UUU GUG UUU CUU GUC CUC ... UAC ACA UAA 3'

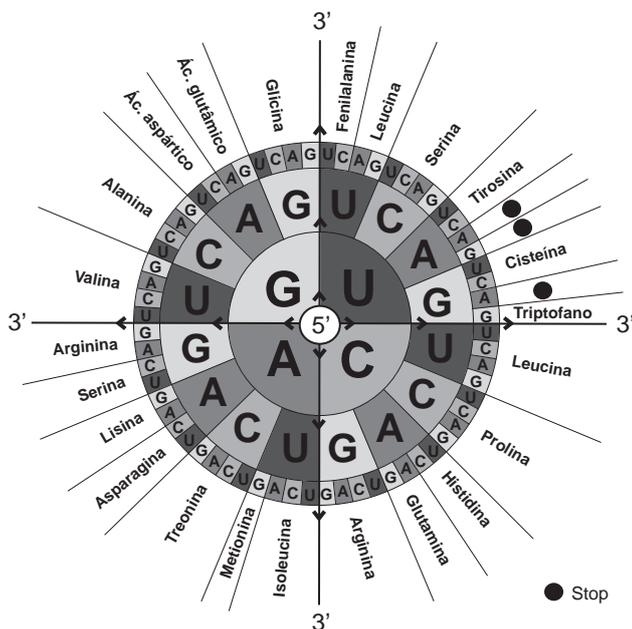


Figura 5

Demonstre a possibilidade de as moléculas de mRNA obtidas por Inteligência Artificial poderem substituir as moléculas de mRNA atualmente utilizadas nas vacinas contra a COVID-19.

Na sua resposta, faça referência à característica do código genético evidenciada neste processo.

FIM

COTAÇÕES

As pontuações obtidas nas respostas a estes 19 itens da prova contribuem obrigatoriamente para a classificação final.	Grupo																	Subtotal		
	I													II	III					
	1.	2.2.	2.3.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	12.	15.	16.	17.	3.	1.	2.	5.	
Cotação (em pontos)	8	8	8	8	8	8	8	9	8	8	8	9	8	8	12	9	8	8	9	160
Destes 9 itens, contribuem para a classificação final da prova os 5 itens cujas respostas obtenham melhor pontuação.	Grupo I																			Subtotal
	2.1.	2.4.	11.	13.	14.															
	Grupo II																			
	1.	2.																		
	Grupo III																			Subtotal
3.	4.																			
Cotação (em pontos)	5 x 8 pontos																			40
TOTAL																				200