Paleoclimas e Mudanças Ambientais

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

Competências que desenvolve: Caracterizar os paleoclimas e as mudanças ambientais ocorridas ao longo da História da Terra, interpretando os registos e os indicadores climáticos preservados nas rochas e no gelo.

Revisão rápida

- **Indicadores:** *fósseis* (corais = águas quentes; mamutes = frio), *pólen* (vegetação e temperatura), *isótopos de oxigénio ($\delta^{18}O$)* em foraminíferos e gelo (temperatura e volume de gelo), *evaporitos* (árido), *tillites e estrias glaciais* (frio), *varves* (registos anuais).
- **Registos longos:** núcleos de gelo da Antártida e da Groenlândia (ar e CO_2 aprisionados, centenas de mil anos) e núcleos de sedimentos oceânicos (foraminíferos contínuos).
- **Mundos quentes:** Cretácico e início do Cenozoico sem calotas polares; **PETM** (~56 Ma) — aquecimento rápido de vários graus com anomalia de carbono.
- **Mundos frios:** glaciação do fim do Paleozoico (Gondwana) e as **glaciações do Quaternário** — oscilações glacial/interglacial com calotas avançando e recuando.
- **Princípio:** nenhum indicador sozinho — a reconstrução fiável exige **convergência de proxies** (fósseis + química + sedimentos).

Exercícios

1. V/F — corrige as falsas: a) «Os fósseis de organismos com exigências climáticas definidas permitem inferir o clima da época.» ( ) b) «A razão de isótopos de oxigénio ($\delta^{18}O$>) em foraminíferos regista temperatura e volume de gelo.» ( ) c) «Os evaporitos formam-se em ambientes frios e húmidos.» ( ) d) «O Quaternário foi um período continuamente glacial.» ( )

2. Liga cada indicador ao que revela: (1) estrias e tillites · (2) pólen em sedimentos · (3) $\delta^{18}O$ em núcleos de gelo · (4) evaporitos · (5) corais fósseis · (6) varves. (a) vegetação e, por inferência, temperatura e humidade · (b) episódio glacial continental · (c) oscilações anuais de temperatura · (d) ambiente marinho quente e raso · (e) sequência de temperatura/volume de gelo datada · (f) clima árido com evaporação superior à precipitação.

3. Completa as frases (banco: *isótopos · pólen · evaporitos · glacial · fósseis · árido*): a) A razão de _____ de oxigénio nos foraminíferos é um dos termómetros do passado. b) O _____ conservado em sedimentos reconstitui a vegetação antiga. c) Camadas de _____ assinalam clima _____ com evaporação a predominar. d) Os tillites marcam as antigas _____.

4. Escolha múltipla: a) O registo mais contínuo e datado do CO_2 passado vem de: (anéis de árvores / núcleos de gelo / cartas geológicas). b) O PETM corresponde a: (um episódio de glaciação / um aquecimento rápido no início do Cenozoico / a extinção do Pérmico). c) As oscilações glaciais do Quaternário se relacionam sobretudo com: (variações orbitais da Terra / atividade solar constante / correntes oceânicas apenas).

© 2026 Estudantices

5. Completa a tabela de paleoclimas (preenche as lacunas de evidência e de condição):

Momento	Condição climática	Evidência-chave
Cretácico	quente, sem gelo polar	
Fim do Paleozoico (Gondwana)		estrias e tillites, depósitos glaciar-periglaciais
PETM (~56 Ma)		anomalia de $\delta^{18}O$ e carbono nos sedimentos
Quaternário	alternância glacial/interglacial	

6. Interpreta os dados do CO_2 em núcleos de gelo (últimos ~800 mil anos, dados didáticos redondos): a) Descreve o padrão de oscilação e a sua amplitude em ppm. b) Calcula a variação relativa ((máx−mín)/mín × 100). c) Que relação se estabelece entre CO_2 e fases glaciais?

Fase	Máximo glacial	Interglacial
CO_2 (ppm)	~180	~280

7. Ordena um ciclo glacial (do 1 ao 6): ( ) a temperatura sobe e os gelos derretem · ( ) a concentração de CO_2 cai com o arrefecimento · ( ) as variações orbitais reduzem a insolação estival de altas latitudes · ( ) o nível do mar desce dezenas de metros · ( ) a calota avança e escava o leito (estrias, tillites) · ( ) o CO_2 libertado pelo oceano reforça o aquecimento (retroação positiva).

8. Compara dois mundos: um mundo glacial (máximo do Quaternário) e um mundo sem gelo polar (Cretácico). Descreve, em três pontos, como diferiam o nível do mar, a distribuição de fauna e a paisagem de latitudes médias.

9. Corrige os erros conceptuais, justificando: a) «Basta um único indicador para reconstruir o clima de um período.» b) «Durante o Quaternário, o planeta esteve sempre coberto de gelo.» c) «Os corais fósseis indicam águas frias de alta latitude.»

© 2026 Estudantices

10. Ordens de grandeza: o CO_2 oscilou entre 180 e 280 ppm nos ciclos naturais. a) Qual a amplitude absoluta? b) Que variação relativa representa? c) Compara com os ~420 ppm atuais: quanto ultrapassa o máximo interglacial natural?

11. Resposta curta: por que razão se fala em «múltiplos indicadores» (proxies) na reconstrução de paleoclimas, e o que acontece quando dois indicadores discordam?

12. Desenvolvimento — reconstrói o clima do Cretácico. Imagina que, numa localidade europeia, encontras: fósseis de crocodilos e de corais de águas quentes, calcários com biota tropical e ausência de depósitos glaciares. Explica, ponto a ponto, que clima se reconstitui e que confiança tens na conclusão.

© 2026 Estudantices

Soluções — Paleoclimas e Mudanças Ambientais

1. a) **V** — é o princípio dos fósseis-indicadores (indicadores bioestratigráficos de faciês climática). b) **V** — mais ^{18}O em sedimentos/gelo = mais frio e mais gelo; razão inversa para temperaturas elevadas. c) **F** — evaporitos (gesso, sal) formam-se em ambientes *áridos e quentes*, com evaporação > precipitação. d) **F** — alternou glaciais e interglaciais; as calotas oscilaram, sem gelo permanente em todo o lado.

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

3. a) **isótopos** b) **pólen** c) **evaporitos**, **árido** d) **glaciais**.

4. a) **núcleos de gelo** b) **um aquecimento rápido no início do Cenozoico** c) **variações orbitais da Terra**.

5. Cretácico — evidência: **fósseis de organismos de águas quentes a latitudes altas (corais, crocodilos), calcários com biota tropical, ausência de depósitos glaciares**. Fim do Paleozoico — condição: **glaciação de grande amplitude (Gondwana sobre o polo sul)**. PETM — condição: **aquecimento rápido de vários graus**. Quaternário — evidência: **núcleos de gelo com oscilações de CO_2, marcas glaciais, terrasses e morainas**.

6. a) Oscilação cíclica entre ~180 ppm (fases glaciais) e ~280 ppm (interglaciais), repetida ao longo dos ~800 mil anos — amplitude de **~100 ppm**. b) 100 ÷ 180 × 100 ≈ **56 %**. c) Fases glaciais coincidem com **CO_2 baixo** e interglaciais com CO_2 mais alto — a relação é sistemática e o CO_2 atua como retroação do sistema climático (não é apenas efeito).

7. Ordem: 1 — variações orbitais reduzem a insolação estival · 2 — a temperatura cai e a calota avança, escavando o leito (estrias, tillites) · 3 — o CO_2 cai com o arrefecimento · 4 — o nível do mar desce dezenas de metros · 5 — com a subida da insolação, a temperatura sobe e os gelos derretem · 6 — o CO_2 libertado reforça o aquecimento (retroação positiva).

8. (1) **Nível do mar:** no máximo glacial, dezenas de metros mais baixo (plataformas expostas, estreitos continentais); no Cretácico, elevado (mares interiores amplos). (2) **Fauna:** no glacial, fauna adaptada ao frio em latitudes médias (mamutes, renas) e comunidades tropicais confinadas ao equador; no Cretácico, fauna termófila a latitudes muito superiores (crocodilos, tartarugas). (3) **Paisagem:** no glacial, vales esculpidos por geleiras, morenas, terrasses; no Cretácico, latitudes médias sem gelo, com solos e vegetação quente.

9. a) **Errado** — um único proxy pode ser ambíguo (ex.: pólen responde a vegetação, não só a clima); a confiança vem da *convergência* de indicadores independentes. b) **Errado** — as glaciais alternaram com interglaciais (ciclos de ~100 mil anos); em vários momentos o gelo cobriu só parte dos continentes. c) **Falso** — corais hermatípicos exigem águas quentes (>~18 °C) e rasas; em fósseis indicam clima quente, nunca frio.

10. a) 280 − 180 = **100 ppm**. b) 100 ÷ 180 × 100 ≈ **56 %** de variação relativa. c) 420 − 280 = **140 ppm acima** do máximo interglacial natural (≈ 50 % acima dele) — fora da faixa dos ciclos naturais recentes.

11. Porque cada proxy mede uma coisa diferente (pólen = vegetação; $\delta^{18}O$ = temperatura/gelo; sedimentos = ambiente) e cada um tem vieses e incertezas — quando dois indicadores independentes apontam para o mesmo clima, a reconstrução é robusta; quando discordam, não se escolhe o «preferido»: investiga-se a causa (diagenese, retransporte de fósseis, calibração), reavalia-se a qualidade das amostras e, se necessário, junta-se um terceiro proxy até haver coerência.

12. (modelo) (1) **Corais de águas quentes** exigem mares tropicais rasos, contínuos e >18 °C → clima marinho quente. (2) **Crocodilos fósseis** a latitudes europeias → temperatura média anual elevada (reptis ectotermos precisam de invernos suaves). (3) **Calcários com biota tropical** → produtividade carbonatada típica de águas quentes. (4) **Ausência de depósitos glaciares** → ausência de calotas na região. Os quatro indicadores são independentes (biológicos, sedimentológicos, negativos) e *convergem* para «Cretácico quente, sem gelo local» — a confiança é elevada precisamente pela convergência; a limitação é que é um registo local, não global.

© 2026 Estudantices