Isostasia e Movimentos Verticais da Crosta

12.º Ano | Geologia | 4 páginas | 12 exercícios

Competências que desenvolve: Relacionar a dinâmica da litosfera com as grandes estruturas geológicas e os seus movimentos verticais, e planificar simulações sobre a isostasia, formulando hipóteses sobre os fatores que contribuem para estes movimentos.

Revisão rápida

- **Isostasia:** equilíbrio de flutuação da crosta sobre o manto ductil, pelo princípio de Arquimedes — a crosta «flutua» como um iceberg.
- **Modelo de Airy:** a densidade da crosta é constante e o que varia é a **espessura** — regiões altas têm **raízes** mais profundas (1 km de relevo ≈ 4–5 km de raiz).
- **Modelo de Pratt:** a espessura é constante e o que varia é a **densidade** da crosta (blocos leves sobem, densos afundam).
- **Movimentos verticais:** tectónicos (soerguimento, subsidência), por **carga/descarga** (sedimentação, gelo), por erosão e por **eustatismo** (mudança do nível médio dos oceanos, ligada ao volume de gelo e à dorsal oceânica).
- **Transgressões e regressões:** o mar avança/retrocede sobre os continentes — as faixas de sedimentos marinhos sobre continental registam o movimento relativo.

Exercícios

1. V/F — corrige as falsas: a) «A crosta encontra-se em equilíbrio isostático sobre o manto, à semelhança de icebergs na água.» ( ) b) «Segundo o modelo de Airy, as regiões mais elevadas apresentam raízes crostais mais profundas.» ( ) c) «O eustatismo é o movimento vertical da crosta.» ( ) d) «Depois da retirada do gelo, a Escandinávia continua a soerguer-se.» ( )

2. Liga cada conceito à sua definição: (1) isostasia · (2) compensação isostática · (3) transgressão marinha · (4) regressão marinha · (5) soerguimento · (6) eustatismo. (a) mar avança sobre o continente, alagando terras baixas · (b) igualdade de pressão na profundidade de compensação · (c) mudança do nível médio global dos oceanos · (d) equilíbrio de flutuação da crosta · (e) subida de um bloco da crosta · (f) o mar retrocede em relação ao continente.

3. Completa as frases (banco: *Airy · Pratt · raiz · transgressão · eustatismo · rebound*): a) No modelo de _____ o que varia é a densidade da crosta. b) Segundo _____, sob cada cadeia montanhosa existe uma _____ crostal. c) A subida do nível do mar que alaga a plataforma chama-se _____. d) O soerguimento pós-glacial é conhecido por _____.

4. Escolha múltipla: a) A espessura da crosta sob os Himalaias é de cerca de: (7 km · 35 km · 70 km). b) O principal fator das variações eustáticas do Quaternário foi: (a erosão dos rios / o volume de gelo continental / a evaporação dos oceanos). c) Após a desglaciação, o que acontece à crosta escandinava? (afunda-se / soergue-se / fica imóvel).

© 2026 Estudantices

5. Compara os modelos de isostasia — completa as lacunas:

Modelo	O que varia?	Previsão para uma região montanhosa
Airy	espessura (densidade constante)	
Pratt		bloco de menor densidade sobe até equilibrar

6. Interpreta os dados (nível do mar em relação ao atual): a) Em que momento o mar estava mais alto e porquê? b) Quantos metros o mar subiu desde esse momento? c) Que consequência teve para a plataforma continental portuguesa?

Momento	Último Máximo Glacial (~20 ka)	Início do Holoceno (~10 ka)	Atual
Nível do mar (m vs atual)	−120	−40	0

7. Compensação isostática (Airy): a densidade da crosta é 2,7 g/cm³ e a do manto 3,3 g/cm³. Pela conservação do equilíbrio, um acréscimo de altura *h* compensa-se com uma raiz $x = h \cdot \rho_{crosta} / (\rho_{manto} - \rho_{crosta})$. a) Calcula a raiz para uma montanha de 4 km. b) Que razão raiz/altura se obtém? c) Comenta em relação à espessura média da crosta continental (~35 km).

8. Ordena o ciclo da carga glacial (do 1 ao 5): ( ) A crosta, sobre-avantajada, afunda sob o peso · ( ) O gelo se acumula sobre o escudo · ( ) O manto desloca-se lateralmente para compensar · ( ) Com o degelo, o peso desaparece · ( ) A crosta soergue-se lentamente até reequilibrar-se (rebound).

9. Corrige os erros conceptuais, justificando: a) «A isostasia é um episódio súbito provocado por forças internas.» b) «Uma transgressão marinha deve-se sempre à subida da crosta.» c) «A crosta oceânica tem a mesma espessura que a continental.»

© 2026 Estudantices

10. Interpreta a sequência estratigráfica (de baixo para cima): areias e seixos fluviais → calcário escuro com fósseis de organismos marinhos → areias e lodo com fósseis litorais. a) Descreve o que aconteceu ao nível do mar em cada passo. b) Classifica a sequência como transgressão, regressão ou ambos. c) Que fatores (tectónicos ou eustáticos) a poderiam explicar?

11. Resposta curta: que evidências observáveis demonstram que a Escandinávia ainda hoje soergue, e por que processo físico o faz?

12. Desenvolvimento — dois controles sobre a linha de costa. Explica como o movimento vertical da crosta (isostasia/tectónica) e a variação eustática do nível do mar atuam em conjunto para controlar a posição da linha de costa e a geometria das faixas sedimentares, citando um exemplo de cada.

© 2026 Estudantices

Soluções — Isostasia e Movimentos Verticais

1. a) **V** — é a analogia clássica: blocos mais espessos/densos afundam mais, como icebergs. b) **V** — em Airy, relevo alto exige raiz profunda para compensar. c) **F** — eustatismo é a variação do nível médio dos oceanos; o movimento vertical da crosta é tectónico/isostático. d) **V** — o rebound pós-glacial continua há ~10 000 anos, a ritmo de mm–cm/ano.

2. 1 → **d** · 2 → **b** · 3 → **a** · 4 → **f** · 5 → **e** · 6 → **c**.

3. a) **Pratt** b) **Airy**, **raiz** c) **transgressão** d) **rebound** (soerguimento pós-glacial isostático).

4. a) **~70 km** (quase o dobro da crosta continental média) b) **o volume de gelo continental** c) **soergue-se**.

5. Airy — previsão: **a raiz crostal é tanto mais profunda quanto maior a altitude (densidade constante; ex.: Himalaias com ~70 km de espessura)**. Pratt — o que varia: **a densidade da crosta** (a espessura mantém-se).

6. a) No **Último Máximo Glacial (~20 ka)**, porque grande parte da água estava retida em calotas glaciais (nível 120 m mais baixo). b) 120 − 0 = **120 m** de subida desde 20 ka. c) O mar alagou a plataforma continental — a linha de costa ficou vários km a poente da atual (a plataforma ficou exposta nas baixas-marés do Plistoceno), com a transgressão holocénica a inundar depois estuários e planícies costeiras.

7. a) $x = 4 \times 2{,}7 \div (3{,}3 - 2{,}7) = 10{,}8 \div 0{,}6 =$ **18 km**. b) $18 \div 4 =$ **4,5** — cerca de 4,5 km de raiz por km de altitude. c) Com 35 km de espessura média, uma raiz de 18 km para 4 km de relevo mostra que a maior parte da compensação é invisível em superfície: um terço da crosta sob os Himalaias pode ser raiz — coerente com as espessuras de ~70 km lá medidas.

8. Ordem: 1 — o gelo acumula-se sobre o escudo · 2 — a crosta afunda sob o peso · 3 — o manto desloca-se lateralmente para compensar · 4 — com o degelo o peso desaparece · 5 — a crosta soergue-se até reequilibrar (rebound).

9. a) **Errado** — é um equilíbrio gravítico contínuo e lento, não um episódio súbito; os movimentos súbitos são os sismos. b) **Errado** — pode dever-se a variação eustática (subida do nível do mar global) sem qualquer movimento da crosta. c) **Errado** — a oceânica tem ~7 km e a continental 30–50 km (até ~70 sob as cadeias altas).

10. a) Areias fluviais → ambiente continental/ribeirinho (mar afastado); calcário com fósseis marinhos → ambiente marinho aberto (mar avançou sobre a área); areias litorais → ambiente costeiro (mar recuou). b) Sequência completa = **transgressão seguida de regressão** (ciclo): o mar sobe e instala o mar aberto, depois retrocede. c) Pode explicar-se por **eustatismo** (variação do nível do mar global), por **subsidência tectónica** da bacia seguida de soerguimento, ou por combinação de ambos — a leitura exige distinguir movimento relativo.

11. Marcos e portos marinhos antigos, agora em terra e acima do nível do mar (ex.: rochedos com cavidades de erosão marinha datados, antigas linhas de costa elevadas), são medidos hoje por GPS e nivelamento com soerguimento de mm a ~1 cm/ano. O processo é o **rebound isostático**: com o degelo, a carga desapareceu e o manto, que se tinha deslocado lateralmente, devolve-se lentamente sob a crosta — a recuperação é lenta pela viscosidade elevada do manto.

12. (modelo) A posição da linha de costa depende do movimento relativo entre o mar e a terra: (1) **eustatismo** — no Quaternário, oscilações glaciais de ±120 m alargaram e reduziram a plataforma exposta (ex.: a transgressão holocénica alagou estuários e formou as actuais baixas-marés); (2) **movimento vertical da crosta** — a subsidência de uma bacia enterra fácies litorais (ex.: bacias de plataforma que acumulam espessas sucessões marinhas sobre crusta afundando) e o soerguimento isostático devolve terras elevadas (ex.: Escandinávia com terrasses marinhos acima do mar). Em qualquer caso, são registos combinados — por isso a leitura de uma sequência distingue sempre os dois efeitos.

© 2026 Estudantices