GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 28

BIOLOGIA E GEOLOGIA
10.º ANO

Tema 2: Estrutura e dinâmica da geosfera
Subtema 2: Sismologia

PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

O QUE VOU APRENDER?

COMO VOU APRENDER?

O QUE APRENDI?

COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

Sismologia

Aplica o que aprendeste sobre sismologia.

O QUE VOU APRENDER?

Caracterizar as ondas sísmicas (longitudinais, transversais e superficiais) quanto à origem, forma de propagação, efeitos e registo.

Interpretar dados de propagação de ondas sísmicas prevendo a localização de descontinuidades (Mohorovicic, Gutenberg e Lehmann).

Relacionar a existência de zonas de sombra com as características da Terra e das ondas sísmicas.

Usar a teoria da Tectónica de Placas para analisar dados de vulcanismo e sismicidade em Portugal e no planeta Terra, relacionando-a com a prevenção de riscos geológicos.

COMO VOU APRENDER?

GTA 17: Vulcanismo primário e produtos vulcânicos

GTA 18: Tipos de atividade vulcânica e vulcanismo secundário

GTA 19: Como se pode simular o comportamento das lavas?

GTA 20: Vulcanismo e tectónica de placas

GTA 21: Vulcanismo em Portugal

GTA 22: Aplica e pratica sobre sismologia

GTA 28: Aplica e pratica sobre sismologia

Objetivos:

- Caracterizar as ondas sísmicas (longitudinais, transversais e superficiais) quanto à origem, forma de propagação, efeitos e registo.
- Interpretar dados de propagação de ondas sísmicas, prevendo a localização de descontinuidades (Mohorovicic, Gutenberg e Lehmann).
- Relacionar a existência de zonas de sombra com as características da Terra e das ondas sísmicas.
- Usar a teoria da Tectónica de Placas para analisar dados de sismicidade, relacionando-a com a prevenção de riscos geológicos.

Modalidade de trabalho: individual ou em pequeno grupo.

Recursos e materiais: manual de Geologia, caderno diário, *internet*.

Resolve, no caderno, os grupos de itens propostos. Nos itens de escolha múltipla, **seleciona** a única opção que permite obter uma afirmação correta.

GRUPO I

No dia 6 de abril de 2009, ocorreu um sismo de magnitude 6,3 na região italiana de Abruzzo. O epicentro do sismo situou-se próximo de Áquila, localizada a cerca de 85 km a nordeste de Roma. Este sismo provocou 305 vítimas mortais, desalojou 25 000 pessoas e causou danos significativos em mais de 10 000 edifícios na região de Áquila.

O sismo teve origem numa falha situada na cordilheira dos Apeninos. Esta falha insere-se num contexto tectónico muito complexo. A tectónica da zona envolve a colisão das placas Euro-Asiática e Africana, com a subdução na zona do mar Adriático, e a abertura da bacia do Mar Tirreno. Tratou-se de um sismo cujo hipocentro teve uma profundidade de aproximadamente 8 km, o que poderá justificar os elevados danos registados. A Figura 1 representa a localização do epicentro do sismo e o respetivo mapa de intensidades, de acordo com a escala de Mercalli Modificada. A Figura 2 representa uma adaptação da escala de Mercalli Modificada.

Baseado em www.grmcat.com

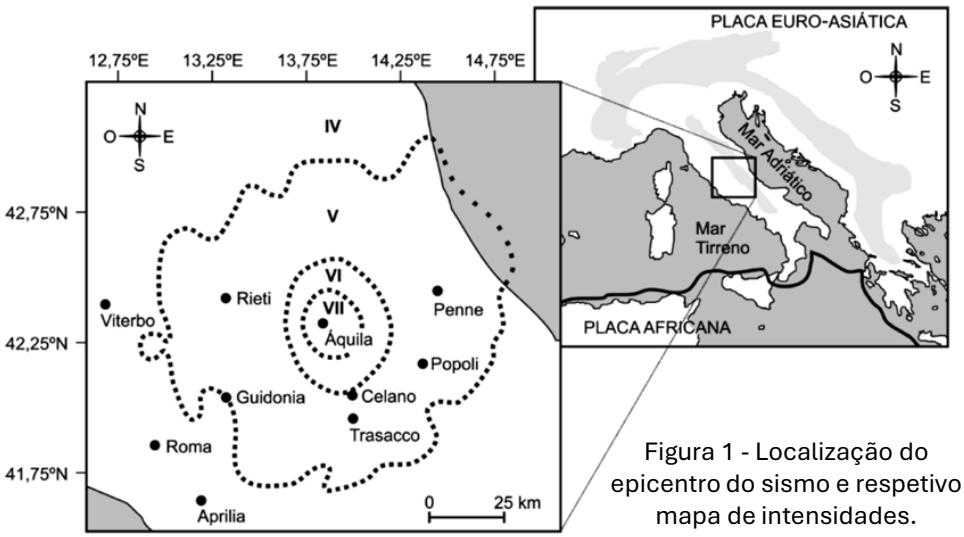

Figura 1 - Localização do epicentro do sismo e respetivo mapa de intensidades.

Escala de Mercalli Modificada		I	II-III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X+
Perceção		Não sentido	Muito fraco	Fraco	Moderado	Forte	Muito forte	Severo	Violento	Extremo
Danos potenciais	Estruturas resistentes	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Muito fraco	Fraco	Moderado	Moderado a forte	Forte	Muito forte
	Estruturas vulneráveis	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Fraco	Moderado	Moderado a forte	Forte	Muito forte	Muito forte

Figura 2 - Escala de Mercalli Modificada (adaptação).
Baseado em www.usgs.gov

Item 1

Tendo em conta o sismo de 6 de abril de 2009, à medida que aumenta o afastamento em relação a Áquila, verifica-se uma diminuição da...
(A) magnitude registada no sismo.
(B) diferença no tempo de chegada das ondas S e P.
(C) amplitude das ondas sísmicas.
(D) distância epicentral das estações sismográficas.

Item 2

De acordo com os dados fornecidos, o sismo de Áquila provocou, provavelmente, danos...
(A) moderados nas estruturas resistentes da cidade de Viterbo.
(B) fracos nas estruturas vulneráveis da cidade de Penne.
(C) moderados nas estruturas resistentes da cidade de Rieti.
(D) fracos nas estruturas vulneráveis da cidade de Roma.

Item 3

Admite que numa determinada estação sismográfica, localizada a cerca de 150 km do foco do sismo de Áquila, se registaram, primeiro, ondas P refratadas e, posteriormente, ondas P diretas. O atraso das ondas P diretas relativamente às ondas P refratadas deveu-se, provavelmente, ao facto de as ondas P...
(A) refratadas terem percorrido meios de maior rigidez.
(B) diretas terem percorrido um trajeto mais longo.
(C) diretas terem percorrido um trajeto mais curto.
(D) refratadas terem percorrido meios de menor rigidez.

Item 4

Explica, de acordo com a teoria do ressalto elástico, a ocorrência de um sismo.

Adaptado de Teste intermédio de Biologia e geologia, 11.º ano, 18.05.2012, IAVE.

Item 5

Explica por que razão um sismo pode registar várias intensidades mas apenas uma magnitude.

GRUPO II

O Japão constitui um arco insular resultante de atividade vulcânica que ocorre quando a placa do Pacífico e a placa das Filipinas subductam o bordo este da placa Euroasiática. Originariamente, o Japão era um bordo continental da Ásia, tendo-se separado do continente há cerca de 15 milhões de anos, com a abertura do mar do Japão. Neste arquipélago, devido à instabilidade tectónica, as atividades vulcânica e sísmica são bastante intensas. Existem perto de oitenta vulcões ativos e são sentidos, em média, mil sismos por ano.

Em 1995, o sismo de Hyogo-Ken Nambu, perto da cidade de Kobe, teve uma magnitude de 7,2 na escala de Richter e resultou da rotura de uma falha do tipo desligamento (movimento horizontal dos blocos rochosos ao longo da falha), numa extensão de 40 km.

Algumas estruturas da cidade de Kobe, nomeadamente o porto marítimo, foram edificadas em ilhas artificiais construídas com materiais graníticos, não consolidados e saturados de água. Foi exatamente nestas ilhas que se registaram os maiores prejuízos, quer como consequência direta do sismo, quer como resultado do deslizamento dos terrenos que se verificou na sequência do mesmo.

A Figura 3 representa o contexto tectónico do Japão e a localização do epicentro do sismo de Hyogo-Ken Nambu (1995).

Os sismogramas A e B, representados na Figura 4, foram obtidos em dois locais com diferentes características rochosas, próximos de Kobe.

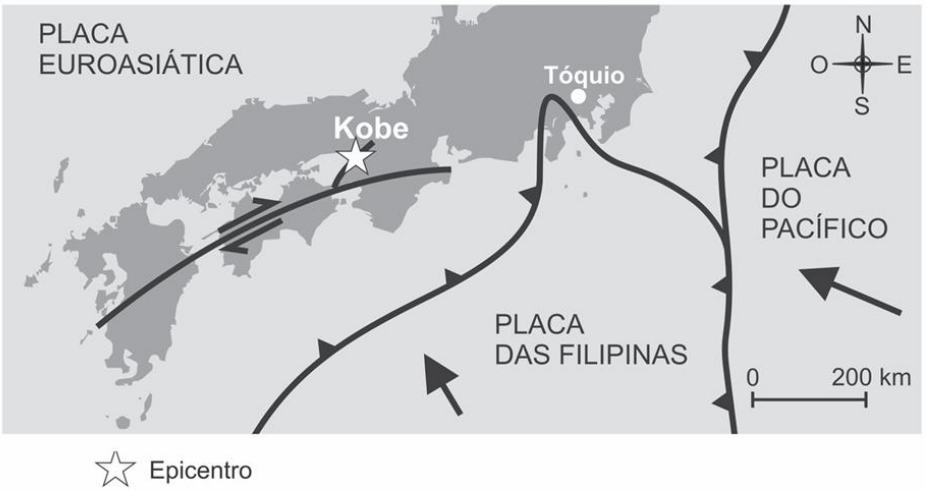

Figura 3 - Contexto tectónico do Japão e a localização do epicentro do sismo.

Baseado em http:// earthquake.usgs.gov

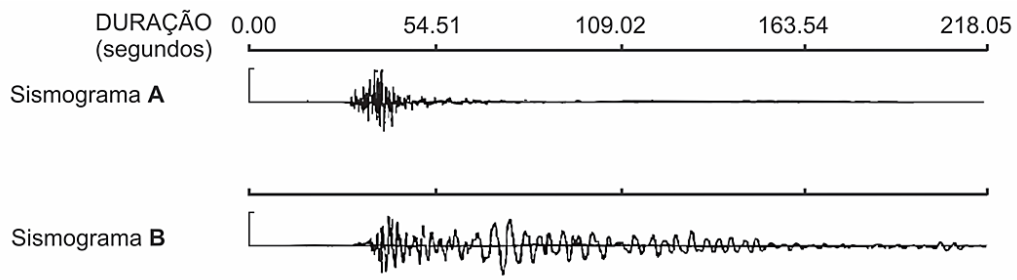

Figura 4 – Sismogramas obtidos em dois locais com diferentes características rochosas, próximos de Kobe.

Texto e Figura 4 baseados em
http://mceer.buffalo.edu/research/Reconnaissance/Kobe-17-95/response.pdf

Item 1

O sismograma B, representado na Figura 4, corresponde a uma zona de terreno...
(A) aluvial onde, devido a fenómenos de reflexão e de refração das ondas sísmicas, a vibração foi mais prolongada.
(B) aluvial onde, devido à menor rigidez dos materiais, as ondas sísmicas apresentaram maior frequência.
(C) consolidado onde, devido à maior rigidez dos materiais, as ondas sísmicas apresentaram maior frequência.
(D) consolidado onde, devido à ausência de fenómenos de reflexão e de refração das ondas sísmicas, a vibração foi mais prolongada.

Item 2

As primeiras ondas registadas num sismograma são...
(A) transversais, provocando a vibração das partículas paralelamente à direção de propagação da onda.
(B) transversais, provocando a vibração das partículas numa direção perpendicular ao raio sísmico.
(C) longitudinais, provocando a vibração das partículas paralelamente à direção de propagação da onda.
(D) longitudinais, provocando a vibração das partículas numa direção perpendicular ao raio sísmico.

Item 3

As ilhas do Japão constituem um arco insular onde ocorre...
(A) divergência entre limites litosféricos oceânicos.
(B) divergência entre limites litosféricos continentais e oceânicos.
(C) convergência entre limites litosféricos continentais e oceânicos.
(D) convergência entre limites litosféricos oceânicos.

Item 4

Explica, com base nos dados, por que razão o sismo de Hyogo-Ken Nambu provocou o deslizamento de terrenos na ilha do porto de Kobe.

Adaptado de Exame de Biologia e Geologia, 2011, 2.ª fase, IAVE.

Item 5

Compara a profundidade dos sismos associados a falhas transformantes com os associados a zonas de subducção. **Justifica** a resposta.

Grupo III

O gráfico da Figura 5 representa a relação entre a magnitude (Mw) dos sismos e o número de mortes que provocam. Estão destacados, através de círculos maiores, dois sismos do mesmo ano (2010) – no Haiti e no Chile. O primeiro teve origem a 13 km de profundidade e o seu epicentro situou-se a 25 km da capital do país. O segundo teve o epicentro a cerca de 100 km das cidades mais próximas e originou-se a 35 km de profundidade.

A escala vertical do gráfico é logarítmica. Ao contrário das escalas lineares, em que um determinado comprimento corresponde, sempre, ao mesmo valor, as escalas logarítmicas são caracterizadas pelo facto de valores cuja razão vale 10 se encontrarem a uma distância constante; no gráfico, é o que se verifica, pela distância entre as potências de base 10 ou, por exemplo, pela distância entre os valores 2000, 200 e 20.

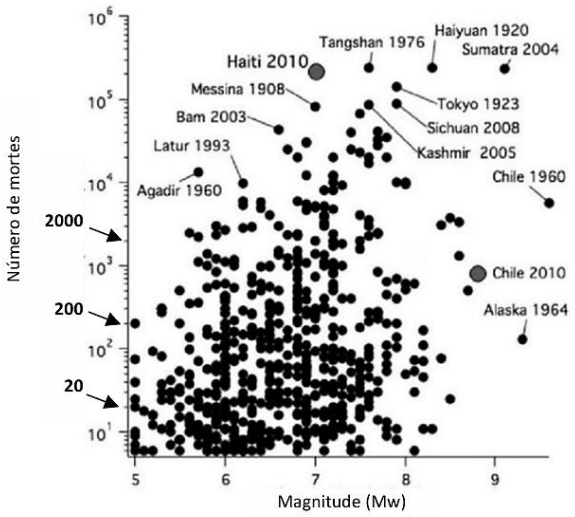

Figura 5 – Relação entre a magnitude dos sismos e o número de mortes que provocam.

Item 1

Para ajudar a compreender a diferença no número de mortes causadas pelos dois sismos destacados no gráfico, ponderou-se a influência dos parâmetros: i) profundidade focal, ii) localização epicentral e iii) qualidade das construções.
Os dados sugerem que, para a referida diferença, podem ter contribuído...
(A) i) e ii) mas não faz sentido considerar iii).
(B) i) e, eventualmente, também, iii) mas não ii).
(C) ii) e, eventualmente, também, iii) mas não i).
(D) i), ii) e, eventualmente, também, iii).

Item 2

A análise do gráfico sugere que...
(A) o sismo do Haiti, em 2010, foi, anormalmente, catastrófico.
(B) a intensidade de um sismo varia inversamente com a sua magnitude.
(C) só os sismos com Mw > 6 têm potencial para gerar milhares de mortos.
(D) o sismo do Chile, em 2010, libertou menos energia do que o do Haiti, do mesmo ano.

Adaptado de Olimpíadas de Geologia, 19.01.2024, SPG.

PROPOSTA DE RESOLUÇÃO

GRUPO I

Item 1

A magnitude é **única** para um sismo e **não depende** da localização da estação.
À medida que **aumenta** a distância a Áquila (epicentro):

- **aumenta** a diferença entre a chegada das ondas S e P;
- **diminui** a amplitude das ondas sísmicas;
- **aumenta** a distância epicentral.

Resposta: opção (C).

Item 2

Analisando o mapa de intensidades (Figura 1) e a escala de Mercalli modificada (Figura 2), é possível verificar que:

- Na cidade de Viterbo, a intensidade foi **IV**, o que corresponde a **nenhum dano** nas **estruturas resistentes**.
- A cidade de Penne registou uma intensidade de **V**, o que corresponde a **danos fracos** nas **estruturas vulneráveis**.
- Na cidade de Rieti, o sismo teve intensidade **V**, tendo provocado **danos muito fracos** nas **estruturas resistentes** da cidade.
- Na cidade de Roma, registou se uma intensidade de **IV**, o que **não representa danos** em **qualquer tipo de estruturas**.

Resposta: opção (B).

Item 3

A velocidade das ondas sísmicas **aumenta** com o **aumento da rigidez**. As **ondas P refratadas** percorrem camadas mais profundas, que apresentam **maior rigidez**, o que aumenta a sua **velocidade de propagação**. Apesar de o seu trajeto ser mais longo, chegam **antes** das ondas P diretas que percorrem um trajeto mais curto, mas através de materiais **menos rígidos**, e por isso com **menor velocidade**.

Resposta: opção (A).

Item 4

As tensões tectónicas provocam acumulação de **tensão** nas rochas, junto à falha. Quando é ultrapassado o **limite de resistência** da zona de falha ocorre o **movimento** dos blocos ao longo da falha. A movimentação brusca dos blocos provoca a **libertação da energia** acumulada sob a forma de ondas sísmicas.

Item 5

Um sismo regista **apenas uma magnitude**, uma vez que esta representa a **quantidade de energia** libertada no foco (ou hipocentro) do sismo.

Por outro lado, a **intensidade** varia com a **distância ao epicentro**, com o **tipo de construção** e com os **materiais rochosos atravessados**, traduzindo o grau de destruição causado, ou seja, os **efeitos causados pelo sismo** em cada local onde foi sentido.

GRUPO II

Item 1

O **sismograma B** mostra uma vibração mais prolongada, o que indica que o solo onde está a estação sismográfica tem características que **amplificam e prolongam a energia sísmica**.
Terrenos aluviais (formados por materiais não consolidados e saturados de água) **têm baixa rigidez e densidade**, o que favorece a **reflexão e refração múltiplas das ondas sísmicas**.
Isso resulta em **oscilações com maior duração e amplitude**, agravando os efeitos do sismo nessas zonas.

Resposta: opção (A).

Item 2

As **primeiras ondas registadas num sismograma** são as **ondas P (primárias)**, que são ondas sísmicas **longitudinais**, ou seja, provocam a vibração das partículas **na mesma direção em que a onda se propaga** (ou seja, paralelamente ao raio sísmico).

Resposta: opção (C).

Item 3

O arquipélago do Japão está localizado numa zona de **convergência entre limites litosféricos oceânicos**, envolvendo a subducção das placas do Pacífico e das Filipinas sob o bordo este da placa Euroasiática.

Resposta: opção (D).

Item 4

De acordo com os dados, algumas estruturas da cidade de Kobe foram construídas sobre **materiais não consolidados e saturados de água**.

A forte **vibração provocada pelo sismo**, com magnitude 7,2 terá originado **a liquefação,** em que há **diminuição do atrito** entre as partículas, levando ao **deslizamento dos terrenos** e a danos acentuados nas infraestruturas.

Item 5

Os sismos associados a **falhas de desligamento** resultam do movimento horizontal, ocorrendo a **pequenas profundidades.**
Nas **zonas de subducção** podem ocorrer sismos a **várias profundidades**, desde superficiais até muito profundos. Nestas zonas, podem ser gerados sismos ao **longo de todo o plano de subducção**, à medida que a placa oceânica afunda no manto.

GRUPO III

Item 1

Os dois sismos (Haiti e Chile, 2010) tiveram magnitudes elevadas, mas o número de mortes foi muito diferente. Esse facto poderá ser explicado por três fatores:

- **Profundidade focal**: O sismo do Haiti teve foco superficial (13 km), o que fez com que a energia chegue à superfície com maior intensidade; o do Chile foi mais profundo (35 km), logo, parte da energia dissipou-se antes de atingir a superfície.
- **Localização epicentral**: o epicentro do sismo do Haiti estava muito próximo da capital, uma zona densamente povoada; no caso do Chile, o epicentro estava a 100 km das cidades mais próximas, reduzindo o impacto humano direto.
- A **qualidade das construções terá contribuído,** eventualmente, para os efeitos observados.

Resposta: opção (D).

Item 2

O gráfico mostra que o sismo do Haiti, embora não tenha tido a maior magnitude, está muito acima da tendência geral em termos de número de mortes — ou seja, causou um número excecionalmente elevado de vítimas para a sua magnitude. Isso indica que foi **anormalmente catastrófico**, devido a fatores como profundidade do foco, proximidade à capital e a fragilidade das construções.

Resposta: opção (A).

O QUE APRENDI?

Já és capaz de...

- caracterizar as ondas sísmicas (longitudinais, transversais e superficiais) quanto à origem, forma de propagação, efeitos e registo?
- interpretar dados de propagação de ondas sísmicas prevendo a localização de descontinuidades (Mohorovicic, Gutenberg e Lehmann)?
- relacionar a existência de zonas de sombra com as características da Terra e das ondas sísmicas?
- usar a teoria da Tectónica de Placas para analisar dados de sismicidade em Portugal e no planeta Terra, relacionando-a com a prevenção de riscos geológicos?
- recorrer a diferentes fontes de informação para desenvolver as tarefas?
- relacionar conceitos novos com conhecimentos adquiridos?

Conseguiste realizar as etapas propostas neste guião? Ainda tens dúvidas?

Sugestões:

Estuda com um colega, partilhando dúvidas e aprendizagens.

Resolve, no caderno, os exercícios do manual.

COMO POSSO COMPLEMENTAR A APRENDIZAGEM?

Nesta videoaula, a Professora Isabel Anjos, explica a resolução de itens de exame sobre sismologia e tectónica de placas.

Exercícios sobre tectónica de placas e sismologia | Estudo Autónomo

Esparguete cru pode ajudar a compreender a escala de magnitude?
Vê o vídeo e descobre!

Earthquake Magnitude: Using pasta to understand magnitudes