

EDITAL DE SELEÇÃO 003/2018

PROVA DE CONHECIMENTOS – Data: 21/11/2018

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PALEONTOLOGIA

GABARITO

A Figura 1, abaixo, representa a distribuição no tempo e no espaço da Espécie X (hipotética), em território brasileiro. A Espécie X é uma espécie de Synapsida terrestre com registro em rochas do Triássico Inferior e Médio do Brasil, do Triássico Inferior da África do Sul e do Triássico Médio da Argentina.

As questões 1 e 2 desta prova referem-se à Figura 1. Com base na figura, e nas informações fornecidas, responda o que se pede.

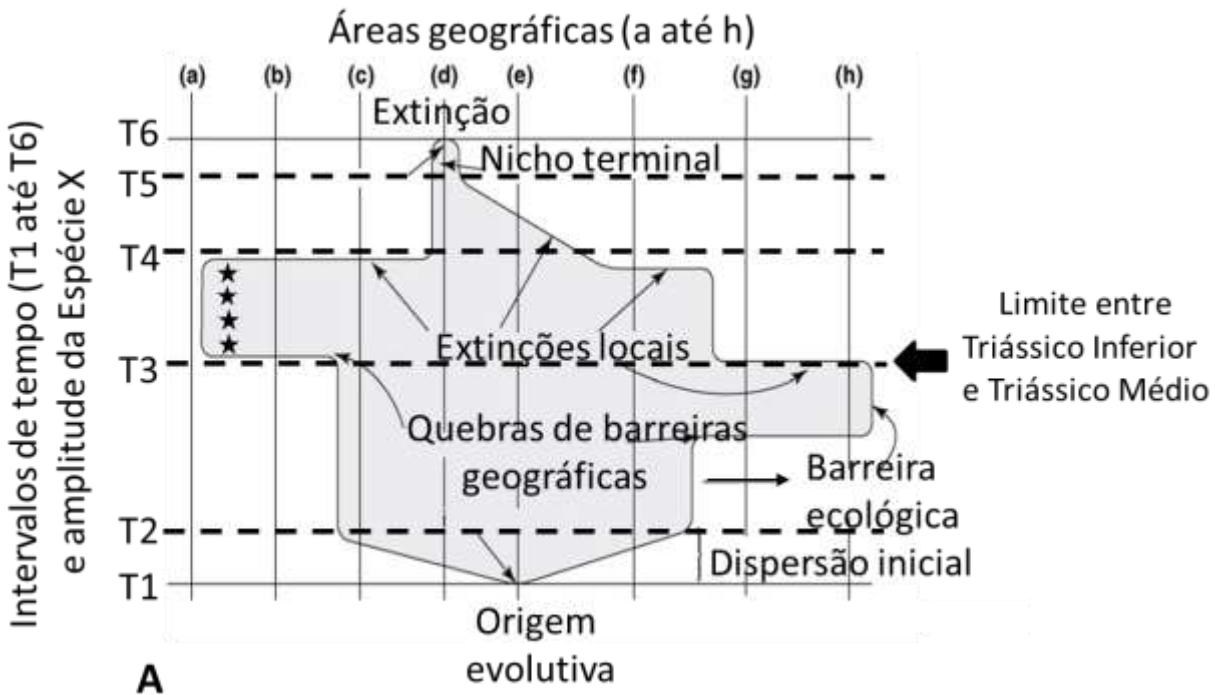


Figura 1. Padrão de dispersão da Espécie X, hipotética, no tempo e no espaço, em território brasileiro. Legendas: (a) até (h) = áreas geográficas. Distância entre uma área e outra (a até e) = 20 Km. Distância entre uma área e outra (e até h) = 30 km. T1 até T6 = Intervalos de tempo abrangendo tempo total de 6 (seis) milhões de anos; T3 corresponde ao limite entre Triássico Inferior e Triássico Médio (modificada de Donoghue & Benton, 2007).

QUESTÃO 1.

Discuta as implicações que o padrão de dispersão apresentado pela Espécie X pode acarretar em termos de correlações bioestratigráficas com outras unidades geológicas.

RESPOSTA:

Na Figura 1 observa-se que a Espécie X alcançou áreas geográficas distintas em tempos diferentes. A dispersão de uma espécie para áreas distantes pode resultar em **diacronismo**. Se não houver cuidado em se utilizar a distribuição vertical da Espécie X em todas as áreas (a até h) onde esta tem registro fóssil, correlações com outras unidades geológicas (Ex. África do Sul e Argentina), podem resultar em correlações diácronas.

Fonte: CARVALHO (ed.), 2010, volume 1, página 90.

QUESTÃO 2.

a) Indique em quais intervalos de tempo a Espécie X se encontra em fase de estase evolutiva (*sensu* Eldredge & Gould, 1972). Justifique sua resposta, caracterizando o conceito de estase evolutiva.

RESPOSTA:

Pelas informações apresentadas, a Espécie X, por tratar-se de uma única espécie, encontra-se **ao longo de todo o intervalo de tempo (isto é, do T1 ao T6) em fase de estase evolutiva**, ou seja, um longo período de tempo em que não acontecem mudanças morfológicas significativas, mas, sim, apenas mudanças não direcionais em torno da média das características da população.

Fonte: CARVALHO (ed.), 2010, volume 1, página 152.

b) Se, entre os tempos T3 e T4, uma barreira geográfica intransponível (posição da barreira indicada, na figura, pelas estrelas) se estabelecesse entre as áreas geográficas (a) e (b), isolando uma pequena parte da população da Espécie X (não mais de 20 indivíduos), o que poderia ser esperado em termos de processo de especiação? Justifique sua resposta abordando os seguintes tópicos: 1) Com base no tipo de barreira estabelecida, defina e discuta a explicação histórica para o fenômeno segundo a Biogeografia Histórica; 2) Explique os mecanismos e etapas envolvidos no processo de especiação em questão.

RESPOSTA:

1) Trata-se de um caso de **vicariância**, no qual o isolamento das populações se dá pelo surgimento de uma barreira geográfica. Neste caso, a barreira é da mesma idade dos grupos de organismos separados por ela. A vicariância ocorre quando uma população ancestral é dividida em pelo menos duas subpopulações devido ao surgimento de uma barreira intransponível; com o tempo, as duas populações evoluem para diferentes *taxa*. Portanto, no fenômeno de vicariância, a barreira é vista como a “causa da disjunção”. Logo, **a barreira tem a idade da disjunção**.

2) A consequência poderia ser um evento de **Especiação Alopátrica ou Adaptativa**, na qual duas populações de uma mesma espécie divergem para duas áreas distintas como consequência do estabelecimento de uma separação espacial (alopatria), ocasionada pelo surgimento de uma **barreira geográfica** (montanha, mar, rio, floresta, deserto etc.). Se as duas populações ficarem separadas por tempo suficiente para haver divergência genética, **mecanismos de isolamento reprodutivo** poderão surgir, interrompendo o fluxo gênico entre as duas populações. Em consequência, haverá especiação. Uma vez que somente uma pequena amostra da população da Espécie X (não mais de 20 indivíduos) ficou isolada devido ao estabelecimento da barreira geográfica, infere-se que poderia ocorrer especiação alopátrica do tipo **Efeito do Fundador**. Neste tipo de especiação alopátrica, postulado por Mayr (1963), a partir de uma população grande, um pequeno número de indivíduos fica separado da população original, ou por migração para além dos limites de distribuição da espécie ou pelo estabelecimento de uma barreira geográfica. A pequena população isolada leva consigo uma pequena amostra do conjunto gênico da população original. A situação da população pequena e periférica propicia a ação da **deriva genética**, a qual leva à produção, nesta população, de genótipos diferentes dos normalmente encontrados na população original. Como este fenômeno é verificado apenas em populações muito pequenas, o que ocorre com maior frequência é a extinção destas, devido à fixação de características não adaptativas ou deletérias. No entanto, o Efeito do Fundador, nos casos bem-sucedidos, pode conduzir a uma **especiação mais rápida** e de maior magnitude, graças à ação conjunta de deriva genética e seleção natural, propiciando diferenças mais acentuadas nas novas espécies.

Fonte: CARVALHO (ed.), 2010, volume 1, páginas 147, 148 e 356.

QUESTÃO 3.

A coluna da esquerda apresenta diferentes feições bioestratinômicas de concentrações fossilíferas marinhas. A coluna da direita mostra possíveis significados paleoambientais que podem ser inferidos a partir da análise destas concentrações fossilíferas. Associe adequadamente a coluna da direita com a da esquerda. Observação: Há apenas um possível significado paleoambiental para cada feição bioestratinômica listada.

RESPOSTA:

Feições bioestratinômicas	Significado ambiental
(1) Trilobitas intactos, enrolados.	(5) Condição de água calma.
(2) Biválvio escavador preservado com a concha articulada fechada, mas não em posição de vida.	() Prolongada exposição na interface água-sedimento, com ou sem transporte, em ambientes alta energia.
(3) Exoesqueletos de corais invertidos.	(1) Soterramento episódico associado a um distúrbio ambiental.
(4) Trilobitas inteiros, com carapaça não enrolada.	() Retrabalhamento por organismos bioturbadores em águas muito rasas.
(5) Esqueletos ramosos de corais preservados intactos.	(4) Soterramento episódico, sem resposta do organismo a um distúrbio ambiental.
	() Transporte seletivo por correntes.
	(3) Erosão episódica de fundo por ondas ou correntes; ambientes afetados por tempestades.
	(2) Soterramento rápido, com erosão do substrato.

Fonte: CARVALHO (ed.), 2010, volume 1, página 30.

QUESTÃO 4.

Dentre os diversos tipos de fossilização, a fosfatização, a silicificação, a substituição por minerais de ferro (como a piritização) e a formação de concreções são aquelas que mais dependem do contexto geoquímico eodiagenético dos sedimentos onde os restos biológicos estão sendo preservados. Explique cada um dos processos citados e relacione-os com o contexto geoquímico eodiagenético onde ocorrem.

RESPOSTA:

Fosfatização: O fosfato disponível em ambientes sedimentares ricos em matéria orgânica pode precipitar na forma de apatita ou fosfato de ferro, formas que geralmente estão envolvidas na permineralização de estruturas biológicas. Através da mediação por bactérias, o fósforo disponibilizado é oxidado na forma de fosfato, que precipita em condições ácidas, o que ocorre próximo a zonas com abundante decomposição de compostos orgânicos. A fosfatização pode ocorrer muito rapidamente e próxima da superfície, permitindo inclusive a preservação de estruturas pouco refratárias, como músculos e outros tecidos moles.

Silicificação: A sílica é bastante abundante nos ambientes sedimentares e possui mobilidade e solubilidade em condições de pressão e temperatura superficial. Em condições ácidas, conchas carbonáticas podem sofrer rápida dissolução. Se o ambiente sedimentar estiver supersaturado em sílica (o que também ocorre em situações de elevada acidez), a sílica pode precipitar ao mesmo tempo em que o carbonato é dissolvido. As fontes mais comuns de sílica solúvel para a silicificação incluem carapaças de sílica amorfa de microrganismos, e derrames vulcânicos (cinzas que hidrolisam para minerais de argila liberando ânion silicato para as águas percolantes). Alguns organismos parecem mais suscetíveis à silicificação, como os braquiópodes, talvez devido ao caráter parcialmente poroso de suas conchas.

Substituição (Piritização): O ferro é um elemento bastante comum na superfície e em contextos sedimentares. Ambientes sedimentares ricos em matéria orgânica, mas pobres em oxigênio, podem produzir condições geoquímicas para a utilização de íons de ferro como agentes oxidantes, que, mediados pelo metabolismo bacteriano, facilitam a precipitação de compostos ferrosos, como a pirita (sulfeto ferroso). Ambientes com águas estagnadas ricos em matéria orgânica (preservados em folhelhos escuros) precipitam pirita mais facilmente. Microambientes onde a matéria orgânica pode ficar confinada, como dentro de conchas,

carapaças ou carcaças fossilizadas por outros processos também podem favorecer a precipitação de pirita, preservando estruturas anatômicas.

Concreções: Ocorrem com organismos mortos acumulados no fundo de lagos hipersalinos e quentes. A própria decomposição de parte dos tecidos do organismo morto modifica localmente as condições químicas e facilita a agregação de partículas carbonáticas em torno da carcaça, originando uma concreção (um “sarcófago”) que protege o resto da decomposição posterior. Esta etapa se desenvolve na zona sedimentar de redução de sulfatos, que ao reagirem com íons de ferro contribuem mais ainda para a alcalinização em torno do resto morto. Assim, é produzido um “sarcófago” que retarda a oxidação completa da matéria orgânica e permite a ferruginização tardia do organismo e a formação de um cimento calcítico.

Fonte: CARVALHO (ed.), 2010, volume 1, páginas 8; 67; 71-73.

QUESTÃO 5.

Embora as divisões do tempo geológico em Éons (Hadeano, Arqueano, Proterozoico e Fanerozoico) apresentem idades absolutas, que são obtidas a partir da datação de elementos radiogênicos presentes em minerais de rochas ígneas (não fossilíferas, portanto), estas divisões também refletem grandes modificações biogênicas do funcionamento do planeta Terra. Descreva estas modificações e suas evidências.

RESPOSTA:

Hadeano/Arqueano: *Surgimento da vida.*

- Evidências: (i) Fósseis de organismos unicelulares provavelmente procariontes; estromatólitos (estruturas de bioestratificação produzidas por cianobactérias). (ii) Quimiofósseis/biomarcadores (compostos orgânicos de origem biológica alterados por processos físicos e geoquímicos) em rochas sedimentares, além de depósitos/camadas de **grafite** apresentando razão **isotópica de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$** indicativa de **fotossíntese**.

Arqueano/Proterozoico: (i) *Surgimento de organismos eucariotos unicelulares (com núcleo delimitado e organelas)* e (ii) *início do **acúmulo de oxigênio** na atmosfera (que deixa de ser*

redutora e passa a ser oxidante), causada pela fotossíntese executada pelas cianobactérias dos estromatólitos.

- Evidências: (i) Quimiofósseis indicativos de metabolismo eucarionte; impressões e compressões espiraladas com possível afinidade a algas (*Grypania*). (ii) Grande aumento na deposição de formações ferríferas bandeadas, término da deposição de nódulos sedimentares de pirita (sulfeto de ferro, produzido em ambiente anóxico), e deposição de rochas sedimentares avermelhadas (red beds).

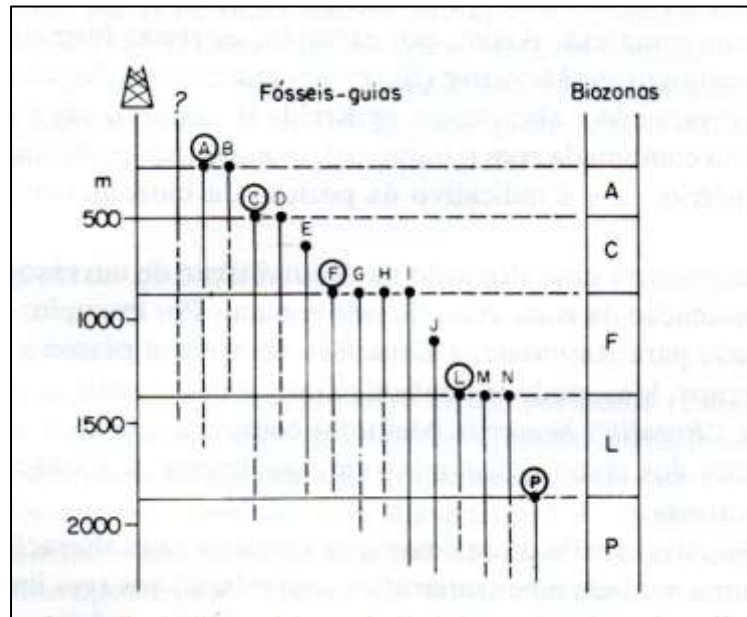
Proterozoico/Fanerozoico: Profundas modificações ecológicas e biológicas, incluindo o aparecimento da maioria dos filos de invertebrados vivos. Revolução de Substrato do Cambriano, com advento da bioturbação e modificação dos substratos marinhos.

- Evidências: Desaparecimento da biota Ediacarana; quase extinção do habitat estromatolítico; traços fósseis indicativos de organismos vermiformes, com simetria bilateral; surgimento de organismos produtores de esqueletos, inicialmente diminutos (milimétricos a submilimétricos); Radiação adaptativa do Cambriano, com o aparecimento de diversos planos de construção de organismos invertebrados em um curto intervalo de tempo geológico.

Fonte: CARVALHO (ed.), 2010, volume 1, páginas 105-107; 326-329.

QUESTÃO 6.

Em uma bacia sedimentar, quando determinados depósitos de rocha contêm fósseis, é possível realizar zoneamentos bioestratigráficos, ou seja, definir biozonas com base no conteúdo fóssil, tendo como princípios critérios paleontológicos (aparecimento, desaparecimento, distribuição especial de táxons, abundância relativa, estágios de desenvolvimento evolutivo ou presença versus ausência de táxons). Na figura abaixo (original de Viana, 1984, modificada a partir de Mendes, 1988), cinco biozonas foram definidas (da base para o topo, zonas P, L, F, C e A). Considerando somente o que está sendo apresentado na figura, indique que provável tipo de biozoneamento foi realizado, justificando sua resposta.



RESPOSTA:

O tipo de zoneamento é de **amplitude diferencial superior (ou intervalo)**, baseado no nível de último aparecimento estratigráfico dos táxons P, L, F, C e A; ou no primeiro aparecimento (na ordem de perfuração) dos táxons A, C, F, L e P, que corresponde, respectivamente, aos seus últimos aparecimentos estratigráficos.

Fonte: CARVALHO (ed.), 2010, volume 1, páginas 85 e 86.