

# GTA | Guião de Trabalho Autónomo n.º 31

## BIOLOGIA E GEOLOGIA 10.º ANO

### Tema 2: Estrutura e dinâmica da geosfera Subtema 3: Estrutura interna da Terra



PORQUÊ APRENDER SOBRE...?



O QUE VOU APRENDER?



COMO VOU APRENDER?



O QUE APRENDI?



COMO POSSO COMPLEMENTAR A  
APRENDIZAGEM?



## PORQUÊ APRENDER SOBRE...?

### **Estrutura interna da Terra**

Aplica o que aprendeste sobre os métodos diretos e indiretos e os modelos da estrutura interna da Terra.



## O QUE VOU APRENDER?

*Discutir potencialidades e limitações dos métodos diretos e indiretos, geomagnetismo e geotermia (grau e gradiente geotérmicos e fluxo térmico) no estudo da estrutura interna da Terra.*

*Interpretar modelos da estrutura interna da Terra, com base em critérios composicionais (crosta continental e oceânica, manto e núcleo) e critérios físicos (litosfera, astenosfera, mesosfera, núcleo interno e externo).*

*Relacionar as propriedades da astenosfera com a dinâmica da litosfera (movimentos horizontais e verticais) e a Tectónica de Placas.*



## COMO VOU APRENDER?

GTA 29: Como estudamos o interior da Terra?

GTA 30: Modelos da estrutura interna da Terra

**GTA 31: Aplica e pratica sobre a estrutura interna da Terra**

## Tema 2: Estrutura e dinâmica da geosfera

## Subtema 3: Estrutura interna da Terra



## GTA 31: aplica e pratica sobre a estrutura interna da Terra

**Objetivos:**

- Discutir potencialidades e limitações dos métodos diretos e indiretos, geomagnetismo e geotermia no estudo da estrutura interna da Terra.
- Interpretar modelos da estrutura interna da Terra, com base em critérios composicionais e critérios físicos.
- Relacionar as propriedades da astenosfera com a dinâmica da litosfera (movimentos horizontais e verticais) e a Tectónica de Placas.

**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**

O conhecimento da Terra tem aumentado, graças à contribuição de muitas áreas da ciência, desde a planetologia à sismologia. Muito do que se sabe sobre o interior da Terra advém do estudo da propagação das ondas sísmicas.

Em 1929, a sismóloga dinamarquesa Inge Lehmann, ao estudar, na Europa, os sismogramas relativos a um sismo com epicentro na Nova Zelândia, detetou um conjunto de ondas sísmicas, que não esperava encontrar a tal distância do epicentro. Inge Lehmann considerou que este conjunto de ondas se propagou através do núcleo e, aí, sofreu uma aceleração e um desvio na sua trajetória.

**Item 1**

No estudo efetuado por Inge Lehmann, a existência de uma descontinuidade no interior do núcleo foi apoiada pelo registo de um desvio na trajetória das ondas \_\_\_\_\_, que resultou de diferente \_\_\_\_\_ dos materiais que o constituem.

- (A) P ... composição química
- (B) P ... estado físico
- (C) S ... composição química
- (D) S ... estado físico



## Item 2

A aceleração das ondas P, detetada por Inge Lehmann, permite inferir que estas ondas encontraram um meio com \_\_\_\_\_ rigidez, devida, principalmente, a um aumento de \_\_\_\_\_.

- (A) maior ... pressão
- (B) maior ... temperatura
- (C) menor ... pressão
- (D) menor ... temperatura

Adaptado de Teste intermédio de Biologia e Geologia, 10.º ano, 18.03.2010, IAVE.

### GRUPO II

A Terra apresenta-se como um globo extraordinariamente ativo e estratificado, nomeadamente no que respeita a propriedades como a densidade, a rigidez e a composição dos materiais.

Desde a sua origem até à atualidade, o dinamismo da Terra tem sido mantido sobretudo graças à existência de fluxos contínuos de energia com origem no Sol e na própria Terra. O calor interno da Terra dissipa-se lenta e continuamente, do interior até à superfície, originando um fluxo térmico que apresenta variações na superfície terrestre, como se evidencia na Figura 1A.

O soerguimento e o afundamento da litosfera oceânica na astenosfera determinam a profundidade dos oceanos, que tende a ser maior nos locais mais afastados das dorsais oceânicas. Este facto relaciona-se com variações no fluxo térmico ao longo dos fundos oceânicos, que determinam alterações na densidade dos materiais rochosos constituintes da litosfera oceânica.

A variação da temperatura, no interior da Terra, em função da profundidade, está representada na Figura 1B.

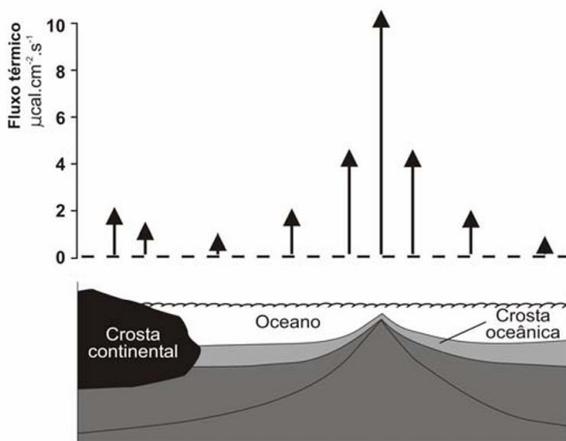


Figura 1A – Fluxo térmico.

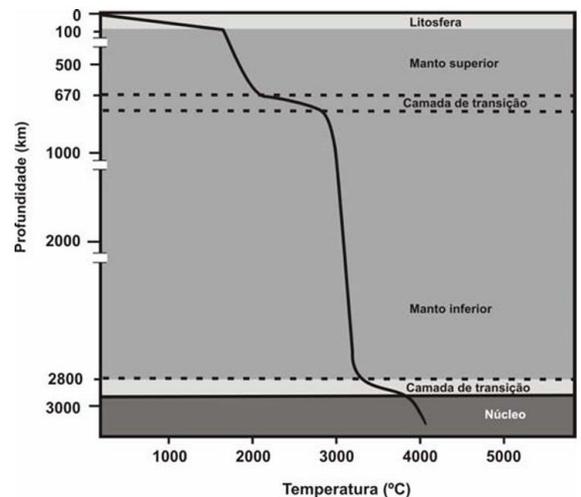


Figura 1B - Variação da temperatura terrestre em profundidade.

Caron, J. M. e outros, Comprendre & Enseigner la planète Terre, 2003 (adaptado)



### Item 1

Da análise dos dados da Figura 1A, pode inferir-se que o fluxo térmico é máximo nas zonas onde a litosfera é mais...

- (A) antiga, dado que aí ocorre descida de material mantélico.
- (B) antiga, dado que aí ocorre ascensão de material mantélico.
- (C) recente, dado que aí ocorre ascensão de material mantélico.
- (D) recente, dado que aí ocorre descida de material mantélico.

### Item 2

O gradiente geotérmico...

- (A) apresenta um aumento constante no manto.
- (B) é maior na litosfera do que no manto superior.
- (C) atinge o valor máximo na transição do manto para o núcleo.
- (D) é menor no manto superior do que no manto inferior.

### Item 3

A tectónica da litosfera é assegurada pela \_\_\_\_\_ rigidez da astenosfera, sendo esta também conhecida como \_\_\_\_\_.

- (A) menor ... zona de sombra sísmica.
- (B) maior ... zona de sombra sísmica.
- (C) maior ... zona de baixa velocidade sísmica.
- (D) menor ... zona de baixa velocidade sísmica.

### Item 4

**Faz corresponder** a cada uma das características relativas às zonas da estrutura interna da geosfera, que constam da coluna **A**, o termo ou expressão que as identifica, expresso na coluna **B**.

**Utiliza** cada letra e cada número apenas uma vez.

Coluna A	Coluna B
(a) Zona atravessada unicamente por ondas sísmicas longitudinais.	(1) Crosta continental
(b) Zona constituída essencialmente por rochas ricas em sílica e alumínio.	(2) Costa oceânica
(c) Zona delimitada pelas discontinuidades de Mohorovicic e de Gutenberg.	(3) Litosfera
(d) Zona constituída essencialmente por ferro no estado sólido.	(4) Astenosfera
(e) Zona formada por rochas magmáticas de natureza basáltica.	(5) Mesosfera
	(6) Manto
	(7) Núcleo externo
	(8) Núcleo interno

### Item 5

**Explica** o modo como a variação do fluxo térmico, ao longo dos fundos oceânicos, poderá justificar a maior profundidade atingida pelos oceanos nas zonas mais afastadas das dorsais.

Adaptado de: Exame de Biologia e Geologia, 2010, Época Especial, IAVE.



### GRUPO III

Utilizando dados de muitos sismómetros e de centenas de sismos, é possível construir uma imagem das propriedades sísmicas de uma parte do manto. Esta técnica chama-se tomografia sísmica e um exemplo da sua aplicação é apresentado na Figura 2. Na imagem, observa-se a subducção da Placa do Pacífico sob a região de Tonga. Nesta região, bem como no centro de expansão de Lau e na área das ilhas Fiji, existe atividade vulcânica. A legenda da imagem refere-se a anomalias na velocidade de propagação das ondas sísmicas do tipo P (primárias), em relação ao valor médio esperado para as rochas a essas profundidades.

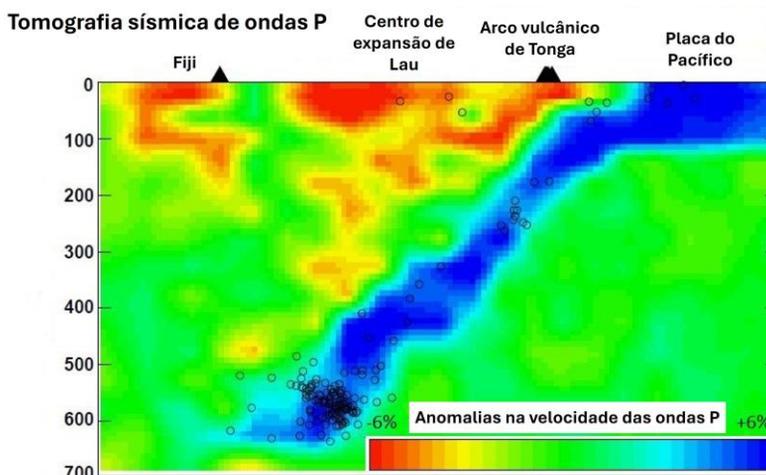


Figura 2 – Perfil tomográfico de ondas P da região do Pacífico Sul, desde o sudeste de Tonga até às ilhas Fiji. Os círculos assinalam os hipocentros dos sismos utilizados no estudo.

Adaptado de: Earle, S. (2019). *Physical Geology – 2nd Edition*. BCcampus. <https://opentextbc.ca/physicalgeology2ed/chapter/9-1-understanding-earth-through-seismology/>

#### Item 1

**Classifica** como verdadeira ou falsa cada uma das afirmações de **A** a **F**.

- A.** No centro de expansão de Lau, no arco de Tonga e nas ilhas Fiji, a velocidade das ondas P diminui devido ao aumento de densidade.
- B.** A placa em subducção conserva a sua rigidez até aos 600 km de profundidade.
- C.** A velocidade das ondas P é constante com a profundidade.
- D.** Uma anomalia positiva significa que as ondas P viajam mais rapidamente através de material com maior rigidez.
- E.** A placa do Pacífico tem cerca de 100 km de espessura.
- F.** As anomalias negativas sugerem que, nessas regiões, o material pode estar parcialmente fundido.

#### Item 2

O estudo de fragmentos mantélicos transportados por magmas ascendentes e a tomografia sísmica contribuem para o estudo do interior da Terra. Os métodos utilizados nestes estudos são...

- (A)** ambos diretos.
- (B)** ambos indiretos.
- (C)** direto e indireto, respetivamente.
- (D)** indireto e direto, respetivamente.



### GRUPO I

#### Item 1

O núcleo externo é líquido, enquanto o núcleo interno é sólido, mas ambos têm composição química semelhante (essencialmente ferro e níquel). Na transição do núcleo externo para o interno, a diferença no **estado físico** provoca um desvio na trajetória das **ondas P**. As ondas S não se propagam em meios líquidos, por isso não conseguem atravessar o núcleo externo.

**Resposta:** opção (B).

#### Item 2

A velocidade das ondas P varia diretamente com a rigidez dos materiais nos quais se propagam. A aceleração das ondas P na transição do núcleo externo para o interno significa que a **rigidez aumenta**. Apesar das elevadas temperaturas, a **pressão** é tão intensa que os materiais que constituem o núcleo interno se encontram no estado sólido.

**Resposta:** opção (A).

### GRUPO II

#### Item 1

De acordo com a Figura 1A, o fluxo térmico é máximo ao nível da dorsal oceânica. Nesta zona, o **material quente do manto ascende**, criando **novo fundo oceânico** e libertando grandes quantidades de calor (fluxo térmico).

**Resposta:** opção (C).

#### Item 2

O gradiente geotérmico mede a variação da temperatura com a profundidade ( $^{\circ}\text{C}/\text{km}$ ). A análise do gráfico da Figura 1B permite verificar que na **litosfera a temperatura aumenta mais rapidamente** com a profundidade do que em qualquer das outras camadas.

**Resposta:** opção (B).

#### Item 3

Na astenosfera, uma pequena parte dos materiais encontra-se parcialmente fundida, o que provoca uma diminuição da rigidez, em comparação com a litosfera que é sólida. Devido à menor rigidez, a astenosfera é plástica, ou seja, tem a capacidade de se deformar, o que permite o movimento das placas litosféricas subjacentes.

A astenosfera é também conhecida como **zona de baixa velocidade sísmica**, porque a **velocidade das** ondas sísmicas (P e S) diminui quando a atravessam, devido à menor rigidez.

**Resposta:** opção (D).



#### Item 4

As ondas sísmicas P são **ondas longitudinais**, que se propagam em todos os meios. A zona que é atravessada apenas por ondas P é o **núcleo externo** que se encontra no estado líquido.

A zona constituída essencialmente por **rochas ricas em sílica e alumínio**, ou seja, por rochas de natureza granítica, é a **crosta continental**.

A **descontinuidade de Mohorovicic** marca a transição da crosta para o manto superior. A **descontinuidade de Gutenberg** marca a transição do manto para o núcleo externo. Deste modo, o **manto** é zona delimitada superiormente pela descontinuidade de Mohorovicic e inferiormente pela descontinuidade de Gutenberg.

A zona constituída por **ferro** e níquel e que se encontra no **estado sólido** é o **núcleo interno**.

A zona formada por **rochas de natureza basáltica** é a **crosta oceânica**.

**Resposta:** (a) 7; (b) 1; (c) 6; (d) 8; (e) 2.

#### Item 5

À medida que a litosfera oceânica se afasta das dorsais, pelo processo de expansão do fundo oceânico, ocorre um **arrefecimento** progressivo das rochas, acompanhado pela diminuição gradual do fluxo térmico.

A diminuição da temperatura provoca a **contração** dos materiais rochosos, **aumentando a densidade** da litosfera oceânica.

O aumento da densidade provoca o **afundamento** gradual da litosfera oceânica, nas zonas mais afastadas das dorsais, ou seja, verifica-se um aumento da profundidade dos fundos oceânicos.

### GRUPO III

#### Item 1

**A.** O vulcanismo existente nessas zonas resulta de fusão parcial e ascensão de material do manto, o que significa que a **rigidez é menor** e, por isso, a **velocidade das ondas P diminui**.

**B.** A zona azul (anomalia positiva) mantém-se bem definida e até aos 600 km, indicando que a placa **mantém a rigidez** em relação ao manto envolvente.

**C.** A imagem de tomografia sísmica mostra **variações na velocidade das ondas P** com a **profundidade**: zonas em que a velocidade é superior (anomalias positivas) e zonas em que é inferior (anomalias negativas).

**D.** A velocidade das ondas P varia diretamente com a rigidez dos materiais. As zonas azuis (+6%) correspondem a **material mais rígido**, no qual as **ondas P se propagam mais rapidamente**.

**E.** Observa-se, na escala de profundidade, que a placa litosférica se estende desde a superfície até aproximadamente **100 km de profundidade**, antes de começar a mergulhar obliquamente.



F. A **diminuição de velocidade das ondas P** (anomalias negativas), sugere que nessas zonas os materiais se encontram parcialmente fundidos, ou seja, **com menor rigidez**, uma vez que a velocidades de propagação das ondas P varia diretamente com a rigidez.

**Resposta: Verdadeiras – B, D, E, F; Falsas – A, C.**

### Item 2

O estudo de **fragmentos de rochas do manto** (xenólitos) transportados por magmas ascendentes que chegam à superfície, é um **método direto**, uma vez que se baseia na análise direta de amostras em laboratório.

A **tomografia sísmica** baseia-se na análise da propagação de ondas sísmicas no interior da Terra. É um **método indireto**, porque infere as propriedades dos materiais a partir de dados sísmicos, não acede fisicamente ao interior.

**Resposta:** opção (C).



## O QUE APRENDI?

Já és capaz de...

- discutir potencialidades e limitações dos métodos diretos e indiretos, geomagnetismo e geotermia no estudo da estrutura interna da Terra?
- interpretar modelos da estrutura interna da Terra com base em critérios composicionais e critérios físicos?
- relacionar as propriedades da astenosfera com a dinâmica da litosfera (movimentos horizontais e verticais) e a Tectónica de Placas?
- 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?

**Assiste** à videoaula para reveres os conteúdos relacionados com o contributo das ondas sísmicas para o estudo do interior da Terra.

[Zonas de sombra e estrutura da Terra | Estudo Autónomo](#)

