

Biologia e Geologia

Componente de Biologia
10.º ano

10



Ministério
da Educação

Este livro foi aprovado pelo Ministério da Educação
para utilização obrigatória nas escolas



Manual Digital na app
EV Smart Book e em
www.escolavirtual.cv



Explora o manual digital do teu livro



Exercícios Interativos

Para resolução com *feedback* imediato.



Vídeos e interatividades

Explicam a matéria de forma motivadora.



Jogos

Exploram os conceitos curriculares de forma lúdica.



Áudios

Dão vida aos textos e ajudam a reforçar as competências linguísticas.



QuizEV

Desafiam-te a mostrares o que sabes.
Podes, também, jogar com os teus amigos.



Biologia e Geologia

Componente de Biologia

10.º ano



Manual Revisto

O presente manual foi revisto e validado
pela Universidade de Cabo Verde.

Explora o teu manual digital



<https://escolavirtual.cv>

Acesso e condições de utilização em
www.escolavirtual.cv



**Ministério
da Educação**

Podes também aceder ao teu livro
através da **app EV Smart Book**



Conhece o teu manual

O manual está organizado de modo que consigas ter sucesso e aprender de forma autónoma. Está dividido em duas componentes – Biologia e Geologia – organizadas em unidades. Cada unidade contribuirá para desenvolveres saberes, capacidades, atitudes e valores, que te permitirão atingir os objetivos da disciplina de Biologia e Geologia do 10.º ano.

Cada componente inicia com...

Legenda da fotografia relacionada com a componente de Biologia

Teste diagnóstico

Separador

Índice

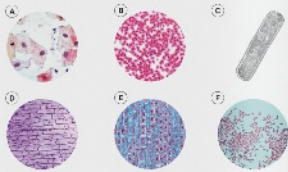
Biologia

Unidade I
Introdução à Biologia

Unidade II
A célula e a química da vida

Teste diagnóstico

1 Observe atentamente a figura 1, que representa várias fotomicrografias de diferentes células.



Page 1

- 1.1. Definire e descrivere gli studi di caso.
- 1.2. Identificare e descrivere i vantaggi e i limiti dell'uso dello studio di caso nell'indagine.
- 1.3. A. Analizzare i dati raccolti osservando un caso di studio e identificare le principali informazioni. B. Interpretare i risultati e discuterli con i colleghi. C. Rivedere i risultati e le conclusioni.
- 1.4. Discutere le implicazioni di un caso di studio e le sue limitazioni e le sue implicazioni.
- 1.5. Discutere le implicazioni di un caso di studio e le sue limitazioni e le sue implicazioni.

2. Observe os apontamentos da figura 2, que representa uma célula e a organização do material genético.



Fig. 2

**Questões sobre
as aprendizagens
dos anos anteriores**

Personalidade cabo-verdiana que investiga na área da Biologia

Cada unidade é composta por...

Separador

Unidade I

Introdução à Biologia

Capítulo 1
Introdução à Biologia



A filigrana é um elemento gráfico no papel fabricado. Por exemplo, quando se fabrica o dinheiro, a filigrana é colocada no papel para que se possa verificar a falsificação. Também se coloca a filigrana no papel das notas e dos livros para que se possa verificar a falsificação. A filigrana é colocada no papel das notas e dos livros para que se possa verificar a falsificação. A filigrana é colocada no papel das notas e dos livros para que se possa verificar a falsificação.

No final da Unidade II, será capaz de:

Objetivos da unidade

Desenvolvimento de conteúdos

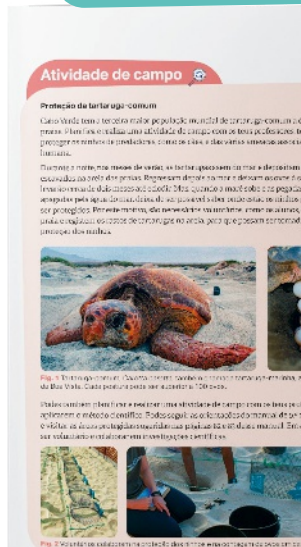


Responde tu com questões de verificação das aprendizagens

Aprende mais com informação adicional sobre o conteúdo

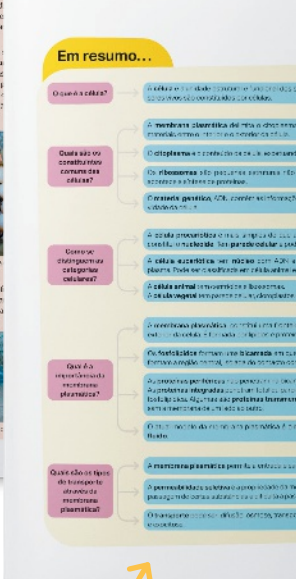
Ao longo do teu manual...

Atividade de campo



Consolidação dos conhecimentos de forma prática

Em resumo...



Síntese dos conteúdos aprendidos

Questões sobre os conteúdos desenvolvidos

Teste formativo

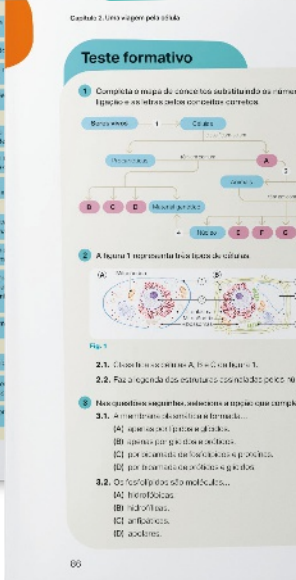
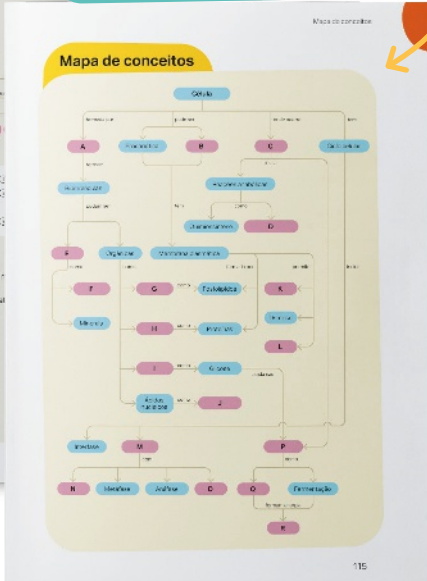


Diagrama para completar com conceitos-chave da matéria

Mapa de conceitos



Biologia

Teste diagnóstico

8

UNIDADE I: Introdução à Biologia

10

1

Introdução à Biologia

12

1.1. Conceitos básicos da Biologia

14

1.2. Ramos da Biologia

19

1.3. Investigação em Biologia

22

1.4. Níveis de organização em Biologia

24

Atividades

26

Em resumo...

31

Teste formativo

33

Mapa de conceitos

35



Osga gigante *Tarentola gigas*, espécie endémica de Cabo Verde, atualmente apenas encontrada nos ilhéus Branco e Raso.

UNIDADE II: A célula e a química da vida

36

1

O contexto químico da vida	38
1.1. Elementos essenciais da vida	40
1.2. Diversidade molecular da vida	41
1.3. Estrutura e função das moléculas biológicas	42
1.4. As propriedades da água	51
Atividades	53
Em resumo...	56
Teste formativo	58

2

Uma viagem pela célula	60
2.1. A descoberta da célula	62
2.2. Estrutura e função da membrana plasmática	66
2.3. Citoplasma e os organelos celulares	72
2.4. Núcleo e material genético	73
2.5. Ciclo celular	74
Atividades	81
Em resumo...	83
Teste formativo	86

3

Metabolismo celular	88
3.1. Metabolismo celular	90
3.2. Respiração celular	92
3.3. Fermentação	97
3.4. Fotossíntese e quimiossíntese	99
Atividades	106
Em resumo...	109
Teste formativo	113
Mapa de conceitos	115

Biologia

Unidade I

Introdução à Biologia

Unidade II

A célula e a química da vida





A biodiversidade está em constante evolução desde a sua origem na Terra, há cerca de 3700 milhões de anos. A Biologia estuda todas as formas de vida, microscópicas e macroscópicas, pois todas são importantes e têm valor intrínseco, regulando e mantendo a biosfera.



Ariana Freire, licenciada em Biologia e Mestre em Bioquímica e Biologia Molecular, é professora e investigadora no departamento de Ciência e Tecnologia da Universidade de Cabo Verde. A docente lidera um trabalho de investigação sobre a importância do diagnóstico precoce e personalizado da anemia falciforme em Cabo Verde. A investigação concluiu que com uma alta diversidade genética, Cabo Verde tem uma oportunidade única para implementar programas de diagnóstico precoce eficazes, como o rastreio neonatal, que podem reduzir complicações e melhorar significativamente a qualidade de vida das crianças afetadas.

Teste diagnóstico

- 1** Observa atentamente a figura 1, que representa várias fotomicrografias de diferentes células.

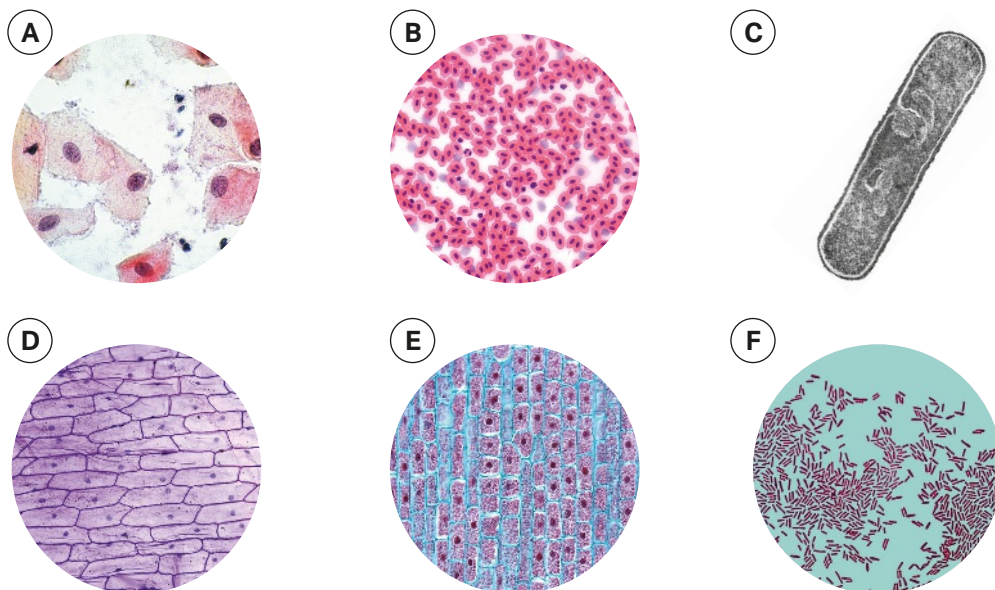


Fig. 1

- 1.1. Define o conceito de célula.
- 1.2. Distingue célula procariótica de célula eucariótica e célula animal de vegetal.
- 1.3. A imagem C foi obtida observando uma das células procarióticas da imagem F num instrumento usado em Biologia. Refere o seu nome.
- 1.4. Faz corresponder a cada letra um dos termos: semente de pinheiro, bactéria, epitélio bucal, epiderme da cebola, sangue de sapo, bactérias.

- 2** Observa atentamente a figura 2, que representa uma célula e a organização do material genético.

- 2.1. Faz a legenda da figura 2, utilizando os termos: gene, ADN, célula, núcleo, cromossoma.
- 2.2. Refere a estrutura da célula onde se localiza o material genético.
- 2.3. Justifica a afirmação: "A célula é a unidade básica da reprodução."

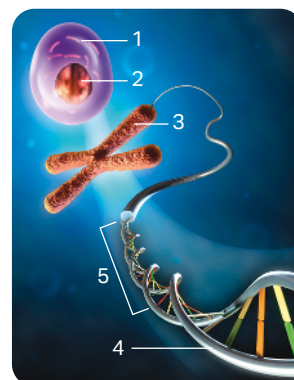


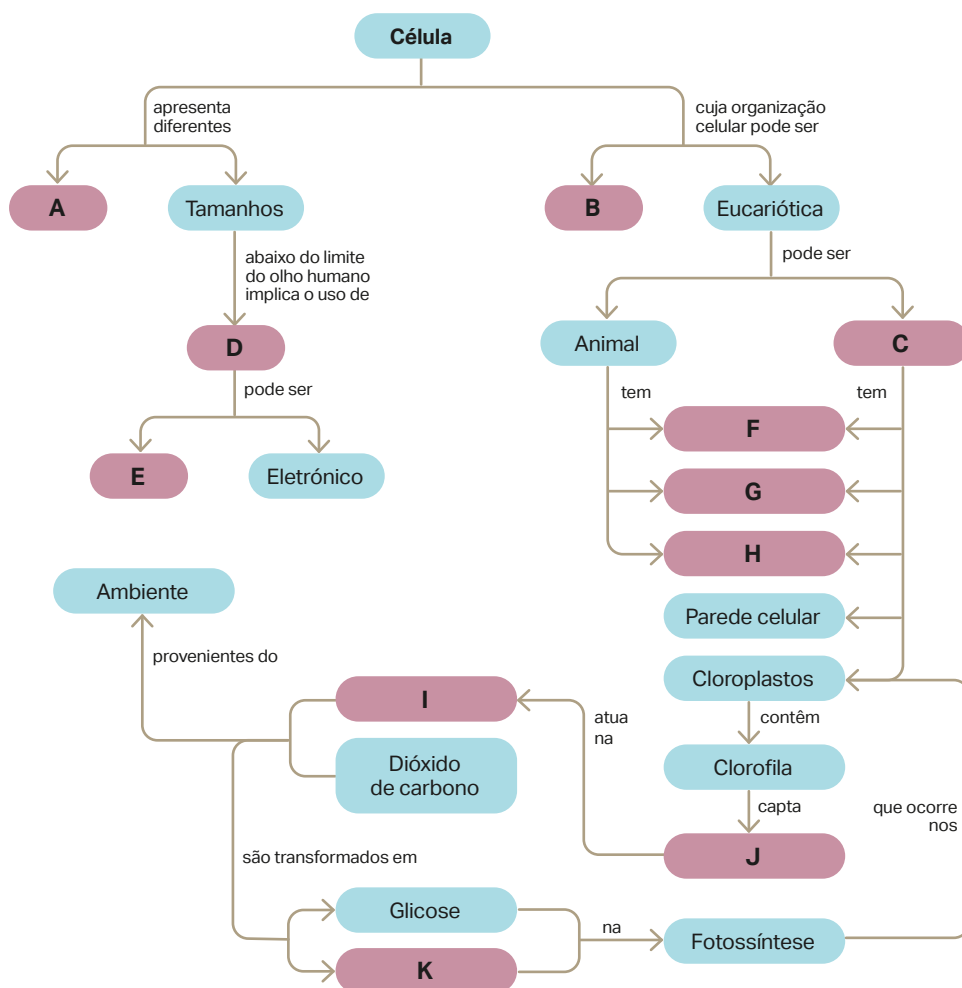
Fig. 2

- 3** Transcreve as frases, eliminando os termos incorretos, recordando o que aprendeste no 6.º ano, no tema Processos Vitais nas Plantas.

O processo que as plantas utilizam para produzir o seu próprio alimento designa-se por (respiração / fotossíntese).

De forma simples, podemos entender que a (fotossíntese / respiração) consiste na produção de (oxigénio / glicose) a partir de dióxido de carbono e água, na presença de luz e com a intervenção da clorofila (das mitocôndrias / dos cloroplastos). Neste processo, há libertação de (dióxido de carbono / oxigénio), sem o qual a vida na Terra seria impossível.

- 4** Completa o mapa de conceitos com base nas tuas aprendizagens dos anos anteriores, substituindo cada letra pelo termo correto.



Unidade I

Introdução à Biologia

Capítulo 1
Introdução à Biologia





A Biologia tem um enorme impacto na sociedade. Por exemplo, a descoberta de substâncias que curam doenças ou de vacinas que as previnem é fruto do trabalho persistente de cientistas, entre os quais biólogos e biólogas. A vacina contra a malária ou paludismo demorou várias décadas a ser desenvolvida e pode salvar milhares de vidas humanas. O parasita transmitido por um mosquito infeta células humanas, como os eritrócitos, na fotografia.

No final da Unidade I, serás capaz de:

- Compreender a Biologia como ciência que se fundamenta em métodos científicos para estudo e compreensão dos fenómenos biológicos e suas implicações no desenvolvimento da Humanidade.





Introdução à Biologia

- 1.1. Conceitos básicos da Biologia
- 1.2. Ramos da Biologia
- 1.3. Investigação em Biologia
- 1.4. Níveis de organização em Biologia

Os biólogos e as biólogas estudam os processos biológicos, dos mais elementares, ao nível dos átomos e moléculas, aos mais complexos ecossistemas. Têm curiosidade e colocam questões. Qual é a composição dos seres vivos? Como está organizada a vida? Como é que os organismos se reproduzem? Como surgiram os organismos? Podemos salvar espécies ameaçadas? Para responder a estas questões, os biólogos usam o método científico.

1.1. Conceitos básicos da Biologia

A **Biologia** é a ciência que se dedica ao estudo da vida. Deste modo, a Biologia estuda a **biosfera** – subsistema da Terra formado por todos os seres vivos e pelas relações que se estabelecem entre eles e com o ambiente que os rodeia. A **biosfera** é uma fina camada do sistema Terra: inclui a maior parte da hidrosfera, parte da baixa atmosfera e parte da litosfera superior. A biosfera vai desde as profundidades dos fundos oceânicos até às mais altas montanhas.

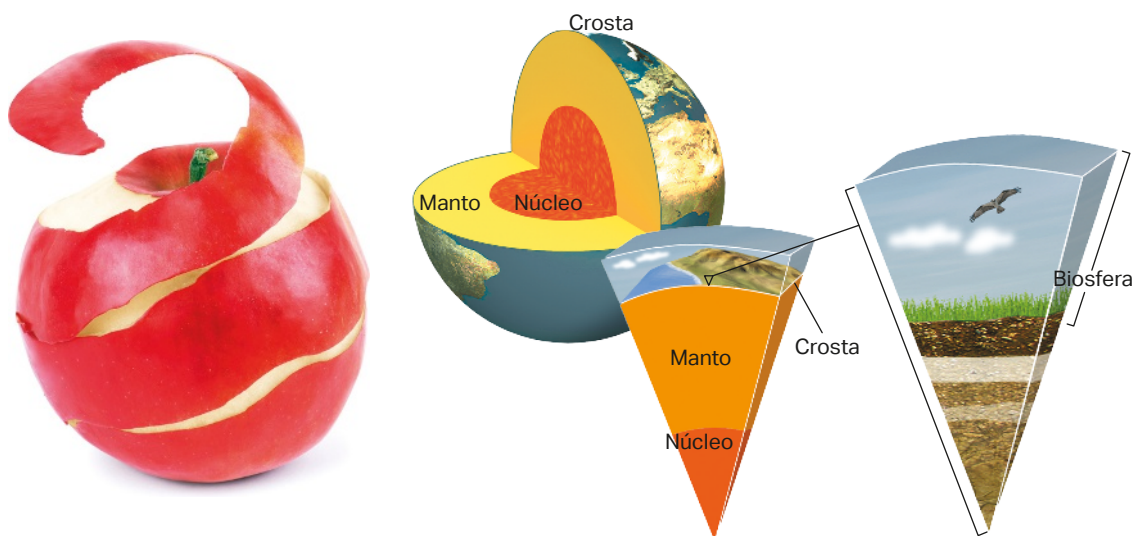


Fig. 1 Se compararmos a Terra a uma maçã, a biosfera não é mais espessa do que a casca da maçã.

Responde tu

- 1 Nomeia os subsistemas terrestres.
- 2 Apresenta um exemplo de interação entre a biosfera e:
2.1. a atmosfera; 2.2. a hidrosfera; 2.3. a geosfera.
- 3 Explica a afirmação: "A Biologia ajuda a desvendar os mistérios da vida."

Aprende mais

Pesquisa num dicionário em papel, ou no dicionário *Infopédia* na Internet, a origem do termo **biologia** e outros relacionados com esta ciência.

A etimologia do termo biologia provém do grego *bíos*, «vida» + *lógos*, «tratado» + *-ia*, pelo francês *biologie*, «idem».



Os cientistas que se dedicam ao estudo da Biologia são os **biólogos** e as **biólogas**, adiante designados pela forma masculina do nome, para simplificação do texto. Os biólogos, ao estudarem numerosos seres vivos, concluíram que existe um conjunto de temas unificadores comuns, designados por **princípios da Biologia**.



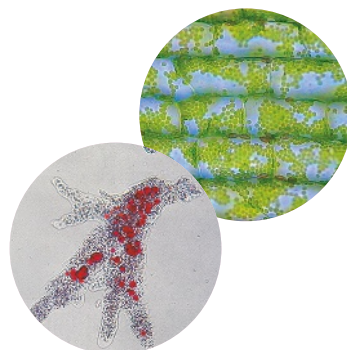
Fig. 2 Os doze princípios da Biologia, segundo a *American Association for the Advancement of Science* e R. Brooker, *Biology*, McGraw Hill, 2024.

Breve descrição dos princípios da Biologia

Princípio 1: a célula é a unidade básica da vida

O termo **organismo** pode ser usado para designar todas as formas de vida. Os organismos mantêm uma organização interna, ordenada e separada do ambiente. A unidade básica desta organização é a **célula**.

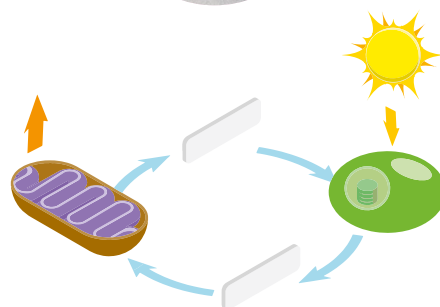
A **teoria celular** afirma que todos os organismos são formados por células, que as células são as mais pequenas unidades da vida e que as novas células provêm de células preexistentes. Os organismos **unicelulares**, como a ameba, são formados por uma única célula, e os organismos **multicelulares**, como a elódea, são formados por muitas células.



Princípio 2: os organismos usam energia

Os organismos obtêm nutrientes do ambiente e as células degradam esses nutrientes com libertação de energia na **respiração celular**. A energia é usada para sintetizar os componentes das células.

As plantas e algas captam a energia luminosa e usam-na para produzir os seus próprios nutrientes, na **fotossíntese**.



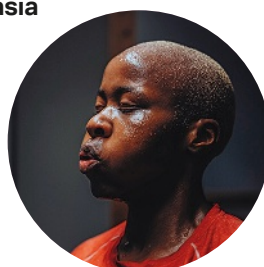
Princípio 3: os organismos interagem com o ambiente

Os organismos interagem com o ambiente e com os outros organismos que os rodeiam. Por exemplo, as plantas crescem em direção à luz – **fototropismo** – e alguns animais são atraídos pela luz – **fototaxia**.



Princípio 4: os organismos mantêm a homeostasia

Os organismos regulam as suas células e o seu corpo para manterem a estabilidade do seu meio interno – **homeostasia**. Por exemplo, quando está calor transpiramos e quando está frio temos arrepios.



Princípio 5: os organismos têm crescimento e desenvolvimento

Os organismos crescem e desenvolvem-se. O **crescimento** origina mais células e células maiores. O **desenvolvimento** é o conjunto de mudanças por que passam as células até ser formado um organismo com um conjunto próprio de características, como, por exemplo, na metamorfose da rã.



Metamorfose da rã

Princípio 6: o material genético fornece as instruções para o desenvolvimento e reprodução

A **reprodução** é o processo em que os organismos originam descendentes semelhantes aos progenitores. É o material genético, constituído por **ADN**, que serve de modelo para a organização, desenvolvimento e funcionamento dos organismos. O ADN é o material básico da **hereditariedade**: é o veículo da informação genética hereditária que passa de pais para filhos.



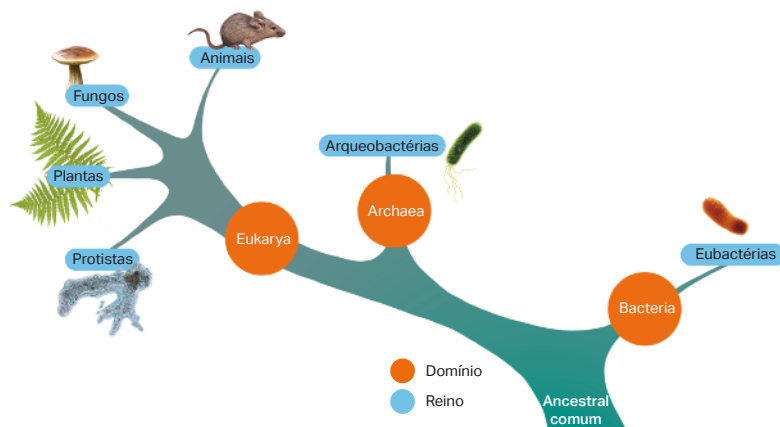
Princípio 7: as populações evoluem

Uma das características universais da vida é a **evolução** – mudança das características hereditárias de uma população de seres vivos de uma geração para outra. Este processo leva a que os organismos mudem e as populações evoluam e se diversifiquem ao longo do tempo, adaptando-se melhor ao seu ambiente. Por exemplo, o focinho comprido do papa-formigas é uma adaptação à captura de formigas nos formigueiros. O registo fóssil comprova que os papa-formigas atuais evoluíram de populações com focinhos curtos.



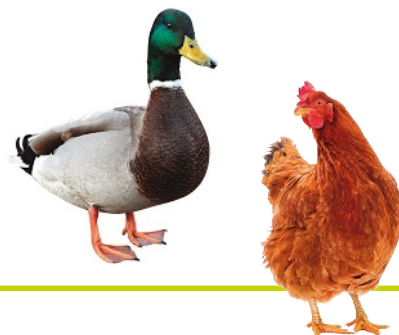
Princípio 8: todas as espécies estão relacionadas pela história evolutiva

A vida terá surgido na Terra há cerca de 3800 milhões de anos. O registo fóssil e a análise do ADN comprovam que todos os organismos na Terra partilham um **ancestral comum**.



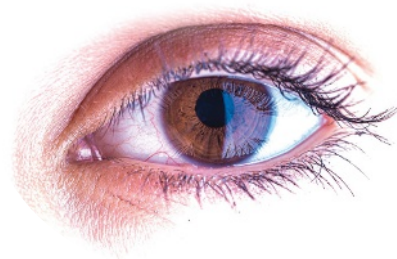
Princípio 9: a estrutura determina a função

Este princípio é transversal aos níveis de organização biológica, desde as moléculas aos organismos. Um exemplo de que a **estrutura** influencia a **função** é dado pelas aves. As aves aquáticas têm pés palmados, que lhes permitem nadar. Outras aves têm pés que lhes permitem caminhar ou agarrarem-se aos ramos.



Princípio 10: interações complexas fazem emergir novas propriedades da vida

Certos componentes individuais num organismo interagem uns com os outros e com o meio envolvente para criar novas estruturas e funções. As características resultantes são denominadas **propriedades emergentes**. Por exemplo, o olho humano é formado por muitos tipos diferentes de células que interagem umas com as outras, permitindo a visão.



Princípio 11: a Biologia é uma ciência experimental

Os biólogos são curiosos acerca das características dos organismos e fazem perguntas. Por exemplo, por que razão uma determinada célula produz uma proteína específica quando colocada a temperatura elevada, ou o motivo pelo qual uma determinada ave come insetos no verão e sementes no inverno. Para responder a estas questões, os biólogos recolhem dados e formulam **hipóteses** que serão testadas na **experimentação**.

Princípio 12: a Biologia influencia a sociedade

O trabalho do biólogo não se limita ao laboratório ou ao campo, indo muito mais longe e tendo efeitos na **sociedade**. Por exemplo, os biólogos descobriram medicamentos e vacinas que salvam vidas, e desenvolveram variedades de milho resistentes a insetos que permitem uma maior produção.



Responde tu

- 1 Refere o âmbito de estudo dos biólogos.
- 2 Enumera os princípios da Biologia.
- 3 Indica outro exemplo ilustrativo dos princípios 3, 4, 5, 7 e 9.

1.2. Ramos da Biologia

A Biologia está dividida em numerosas áreas ou subdisciplinas – **ramos da Biologia**. Atualmente, existem muitos ramos da Biologia consoante o âmbito de estudo. Cada um dos ramos pode estar ligado a outros ramos de outras ciências e, por isso, são frequentemente designados por ciências biológicas.

A **Taxonomia** é o ramo da Biologia que classifica os seres vivos. Considerando a classificação em cinco reinos, os ramos da Biologia são a **Bacteriologia**, a **Protistologia**, a **Micologia**, a **Zoologia** e a **Botânica**.

Considerando que todos os organismos partilham uma unidade comum, a célula, o ramo de estudo é a **Biologia celular** ou Citologia. Nos organismos multicelulares, as células formam tecidos e o ramo de estudo é a **Histologia**. O estudo dos vários processos por que passam estes organismos, desde o ovo até ao final do desenvolvimento embrionário, é o âmbito de estudo da **Embriologia**.



Fig. 3 Alguns ramos da Biologia, segundo D. Walliman, *Domain of Science*.

Responde tu

- 1 Estabelece a correspondência entre cada um dos ramos da Biologia – Bacteriologia, Protistologia, Micologia, Zoologia e Botânica – e o respetivo reino dos seres vivos.
- 2 Após a leitura atenta das páginas 20 e 21, menciona o ramo da Biologia em que gostarias de trabalhar, justificando.

Breve descrição de alguns ramos da Biologia



Vídeo
O que faz um biólogo?



Biologia evolutiva

Estuda a origem, descendência e mudança das espécies ao longo do tempo, tendo por base a teoria da evolução.



Biologia marinha

Estuda a vida nos ecossistemas marinhos desde os seres microscópicos, como o plâncton, aos mamíferos enormes, como as baleias.



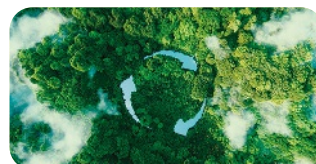
Biologia molecular

Estuda os processos biológicos ao nível das moléculas, como a duplicação do material genético e a síntese proteica.



Ecologia

Estuda a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas, ou seja, as relações entre os seres vivos e com o meio onde vivem.



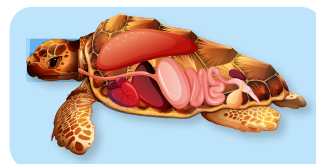
Fisiologia

Estuda as funções dos organismos, nomeadamente os processos físicos e químicos que ocorrem nas células, tecidos, órgãos e sistemas orgânicos.



Anatomia

Estuda a organização estrutural dos seres vivos, a forma, posição e localização no indivíduo dos diferentes elementos que o constituem, como os órgãos e sistemas.



Biologia sintética

Estuda a criação de organismos sintéticos, alterando o seu ADN e o seu metabolismo de modo a produzirem, por exemplo, substâncias úteis para as pessoas, como a insulina.



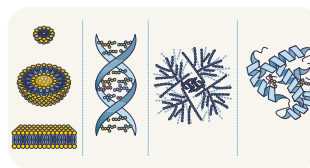
Biofísica

Estuda processos biológicos sob o ponto de vista da Física, nomeadamente, processos elétricos do funcionamento dos organismos, como a transmissão do impulso nervoso.



Bioquímica

Estuda, sob o ponto de vista da Química, a estrutura e função de componentes celulares, como proteínas, hidratos de carbono, lípidos, ácidos nucleicos e outras biomoléculas.

**Bioengenharia**

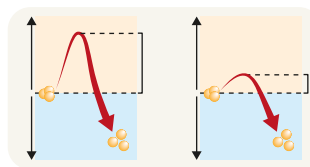
Estuda, baseada na Engenharia, os processos biológicos, tentando imitá-los para criar, por exemplo, novas plantas e microrganismos ou próteses biônicas.

**Bioinformática**

Estuda a aplicação das técnicas de Informática à Biologia, e uma das suas maiores conquistas foi o mapeamento completo do genoma humano.

**Biomatemática**

Estuda e elabora modelos de processos biológicos complexos usando técnicas e ferramentas matemáticas, como, por exemplo, do modo de atuação das enzimas.

**Biotecnologia**

Estuda o modo de unir os sistemas biológicos com a tecnologia, para a produção de bens, produtos e serviços, como, por exemplo, os plásticos biodegradáveis.

**Neurobiologia**

Estuda, em conjunto com as Neurociências, a organização e o funcionamento do sistema nervoso, nomeadamente, as características comuns do encéfalo dos animais.

**Paleobiologia**

Estuda os organismos fósseis por comparação com os atuais para responder a questões sobre a evolução, por exemplo, das aves a partir dos dinossauros.

**Astrobiologia**

Estuda a vida no Universo, como a pesquisa de compostos orgânicos no Espaço ou de organismos que possam suportar condições de vida extraterrestres.



e Manual Digital

Vídeos

Reprodução medicamente assistida – A voz dos cientistas



Investigação em Imunologia – A voz dos cientistas



Estudo do metabolismo – A voz dos cientistas



1.3. Investigação em Biologia

O objetivo da investigação em Biologia, tal como o de todas as áreas da ciência, é explicar o funcionamento do Universo do qual a vida faz parte. Para tal, os biólogos vão construindo um conjunto de conhecimentos sobre a realidade que os rodeia, obtidos através da aplicação do **método científico**, no **trabalho de laboratório** e no **trabalho de campo**.

O **método científico** é um modo de obter conhecimentos sobre a realidade que resulta na produção de conhecimentos científicos. Este método desempenha um papel importante na procura de evidências e explicação de fenómenos naturais.

O método científico consiste na aplicação de um conjunto de regras e **etapas**, como observação, problema, hipótese, previsão e experimentação. A partir da experiência resultam dados que são analisados pelos biólogos, conduzindo à elaboração de uma conclusão e posterior comunicação à comunidade científica.

Os biólogos, ao fazerem a **observação** da Natureza ou refletirem sobre o conhecimento já existente, levantam **questões-problema** que podem conduzir a uma investigação. Para tal, os biólogos desenvolvem **hipóteses** – explicações provisórias para responder à questão que foi formulada. Em seguida, levam a cabo várias **experiências** para eliminar uma ou mais hipóteses. Depois, os biólogos fazem **previsões** baseadas nas restantes hipóteses e implementam **experiências** para as testar.

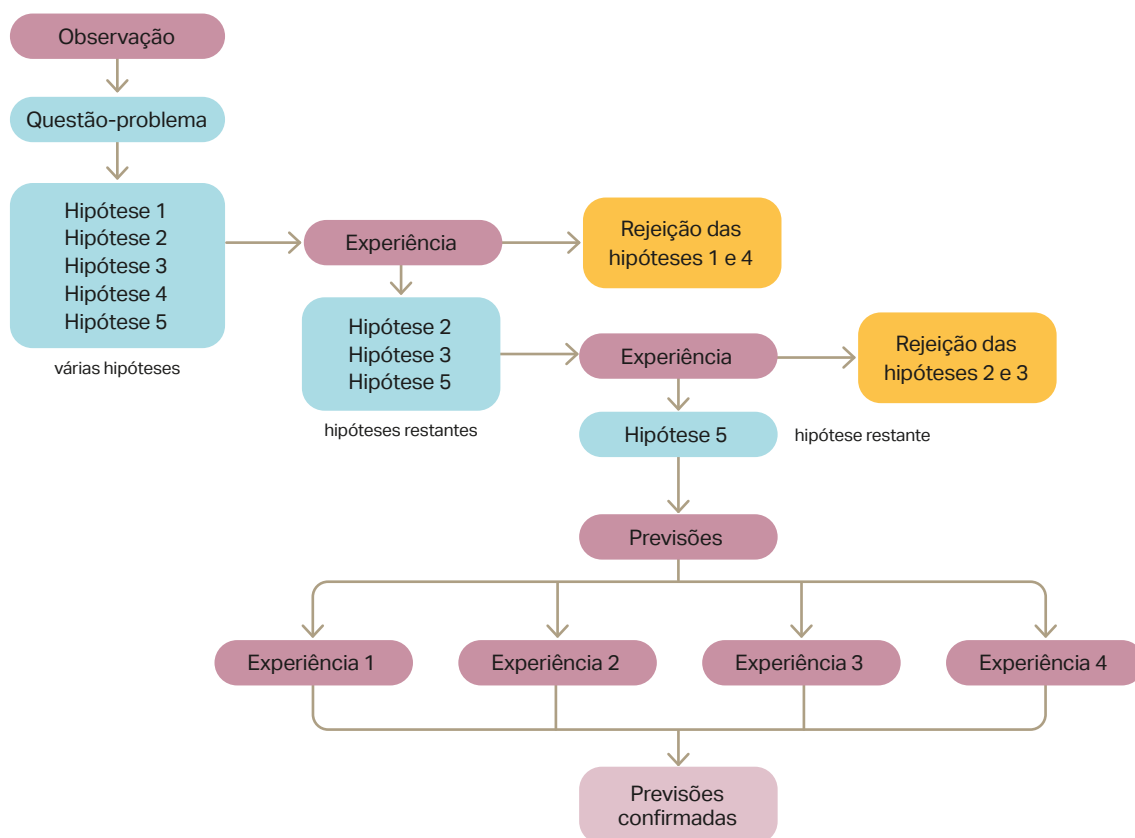


Fig. 4 Diagrama simplificado da aplicação do método científico.

A testagem da hipótese é feita através da **experimentação**, em que a experiência deverá incluir dois grupos ou amostras. O **grupo de controlo** é o grupo ou amostra que serve de referencial. O **grupo experimental** é o grupo ou amostra em que vai haver alteração de uma variável. Na planificação da experiência, devem ser escolhidas variáveis: a **variável controlada**, que é mantida constante em todos os grupos; a **variável independente**, que é mudada ou manipulada pelos investigadores no grupo experimental; a **variável dependente**, que é medida pelos investigadores e resulta dos efeitos causados pela alteração da variável independente.

e Manual Digital

Vídeo
Registo de dados
experimentais



1. Questão-problema

Qual é a influência da água na germinação das sementes?

2. O que vamos mudar?

É a variável independente, ou seja, a variável que vais manipular. Neste caso, é a presença de água no grupo experimental e a ausência de água no grupo de controlo.

3. O que vamos medir?

É a variável dependente que escolheste. Neste caso, vais medir o tempo, em dias, que as sementes demoram a germinar no grupo experimental e no grupo de controlo.

4. O que vamos manter?

São as variáveis controladas. Neste caso, no grupo de controlo, manténs: o tamanho do gobelé; a temperatura; a luz; o tipo de substrato (algodão); o tipo de sementes (milho, com a mesma cor e tamanho).

5. Como vamos fazer?

Pensa no que terás de fazer para conseguires responder à questão-problema. Em seguida, escreve um procedimento experimental.

6. Do que precisamos?

É a lista de materiais necessários para executar o procedimento que escreveste.

7. O que pensamos que vai acontecer e porquê?

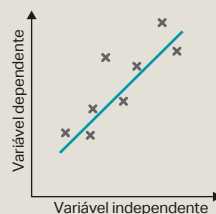
É a previsão, justificada, dos resultados que pensas obter.



Fig. 5 Exemplo de planificação e resultados de uma atividade experimental.

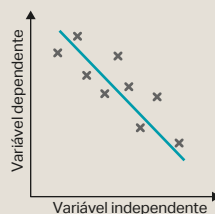
Aprende mais

Os resultados da atividade experimental podem ser ilustrados sob a forma de tabelas ou de gráficos. Estes resultados permitem verificar a existência de relação entre a variável independente e a variável dependente, a que se chama **correlação**, que pode ser positiva, negativa ou sem correlação.



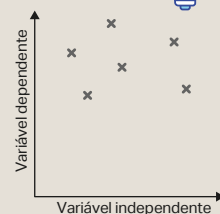
Correlação positiva

Verifica-se o aumento da variável dependente à medida que aumenta a variável independente.



Correlação negativa

Verifica-se a diminuição da variável dependente à medida que aumenta a variável independente.



Sem correlação

Não existe relação entre a variável independente e a variável dependente.



1.4. Níveis de organização em Biologia

Os **níveis de organização em Biologia** são os níveis em que a biodiversidade está organizada. A diversidade biológica ou **biodiversidade** existente na Terra está organizada e pode ser estudada de uma forma hierárquica, ou seja, desde o nível mais simples, o átomo, até ao nível mais complexo, a biosfera.

A **biosfera** é o conjunto dos seres vivos e dos ambientes onde eles vivem, ou seja, todos os ecossistemas da Terra.

O nível seguinte, o **ecossistema**, inclui as comunidades e os fatores abióticos, como a água, a luz, o solo e a temperatura. A dimensão dos ecossistemas é muito variável e pode ser tão pequena como uma gota de água onde vivem seres microscópicos ou tão grande como o oceano.

O nível que se segue ao ecossistema é a **comunidade**, que integra os seres vivos de diferentes populações que interagem entre si num determinado local.

No nível hierárquico inferior à comunidade está a **população** – conjunto de organismos da mesma espécie que vivem no mesmo habitat e no mesmo período de tempo. São da mesma espécie os indivíduos que se reproduzem e têm descendentes férteis.

O **organismo** é o nível hierárquico inferior à população. Um organismo ou indivíduo multicelular é constituído por **sistemas de órgãos**, como, por exemplo, o sistema nervoso.

Continuando na hierarquia, segue-se o **órgão**, que é um conjunto de diferentes tecidos. Por exemplo, o coração é um órgão do sistema circulatório, constituído por tecido muscular e tecido adiposo.

Um **tecido** é constituído por células que desempenham determinadas funções. Por exemplo, o tecido adiposo é um conjunto de células adiposas que fazem e armazenam gordura.

A **célula** é a unidade básica da biodiversidade. As células eucarióticas contêm **organelos**, estruturas que desempenham uma função específica na célula, como o núcleo, que contém a molécula de ADN.

Finalmente, na hierarquia encontra-se o nível **molécula**, conjunto de **átomos** unidos por ligações químicas. Estes são os níveis mais simples de organização biológica.



Vídeo
Níveis de
organização
biológica

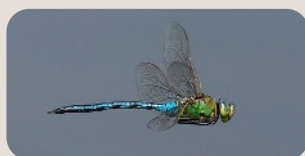


Exercícios
Identificar os
níveis de
organização
biológica do
corpo humano

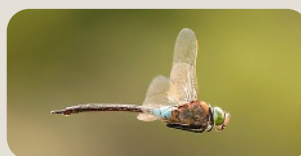
Reconhecer os
níveis de
organização
biológica

Aprende mais

O termo **biodiversidade** refere-se à variedade de todas as formas de vida nos diferentes níveis de organização biológica. No entanto, o sentido mais comum do termo é o de diversidade de espécies. O ramo da Biologia que se dedica ao estudo dos insetos e da sua biodiversidade é a Entomologia. Em Cabo Verde, há uma grande biodiversidade de libélulas e libelinhas: até ao momento, os biólogos identificaram 17 espécies, sendo quatro do género *Anax*.



Anax imperator



Anax ephippiger

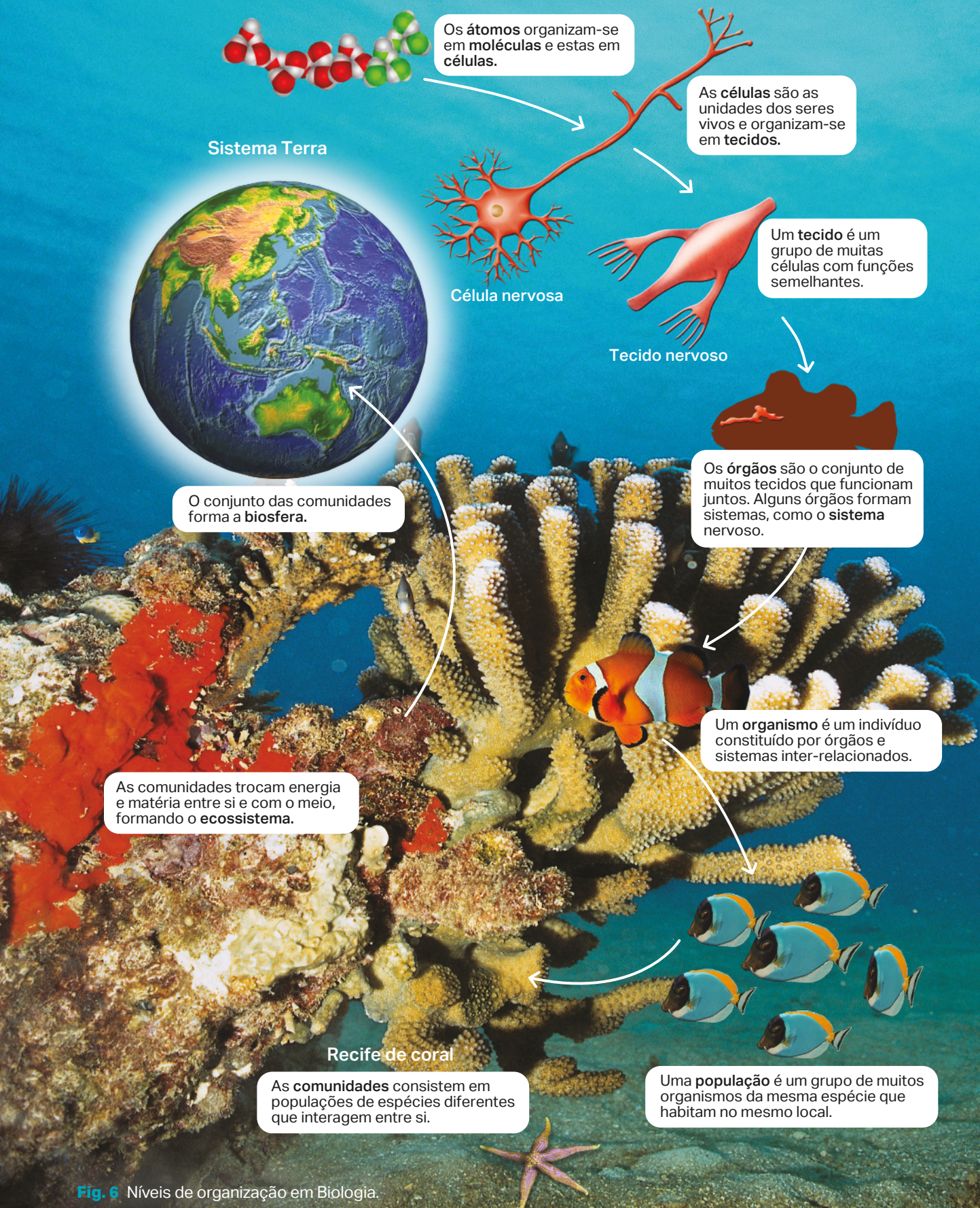


Fig. 6 Níveis de organização em Biologia.

Atividade prática



Um modelo realista do processo científico

Lê atentamente o texto e observa a figura 1.

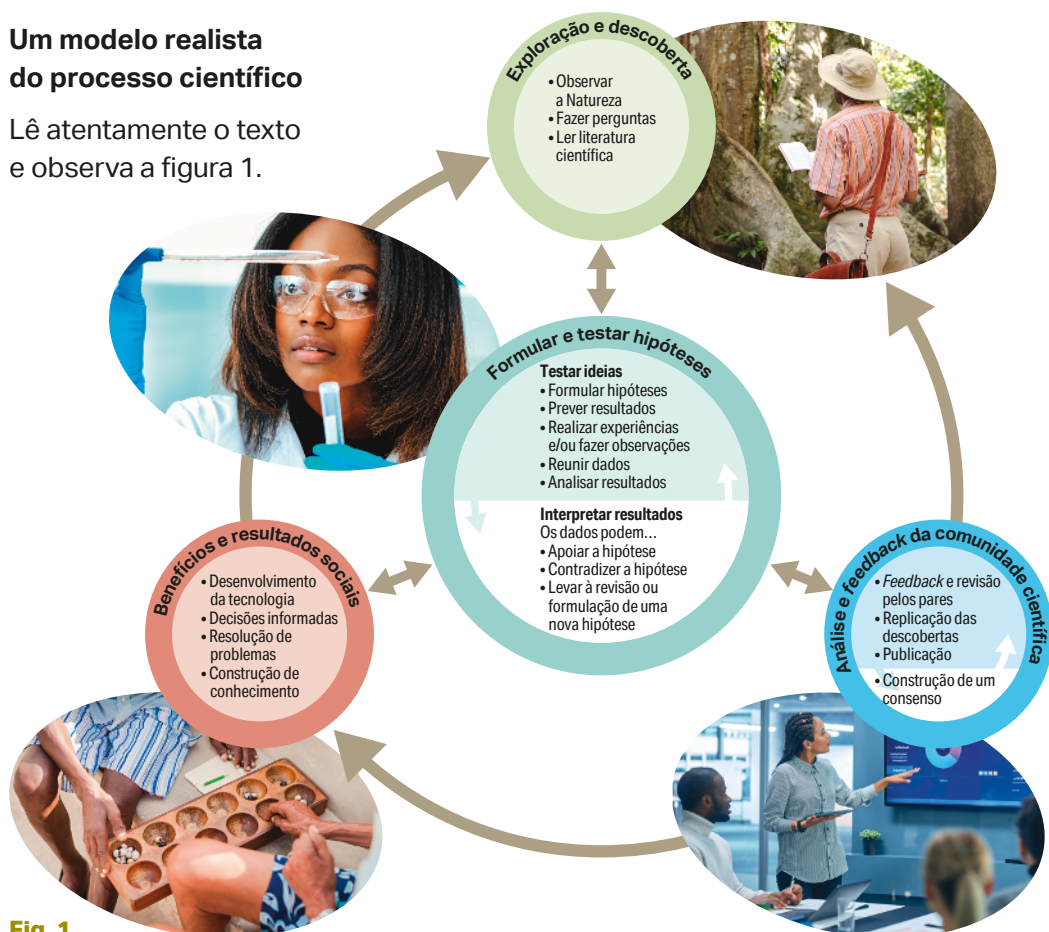


Fig. 1

Muito poucas investigações científicas seguem rigidamente a sequência de passos do método científico. Por exemplo, um cientista pode começar a planejar uma experiência, mas depois recuar, se perceber que tem de fazer mais observações. A figura 1 representa um modelo mais realista do processo científico. O foco deste modelo, no círculo central, é a formação e testagem de hipóteses. No entanto, estas são moldadas pela exploração e descoberta (círculo superior) e influenciadas pelas interações com outros cientistas e com a sociedade em geral (círculos inferiores). Por exemplo, a comunidade de cientistas influencia quais as hipóteses a serem testadas, o modo como os resultados dos testes são interpretados e o valor atribuído às conclusões. Da mesma forma, as necessidades da sociedade, como a pressão para conseguir a cura do cancro, por exemplo, podem ajudar a escolher quais os projetos de pesquisa a serem financiados.

Baseado em: Urry, Lisa, et al. (2021). *Campbell Biology*. Pearson

- 1** Compara o modelo circular de construção do conhecimento científico com o modelo linear do método científico, da página 22. Descreve as diferenças e as semelhanças.

Atividade prática



Efeito da humidade na germinação das sementes

Vais interpretar um estudo experimental feito por alunos, com dispositivos de controlo e variáveis controladas, dependentes e independentes. Lê atentamente o texto.

Um grupo de alunos, com o objetivo de estudar a influência da água na germinação de sementes de feijão-pedra, executou o seguinte protocolo experimental.

- Colocaram algodão no fundo de três copos iguais e escreveram 1, 2 e 3.
- Em cada copo, colocaram 10 sementes de feijão, uniformemente distribuídas sobre o algodão. As sementes foram aleatoriamente recolhidas a partir de um mesmo lote.
- Aos copos 1 e 2 adicionaram 10 mL e 20 mL de água destilada, respetivamente. Ao copo 3 não foi adicionada água.
- Prepararam um copo 4, sem algodão, com 10 sementes, ao qual não foi adicionada água.
- Cobriram todos os copos com película aderente e mantiveram-nos dentro de um armário, sem luz, à mesma temperatura.
- Ao fim de alguns dias contaram as sementes germinadas e calcularam a percentagem de germinação.



Copo	1	2	3	4
N.º inicial de sementes	10	10	10	10
N.º de sementes germinadas	6	9	0	0
Germinação (%)	60	90	0	0

Fig. 1 Sementes de feijão-pedra, *Lablab purpureus*, e tabela de registo de resultados da experiência.

- 1 Refere a hipótese que conduziu à planificação da atividade experimental.
- 2 Indica os copos que serviram de controlo da experiência. Justifica a importância do controlo experimental.
- 3 Explica a importância da utilização do mesmo número de feijões em cada amostra.
- 4 Identifica a variável independente e a variável dependente desta experiência.
- 5 Descreve as condições da experiência que garantem a fiabilidade dos resultados.
- 6 Escreve a conclusão que os alunos retiraram dos resultados obtidos.

Atividade experimental Efeito da luz no desenvolvimento do rabanete

A germinação é a fase em que o embrião contido na semente abandona o estado de vida latente, dando início ao desenvolvimento de uma nova planta. São necessárias condições favoráveis para o seu desenvolvimento, como a presença de luz.

Material

- Sementes de rabanete
- Algodão
- Caixa opaca
- Caixas de Petri ou pratos
- Água
- Régua

Procedimento

- 1 Coloca a mesma quantidade de algodão em cada caixa de Petri e humedece com a mesma quantidade de água.
- 2 Distribui o mesmo número de sementes pelo algodão.
- 3 Coloca uma caixa junto da janela (A). Coloca outra afastada alguns metros da janela (B). Coloca outra junto da janela tapada com uma caixa opaca (C).
- 4 Mantém o algodão húmido, juntando a mesma quantidade de água nas três placas.
- 5 Regista a altura das jovens plantas ao fim de cinco dias.

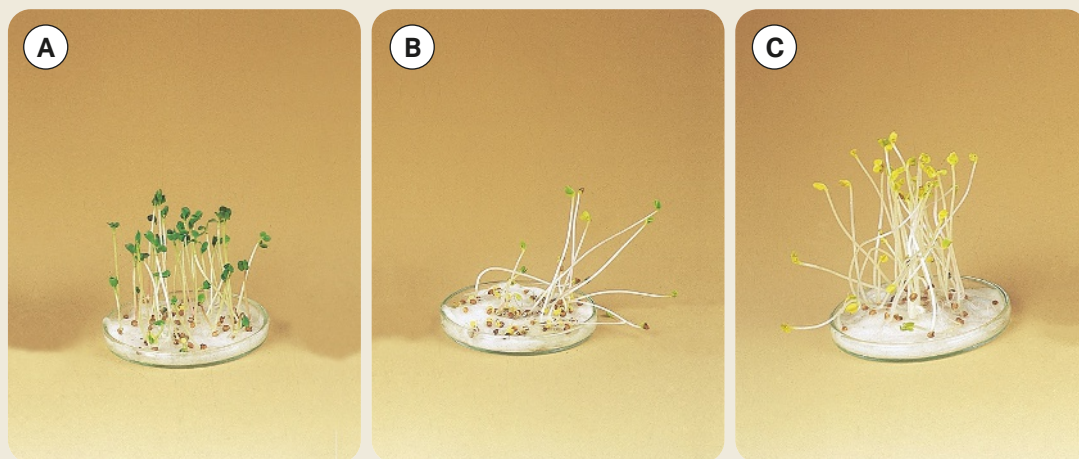


Fig. 1 Resultados de uma atividade experimental.

Discussão

- 1 Escreve a questão-problema.
- 2 Refere a variável:
 - 2.1. independente;
 - 2.2. dependente;
 - 2.3. controlada.
- 3 Descreve a conclusão da atividade experimental.

Atividade de campo



e Manual Digital

Exercício
Conhecer os passos para realização de um trabalho de campo

Proteção da tartaruga-comum

Cabo Verde tem a terceira maior população mundial de tartaruga-comum a desovar nas suas praias. Planifica e realiza uma atividade de campo com os teus professores, tendo como objetivo proteger os ninhos de predadores, como os cães, e das várias ameaças associadas à presença humana.

Durante a noite, nos meses de verão, as tartarugas saem do mar e depositam os ovos em ninhos escavados na areia das praias. Regressam depois ao mar e deixam os ovos à sua sorte, que levarão cerca de dois meses até eclodir. Mas, quando a maré sobe e as pegadas das tartarugas são apagadas pela água do mar, deixa de ser possível saber onde estão os ninhos para que possam ser protegidos. Por este motivo, são necessários voluntários, como os alunos, que percorram a praia e registem os rastros de tartarugas na areia, para que possam ser tomadas medidas de proteção dos ninhos.



Fig. 1 Tartaruga-comum, *Caretta caretta*, também chamada tartaruga-marinha, a desovar na ilha da Boa Vista. Cada postura pode ser superior a 100 ovos.

Podes também planificar e realizar uma atividade de campo com os teus professores, de modo a aplicarem o método científico. Podes seguir as orientações do manual de 9.º ano, páginas 32 e 33, e visitar as áreas protegidas sugeridas nas páginas 82 e 83 desse manual. Em alternativa, podes ser voluntário e colaborar em investigações científicas.



Fig. 2 Voluntários colaboram na proteção dos ninhos e na contagem de ovos em cada ninho.

Relembra que a atividade de campo envolve três fases.

1. **Fase de preparação.** Ocorre na sala de aula e deve ser desenvolvida com a participação ativa dos alunos e professores. Envolve a definição de objetivos, a seleção da área de estudo, a definição do percurso e a elaboração de um roteiro.
2. **Atividade de campo.** Ocorre num ambiente exterior à sala de aula e permite a interação com os materiais e processos biológicos. Nesta fase, são concretizados os objetivos definidos para a atividade de campo.
3. **Fase de síntese.** Ocorre novamente na sala de aula ou no laboratório. Destina-se à catalogação e identificação de amostras, fotografias ou outros materiais e à avaliação da atividade.

O exemplo apresentado em seguida é um de muitos estudos levados a cabo por biólogos que fazem trabalho de campo e a quem podes pedir colaboração.

Na tartaruga-comum e noutros répteis, como crocodilos e alguns lagartos, a determinação do sexo das tartaruguinhas que eclodem está dependente da temperatura da areia durante o desenvolvimento do ovo. Assim, temperaturas mais baixas levam ao desenvolvimento de machos e temperaturas mais altas levam ao desenvolvimento de fêmeas. A temperatura pivotal (temperatura em que a proporção entre machos e fêmeas produzidos é de um para um) na tartaruga-comum é de, aproximadamente, 29 °C.

Entre 2012 e 2014, os biólogos mediram a temperatura da areia, utilizando um termómetro como o da figura 3, em 40 praias nas ilhas de Cabo Verde para investigar o modo como a temperatura afeta o desenvolvimento de fêmeas ou de machos nas tartaruguinhas. Verificaram que mais de 80% dos indivíduos que nascem são fêmeas. A diminuição de machos pode levar à redução do número de tartarugas e mesmo à sua extinção.

Baseado em: <https://www.int-res.com/abstracts/meps/V621/p209-219>,
pesquisado em 02-09-2024



Fig. 3 Termómetro de medição da temperatura da areia e eclosão de tartaruguinhas.

Em resumo...

Qual é o conceito de Biologia?

A **Biologia** é a ciência que estuda a vida. Os **biólogos** e as **biólogas** são cientistas que se dedicam ao estudo da Biologia.

Quais são os princípios da Biologia?

Os **princípios da Biologia** são um conjunto de temas unificadores comuns à Biologia.

Princípio 1 – **A célula é a unidade básica da vida.**

Princípio 2 – **Os organismos usam energia.**

Princípio 3 – **Os organismos interagem com o ambiente.**

Princípio 4 – **Os organismos mantêm a homeostasia.**

Princípio 5 – **Os organismos têm crescimento e desenvolvimento.**

Princípio 6 – **O material genético fornece as instruções para o desenvolvimento e reprodução.**

Princípio 7 – **As populações evoluem.**

Princípio 8 – **Todas as espécies estão relacionadas pela história evolutiva.**

Princípio 9 – **A estrutura determina a função.**

Princípio 10 – **Interações complexas fazem emergir novas propriedades da vida.**

Princípio 11 – **A Biologia é uma ciência experimental.**

Princípio 12 – **A Biologia influencia a sociedade.**

Quais são alguns dos ramos da Biologia?

A **Bacteriologia** estuda os organismos do Reino Monera, como as bactérias.

A **Protistologia** estuda os organismos do Reino Protista, como a ameba e o plasmódio.

A **Micologia** estuda os organismos do Reino dos Fungos, como os cogumelos e o bolor.

A **Zoologia** estuda os organismos do Reino Animal, como os insetos e os peixes.

A **Botânica** estuda os organismos do Reino das Plantas, como o feijoeiro e a bananeira.

A **Biologia celular** estuda a célula.

A **Biologia molecular** estuda os processos celulares ao nível das moléculas.

A **Biologia marinha** estuda a vida nos ecossistemas marinhos.

A **Ecologia** estuda a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas.

A **Bioinformática** estuda a aplicação da Informática à Biologia.

Em resumo...

Qual é o papel do método científico em Biologia?

O **método científico** é um modo de obter conhecimento sobre a realidade que resulta na produção de conhecimento científico.

As principais **etapas do método científico** são: observação, questão-problema, hipótese, previsão, experimentação, recolha de dados, análise dos dados, conclusão e comunicação.

Qual é o papel da investigação em Biologia?

A **investigação em Biologia** tem por objetivo explicar o modo como funciona o Universo do qual a vida faz parte.

Os **biólogos** fazem observações, desenvolvem hipóteses e planificam **trabalho experimental** para as testar.

A **experiência** é formada, pelo menos, por dois grupos ou amostras.

O **grupo de controlo** serve de referencial.

O **grupo experimental** é onde vai haver alteração de **variável**.

A **variável controlada** é mantida constante no grupo de controlo.

A **variável independente** é manipulada no grupo experimental.

A **variável dependente** é medida e resulta dos efeitos causados pela variável independente.

Como se relacionam os níveis de organização em Biologia?

Os **níveis de organização em Biologia** são os níveis em que a biosfera está organizada.

A **biosfera** é o conjunto de ecossistemas.

O **ecossistema** é o conjunto das comunidades e dos fatores abióticos.

A **comunidade** é o conjunto de populações que interagem num determinado local.

A **população** é o conjunto de organismos da mesma espécie que vivem no mesmo local.

O **organismo multicelular** é o indivíduo constituído por sistemas de órgãos.

O **órgão** é um conjunto de diferentes tecidos.

O **tecido** é formado por células que desempenham várias funções.

A **célula** é constituída por organelos formados por **moléculas** que são conjuntos de **átomos** unidos por ligações químicas.

Teste formativo

- 1** Lê atentamente o texto e observa o gráfico. Nas questões seguintes, seleciona a opção que completa corretamente a frase.

Entre 2012 e 2014, cientistas mediram a temperatura da areia, em 40 praias nas ilhas de Cabo Verde, para investigar o modo como a temperatura afeta o desenvolvimento de fêmeas ou de machos nas tartaruguinhas. Os resultados indicaram que nas praias de areia preta, onde a percentagem de luz refletida é menor, a temperatura média é mais elevada. Nas praias de areia branca, onde a percentagem de luz refletida é maior, a temperatura média é mais baixa. Verificaram que mais de 80% dos indivíduos que nascem são fêmeas.

Baseado em:
<https://www.int-res.com/abstracts/meps/V621/p209-219>,
 pesquisado em 02-09-2024

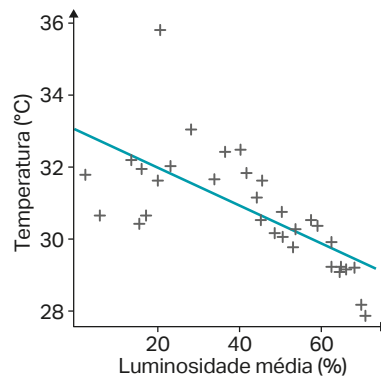


Fig. 1 Relação entre a temperatura média e a luminosidade média da areia (medida em percentagem de luz refletida, em que 0 = areia preta e 100 = areia branca) em 40 praias de Cabo Verde.

- 1.1.** A variável dependente nesta investigação é...
- (A) a temperatura. (C) a luminosidade da areia.
 (B) a humidade. (D) o número de tartaruguinhas.
- 1.2.** A análise do gráfico permite concluir...
- (A) que não existe relação entre a variável independente e a variável dependente.
 (B) que existe uma diminuição da variável dependente à medida que aumenta a variável independente.
 (C) que existe um aumento da variável dependente à medida que aumenta a variável independente.
 (D) que a variável dependente e a variável independente não têm correlação.
- 1.3.** A temperatura da areia nas praias com areia preta, relativamente às praias com areia branca,...
- (A) é menor. (C) mantém-se constante.
 (B) é igual. (D) é maior.

Teste formativo

1.4. O estudo descrito pode incluir-se no ramo da Biologia chamado...

- (A) Micologia. (C) Biologia celular.
(B) Ecologia. (D) Biologia molecular.

1.5. Os cientistas que levaram a cabo este estudo são... e utilizaram...

- (A) biólogos... o método analógico.
(B) botânicos... o método científico.
(C) zoólogos... o método analógico.
(D) biólogos... o método científico.

2 Existem muitos ramos da Biologia. Estabelece a correspondência entre as frases da coluna I e os termos da coluna II.

Coluna I	Coluna II
1. Estuda os seres vivos constituídos por células procarióticas.	A – Biologia molecular
2. Estuda a organização estrutural dos seres vivos.	B – Anatomia
3. Estuda os processos biológicos ao nível das moléculas.	C – Biologia marinha
4. Estuda e elabora modelos matemáticos de processos biológicos.	D – Bacteriologia
5. Estuda a vida nos ecossistemas de água salgada.	E – Biomatemática

3 A biodiversidade está organizada e pode ser estudada de forma hierárquica. Observa as figuras A, B, C, D e E.

	A	B	C	D	E
Reino					

3.1. Designa o reino a que se referem cada uma das figuras A, B, C, D e E.

3.2. Refere a figura ou figuras:

- 3.2.1. onde está representada uma população;
3.2.2. onde se encontra apenas um organismo;
3.2.3. que pode representar uma comunidade.

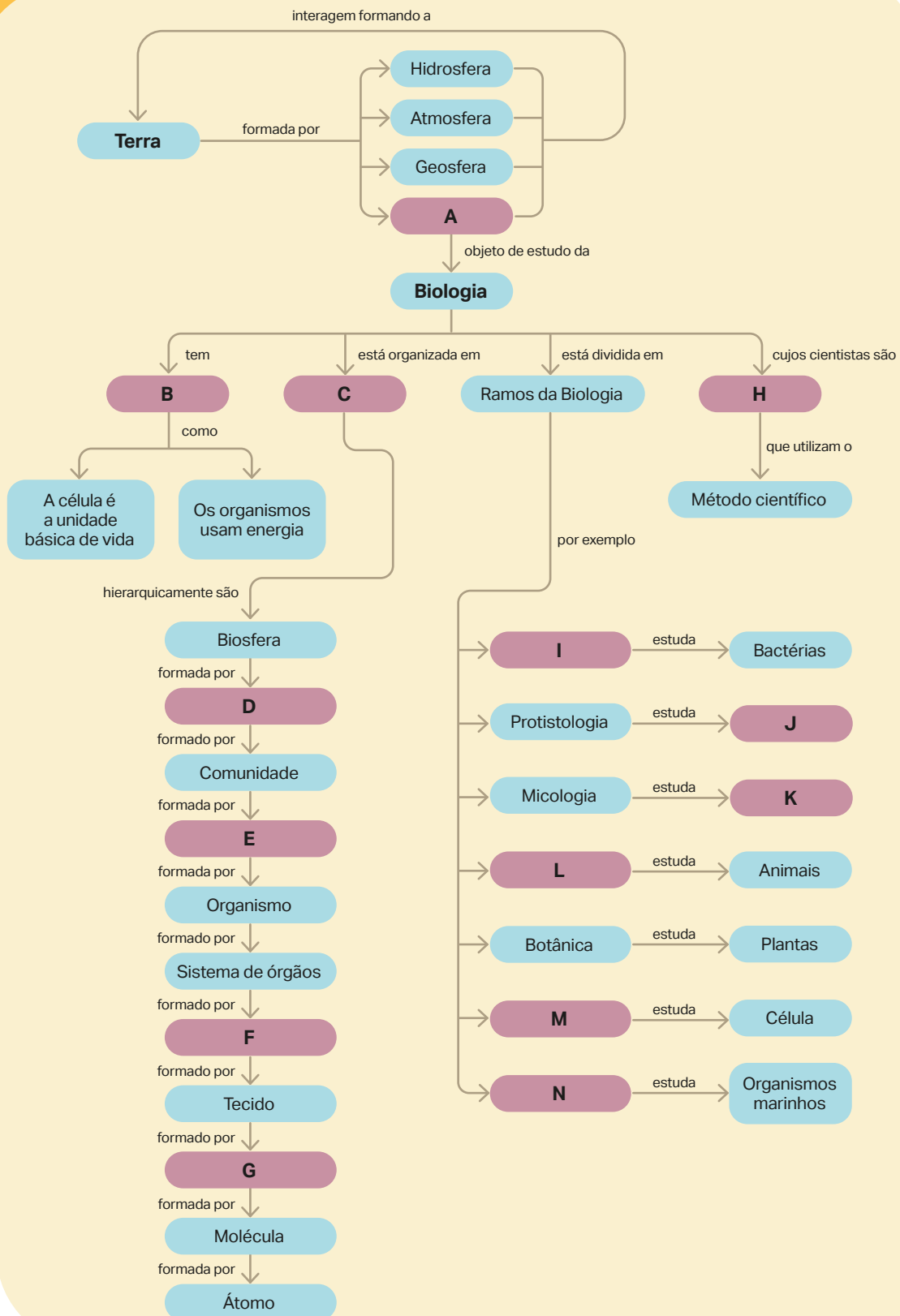
3.3. Apresenta uma definição do conceito de biosfera.

3.4. Identifica a figura em que está representada apenas uma célula e descreve os níveis de organização hierárquica inferiores.

3.5. Indica o nível de organização em Biologia:

- 3.5.1. mais simples; 3.5.2. mais complexo.

Mapa de conceitos



Unidade II

A célula e a química da vida

Capítulo 1

O contexto químico da vida

Capítulo 2

Uma viagem pela célula

Capítulo 3

Metabolismo celular



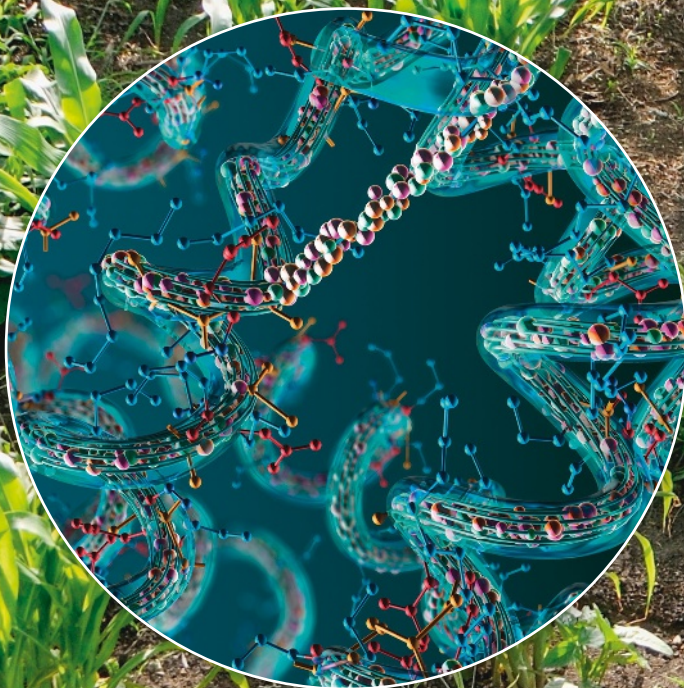


Todos os seres vivos são formados por células: pequenas unidades delimitadas por uma membrana que, no seu interior, contém uma solução aquosa concentrada de substâncias químicas e que têm a extraordinária capacidade de criar cópias de si mesmas, pelo seu crescimento e divisão. Os organismos mais complexos, como a cebola, são multicelulares, formados por diversos tecidos, como a epiderme da cebola representada na figura, cujas células realizam funções especializadas, coordenadas por complexos sistemas de comunicação.

No final da Unidade II, serás capaz de:

- Compreender os conceitos básicos da Química aplicáveis ao estudo da vida;
- Reconhecer que a água, através das suas características, contribui para a adequação das condições da Terra à vida;
- Compreender a estrutura e função das grandes moléculas biológicas;
- Compreender que a célula é fundamental para a estrutura e o funcionamento dos sistemas vivos;
- Entender o fluxo de energia e matéria nos processos vivos e de como esse fluxo é regulado.

1





O contexto químico da vida

- 1.1. Elementos essenciais da vida
- 1.2. Diversidade molecular da vida
- 1.3. Estrutura e função das moléculas biológicas
- 1.4. As propriedades da água

As células do milho, como o cultivado na ilha do Fogo, são formadas por moléculas, como proteínas, cujos modelos se observam na figura inferior. As moléculas são combinações de átomos. Apesar da grande diversidade de organismos, todos são constituídos essencialmente pelos mesmos elementos químicos. Deste modo, pode dizer-se que a unidade biológica não se limita apenas à estrutura e função da célula, mas também ao nível hierárquico inferior, das suas moléculas e átomos.

1.1. Elementos essenciais da vida

Os organismos são formados por elementos químicos. Denomina-se **elemento químico** um conjunto de átomos que têm o mesmo número de prótons no seu núcleo, ou seja, têm o mesmo número atômico. Por exemplo, o carbono é o elemento químico constituído por todos os átomos que têm o número atômico 6, ou seja, seis prótons no seu núcleo.

Todas as células são constituídas essencialmente pelos mesmos elementos químicos, designados por **bioelementos** – elementos químicos que constituem os seres vivos e que podem ser classificados em primários e secundários.

Os **bioelementos primários** existem em maior proporção nos seres vivos e são: carbono, oxigénio, hidrogénio, nitrogénio, fósforo e enxofre. Os **bioelementos secundários** existem em menor proporção e podem ser classificados em indispensáveis e variáveis. Os **bioelementos secundários indispensáveis** ou **oligoelementos** existem em todos os seres vivos. Os **bioelementos secundários variáveis** existem em alguns seres vivos.

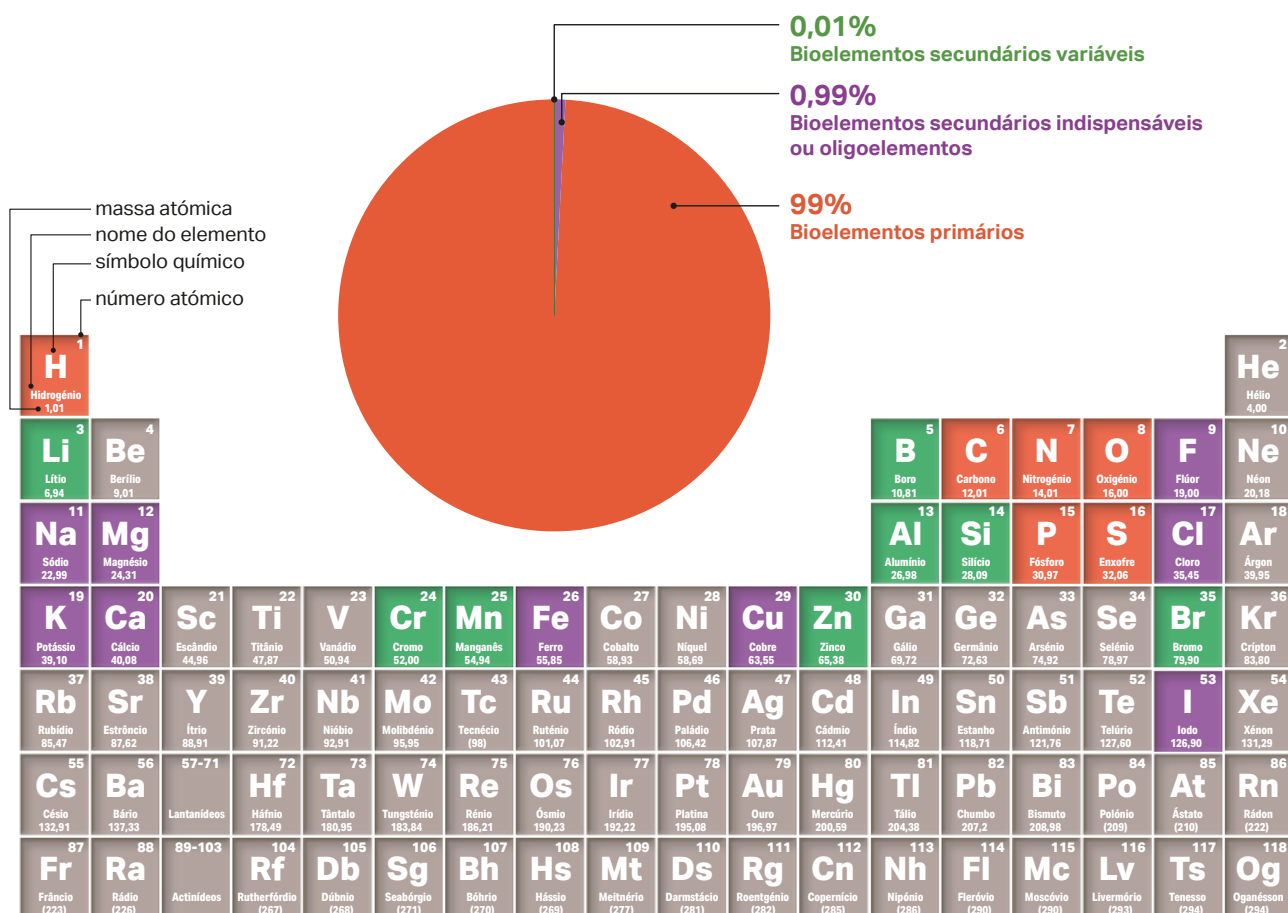


Fig. 1 Tabela Periódica com os bioelementos assinalados a cor e gráfico da percentagem da sua massa.

1.2. Diversidade molecular da vida

A maioria dos bioelementos ocorre em milhares de combinações nas células, formando moléculas designadas por **biomoléculas**, que podem ser classificadas em inorgânicas e orgânicas.

As **biomoléculas inorgânicas** são a água e as substâncias minerais. As **biomoléculas orgânicas** são os glícidos, os lípidos, os prótidos e os ácidos nucleicos.

As **biomoléculas orgânicas** apresentam átomos de **carbono** ligados a átomos de **hidrogénio** na sua constituição e podem conter oxigénio, nitrogénio ou outros elementos químicos em menor proporção. Algumas biomoléculas orgânicas são grandes e complexas, ou seja, são **polímeros** – cadeias com um grande número de unidades básicas, ou **monómeros**, unidas por ligações químicas.

Os polímeros formam-se em **reações de síntese**: os monómeros unem-se e formam cadeias maiores, chamadas polímeros. Por cada ligação de dois monómeros que se estabelece, ou polimerização, é removida uma molécula de água.

Nas **reações de hidrólise**, os monómeros que constituem um polímero separam-se uns dos outros. Por cada ligação entre dois monómeros que se quebra, ou despolimerização, é usada uma molécula de água.

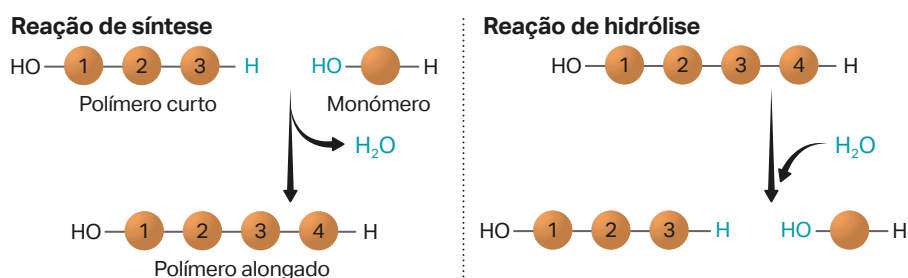


Fig. 2 Reações de síntese e de hidrólise envolvidas no processo de polimerização e despolimerização.

Polímeros	Monómeros	Elementos químicos
Glícidos	Monossacarídeos	C, H, O
Lípidos	Glicerol e ácidos gordos	C, H, O
Prótidos	Aminoácidos	C, H, O, N
Ácidos nucleicos	Nucleótidos	C, H, O, N, P

Tab. 1 Cada polímero é formado por vários monómeros que são constituídos por elementos químicos.

Responde tu

- 1 Designa cada um dos monómeros que constituem um prótido.
- 2 Refere quantas moléculas de água foram removidas na polimerização da figura 2. Justifica.



Vídeo
Pequenas
moléculas da
célula



1.3. Estrutura e função das moléculas biológicas

As funções das biomoléculas ou moléculas biológicas estão diretamente relacionadas com a estrutura e propriedades que apresentam.

Glícidos

Os **glícidos**, glúcidos ou hidratos de carbono são compostos ternários de cuja composição fazem parte o carbono, o oxigénio e o hidrogénio. Podem ser agrupados em monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos.

Os **monossacarídeos**, ou oses, são as unidades estruturais dos glícidos. São **solúveis em água**. Frequentemente chamados açúcares simples, classificam-se atendendo ao número de átomos de carbono que possuem: trioses (3C), três átomos de carbono; tetroses (4C); pentoses (5C); hexoses (6C); ou heptoses (7C).

As **pentoses** e as **hexoses** são as mais frequentes e importantes nos seres vivos. Nas pentoses, destacam-se a **ribose** e a **desoxirribose**, que fazem parte dos ácidos nucleicos. A hexose mais importante nos organismos é a **glicose**, pois é a principal fonte de energia das células – **função energética**.

Tanto as pentoses como as hexoses podem representar-se por uma fórmula de estrutura em **cadeia aberta**. No entanto, em solução, as moléculas têm, geralmente, fórmula de estrutura **cíclica**, constituindo anéis fechados de cinco ou de seis átomos de carbono.

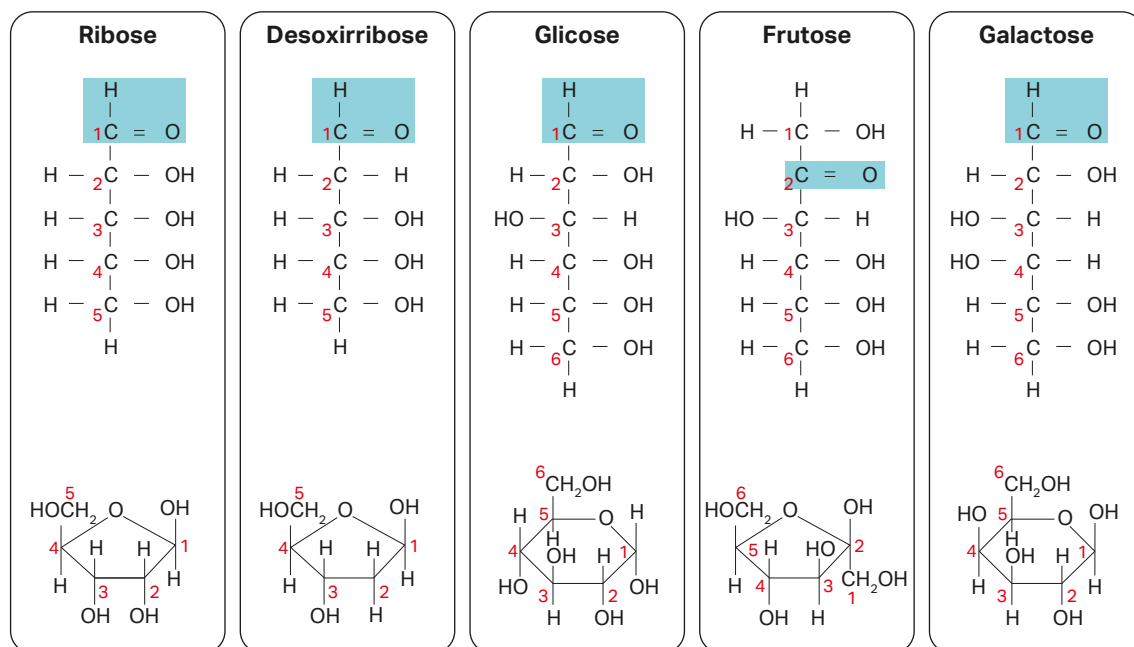


Fig. 3 Fórmula de estrutura de alguns monossacarídeos. Os números correspondem à posição dos átomos de carbono na molécula. Nas fórmulas cíclicas, os carbonos dos vértices são, geralmente, omitidos.

Os **oligossacarídeos** são moléculas constituídas por dois a dez monossacarídeos ligados entre si. São **solúveis em água**. Quando duas moléculas de monossacarídeos se ligam, originam um dissacarídeo, como a sacarose. A **sacarose** é sintetizada pelas plantas e pode acumular-se como produto de reserva, como na cana-de-açúcar.

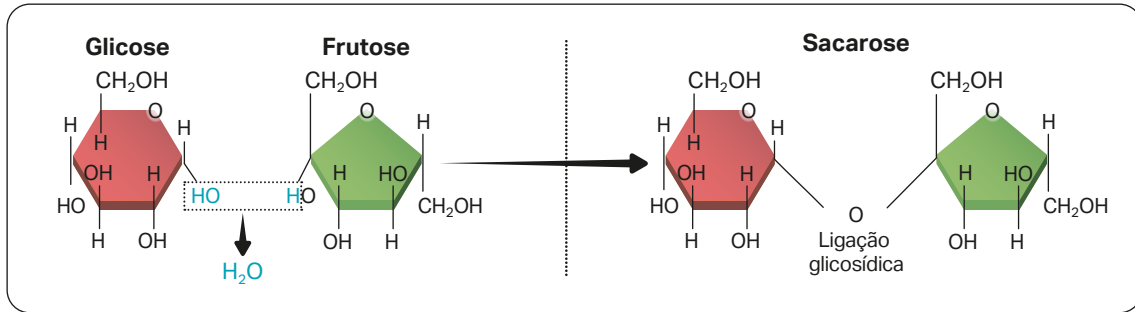


Fig. 4 Síntese do dissacarídeo sacarose a partir de uma molécula de glicose e uma de frutose.

Os **polissacarídeos** são longos polímeros formados por cadeias lineares ou ramificadas de muitos monómeros, como o amido, o glicogénio, a celulose e a quitina. São **insolúveis em água**. O **amido** constitui a principal substância de reserva das plantas. O **glicogénio** é o único glícido de reserva nos animais, acumulando-se nos músculos e no fígado. A **celulose** forma fibras que constituem um dos componentes da parede celular das células vegetais, tendo, por isso, uma importante **função estrutural** nas plantas. A **quitina** tem uma importante **função estrutural** nos insetos, fazendo parte do seu exosqueleto.

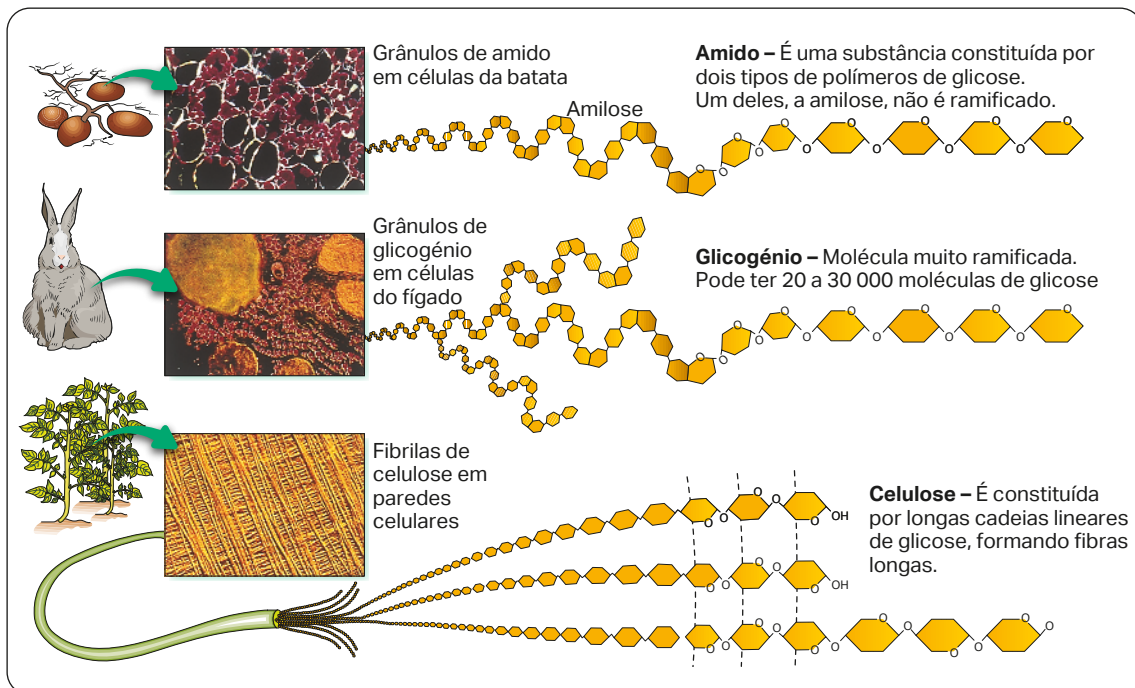


Fig. 5 Ocorrência e estrutura molecular dos principais polissacarídeos.

Lípidos

Os **lípidos** são compostos ternários de cuja composição fazem parte o carbono, o oxigénio e o hidrogénio, e são biomoléculas estruturalmente muito heterogéneas. A propriedade que distingue os lípidos das outras biomoléculas é o facto de serem quase **insolúveis em água** e **solúveis em solventes orgânicos**, como o éter, o benzeno ou o clorofórmio.

Existem numerosas classificações dos lípidos, sob o ponto de vista químico, incluindo os triglicerídeos, os fosfolípidos e os esteroides.

Os **triglicerídeos** ou gorduras têm como componentes básicos na sua composição ácidos gordos e glicerol, que é um álcool. Cada molécula de ácido gordo é formada por uma longa cadeia linear de átomos de carbono, a cadeia carbonada. Na síntese de um triglicerídeo, unem-se **três moléculas de ácidos gordos a uma molécula de glicerol**. Da ligação que se estabelece entre cada ácido gordo e o glicerol, resulta uma molécula de água.

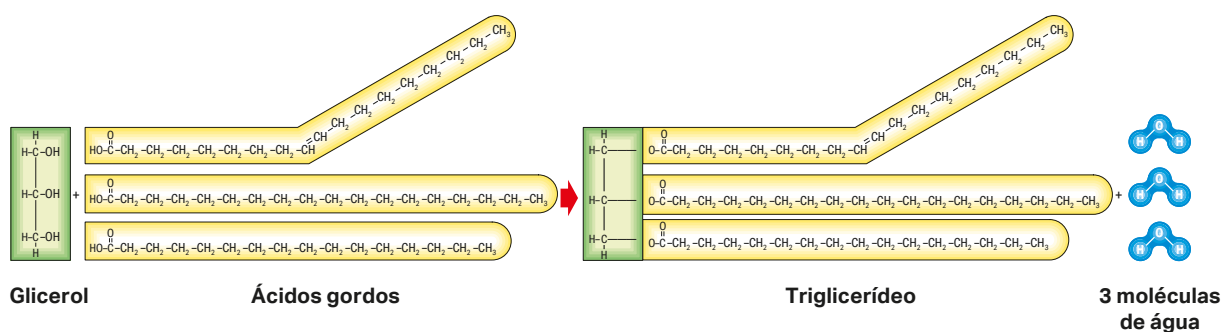
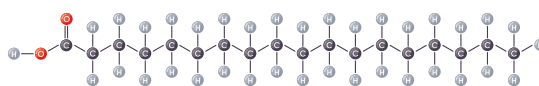
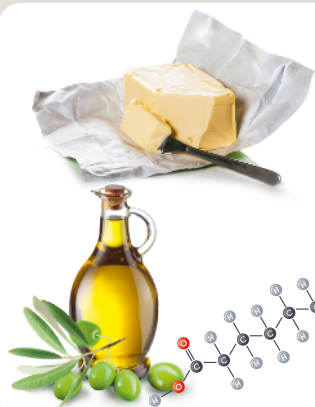


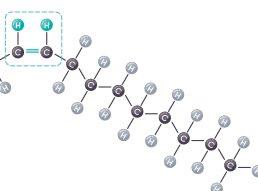
Fig. 6 Síntese de um triglicerídeo.

Aprende mais

Os **ácidos gordos** podem ser saturados ou insaturados, diferenciando no comprimento da cadeia carbonada e nos tipos de ligações que se estabelecem. Quanto maior for o número de ligações duplas, maior é a fluidez do lípido, à temperatura ambiente.



Num **ácido gordo saturado** todas as ligações da cadeia carbonada são ligações simples. As gorduras constituídas por ácidos gordos saturados, como as da manteiga, estão no estado sólido.



Num **ácido gordo insaturado**, a cadeia carbonada contém uma ou mais ligações duplas. As gorduras constituídas por ácidos gordos insaturados, como o azeite, estão no estado líquido.

Os **fosfolípidos** resultam da ligação de **uma molécula de glicerol** a **dois ácidos gordos** e a **um grupo fosfato**. Atendendo a que a molécula apresenta polaridade no grupo fosfato, diz-se que essa região da molécula é **hidrofílica**, tendo em conta a sua elevada afinidade com a água. A zona da molécula constituída pelas cadeias carbonadas é **hidrofóbica**, pois é apolar. As moléculas com uma zona hidrofóbica e outra hidrofílica, como as dos fosfolípidos, chamam-se **anfipáticas**. Esta propriedade é muito importante na constituição das membranas das células.

Os **esteroides** são lípidos com uma estrutura química muito diferente dos triglicérides e dos fosfolípidos. Apresentam **quatro anéis de carbono** ligados entre si, formando uma estrutura em anel à qual se ligam outros grupos de átomos que determinam a variedade de moléculas do grupo dos esteroides, como o colesterol.

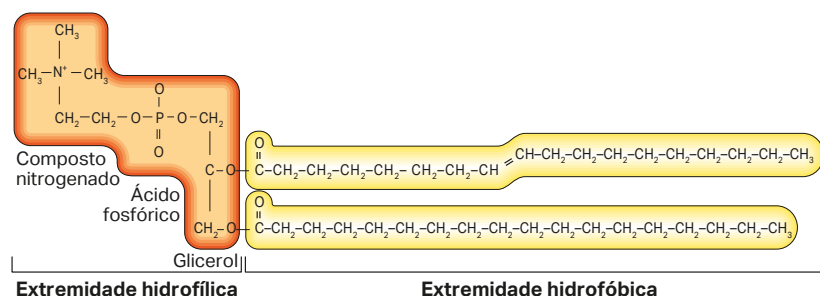


Fig. 7 Representação de um fosfolípido.

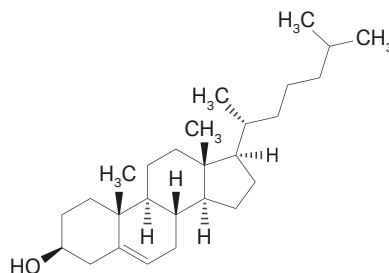


Fig. 8 Fórmula de estrutura do colesterol: $C_{27}H_{46}O$.

Função	Exemplo	Importância dos lípidos
Energética	Triglicerídeos	As gorduras armazenadas no tecido adiposo dos animais ou nas sementes e frutos de plantas podem ser mobilizadas para a produção de energia.
Estrutural	Fosfolípidos Colesterol	São constituintes fundamentais das membranas celulares. Além disso, o colesterol é precursor de várias moléculas, como a vitamina D, e hormonas, como o estrogénio e a testosterona.
Reguladora	Testosterona Progesterona Vitaminas E e K	As hormonas sexuais participam no desenvolvimento da pessoa. A vitamina E tem ação antioxidante e a vitamina K é fundamental na coagulação normal do sangue.
Protetora	Ceras	As ceras e os óleos revestem folhas e frutos de plantas, bem como a pele, pelos e penas de muitos animais.

Tab. 2 Os lípidos têm função energética, estrutural, reguladora e protetora.

Responde tu

- 1 Justifica a afirmação: "Os lípidos são compostos ternários."
- 2 O colesterol, em níveis elevados, é responsável por doenças cardiovasculares. Faz uma pesquisa sobre o colesterol LDL e HDL, relacionando com as doenças cardiovasculares em Cabo Verde. Apresenta os teus resultados à turma.

Ácidos nucleicos

Os **ácidos nucleicos** são polímeros de nucleótidos. São **solúveis em água**. Os ácidos nucleicos são as biomoléculas mais importantes do controlo da atividade celular, pois contêm a informação genética.

Os **nucleótidos** são os monómeros dos ácidos nucleicos, isto é, são as suas unidades básicas constituintes. Estes nucleótidos podem formar dois tipos principais de polímeros: o ácido desoxirribonucleico, ADN, e o ácido ribonucleico, ARN. Cada **nucleótido** é constituído por três componentes: grupo fosfato, pentose e base nitrogenada.

O **grupo fosfato** confere aos ácidos nucleicos as suas características ácidas. Está presente no ADN e no ARN. A **pentose** ocorre em duas formas: a desoxirribose, no ADN, e a ribose, no ARN. A **base nitrogenada** pode ser de cinco tipos diferentes: adenina (A), timina (T), citosina (C), guanina (G) e uracilo (U). A adenina e a guanina são bases púricas, pois possuem dois anéis. A timina, a citosina e o uracilo são bases pirimídicas, possuindo apenas um anel.

Tanto no ADN como no ARN os nucleótidos ligam-se entre si através de ligações fosfodiéster que se estabelecem entre o grupo fosfato de um nucleótido e a pentose do nucleótido seguinte.

O **ADN**, ácido desoxirribonucleico, é formado por nucleótidos com **adenina, timina, citosina** ou **guanina**. A molécula de ADN é uma dupla hélice formada por uma **cadeia dupla** de nucleótidos. Cada uma das cadeias do ADN está disposta em sentido oposto ao da outra – **orientação antiparalela**. Ambas as cadeias do ADN estabelecem entre si ligações de hidrogénio: à citosina de um nucleótido de uma cadeia liga-se sempre uma guanina do nucleótido de outra cadeia, e à adenina liga-se sempre uma timina – **complementaridade entre as duas cadeias**.

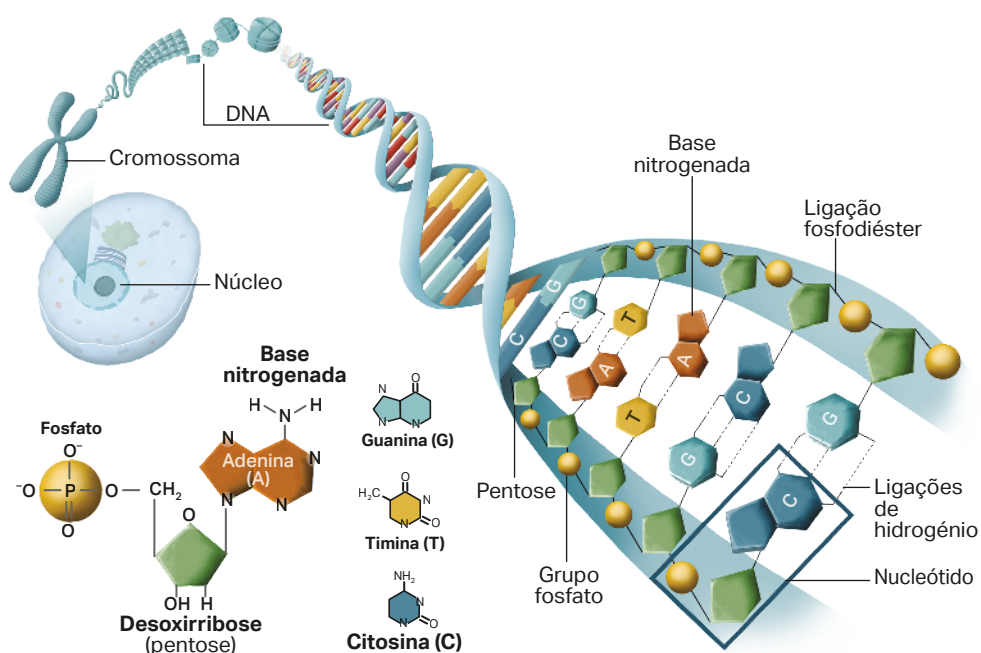


Fig. 9 Estrutura do ADN (DNA, *deoxyribonucleic acid*, em inglês). Cada nucleótido contém A, T, C ou G.

O **ARN**, ácido ribonucleico, é formado pelos nucleótidos com **adenina**, **uracilo**, **citossina** ou **guanina**. A molécula de ARN é, geralmente, uma **cadeia simples** de nucleótidos que pode ser dupla como resultado da ligação entre algumas bases, por ligações de hidrogénio.

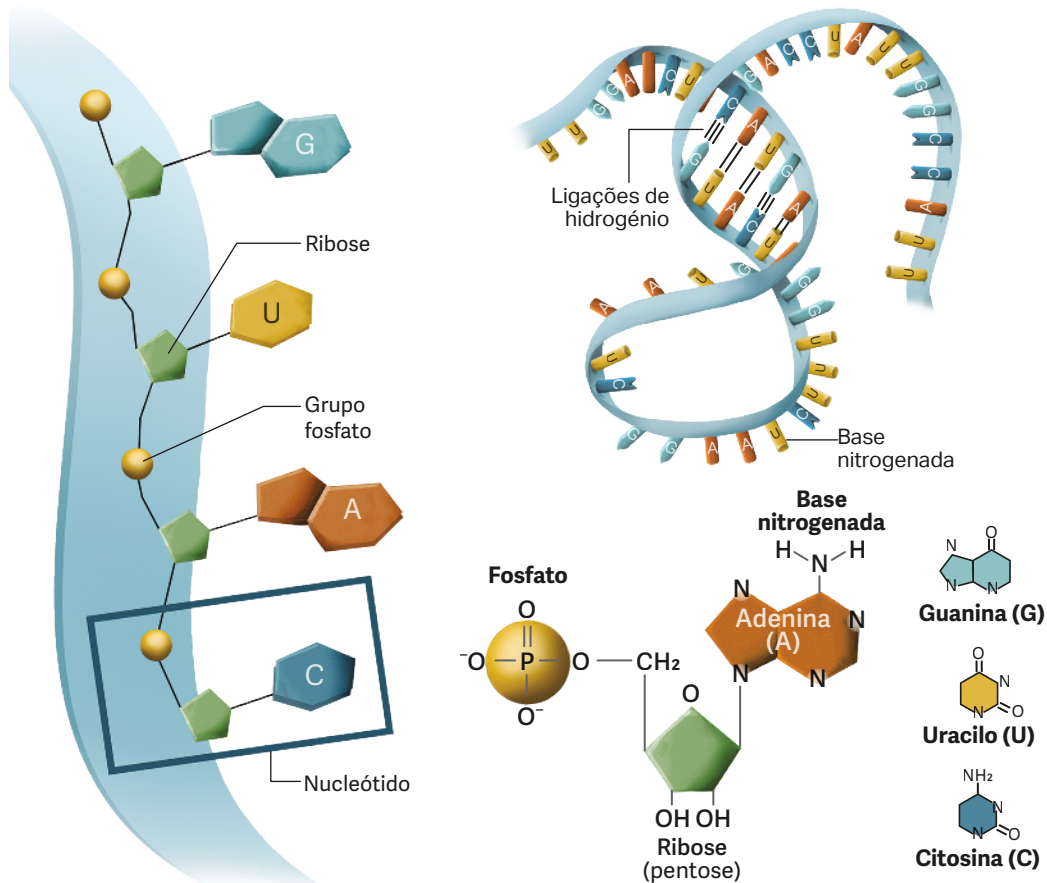


Fig. 10 Estrutura do ARN (RNA, *ribonucleic acid*, em inglês). Cada nucleótido contém A, U, C ou G.

Os ácidos nucleicos desempenham uma das funções mais importantes na atividade celular. O ADN, quer nos organismos procariontes quer nos eucariontes, é a molécula de **armazenamento** e de **transmissão da informação genética**. O ADN e o ARN intervêm na **síntese de proteínas** que expressam a informação genética da célula.

	ADN	ARN
Cadeias	Dupla	Simples
Pentose	Desoxirribose	Ribose
Bases nitrogenadas	Adenina, guanina, citosina, timina	Adenina, guanina, citosina, uracilo

Fig. 11 Diferenças na estrutura e composição entre o ADN e o ARN.



Vídeos
Constituição e estrutura da molécula de DNA



O material genético da célula – DNA e RNA



Ácidos nucleicos



Exercícios
Reconhecer os constituintes químicos do DNA e caracterizar a molécula de DNA
Caracterizar os ácidos nucleicos

Prótidos

Os **prótidos** são compostos quaternários, isto é, de cuja composição fazem parte o carbono, o oxigénio, o hidrogénio e o nitrogénio. Estas biomoléculas podem conter outros elementos, como enxofre, fósforo, ferro, cobre e magnésio, por exemplo.

As biomoléculas mais simples do grupo dos prótidos são os **aminoácidos**. Estas moléculas têm uma estrutura básica comum, formada por um átomo de carbono central ao qual se ligam um grupo amina (NH_2), um grupo carboxilo (COOH), um átomo de hidrogénio (H) e um radical (R), que constitui a parte variável da molécula. Conhecem-se centenas de aminoácidos, mas apenas cerca de vinte, que diferem no seu radical, entram na constituição dos péptidos e das proteínas.

Glicina	Alanina	Leucina	Valina	Isoleucina	Prolina	Fenilalanina	Serina	Treonina	Cisteína
Gli	Ala	Leu	Val	Ile	Pro	Fen	Ser	Tre	Cis
Tirosina	Asparagina	Glutamina	Aspartato	Glutamato	Arginina	Lisina	Histidina	Triptofano	Metionina
Tir	Asn	Gln	Asp	Glu	Arg	Lis	His	Tri	Met

Fig. 12 Nome e abreviatura de vinte aminoácidos.

Os **péptidos** resultam da ligação entre aminoácidos através de ligações peptídicas. Forma-se um **dipéptido** quando uma ligação peptídica se estabelece entre o grupo carboxilo de um aminoácido e o grupo amina de outro aminoácido.

A ligação entre vários aminoácidos origina o crescimento das cadeias peptídicas, designadas por **polipéptidos**. Por cada ligação peptídica estabelecida forma-se uma molécula de água, pelo que o número de moléculas de água eliminadas é igual ao número de aminoácidos ligados, menos um. A substituição de um aminoácido na cadeia polipeptídica pode alterar completamente a estrutura tridimensional do polipéptido e, conseqüentemente, a sua função biológica, como na anemia falciforme.

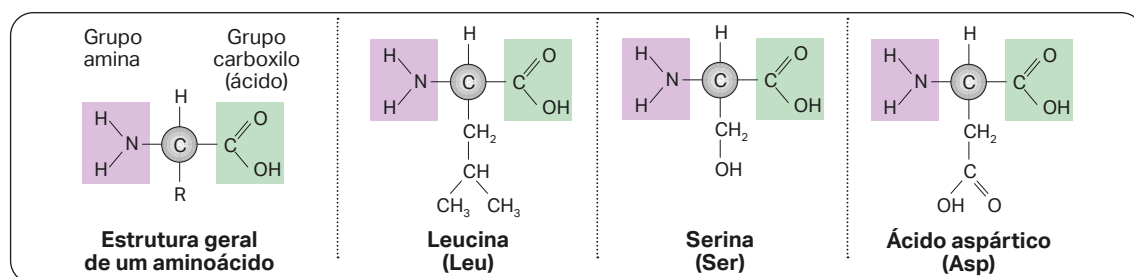


Fig. 13 Estrutura de alguns aminoácidos.

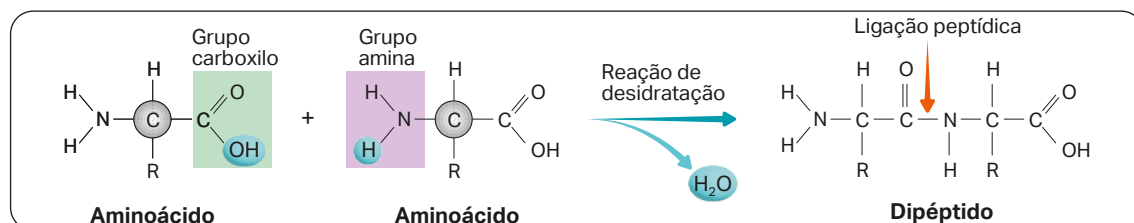


Fig. 14 Síntese de um dipéptido.

As **proteínas** são macromoléculas constituídas por uma ou mais cadeias polipeptídicas e apresentam uma estrutura tridimensional bem definida. Apesar de serem apenas vinte os aminoácidos que entram na constituição das proteínas, estas macromoléculas têm uma enorme variabilidade. De facto, os aminoácidos podem existir em quantidades e sequências muito variadas, o que torna possível a existência de um número quase infinito de proteínas diferentes. As proteínas apresentam vários níveis de organização – **estrutura primária, estrutura secundária, estrutura terciária e estrutura quaternária**.

As proteínas, quando submetidas a determinados agentes, como calor excessivo ou variações de pH, podem perder a sua conformação normal, o que tem sempre como consequência a perda da sua função biológica. Quando isto acontece, diz-se que houve **desnaturação da proteína**.

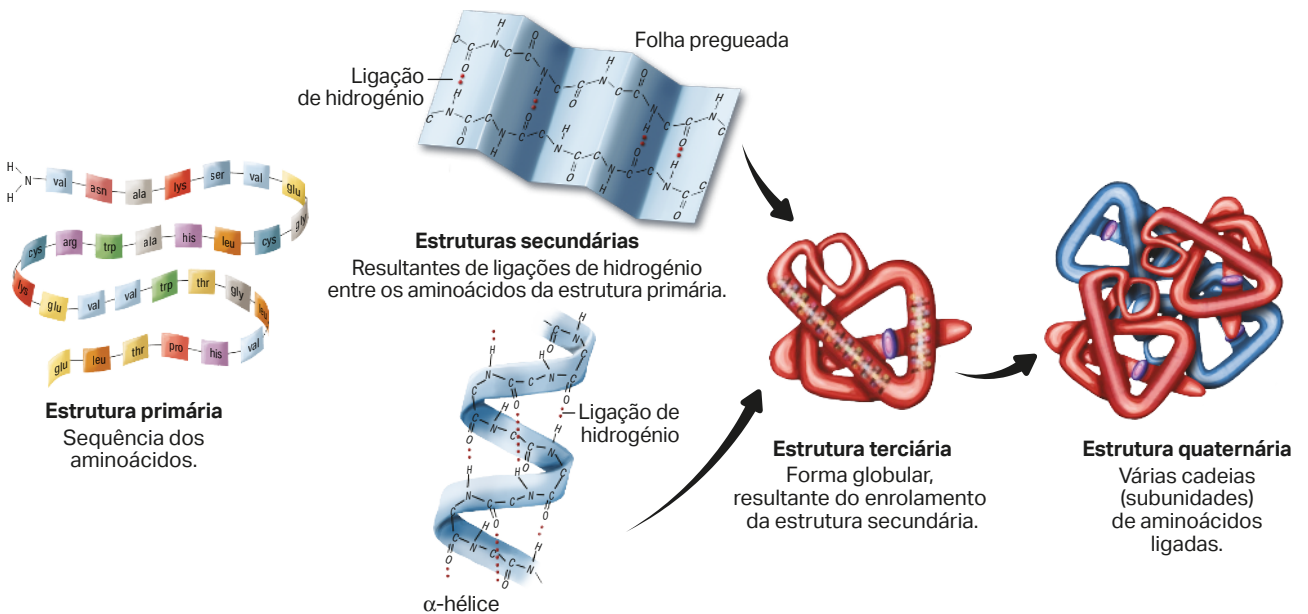


Fig. 15 Níveis estruturais das proteínas.

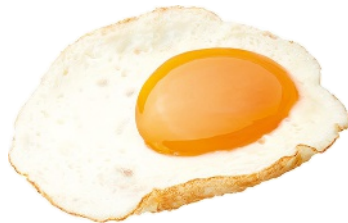


Fig. 16 A albumina é a proteína mais abundante no ovo de galinha.

Responde tu

- 1 Refere as biomoléculas mais simples do grupo dos prótidos.
- 2 Distingue péptido de dipéptido.
- 3 Justifica a afirmação: "A albumina da figura 16 perdeu a sua função biológica."

As proteínas desempenham funções fundamentais em diversos processos biológicos, como **função estrutural**, **função de defesa**, **função hormonal**, **função motora**, **função de transporte** e **função enzimática**.



Vídeo

Proteínas



Atividade

Qual a influência da temperatura na atividade das enzimas?

Exercícios

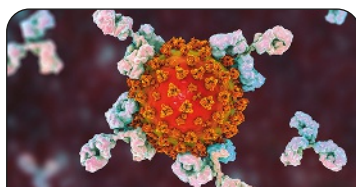
Reconhecer características das biomoléculas

Identificar a função de algumas proteínas no organismo

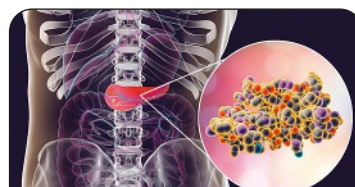
Identificar a estrutura de uma enzima



Estrutural – A queratina, está presente no cabelo, unhas e penas.



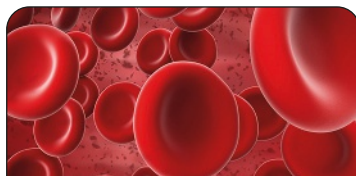
Defesa – Os anticorpos estão envolvidos na proteção contra agentes infecciosos.



Hormonal – A insulina, produzida no pâncreas, regula os níveis de glicose no sangue.



Motora – A actina e miosina das células musculares permitem a contração e a distensão dos músculos, possibilitando o movimento.



Transporte – A hemoglobina, presente nos glóbulos vermelhos, está envolvida no transporte de gases no sangue.



Enzimática – A amilase salivar, existente na saliva, é responsável pela digestão do amido na boca.

Fig. 17 Algumas funções vitais das proteínas.

As **enzimas** são proteínas, também designadas por catalisadores biológicos, que intervêm facilitando as reações químicas que ocorrem nas células. As enzimas interferem com a estabilidade das ligações do reagente ou **substrato**, acelerando a velocidade da reação. Além disso, a presença de enzimas permite que a energia de ativação necessária para que a reação ocorra seja muito menor do que na ausência de enzimas. As enzimas ligam-se ao substrato numa região específica da enzima chamada **centro ativo**, formando o **complexo enzima-substrato**. É esta ligação que permite que a reação ocorra com uma menor quantidade de energia de ativação e com maior velocidade. A enzima não é destruída na reação em que participa, podendo intervir numa nova reação.

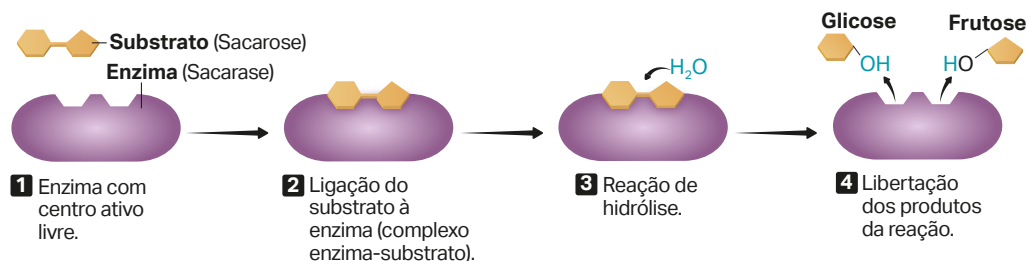


Fig. 18 Esquema simplificado da ação da enzima sacarase.

Aprende mais

O **nome da enzima** resulta, frequentemente, da adição do sufixo “ase” ao nome do substrato sobre o qual atua. Por exemplo, a sacarase catalisa a hidrólise da sacarose e a DNA-polimerase catalisa a polimerização de nucleótidos para formar DNA.



1.4. As propriedades da água

A vida na Terra começou nos oceanos e todos os seres vivos estão dependentes da água. A água constitui cerca de 70% do volume da célula e a maioria das reações intracelulares ocorre em ambiente aquoso. Apesar da sua importância para a vida, a água tem uma estrutura molecular simples. A **água** é uma molécula formada por hidrogénio e oxigénio (H_2O).

Em cada molécula de água, os dois átomos de hidrogénio ligam-se ao átomo de oxigénio por **ligações covalentes**. As duas ligações são muito polares porque o oxigénio atrai fortemente os seus eletrões, enquanto o hidrogénio os atrai fracamente. Em consequência, os dois átomos de hidrogénio têm carga positiva e o átomo de oxigénio tem carga negativa.

Quando uma molécula de água se aproxima de outra molécula de água, a atração elétrica entre elas estabelece uma ligação fraca denominada **ligação de hidrogénio** ou **ponte de hidrogénio**.

As ligações de hidrogénio são muito mais fracas do que as ligações covalentes e são facilmente rompidas. No entanto, o efeito combinado de um **grande número de ligações de hidrogénio** é muito relevante. Cada molécula de água pode formar ligações de hidrogénio, através dos seus dois átomos de hidrogénio, com outras duas moléculas de água, formando, assim, uma rede na qual as ligações de hidrogénio são rompidas e formadas continuamente. Devido a essas interligações, a água, à temperatura ambiente, é um líquido com alto ponto de ebulição e não um gás. Sem ligações de hidrogénio, a vida, tal como a conhecemos, não poderia existir.

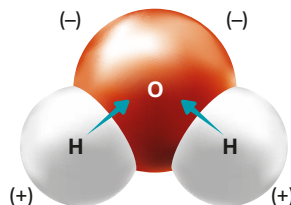


Fig. 19 Polaridade de uma molécula de água.

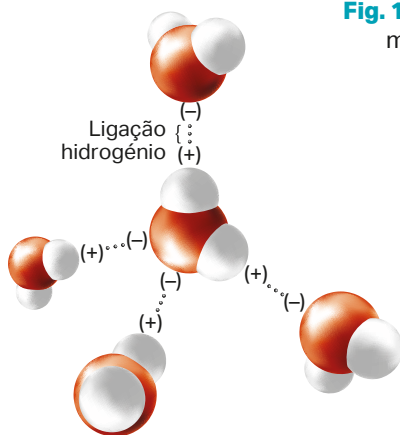


Fig. 20 Ligações de hidrogénio entre moléculas de água.

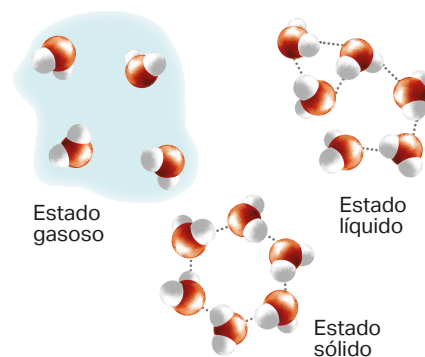


Fig. 21 Ligações entre as moléculas de água nos diferentes estados físicos.

As **propriedades da água** fazem dela a molécula indispensável aos seres vivos. As propriedades térmicas, solventes, coesivas e adesivas da água, favorecem a sua importante intervenção na vida dos organismos: participa nas reações químicas, regula a temperatura e transporta materiais em solução necessários às células.



Vídeos
Investigar as
propriedades da
água



Funções da
água nos seres
vivos



Algumas propriedades da água fundamentais para os seres vivos

Propriedades coesivas e adesivas

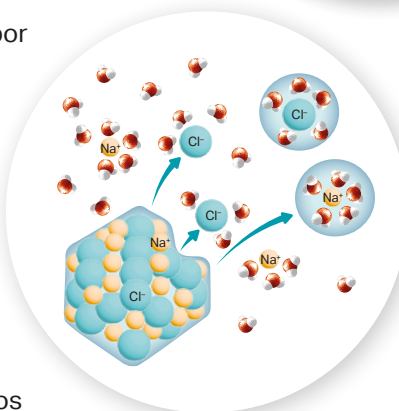
A **coesão** é a capacidade de a água manter unidas as suas moléculas, resistindo à separação. São as ligações de hidrogénio que tornam a água coesa.

A **adesão** é a capacidade de a água atrair e ser atraída por outras moléculas polares. Por exemplo, a água move-se como uma coluna, ao longo dos vasos condutores das plantas, sendo distribuída por todo o organismo, mesmo nas árvores com dezenas de metros de altura, e saindo da planta, como na gutação, da figura.



Propriedades solventes

A água é denominada **solvente universal** por ser capaz de dissolver um grande número de substâncias, dissolvendo mais substâncias do que qualquer outro líquido. O arranjo polar do oxigénio e hidrogénios faz com que a água seja atraída por muitas outras moléculas diferentes. Por exemplo, a água ao ser atraída pelo sal (NaCl), quebra as forças de atração que mantêm o sódio (Na) e o cloro (Cl) juntos, e o sal é dissolvido. Além de sais, a água dissolve glícidos, proteínas, ácidos nucleicos e gases, transportando-os a todo o organismo.



Propriedades térmicas

A água tem elevado **calor específico**, pois é muito resistente ao aquecimento. De facto, a água tem de absorver 4,184 joules para que a temperatura de 1 g de água aumente 1 °C (por comparação, são necessários apenas 0,385 J de calor para elevar a temperatura de 1 g de cobre em 1 °C). Assim, a água é fundamental para a manutenção da temperatura dos organismos homeotérmicos, pois, perante variações da temperatura do meio, a sua temperatura tem apenas pequenas oscilações. No ser humano, a evaporação do suor contribui para o arrefecimento.



Atividade laboratorial Identificação de glicídios

Os glicídios são uma das principais biomoléculas. Existe uma grande variedade de glicídios que se distinguem pelas suas características químicas. Algumas dessas características, como a capacidade redutora, são o resultado da presença de determinados grupos funcionais na respetiva molécula.

Alguns glicídios simples, como a glicose, a frutose e a sacarose, têm propriedades redutoras, ou seja, são capazes de ceder eletrões a outras substâncias que funcionam como agentes oxidantes, como, por exemplo, o licor de Fehling.

Essa capacidade redutora resulta da presença de grupos funcionais livres que não se encontram envolvidos em ligações químicas.

Material

- Suporte com tubos de ensaio
- Conta-gotas
- Pinça de madeira
- Água
- Fósforos
- Sumo de laranja
- Espátula
- Lamparina de álcool
- Glicose
- Licor de Fehling
- Rodela de batata
- Lugol

Procedimento

- 1 Deita, com a ajuda da espátula, uma pequena porção de glicose num tubo de ensaio. Junta um pouco de água e agita até obteres uma solução.
- 2 Verte sobre a solução uma gota de licor de Fehling. Agita novamente o tubo de ensaio.
- 3 Acende a lamparina. Com a ajuda da pinça de madeira, aquece o tubo de ensaio até à ebulição. Durante o aquecimento, deves movimentar o tubo, tendo o cuidado de o afastar da chama quando a solução começa a ferver, pois esta sobe rapidamente.
- 4 Executa o mesmo procedimento com o sumo de laranja.
- 5 Coloca uma gota de lugol sobre a rodela de batata.
- 6 Regista as observações.

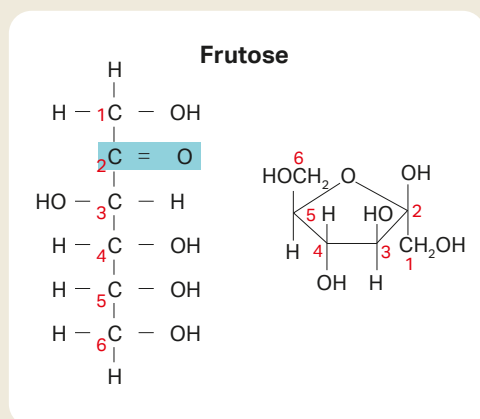


Fig. 1 Fórmula de estrutura da frutose (o grupo funcional está sombreado).

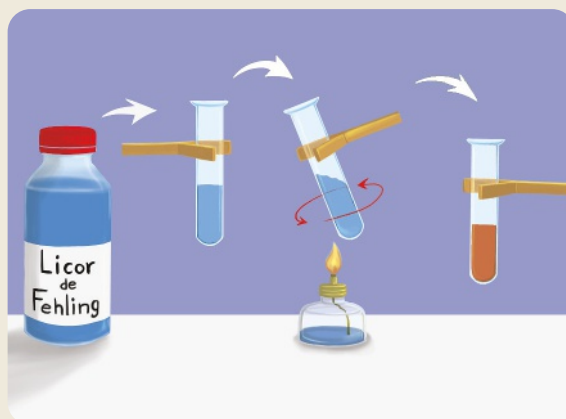


Fig. 2 A cor azul do licor de Fehling muda para laranja na presença de glicídios simples.

Atividade prática



Doença falciforme e importância do diagnóstico precoce e personalizado

A hemoglobina é uma proteína constituída por quatro subunidades: duas designadas por α , com 141 aminoácidos cada uma, e duas designadas por β , cada uma com 146 aminoácidos. Estas subunidades têm um componente de natureza não peptídica, chamado grupo heme, que tem um átomo de ferro no seu centro. A hemoglobina está presente nos eritrócitos ou hemácias e liga-se ao oxigénio, transportando-o no sangue.

A doença falciforme, também chamada anemia falciforme ou drepanocitose, é uma doença do sangue e hereditária. Nesta doença, há a produção de uma hemoglobina anormal, S – HbS –, em que o aminoácido ácido glutâmico é substituído por outro chamado valina. Quando os eritrócitos só têm HbS, esta hemoglobina anormal modifica-os, fazendo com que adquiram uma forma semelhante a uma foice, ou lua em quarto crescente.

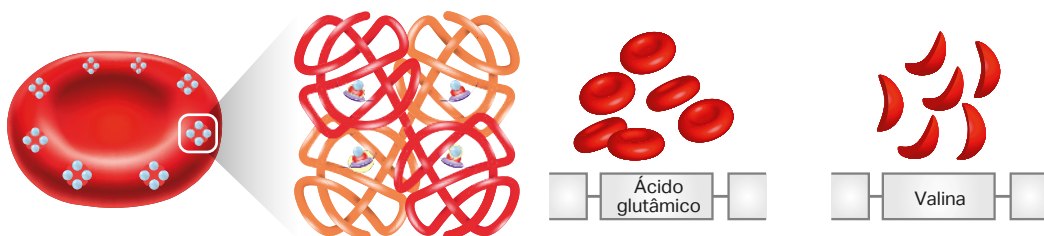


Fig. 1 Eritrócito e molécula da hemoglobina.

Fig. 2 Eritrócitos com hemoglobina normal e eritrócitos com hemoglobina HbS.

A drepanocitose causa anemia muito grave, oclusão de vasos sanguíneos e lesões em vários órgãos. Os doentes têm episódios frequentes de dores violentas e um risco elevado de infeções e acidentes vasculares cerebrais. As medidas preventivas são essenciais na prevenção das complicações da doença. Assim, todos os jovens em idade fértil, nas consultas de planeamento familiar e grávidas que desconheçam se são portadoras, devem fazer um estudo de hemoglobinas. Também os testes de rastreio em todos os recém-nascidos, o chamado “teste do pezinho”, permitem identificar as crianças que sofrem desta e outras doenças e que devem ser tratadas o mais precocemente possível.

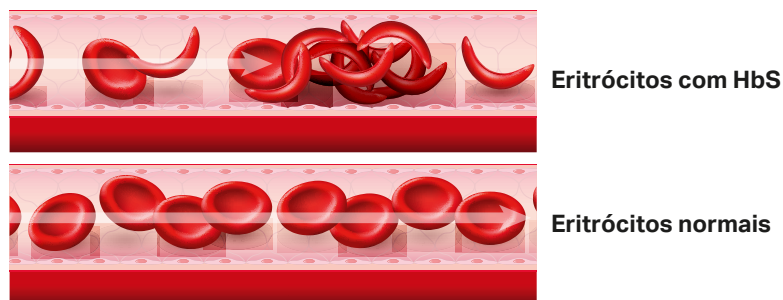


Fig. 3 A oclusão dos vasos sanguíneos na doença falciforme causa hipoxia – falta de oxigénio.

Um estudo, conduzido por Ariana Freire, docente e investigadora da Universidade de Cabo Verde, sobre anemia falciforme (AF), trouxe novos conhecimentos sobre a prevalência da doença e a diversidade genética da população local.

Os resultados sublinham a necessidade de diagnósticos precoces que provaram ser eficazes na redução de hospitalizações e complicações em crianças com AF, sublinhando a necessidade de maior investimento em saúde pública e tecnologia de diagnóstico em Cabo Verde.

Em Cabo Verde, não há dados oficiais sobre a prevalência desta doença, entretanto, um grupo de pesquisadores estima que, só na Cidade da Praia, 11 000 indivíduos podem ter o gene que determina ou não o aparecimento da AF, ou seja, em cada 50 crianças que nascem, aproximadamente, três nascerão com este gene.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), na região africana, a maioria das crianças com a forma mais grave da doença morre antes dos 5 anos. Foi oficialmente designado o dia 19 de junho como o Dia Mundial de Consciencialização da Doença Falciforme com o objetivo de aumentar o conhecimento e a compreensão do público sobre a doença e os desafios vivenciados pelos pacientes, seus familiares e cuidadores.

Baseado em: Universidade de Cabo Verde, 31-08-2024, e Expresso das Ilhas, 22-06-2024 <https://unicv.edu.cv/en/fct/arquivo-fct/4498-estudo-destaca-a-importancia-do-diagnostico-precoces-e-personalizado-da-anemia-falciforme> e <https://expressodasilhas.cv/pais/2024/06/22/dia-mundial-da-consciencia-sobre-a-doenca-falciforme-desafios-e-tratamento-da-doenca-em-cabo-verde/92058>, pesquisados em 03-09-2024



Fig. 4 Dia Mundial de Consciencialização da Doença Falciforme. Na microfotografia de sangue, observa-se um eritrócito em forma de foice.

- 1 Indica o grupo de biomoléculas a que pertence a hemoglobina.
- 2 Distingue a hemoglobina normal da hemoglobina S.
- 3 Explica a obstrução dos vasos pelos eritrócitos na doença falciforme.
- 4 Apresenta duas medidas a implementar em Cabo Verde para diminuir a incidência da anemia falciforme.
- 5 Refere o significado e a importância da comemoração do dia 19 de junho.

Em resumo...

Quais são os principais bioelementos?

Os **bioelementos** são os elementos químicos que constituem os seres vivos.

Os **bioelementos primários** existem em maior proporção nos seres vivos: carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio, fósforo e enxofre.

Os **bioelementos secundários** são os que existem em menor proporção nos seres vivos.

Os **bioelementos secundários indispensáveis** ou **oligoelementos** existem em todos os seres vivos, como o cálcio e o ferro.

Os **bioelementos secundários variáveis** existem em alguns seres vivos, como o alumínio e o zinco.

Quais são as principais biomoléculas inorgânicas e orgânicas?

As **biomoléculas** são formadas por combinações de bioelementos. As **biomoléculas inorgânicas** são a água e as substâncias minerais. As **biomoléculas orgânicas** são os glícidos, os lípidos, os prótidos e os ácidos nucleicos.

As **biomoléculas orgânicas** são constituídas por átomos de **carbono** ligados a átomos de **hidrogênio**. Muitas formam polímeros. Os **polímeros** são cadeias com um grande número de **monómeros** unidos por ligações químicas.

Qual é a estrutura, propriedade e função dos glícidos?

Os **glícidos** são compostos ternários de carbono, oxigênio e hidrogênio.

Os **monossacarídeos** são as unidades estruturais dos glícidos. São **solúveis em água**.

As **pentoses** (5C) mais importantes são a **ribose** e a **desoxirribose**, que constituem os ácidos nucleicos. A **hexose** (6C) mais importante é a **glicose**, pois é a principal fonte de energia da célula.

Os **oligosacarídeos** são constituídos por dois a dez monossacarídeos ligados entre si, como a **sacarose**. São **solúveis em água**.

Os **polissacarídeos** são longos polímeros de muitos monómeros. São **insolúveis em água**.

O **amido**, principal reserva das plantas, e o **glicogênio**, única reserva nos animais, têm **função energética**.

A **celulose**, na parede das células vegetais, e a **quitina**, no exosqueleto de insetos, têm **função estrutural**.

Qual é a estrutura, propriedade e função dos lípidos?

Os **lípidos** são compostos ternários de carbono, oxigénio e hidrogénio. São **insolúveis em água** e **solúveis em solventes orgânicos**.

Os **triglicerídeos** são formados por três moléculas de ácidos gordos e uma molécula de glicerol.

Os **fosfolípidos** são formados por duas moléculas de ácidos gordos, uma molécula de glicerol e um grupo fosfato.

Os **esteroides** são formados por quatro anéis de carbono interligados.

Os lípidos têm **função energética, função estrutural, função reguladora e função protetora**.

Qual é a estrutura, propriedade e função dos ácidos nucleicos?

Os **ácidos nucleicos** são compostos de carbono, oxigénio, hidrogénio e fósforo. São polímeros de nucleótidos e **solúveis em água**.

Cada **nucleótido** é formado por grupo fosfato, pentose e base nitrogenada.

O **ADN** é formado por nucleótidos com **adenina, timina, citosina e guanina**. É uma molécula em hélice de **cadeia dupla**.

O **ARN** é formado por nucleótidos com **adenina, uracilo, citosina e guanina**. É uma molécula de **cadeia simples**.

A **função dos ácidos nucleicos** é armazenar e transmitir a informação genética e participar na síntese de proteínas.

Qual é a estrutura, propriedade e função dos prótidos?

Os **prótidos** são compostos de carbono, oxigénio, hidrogénio e nitrogénio. Podem ser **solúveis** ou **insolúveis em água**.

Os **aminoácidos** são os prótidos mais simples. Os **polipéptidos** resultam da ligação entre aminoácidos.

As **proteínas** são formadas por polipéptidos. Apresentam estrutura primária, secundária, terciária e quaternária.

As proteínas têm várias **funções: estrutural, defesa, hormonal, transporte e enzimática**.

Por que razão a água é indispensável aos seres vivos?

A **água** é uma molécula formada por hidrogénio e oxigénio.

A água tem **propriedades coesivas, adesivas, solventes e térmicas**. As propriedades da água fazem dela a **molécula indispensável aos seres vivos**.

Teste formativo

1 Lê atentamente o texto e considera a tabela.

O milho é produzido em Cabo Verde e utilizado na nossa alimentação, sendo um alimento bastante nutritivo, uma grande fonte de energia, consumido tanto no estado original como transformado. Seguem-se alguns exemplos de utilização do milho na culinária cabo-verdiana.

Espiga de milho assada

A espiga de milho verde é normalmente utilizada na alimentação, assada ou fervida.

Grãos de milho verde

Retira-se o milho verde da espiga, e este é utilizado para cozer e comer simples, ou ainda em cachupinha, sendo ainda uma parte separada para secar.

Grãos de milho seco

Depois de seco, o milho passa pelo pilão (almofariz de madeira), e retira-se o farelo, sendo os grãos usados na gastronomia, como a cachupa, e torrado para “milho em grão” e camoca.

Milho torrado

O milho seco, após retirar-se o farelo, é torrado, passando para o estado de “milho em grão”, que de seguida é moído, transformando-se em camoca.

Farinha de milho

A farinha de milho, resultante da moagem do milho, é utilizada na gastronomia, em bolos, cuscuz cabo-verdiano (Fig. 1), filhós, pastel de milho, pão de milho, xerém, sopa de rolon, papa de milho.

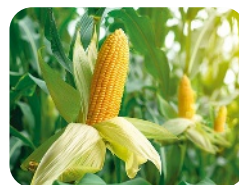


Fig. 1

Baseado em: Ivanethe Almeida dos Reis, <https://madeincaboverde.blogspot.com/2012/04/milho.html>, pesquisado em 04-09-2024

Tabela da composição, em algumas biomoléculas, de 100 gramas de grão de milho seco

Milho	Água (g)	Proteína (g)	Gordura (g)	Glícidos (g)	Na (mg)	K (mg)	Ca (mg)	P (mg)	Mg (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)
	11,9	9,3	4,9	70,3	14	285	14	185	113	2,5	2,4

Nas questões seguintes, seleciona a opção que completa corretamente a frase.

- 1.1.** Todos os organismos, como o milho, são formados...
- (A) por bioelementos secundários e terciários.
 - (B) por biomoléculas primárias indispensáveis.
 - (C) por bioelementos primários e secundários.
 - (D) apenas por biomoléculas orgânicas.

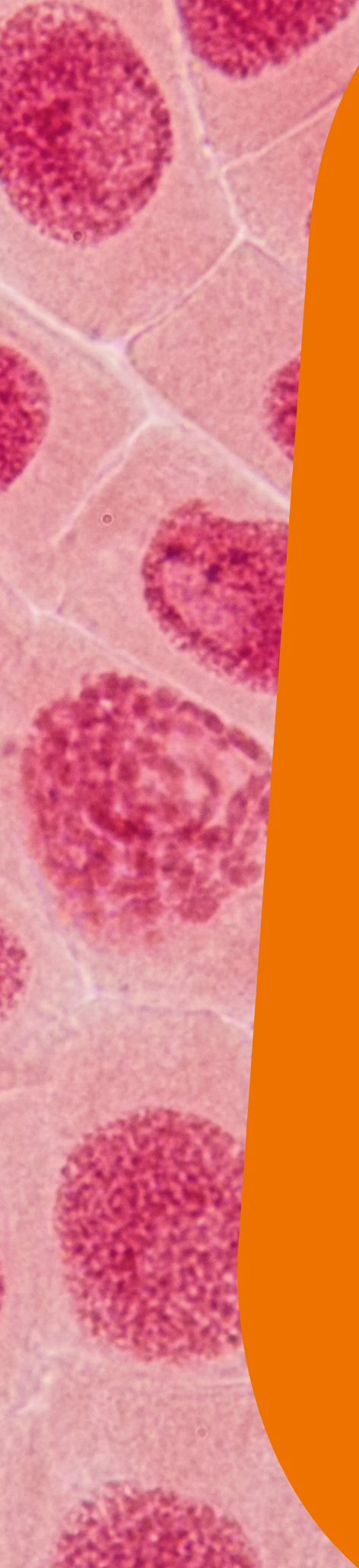
- 1.2.** O fósforo (P) é um bioelemento..., e o sódio (Na), o potássio (K), o cálcio (Ca), o magnésio (Mg) e o ferro (Fe) são bioelementos...
- (A) primário... secundários indispensáveis ou oligoelementos.
 (B) primário... secundários variáveis.
 (C) secundário... primários indispensáveis ou oligoelementos.
 (D) secundário... primários variáveis.
- 1.3.** Os dados da tabela podem ser utilizados para analisar a composição do milho na seguinte preparação culinária referida no texto...
- (A) milho torrado.
 (B) espiga de milho assada.
 (C) farinha de milho.
 (D) cachupa.
- 1.4.** Em 100 gramas de grão de milho seco existem...
- (A) quase 12 gramas de água, que é uma biomolécula orgânica.
 (B) um pouco menos de 11 gramas de água, que é uma biomolécula orgânica.
 (C) quase 12 gramas de água, que é uma biomolécula inorgânica.
 (D) um pouco menos de 11 gramas de água, que é uma biomolécula inorgânica.
- 1.5.** As biomoléculas orgânicas não presentes na tabela são...
- (A) os prótidos. (C) os ácidos nucleicos.
 (B) os hidratos de carbono. (D) os minerais.

- 2** Refere o polissacarídeo presente no milho e a sua função na planta e na pessoa que ingere o milho.
- 3** Ordena os seguintes glícidos por ordem crescente do número de átomos de carbono que os constituem.
- A – Pentose; B – Triose; C – Polissacarídeo; D – Dissacarídeo; E – Trissacarídeo
- 4** Estabelece a correspondência correta entre a coluna I e a coluna II.

Coluna I	Coluna II
1. Lípidos resultantes da condensação de três ácidos gordos e o glicerol.	A – Glicerol
2. Lípidos com características anfipáticas fundamentais para a formação das membranas celulares.	B – Triglicerídeo
3. Molécula formada por cadeias lineares de carbono com um grupo carboxilo terminal que entra na composição dos glicerídeos e dos fosfolípidos.	C – Ácido gordo
	D – Fosfolípido
	E – Colesterol

2





Uma viagem pela célula

- 2.1.** A descoberta da célula
- 2.2.** Estrutura e função da membrana plasmática
- 2.3.** Citoplasma e os organelos celulares
- 2.4.** Núcleo e material genético
- 2.5.** Ciclo celular

A aeroponia é um sistema de cultivo em desenvolvimento em Cabo Verde, no qual as raízes ficam suspensas no ar dentro de um depósito ou tubo e são constantemente pulverizadas com uma solução de nutrientes e água. A cebola é um dos hortícolas cultivados neste sistema.

Na fotomicrografia, observam-se células da raiz da cebola, coradas com vermelho neutro, evidenciando os núcleos em diferentes etapas do ciclo celular.

As células são, na sua maioria, transparentes e incolores. Assim, é necessário o uso de técnicas de coloração que tornem as células visíveis para que se consigam observar.

2.1. A descoberta da célula

Até meados do século XVII, não havia conhecimento sobre a existência da célula. Desde essa época, alguns dos investigadores mais relevantes para o avanço no conhecimento sobre a célula foram **Hooke**, **Leeuwenhoek**, **Schleiden**, **Schwann** e **Virchow**.

Ao mesmo tempo, o aperfeiçoamento dos microscópios, a evolução constante das técnicas de citologia e o contributo de ramos da Biologia, como a Bioquímica e a Biologia Molecular, têm permitido um grande progresso no conhecimento da estrutura e funcionamento da célula.

Robert Hooke (1635-1703)

Cientista inglês, utilizou os microscópios por ele construídos para explorar os mundos inacessíveis a olho nu. Ao observar cortiça, viu que era constituída por cavidades, a que chamou células, da palavra latina *cella*, que significa câmara.



Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723)

Comerciante holandês, observava os tecidos que produzia e outros objetos com as lentes que polia. Construiu os seus próprios microscópios e descobriu a vida unicelular, organismos microscópicos constituídos por uma única célula. Observou inúmeros organismos em amostras de água de uma lagoa e a desenvolverem-se na placa bacteriana que raspou dos seus dentes.

Matthias Schleiden (1804-1881)

Botânico alemão, publicou, em 1838, no *Contributions to Phytogenesis*, que as diferentes partes de uma planta são constituídas por células.



Theodor Schwann (1810-1882)

Fisiologista alemão, baseou os seus estudos em Matthias Schleiden. Concluiu, em 1839, a partir de observações microscópicas, que os animais, tal como as plantas, são constituídos por células.

Rudolph Virchow (1821-1902)

Alemão, foi professor em Würzburg. Em 1855, estabeleceu que todas as células provêm de outras células (*omnis cellula e cellula*).

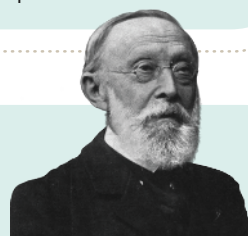


Fig. 1 Contributo de alguns cientistas para o conhecimento da célula.

Foram os contributos de Schleiden, Schwann e Virchow que permitiram estabelecer a **teoria celular**. Segundo esta teoria, a **célula** é a unidade estrutural e funcional dos seres vivos, isto é, os seres vivos são constituídos por uma ou mais células, nas quais se realizam as atividades necessárias à vida, e as células provêm de células preexistentes.

Nos níveis de organização da Biologia, a célula ocupa um lugar especial, pois constitui a mais pequena unidade estrutural em que se manifestam as propriedades da vida. As dimensões celulares estão, geralmente, aquém do limite de resolução do olho humano. Assim, o recurso aos **microscópios ótico e eletrónico** é fundamental para a observação dos constituintes celulares.

e Manual Digital

Vídeo
Célula, unidade básica da vida



Atividade
A célula e a vida

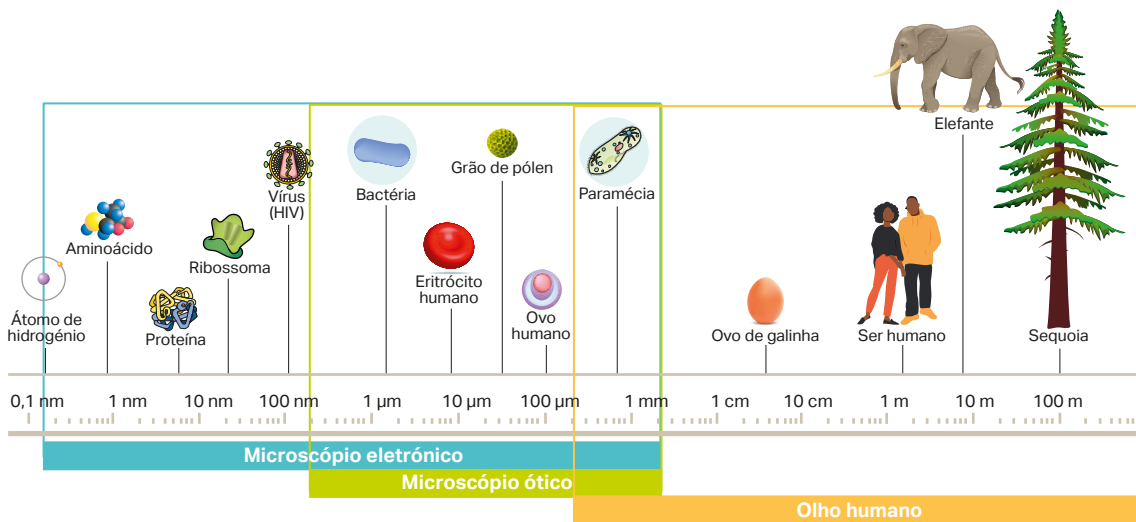


Fig. 2 Exemplo de escala de grandeza em diversos níveis de observação.

Esta escala é logarítmica: cada unidade é dez vezes maior do que a unidade anterior.

1 micrómetro (1 µm) = 1 milésima parte do milímetro (10^{-6} m).

1 nanómetro (1 nm) = 1 milionésima parte do milímetro (10^{-9} m).

Responde tu

- 1 Refere as células da figura 2 que são visíveis ao microscópio ótico.
- 2 Indica o tamanho aproximado:
 - 2.1. de uma proteína;
 - 2.2. de um eritrócito humano.
- 3 O plasmódio, causador da malária, pode ser observado no sangue infetado, tendo comprimento semelhante ao dos eritrócitos. Refere o seu tamanho aproximado.
- 4 Justifica a afirmação: "A estrutura do vírus só foi conhecida devido ao microscópio eletrónico."

Categorias celulares

As células são muito diferentes umas das outras, no entanto, todas têm **constituintes comuns**: membrana plasmática ou celular, citoplasma, ribossomas e material genético.

A **membrana plasmática** é uma estrutura fina e dinâmica que delimita o citoplasma da célula e regula o fluxo de materiais entre o meio intracelular e o meio extracelular.

O **citoplasma** é o conteúdo da célula, excetuando o núcleo, e é uma massa semi-fluida em que a sua fração líquida corresponde ao citosol ou hialoplasma, no seio do qual se encontram as várias estruturas celulares.

Os **ribossomas** são pequenas estruturas não membranares onde se efetua a síntese de proteínas de acordo com as instruções do material genético.

O **material genético**, ácido desoxirribonucleico, ADN, contém as informações que regulam a atividade e a reprodução.

As células podem ser classificadas de diferentes modos, mas podem ser considerados dois tipos de **organização celular**: células procarióticas e células eucarióticas.

A **célula procariótica**, que constitui os organismos **procariontes**, tem dimensões entre 1 e 10 μm e é estruturalmente mais simples do que a célula eucariótica. Não tem núcleo nem invólucro nuclear, sendo que o ADN constitui o **nucleoide**. Exteriormente

à membrana plasmática, a maioria dos procariontes tem uma **parede celular**

complexa que a protege e mantém a sua forma. Podem ainda ter uma estrutura, a **cápsula**, também com função protetora. Alguns procariontes apresentam prolongamentos chamados **fímbrias**, se são pequenos e numerosos, e **flagelos**, se são grandes e em pequeno número.

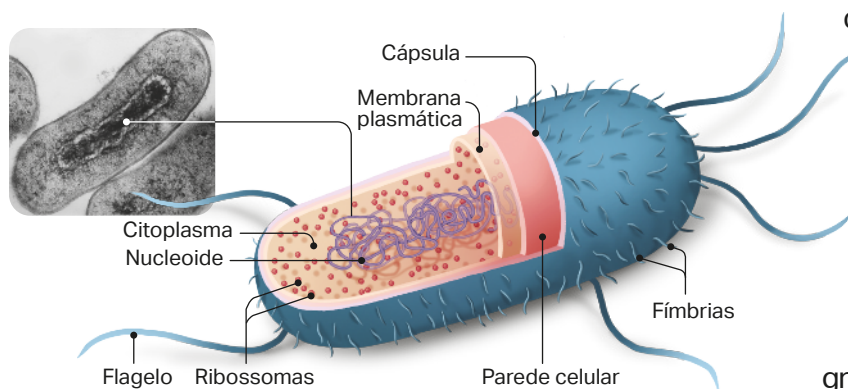


Fig. 3 Bactéria *Escherichia coli* e respetiva fotomicrografia eletrónica.

Responde tu

- 1 Refere os constituintes comuns das células.
- 2 Indica os tipos de organização celular.
- 3 Enuncia o conceito de organismos procariontes.
- 4 Distingue, numa bactéria, parede celular de cápsula.
- 5 Explica por que motivo a estrutura dos procariontes apenas foi conhecida após o desenvolvimento do microscópio eletrónico.



A **célula eucariótica**, que constitui os organismos **eucariontes**, tem **núcleo**, que contém a maioria do material genético da célula, e diversas estruturas no citoplasma. As diversas estruturas que se encontram no citoplasma, juntamente com o núcleo, constituem os **organelos**, sendo que cada tipo de organelo tem uma função específica na célula. A célula eucariótica pode ser de dois tipos: célula eucariótica animal e célula eucariótica vegetal, que têm muitas estruturas em comum.

A **célula animal** apresenta **centríolos** e **lisossomas** que estão ausentes na célula vegetal. A **célula vegetal** apresenta uma estrutura rígida formada por celulose, a **parede celular**, que confere proteção e suporte à célula e está ausente na célula animal. As células vegetais também apresentam, na sua maioria, **cloroplastos**, ausentes nas células animais, e um **grande vacúolo**. Os vacúolos, quando presentes na célula animal, são de dimensões reduzidas.

e Manual Digital

Vídeos
Células procarióticas e células eucarióticas



À descoberta das células vegetais e das células animais

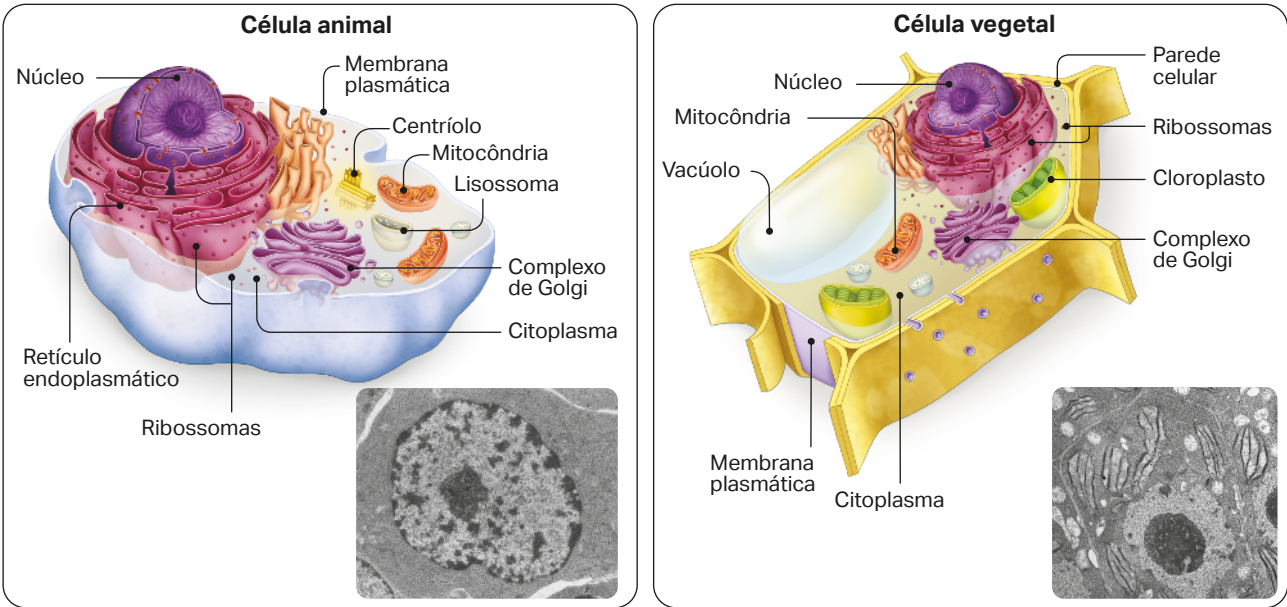


Fig. 4 Célula animal e célula vegetal e respetiva fotomicrografia eletrónica.

Responde tu

- 1** Completa a tabela sobre algumas diferenças e semelhanças entre a célula animal e vegetal.

	Parede celular	Grande vacúolo	Cloroplastos	Mitocôndrias	Retículo endoplasmático	Complexo de Golgi	Lisossomas	Centríolos
Célula animal	Não							
Célula vegetal		Sim						

2.2. Estrutura e função da membrana plasmática

As células estão constantemente a trocar substâncias com o meio envolvente. A **membrana plasmática** mantém a integridade da célula e constitui uma fronteira entre o interior da célula, **meio intracelular**, e o exterior da célula, **meio extracelular**. A membrana plasmática é, basicamente, um complexo lipoproteico, ou seja, é formada por lípidos e proteínas.

Os **lípidos** são principalmente **fosfolípidos**. Os fosfolípidos são moléculas **anfipáticas**, devido à presença de uma região hidrofóbica e hidrofílica na mesma molécula. Na membrana plasmática, os fosfolípidos organizam-se numa **bicamada** com as caudas hidrofóbicas, apolares, orientadas para o interior da bicamada, e as regiões hidrofílicas, polares, orientadas para as soluções aquosas do interior e do exterior da célula. Assim, as regiões apolares da molécula constituem a região central da bicamada, isolada do contacto com a água.

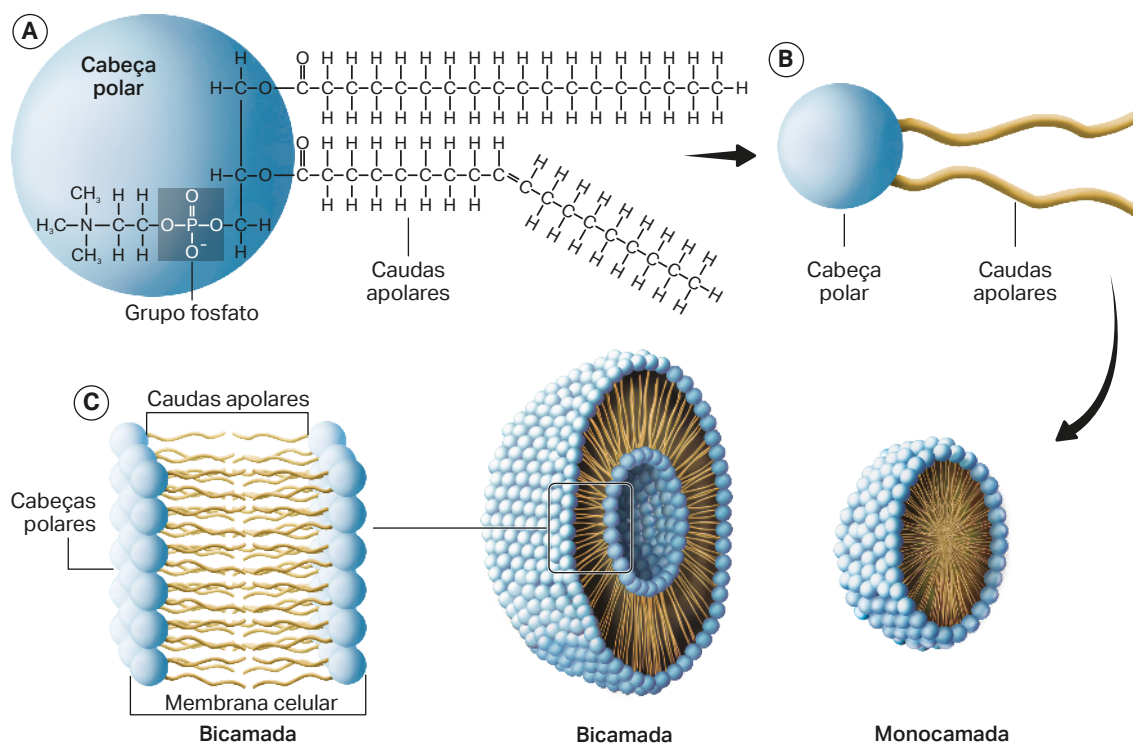


Fig. 5 Constituição e propriedades dos fosfolípidos da membrana plasmática: A – Estrutura molecular de um fosfolípido; B – Representação simplificada; C – Organização dos fosfolípidos em meio aquoso.

As **proteínas** da membrana plasmática podem ser periféricas ou integradas. As **proteínas periféricas** ou extrínsecas não penetram na bicamada fosfolipídica, encontrando-se na sua superfície interna e externa. As **proteínas integradas** ou intrínsecas mergulham total ou parcialmente na bicamada fosfolipídica. Algumas destas proteínas podem atravessar a membrana de um lado ao outro, sendo, por isso, chamadas **proteínas transmembranares**.

As moléculas de fosfolípidos têm grande mobilidade lateral, trocando de posição com outras que se encontram na mesma camada. Os movimentos dos fosfolípidos também podem ser rotacionais. Por vezes, podem ocorrer movimentos transversais de fosfolípidos, de uma camada para a outra, designados por movimentos de **flip-flop**.

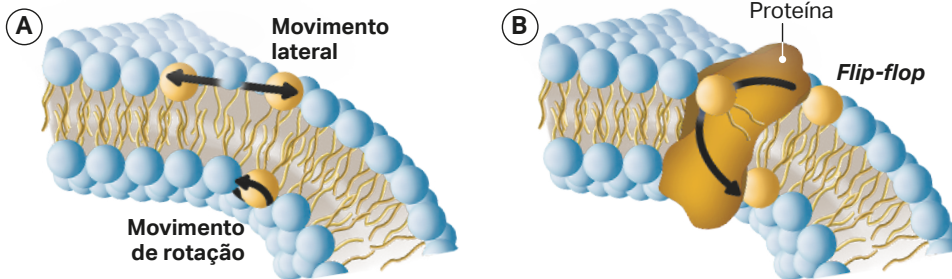


Fig. 6 Movimentos dos fosfolípidos na membrana plasmática.

Na face externa da membrana plasmática existem **glicoproteínas** e **glicolípidos**, que são moléculas de glícidos ligadas a proteínas e a fosfolípidos, respetivamente. A função destes glícidos está relacionada com o reconhecimento de moléculas presentes no meio extracelular, como as hormonas.

No estado atual do conhecimento científico pode, assim, afirmar-se que a **membrana plasmática** tem um padrão em mosaico, ou seja, é constituída, essencialmente, por uma bicamada de fosfolípidos onde se encontram distribuídas proteínas. Além disso, a membrana não é uma estrutura rígida, existindo movimentos das moléculas de fosfolípidos e das proteínas que a constituem, o que lhe confere uma grande fluidez. A esta constituição da membrana plasmática dá-se o nome de **modelo de mosaico fluido**.

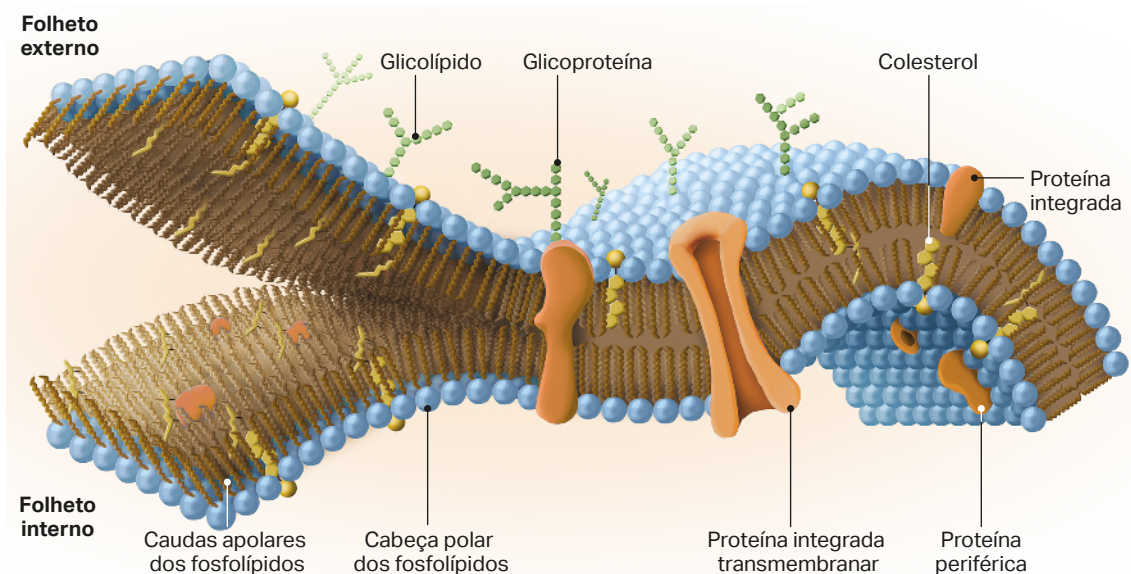


Fig. 7 Esquema da membrana plasmática de acordo com o modelo do mosaico fluido.

Manual Digital

Vídeos
A membrana celular



Modelo de mosaico fluido



Exercício
Identificar características da membrana celular

Tipos de transporte através da membrana plasmática

A membrana plasmática permite a entrada de substâncias de que as células precisam e a saída de produtos resultantes da atividade celular. Assim, a composição e a estrutura da membrana plasmática determinam uma das suas propriedades fundamentais: a **permeabilidade seletiva**, uma vez que facilita a passagem de certas substâncias e dificulta ou impede a passagem de outras. A permeabilidade seletiva é responsável pela diferente composição do meio intracelular e do meio extracelular.

O **transporte através da membrana plasmática** depende, entre outros fatores, da molécula a transportar e pode ocorrer através de vários processos: difusão, osmose, transporte ativo, endocitose e exocitose. Estes processos podem ser classificados em **transporte passivo**, sem gasto de energia, ou **transporte ativo**, com gasto de energia.

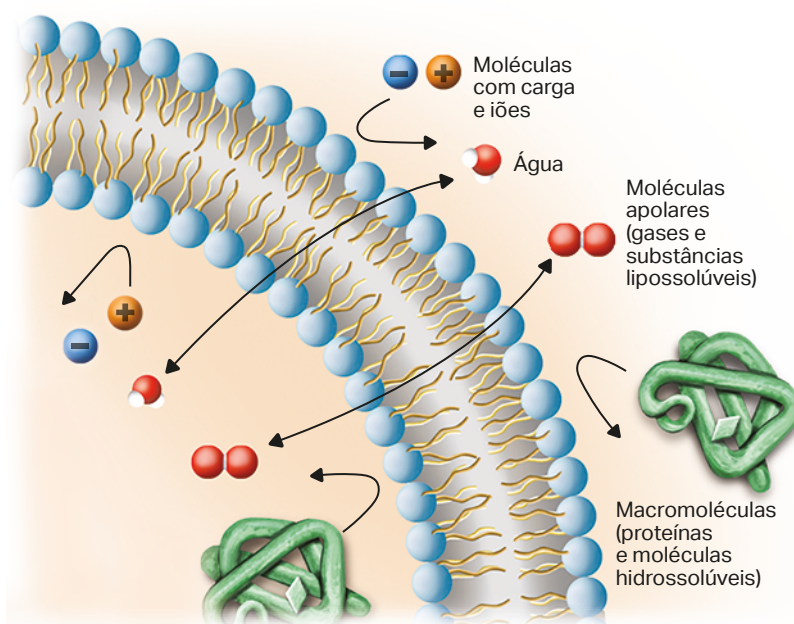


Fig. 8 Permeabilidade seletiva da membrana plasmática.

Difusão

A **difusão** é o processo em que os solutos se movimentam de um meio onde a sua concentração é mais alta para um meio onde a sua concentração é mais baixa, isto é, o movimento do soluto é a favor do gradiente de concentração. A difusão é um **transporte passivo** e pode ser feita por dois processos: difusão simples ou difusão facilitada.

A **difusão simples** acontece com solutos que conseguem atravessar a membrana, movimentando-se através dos fosfolípidos. Por exemplo, o dióxido de carbono (CO_2) move-se para o interior da célula e, ao mesmo tempo, sai o dióxido de carbono (CO_2).

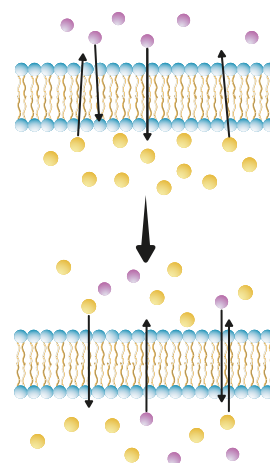


Fig. 9 Difusão simples.

A **difusão facilitada** acontece quando os solutos são transportados através de **proteínas transmembranares**. Estas proteínas podem ser divididas em permeases e canais.

As **permeases** são proteínas às quais se ligam as moléculas a transportar. Quando a ligação acontece, a permease modifica a sua forma de modo a largar a molécula do outro lado da membrana, e regressa à sua forma inicial. Por exemplo, a glicose e alguns aminoácidos atravessam a membrana plasmática através de permeases.

Os **canais** são proteínas que funcionam como poros que, quando estão abertos, permitem a difusão de solutos de um lado da membrana plasmática para o outro. Alguns canais denominam-se **canais iónicos**, pois transportam solutos com cargas elétricas, como os iões potássio (K^+) e sódio (Na^+). Outros denominam-se **aquaporinas**, pois transportam água de forma rápida entre ambos os lados da membrana plasmática.

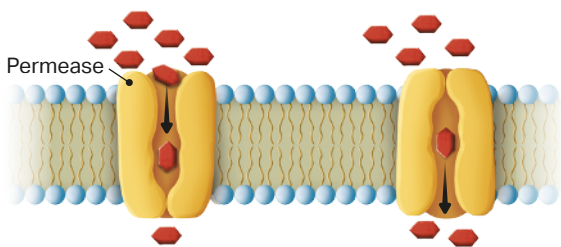


Fig. 10 Transporte mediado por permease.

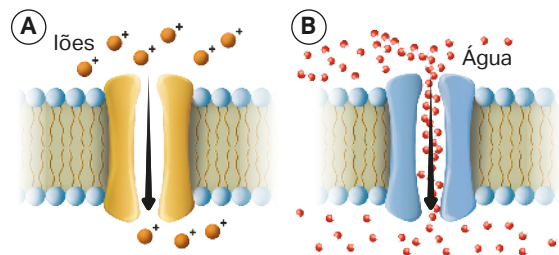


Fig. 11 Transporte mediado por canal iónico (A) e aquaporina (B).

Osmose

A **osmose** é o processo de movimento da água através de uma membrana semi-permeável, como a membrana plasmática. Este movimento ocorre a favor do gradiente de concentração, isto é, do local com maior quantidade de água para o local com menor quantidade de água, até se atingir o equilíbrio. A osmose é um **transporte passivo** que ocorre de meios com maior potencial hídrico para meios com menor potencial hídrico.

Aprende mais

O movimento da água é determinado pelo seu **potencial hídrico** – grandeza que corresponde à tendência que as moléculas de água têm para entrarem ou saírem de uma solução. Esta grandeza resulta de uma componente hidrostática e de uma componente osmótica.

A pressão hidrostática corresponde à pressão física a que a solução está sujeita. No caso das células vegetais, essa pressão resulta da pressão exercida pela parede celular. A pressão osmótica deve-se às substâncias dissolvidas na água. Assim, o valor do potencial hídrico aumenta à medida que aumenta a pressão hidrostática e diminui à medida que aumenta a concentração de solutos.



O potencial hídrico depende da concentração de solutos existentes no meio, como sais minerais e açúcares. Assim, quando ambos os meios de um e de outro lado da membrana estão à mesma pressão hidrostática, a água move-se do meio hipotônico para o meio hipertônico, ou seja, entre meios com um gradiente de concentração. O meio **hipotônico** é o de menor concentração de soluto e o meio **hipertônico** é o de maior concentração de soluto. Quando a concentração de soluto é igual em ambos os meios, eles dizem-se **isotônicos** e o fluxo de moléculas de água é equivalente nos dois sentidos.

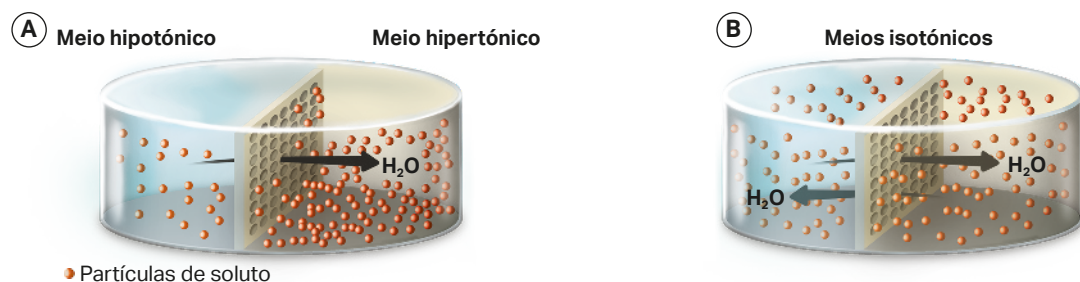


Fig. 12 Movimento da água através de uma membrana semipermeável entre meios com diferentes concentrações (A) e meios com a mesma concentração (B).

As células comportam-se de modo diferente em função da concentração do meio. Quando a célula é colocada num meio hipertônico, acontece a **plasmólise**: a água sai e, conseqüentemente, o volume do citoplasma diminui. Quando a célula é colocada num meio hipotônico, acontece a **turgescência**: a água entra e, conseqüentemente, o volume do citoplasma aumenta. Numa célula túrgida, o conteúdo celular exerce uma pressão sobre a membrana plasmática – pressão de turgescência. Nas **células vegetais**, devido à parede celular rígida, a pressão de turgescência impede alterações significativas do volume celular. Nas **células animais**, a pressão de turgescência pode levar ao rompimento da membrana plasmática – **lise celular**.

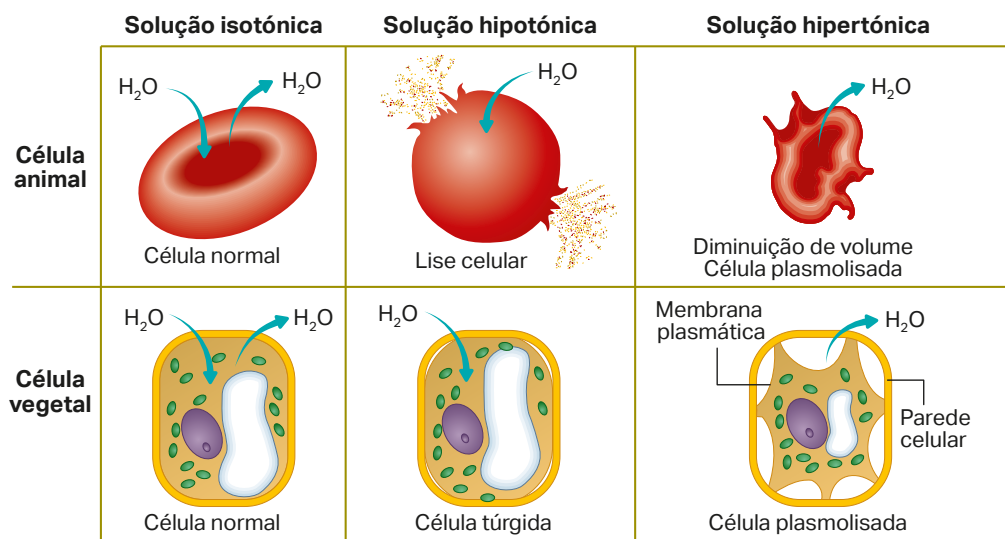


Fig. 13 Comportamento das células animal e vegetal em função da concentração do meio.

Transporte ativo

O **transporte ativo** é o processo de transporte de um soluto através da membrana plasmática contra o gradiente de concentração, mobilizando energia celular. Assim, o soluto passa do local onde a sua concentração é mais baixa para o local onde a sua concentração é mais elevada. O transporte ativo é um **transporte mediado**, pois nele intervêm proteínas transportadoras, às quais se ligam os iões ou moléculas.

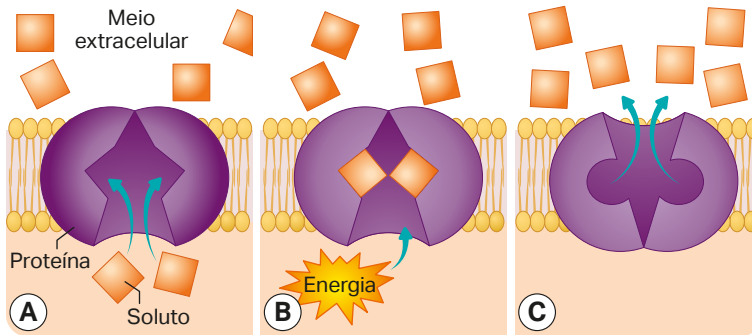


Fig. 14 No transporte ativo, o soluto liga-se à proteína (A) que altera a sua conformação, à custa de energia, e o liberta do outro lado da membrana plasmática (B e C).

Endocitose e exocitose

Nos processos de transporte descritos anteriormente, os solutos, pequenas moléculas ou iões, atravessam a membrana plasmática e penetram na célula. No entanto, as células são capazes de transferir e libertar macromoléculas, como proteínas. A **endocitose** é o processo de transferência de materiais do exterior para o interior da célula. A **exocitose** é o processo de transferência de materiais do interior para o exterior da célula. Esta transferência faz-se através de vesículas que se formam a partir da membrana plasmática ou que se fundem com ela.

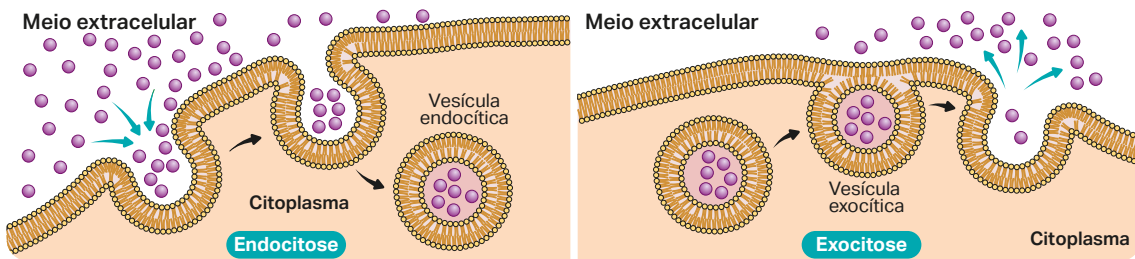
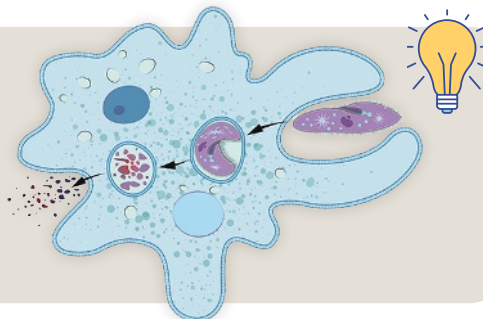


Fig. 15 Endocitose e exocitose.

Aprende mais

Algumas células, como certos leucócitos, e protozoários, como a ameba, fazem **fagocitose** – transferem para o seu interior agregados de macromoléculas, partes de outras células e, até, células inteiras. Na figura, a ameba fagocita uma paramécia.



e Manual Digital

Vídeos

Funções da membrana celular e movimentos transmembranares



Transporte ativo



Exercício

Identificar e caracterizar o tipo de transporte membranar

2.3. Citoplasma e os organelos celulares

O **citoplasma** é o conteúdo da célula, excetuando o núcleo, e é uma massa semi-fluida em que a sua fração líquida corresponde ao **citosol** ou hialoplasma. O citosol é o local onde acontecem várias reações químicas do metabolismo celular.

No seio do citosol encontram-se as várias estruturas celulares que, juntamente com o núcleo, constituem os **organelos celulares**: mitocôndrias, ribossomas, lisossomas, retículo endoplasmático, complexo de Golgi, centríolos e cloroplastos. A maioria dos organelos são rodeados de membranas, designando-se por **organelos membranares**. No interior de cada tipo de organelo são mantidas condições químicas específicas e diferentes de outro tipo de organelo.

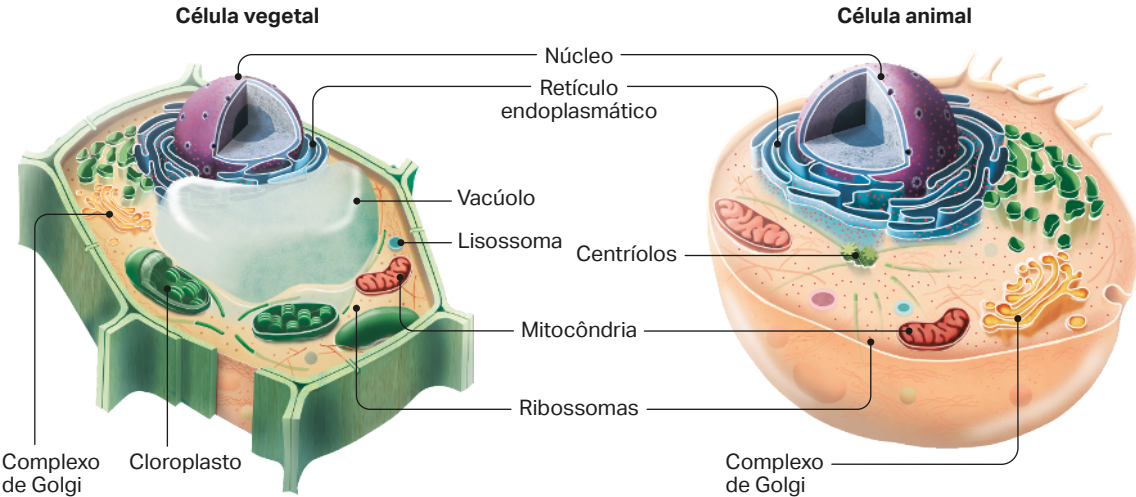


Fig. 16 Organelos celulares da célula vegetal e da célula animal.

Responde tu

1 Completa a tabela sobre algumas diferenças e semelhanças entre a célula animal e vegetal.

Organelo celular	Função	Animal	Vegetal
Cloroplastos	Produção de compostos orgânicos na fotossíntese.		
Mitocôndrias	Produção de energia na respiração celular.		
Retículo endoplasmático	Síntese de lípidos (liso) e proteínas (rugoso); transporte.		
Complexo de Golgi	Síntese de polissacarídeos e maturação de proteínas.		
Lisossomas	Digestão intracelular; contêm enzimas digestivas.		
Vacúolos	Armazenam materiais.		
Centríolos	Intervêm na divisão celular.	Sim	Não

2.4. Núcleo e material genético

O **núcleo** está rodeado pelo citoplasma e é delimitado por uma membrana dupla, o **invólucro nuclear**, que tem numerosos poros, permitindo a comunicação com o citoplasma. Contém no seu interior um líquido, o **nucleoplasma**, com massas de **cromatina** que constituem o material genético, ADN, associado a proteínas. No interior do núcleo pode, por vezes, observar-se o **nucléolo**, uma estrutura densa que corresponde a locais onde a informação genética está a ser transcrita.

O **material genético** encontra-se, nos seres eucariontes, no núcleo, distribuído por várias moléculas de ADN, as quais estão associadas a proteínas chamadas **histonas**. O ADN transporta a informação genética, e as proteínas são responsáveis pela estabilidade do ADN. O ADN e as histonas associadas formam um filamento de **cromatina**. Estes filamentos estão, na maior parte do tempo, dispersos no núcleo da célula. No entanto, quando a célula entra em divisão, os filamentos condensam progressivamente, originando filamentos curtos e espessos, os **cromossomas**. Na fase de condensação, cada cromossoma é formado por **dois cromatídios**, que resultaram de uma duplicação do filamento de cromatina, e que ocorreu anteriormente. Assim, cada um dos cromatídios é formado por uma molécula de ADN e por histonas que a ela estão associadas. Os cromatídios de um cromossoma encontram-se unidos por uma estrutura proteica, o **centrómero**.

e Manual Digital

Vídeo
Localização do material genético

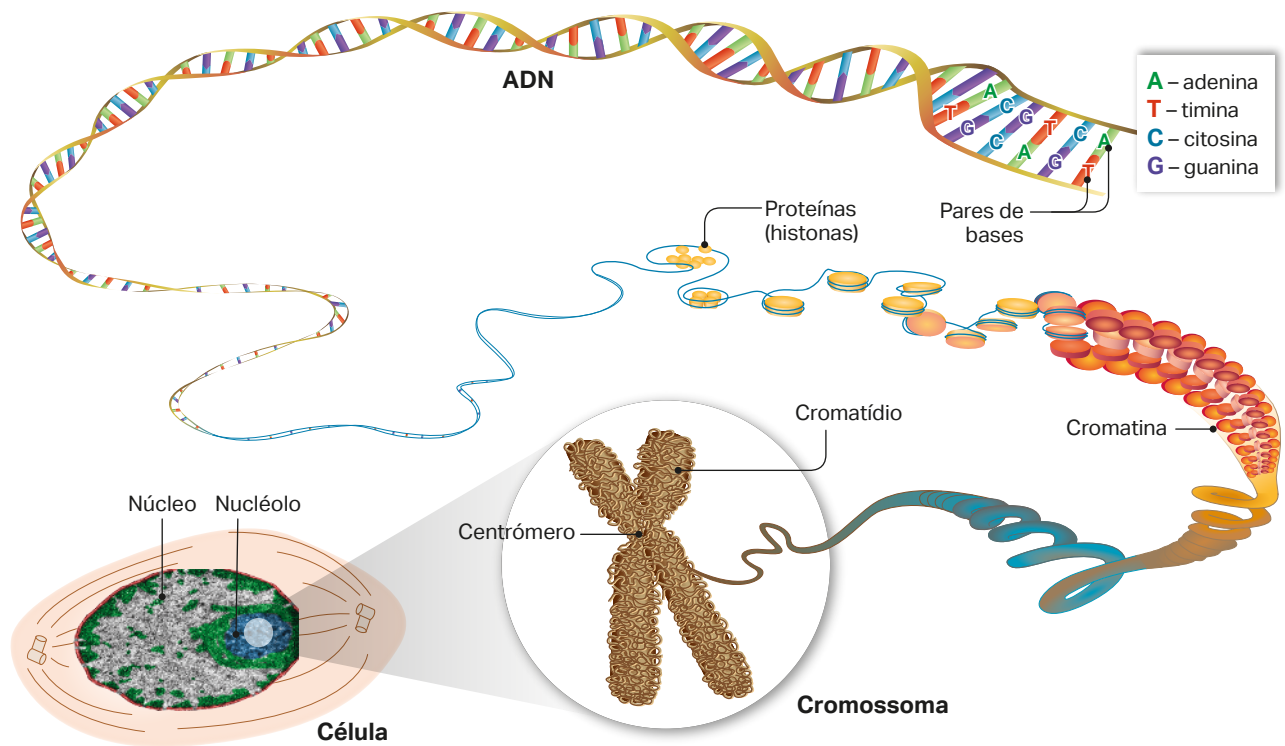


Fig. 17 Condensação da cromatina até à individualização de um cromossoma. A fotomicrografia eletrónica do núcleo foi colorida artificialmente: a vermelho, o invólucro nuclear; a verde, a cromatina, e a azul, o nucléolo.

2.5. Ciclo celular

A vida de uma célula começa na divisão da célula-mãe e acaba quando ela própria se divide e origina duas células-filhas. O **ciclo celular** é o conjunto de transformações que decorrem desde a formação de uma célula até ao momento em que ela própria, por divisão, origina duas células-filhas. Consideram-se **duas fases** num ciclo celular: a interfase e a fase mitótica. A **interfase** é o período compreendido entre o fim de uma divisão celular e o início da divisão celular seguinte. A **fase mitótica** é o período durante o qual ocorre a divisão celular.

Interfase

A **interfase** é, geralmente, o período mais longo da vida da célula e pode ser dividida em **três períodos**: G₁, S e G₂.

O **período G₁** decorre entre o fim da divisão celular e o início da síntese de ADN. Há uma intensa atividade de biossíntese, produção de organelos e crescimento da célula.

No **período S**, ocorre a replicação do ADN e cada cromossoma passa a ser formado por dois cromatídios ligados pelo centrómero. Nas células animais, os centríolos duplicam, passando a existir dois pares. Os acontecimentos do período S são fundamentais para que a célula-mãe se possa dividir, posteriormente, na fase mitótica, repartindo pelas células-filhas uma quantidade de ADN igual à que possuía no período G₁.

O **período G₂** decorre entre o final da síntese de ADN e o início da mitose, havendo síntese de biomoléculas necessárias à divisão celular.

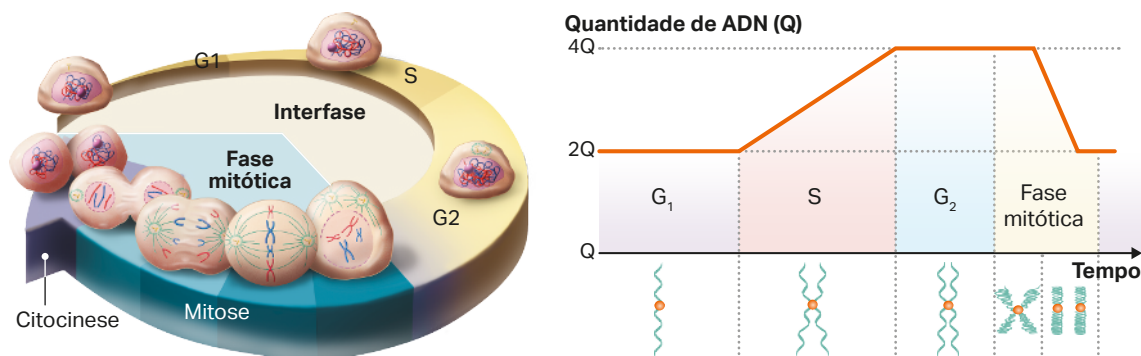


Fig. 18 Ciclo celular e variação do teor de ADN e da estrutura dos cromossomas ao longo do ciclo. A letra S vem de síntese de ADN e a letra G da palavra inglesa *gap*.

Responde tu

- 1 Analisa o gráfico da figura 18. Indica em que fases do ciclo celular a informação genética está duplicada.
- 2 Refere a constituição do cromossoma no final da fase mitótica.

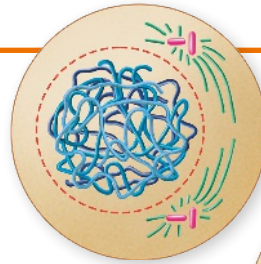
Fase mitótica

A **fase mitótica** inclui a mitose e a citocinese. A **mitose** é a divisão do núcleo da célula e a **citocinese** é a divisão do citoplasma. Embora a **mitose** seja um processo contínuo, distinguem-se quatro fases: prófase, metáfase, anáfase e telófase.

Principais acontecimentos que ocorrem nas fases da mitose

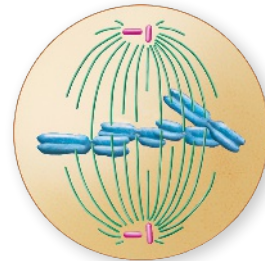
Prófase

Os filamentos de cromatina condensam e ficam cada vez mais grossos e curtos. Cada cromossoma é formado por dois cromatídios unidos pelo centrómero. Os dois pares de centríolos começam a afastar-se em sentidos opostos, formando-se entre eles o fuso acromático, formado por um sistema de microtúbulos proteicos. Quando os centríolos atingem os polos da célula, a membrana nuclear desorganiza-se.



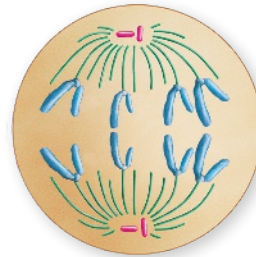
Metáfase

Os cromossomas atingem a máxima condensação. Os pares de centríolos estão nos polos da célula. Alguns microtúbulos do fuso acromático ligam-se a cromossomas. Os cromossomas dispõem-se com os centrómeros no plano equatorial da célula, constituindo a placa equatorial.



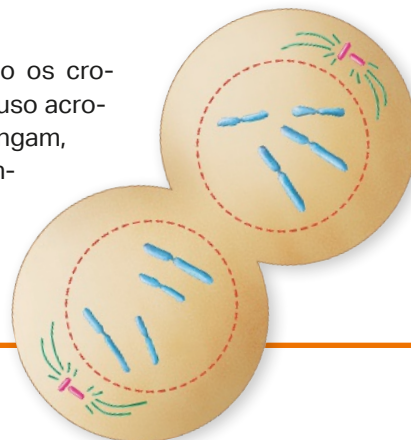
Anáfase

Dá-se a clivagem de cada um dos centrómeros, separando-se os cromatídios que passam a constituir dois cromossomas independentes. Os microtúbulos encurtam e os cromossomas começam a afastar-se, migrando para polos opostos da célula – ascensão polar.



Telófase

A membrana nuclear reorganiza-se circundando os cromossomas de cada célula-filha e dissolve-se o fuso acromático. Os cromossomas descondensam e alongam, ficando menos visíveis. Os dois núcleos têm conjuntos completos e equivalentes de cromossomas e, portanto, de ADN.



Vídeos
Ciclo celular



Divisão celular
por mitose



Exercício
Identificar as
fases do ciclo
celular



Vídeo
Importância da
divisão celular



A **citocinese** é a divisão do citoplasma e consequente individualização de duas células-filhas. Nas **células animais**, a citocinese ocorre por estrangulamento: forma-se na zona do plano equatorial da célula um anel contrátil de filamentos proteicos que puxam a membrana celular para dentro até se individualizarem duas células-filhas. Nas **células vegetais**, a parede celular rígida não permite divisão por estrangulamento. Neste caso, vesículas do complexo de Golgi alinham-se e fundem-se na região do plano de divisão, formando as membranas plasmáticas e os precursores das paredes celulares das células-filhas.

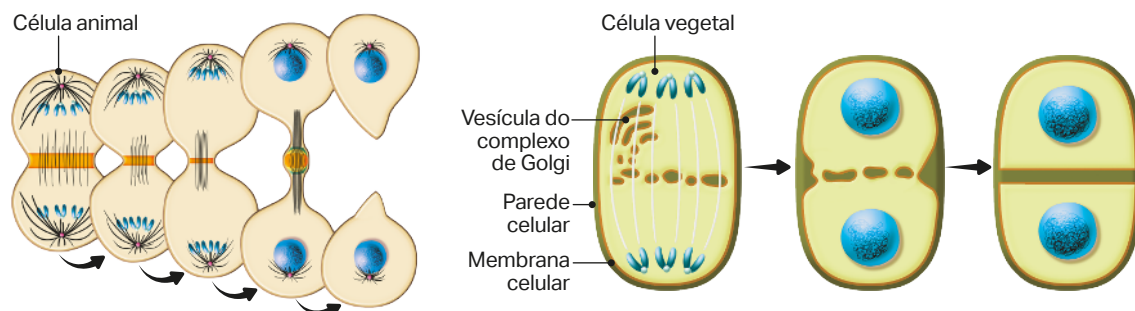


Fig. 19 Citocinese em célula animal e em célula vegetal.

O **ciclo celular**, para além de permitir o **crescimento** dos organismos multicelulares, é muito importante na **manutenção** e **reparação** da sua integridade física, repondo células que vão morrendo ou que foram destruídas por lesão. Também a **regeneração** de tecidos depende da divisão celular.

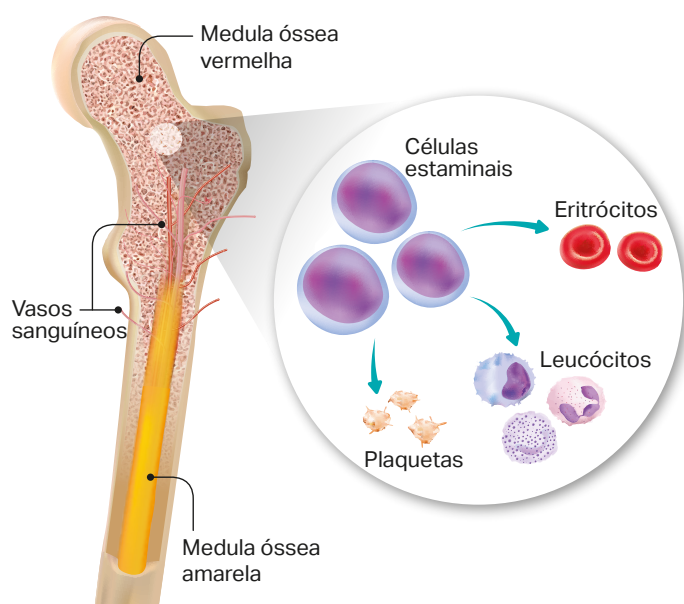


Fig. 20 Milhares de milhões de elementos celulares do sangue humano são produzidos diariamente na medula óssea vermelha, pois a sua duração média é de: 5 a 10 dias para as plaquetas, 100 a 120 dias para os eritrócitos e algumas horas a 3 meses para os leucócitos.

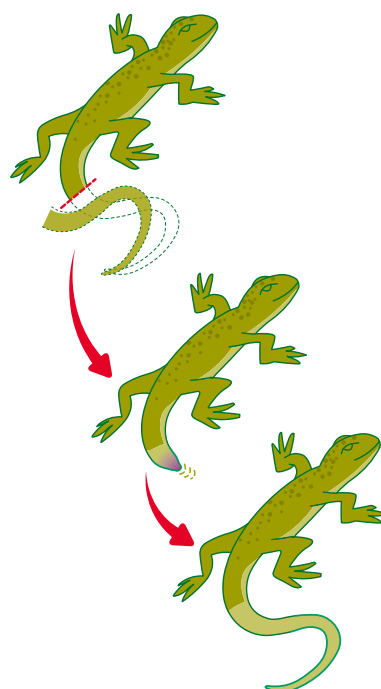


Fig. 21 A regeneração da cauda em lagartos é possível devido à multiplicação das células.

Meiose

A **meiose** é o processo de divisão celular através do qual, a partir de uma célula com núcleo diploide, se formam quatro células com núcleo haploide. Estes núcleos haploides (n) possuem metade do número de cromossomas do núcleo inicial ($2n$), tendo apenas um cromossoma de cada par de homólogos. Na meiose, ocorrem duas divisões, originando quatro núcleos haploides: a meiose I, divisão I ou **divisão reducional**, e a meiose II, divisão II ou **divisão equacional**.

Divisão reducional

A meiose I é precedida pela interfase. Durante a interfase dá-se a replicação do ADN, pelo que **cada cromossoma é formado por dois cromatídios**. As etapas são prófase I, metáfase I, anáfase I e telófase I. No final, cada um dos dois núcleos tem **metade do número de cromossomas** do núcleo diploide inicial.

Meiose I de uma célula com $2n = 6$ cromossomas

Prófase I

Os dois cromossomas de cada par emparelham, justapondo-se, e formam **bivalentes**. Como nesta etapa os cromossomas possuem dois cromatídios ligados pelo centrómero, os bivalentes formam **tétradas cromatídicas**. Ao dar-se o emparelhamento, surgem pontos de cruzamento entre dois cromatídios de dois cromossomas homólogos – **pontos de quiasma**. Ao nível destes pontos, pode haver rutura de cromatídios, podendo ocorrer trocas recíprocas de segmentos de cromatídios entre dois cromossomas homólogos – **crossing-over**. Durante a prófase I, diferencia-se o fuso acromático e, no final, desintegra-se o invólucro nuclear.

Metáfase I

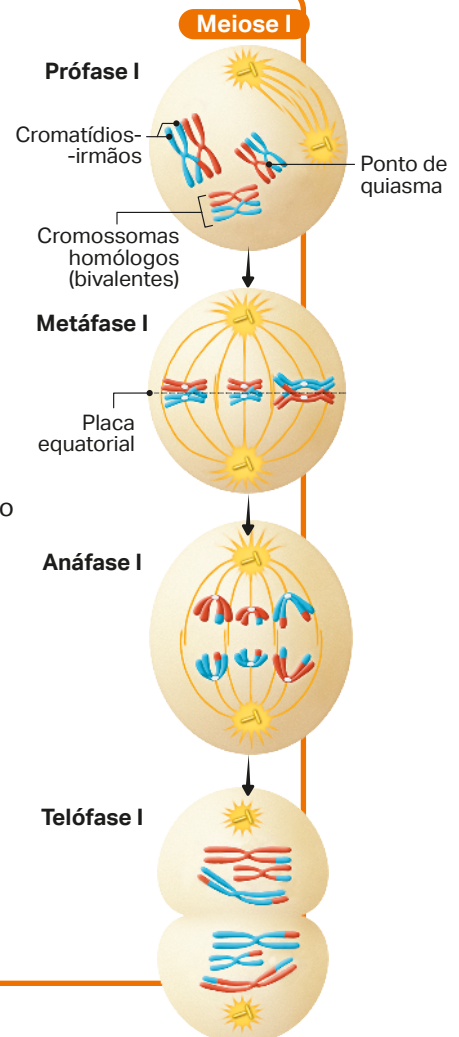
Os bivalentes ligam-se a microtúbulos do fuso acromático pelos centrómeros. Os pontos de quiasma localizam-se no plano equatorial do fuso acromático. A orientação dos pares de cromossomas homólogos em relação aos polos da célula é independente e acontece ao acaso.

Anáfase I

Separam-se os dois cromossomas homólogos de cada bivalente, e cada um, formado por dois cromatídios, migra para um dos polos da célula – **separação aleatória dos homólogos**.

Telófase I

Os cromossomas atingem os polos da célula, ficando mais finos e longos. O fuso acromático desagrega-se e forma-se o invólucro nuclear em volta de cada conjunto de cromossomas. Pode dar-se a citocinese com a formação de duas células.



Divisão equacional

Após a telófase I, tem início a meiose II, com as etapas: prófase II, metáfase II, anáfase II e telófase II. No final da divisão equacional formam-se **quatro células haploides**, geneticamente diferentes, **cada uma com um cromossoma de cada par de homólogos**.



Atividade
Quais são os principais acontecimentos visíveis em células em divisão meiótica?

Meiose II de uma célula com $2n = 6$ cromossomas

Prófase II

Os cromossomas constituídos por dois cromatídios tornam-se mais grossos e mais curtos. Organiza-se o fuso acromático e o invólucro nuclear desintegra-se.

Metáfase II

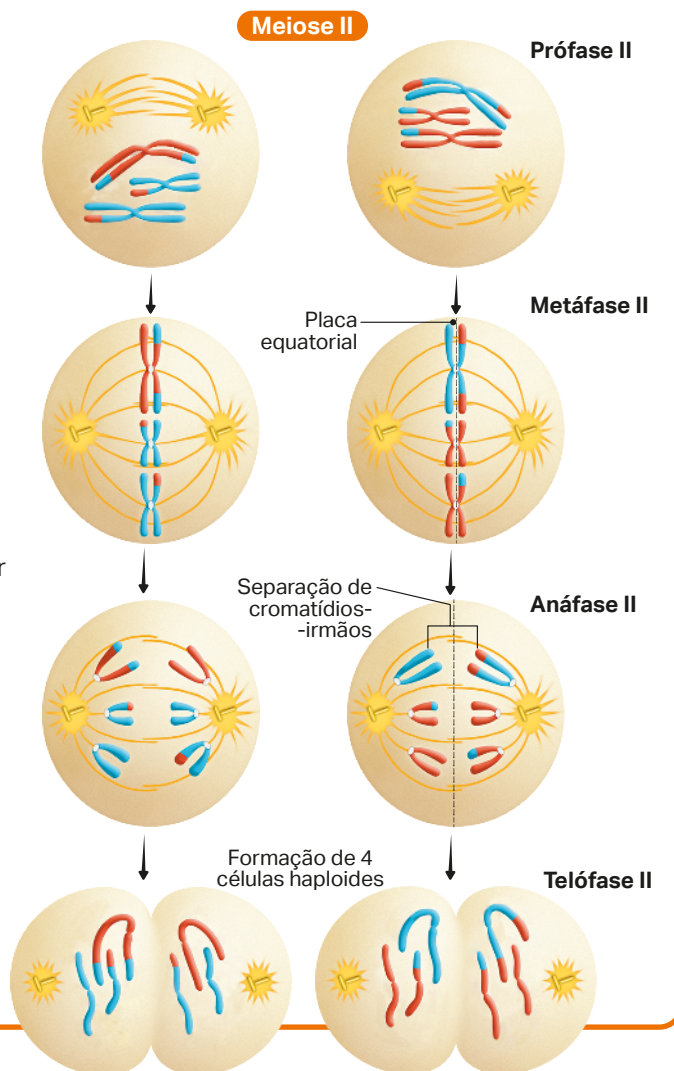
Os cromossomas, no seu máximo de encurtamento, dispõem-se na zona equatorial do fuso acromático com os centrómeros no plano equatorial.

Anáfase II

Os centrómeros dividem-se e os dois cromatídios passam a constituir cromossomas independentes, separam-se e migram para polos opostos da célula.

Telófase II

Os cromossomas chegam aos polos da célula e tornam-se mais finos e longos. Organiza-se um invólucro nuclear em volta de cada conjunto de cromossomas. Pode dar-se a citocinese que permite a formação de quatro células.



Responde tu

- 1 Refere duas características da meiose que não se verificam na mitose.
- 2 Explica a designação de reducional para a meiose I.
- 3 Justifica a afirmação: "A meiose II é como a mitose."

Meiose, fecundação e variabilidade genética

A **meiose** e a **fecundação**, processos dos organismos com reprodução sexuada, além de assegurarem a manutenção do número de cromossomas de uma espécie de geração em geração, contribuem para a grande **variabilidade genética** dos descendentes. De facto, cada ovo e, portanto, cada indivíduo apresenta um conjunto de genes paternos e maternos. Assim, os descendentes são semelhantes, mas não iguais.

Durante a **meiose** acontecem processos de **recombinação genética** – troca de genes entre cromossomas. A recombinação acontece em dois momentos da meiose: na prófase I acontece o **crossing-over**, e na anáfase I ocorre a **separação aleatória dos cromossomas homólogos**. Deste modo, cada uma das células haploides resultantes da meiose tem uma combinação genética diferente das outras.

Recombinação genética no crossing-over

Quando acontece o emparelhamento dos cromossomas, pode haver **pontos de quiasma** – sobreposição dos cromatídios de cromossomas homólogos. Esta sobreposição pode ter como consequência o **crossing-over** – troca recíproca de segmentos entre os cromatídios do cromossoma de origem paterna e os cromatídios do cromossoma de origem materna.

Devido ao carácter aleatório do número de pontos de quiasma, bem como da sua localização, o **crossing-over** tem como resultado a formação de numerosos arranjos em cromossomas recombinados. Estes cromossomas têm uma combinação genética com genes de origem paterna e genes de origem materna.

A troca de segmentos entre cromatídios não irmãos de cromossomas homólogos permite novas combinações de genes paternos e maternos no mesmo cromossoma. Logo, a descendência pode receber, no mesmo cromossoma, associações de genes que nunca tinham ocorrido.



Fig. 22 As crias da mesma ninhada são diferentes umas das outras e diferentes dos progenitores.

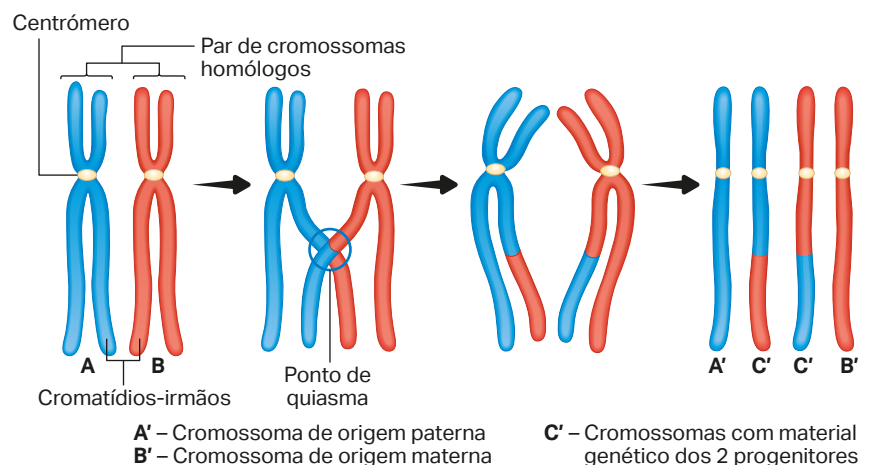


Fig. 23 Recombinação genética resultante do *crossing-over*.

Recombinação genética na separação aleatória dos cromossomas homólogos

Durante a metáfase I, da divisão reducional, os pares de cromossomas homólogos estão dispostos ao acaso e de forma independente na placa equatorial. Enquanto o cromossoma de origem materna de um bivalente está orientado para um dos polos da célula, num outro par, um cromossoma também de origem materna pode estar orientado para o polo inverso. Assim, durante a anáfase I, os diferentes pares de cromossomas homólogos separam-se independentemente uns dos outros, de modo que podem ocorrer diversas combinações de cromossomas de origem materna e paterna – **separação aleatória dos cromossomas homólogos**. Esta separação dos cromossomas ao acaso dirigida para cada um dos polos da célula contribui para a variabilidade genética das células resultantes da meiose.

O **número de combinações possíveis** dos cromossomas de origem materna e de origem paterna nas células haploides depende do número cromossómico da célula diploide. Por exemplo, no caso de dois pares de homólogos, o número possível de combinações e, portanto, de tipos de gâmetas, é de quatro, ou seja, 2^2 . Assim, generalizando, o número possível de combinações é de 2^n , sendo n o número de pares de cromossomas homólogos.

Quando ocorre a fecundação, o número de possibilidades de combinações genéticas possíveis no ovo é igual ao produto das combinações genéticas possíveis nos dois gâmetas que se unem.



Vídeo
Reprodução
sexuada e
variabilidade
genética



Exercício
Reprodução
sexuada e
variabilidade
genética

Meiose, fecundação e variabilidade genética

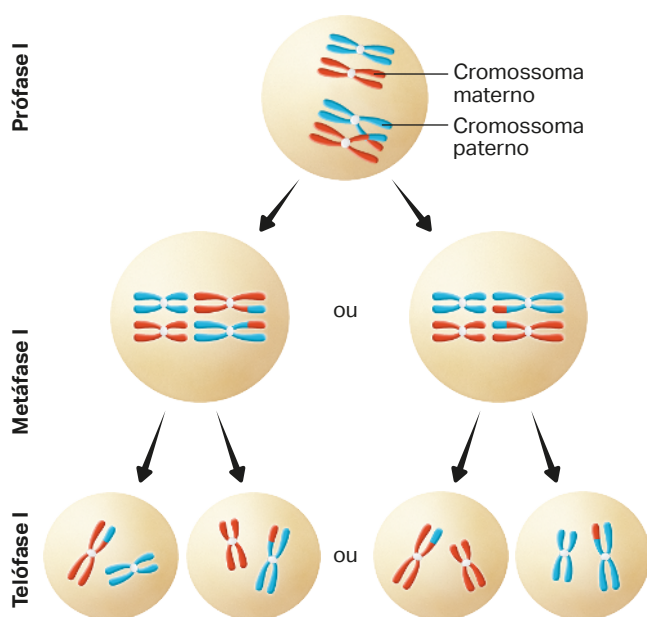


Fig. 24 Uma célula com dois pares de cromossomas homólogos ($2n = 4$) pode originar quatro combinações diferentes nos gâmetas.

Na **espécie humana**, com 23 pares de cromossomas homólogos, o número total de combinações é de 2^{23} , ou seja, cerca de oito milhões (8×10^6) de gâmetas femininos e oito milhões de gâmetas masculinos. Deste modo, é pouco provável que um gâmeta tenha apenas cromossomas de origem materna ou de origem paterna.

Quando ocorre a fecundação na espécie humana, o produto das combinações será de $8 \times 10^6 \times 8 \times 10^6$, ou seja, 64×10^{12} possibilidades de diferentes combinações genéticas por cada ovo formado. Neste cálculo não foi considerado o *crossing-over*, o que aumenta muitíssimo este número.

De facto, não é de surpreender que cada indivíduo resultante de reprodução sexuada tenha um património genético único, diferente dos seus progenitores e dos seus irmãos.

Atividade laboratorial Fases da mitose em células vegetais

As raízes de cebola crescem rapidamente, são numerosas e apresentam células com cromossomas visíveis ao microscópio. Para obteres raízes jovens, coloca a cebola, uns dias antes de realizar a atividade, sobre um frasco com água. Para dissolver as lamelas que unem as células, vais usar, com cuidado, o ácido clorídrico.

Material

- Raiz de cebola
- Vidro de relógio
- Ácido clorídrico
- Papel absorvente
- Lamparina de álcool
- Orceína acética
- Lâminas e lamelas
- Microscópio
- Pinça
- Agulha espatulada
- Tesoura
- Bisturi

Procedimento

- 1 Mistura, num vidro de relógio, 9 partes de orceína acética com 1 parte de ácido clorídrico.
- 2 Corta quatro vértices vegetativos com cerca de 2 mm de comprimento e coloca-os na solução anterior.
- 3 Aquece o vidro de relógio sobre a chama, até veres vapor. Não deixes ferver.
- 4 Retira com a pinça um dos vértices para uma lâmina de vidro e corta com o bisturi cerca de 1 mm a partir da extremidade, rejeitando a parte restante.
- 5 Coloca uma gota de orceína acética. Coloca o vértice vegetativo nesta gota durante 3 minutos. Esmaga-o com a agulha. Coloca uma lamela e pressiona cuidadosamente com o cabo da agulha. Retira o excesso de corante com papel absorvente.
- 6 Observa ao microscópio. Regista as tuas observações.

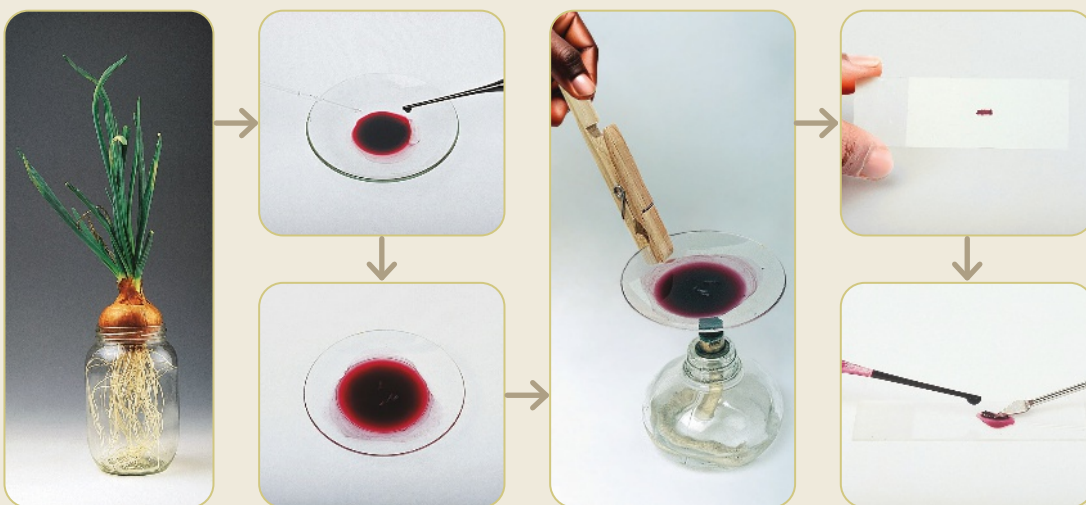


Fig. 1



Vídeo
Observação de
fases de mitose
em células
vegetais

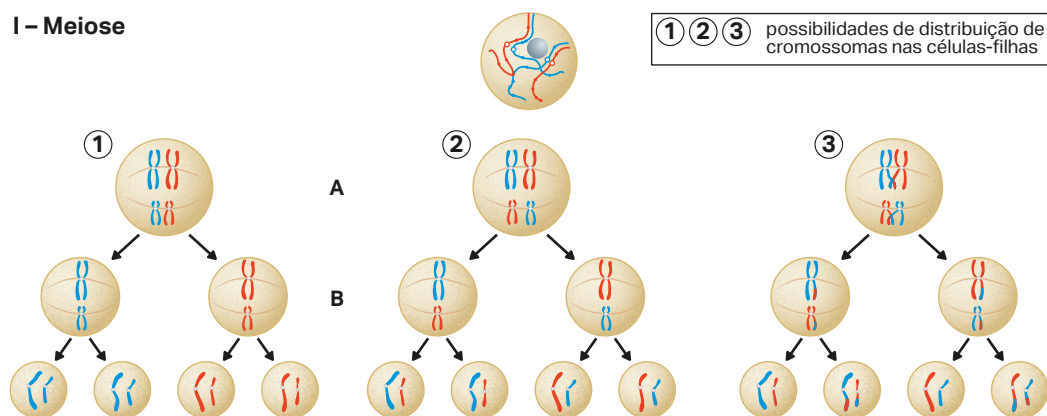


Atividade prática

Meiose, fecundação e variabilidade genética

Observa com atenção a figura 1 sobre a meiose e a fecundação numa célula com $2n = 4$ cromossomas.

I – Meiose



II – Fecundação

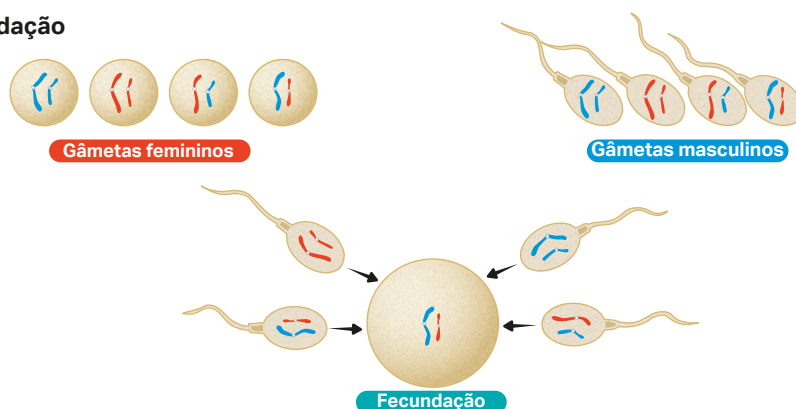


Fig. 1

- 1 Identifica as fases da meiose assinaladas pelas letras A e B.
- 2 Analisa as situações assinaladas pelos algarismos 1 e 2. Indica quantos tipos de combinações genéticas se podem verificar nas células resultantes de meiose.
- 3 Explica as diferenças que se observam entre as situações 1 e 2.
- 4 Justifica a afirmação: "O processo de *crossing-over* aumenta a variabilidade genética das células-filhas."
- 5 Explica qual é o contributo da fecundação para a variabilidade genética.
- 6 Refere quantos tipos de ovos se podem formar na fecundação da figura 1.

Em resumo...

O que é a célula?

A **célula** é a unidade estrutural e funcional dos seres vivos. Todos os seres vivos são constituídos por células.

Quais são os constituintes comuns das células?

A **membrana plasmática** delimita o citoplasma e regula o fluxo de materiais entre o interior e o exterior da célula.

O **citoplasma** é o conteúdo da célula, excetuando o núcleo.

Os **ribossomas** são pequenas estruturas não membranares onde acontece a síntese de proteínas.

O **material genético**, ADN, contém as informações que regulam a atividade da célula.

Como se distinguem as categorias celulares?

A **célula procariótica** é mais simples do que a eucariótica. O ADN constitui o **nucleoide**. Tem **parede celular** e pode ter cápsula.

A **célula eucariótica** tem **núcleo** com ADN e **organelos** no citoplasma. Pode ser classificada em célula animal e célula vegetal.

A **célula animal** tem centríolos e lisossomas.

A **célula vegetal** tem parede celular, cloroplastos e um grande vacúolo.

Qual é a importância da membrana plasmática?

A **membrana plasmática** constitui uma fronteira entre o interior e o exterior da célula. É formada por lípidos e proteínas.

Os **fosfolípidos** formam uma **bicamada** em que as regiões apolares formam a região central, isolada do contacto com a água.

As **proteínas periféricas** não penetram na bicamada fosfolipídica. As **proteínas integradas** penetram total ou parcialmente na bicamada fosfolipídica. Algumas são **proteínas transmembranares** – atravessam a membrana de um lado ao outro.

O atual modelo da membrana plasmática é o **modelo do mosaico fluido**.

Quais são os tipos de transporte através da membrana plasmática?

A **membrana plasmática** permite a entrada e saída de materiais.

A **permeabilidade seletiva** é a propriedade da membrana que facilita a passagem de certas substâncias e dificulta a passagem de outras.

O **transporte** pode ser: difusão, osmose, transporte ativo, endocitose e exocitose.

Em resumo...

O que é a difusão?

A **difusão** é o processo em que os solutos se movimentam de um meio de alta concentração para um meio de baixa concentração: a favor do gradiente de concentração.

O que é a osmose?

A **osmose** é o processo de movimento da água através da membrana plasmática, a favor do gradiente de concentração.

O que é o transporte ativo?

O **transporte ativo** é o processo de transporte de um soluto contra o gradiente de concentração, à custa de energia. É um transporte mediado por **proteínas transportadoras**.

O que são a endocitose e a exocitose?

A **endocitose** é o processo de transferência de macromoléculas para o interior da célula. A **exocitose** é o processo de transferência de macromoléculas para o exterior da célula. Ambas acontecem através de **vesículas** formadas na membrana plasmática.

Quais são as funções dos organelos celulares?

Nos **cloroplastos** há produção de compostos orgânicos na fotossíntese. Nas **mitocôndrias** há a produção de energia na respiração celular. No **retículo endoplasmático liso** há síntese e transporte de lípidos, e no **retículo endoplasmático rugoso** há síntese e transporte de proteínas. No **complexo de Golgi** há síntese de polissacarídeos e maturação de proteínas. Os **lisossomas** contêm enzimas para digestão intracelular. Os **centríolos** intervêm na divisão celular. Os **vacúolos** armazenam materiais.

Qual é a relação entre o núcleo e o material genético?

O **núcleo** contém o material genético. O **material genético** é formado por ADN com proteínas – histonas.

O que é o ciclo celular?

O **ciclo celular** é o conjunto de transformações desde a formação de uma célula até esta se dividir em duas células-filhas. Tem duas fases: interfase e fase mitótica.

Quais são os principais acontecimentos da mitose?

Na **mitose**, distinguem-se: prófase, metáfase, anáfase e telófase.

Na **prófase**, há a condensação da cromatina e cada cromossoma é formado por dois cromatídios unidos pelo centrómero.

Na **metáfase**, os centrómeros dispõem-se formando a placa equatorial.

Na **anáfase**, dá-se a clivagem dos centrómeros, a separação e a ascensão polar dos cromatídios.

Na **telófase**, os cromossomas descondensam e formam-se dois núcleos.

Qual é a importância do ciclo celular?

O **ciclo celular** permite o **crescimento** dos organismos multicelulares e a **manutenção, reparação e regeneração** dos tecidos.

O que é a meiose?

A **meiose** é o processo de divisão celular em que uma célula com núcleo diploide forma quatro células com núcleo haploide. Inclui a meiose I ou **divisão reducional** e a meiose II ou **divisão equacional**.

Quais são os principais acontecimentos da meiose I?

A **meiose I** tem as etapas prófase I, metáfase I, anáfase I e telófase I.

Na **prófase I**, formam-se bivalentes e tétradas cromatídicas. Surgem os **pontos de quiasma** e pode ocorrer **crossing-over**.

Na **metáfase I**, os pontos de quiasma estão no plano equatorial.

Na **anáfase I**, separam-se os dois cromossomas homólogos de cada bivalente e cada um migra para polos opostos.

Na **telófase I**, os cromossomas descondensam e forma-se o invólucro nuclear em volta de cada conjunto de cromossomas.

Quais são os principais acontecimentos da meiose II?

A **meiose II** tem início após a telófase I, com as etapas: prófase II, metáfase II, anáfase II e telófase II.

Na **prófase II**, os cromossomas condensam e o invólucro nuclear desintegra-se.

Na **metáfase II**, os centrómeros dispõem-se no plano equatorial.

Na **anáfase II**, os centrómeros dividem-se e os cromatídios migram para polos opostos.

Na **telófase II**, os cromossomas descondensam e formam-se quatro núcleos.

Como se relacionam a meiose, fecundação e variabilidade genética?

Na meiose há **recombinação genética** – troca de genes entre cromossomas. No **crossing-over**, há troca recíproca de segmentos entre os cromatídios do cromossoma paterno e o materno.

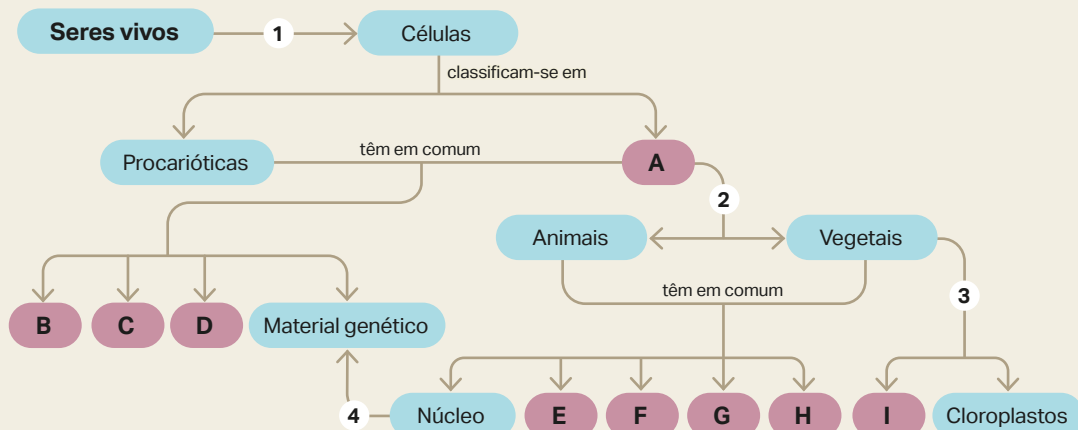
Durante a anáfase I há a **separação aleatória dos cromossomas homólogos** e podem ocorrer diversas combinações.

O **número de combinações possíveis** nas células haploides é de 2^n , sendo n o número de pares de cromossomas homólogos.

Na **fecundação**, o número de combinações genéticas possíveis no ovo é igual ao produto das combinações nos dois gametas que se unem.

Teste formativo

- 1** Completa o mapa de conceitos substituindo os números por palavras de ligação e as letras pelos conceitos corretos.



- 2** A figura 1 representa três tipos de células.

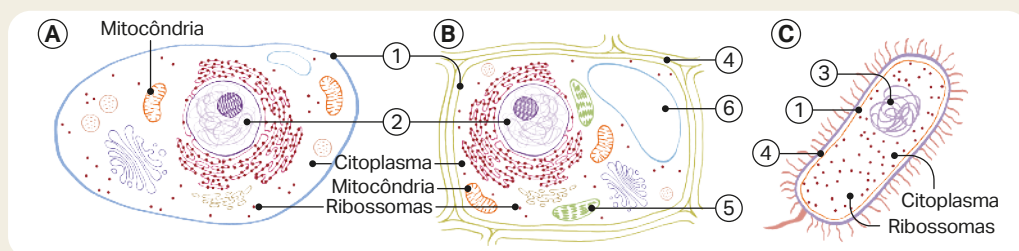


Fig. 1

- 2.1.** Classifica as células A, B e C da figura 1.
- 2.2.** Faz a legenda das estruturas assinaladas pelos números 1 a 6.
- 3** Nas questões seguintes, seleciona a opção que completa corretamente a frase.
- 3.1.** A membrana plasmática é formada...
- (A) apenas por lípidos e glícidos.
 - (B) apenas por glícidos e prótidos.
 - (C) por bicamada de fosfolípidos e proteínas.
 - (D) por bicamada de prótidos e glícidos.
- 3.2.** Os fosfolípidos são moléculas...
- (A) hidrofóbicas.
 - (B) hidrofílicas.
 - (C) anfipáticas.
 - (D) apolares.

3.3. As proteínas transmembranares da membrana plasmática...

- (A) não penetram na bicamada.
- (B) localizam-se fora da membrana.
- (C) penetram parcialmente na bicamada.
- (D) atravessam a membrana de um lado ao outro.

4 Lê atentamente o texto.

O lagarto de São Nicolau, *Chioninia nicolauensis* (Fig. 2), perde a cauda com facilidade. A autotomia é uma reação de alguns animais que, quando presos por uma parte do corpo, se libertam dela, seccionando-a por uma contração muscular. Os investigadores apontam que a principal vantagem deste comportamento reside na possibilidade de distração do predador, uma vez que, logo após a autotomia, a cauda se agita intensamente, podendo enganar o predador, distraíndo-os para a captura da cauda enquanto o lagarto amputado foge em segurança. A cauda pode ser regenerada.



Fig. 2

Baseado em:
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17068798/>,
 pesquisada em 20-09-2024

- 4.1.** Denomina o processo que permite a regeneração da cauda.
- 4.2.** O processo da questão anterior tem duas fases e uma delas é a fase mitótica. Descreve os principais acontecimentos que ocorrem nesta fase.
- 4.3.** Existem várias populações de lagartos do mesmo género nas ilhas Maio, São Vicente, Fogo e Boa Vista.
 - 4.3.1.** Refere o processo que permite a produção de gâmetas femininos e masculinos necessários à reprodução de lagartos.
 - 4.3.2.** Descreve os principais acontecimentos da divisão reducional desse processo.
 - 4.3.3.** Explica de que modo esse processo, em conjunto com a fecundação, contribui para a variabilidade genética das populações de lagartos de Cabo Verde.

3





Metabolismo celular

3.1. Metabolismo celular

3.2. Respiração celular

3.3. Fermentação

3.4. Fotossíntese e quimiossíntese

As plantas, tal como as algas e as cianobactérias, são seres autotróficos, isto é, realizam a fotossíntese. São fundamentais para a vida na Terra, pelo que a sua conservação é muito importante.

Existem, atualmente, 91 espécies da flora endémica de Cabo Verde. O piorno, *Lotus jacobaeus*, na fotografia inferior, pode ser observado no Parque Natural do Fogo nas zonas superiores da Borda. O dragoeiro, *Dracaena draco* ssp. *caboverdeana*, ocorre naturalmente em Santo Antão, São Nicolau e Fogo e foi recentemente avaliado como Criticamente em Perigo na Lista Vermelha de Cabo Verde.

3.1. Metabolismo celular

O **metabolismo celular** é o conjunto de reações químicas que ocorrem na célula e que envolvem a mobilização de energia. No metabolismo celular podem considerar-se dois tipos de reações: catabólicas e anabólicas.

As **reações catabólicas**, ou catabolismo, são o conjunto de reações de degradação de moléculas complexas em moléculas mais simples. Há liberação de energia, pelo que são **reações exoenergéticas**, isto é, os produtos da reação têm menos energia do que os reagentes.

As **reações anabólicas**, ou anabolismo, são o conjunto de reações que conduzem à biossíntese de moléculas complexas a partir de moléculas mais simples. Há consumo de energia, pelo que são **reações endoenergéticas**, isto é, os produtos da reação têm mais energia do que os reagentes.

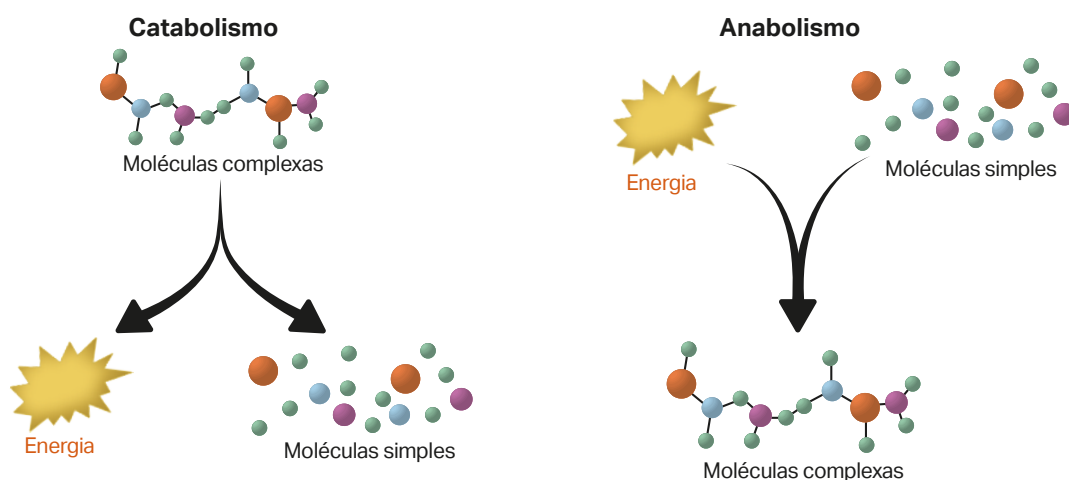


Fig. 1 Reações catabólicas e reações anabólicas do metabolismo celular.

Geralmente, o catabolismo e o anabolismo complementam-se, pois a energia liberada nas reações de degradação ou catabólicas é utilizada nas reações de síntese ou anabólicas. Nas células, o principal interveniente nas transferências de energia é a **adenosina trifosfato, ATP**, um composto que constitui a fonte de energia diretamente utilizável pelas células. As moléculas de ATP são a forma mais comum de energia na célula, pois podem ser facilmente hidrolisadas.

Quando acontece a **hidrólise de ATP**, a reação é exoenergética, ou seja, há liberação de energia para os processos celulares. Forma-se **ADP**, adenosina difosfato, e P_i , fosfato inorgânico. Em certas situações específicas, o ATP pode ser hidrolisado com liberação de energia e dois P_i , formando-se **AMP**, adenosina monofosfato.

Quando acontece a **síntese de ATP**, a reação é endoenergética, ou seja, há consumo de energia. A síntese de ATP resulta da ligação do ADP com o P_i .

A célula não possui grande quantidade de ATP armazenada, pelo que as transferências energéticas dependem do ciclo ADP-ATP.

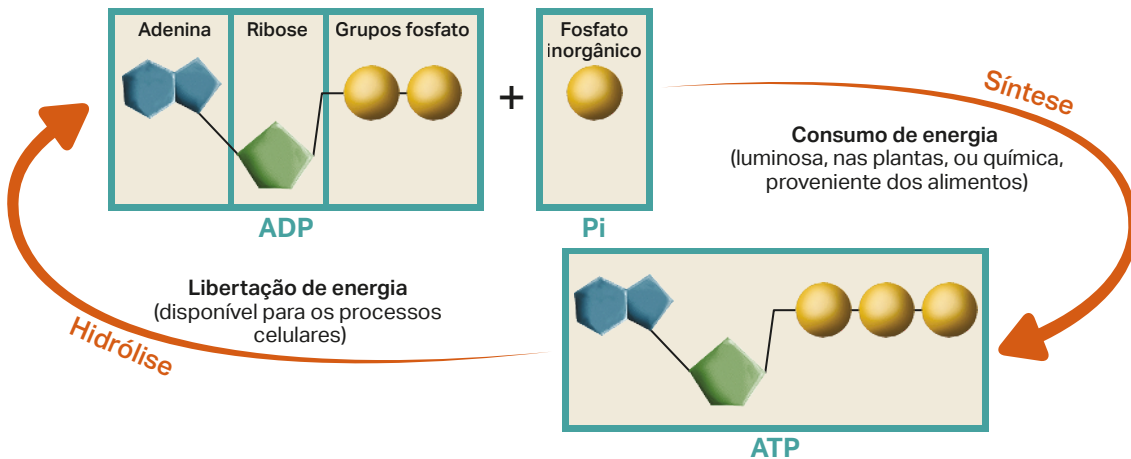


Fig. 2 Síntese e hidrólise de ATP.

Um outro modo de transferência de energia nas reações metabólicas é a transferência de elétrons entre moléculas que ocorre nas **reações de oxidação-redução**. A oxidação e a redução estão sempre ligadas uma à outra, ou seja, quando uma molécula é oxidada, fica com menos energia e os elétrons perdidos são transferidos para outra molécula, que fica reduzida e com mais energia.

A molécula de **NAD**, dinucleótido de adenina nicotinamida, é um transportador de elétrons e íons hidrogénio, H^+ , desde um substrato oxidado até um aceitador final. O **NADH** permite a transferência de elétrons e de H^+ entre as reações de onde são libertados e as reações onde são incorporados. O **FAD**, dinucleótido de flavina e adenina, bem como o **NADP**, nicotinamida adenina dinucleótido fosfato, têm função equivalente.

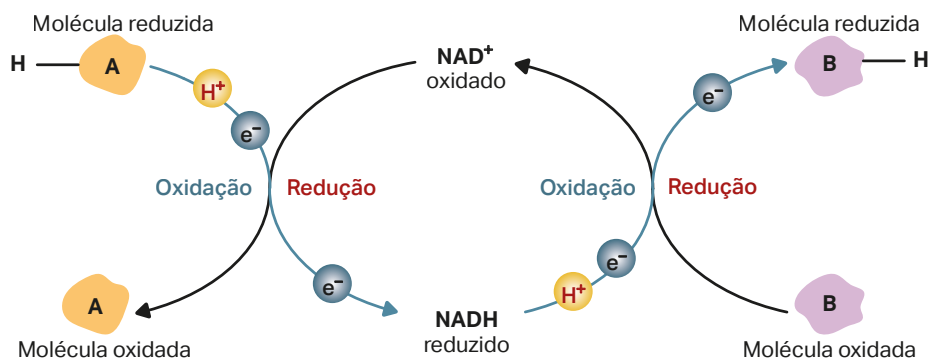


Fig. 3 Reações de oxidação-redução NAD-NADH.

Responde tu

- 1 Descreve a síntese de ATP.
- 2 Distingue ATP de ADP e de AMP.

3.2. Respiração celular

A produção de energia ocorre em todos os seres vivos, unicelulares e multicelulares, em reações de catabolismo. Existem diversas moléculas que podem ser utilizadas como fontes de energia, mas, a maioria dos organismos, quer procariontes quer eucariontes, utiliza a **glicose**. O modo como os organismos obtêm energia a partir da oxidação da glicose depende de vários fatores, como a sua categoria e estrutura celular e o ambiente onde vivem, nomeadamente a presença ou ausência de **oxigénio**.

As reações catabólicas que permitem obter energia contida na glicose, ou noutros compostos orgânicos, são classificadas tendo em conta o **aceitador final de eletrões**, resultante da sua oxidação.

A **respiração celular** é o conjunto de reações em que o aceitador final é uma molécula inorgânica externa, ou seja, proveniente do meio extracelular. Quando esta molécula é o oxigénio, denomina-se **respiração aeróbia**. Quando são outras moléculas, geralmente inorgânicas, denomina-se **respiração anaeróbia**.

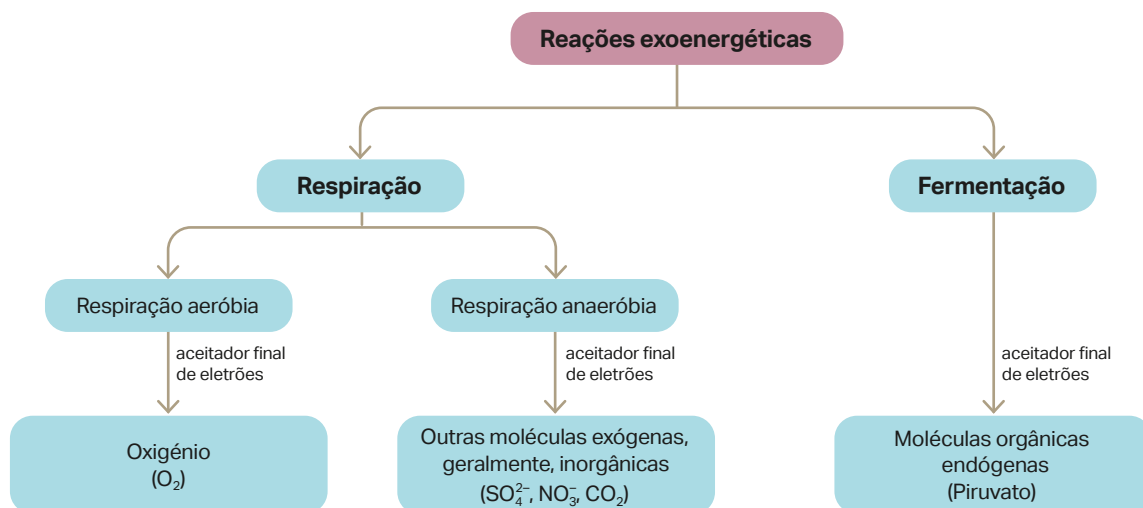


Fig. 4 Reações catabólicas que produzem energia a partir de compostos orgânicos.

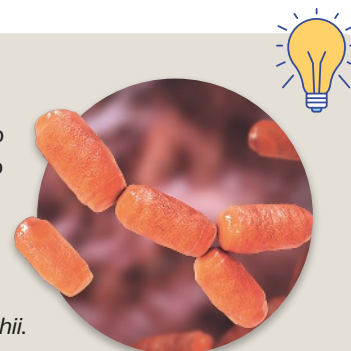
Os produtos formados, consoante o aceitador final, são:

O_2 (oxigénio) $\rightarrow$ H_2O (água); SO_4^{2-} (sulfato) $\rightarrow$ H_2S (sulfeto de hidrogénio);

NO_3^- (nitrato) $\rightarrow$ NO_2 (dióxido de nitrogénio); CO_2 (dióxido de carbono) $\rightarrow$ CH_4 (metano).

Aprenda mais

Diversas **bactérias** e **arqueobactérias** têm respiração anaeróbia, sendo capazes de viver em ambientes em que o oxigénio é escasso ou mesmo inexistente. Estes procariontes utilizam aceptadores de eletrões alternativos ao oxigénio, completando a cadeia transportadora de eletrões e gerando ATP, sem oxigénio. No intestino humano, e de outros animais, vivem arqueobactérias em que o aceitador final de eletrões é o CO_2 e o produto final é o metano, CH_4 , como a *Methanobrevibacter smithii*.



A **respiração aeróbia** permite obter um elevado rendimento energético, pois ocorre a oxidação completa da glicose. As quatro **etapas da respiração aeróbia** são: 1. Glicólise; 2. Formação de acetil-coenzima A; 3. Ciclo de Krebs; 4. Fosforilação oxidativa.

O **local na célula** onde ocorrem as etapas depende da organização celular do ser vivo. A glicólise tem lugar no **citoplasma**, quer nos seres procariontes quer nos eucariontes. As restantes etapas ocorrem no interior das **mitocôndrias**, nos eucariontes, e no citoplasma e membrana celular, nos procariontes.

Glicólise

A molécula de **glicose** é oxidada na glicólise, originando duas moléculas de ácido pirúvico, ou piruvato. A glicólise decorre em **duas fases**: fase de ativação e fase de rendimento.

Na **fase de ativação**, ou fase preparatória ou fase de investimento, são consumidas as duas moléculas de ATP e a glicose, uma hexose, é desdobrada em duas trioses. Na **fase de rendimento**, ou fase de retorno, cada uma das trioses é oxidada, perdendo dois hidrogénios, os quais são utilizados para reduzir a molécula de NAD^+ a NADH. Ainda nesta fase formam-se quatro moléculas de ATP e duas moléculas de ácido pirúvico.

No **final da glicólise** resultam **2 ATP, 2 NADH e 2 ácido pirúvico**.

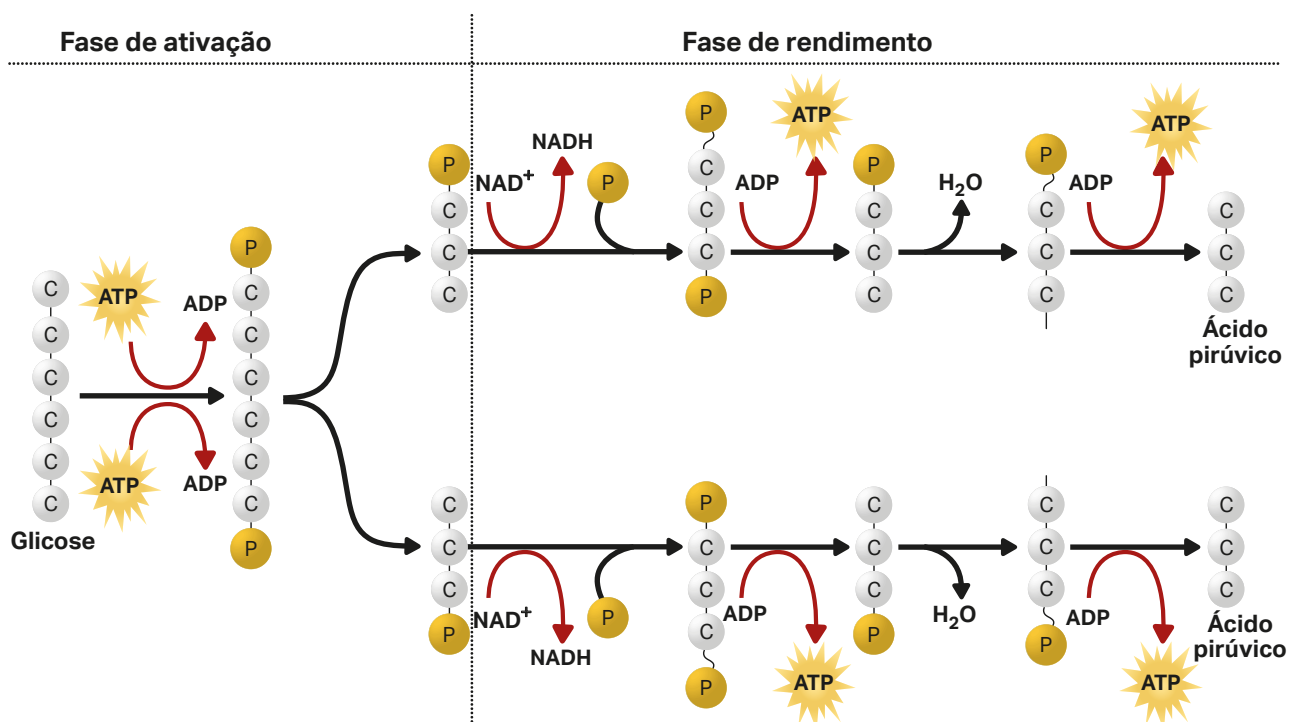


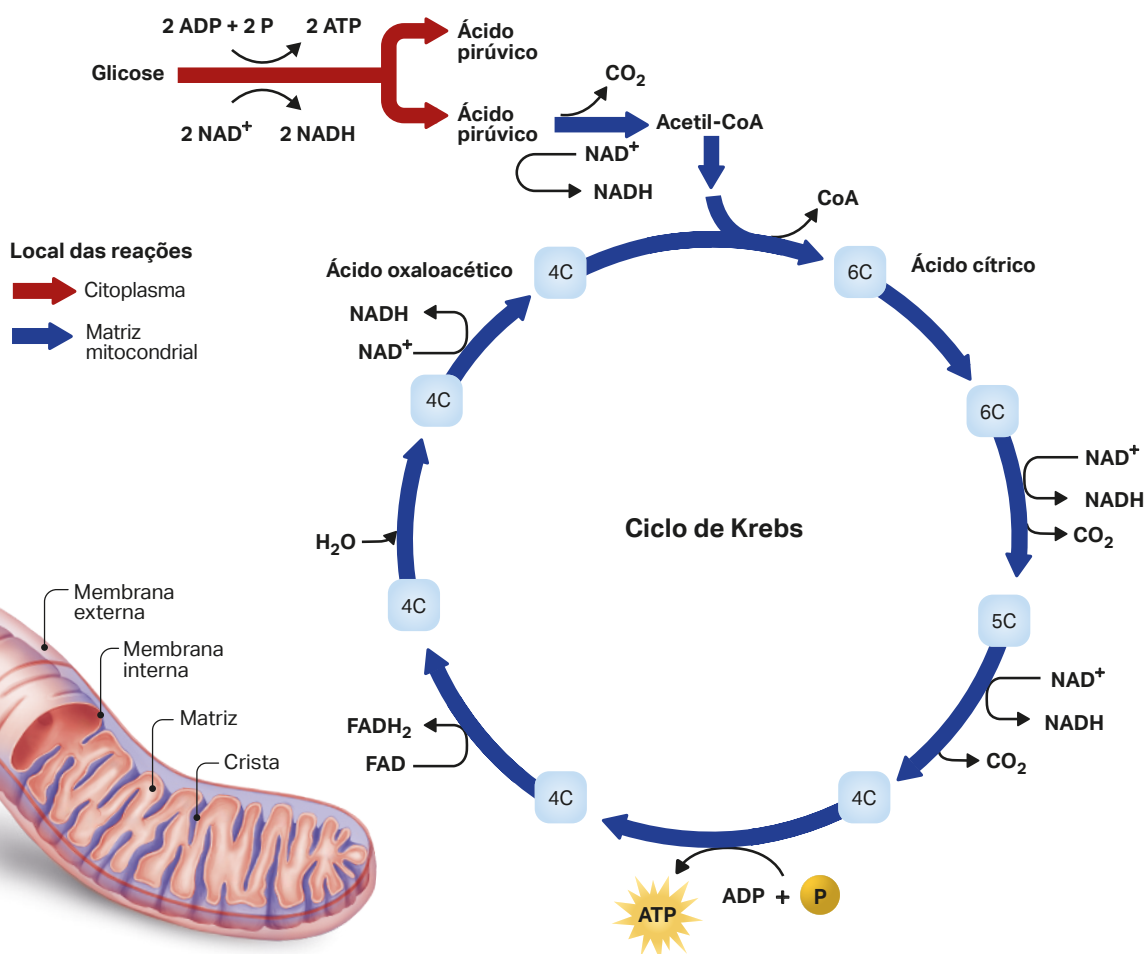
Fig. 5 Glicólise.

Formação de acetil-coenzima A

O ácido pirúvico entra na mitocôndria e, na **matriz da mitocôndria**, é descarboxilado, perdendo uma molécula de CO_2 , que é libertada. Seguidamente, o ácido pirúvico é oxidado, perde um hidrogénio que vai reduzir o NAD^+ , formando NADH . O composto resultante, com dois átomos de carbono, grupo acetil, liga-se à coenzima A, formando-se acetil-coenzima A, acetil-coA. Assim, por cada molécula de glicose formam-se **2 acetil-CoA, 2 CO_2 e 2 NADH** .

Ciclo de Krebs

O ciclo de Krebs, ou ciclo do ácido cítrico, ocorre na **matriz da mitocôndria** e é uma etapa de natureza cíclica, pois o produto final do conjunto de reações corresponde à molécula que inicia o ciclo. Cada molécula de acetil-coA inicia um ciclo de Krebs devido à combinação do grupo acetil da acetil-coA, com dois carbonos (2C), com o ácido oxaloacético (4C), formando-se ácido cítrico (6C). O ciclo de Krebs inclui diversas reações de descarboxilação e de oxidação-redução, havendo dois ciclos por cada molécula de glicose. Dele resultam **4 CO_2 , 6 NADH , 2 FADH_2 e 2 ATP**.



Fosforilação oxidativa

Na **membrana interna da mitocôndria** localizam-se proteínas, dispostas em cadeia, para as quais as moléculas de NADH e FADH_2 vão transferir elétrons até ao aceitador final, o oxigénio. Ao longo desta **cadeia transportadora de eletrões** ou cadeia respiratória, os eletrões vão libertando energia que permite o movimento dos iões H^+ da matriz para o espaço intermembranar da mitocôndria. Quando estes iões retornam à matriz da mitocôndria, fornecem a energia necessária para a síntese de ATP. Como esta síntese está associada a reações de oxidação-redução, designa-se por **fosforilação oxidativa**. O oxigénio, aceitador final dos eletrões, combina-se com os hidrogénios presentes na matriz da mitocôndria. A redução do oxigénio dá origem à formação de água.

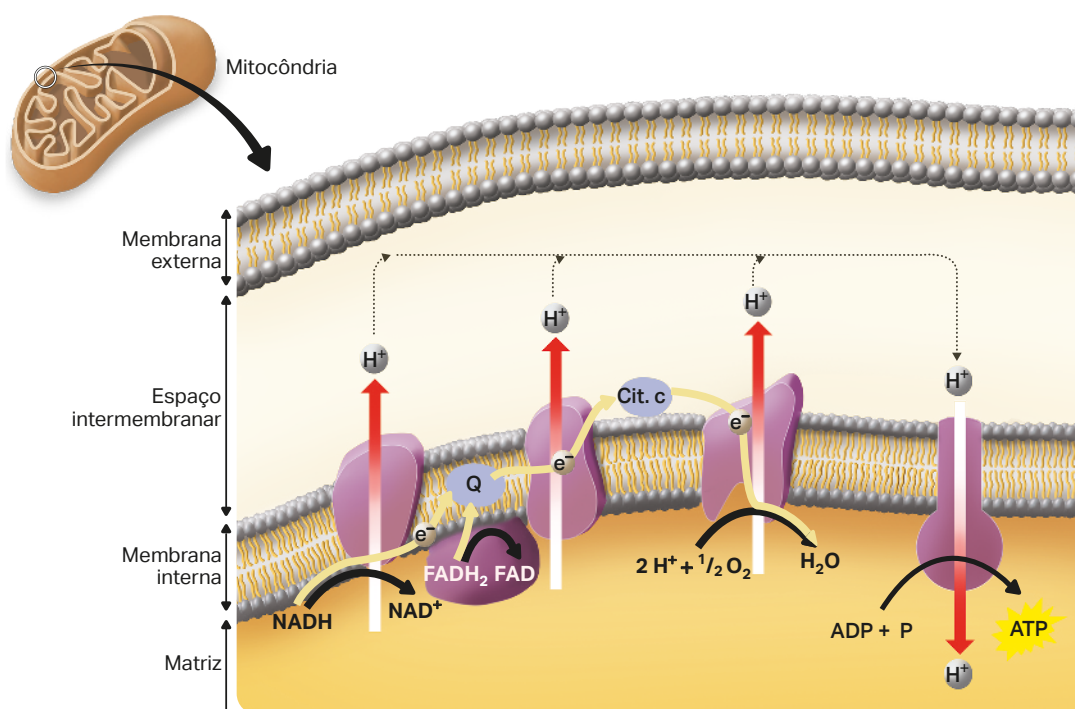


Fig. 8 Cadeia transportadora de eletrões e fosforilação oxidativa.

Responde tu

- 1 Indica o rendimento energético do ciclo de Krebs.
- 2 Refere a origem das moléculas de ácido pirúvico que entram na mitocôndria.
- 3 Denomina as moléculas que são reduzidas na matriz da mitocôndria.
- 4 Indica o local da mitocôndria onde ocorre a oxidação e a descarboxilação.
- 5 Comenta a afirmação: "O oxigénio é o aceitador final de eletrões, formando dióxido de carbono."

e Manual Digital

Vídeo
Mitocôndrias



Exercício
Caracterizar a etapa de fosforilação oxidativa



O **rendimento energético da fosforilação oxidativa** não é consensual entre os cientistas. De acordo com uns investigadores, por cada molécula de NADH que transfere os seus eletrões para a cadeia transportadora de eletrões, são bombeados 10 H^+ para o espaço intermembranar da mitocôndria, formando-se 2,5 moléculas de ATP. Relativamente ao $FADH_2$, pelo facto de os seus eletrões entrarem no complexo proteico seguinte da cadeia respiratória, por cada molécula de $FADH_2$ são bombeados 6 H^+ para o espaço intermembranar da mitocôndria, o que permite produzir 1,5 moléculas de ATP. Deste modo, geram-se **26 ou 28 ATP** na fosforilação oxidativa.

Além disso, a membrana interna da mitocôndria é impermeável às duas moléculas de NADH resultantes da glicólise de uma molécula de glicose. Assim, o poder redutor destas moléculas é transferido para o interior da mitocôndria através de transportadores que atravessam a membrana. Quando estão no interior da mitocôndria, os transportadores podem dar origem a NADH ou a $FADH_2$, o que leva à formação de diferente número de moléculas de ATP, ou seja, diferentes rendimentos energéticos.

Deste modo, segundo estes cientistas, o **rendimento energético da respiração aeróbia** por cada molécula de glicose, será de **30 ou 32 moléculas de ATP**.

Outros cientistas consideram que a fosforilação oxidativa do NADH permite gerar 3 ATP e que a fosforilação oxidativa do $FADH_2$ permite gerar 2 ATP. Segundo estes investigadores, o rendimento energético é **36 ou 38 ATP**.

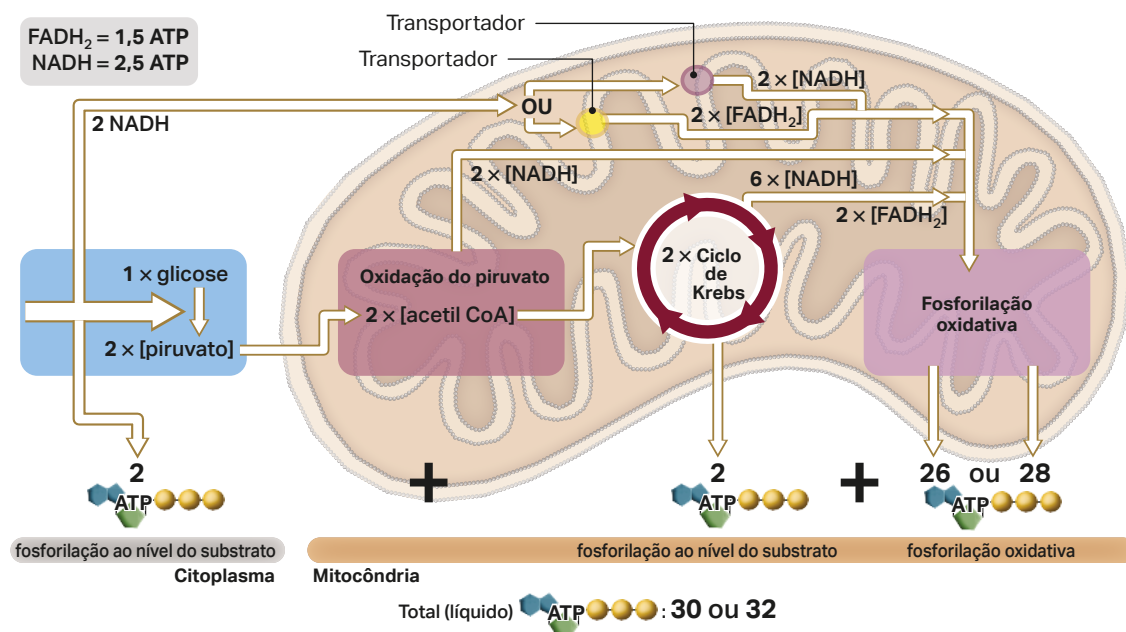
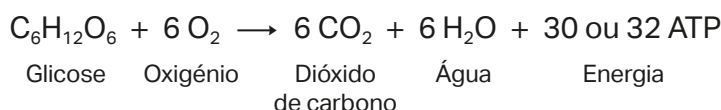


Fig. 9 Rendimento energético da respiração aeróbia.

Equação geral da respiração aeróbia



3.3. Fermentação

A **fermentação** é um processo de obtenção de energia através da oxidação incompleta da glicose, em condições de anaerobiose, ou seja, na ausência de oxigênio. A fermentação ocorre no citoplasma e pode ser dividida em duas etapas: glicólise e redução do ácido pirúvico.

Na etapa da **glicólise** resultam duas moléculas de NADH, duas moléculas de ácido pirúvico e duas moléculas de ATP – **rendimento energético da fermentação**.

A etapa de **redução do ácido pirúvico** ocorre devido à captação de íons H^+ e de elétrons cedidos pelo NADH. Os produtos finais resultantes da redução do ácido pirúvico são diferentes, consoante os organismos e as células. Assim, existem diferentes tipos de fermentação, dos quais se destacam a fermentação láctica e a fermentação alcoólica.

Na **fermentação láctica**, o ácido pirúvico é reduzido, dando origem a ácido láctico ou lactato, molécula com três átomos de carbono. Na **fermentação alcoólica**, o ácido pirúvico é descarboxilado, libertando-se CO_2 e formando uma molécula com dois átomos de carbono que é reduzida a etanol ou álcool etílico.

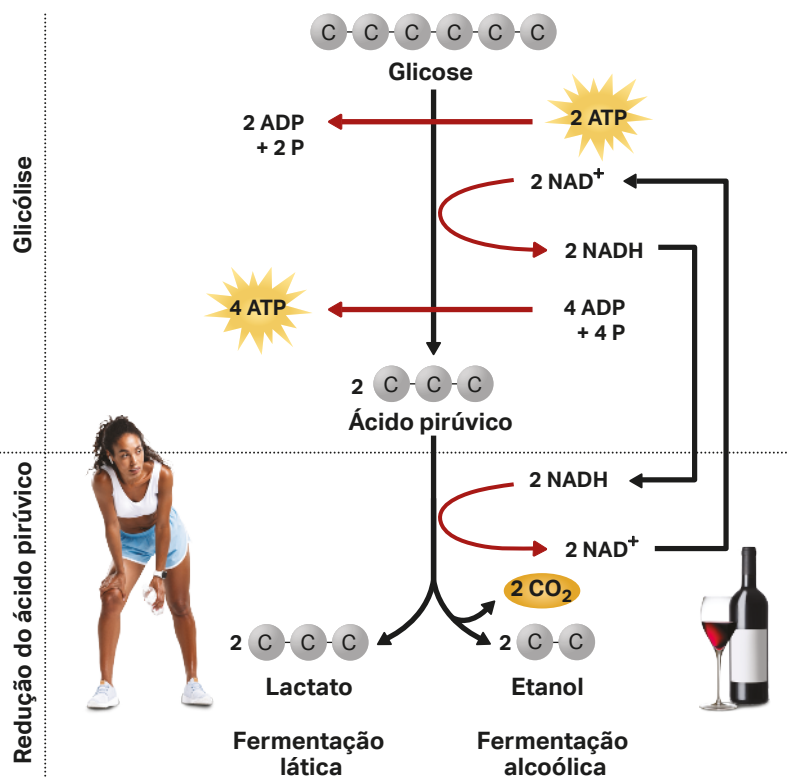


Fig. 10 Fermentação láctica e fermentação alcoólica.

A **fermentação** e a **respiração aeróbia** são reações catabólicas que permitem obter energia a partir da oxidação da glicose. Estes processos têm algumas **diferenças e similaridades** que podem ser sistematizadas na tabela seguinte.

Processos	Substrato	Aceitador de elétrões	Produtos	Energia por molécula de glicose	Equação geral
Fermentação	Glicose	Ácido pirúvico	Ácido láctico ou Etanol e CO_2	2 ATP	Glicose + 2 ADP $\rightarrow$ 2 ácido láctico + 2 ATP Glicose + 2 ADP $\rightarrow$ 2 etanol + 2 CO_2 + 2 ATP
Respiração aeróbia		Oxigénio	H_2O e CO_2	30 ou 32 ATP	Glicose + 6 O_2 + 30 ou 32 ADP $\rightarrow$ 6 CO_2 + 6 H_2O + 30 ou 32 ATP

Tab. 1 Comparação de alguns aspetos entre a fermentação e a respiração aeróbia.

Importância económica da fermentação

A fermentação é utilizada pelas pessoas, desde tempos muito antigos, quer na produção de novos alimentos quer na conservação de produtos alimentares. Os processos de fermentação, além de mobilizarem a energia contida na glicose e noutras moléculas orgânicas, conduzem à síntese de diversos produtos utilizados para benefício da sociedade.



Vídeo
Fermentação



Exercício
Reconhecer organismos que utilizam a fermentação para obter energia

Alguns exemplos da importância da fermentação

Pão e cerveja

As leveduras, como *Saccharomyces cerevisiae*, são utilizadas na produção de pão. Os açúcares simples utilizados pelas leveduras resultam do desdobramento do amido pela enzima amilase, presente naturalmente na farinha. O crescimento da massa do pão deve-se à acumulação de dióxido de carbono na fermentação alcoólica. Um processo semelhante acontece na fermentação de sementes de cevada com acumulação de álcool etílico, originando cerveja, que pode ser bebida na idade adulta e com moderação.



Iogurte e queijo

O processo de fermentação láctica para a produção do iogurte e queijo é feito por bactérias, como *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* e *L. acidophilus* e *Streptococcus thermophilus*, que usam a lactose do leite, produzindo ácido láctico. Este provoca a coagulação de proteínas, as caseínas, formando-se uma massa que envolve os restantes componentes do leite. Além disso, as próprias bactérias libertam uma goma, um polissacarídeo, que também contribui para a consistência final do iogurte.



Desporto e tonturas

As células musculares, em caso de exercício físico intenso, não recebem oxigénio suficiente e fazem, além da respiração aeróbia, a fermentação láctica. A passagem do ácido láctico da fibra muscular para o sangue pode acidificá-lo, causando sintomas, como queda da pressão arterial, câimbras e náuseas. Parte do treino dos atletas de alta competição de modalidades com elevada produção de ácido láctico passa pelo aumento da tolerância física e psíquica aos seus efeitos nocivos.



3.4. Fotossíntese e quimiossíntese

A atmosfera primitiva da Terra era formada por gases libertados nas erupções vulcânicas, como nitrogénio, metano e dióxido de carbono. Durante milhões de anos, a vida, sob a forma de organismos unicelulares, evoluiu dentro de água, protegida da radiação ultravioleta. Algumas células evoluíram para células fotossintéticas, libertando oxigénio para a atmosfera, formando a camada de ozono e permitindo a evolução da biodiversidade no meio terrestre, até à atualidade. Deste modo, a **fotossíntese**, um processo de autotrofia, é muito importante na evolução e manutenção da vida na Terra.

A **autotrofia** é a capacidade de os **organismos autotróficos** sintetizarem moléculas orgânicas a partir de substâncias minerais, usando como fonte de carbono inorgânico o dióxido de carbono. A fonte de energia, para este processo anabólico, é a luz do Sol ou a matéria reduzida quimicamente. A autotrofia envolve dois processos: fotossíntese e quimiossíntese.

Na **fotossíntese** há conversão de energia luminosa em energia química. Os **organismos fotossintéticos**, produzem compostos orgânicos a partir da água e de dióxido de carbono, usando, como fonte de energia, a luz solar.

Na **quimiossíntese** há conversão de energia oxidativa em energia química. Os **organismos quimiossintéticos** fazem a síntese de substâncias orgânicas, usando como fonte de energia a oxidação de compostos inorgânicos.

Assim, os organismos autotróficos podem ser **fotoautotróficos**, se usam a energia luminosa, ou **quimioautotróficos**, se usam a energia química.

Os organismos autotróficos são **produtores (P)**, pois ocupam o primeiro nível trófico das cadeias alimentares nos ecossistemas. A partir dos produtores têm início o **fluxo de energia** química e o **ciclo de matéria** que atravessam os **consumidores (C₁, C₂, etc.)** dos níveis tróficos seguintes e os **decompositores** que transformam a matéria orgânica em mineral.

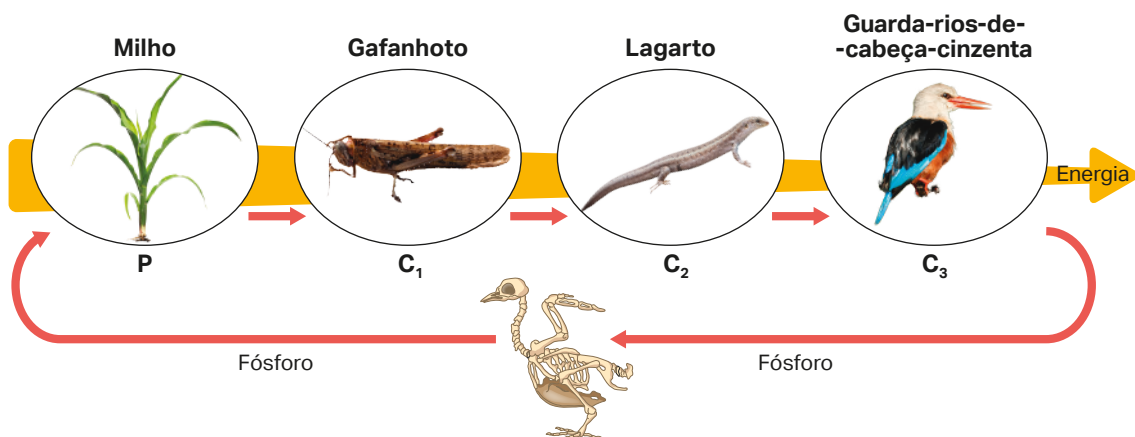


Fig. 11 Fluxo de energia e ciclo de matéria (fósforo) numa cadeia alimentar de organismos de Cabo Verde.

Fotossíntese

A fotossíntese ocorre devido aos **pigmentos fotossintéticos** – moléculas capazes de absorver radiação luminosa. Os principais pigmentos presentes nos organismos fotoautotróficos são as **clorofilas** e os **carotenoides**.

As **clorofilas**, *a*, *b*, *c* e *d*, são pigmentos de cor verde e ocorrem em todos os eucariontes fotossintéticos, plantas e algas, e nas cianobactérias. No grupo dos **carotenoides**, os carotenos têm cor alaranjada, surgindo em todos os organismos fotossintéticos, com exceção das bactérias.

Os diferentes pigmentos fotossintéticos têm estruturas diferentes, captando radiações de diferente comprimento de onda, o que justifica a cor diferente. As **clorofilas** absorvem, principalmente, as radiações do espectro visível, do azul-violeta ao vermelho-alaranjado. Os **carotenoides** absorvem, aproximadamente, na zona do azul-violeta. As radiações com comprimentos de onda correspondentes à zona verde do espectro não são absorvidas, mas sim refletidas e, por este motivo, vemos as folhas de cor verde.

O **espectro de absorção** dos pigmentos fotossintéticos representa a capacidade de absorção de uma radiação por um pigmento em função do respectivo comprimento de onda. O **espectro de ação** da fotossíntese representa a eficiência fotossintética em função do comprimento de onda das radiações absorvidas.

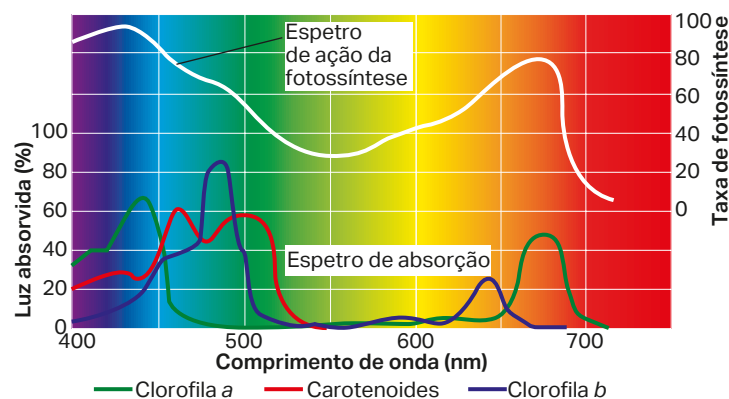
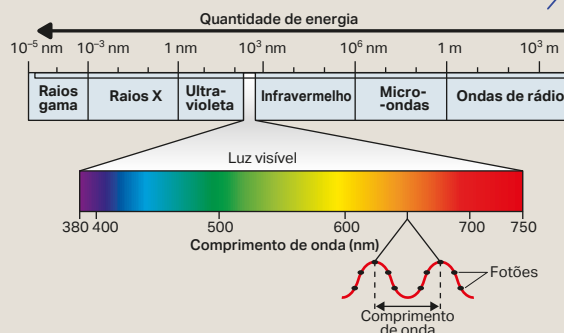


Fig. 12 Relação entre o espectro de ação e o espectro de absorção.

Aprende mais

Apenas um pequeno intervalo do **espectro eletromagnético** da radiação solar corresponde à luz visível (380 nm a 780 nm), onde se inclui a radiação captada pelos organismos fotossintéticos. Cada radiação é caracterizada pelo seu comprimento de onda e é vetor de fótons. Quanto mais longo for o comprimento de onda, menor é a quantidade de energia transportada.



A fotossíntese, nas plantas e nas algas, ocorre nos **cloroplastos**. O cloroplasto é um organelo celular delimitado por uma **dupla membrana** de constituição básica idêntica à membrana celular. No interior do cloroplasto existem **tilacoides** – estruturas empilhadas em cuja membrana se localizam os pigmentos fotossintéticos. Os tilacoides estão mergulhados num meio aquoso, o **estroma**.

Nas plantas superiores, a **folha** é a principal estrutura onde ocorre a fotossíntese. Na epiderme da página inferior da folha existem **estomas**, estruturas onde ocorrem as trocas gasosas. O **mesófilo**, tecido localizado entre a epiderme da página superior e inferior da folha, é especializado na fotossíntese. As suas células têm numerosos **cloroplastos**, e têm um sistema de espaços intercelulares, as lacunas, que facilita a rápida troca de gases com o exterior.

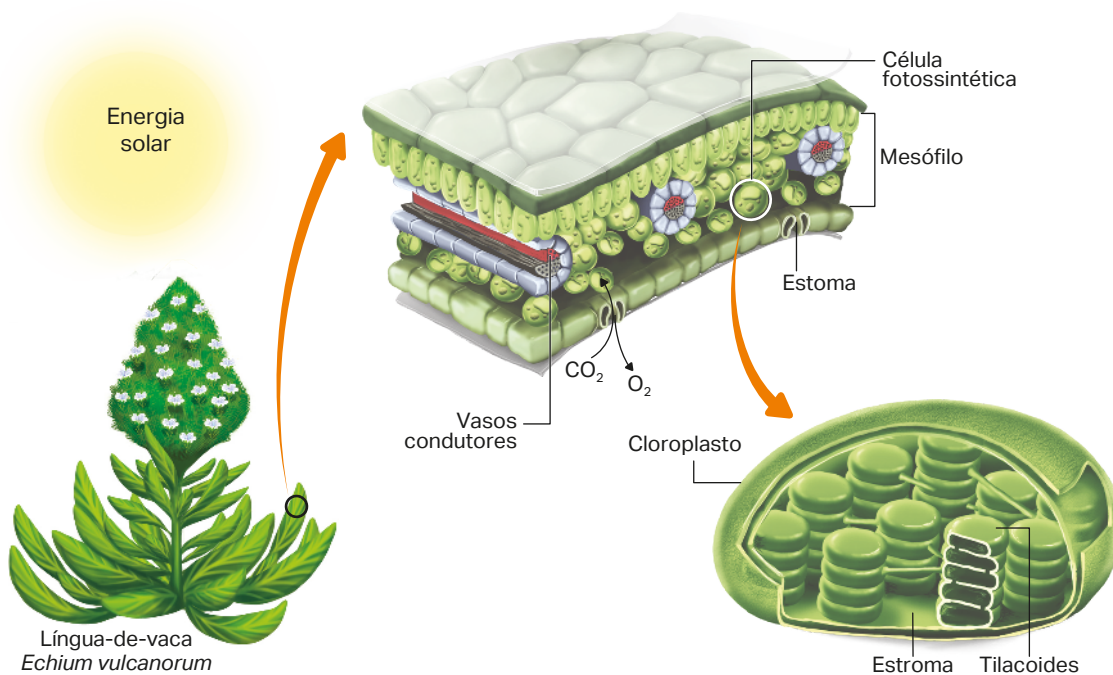


Fig. 13 Níveis de organização da folha ao cloroplasto.

Responde tu

- 1 Relaciona a eficácia da fotossíntese com a espessura e área da folha.
- 2 Explica a importância da abundância de tilacoides nos cloroplastos.
- 3 A planta da figura 13, *Echium vulcanorum*, língua-de-vaca, pode atingir mais de 3 metros de altura, existindo na zona da Bordeira um exemplar com mais de 4 metros, o “Mimisó”. Faz uma pesquisa sobre esta e outras plantas endémicas de Cabo Verde, destacando a sua importância na fotossíntese e o seu papel nas teias alimentares das ilhas e na conservação da biodiversidade.

As **etapas da fotossíntese** são sucessivas e intimamente ligadas uma à outra: a fase fotoquímica, na membrana dos tilacoides, e a fase química, no estroma.

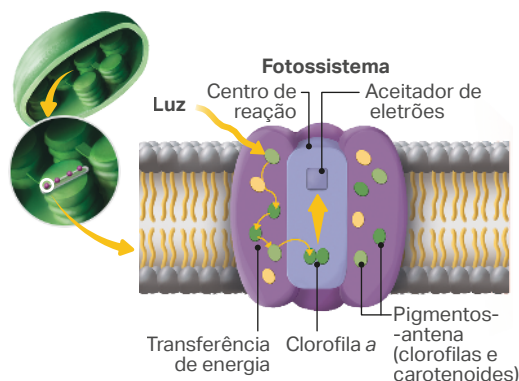


Fig. 14 Localização e estrutura de um fotossistema na membrana do tilacoide.

Fase fotoquímica

Na **fase fotoquímica** a energia luminosa é utilizada para produzir moléculas de ATP, energia química e NADPH, molécula com poder redutor. Os pigmentos fotossintéticos estão organizados em **fotossistemas** e funcionam como pigmentos-antena, captando luz que faz saltar os elétrons para um nível energético mais elevado. Os elétrons são transferidos da clorofila *a*, que fica oxidada, através de uma cadeia transportadora de elétrons, para uma molécula aceitadora de elétrons, que fica reduzida. Nestas reações de **oxidação-redução** há liberação de energia.

Acontecimentos da fase fotoquímica

Oxidação da molécula de água e liberação de oxigénio

Os elétrons perdidos pela clorofila *a* são repostos por elétrons provenientes da molécula de água. A oxidação da água conduz ao desdobramento da molécula em oxigénio, O_2 , em iões hidrogénio, H^+ , e em elétrons. Estes elétrons vão reduzir a clorofila *a* anteriormente oxidada e o oxigénio é libertado para o ambiente.

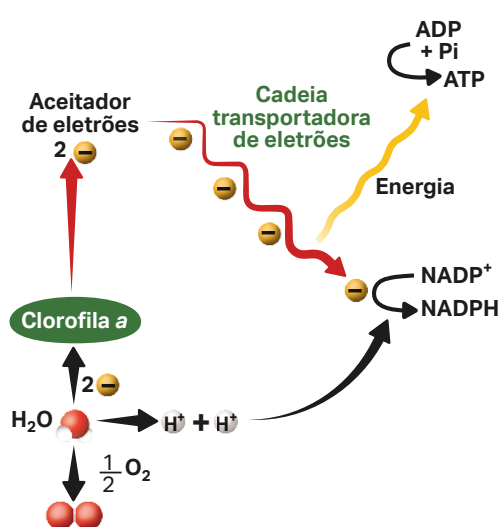
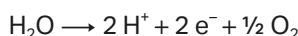


Fig. 15 Reações da fase fotoquímica.

Formação de ATP, energia química, por fosforilação do ADP

A energia libertada na cadeia transportadora é utilizada na fotofosforilação do ADP, produzindo-se ATP, havendo consumo de energia – processo endoenergético.



Formação de NADPH por redução do $NADP^+$

No final da cadeia transportadora, os elétrons e os iões H^+ são transferidos para o $NADP^+$, oxidado, que se converte em NADPH, reduzido.

Fase química

Na **fase química**, o dióxido de carbono, CO_2 , é captado do meio, e, em consequência de uma série de reações cíclicas, ocorre a produção de moléculas orgânicas. O processo cíclico é designado por **ciclo de Calvin** ou ciclo das pentoses. Há reações da fase química que necessitam de mobilizar energia que é fornecida pela hidrólise de moléculas de ATP sintetizadas na fase fotoquímica. Assim, ainda que a fase química não necessite diretamente de luz, está dependente dos produtos da fase fotoquímica.

e Manual Digital

Atividade
Fotossíntese

Exercício
Caracterizar as fases do processo fotossintético

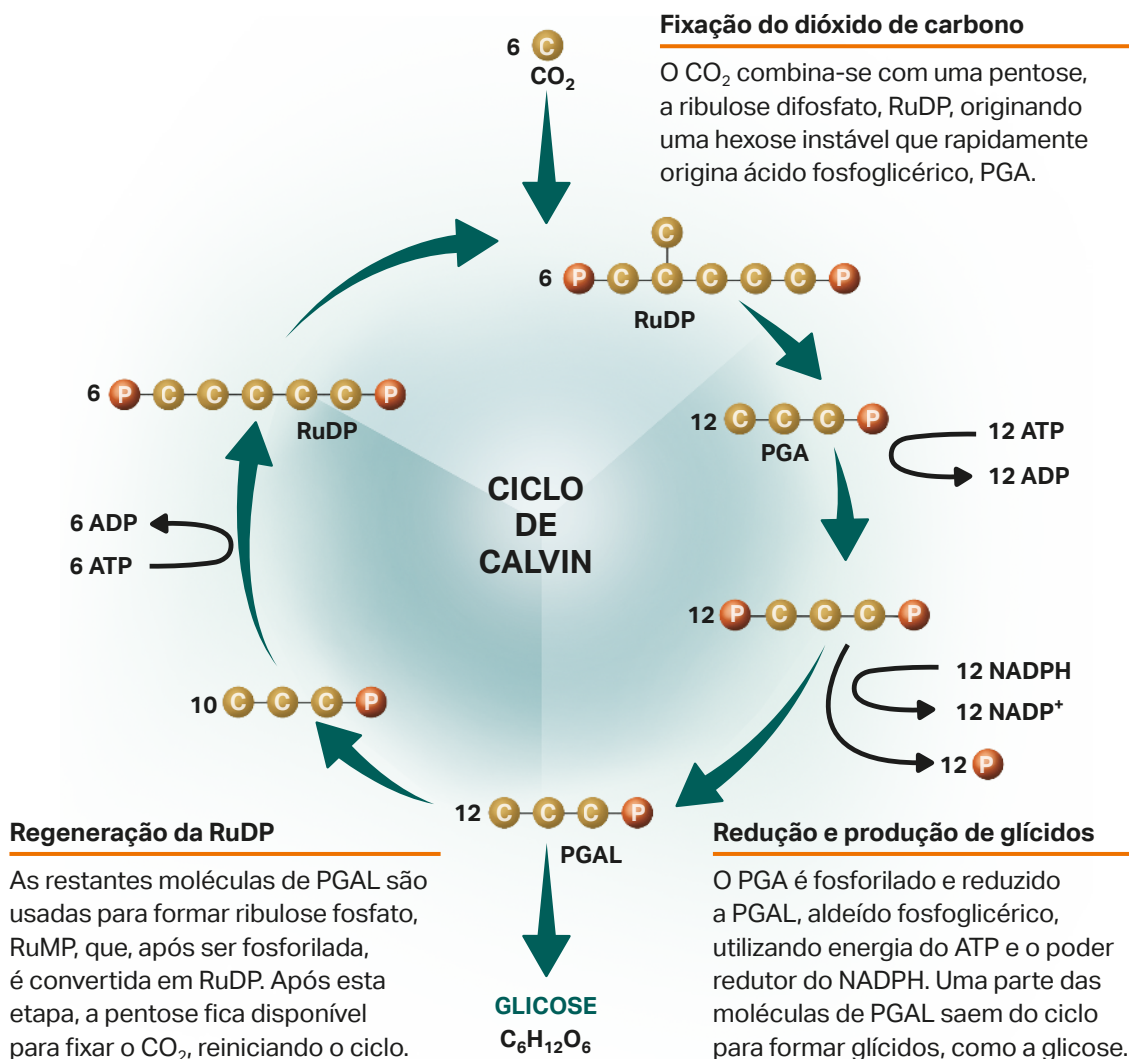
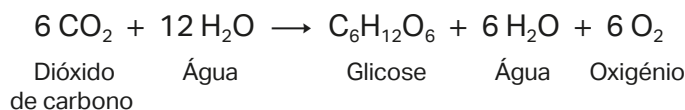


Fig. 16 Ciclo de Calvin (em homenagem ao bioquímico Melvin Calvin, 1911-1997). Por cada molécula de glicose, o ciclo tem de ocorrer seis vezes.

Equação geral da fotossíntese



Quimiossíntese

A descoberta da quimiossíntese, como base do fluxo de energia e ciclo da matéria de teias alimentares oceânicas, aconteceu em 1977 durante uma expedição oceanográfica ao largo das Ilhas Galápagos, em que os investigadores observaram, pela primeira vez, fontes hidrotermais no fundo oceânico.



Mexilhões quimiossintéticos



Poliqueta gigante, *Riftia pachyptila*

Fig. 17 Alguns organismos das fontes hidrotermais. Fotografias de NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration).

Uma **fonte hidrotermal** é uma fenda na crosta terrestre a partir da qual emerge um fluido geotermal ou hidrotermal. A água penetra na crosta até grande profundidade, reage com os minerais das rochas e é alterada física e quimicamente durante o seu trajeto, formando uma "sopa química". À medida que desce, vai aquecendo, e o aumento da pressão faz com que a água volte à superfície, saindo do interior da crosta.

As fontes hidrotermais podem ocorrer na superfície terrestre, sob a forma de géiseres, mas são mais comuns no **fundo oceânico**, em zonas de atividade tectônica, principalmente onde há a formação de nova crosta oceânica.

Nas imediações das fontes hidrotermais oceânicas existe uma enorme e próspera **comunidade de animais**, apesar de viverem na total escuridão, sem luz solar, ou seja, sem dependerem dos produtores fotossintéticos. Tal é possível porque os **organismos quimiossintéticos** são os produtores das teias alimentares nestes locais, **alimentando** e vivendo em **simbiose** com uma grande diversidade de consumidores, como camarões, poliquetas, caranguejos, peixes e mexilhões. Os organismos quimiossintéticos são microrganismos: **bactérias**, como sulfobactérias que oxidam o sulfeto de hidrogénio, e **arqueobactérias**, como bactérias metanogénicas que oxidam o metano.

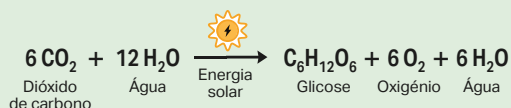
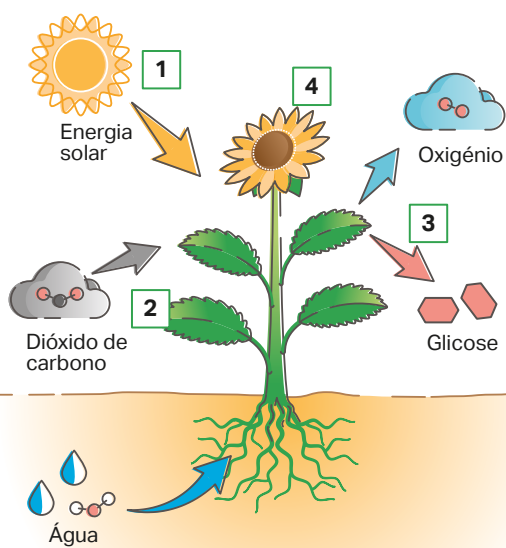
Na **quimiossíntese** há conversão de energia oxidativa em energia química. Os **organismos quimiossintéticos** produzem compostos orgânicos tendo como fonte de carbono, tal como os organismos fotossintéticos, o dióxido de carbono, CO_2 . No entanto, a fonte de eletrões não é a água, mas outras moléculas, como o sulfeto de hidrogénio, H_2S . À semelhança da fotossíntese, na quimiossíntese existem duas etapas.

Na **primeira etapa**, há a síntese de NADPH e ATP. Primeiro acontece a oxidação de moléculas inorgânicas como o H_2S . Desta oxidação resultam prótons e eletrões que, ao longo de uma cadeia transportadora de eletrões, produzem **ATP** e reduzem o NADP^+ a **NADPH**. Na **segunda etapa**, há o ciclo das pentoses, do qual, a partir do CO_2 captado do meio, do poder redutor do NADPH e da energia do ATP sintetizados na primeira etapa, resultam **compostos orgânicos**.

Comparação entre a fotossíntese e a quimiossíntese

Fotossíntese

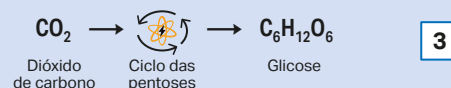
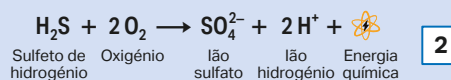
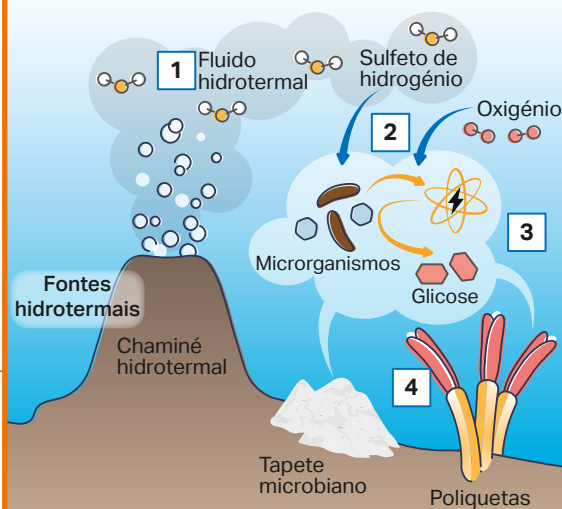
Processo através do qual as plantas, algas e bactérias fotossintéticas sintetizam glicose usando a energia solar.



1. O Sol liberta energia luminosa.
2. Os organismos fotoautotróficos, captam do meio a luz solar, o dióxido de carbono e a água.
3. Usam a energia solar para oxidar a molécula da água, obter energia química e converter o carbono inorgânico em moléculas orgânicas.
4. Os fotoautotróficos desenvolvem-se e reproduzem-se. Servem de alimento a heterotróficos e/ou vivem em simbiose com eles, como líquenes e corais.

Quimiossíntese

Processo através do qual os microrganismos sintetizam glicose usando a energia de reações químicas.



1. Águas quentes com substâncias químicas emergem nas fontes hidrotermais.
2. Várias reações libertam energia química. Os microrganismos quimiossintéticos aproveitam essa energia.
3. A energia é usada para converter o carbono inorgânico captado do meio em moléculas orgânicas.
4. Os microrganismos desenvolvem-se e reproduzem-se. Servem de alimento a heterotróficos e/ou vivem em simbiose com eles, como poliquetas e mexilhões.

Atividade prática



Metabolismo celular

Observa a figura 1, relacionada com a síntese de sacarose nas células das plantas (**reação 1**), um processo que depende da hidrólise de ATP (**reação 2**). Os gráficos A e B representam a variação de energia química nas reações mencionadas.

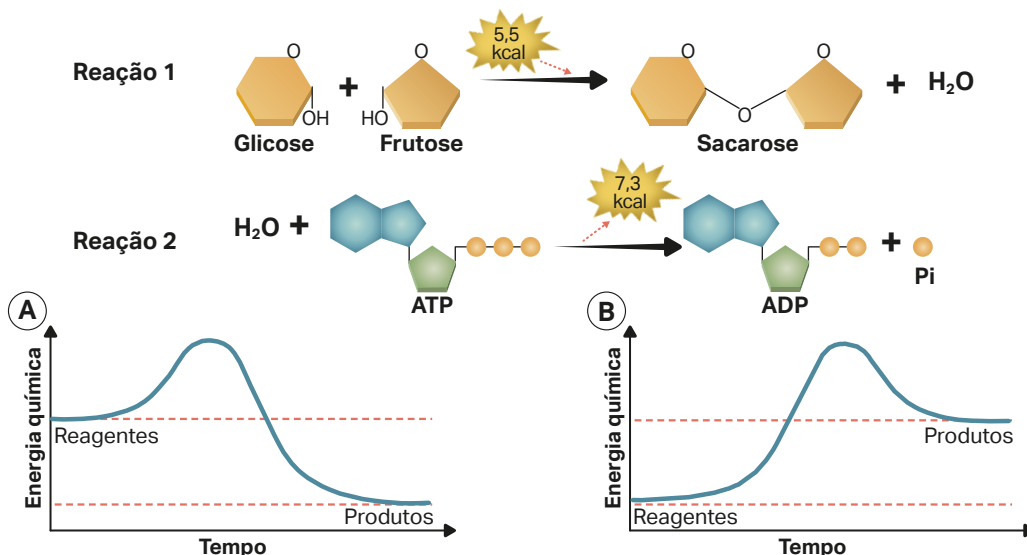


Fig. 1 Reações ocorridas na síntese de sacarose e variação da energia química nessas reações. Uma caloria (cal) é a quantidade de energia que deve ser transferida para um grama (1,0 g) de água líquida para elevar a sua temperatura em um grau Celsius. A quilocaloria é uma unidade múltipla da caloria, ou seja, 1 kcal = 1000 cal.

- 1 Distingue reação exoenergética de endoenergética.
- 2 Classifica as reações 1 e 2 de acordo com a questão 1. Justifica a tua resposta.
- 3 Descreve a importância da reação 2 na síntese de sacarose.
- 4 Justifica a afirmação: "A síntese de sacarose é um processo anabólico."
- 5 Transcreve o texto para o teu caderno, eliminando os termos incorretos.

No gráfico (A / B), a quantidade de energia nos reagentes é (inferior / superior) à quantidade de energia presente nos produtos, tendo ocorrido (libertação / consumo) de energia.

No gráfico (A / B), a quantidade de energia nos reagentes é (inferior / superior) à quantidade de energia presente nos produtos, como resultado da (libertação / captação) de energia.

Atividade experimental Influência do substrato na atividade das leveduras

As leveduras *Saccharomyces cerevisiae* são fungos unicelulares que se multiplicam rapidamente quando as condições do meio lhes são favoráveis. São organismos fáceis de obter e de cultivar em laboratório. As leveduras precisam de energia para a divisão celular, proveniente da degradação de substratos orgânicos, como a glicose. Um dos produtos finais desta degradação é, entre outros, um gás, cuja produção pode ser visualizada.

Material

- 4 Matrizes ou frascos de vidro esterilizados
- 4 Balões de borracha que entrem no gargalo dos recipientes
- Levedura (fermento de padeiro)
- Água morna
- Balança
- Glicose
- Sacarose
- Amido

Procedimento

- 1 Etiqueta os frascos. Coloca 200 mL de água morna em cada um.
- 2 Pesa 2 g de glicose, de sacarose e de amido. Coloca cada uma das massas no respectivo frasco.
- 3 Junta 5 g de levedura em cada frasco. Agita cuidadosamente até que toda a levedura esteja em suspensão.
- 4 Coloca um balão no gargalo de cada frasco. Regista as tuas observações.



Fig. 1 Início e resultados da atividade experimental.

Discussão

- 1 Escreve a questão-problema.
- 2 Refere a variável:
 - 2.1. independente;
 - 2.2. dependente;
 - 2.3. controlada.
- 3 Descreve a conclusão da atividade experimental.



Vídeo
Fermentação e respiração aeróbia realizada por leveduras



Atividade
Como determinar a taxa de respiração de sementes em germinação?

Atividade laboratorial Fotossíntese e formação de amido

A glicose produzida na fotossíntese pode ser polimerizada em glícidos mais complexos, como, por exemplo, o amido.

Material

- Vaso com uma planta
- 2 Recipientes de vidro
- Placa de aquecimento
- Cartolina preta
- 2 Caixas de Petri
- Água iodada
- Tina
- Álcool a 90%
- Água
- Pinça

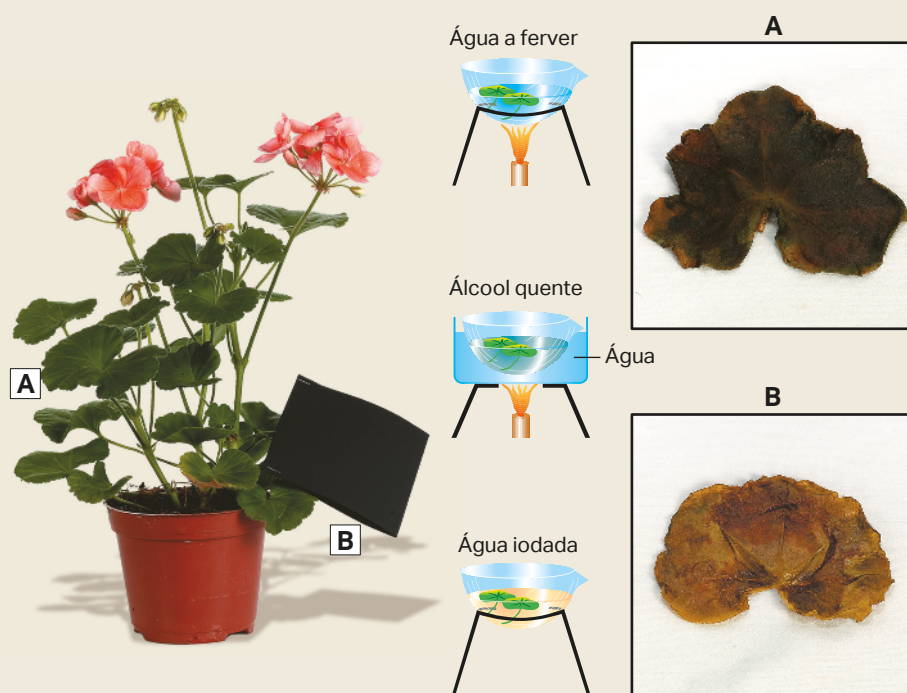


Fig. 1 Procedimento e resultados da atividade laboratorial.

Procedimento

- 1 Coloca o vaso num local sem luz durante dois dias.
- 2 Tapa uma das folhas da planta com cartolina preta, como na figura 1, e coloca o vaso à luz solar durante algumas horas.
- 3 Corta a folha e retira a cartolina. Corta uma outra folha da planta.
- 4 Com a pinça, mergulha as duas folhas em água fervente durante cinco minutos.
- 5 Retira as folhas da água com a pinça e coloca-as no recipiente com álcool.
- 6 Aquece em banho-maria até as folhas ficarem descoradas.
- 7 Retira as folhas e coloca cada uma numa caixa de Petri com água iodada.
- 8 Regista as tuas observações.

Em resumo...

O que é o metabolismo celular?

O **metabolismo celular** é o conjunto de reações químicas que ocorrem na célula e que envolvem a mobilização de energia.

Como se distinguem reações catabólicas de anabólicas?

As **reações catabólicas**, ou catabolismo, são o conjunto de reações de degradação de moléculas complexas em moléculas mais simples. São **reações exoenergéticas** – os produtos da reação têm menos energia do que os reagentes.

As **reações anabólicas**, ou anabolismo, são o conjunto de reações que conduzem à biossíntese de moléculas complexas a partir de moléculas mais simples. São **reações endoenergéticas** – os produtos da reação têm mais energia do que os reagentes.

Qual é a importância do ATP, ADP e AMP?

A **adenosina trifosfato, ATP**, é o composto que constitui a fonte de energia diretamente utilizável pelas células.

Na **hidrólise de ATP**, reação exoenergética, forma-se **ADP**, adenosina difosfato, e **Pi**, fosfato inorgânico. O ATP também pode ser hidrolisado com liberação de energia e dois **Pi**, formando-se **AMP**, adenosina monofosfato.

A **síntese de ATP** é uma reação endoenergética que resulta da ligação do ADP com o **Pi**.

Qual é a importância do NAD e FAD?

Nas **reações de oxidação-redução**, quando uma molécula é oxidada, fica com menos energia e os elétrons perdidos são transferidos para outra molécula, que fica reduzida e com mais energia.

A molécula de **NAD**, dinucleótido de adenina nicotinamida, é um transportador de elétrons, desde um substrato oxidado até um aceitador final. O **FAD**, dinucleótido de flavina e adenina, tem função equivalente.

Quais são os tipos de respiração celular?

A **respiração celular** é o conjunto de reações em que o aceitador final é uma molécula inorgânica externa.

Na **respiração aeróbia**, o aceitador final é o oxigênio. Na **respiração anaeróbia**, o aceitador final é, por exemplo, o sulfato ou o nitrato.

As **etapas da respiração aeróbia** são: glicólise, oxidação do piruvato, formação de acetil coenzima-A e fosforilação oxidativa.

Em resumo...

O que acontece na glicólise?

Na **glicólise**, a molécula de **glicose** é oxidada, originando **2 ATP**, **2 NADH** e **2 ácido pirúvico**.

A glicólise decorre em duas fases: **fase de ativação** e **fase de rendimento**.

O que acontece na formação de acetil-coenzima A?

O ácido pirúvico na **matriz da mitocôndria** perde uma molécula de CO_2 e perde um hidrogénio que vai reduzir o NAD^+ , formando **NADH**. O composto com o grupo acetil liga-se à coenzima A, formando-se acetil-coA. Por cada molécula de glicose formam-se **2 acetil-CoA**, **2 CO_2** e **2 NADH**.

O que acontece no ciclo de Krebs?

O ciclo de Krebs ocorre na **matriz da mitocôndria** e o produto final corresponde à molécula que inicia o ciclo, a acetil-coA. De cada ciclo resultam **4 CO_2** , **6 NADH**, **2 FADH_2** e **2 ATP**.

O que acontece na fosforilação oxidativa?

A **cadeia transportadora de eletrões** ocorre na **membrana interna da mitocôndria**. Ocorre a síntese de ATP associada a reações de oxidação-redução – **fosforilação oxidativa**. O oxigénio, aceitador final dos eletrões, combina-se com os hidrogénios presentes na matriz da mitocôndria formando água.

Qual é a importância biológica da respiração celular?

A **glicose** é a fonte de energia da maioria dos organismos.

A respiração celular aeróbia permite um **rendimento energético** por cada molécula de glicose de **30 ou 32 moléculas de ATP**.

O que é a fermentação?

A **fermentação** é um processo de obtenção de energia através da oxidação incompleta da glicose, em condições de anaerobiose, ou seja, na ausência de oxigénio. Ocorre no citoplasma em duas etapas: **glicólise** e **redução do ácido pirúvico**.

Na **glicólise**, resultam duas moléculas de **NADH**, duas moléculas de ácido pirúvico e duas moléculas de **ATP** – **rendimento energético da fermentação**.

A etapa de **redução do ácido pirúvico** ocorre devido à captação de iões H^+ e de eletrões cedidos pelo **NADH**.

Na **fermentação láctica**, forma-se ácido láctico. Na **fermentação alcoólica**, forma-se etanol.

Qual é a importância energética e económica da fermentação?

A fermentação é utilizada na **produção de novos alimentos** e na **conservação de produtos alimentares**.

Da fermentação resultam diversos produtos utilizados para benefício da sociedade, como **pão, iogurte e queijo**.

Quais são as diferenças e similaridades entre fermentação e respiração celular?

O **substrato** é a glicose, na fermentação e na respiração celular.

O **aceitador de eletrões** é o ácido pirúvico, na fermentação, e o oxigénio, na respiração celular.

Os **produtos finais** são ácido láctico ou etanol e dióxido de carbono, na fermentação, e água e dióxido de carbono, na respiração celular.

O **rendimento energético** por molécula de glicose é 2 ATP, na fermentação, e 30 ou 32 ATP, na respiração celular.

Qual é a importância da fotossíntese para a vida na Terra?

A **fotossíntese liberta oxigénio** essencial para a respiração dos organismos e que, na atmosfera, forma a camada de ozono que permite a vida na superfície terrestre.

A **autotrofia** é a capacidade de os **organismos autotróficos** sintetizarem moléculas orgânicas a partir de substâncias minerais.

Os organismos autotróficos são **produtores**, pois ocupam o primeiro nível trófico das cadeias alimentares nos ecossistemas.

A partir dos produtores têm início o **fluxo de energia** química e o **ciclo de matéria** que atravessam os **consumidores** dos níveis tróficos seguintes e os **decompositores** que transformam a matéria orgânica em mineral.

Qual é a função dos pigmentos fotossintéticos?

Os **pigmentos fotossintéticos**, como as **clorofilas** e os **carotenoides**, são moléculas capazes de absorver radiação luminosa.

O **espectro de absorção** dos pigmentos fotossintéticos é a capacidade de absorção de uma radiação por um pigmento em função do respetivo comprimento de onda.

O **espectro de ação** da fotossíntese é a eficiência fotossintética em função do comprimento de onda das radiações absorvidas.

Em resumo...

Onde ocorre e quais são as etapas da fotossíntese?

A fotossíntese, nas plantas e nas algas, ocorre nos **cloroplastos**, em cujo interior existem **tilacoides** – estruturas empilhadas em cuja membrana se localizam os pigmentos fotossintéticos. Os tilacoides estão mergulhados num meio aquoso, o **estroma**.

As **etapas da fotossíntese** são: a **fase fotoquímica**, que ocorre na membrana dos tilacoides, e a **fase química**, que ocorre no estroma.

O que acontece na fase fotoquímica e na fase química?

Na **fase fotoquímica**, a energia luminosa é utilizada para produzir moléculas de ATP e NADPH.

Na **fase química**, ocorre a produção de moléculas orgânicas, a partir do dióxido de carbono captado do meio, no **ciclo de Calvin**.

O que é a quimiossíntese?

A **quimiossíntese** é a conversão de energia oxidativa em energia química, pelos organismos quimiossintéticos. Ocorre em duas etapas.

Na **primeira etapa**, há a síntese de **NADPH** e **ATP**. Na **segunda etapa**, há a síntese de **compostos orgânicos**.

Quais são os organismos quimiossintéticos?

Os **organismos quimiossintéticos** fazem a síntese de substâncias orgânicas, usando como fonte de energia a oxidação de compostos inorgânicos: são **quimioautotróficos**.

Os organismos quimiossintéticos são microrganismos, por exemplo, **bactérias**, como sulfobactérias, e **arqueobactérias**, como bactérias metanogénicas.

Como se distingue a fotossíntese da quimiossíntese?

Na **fotossíntese**, os organismos fotossintéticos convertem a energia luminosa em energia química e usam a água como fonte de eletrões para a síntese de compostos orgânicos.

Na **quimiossíntese**, os organismos quimiossintéticos convertem a energia oxidativa em energia química e usam outras moléculas, como o sulfeto de hidrogénio, como fonte de eletrões para a síntese de compostos orgânicos.

Teste formativo

- 1** Lê atentamente o texto. Nas questões seguintes, seleciona a opção que completa corretamente a frase.

Em Cabo Verde, a produção de queijos é um importante ramo da produção de laticínios, especialmente nas ilhas de maior expressão pecuária, quais sejam, Santo Antão, Fogo, São Vicente, Boa Vista, Santiago e Maio.

Os queijos frescos podem ser produzidos em condições de fabrico modestos, visto que a tecnologia simples o permite. O sabor específico e o agradável aroma dos queijos frescos de cabra tornaram-no um produto muito procurado no mercado.

Baseado em: https://cerai.org/wordpress/wp-content/uploads//2020/10/CV_Manual-do-Queijo.pdf, pesquisado em 10-10-2024

- 1.1.** As bactérias do género *Lactobacillus* produzem um ácido que coagula o leite, formando a coalhada. A coalhada resulta da coagulação do componente do leite denominado...
- (A) água. (B) gordura. (C) proteína. (D) lactose.
- 1.2.** O ácido... que coagula o leite, é produzido pelas bactérias, na...
- (A) láctico... respiração aeróbia. (C) láctico... fermentação láctica.
(B) etílico... fermentação alcoólica. (D) etílico... fotossíntese.
- 1.3.** A produção de ácido pelo *Lactobacillus sp.* é um processo de...
- (A) catabolismo, em que a glicose é transformada em ácido láctico.
(B) anabolismo, em que a glicose é transformada em ácido láctico.
(C) catabolismo, em que a glicose é transformada em etanol.
(D) anabolismo, em que a glicose é transformada em etanol.
- 1.4.** O ácido produzido pelo *Lactobacillus sp.* resulta da degradação da molécula de... durante...
- (A) proteína... o ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa.
(B) gordura... o ciclo de Krebs e fosforilação oxidativa.
(C) glicose... a glicólise e redução do ácido pirúvico.
(D) mineral... a glicólise e redução do ácido pirúvico.
- 1.5.** As bactérias *Lactobacillus sp.* transformam a... do leite em galactose e..., com seis carbonos. Esta vai ser degradada até um ácido com... carbonos.
- (A) proteína... glicose... três (C) proteína... glicose... dois
(B) lactose... glicose... três (D) lactose... glicose... dois
- 1.6.** O rendimento energético da formação do ácido da coalhada é...
- (A) superior ao da respiração aeróbia. (C) igual ao da respiração aeróbia.
(B) inferior ao da respiração aeróbia. (D) de 32 ATP.

Teste formativo

2 Lê atentamente a notícia.

As *leptochelinas* são compostos produzidos pelas cianobactérias do género *Leptothoe*. Estes compostos foram identificados em cianobactérias descobertas por uma equipa de investigadores do CIIMAR, durante uma expedição científica à ilha de São Vicente. As *leptochelinas* revelam um grande potencial biotecnológico para a produção de medicamentos contra o cancro e outras utilizações, como indústria farmacêutica, indústria alimentar, agricultura e reciclagem de metais.

Fonte: <https://noticias.up.pt/2024/09/11/cientistas-do-ciimar-desvendam-misterio-de-30-anos-sobre-as-cianobacterias/>, pesquisado em 10-10-2024

- 2.1.** As cianobactérias são procariontes fotoautotróficos. Explica a importância da fotossíntese.
- 2.2.** Denomina as moléculas que permitem a coloração das cianobactérias e a captação de energia luminosa.
- 2.3.** Comenta a afirmação: "A fotossíntese ocorre nos cloroplastos das cianobactérias."
- 2.4.** Escreve a equação geral da fotossíntese.

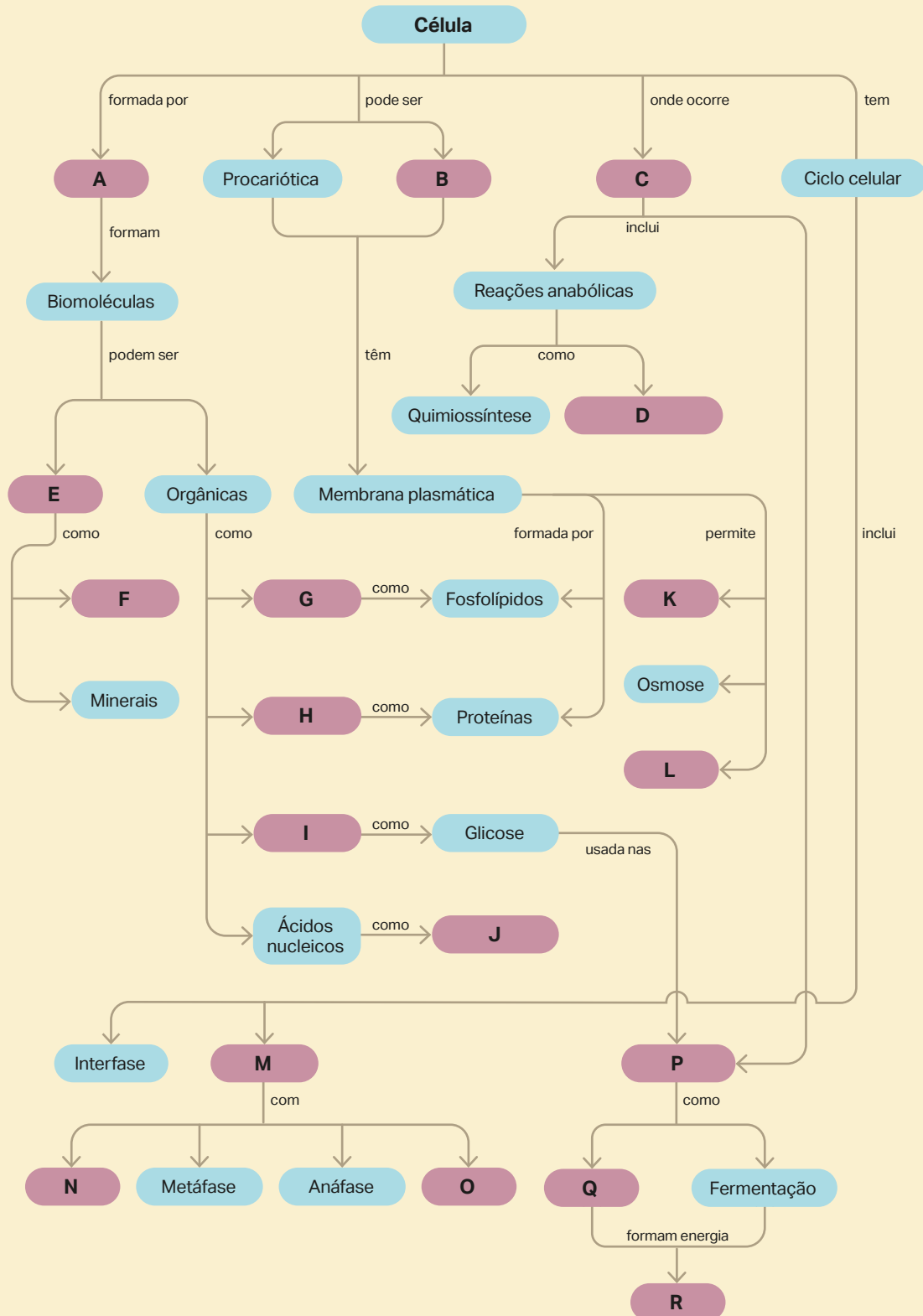
3 Nos fundos oceânicos, além das fontes hidrotermais, também existem locais designados por fontes frias de metano onde vivem microrganismos quimiossintéticos.

- 3.1.** Diferencia quimiossíntese de fotossíntese.
- 3.2.** Apresenta dois exemplos de organismos quimiossintéticos.
- 3.3.** Seleciona a opção que completa corretamente a seguinte frase.
A equação geral da quimiossíntese dos microrganismos das fontes frias de metano é...
 - (A) Glicose + 6 O₂ + 30 ou 32 ADP → 6 CO₂ + 6 H₂O
 - (B) H₂S + 2 O₂ → SO₄²⁻ + 2 H⁺
 - (C) 6 CO₂ + 12 H₂O → C₆H₁₂O₆ + 6 H₂O + 6 O₂
 - (D) CH₄ + 2 O₂ → CH₃OH + 2 H₂O

4 Estabelece a correspondência correta entre os termos da coluna I e da coluna II.

Coluna I	Coluna II
1. Ocorrem reações de oxidação-redução.	A – Fotossíntese B – Quimiossíntese C – Ambos os processos D – Nenhum dos processos
2. Liberta-se oxigénio.	
3. Produz-se ATP.	
4. Há oxidação de moléculas inorgânicas.	
5. Consome-se oxigénio.	
6. Há redução de moléculas de dióxido de carbono.	

Mapa de conceitos



Biologia e Geologia

Componente de Geologia
10.º ano

10



Ministério
da Educação

Este livro foi aprovado pelo Ministério da Educação
para utilização obrigatória nas escolas



Manual Digital na app
EV Smart Book e em
www.escolavirtual.cv



Biologia e Geologia

Componente de Geologia

10.º ano



Manual Revisto

O presente manual foi revisto e validado
pela Universidade de Cabo Verde.

Explora o teu manual digital



<https://escolavirtual.cv>

Acesso e condições de utilização em
www.escolavirtual.cv



**Ministério
da Educação**

Podes também aceder ao teu livro
através da **app EV Smart Book**



Conhece o teu manual

O manual está organizado de modo que consigas ter sucesso e aprender de forma autónoma. Está dividido em duas componentes – Biologia e Geologia – organizadas em unidades. Cada unidade contribuirá para desenvolveres saberes, capacidades, atitudes e valores, que te permitirão atingir os objetivos da disciplina de Biologia e Geologia do 10.º ano.

Cada componente inicia com...

Legenda da fotografia relacionada com a componente de Geologia

Teste diagnóstico

Separador

Índice

Geologia

Unidade I
Introdução à Geologia
Unidade II
As rochas e a história da Terra

Teste diagnóstico

1. Observa atentamente a figura 1, que representa uma escala para a identificação de uma prioridade dos minerais.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Quartzo	Cristais	Feldspato	Amphibio	Clorita	Calcio	Mica	Carbonato	Sulfato	Zinco

Fig. 1

1. Define o conceito de mineral.
2. Distingue a escala representada na figura 1.
3. Retorne a prioridade dos minerais, determinando os seus nomes na figura 1.
4. Indica os minerais mais comuns que se encontram na crosta terrestre.
5. Explica a importância da identificação dos minerais na geologia.
6. Indica dois outros propósitos dos minerais que se encontram na crosta terrestre.

2. A identificação dos minerais é fundamental para a identificação das rochas.

- 2.1. Define o conceito de rocha.
- 2.2. Classifica as rochas segundo o método.
- 2.3. Descreve as características das rochas sedimentares.
- 2.4. Retorne duas rochas sedimentares e duas rochas ígneas.
- 2.5. Classifica as rochas sedimentares segundo o método.
- 2.6. Indica em que fase da história da Terra se encontra a rocha.

Alguns: - Carbono - Amfótero - Carbono - Amfótero - Magma

Questões sobre as aprendizagens dos anos anteriores

Personalidade cabo-verdiana que investiga na área da Geologia

Cada unidade é composta por...

Separador

Unidade I Introdução à Geologia

Capítulo 1
Introdução à Geologia



Objetivos da unidade

No dia 23 de novembro de 2011, a cidade de Fogo sofreu um grande terremoto, com uma magnitude de 6,2 na escala de Richter. Este terremoto causou a destruição de muitas casas e a morte de várias pessoas. A cidade de Fogo é uma das mais vulcânicas do mundo e é conhecida pela sua paisagem única e pela sua história.

No final da Unidade I, serão capazes de: - Descrever a importância da geologia para a sociedade. - Compreender a importância da geologia para a sociedade. - Compreender a importância da geologia para a sociedade.

Desenvolvimento de conteúdos



**Imagens
infográficas**

**Aprende mais
com informação
adicional sobre
o conteúdo**

**Responde tu
com questões de
verificação das
aprendizagens**

Ao longo do teu manual...

Atividade laboratorial

Em resumo...

Questões sobre os conteúdos desenvolvidos

Diagrama para completar com conceitos-chave da matéria

Teste formativo

Mapa de conceitos



Consolidação dos conhecimentos de forma prática

**Síntese
dos conteúdos
aprendidos**

Geologia

Teste diagnóstico

8

UNIDADE I: Introdução à Geologia

10

1

Introdução à Geologia

12

1.1. Conceitos básicos da Geologia

14

1.2. Ramos da Geologia

16

1.3. História da Geologia

19

1.4. Princípios básicos do raciocínio geológico

23

1.5. Investigação em Geologia – métodos de estudo

26

Atividades

28

Em resumo...

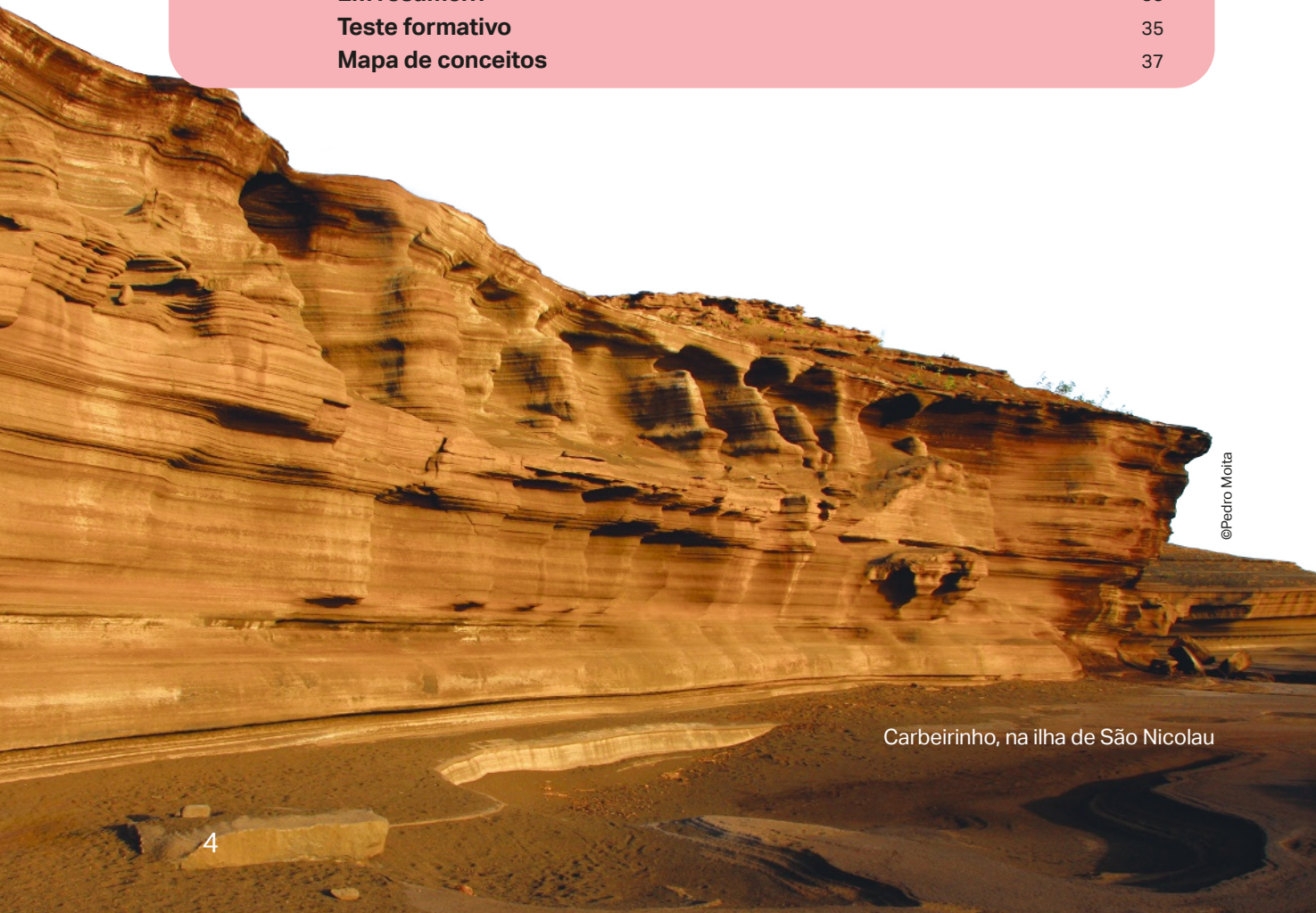
33

Teste formativo

35

Mapa de conceitos

37



UNIDADE II: As rochas e a história da Terra

38

1

Os minerais	40
1.1. Conceito de mineral	42
1.2. Propriedades físicas e químicas dos minerais	43
1.3. Identificação dos minerais	46
Atividades	47
Em resumo...	48
Teste formativo	49

2

As rochas e o ciclo litológico	50
2.1. Tipos de rochas	52
2.1.1. Rochas magmáticas	54
Atividades	60
2.1.2. Rochas metamórficas	62
Atividades	68
2.1.3. Rochas sedimentares	70
Atividades	78
2.2. Ciclo litológico	80
Em resumo...	82
Teste formativo	86

3

Contributo das rochas para a história da Terra	88
3.1. Estratigrafia	90
3.2. Princípios da Estratigrafia	92
3.3. Datação das rochas	93
3.4. Fósseis e Paleontologia	94
3.5. Escala do tempo geológico	98
Atividades	100
Em resumo...	103
Teste formativo	105
Mapa de conceitos	107
Geoconservação	108

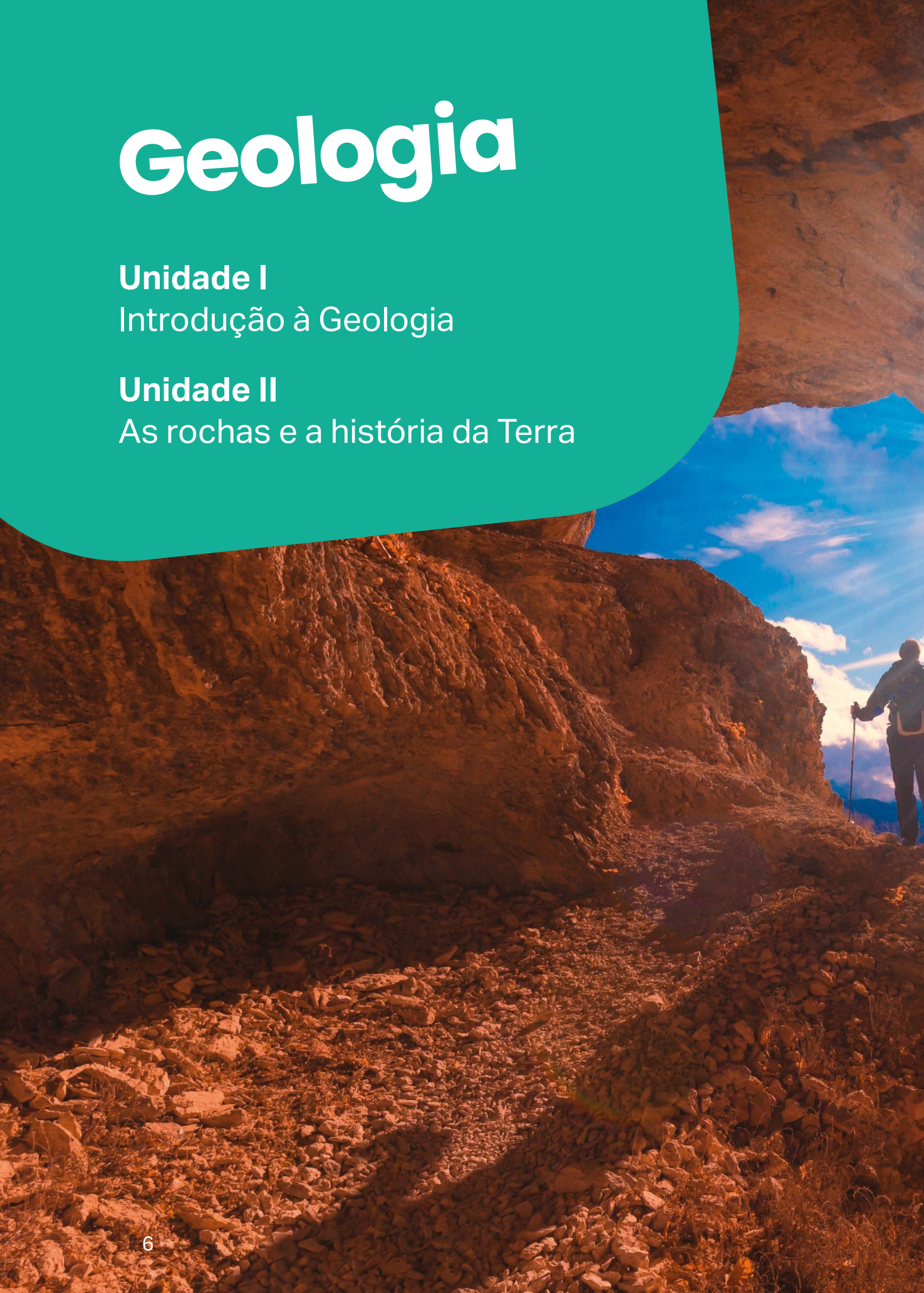
Geologia

Unidade I

Introdução à Geologia

Unidade II

As rochas e a história da Terra



A Terra está em constante transformação desde a sua origem, há cerca de 4600 milhões de anos. Ao estudar os processos e os produtos geológicos atuais, a Geologia procura explicações para os acontecimentos dos tempos remotos registados nas rochas e em fósseis, seguindo o lema “o presente é a chave do passado”.

 Manual
Digital

Vídeo
Terra em
transformação



Alberto da Mota Gomes nasceu em 6 de março de 1935, na cidade da Praia, ilha de Santiago. Licenciou-se em Geologia em 1970, tornando-se o primeiro geólogo cabo-verdiano e o maior impulsionador da sua área científica. Publicou vários artigos de pesquisa e prospeção de água subterrânea, produziu cartas geológicas para todas as ilhas e foi o coordenador científico da erupção vulcânica na ilha do Fogo, em 1995. Foi docente de Geologia e Hidrogeologia, e contribuiu para a criação da Escola de Formação de Professores, no Instituto Superior de Educação da Universidade de Cabo Verde.

Teste diagnóstico

- 1** Observa atentamente a figura 1, que representa uma escala para determinação de uma propriedade dos minerais.

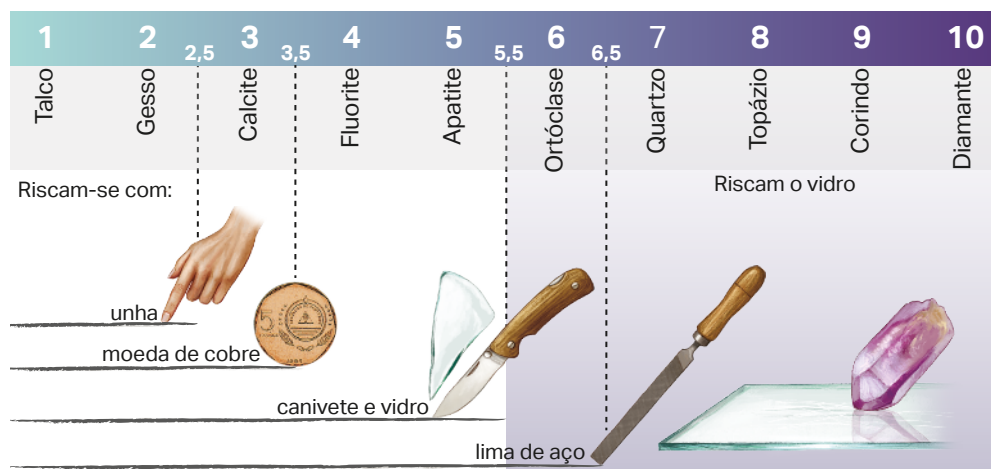


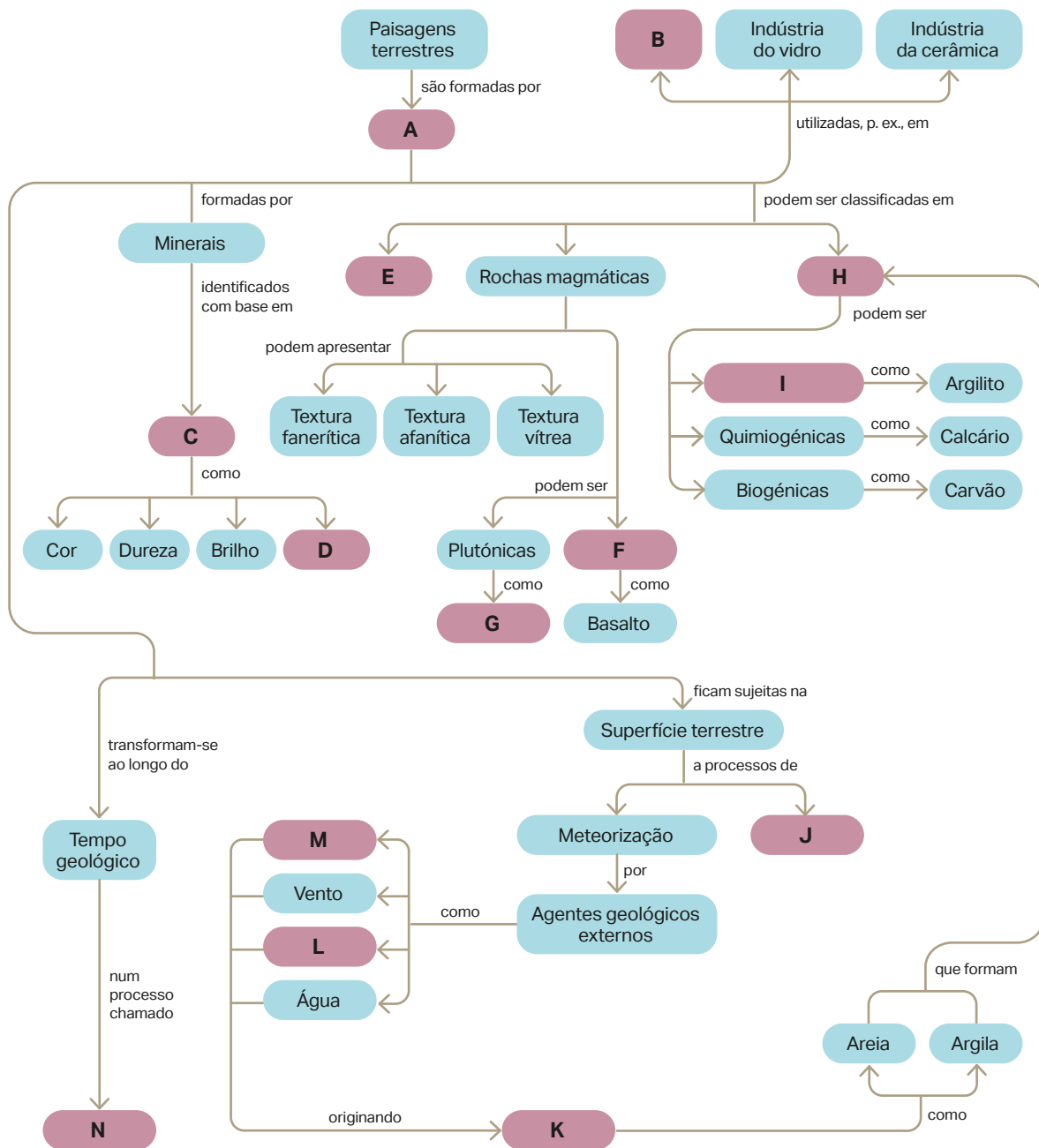
Fig. 1

- 1.1. Define o conceito de mineral.
- 1.2. Denomina a escala representada na figura 1.
- 1.3. Refere a propriedade dos minerais determinada pela escala da figura 1.
- 1.4. Indica os minerais da escala que podem ser riscados pela moeda de cobre.
- 1.5. Explica o seguinte facto: os relojoeiros das marcas de prestígio colocam, no fabrico de relógios, mostradores de safira (variedade de corindo) em vez de vidro.
- 1.6. Indica duas outras propriedades dos minerais que estudaste.

- 2** A identificação dos minerais é fundamental para a identificação das rochas.

- 2.1. Define o conceito de rocha.
- 2.2. Classifica as rochas quanto à origem.
- 2.3. Distingue rocha plutónica de rocha vulcânica.
- 2.4. Refere duas rochas magmáticas e duas rochas sedimentares frequentes em Cabo Verde.
- 2.5. Classifica as rochas sedimentares seguintes, utilizando os termos: rocha sedimentar detrítica, rocha sedimentar quimiogénica e rocha sedimentar biogénica.
 - Argilito – Carvão – Arenito – Calcário conquífero – Marga
- 2.6. Indica em que ilha ou ilhas do arquipélago de Cabo Verde existe a rocha marga.

3



Unidade I

Introdução à Geologia

Capítulo 1

Introdução à Geologia





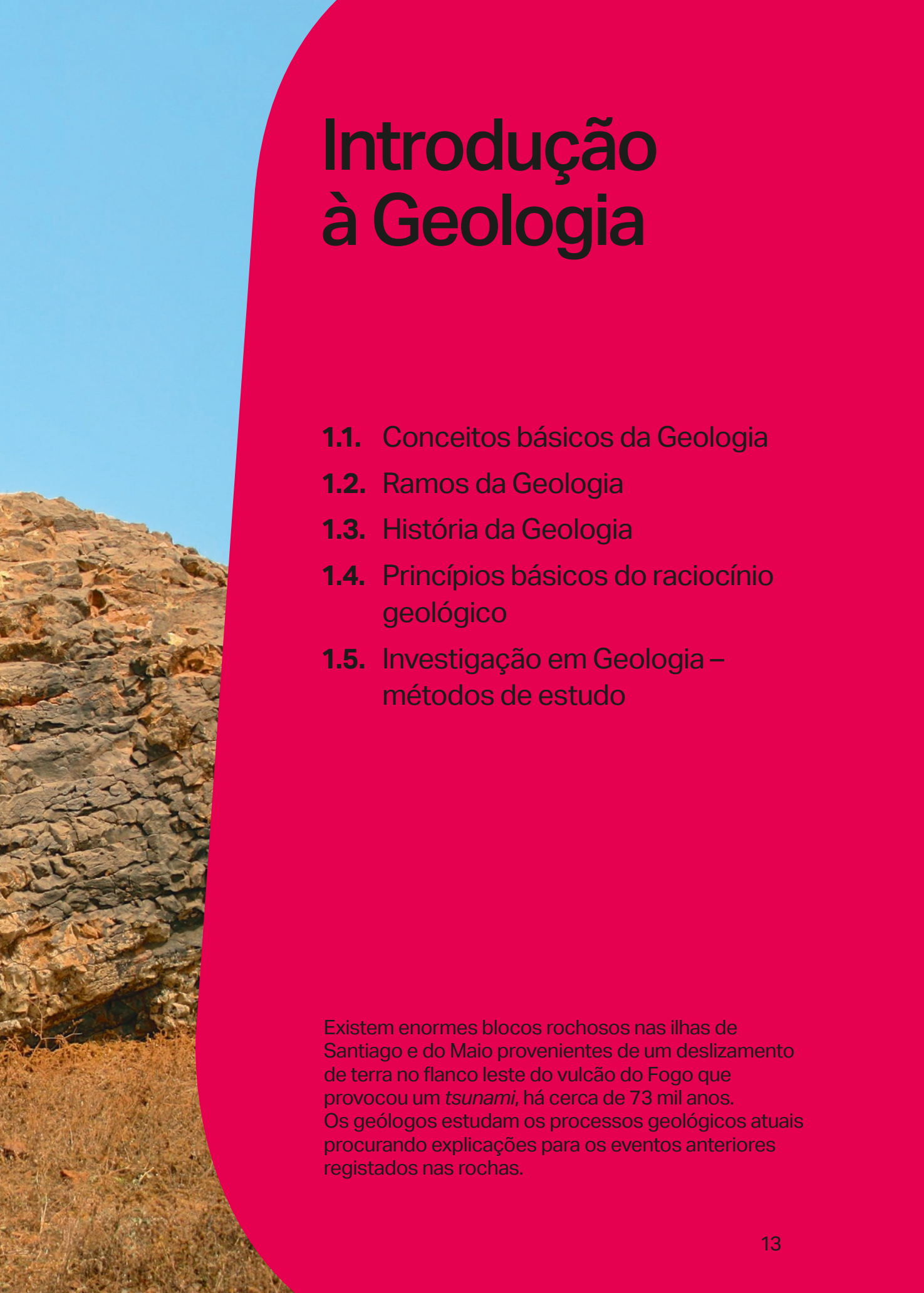
No dia 23 de novembro de 2014, o vulcão do Fogo entrou em erupção. Vários geólogos e geofísicos apoiaram as equipas cabo-verdianas de monitorização do vulcão, transmitindo informações sobre as suas observações e previsões para as horas seguintes.

No final da Unidade I, serás capaz de:

- Compreender a Geologia como ciência que se fundamenta em métodos científicos para estudo e compreensão dos fenómenos geológicos e suas implicações no desenvolvimento da Humanidade.

1





Introdução à Geologia

- 1.1. Conceitos básicos da Geologia
- 1.2. Ramos da Geologia
- 1.3. História da Geologia
- 1.4. Princípios básicos do raciocínio geológico
- 1.5. Investigação em Geologia – métodos de estudo

Existem enormes blocos rochosos nas ilhas de Santiago e do Maio provenientes de um deslizamento de terra no flanco leste do vulcão do Fogo que provocou um *tsunami*, há cerca de 73 mil anos. Os geólogos estudam os processos geológicos atuais procurando explicações para os eventos anteriores registados nas rochas.

1.1. Conceitos básicos da Geologia

A **Geologia** é a ciência que se dedica fundamentalmente ao estudo da geosfera – subsistema da Terra que se estende desde a sua superfície até ao seu centro. No entanto, como a geosfera é o suporte de todos os outros subsistemas terrestres, podemos dizer que a **Geologia** estuda a Terra como um sistema.

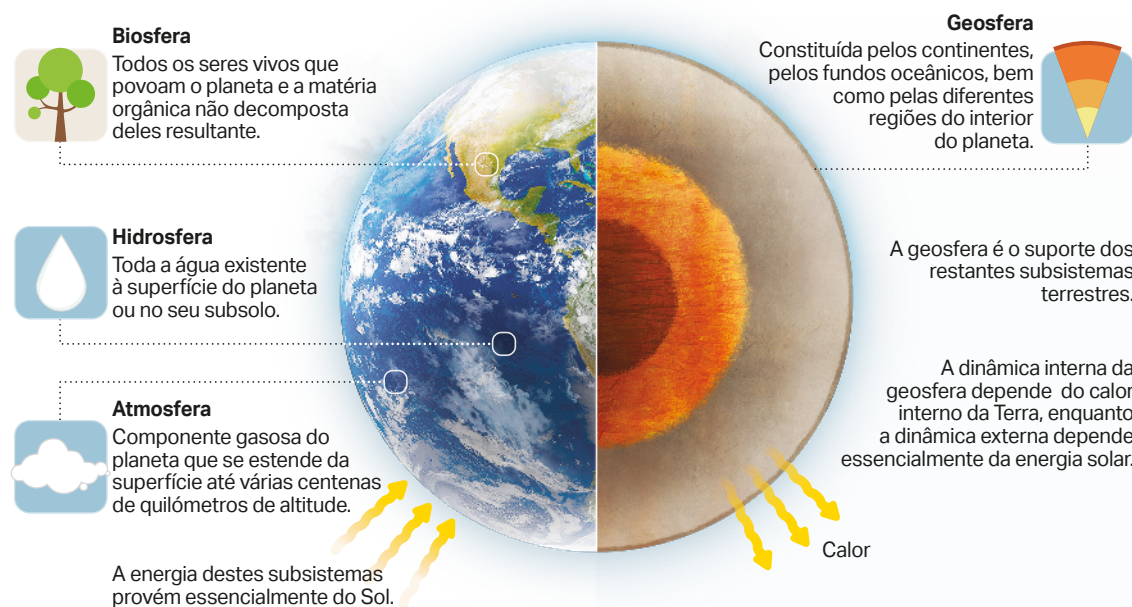


Fig. 1 A Geologia estuda fundamentalmente a Terra: um sistema complexo formado por vários subsistemas em interação.

Responde tu

- 1 Nomeia os subsistemas terrestres.
- 2 Apresenta um exemplo de interação entre a geosfera e a:
2.1. atmosfera; **2.2.** hidrosfera; **2.3.** biosfera.
- 3 Explica a afirmação "A Geologia estuda a Terra como um sistema."

Aprende mais

Pesquisa num dicionário em papel, ou no dicionário *Infopédia* na Internet, a origem do termo **geologia** e outros relacionados com esta ciência.

A etimologia do termo geologia provém do grego *gê*, «terra» + *lógos*, «estudo» + *-ia*, pelo francês *géologie*, «idem».



A **Geologia** é a ciência que se ocupa maioritariamente do estudo da Terra, dos materiais que a constituem e do modo como estão distribuídos, dos acontecimentos que nela ocorreram e das transformações experimentadas ao longo do tempo geológico. Deste modo, a Geologia estuda primariamente a Terra: como surgiu, como evoluiu, como funciona e o modo como nós podemos contribuir para preservar as suas paisagens e os seus *habitat* que permitem a vida.

Os e as cientistas que se dedicam ao estudo da Geologia são os **geólogos** e as **geólogas**, adiante designados pela forma masculina do nome, para simplificação do texto. Os geólogos estudam a origem e evolução da Terra, a grande variedade de materiais que a constituem e os processos, como as erupções vulcânicas, os sismos ou os deslizamentos que acontecem no nosso planeta. O objeto da sua investigação vai desde o mais pequeno dos átomos ao maior dos continentes ou oceanos e pode estender-se a outros planetas ou corpos celestes.

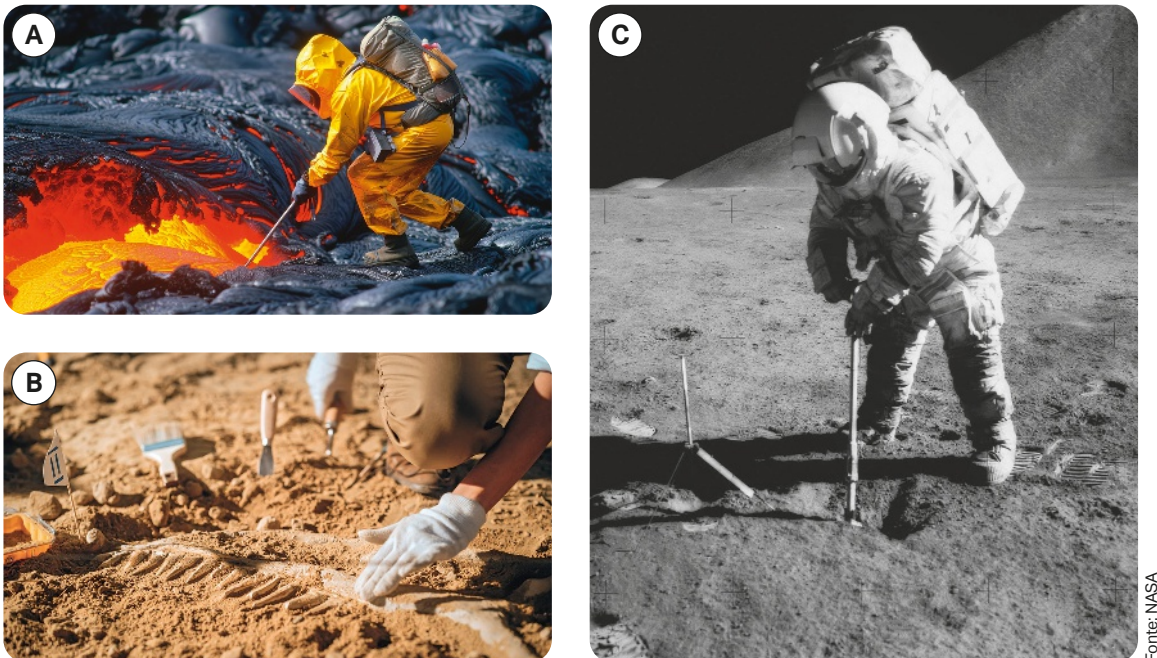


Fig. 2 Geólogos a trabalhar: A – A recolher lava; B – A escavar fósseis; C – A colher rochas lunares.

Responde tu

- 1 Faz corresponder a cada geólogo uma das letras da figura 2.
 – Astrogeólogo – Vulcanólogo – Paleontólogo
- 2 Refere o nome de um geólogo ou de uma geóloga de nacionalidade cabo-verdiana.

1.2. Ramos da Geologia

A Geologia, ao contrário do que a maioria das pessoas pensa, não envolve apenas o estudo dos minerais e das rochas, sendo uma das ciências mais abrangentes. Os geólogos estudam a composição, a estrutura e a evolução da geosfera, bem como os processos de interação com outros subsistemas terrestres que ocorrem no seu interior e à sua superfície. Deste modo, para se ser um bom **profissional geólogo**, é necessário ter conhecimentos de várias outras disciplinas, como Física, Química, Biologia, Matemática, Informática e Estatística, entre outras. Existem vários **ramos da Geologia** como, por exemplo, a mineralogia, a petrologia, a vulcanologia, a sismologia e a paleontologia.

e Manual Digital

Vídeos
O que faz um geólogo?



Geologia – para um futuro sustentável



Fig. 3 Alguns ramos da Geologia e relações entre eles, segundo a *The Geological Society*.

Responde tu

- 1 Refere duas áreas do conhecimento, além da Geologia, usadas pelos geólogos.
- 2 Após a leitura atenta das páginas 16 a 18:
 - 2.1. menciona o ramo da Geologia em que gostarias de trabalhar, justificando.
 - 2.2. faz corresponder cada uma das letras seguintes, a um dos três ramos da Geologia mencionados na figura 3, mas cuja descrição não se encontra nas páginas 17 e 18.
 - A – Ocupa-se do movimento e da deformação das rochas, por dobras e falhas, incluindo o estudo da tectónica de placas.
 - B – Estuda as manifestações da atividade da Terra, como sismos, vulcões e deslizamentos, com a finalidade de minimizar o risco geológico.
 - C – É um modo de obter informações acerca dos processos geológicos com recurso a instrumentos de monitorização, como satélites ou *drones*.

Breve descrição de alguns ramos da Geologia

Geologia dos recursos naturais

Estuda as fontes de energia renovável e não renovável e outros recursos, como metais, minerais e rochas extraídos nas minas e pedreiras e com numerosas aplicações na sociedade.



Geofísica

Aplica os métodos da Física ao estudo da Terra e inclui áreas como a meteorologia, a oceanografia, a sismologia e a vulcanologia. É usada para procurar recursos naturais, como o petróleo e alguns minérios.



Geoquímica

Relaciona a Geologia e a Química, estudando as características químicas da litosfera, atmosfera e hidrosfera. Estuda a composição das rochas e os processos químicos que ocorrem na Terra.



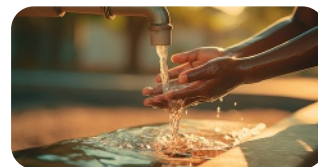
Geologia ambiental

Aplica os princípios geológicos para tentar resolver problemas ambientais na hidrosfera e na litosfera – onde vivem as pessoas e os outros seres vivos – resultantes das atividades humanas ou naturais.



Hidrogeologia

Estuda as águas subterrâneas, nomeadamente, a sua origem, o seu percurso, comportamento e qualidade. Ocupa-se ainda dos processos de exploração e proteção das águas subterrâneas.



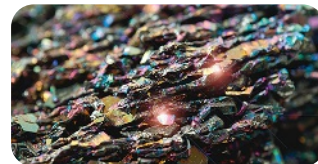
Geologia da engenharia

É uma disciplina abrangente que se ocupa da construção de edifícios e barragens, estabilidade de terrenos, projetos de minas, túneis, estradas, métodos de proteção costeira e muitos outros.



Mineralogia

Estuda os minerais na sua estrutura, composição e nas suas propriedades.



Petrologia

A petrologia estuda fundamentalmente os processos de formação das rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares.



Sismologia

Estuda as ondas sísmicas que percorrem a Terra, quer tenham origem em sismos naturais ou provocados pelas pessoas para, por exemplo, avaliar o risco sísmico de uma região.



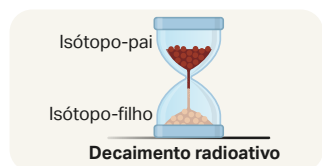
Vulcanologia

Estuda os vulcões, a sua localização e formação, tendo por objetivo prever e conhecer o tipo de erupções, bem como o tipo de materiais emitidos, como lavas, piroclastos e gases, e que podem estar associados a risco vulcânico.



Geocronologia

Determina a idade das rochas e fósseis. A geocronologia absoluta baseia-se na desintegração radioativa de isótopos e na determinação das composições isotópicas de materiais naturais, e a geocronologia relativa baseia-se nos princípios da estratigrafia.



Estratigrafia

Estuda a ordem, a natureza e o tempo de duração dos processos geológicos registados nos estratos. Está relacionada maioritariamente com as rochas sedimentares e ajuda a determinar a sua idade.



Sedimentologia

Estuda os sedimentos, o modo como se acumulam formando rochas sedimentares, e a informação que eles fornecem sobre os ambientes passados.



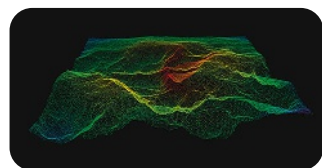
Paleontologia

Dedica-se ao estudo dos fósseis de organismos grandes, como dinossauros, e pequenos, como microrganismos, e a sua importância como indicadores de mudanças ambientais do passado.



Geomorfologia

Estuda a origem e evolução de aspetos da paisagem formados por processos físicos e químicos que ocorrem na superfície terrestre ou perto desta.



Astrogeologia

Também denominada geologia planetária, é o estudo geológico de outros corpos celestes, como planetas e asteroides.



1.3. História da Geologia

Desde os primórdios da sua evolução, os seres humanos observavam as rochas e os minerais, procurando tirar partido dos recursos geológicos que os rodeavam, escolhendo os materiais terrestres apropriados às suas necessidades. O conhecimento sobre os materiais geológicos dos **primeiros seres humanos** foi sendo comprovado cientificamente pelas inúmeras descobertas arqueológicas, tais como objetos de sílex e de pedra polida.



Fig. 4 As pessoas primitivas aprendiam por tentativa e erro e por imitação, adquirindo conhecimento sobre as rochas e os minerais.

Muitas foram as civilizações do passado que utilizaram os recursos geológicos. Por exemplo, os **Egípcios**, apesar de não possuírem as ferramentas que existem atualmente para cortar as rochas, tinham conhecimento do modo como os maciços rochosos fraturavam. Usando este conhecimento, extraíram blocos de rochas com os quais construíram monumentos, nomeadamente, as pirâmides.



Fig. 5 As diáclases são fraturas que partem as rochas, como o granito ou o basalto, em blocos que podem ser retirados e transportados para construções, tal como aconteceu no Egito.

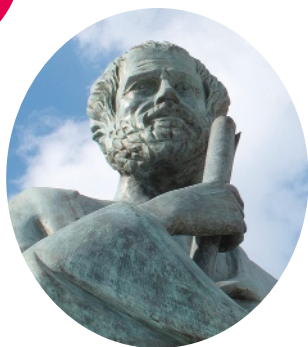


Fig. 6 Aristóteles (384-322 a. C.).

Na **Grécia Antiga**, a ciência era considerada como um conhecimento de verdades absolutas e indiscutíveis. Os filósofos gregos dedicavam-se ao interessante exercício intelectual de tentar descobrir quais poderiam ser as leis da natureza, já que o Universo se encontrava sob o controlo dos deuses. O filósofo grego Aristóteles escreveu sobre vários assuntos, entre os quais os geológicos, como as águas subterrâneas, o tempo geológico, os terremotos, os vulcões, os minerais e os fósseis. Aristóteles explicava a existência dos fósseis de peixes que se encontravam em escavações como sendo peixes que viviam dentro da terra, imobilizados.



Fig. 7 Fóssil de peixe.



Fig. 8 Plínio, o Velho (23-79).

No **período romano**, que durou até ao século V, o escritor Plínio, o Velho, relata na sua obra *História Natural* a utilização de vários minerais e metais, em particular a observação de que o mercúrio dissolvia o nobre metal ouro. Também explicava os fósseis como pedras peculiares que haviam caído do céu. Plínio terá falecido na catástrofe do vulcão Vesúvio, enquanto estudava a sua erupção, provavelmente intoxicado com os gases e soterrado nas cinzas, tal como milhares de pessoas nas cidades de Pompeia e Herculano.



Fig. 9 Ilustração da erupção do vulcão Vesúvio.

Responde tu

- 1 Compara e distingue o modo como Aristóteles e Plínio explicavam a existência de fósseis.

Durante a **Idade Média**, entre os séculos V e XV, a ciência continuou a ser considerada como um conjunto de verdades absolutas e indiscutíveis, sendo que apenas os homens cultos dominavam o conhecimento científico. Na Europa, nesta época, uma das preocupações das pessoas era o vulcanismo que se manifestava nos países mediterrânicos, e, por isso, os seus habitantes, mantendo as crenças religiosas, ideias e medos característicos da Antiguidade, explicavam as erupções vulcânicas como uma demonstração do fogo do Inferno. Num outro exemplo, a existência de fósseis era explicada como “erros da natureza” que ficavam registados nas lamas primitivas.

Ao longo do **Renascimento**, entre os séculos XIV e XVI, ocorreu um movimento cultural de renovação científica, literária e artística. Uma das personalidades mais importantes deste período foi **Leonardo da Vinci**, que observou e raciocinou sobre inúmeros processos geológicos, nomeadamente, a formação de fósseis. Atribuiu aos fósseis uma origem orgânica, explicando que as formas marinhas encontradas em rochas acima do nível do mar indicariam que essas rochas teriam sido elevadas ou que o nível do mar havia baixado.



Fig. 10 Leonardo da Vinci (1452-1519).



Fig. 11 Desenhos da autoria de Leonardo da Vinci do fóssil da fotografia.

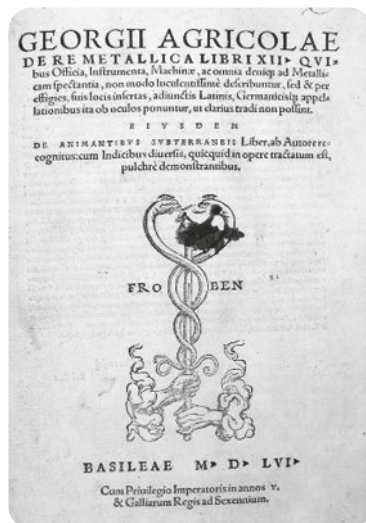


Fig. 13 Georg Bauer adotou o nome de Georgius Agricola.

O mineralogista alemão **Georgius Agricola** é considerado por muitos como o pai da mineralogia e o fundador da Geologia como disciplina científica. O seu estudo das rochas, dos minerais e dos fósseis foi muito importante para o desenvolvimento da exploração de minérios e da paleontologia. A sua obra mais famosa, *De Re Metallica*, descreve processos de extração de minérios e de metais do minério. Até essa época, a *História Natural* de Plínio, o Velho, era a principal fonte de informações sobre metais e técnicas de mineração.



Fig. 12 Georg Bauer (1494-1555).

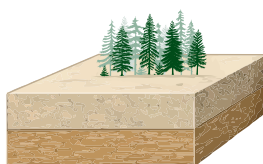


Fig. 14 Nicolaus Steno (1638-1686).

O bispo dinamarquês **Nicolaus Steno** foi um dos primeiros cientistas a contestar as explicações sobre a origem dos fósseis. Steno argumentou que os *glossopetrae*, ou “pedras língua”, encontrados em rochas assemelhavam-se a dentes de tubarão, porque eram, de facto, dentes de tubarão, provenientes de tubarões do passado geológico, que haviam morrido e ficado soterrados em lama que se transformou em rocha ao longo do tempo. Steno é também o autor dos princípios básicos da Estratigrafia, rejeitados pelos seus contemporâneos e apenas aceites no século XIX.

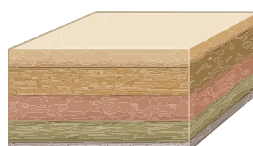


Fig. 15 Fóssil de dente de tubarão.

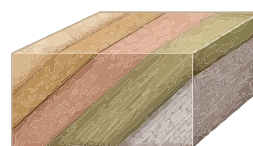


1. Lei da sobreposição

As camadas de rochas mais recentes sobrepõem-se às camadas mais antigas.



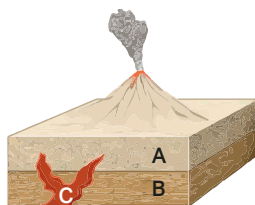
A. Orientação original



B. Orientação após deformação

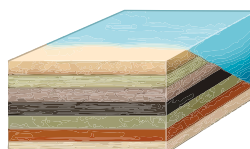
2. Lei da horizontalidade original

As camadas de rochas sedimentares são, originalmente, depositadas na horizontal.



3. Lei da interseção

As camadas de rochas A e B serão mais antigas que a intrusão (C) que as intersectou.



4. Lei da continuidade lateral

As camadas rochosas são contínuas até encontrarem um corpo sólido que bloqueia a sua deposição ou até serem destruídas pelos agentes de meteorização e erosão.

Fig. 16 Leis da Estratigrafia de Steno.

Responde tu

- 1 Refere o termo utilizado para denominar os fósseis, antigamente.
- 2 Nomeia a personagem considerada o pai da Geologia.
- 3 Refere dois contributos de Steno para o desenvolvimento da Geologia.

1.4. Princípios básicos do raciocínio geológico

A **Geologia é uma ciência** e, como tal, é um **produto da atividade humana**, resultando do trabalho de homens e mulheres que procuram explicações para os processos que estudam, entrando por vezes em acasas controvérsias científicas. A ciência tem, atualmente, um **carácter provisório**, e o conhecimento científico é **dinâmico** e evolui continuamente com as novas descobertas.

A partir de finais do século XVIII e durante o século XIX, houve confronto entre duas linhas de interpretação sobre os processos geológicos: catastrofismo e uniformitarismo.

O **catastrofismo** afirma que as grandes alterações ocorridas à superfície da Terra foram provocadas por catástrofes, como, por exemplo, grandes inundações. Segundo o catastrofismo, as mudanças seriam pontuais, muito destrutivas e, por vezes, atingindo toda a Terra. O principal defensor do catastrofismo foi o naturalista francês Cuvier, que explicava as diferenças entre as espécies existentes e os fósseis das espécies encontradas em rochas antigas através de uma série de extinções devidas a alterações catastróficas da Terra. Cuvier fez coincidir a última dessas catástrofes com o dilúvio descrito na Bíblia.



Fig. 17 Georges Cuvier (1769-1832).



Fig. 18 Representação do Dilúvio com a Arca de Noé.

Segundo o catastrofismo, as espécies extintas durante a catástrofe eram, posteriormente, substituídas por outras, provenientes de regiões da Terra não atingidas pela referida catástrofe. Para explicar essa passagem dos seres vivos de uns locais para outros, hoje separados por oceanos e mares, Cuvier admitiu a existência de prolongamentos nos continentes, à semelhança de pontes que, posteriormente, se teriam afundado.

Até 1960, muitos geólogos admitiram a existência dessas “pontes” ligando os diferentes continentes.

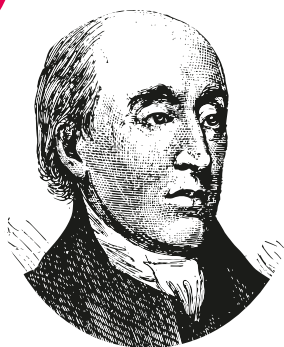
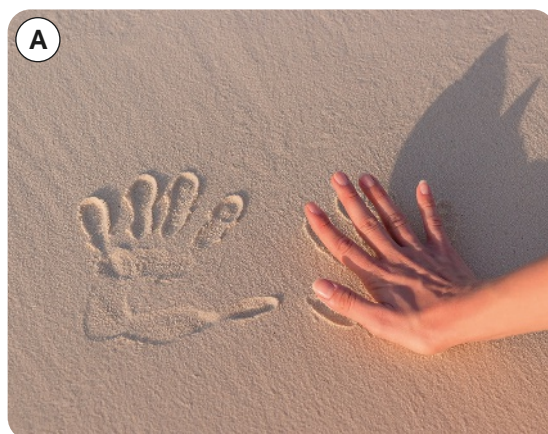


Fig. 19 James Hutton (1726-1797).

O **uniformitarismo** afirma que os diferentes aspetos geológicos na Terra podem ser explicados à luz de processos que ocorrem na atualidade, de modo idêntico aos que ocorreram no passado. O principal defensor do uniformitarismo foi o geólogo escocês **Hutton**, que, juntamente com outros cientistas, refutou o catastrofismo.

Hutton, considerado o pai da Geologia moderna, afirmou que os aspetos geológicos das paisagens podem ser explicados por comparação com processos ocorridos atualmente. Também reconheceu que as montanhas mudam ao longo do tempo, tendo sido esculpidas e desgastadas pela ação lenta dos agentes erosivos que continuam a atuar. Hutton admitiu ainda que a grande espessura das rochas sedimentares encontradas à superfície dos continentes resulta de materiais removidos de outras rochas e de depósitos de sedimentos dos fundos marinhos. Frisou que o tempo necessário para que este processo ocorresse teria de ser muitíssimo longo.

O uniformitarismo baseia-se em dois princípios: o atualismo e o gradualismo. Segundo o **atualismo**, ou princípio das causas atuais, deve explicar-se o passado a partir do que se observa hoje, ou seja, as causas que provocaram determinados processos no passado são semelhantes às que provocam o mesmo tipo de processos no presente. Este princípio está resumido na frase "o presente é a chave do passado".



Fonte: Por Fbat - Obra do próprio, CC BY-SA 3.0

Fig. 20 Exemplo de aplicação do princípio do atualismo: A – As marcas atuais da mão na areia indicam a presença de uma pessoa; B e C – As marcas de patas indicam a passagem de dinossauros há cerca de 175 milhões de anos, num ambiente semelhante (reconstituição provável, no Monumento Natural das Pegadas de Dinossauros, Ourém, Portugal).

Segundo o **gradualismo**, as mudanças geológicas na superfície terrestre ocorrem de modo uniforme, lento e gradual.

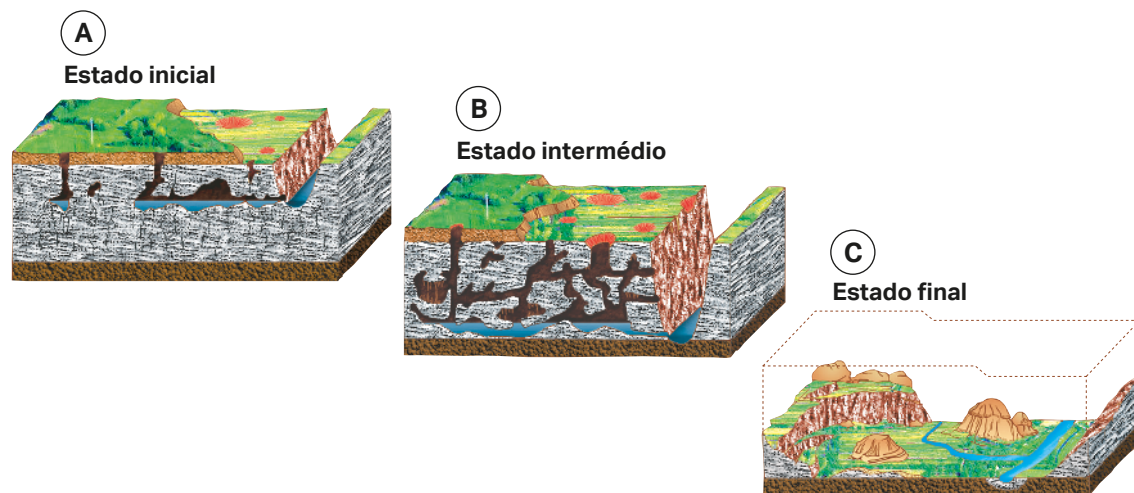


Fig. 21 Exemplo de aplicação do princípio do gradualismo: A – O maciço calcário está sujeito aos agentes de meteorização, formando fendas e cavidades; B e C – As fendas vão alargando e o calcário fica sujeito a erosão, ao longo do tempo geológico, milhares ou milhões de anos, tornando a paisagem muito diferente.

Apesar de o uniformitarismo estar em controvérsia com o catastrofismo, verifica-se que existiram no passado, e existem atualmente, processos catastróficos com influência na evolução da Terra, como, por exemplo, a extinção de grupos de seres vivos, como os dinossauros. Assim, foi sendo cada vez mais consistente uma outra linha de interpretação dos processos geológicos – o neocatastrofismo.

O **neocatastrofismo** aceita os pressupostos do uniformitarismo, reconhecendo-o como a principal linha de interpretação que permite compreender os processos geológicos, mas reconhece que as grandes catástrofes naturais, como sismos, erupções vulcânicas ou impactos de meteoritos, provocaram ou poderão vir a provocar alterações na superfície terrestre.

Aprende mais

A **extinção do Cretácico-Paleogénico**, que coincidiu com o final da Era Mesozoica, foi uma extinção em massa, há cerca de 66 milhões de anos, que marca o final do Período Cretácico e o início do Período Paleogénico da Era Cenozoica. Teve um grande impacto na biodiversidade da Terra, pois extinguiu uma grande parte dos seres vivos, nomeadamente muitos dinossauros e outros répteis gigantes. A teoria mais aceite explica a catástrofe como resultado da colisão de um grande meteorito com a Terra, desencadeando intensa atividade vulcânica.



e Manual Digital

Atividade
Princípios do raciocínio geológico

Exercícios
Identificar os pressupostos do catastrofismo e do uniformitarismo

Identificar os pressupostos do Neocatastrofismo

1.5. Investigação em Geologia – métodos de estudo

A **Geologia**, também conhecida como Geociências ou Ciências da Terra, é a ciência que estuda a Terra, a sua formação, a sua estrutura e composição e os processos geológicos que nela ocorrem. A Geologia investiga a história da Terra, ao longo dos seus 4,6 mil milhões de anos, a partir dos testemunhos deixados nas rochas. Os geólogos, ao estudar o passado da Terra, podem prever o futuro e contribuir para uma sociedade mais sustentável. Assim, a Geologia é muito **importante para a vida das pessoas** e das populações humanas em diferentes áreas, desde a saúde ao ambiente.



Fig. 22 Geologia e saúde. O principal ingrediente da pasta dentífrica e promotor da saúde dos dentes é o flúor, um elemento químico que faz parte do mineral fluorite.



Fig. 23 Geologia e alimentação. Tudo o que comemos vem do solo. Os geólogos ajudam a aumentar a produção agrícola e a melhorar a qualidade do solo.

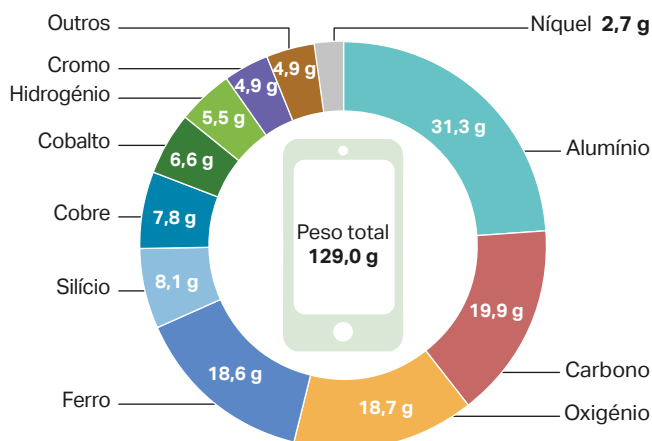


Fig. 24 Geologia e meios de comunicação. Alguns objetos do nosso quotidiano, como o telemóvel, são constituídos por uma grande variedade de materiais geológicos.



Responde tu

- 1 Apresenta outros exemplos do quotidiano que demonstrem a importância da Geologia.

O **objetivo da investigação em Geologia**, tal como o de todas as áreas da ciência, é explicar o modo como funciona o Universo. Para tal, os geólogos vão construindo um conjunto de conhecimentos sobre a realidade que os rodeia, obtidos através da aplicação do método científico.

O **método científico** é um modo de obter conhecimento sobre a realidade que resulta na produção de conhecimentos científicos. O método científico envolve várias etapas, como observação, formulação de questão-problema, formulação de hipótese e previsão, experimentação, recolha de dados, análise dos dados, conclusão e comunicação.

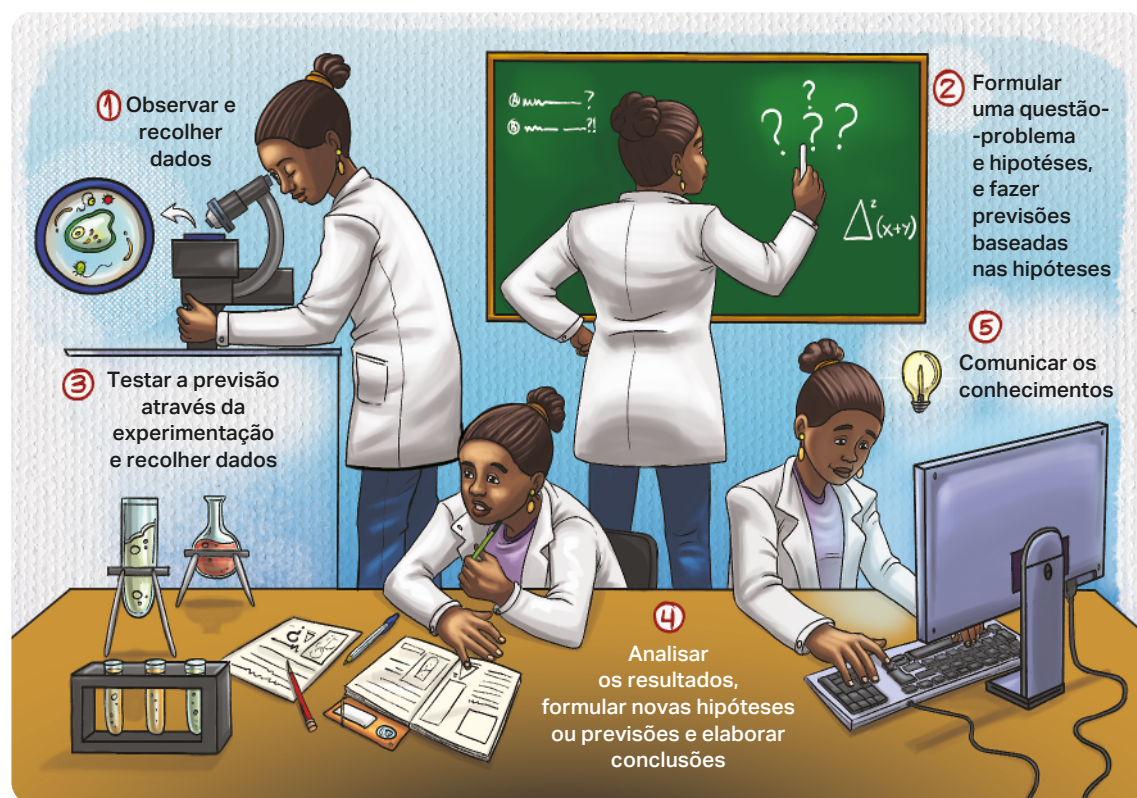


Fig. 25 Principais passos do método científico.

Os geólogos fazem trabalho de campo, trabalho laboratorial e trabalho de gabinete, com destaque para a cartografia geológica. O **trabalho de campo** inclui, por exemplo, a observação e recolha de amostras de rochas. O **trabalho laboratorial** inclui a análise microscópica, química e física dos materiais geológicos. A **cartografia geológica** inclui a elaboração de mapas com a localização das estruturas geológicas bem como das rochas e formações geológicas.

Os geólogos, tal como outros cientistas, usam métodos diretos e indiretos no seu trabalho. Os **métodos diretos** fornecem dados obtidos a partir da observação direta das rochas, paisagens ou processos geológicos e da experimentação. Os **métodos indiretos** fornecem dados obtidos a partir da análise de documentos, como estudos científicos e relatórios técnicos, ou de dados fornecidos por equipamentos, como os satélites e instrumentos de registo de atividade sísmica.

Atividade prática

Os materiais geológicos no nosso quotidiano

Na escola, em casa, no ambiente de trabalho e mesmo de lazer, podemos facilmente identificar equipamentos, aparelhos, móveis, utensílios e numerosos objetos cujo fabrico envolve uma variedade de produtos derivados de materiais geológicos, como minerais, metais ou combustíveis fósseis, entre muitos outros.



Fig. 1 As rochas e os minerais fazem parte do nosso quotidiano.



Fig. 2 Consumo anual médio de alguns materiais geológicos, por pessoa, nos EUA.

- 1 Completa o texto da figura 1, substituindo as letras, A a E, pelos termos corretos.
- 2 Relativamente à figura 2, refere:
 - 2.1. o material geológico mais consumido por uma pessoa dos EUA;
 - 2.2. uma utilização do alumínio;
 - 2.3. os materiais mais utilizados na construção civil.
- 3 Faz uma pesquisa e elabora uma tabela com o consumo médio por pessoa de alguns materiais geológicos em Cabo Verde.

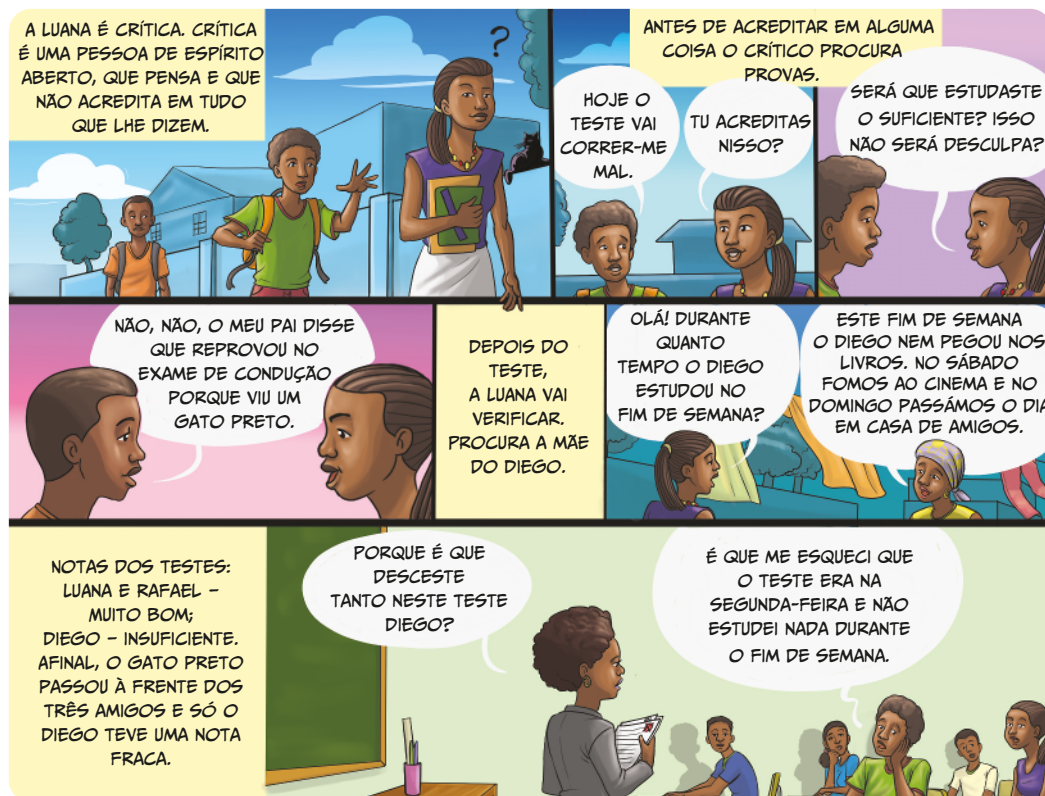
Atividade prática

Sê crítico! Sê crítica!

Os futuros e as futuras profissionais da Geologia ou de outra área científica serão responsáveis por aplicarem o método científico, investigando se uma determinada teoria ou conceito é, de facto, real e se comprova ou não o senso comum. Assim, devem estar apetrechados com a “arma” do **pensamento crítico**.

Algumas características de uma pessoa com pensamento crítico:

- Pensa;
- Tem espírito aberto;
- É muito curiosa;
- Vê e ouve com atenção;
- Questiona o que vê e ouve;
- Quer respostas claras, que façam sentido na atualidade;
- Quer sempre perceber a explicação de um fenómeno;
- Tenta encontrar um modo simples e realista de explicar uma história disparatada;
- Antes de decidir se algo é verdadeiro ou falso, procura evidências;
- Valida informação através do consenso da comunidade científica.



- 1 Descreve um outro exemplo semelhante ao da investigação feita pela Luana.
- 2 Justifica se tu és ou não uma pessoa com pensamento crítico.

Atividade experimental Problema do cotidiano

As atividades de laboratório e experimentais podem ser muito úteis na consolidação dos conhecimentos que vais construindo durante as aulas teóricas e podem ser usadas para investigar e descobrir respostas a problemas do quotidiano.

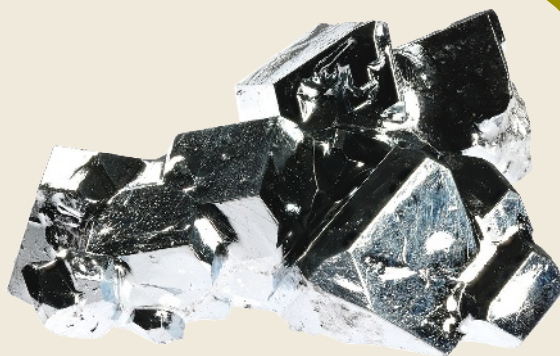


Fig. 1 O gálio é um metal. Este material geológico, na forma de arsenieto de gálio, é usado nos díodos emissores de luz, LED, *light-emitting diode*.



Atividade experimental Modelo de escorrência da lava

A lava é um dos materiais geológicos expelidos pelos vulcões e pode ser mais ou menos viscosa. Os **modelos científicos** são representações ou simulações que podem ajudar a compreender a realidade que nos rodeia. Nesta atividade vais simular a lava utilizando o mel.

Observação

Ao ser expelida pelo vulcão, a lava escorre mais ou menos facilmente.



Questão

Por que razão a lava é mais ou menos viscosa?

Hipótese

A quantidade de água no magma influencia a viscosidade da lava.

Previsão

Duas misturas de mel com diferentes quantidades de água vão escorrer de modo diferente.

Experimentação

- Preparar uma mistura **M1**
M1 = 30% de água
+ 70% de mel



- Depositar uma gota de cada mistura no topo de uma folha de papel milimétrico colocada num plano inclinado.
- Aguardar um minuto.
- Anotar o comprimento, em centímetros, das duas misturas.

Experimentação

- Preparar uma mistura **M2**
M2 = 50% de água
+ 50% de mel



Resultado

Elabora uma conclusão que explique a diferença na escorrência da lava, estabelecendo a relação com o tipo de erupção vulcânica.



Atividade de campo

Blocos rochosos nas ilhas de Santiago e Maio

Planifica e realiza com os teus professores uma atividade de campo, aplicando as etapas do método científico. Podem, por exemplo, visitar os blocos rochosos na ilha de Santiago.

Relembra que a atividade de campo envolve três fases.

- 1. Fase de preparação.** Ocorre na sala de aula e deve ser desenvolvida com a participação ativa dos alunos e professores. Envolve a definição de objetivos, a seleção da área de estudo, a definição do percurso e a elaboração de um roteiro.
- 2. Atividade de campo.** Ocorre num ambiente exterior à sala de aula e permite a interação com os materiais e processos geológicos. Nesta fase, são concretizados os objetivos definidos para a atividade de campo.
- 3. Fase de síntese.** Ocorre novamente na sala de aula ou no laboratório. Destina-se à catalogação e identificação de amostras, fotografias ou outros materiais e à avaliação da atividade.



Megatsunami em Cabo Verde

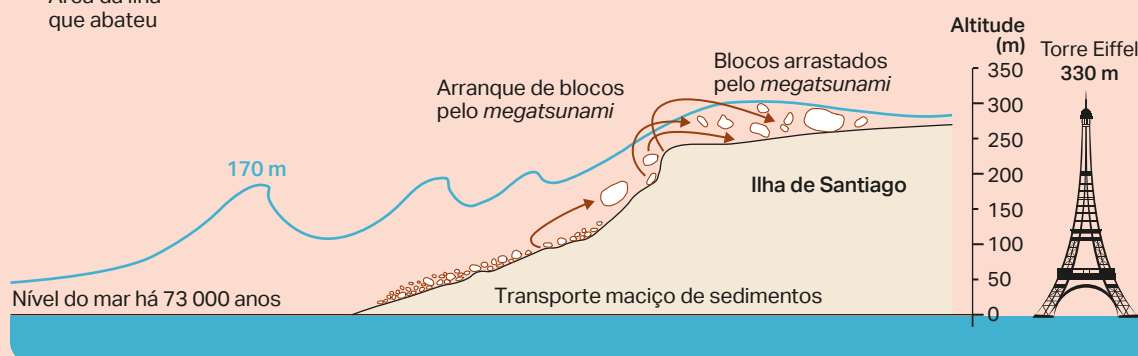


Fig. 1 Bloco no planalto do Tarrafal, no norte da ilha de Santiago, que se destaca pela sua dimensão, e esquema explicativo do transporte de blocos pelo megatsunami.

Em resumo...

Qual é o conceito de Geologia?

A **Geologia** é a ciência que se dedica fundamentalmente ao estudo da geosfera. Os **geólogos** e as **geólogas** são cientistas que se dedicam ao estudo da Geologia.

Quais são alguns dos ramos da Geologia?

A **geologia dos recursos naturais** estuda as fontes de energia.

A **geofísica** aplica os métodos da Física ao estudo da Terra.

A **geoquímica** aplica os métodos da Química ao estudo da Terra.

A **geologia ambiental** participa na resolução de problemas ambientais.

A **hidrogeologia** estuda as águas subterrâneas.

A **geologia da engenharia** ocupa-se da estabilidade de terrenos para construção civil.

A **mineralogia** estuda a estrutura, composição e propriedades dos minerais.

A **petrologia** estuda fundamentalmente os processos de formação das rochas.

A **sismologia** estuda o comportamento das ondas sísmicas.

A **vulcanologia** estuda a localização, formação e erupções vulcânicas.

A **estratigrafia** estuda a ordem, natureza e tempo de duração dos processos geológicos.

A **paleontologia** dedica-se ao estudo de fósseis e ambientes do passado geológico.

A **astrogeologia** estuda a geologia de outros corpos celestes.

Quais são alguns marcos da história da Geologia?

Aristóteles, na Grécia Antiga, estudou as águas subterrâneas, os terremotos e os vulcões, entre outros temas geológicos.

Plínio, o Velho, no período romano, escreveu, por exemplo, sobre a utilização de minerais e metais.

Leonardo da Vinci, no século XV, refletiu e publicou sobre inúmeros processos geológicos, como a formação de fósseis.

Georgius Agricola, no século XVI, descreveu processos de mineração e é um dos fundadores da Geologia como disciplina científica.

Nicolaus Steno, no século XVII, estabeleceu os princípios básicos da Estratigrafia, rejeitados pelos seus contemporâneos e apenas aceites no século XIX.

Em resumo...

Quais são os princípios básicos do raciocínio geológico?

Segundo o **catastrofismo**, as grandes alterações ocorridas à superfície da Terra são provocadas por catástrofes pontuais, destrutivas e, por vezes, globais. O principal defensor do catastrofismo foi **Cuvier**.

Segundo o **uniformitarismo**, os processos geológicos do passado da Terra podem ser explicados à luz de processos que ocorrem atualmente. O principal defensor do uniformitarismo foi **Hutton**.

O uniformitarismo baseia-se em dois **princípios**: o atualismo e o gradualismo.

Segundo o **atualismo**, as causas que provocaram determinados processos no passado são semelhantes às que provocaram o mesmo tipo de processos no presente.

Segundo o **gradualismo**, as mudanças geológicas na superfície terrestre ocorrem de modo uniforme, lento e gradual.

Atualmente, considera-se o **neocatastrofismo**, que aceita os pressupostos do uniformitarismo e, simultaneamente, reconhece que as grandes catástrofes naturais provocam alterações na Terra.

Quais são alguns exemplos do quotidiano que demonstram a importância da Geologia?

O solo é fonte de **alimentos** e é formado por rochas e minerais.

A **pasta dentífrica** tem flúor, que faz parte do mineral fluorite.

O **telemóvel** é constituído por uma grande variedade de materiais geológicos, como o cobre e o ferro.

Quais são as etapas do método científico usado em Geologia?

O **método científico** é um modo de obter conhecimento sobre a realidade que resulta na produção de conhecimento científico.

As principais **etapas do método científico** são: observação, questão-problema, hipótese, previsão, experimentação, recolha de dados, análise dos dados, conclusão e comunicação.

Os geólogos realizam **trabalho de campo** e **trabalho de laboratório** usando métodos diretos e indiretos.

Os **métodos diretos** fornecem dados a partir da observação direta dos materiais e processos geológicos e da experimentação.

Os **métodos indiretos** fornecem dados a partir da análise de documentos ou de dados fornecidos por equipamentos, como os satélites.

Teste formativo

- 1 Lê atentamente o excerto adaptado de uma publicação sobre uma personalidade histórica importante no desenvolvimento da ciência, em geral, e da Geologia, em particular.

Nas suas pinturas observam-se vários elementos geológicos, como estratos, icnofósseis e processos de meteorização.

Uma das suas obras-primas é a pintura a óleo *Virgem das Rochas* (1483-1485, Louvre, Paris). Nela está representada uma gruta com arenitos (rocha sedimentar) e diábases (rocha magmática), localizadas em segundo plano junto à cabeça da Virgem.

Na parte inferior da pintura (seta a indicar), é possível observar rochas estratificadas com evidências de bioturbação (estruturas causadas pela atividade orgânica de seres vivos nos sedimentos). O seu autor usou os estratos para criar um efeito tridimensional.

Baseado em:
https://en.wikipedia.org/wiki/Virgin_of_the_Rocks
<https://www.researchgate.net/publication/339145986>,
 pesquisado em 13-06-2023



Fig. 1 Leonardo da Vinci, *Virgem das Rochas* (1483-1485, Louvre, Paris).

- 1.1. Apresenta uma definição do conceito de Geologia.
- 1.2. Nomeia o autor da pintura.
- 1.3. "Nas suas pinturas observam-se vários elementos geológicos".
 Refere o ramo da Geologia que estuda:

1.3.1. os estratos; 1.3.2. os fósseis;	1.3.3. as rochas sedimentares; 1.3.4. as rochas magmáticas.
---	--
- 1.4. Seleciona a opção que completa corretamente a frase.
 O autor da pintura viveu...

(A) na Civilização Egípcia. (B) na Grécia Antiga.	(C) na Idade Média. (D) no Renascimento.
--	---

Teste formativo

2 Observa atentamente a figura 2.

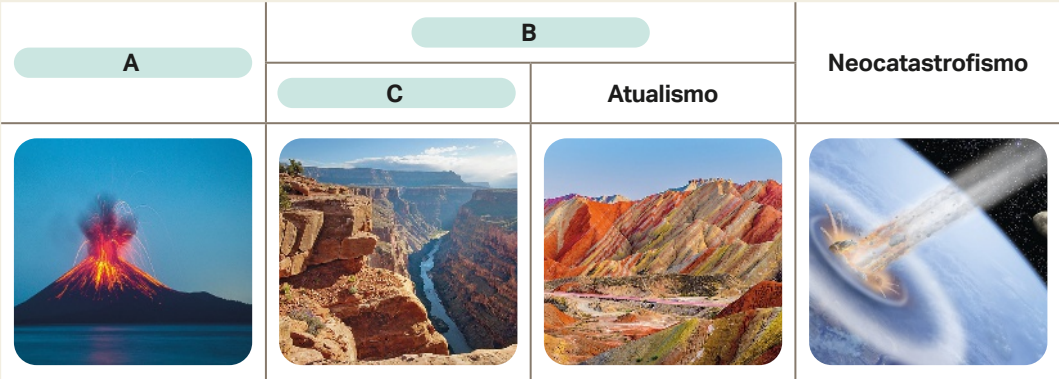


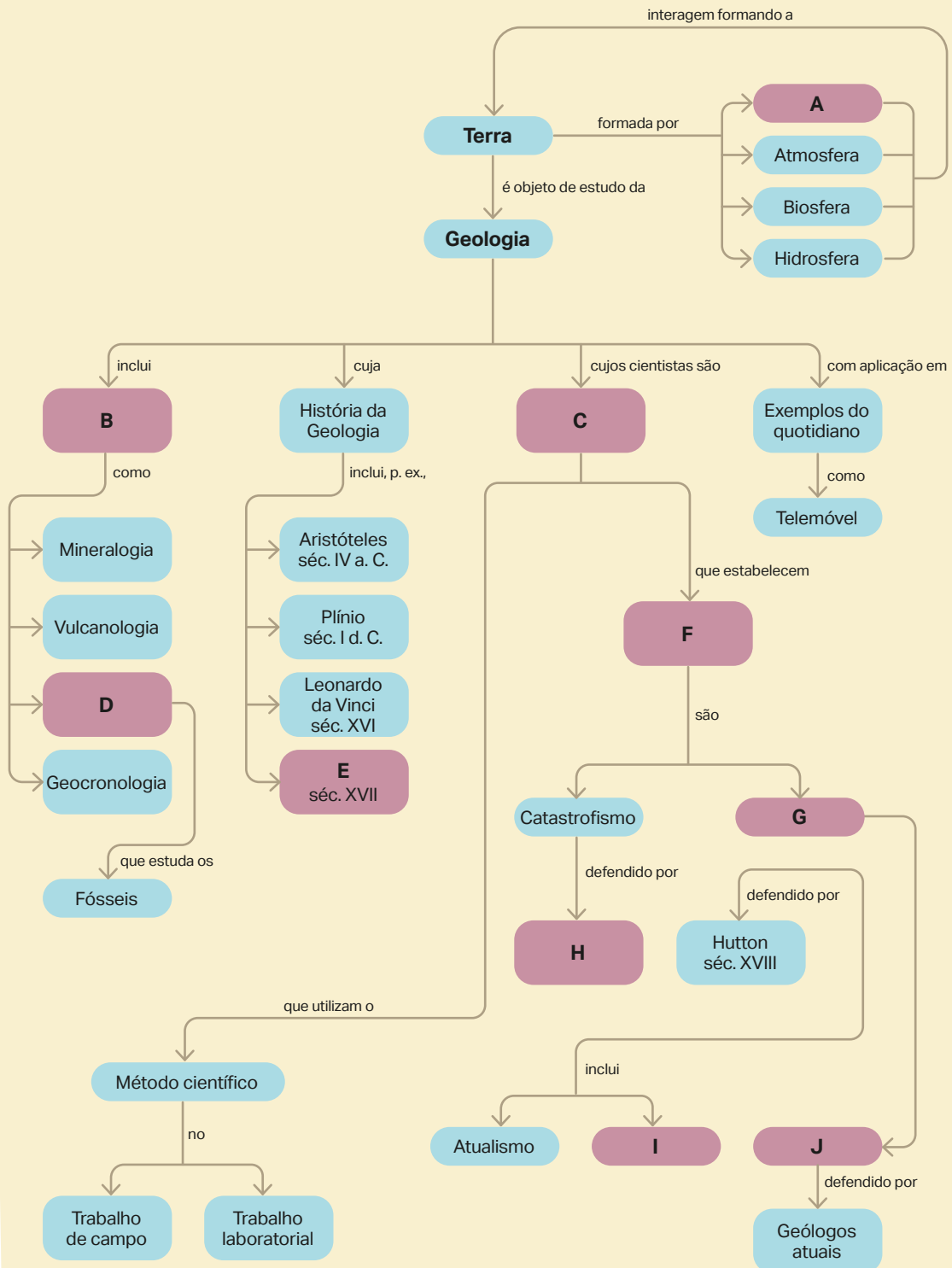
Fig. 2

- 2.1. Explica o que representa a figura 2.
- 2.2. Faz corresponder às letras A, B e C o termo correto.
- 2.3. Explica o que entendes por atualismo e neocatastrofismo.

3 Os geólogos exercem a sua competência e experiência em vários campos da sociedade. Estabelece a correspondência correta entre as frases da coluna I e os termos da coluna II.

Coluna I	Coluna II
1. Antecipar grandes erupções vulcânicas a tempo de evacuar as populações que habitam em áreas de risco. 2. Recomendar locais para aterros sanitários de modo a evitar a contaminação do solo e da água superficial e subterrânea. 3. Fornecer instrumentos para reduzir a vulnerabilidade das comunidades a sismos, tsunamis, deslizamentos de terra, etc. 4. Melhorar o aproveitamento integral dos materiais mobilizados durante a mineração. 5. Atuar junto dos agricultores para evitar ou diminuir a erosão do solo devida à utilização de técnicas agrícolas erradas. 6. Estudar e gerir a água subterrânea, recuperando os aquíferos. 7. Desenvolver as tecnologias de energias renováveis e escolher os locais mais apropriados para a sua implantação.	A – Prospeção, gestão e exploração de recursos minerais B – Conservação e gestão dos recursos hídricos C – Monitorização dos processos geológicos D – Prospeção, gestão e exploração de recursos energéticos E – Redução de desastres naturais F – Conservação e gestão de solos agrícolas G – Deposição adequada de resíduos

Mapa de conceitos



Unidade II

As rochas e a história da Terra

Capítulo 1

Os minerais

Capítulo 2

As rochas e o ciclo litológico

Capítulo 3

Contributo das rochas para a história da Terra





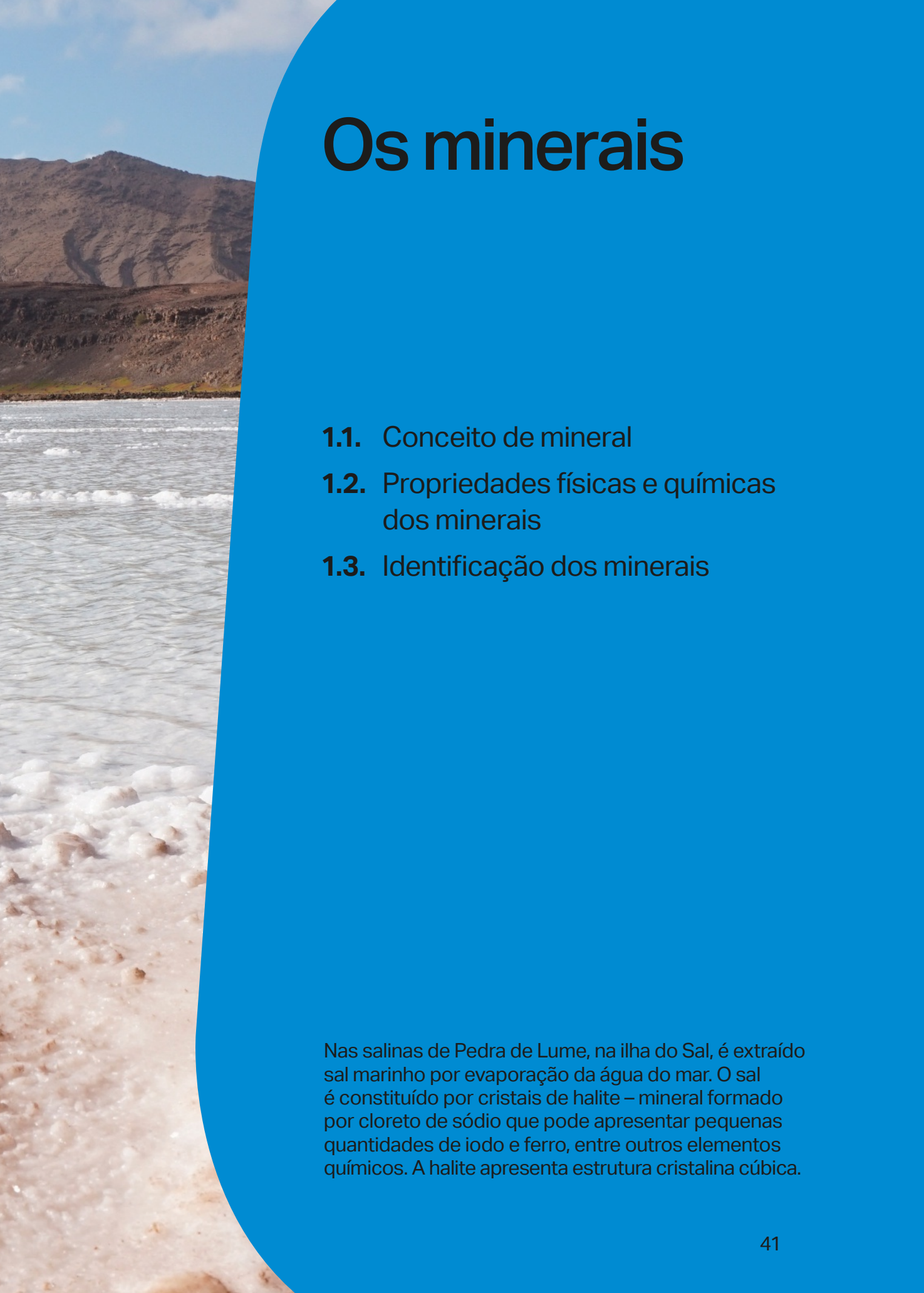
Nos sedimentos cretácicos da ilha do Maio, formados por rochas, como calcários e margas, encontram-se fósseis de amonites (na fotografia inferior), entre outros grupos. Os fósseis fornecem dados importantes sobre a idade das rochas, a evolução dos seres vivos e a história da Terra.

No final da Unidade II, serás capaz de:

- Compreender a origem dos principais tipos de rochas sedimentares, magmáticas e metamórficas como materiais geológicos importantes em ambientes terrestres;
- Classificar as rochas com base em critérios genéticos e texturais;
- Reconhecer a importância dos fósseis na datação das rochas onde estão presentes e na compreensão da história da Terra;
- Reconhecer a importância na preservação do património geológico e dos geossítios.

1



The background of the slide features a photograph of a coastal scene. In the foreground, white-capped waves are breaking onto a sandy beach. In the background, there are rugged, brownish mountains under a clear blue sky. A large, semi-circular blue graphic element is positioned on the right side of the slide, containing the title and the list of topics.

Os minerais

- 1.1.** Conceito de mineral
- 1.2.** Propriedades físicas e químicas dos minerais
- 1.3.** Identificação dos minerais

Nas salinas de Pedra de Lume, na ilha do Sal, é extraído sal marinho por evaporação da água do mar. O sal é constituído por cristais de halite – mineral formado por cloreto de sódio que pode apresentar pequenas quantidades de iodo e ferro, entre outros elementos químicos. A halite apresenta estrutura cristalina cúbica.

1.1. Conceito de mineral

Um **mineral** é um corpo sólido e com estrutura cristalina específica, natural e inorgânico, de composição química definida. Os minerais são os constituintes das rochas.

Natural e inorgânico

Os minerais são materiais naturais, isto é, são formados por processos geológicos em que não há intervenção humana e não resultam da matéria orgânica dos seres vivos. São formados a partir da solidificação do magma, como a olivina, ou por precipitação química a partir de soluções aquosas, como a halite, ou por recristalização no estado sólido, como a granada.



Fig. 1 A – Granada; B – Halite;

Composição química definida

Os minerais possuem uma composição química específica, ou seja, sempre constante, em que os mesmos elementos são combinados nas mesmas proporções, traduzidas numa fórmula química. A maioria dos minerais resulta da combinação de dois ou mais elementos químicos. No entanto, a grafite e o diamante são constituídos apenas por um único elemento químico: o carbono.

Sólido e cristalino

Os minerais são corpos sólidos com estrutura cristalina, pois as partículas que os constituem, átomos e iões, apresentam um arranjo ordenado.

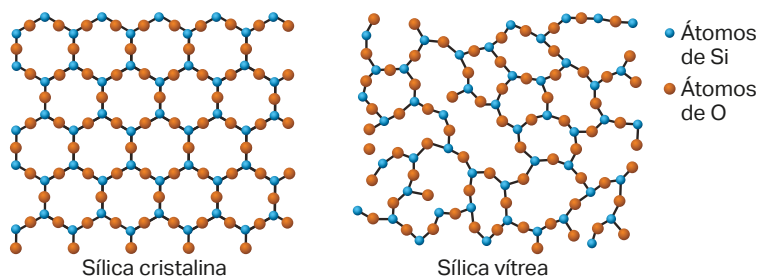


Fig. 2 Distribuição de átomos na sílica – SiO_2 . A sílica cristalina é o mineral quartzo. A sílica vítrea ou amorfa é um tipo de vidro feito de quartzo fundido.

Aprende mais

Existem substâncias inorgânicas que fazem parte de alguns seres vivos, como o **carbonato de cálcio** (CaCO_3), que são consideradas minerais. As conchas dos moluscos e os corais são constituídos por carbonato de cálcio – calcite.



1.2. Propriedades físicas e químicas dos minerais

A composição química e a organização estrutural da matéria cristalina conferem aos minerais determinadas propriedades que ajudam na sua identificação.

São exemplos de **propriedades físicas**: as propriedades óticas, como a cor, a risca e o brilho; e as propriedades mecânicas, como a dureza, a clivagem e a fratura.

São exemplos de **propriedades químicas**: o teste do sabor salgado e a efervescência por ação do ácido clorídrico.

Propriedades físicas

Cor

Na observação dos minerais, a propriedade mais visível é a cor. A cor de um determinado mineral resulta do modo como esse mineral interage com a luz. A absorção e a reflexão de determinados comprimentos de onda da luz dependem da composição química do mineral e da sua estrutura cristalina. Os **minerais idiocromáticos** apresentam sempre a mesma cor. Os **minerais alocromáticos** apresentam cor variável.



Fig. 3 A quantidade de radiação luminosa absorvida e refletida define a cor do mineral.



Fig. 4 A – A malaquite é um mineral idiocromático; B – O quartzo é um mineral alocromático.

Responde tu

- 1 Apresenta o conceito de mineral.
- 2 Refere dois exemplos de propriedades físicas e dois exemplos de propriedades químicas dos minerais.
- 3 Distingue minerais idiocromáticos de alocromáticos.

Risca

A risca ou traço é a cor do pó que se forma quando se risca o mineral numa porcelana não vidrada, por exemplo. Apenas os minerais com menor dureza do que a porcelana riscam a placa, ou seja, deixam um pó. A risca é uma propriedade importante na identificação dos minerais, pois, apesar de um mineral poder apresentar várias cores, a sua risca tem sempre a mesma cor.

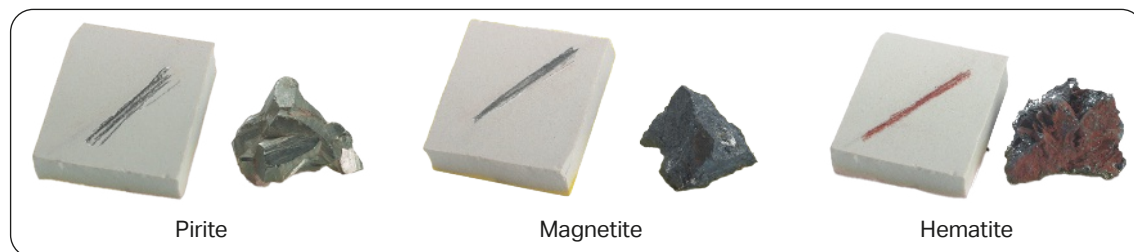


Fig. 5 A pirite ou “ouro dos tolos” tem risca negro-esverdeada. A magnetite tem risca negra e a hematite tem risca vermelha.

Dureza

A dureza é a resistência que o mineral oferece ao ser riscado por outro mineral ou por um objeto. A escala mais usada para a avaliação da dureza dos minerais é a **escala de Mohs**, constituída por 10 graus ordenados por ordem crescente de dureza. Cada um dos minerais da escala de Mohs risca o anterior e é riscado pelo seguinte. Recorrendo a objetos comuns com dureza relativa conhecida, como a unha ou o vidro, também é possível calcular a dureza dos minerais.

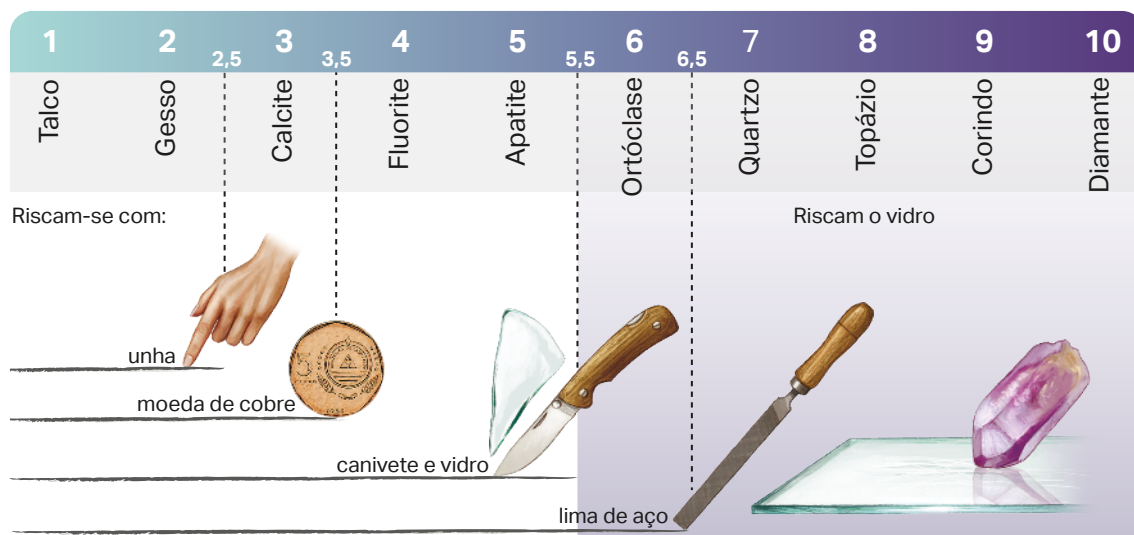


Fig. 6 Escala de Mohs. Devido ao elevado valor comercial do diamante, as escalas destinadas às escolas não o incluem.

Brilho

O brilho é o modo como os minerais refletem a luz que incide nas suas superfícies. Os **minerais com brilho metálico** refletem a luz de modo semelhante aos metais polidos. Nos **minerais com brilho não metálico**, não se observa esta semelhança.



Fig. 7 A – O cobre tem brilho metálico; B – O quartzo tem brilho não metálico.

Fratura e clivagem

A fratura e a clivagem são o modo como os minerais resistem ao choque. A **fratura** é uma propriedade apresentada por minerais que se fragmentam segundo superfícies irregulares. A **clivagem** é um tipo de fratura segundo superfícies planas e brilhantes, de direções bem definidas e constantes.

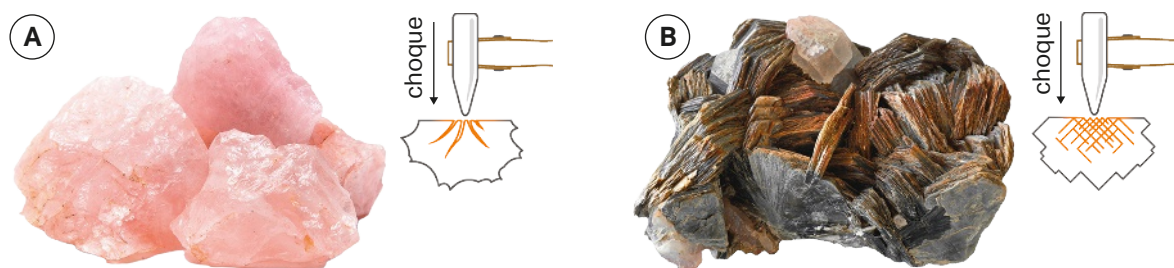


Fig. 8 A – Fratura em quartzo; B – Clivagem em mica.

Propriedades químicas

Podem ser realizados alguns testes químicos para identificar certos minerais. O teste do sabor salgado identifica o mineral halite. Um dos testes químicos mais comuns para identificar minerais é a efervescência produzida por ação de um ácido, como, por exemplo, o ácido clorídrico. A efervescência resulta da libertação de dióxido de carbono após a aplicação do ácido sobre o mineral.



Fig. 9 Sabor salgado da halite.



Fig. 10 Efervescência da calcite.

e Manual Digital

Vídeos

Como se comportam os minerais quando sujeitos a uma pancada?



Propriedades químicas dos minerais



Outras propriedades

Existem minerais que podem ser identificados por características típicas. Por exemplo, o enxofre tem odor sulfuroso semelhante ao de ovos podres, a magnetite atrai objetos ferromagnéticos e a calcite apresenta dupla refração.

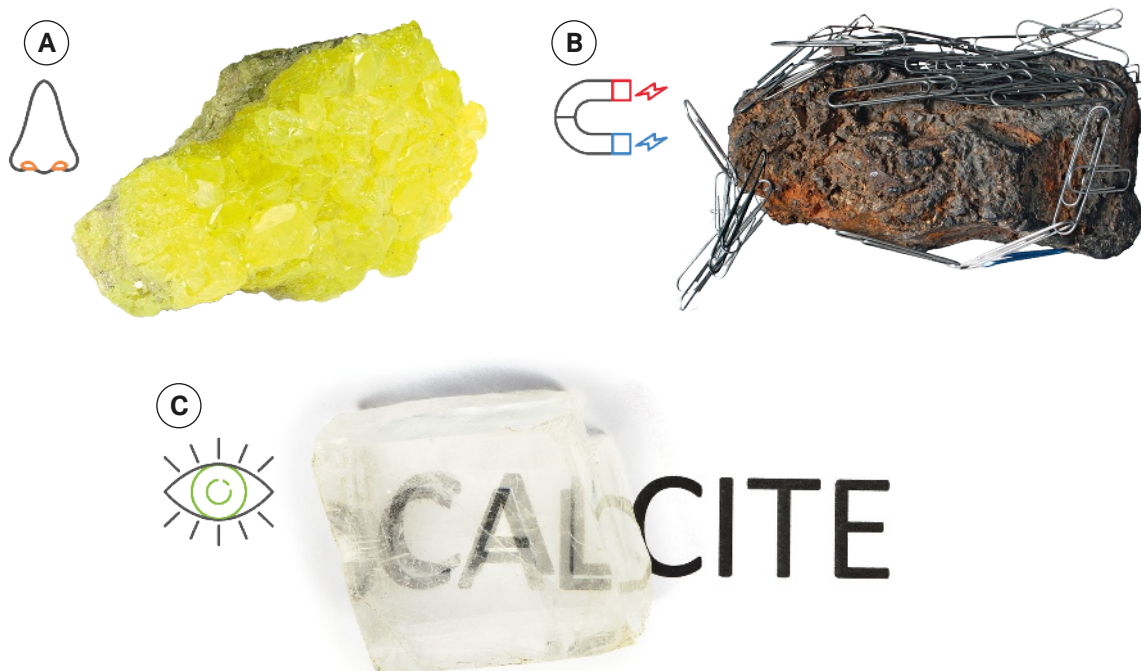


Fig. 11 Outras propriedades dos minerais: A – Enxofre; B – Magnetite; C – Calcite.

Responde tu

- 1 Explica o motivo pelo qual a risca é uma propriedade importante para a identificação dos minerais.
- 2 Relativamente à escala de Mohs:
 - 2.1. indica os minerais que podem ser riscados pela moeda de cobre;
 - 2.2. indica o intervalo de dureza dos minerais que são riscados pelo canivete;
 - 2.3. determina a dureza do mineral que risca o quartzo e é riscado pelo corindo.
- 3 Distingue fratura de clivagem.
- 4 Refere uma propriedade da magnetite.

1.3. Identificação dos minerais

As propriedades dos minerais, como a dureza, a cor, a risca, o brilho, a fratura e a clivagem, são utilizadas na sua identificação. No entanto, a identificação rigorosa dos minerais é feita através de processos mais complexos, como a microscopia e a análise química.

Atividade laboratorial Identificação dos minerais

Para determinar a dureza relativa entre dois minerais, X e Y, basta deslizar sob pressão uma aresta viva do mineral X sobre uma superfície do mineral Y. Em seguida, procede-se ao ensaio inverso, isto é, tentar riscar o mineral X com uma aresta viva do mineral Y. O mineral mais duro deverá deixar um sulco no mineral menos duro.

Material

- Amostras de mão de minerais
- Placa de vidro
- (pirite, calcite, biotite, moscovite,
- Placa de porcelana
- olivina, quartzo, etc.)
- Escala de Mohs

Procedimento

- 1 Para cada amostra de mineral, determina cada uma das propriedades:
 - cor e brilho observados;
 - dureza, riscando a amostra com os termos da escala de Mohs no sentido decrescente;
 - risca, friccionando o mineral na placa de porcelana;
 - fratura ou clivagem, aplicando uma pancada no mineral.
- 2 Regista as tuas observações.



Fig. 1 Dureza do mineral em relação a uma placa de vidro.



Fig. 3 Fratura ou clivagem do mineral.



Fig. 2 Escala de Mohs com objetos de uso corrente.



Fig. 4 Risca ou traço do mineral.



Vídeo
Identificação de minerais em rochas



Atividades
Como determinar a dureza de um mineral?

Como determinar algumas das propriedades físicas de um mineral?

Em resumo...

Qual é o conceito de mineral?

Um mineral é um **corpo natural**, isto é, formado por processos geológicos sem a intervenção humana.

Um mineral tem uma **composição química específica** que pode ser traduzida numa fórmula química.

Um mineral é um **corpo sólido com estrutura cristalina** específica, ou seja, as partículas que o constituem apresentam um arranjo espacial ordenado.

Quais são algumas propriedades físicas dos minerais?

A **cor** é a propriedade que resulta do modo como os minerais interagem com a luz. Os **minerais idiocromáticos** têm sempre a mesma cor. Os **minerais alocromáticos** apresentam cor variável.

A **risca** é a cor do pó que se forma quando o mineral risca a porcelana não vidrada ou é moído.

A **dureza** é a resistência que o mineral oferece ao ser riscado por outro mineral ou por um objeto. A **escala de Mohs** é a mais usada para avaliar a dureza.

O **brilho** é o modo como o mineral reflete a luz que incide nas suas superfícies. Existem **minerais com brilho metálico** e **minerais com brilho não metálico**.

A **fratura** é apresentada por minerais que se fragmentam segundo superfícies irregulares. A **clivagem** é um tipo de fratura segundo superfícies planas e brilhantes.

Quais são algumas propriedades químicas dos minerais?

O **sabor salgado** identifica o mineral halite.

A **efervescência** produzida por ação de um ácido identifica o mineral calcite.

Como podem ser identificados os minerais?

Os minerais podem ser identificados pelas suas **propriedades** físicas e químicas.

As **atividades laboratoriais** permitem identificar algumas propriedades dos minerais.

Teste formativo

1 Lê atentamente a notícia.

Um engenheiro de minas cabo-verdiano descobriu no arquipélago um mineral raro que se pensava não existir em Cabo Verde, a leucite, um composto de potássio e alumínio. A descoberta é relatada na edição *online* de segunda-feira do jornal *A Semana*, que dá conta de que o engenheiro de minas José Mejias fez a descoberta durante escavações preparatórias para a construção da barragem da Faveta, em São Lourenço dos Órgãos, no interior da ilha de Santiago.

Baseado em: <https://ibram.org.br/noticia/cabo-verde-descoberto-mineral-raro/>,
pesquisado em 12-07-2024

1.1. Completa a frase sobre as propriedades físicas do mineral referido na notícia, substituindo as letras pelos termos corretos.

"O mineral A tem B cinzenta, branca ou incolor, mas a sua C na porcelana não vidrada é sempre branca. A sua dureza é D, pois é riscado pelo quartzo e risca a apatite. Apresenta fratura concoidal e E não metálico."

1.2. Refere o nome da escala usada para avaliar a dureza do mineral.

1.3. Descreve o procedimento laboratorial para avaliar o tipo de fratura do mineral.

2 Faz corresponder a cada afirmação a letra V (verdadeira) ou F (falsa).

- (A) Amostras de quartzo de cores diferentes apresentam a mesma dureza.
- (B) Minerais com a mesma cor apresentam sempre o mesmo traço.
- (C) Os minerais podem apresentar brilho metálico ou não metálico.
- (D) O sabor salgado identifica o mineral halite.

3 Seleciona a opção que completa corretamente a seguinte frase.

A pirite é riscada pelo quartzo, mas não o consegue riscar, pelo que...

- (A) a pirite e o quartzo têm a mesma dureza.
- (B) as suas durezas não podem ser comparados.
- (C) a dureza da pirite é superior à do quartzo.
- (D) a dureza do quartzo é superior à da pirite.

4 Ordena as letras de A a E, de modo a reconstituir o procedimento para a determinação da dureza relativa da pirite.

- A – A pirite é riscada pelo quartzo.
- B – A pirite apresenta uma dureza entre 6 e 7.
- C – Selecionar uma área do mineral limpa e sem impurezas.
- D – Riscar o mineral com o termo de maior grau da escala de Mohs.
- E – A pirite não é riscada pela ortóclase.





As rochas e o ciclo litológico

2.1. Tipos de rochas

2.1.1. Rochas magmáticas

2.1.2. Rochas metamórficas

2.1.3. Rochas sedimentares

2.2. Ciclo litológico

A ação do mar nos processos de meteorização e erosão das rochas magmáticas vulcânicas é bem visível na Buracona. Esta paisagem protegida no noroeste da ilha do Sal foi criada para preservar um litoral muito representativo do ponto de vista geológico e paisagístico, pela presença de formas vulcânicas singulares, como lavas almofadadas e tubos vulcânicos.

2.1. Tipos de rochas

As **rochas** são os principais constituintes da geosfera. As rochas são corpos sólidos, naturais, formados por agregados de minerais. Diferenciam-se pela sua **mineralogia** – tipo de minerais que as constituem – e pela sua **textura** – aspeto macroscópico ou microscópico dos cristais que constituem a rocha e pelo modo como estão organizados espacialmente e ligados entre si.



Vídeo
Rocha e mineral



Fig. 1 O basalto – rocha presente em todas as ilhas de Cabo Verde – é constituído por minerais como a olivina, a augite e a plagioclase.

Aprende mais

Os minerais que ocorrem numa rocha em pequenas quantidades são chamados **minerais acessórios**. Estes minerais, como o zircão e a apatite, podem fornecer informações importantes sobre a história geológica de uma rocha e são frequentemente usados para determinar a sua idade.



Zircão



Apatite



A mineralogia e a textura de uma rocha dependem das **condições de formação da rocha**. As rochas são formadas durante processos geológicos, desde a origem da Terra até à atualidade, e testemunham as condições em que se originaram. Atendendo às características e às condições do seu processo de formação, consideram-se **três grupos de rochas**: rochas magmáticas, rochas metamórficas e rochas sedimentares.

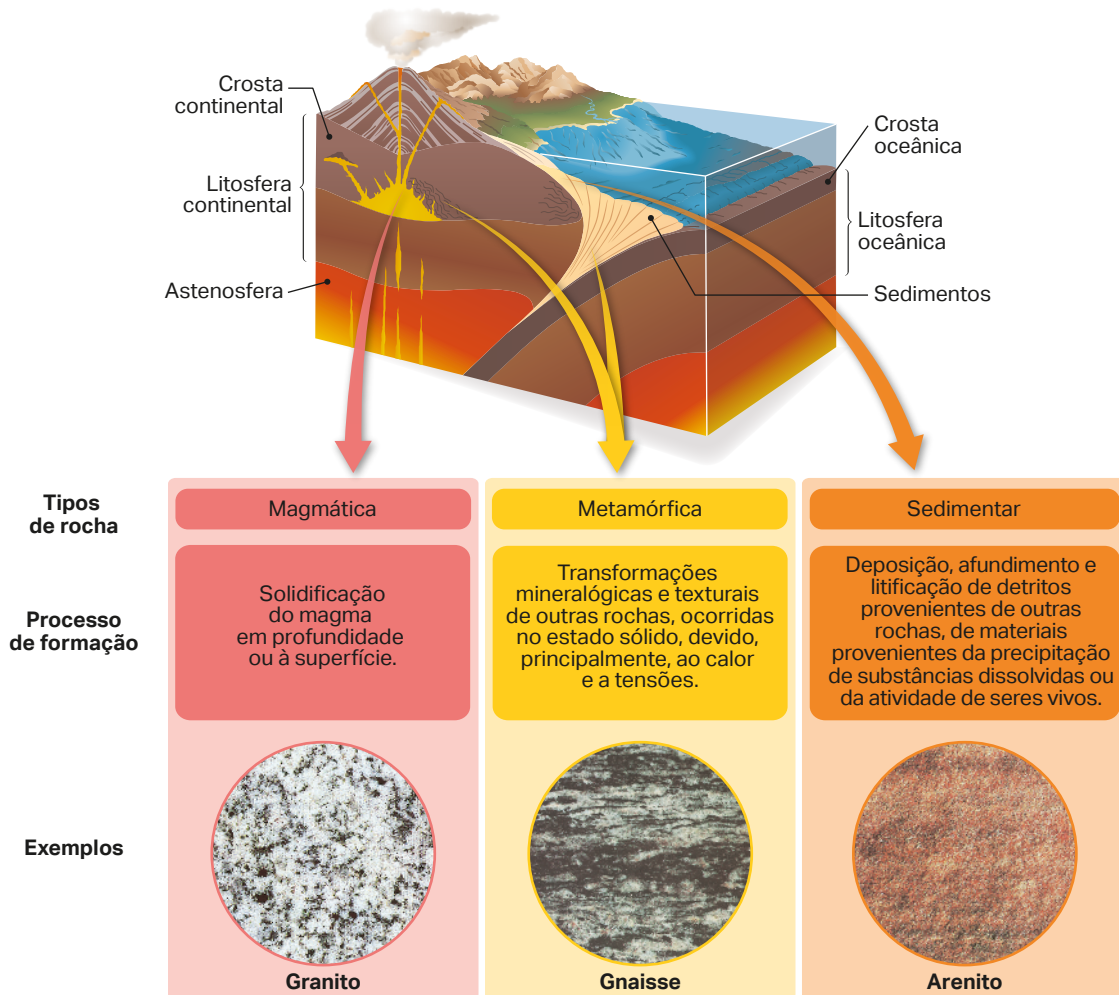


Fig. 2 Contextos geológicos em que se formam as rochas magmáticas, metamórficas e sedimentares.

Responde tu

- 1 Apresenta o conceito de rochas.
- 2 Refere como podem ser classificadas as rochas quanto à sua génese.
- 3 Atendendo ao ambiente de formação, classifica:
 - 3.1. o basalto que encontras em todas as ilhas de Cabo Verde;
 - 3.2. a marga da ilha do Maio.

2.1.1. Rochas magmáticas

As **rochas magmáticas** originam-se por solidificação do magma e podem ser vulcânicas ou plutónicas. As **rochas vulcânicas** solidificam na superfície terrestre ou perto desta e são as mais abundantes em Cabo Verde. As **rochas plutónicas** solidificam em profundidade.

O **magma** é uma mistura complexa que resulta da fusão de materiais rochosos a temperaturas entre 700 °C e 1500 °C. Um magma pode ter, simultaneamente, três frações: líquida, sólida e gasosa.

A **fração líquida** contém os elementos químicos mais frequentes na crosta terrestre: silício e oxigénio e, em menores quantidades, alumínio, potássio, cálcio, sódio, ferro e magnésio. A **fração sólida** inclui minerais constituídos pelos elementos anteriores. A **fração gasosa** contém vapor de água, dióxido de carbono e dióxido de enxofre, entre outros gases que se libertam à superfície durante a erupção vulcânica que promove a extrusão do magma passando este a designar-se por lava.

A génese dos magmas está muitas vezes relacionada com a **tectónica de placas** e os diferentes limites entre as placas em movimento convergente e divergente. Estes limites correspondem a zonas da litosfera onde as condições de pressão e temperatura permitem a fusão parcial dos materiais rochosos da crosta e do manto superior, originando magmas. No entanto, existem magmas cuja origem não se relaciona com estes limites de placas, mas com domínios mais profundos, como acontece nos pontos quentes.

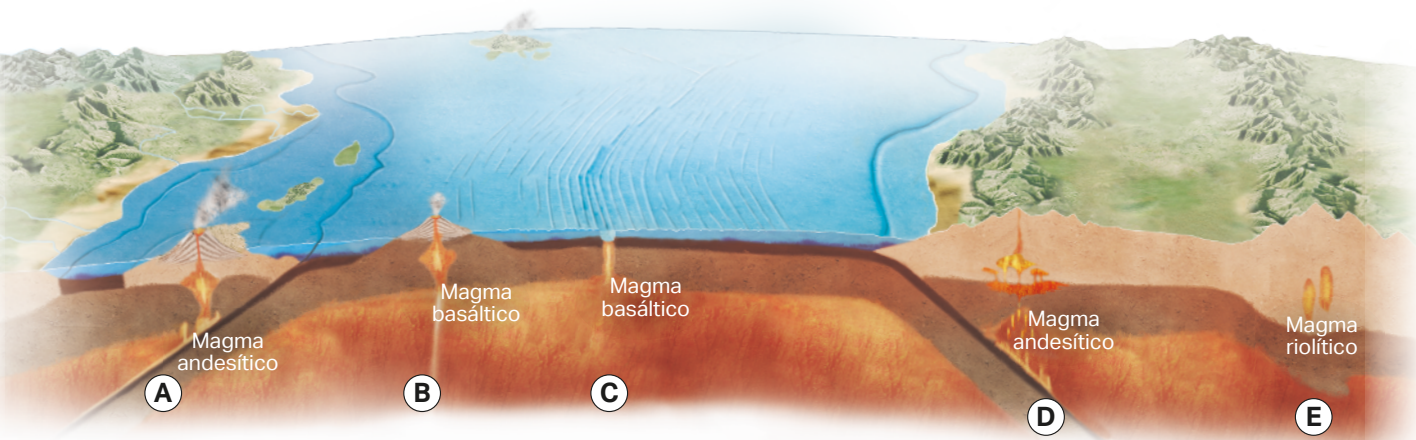


Fig. 3 Ambientes tectónicos em que se formam os magmas: A – Zona de subducção entre uma placa continental e uma oceânica; B – Zona intraplaca; C – Zona de afastamento de placas (rifte); D – Zona de subducção entre duas placas oceânicas; E – Zona de colisão entre duas placas continentais.

Aprende mais

A origem das ilhas de Cabo Verde é frequentemente atribuída à atividade de um **hotspot** ou **ponto quente** sob a Placa Núbia. A Placa Somali é uma placa tectónica que se está a formar à medida que a Placa Africana se está a partir ao longo do rifte da África Oriental. A porção da Placa Africana situada do outro lado do rifte é chamada **Placa Núbia**.



Genericamente existem três **tipos de magmas** consoante o seu teor em sílica: basálticos ou básicos, andesíticos ou intermédios e riolíticos ou ácidos.

Os **magmas basálticos**, com baixo teor em sílica, originam-se a partir de rochas do manto terrestre, como o peridotito, e ocorrem ao longo dos riftes e dos pontos quentes. Se solidificarem lentamente em profundidade, formam **gabros**. Se solidificarem à superfície, formam **basaltos**. Os basaltos são predominantes em Cabo Verde.

Os **magmas andesíticos**, com teor em sílica intermédio, resultam da fusão dos materiais rochosos da placa tectónica em subdução misturados com os da placa acima desta. Se consolidarem em profundidade, formam **dioritos**. Se consolidarem à superfície, formam **andesitos**.

Os **magmas riolíticos**, com elevado teor em sílica, formam-se em zonas de convergência de placas tectónicas continentais, com formação de cadeias montanhosas. Se consolidarem em profundidade, a situação mais frequente, formam **granitos**. Se consolidarem à superfície, formam **riolitos**.

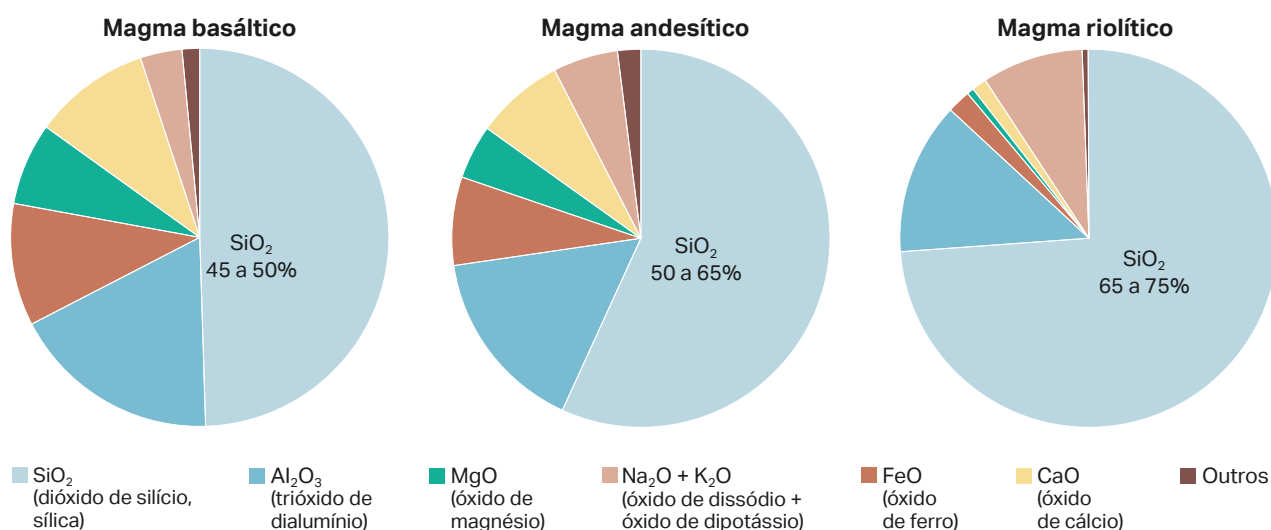


Fig. 4 Tipos de magmas consoante o seu teor em sílica.

Responde tu

- 1 Explica a origem dos magmas.
- 2 Distingue os tipos de magmas.
- 3 O arquipélago de Cabo Verde fica situado numa região elevada do fundo oceânico, entre a costa africana e o rifte da dorsal médio-atlântica. Recorda as aprendizagens do 8.º ano e analisa a figura 3.
 - 3.1. Caracteriza o tipo de magma que origina as rochas de Cabo Verde.
 - 3.2. Indica na figura 3 um ambiente tectónico semelhante a Cabo Verde.

Diferenciação magmática e cristalização fracionada

Apesar de existirem apenas três tipos fundamentais de magmas, existem numerosas variedades de rochas magmáticas. No processo de **diferenciação magmática**, um único magma pode originar diferentes tipos de rochas, pois é constituído por uma mistura complexa que, ao solidificar, forma diferentes associações de minerais.

Atendendo a que a cristalização dos diferentes minerais ocorre a temperaturas distintas, formam-se durante o processo de diferenciação diversas associações de cristais e, finalmente, um magma residual.

O cientista que primeiro compreendeu a importância da diferenciação magmática foi **Norman Bowen** (1887-1956). A partir de numerosas experiências laboratoriais, Bowen estabeleceu a sequência de reações que ocorrem no magma durante a diferenciação magmática – **séries de Bowen**. Existem duas séries de reações que refletem fenómenos que ocorrem ao mesmo tempo, à medida que a temperatura do magma vai baixando: a **série descontínua**, ou série dos minerais ferromagnesianos, e a **série contínua**, ou série das plagioclases.

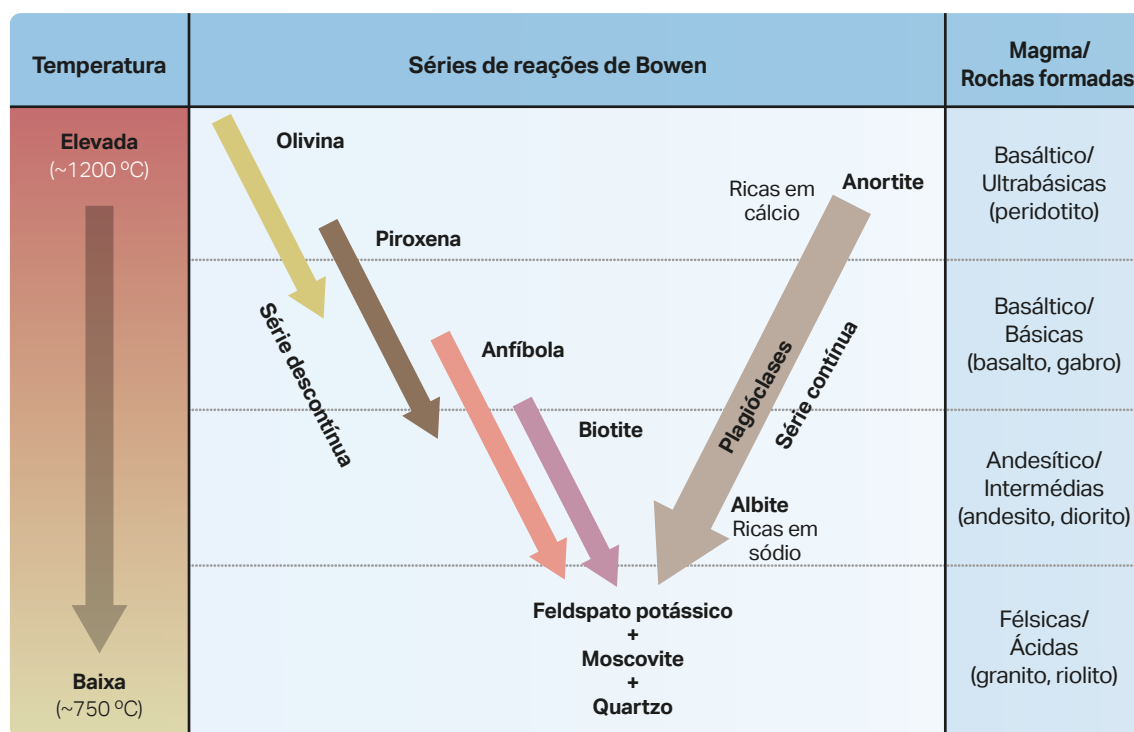


Fig. 5 Séries de Bowen. Segundo Bowen, é possível que um magma basáltico inicial possa produzir magmas diferentes.

Aprende mais

Em Cabo Verde existem fonólitos, particularmente na ilha Brava, onde predominam. Também existem em menor quantidade nas outras ilhas, como Santiago, sendo o Monte Graciosa no Tarrafal o melhor e maior representante deste tipo de rochas nesta ilha, S. Nicolau e Santo Antão.



A diferenciação magmática deve-se maioritariamente à **cristalização fracionada**, ou seja, a cristalização acontece em tempos diferentes. Durante o arrefecimento do magma, na série descontínua, primeiro formam-se as **olivinas**, cujo ponto de fusão é mais elevado. Posteriormente cristalizam as **piroxenas**, depois as **anfíbulas** e, por fim, a **biotite**. Simultaneamente, com a cristalização da olivina forma-se a **anortite** da série contínua. À medida que a temperatura vai diminuindo, o cálcio pode ser progressivamente substituído por sódio, originando a série das plagióclases sucessivamente mais ricas em sódio, como a **albite**. A temperaturas mais baixas, o magma residual formará **feldspato potássico**, **moscovite** e, finalmente, **quartzo**, que cristaliza nos espaços entre os cristais já formados.

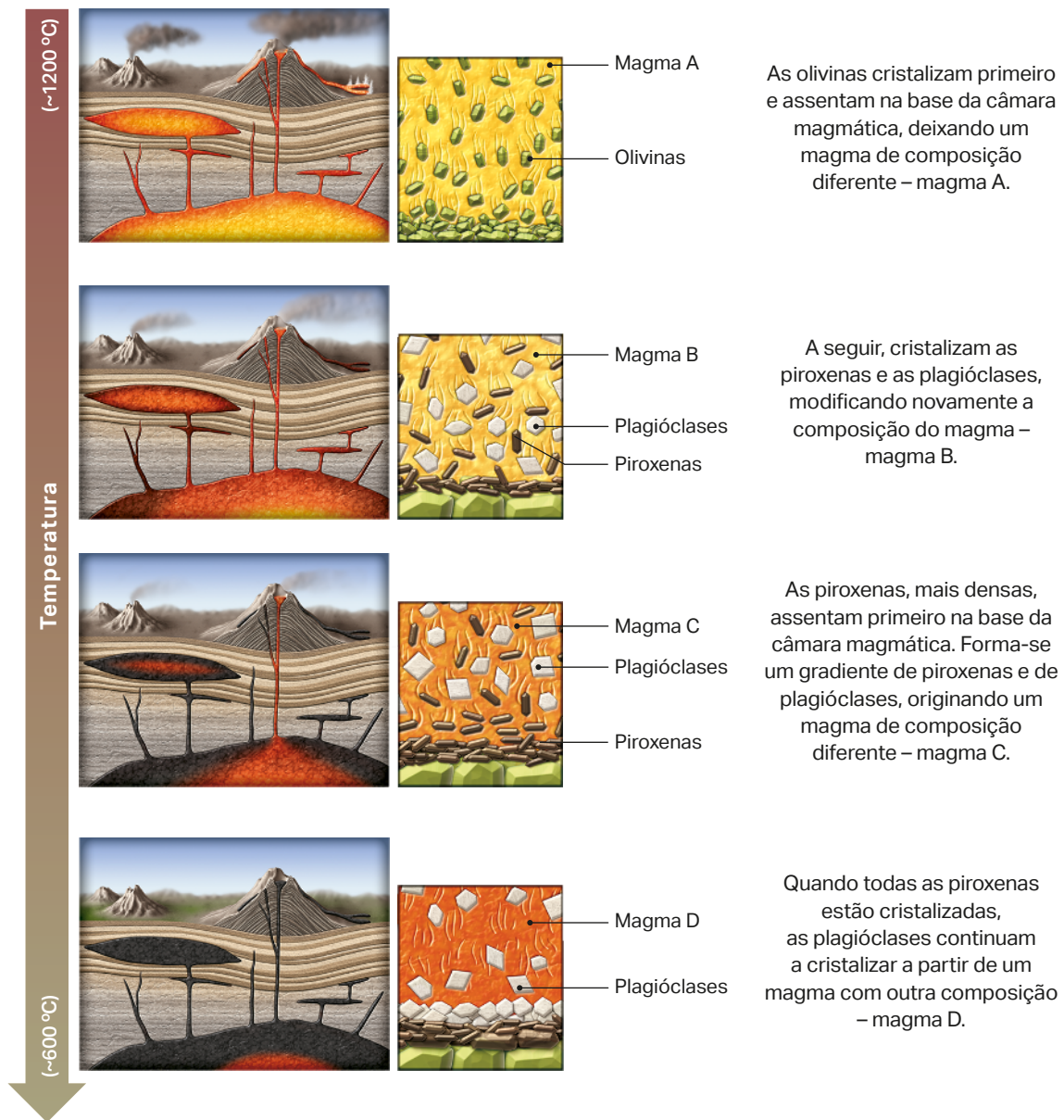


Fig. 6 Diferenciação magmática por cristalização fracionada.

Classificação das rochas magmáticas

A **classificação das rochas magmáticas** pode ser baseada em vários critérios, como a composição química, a composição mineralógica, a cor e a textura.

Composição química

Os minerais mais abundantes que constituem as rochas magmáticas são os silicatos. Quimicamente, e porque o oxigénio é o elemento mais abundante, é costume exprimir-se as variações dos componentes em termos de óxidos. O óxido mais importante é o dióxido de silício, SiO_2 , ou sílica. De acordo com este critério, as rochas magmáticas podem ser classificadas em **ácidas, intermédias, básicas e ultrabásicas**.

Designação	Percentagem de sílica	Exemplos
Rochas ácidas	$\text{SiO}_2 > 65\%$	Granito, riolito
Rochas intermédias	$65\% > \text{SiO}_2 > 55\%$	Diorito, andesito
Rochas básicas	$55\% > \text{SiO}_2 > 45\%$	Gabro, basalto
Rochas ultrabásicas	$\text{SiO}_2 < 45\%$	Peridotito

Tab. 1 Classificação das rochas magmáticas com base na composição química, nomeadamente no teor em SiO_2 .

Composição mineralógica

Os minerais essenciais das rochas magmáticas classificam-se em dois grupos caracterizados pela composição química e pela sua tonalidade: félsicos e máficos. Os **minerais félsicos**, como o quartzo, os feldspatos, ortóclase e plagioclase, e a moscovite, têm cores claras e são ricos em sílica. Os **minerais máficos**, como a biotite, as piroxenas, as anfíbolas e a olivina, têm cores escuras e são ricos em ferro e magnésio.

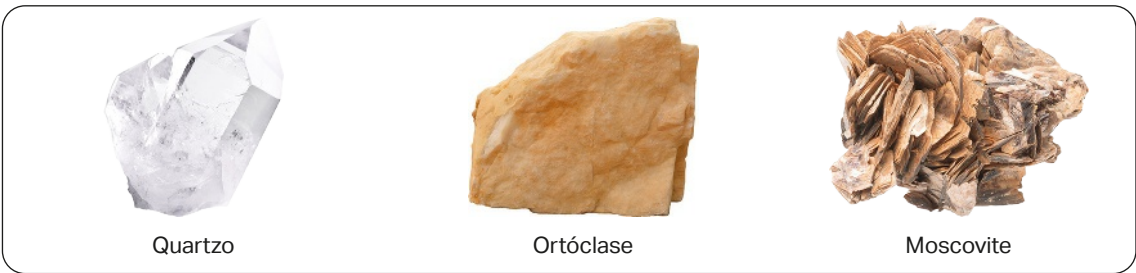


Fig. 7 Minerais félsicos.

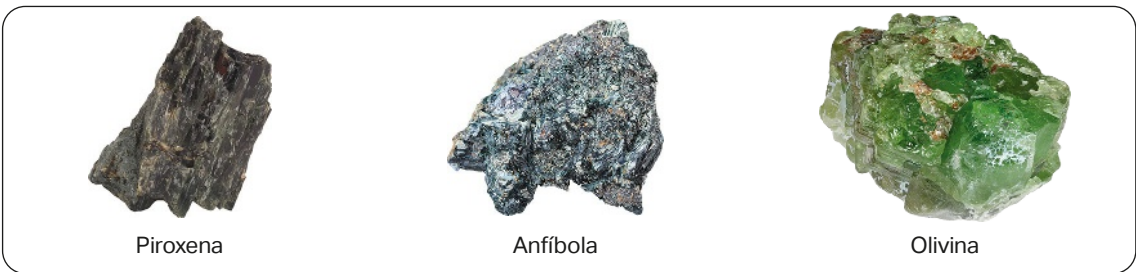


Fig. 8 Minerais máficos.

Cor

A cor das rochas magmáticas está relacionada com a quantidade de minerais félsicos e máficos que nelas existe. Quando os minerais predominantes são félsicos, as rochas são claras e denominam-se **leucocratas**, como o granito e o riolito. Se os minerais predominantes são máficos, as rochas são escuras e denominam-se **melanocratas**, como o basalto e o gabro. Se as rochas apresentam coloração intermédia, denominam-se **mesocratas**, como o diorito e o andesito.



Fig. 9 Classificação das rochas magmáticas segundo a cor.

Textura

A textura é o aspeto geral da rocha resultante das dimensões, da forma e do arranjo dos minerais que a constituem. A viscosidade e o tempo de arrefecimento dos magmas são fatores que influenciam o tamanho dos cristais que se vão desenvolver. Nas rochas magmáticas, consideram-se **dois grupos de texturas**: fanerítica e afanítica.

As rochas com **textura fanerítica** ou granular são formadas por cristais bem desenvolvidos e visíveis a olho nu, como nas rochas magmáticas intrusivas ou plutónicas.

As rochas com **textura afanítica** ou agranular apresentam os minerais todos cristalizados, mas estes são de reduzidas dimensões, como nas rochas magmáticas extrusivas ou vulcânicas. A textura afanítica é característica das rochas resultantes de magmas que arrefeceram mais ou menos rapidamente.

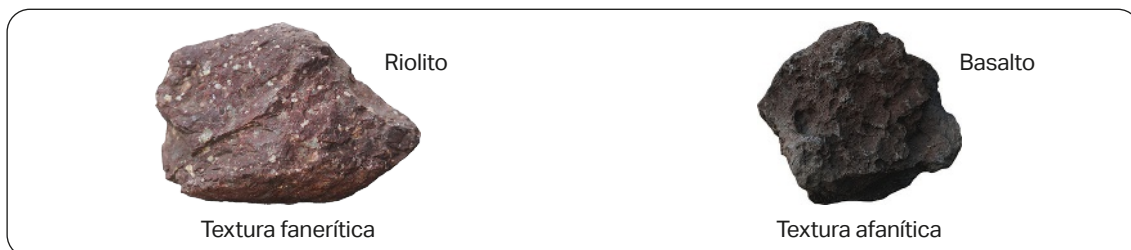
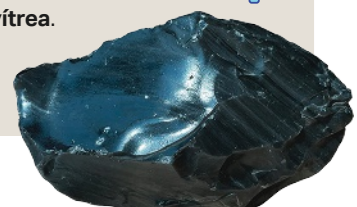


Fig. 10 Classificação das rochas magmáticas segundo a textura.

Aprende mais

A obsidiana é uma variedade de vidro vulcânico, dizendo-se que tem **textura vítrea**. Um arrefecimento do magma extremamente rápido origina uma textura vítrea – material sólido e amorfo onde não ocorreu cristalização de minerais.



Vídeos
Formação de rochas magmáticas



Rochas magmáticas – composição e textura



Exercício
Classificação das rochas magmáticas

Exercício
Analisar e identificar condições de formação de rochas magmáticas

Atividade prática

Alguns critérios de classificação das rochas magmáticas

Um microscópio petrográfico ou microscópio de luz polarizada é um microscópio ótico especial usado para identificar rochas ou minerais através da observação de lâminas delgadas. As figuras A e B representam duas rochas magmáticas observadas neste tipo de microscópio, com a mesma ampliação.

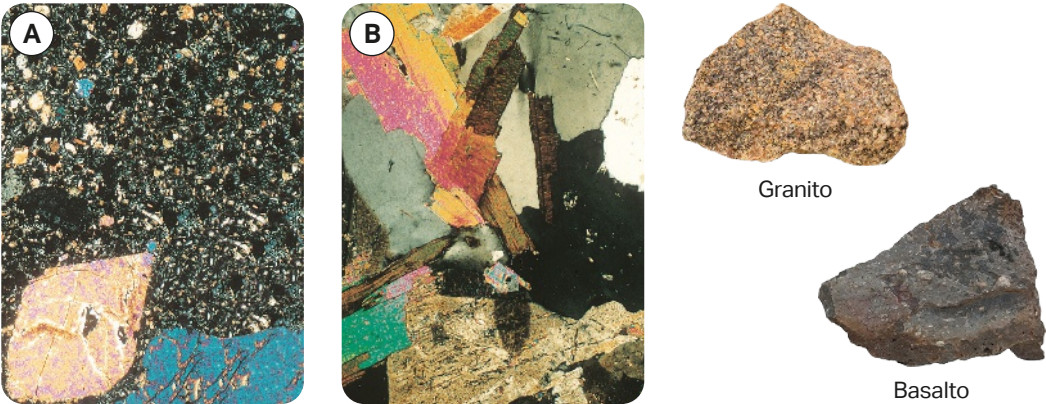


Fig. 1 Microfotografias de lâminas e amostras de mão de rochas magmáticas.

	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	K ₂ O
Granito	74,2	14,7	0,3	0,1	4,0
Basalto	42,2	16,2	3,7	6,0	1,7

Tab. 1 Alguns valores, em percentagem, da composição química do granito e do basalto.

- 1 Explica a relação entre a velocidade de arrefecimento do magma e a dimensão dos cristais nas rochas.
- 2 Menciona um fator que poderá influenciar a velocidade de arrefecimento do magma.
- 3 Indica a microfotografia, A ou B, na qual os cristais estão mais desenvolvidos.
- 4 Refere a microfotografia, A ou B, que corresponde a um arrefecimento lento do magma.
- 5 Denomina a rocha que possui:
5.1. mais sílica; **5.2.** menos alumínio; **5.3.** mais ferro.
- 6 Indica a rocha que apresenta:
6.1. mais minerais máficos. Justifica. **6.2.** cor leucocrata. Justifica.

Atividade laboratorial Identificação de amostras de rochas magmáticas

As rochas magmáticas podem ser identificadas recorrendo a um conjunto de critérios, como a textura, a cor e a composição mineralógica.

Material

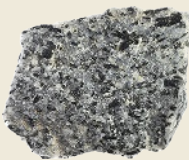
- Amostras de mão de rochas magmáticas
- Lupa

Procedimento

- 1 Observa as amostras com a ajuda da lupa.
- 2 Regista a textura, os minerais e a cor.
- 3 Identifica as amostras com a ajuda da chave dicotómica e da tabela.

1	Rocha com textura fanerítica.	2
	Rocha com textura afanítica.	4
2	Rocha geralmente de cor clara, com quartzo e feldspato.	Granito
	Rocha geralmente escura, sem quartzo.	3
3	Rocha escura com cristais de olivina, piroxena e plagioclase.	Gabro
	Rocha com biotite e anfíbulas.	Diorito
4	Rocha geralmente de cor clara com predominância de feldspato potássico.	Riolito
	Rocha geralmente escura.	5
5	Rocha de cor preta, com pequenos cristais de olivina numa matriz afanítica.	Basalto
	Rocha de cor cinzenta, com abundância de plagioclases, biotite e anfíbulas.	Andesito

Fig. 1 Chave dicotómica para a classificação de algumas rochas magmáticas.

		Composição mineralógica			
		Félsica	Intermédia	Máfica	Ultramáfica
Minerais predominantes		Quartzo, feldspato potássico, biotite, moscovite, plagioclase Na	Anfibola, plagioclase Na-Ca, piroxena	Olivina, piroxena, plagioclase Ca	Olivina, piroxena
Textura	Granular (fanerítica)	 Granito	 Diorito	 Gabro	 Peridotito
	Agranular (afanítica)	 Riolito	 Andesito	 Basalto	Rara
Cor da rocha (% de minerais escuros)					
		0% a 25%	25% a 45%	45% a 85%	85% a 100%

Tab. 1 Composição mineralógica, textura e cor de algumas rochas magmáticas.



Vídeo
Identificação de rochas magmáticas



Atividade
Como distinguir macroscopicamente as diferentes rochas magmáticas?

Exercício
Identificar as características do granito e do basalto

2.1.2. Rochas metamórficas

As **rochas metamórficas** originam-se por metamorfismo. O **metamorfismo** é um processo geológico que ocorre maioritariamente em profundidade, no interior da crosta terrestre, durante o qual as rochas no estado sólido são sujeitas a modificações na composição química e mineralógica e na textura, originando rochas metamórficas.

O metamorfismo ocorre em certos **ambientes de metamorfismo**, como, por exemplo, nas zonas de subducção ou em cadeias montanhosas, ou na proximidade da instalação de um magma no seio de rochas preexistentes.

Qualquer rocha da superfície terrestre que seja deslocada para zonas mais profundas fica sujeita a novas condições termodinâmicas – calor e pressão. Os processos metamórficos ocorrem quando estas rochas preexistentes, chamadas **protólitos**, são submetidas a condições termodinâmicas diferentes daquelas existentes na altura da sua formação. Em resposta às novas condições, os protólitos vão sendo transformados física e quimicamente, sempre no estado sólido, originando **rochas metamórficas**.

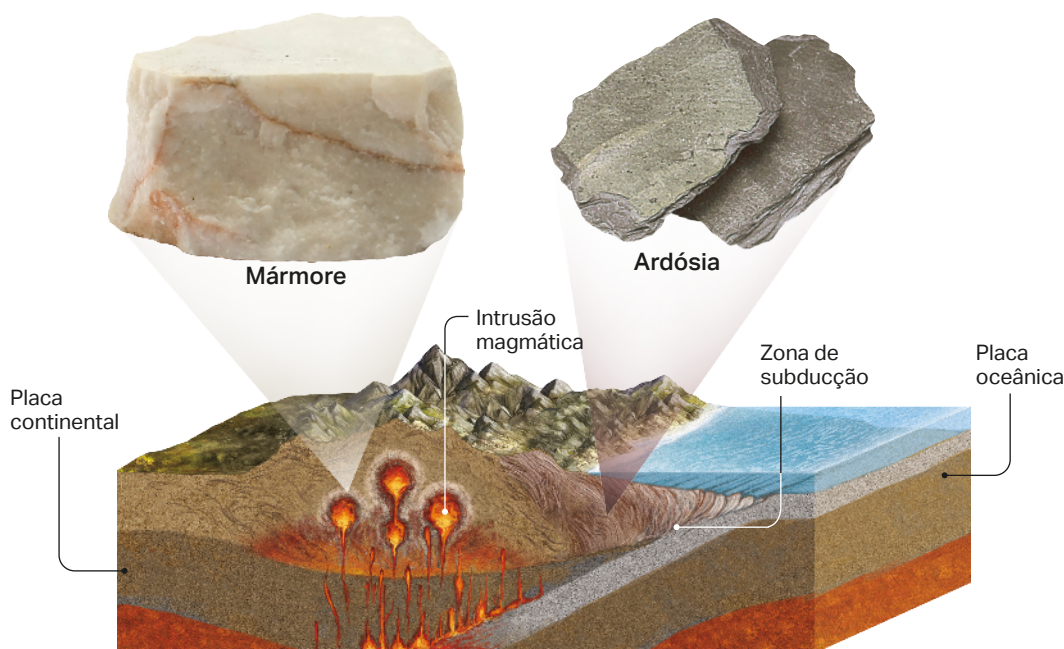


Fig. 11 Ambientes de metamorfismo no limite convergente de placa oceânica com placa continental e zona de subducção. O mármore e a ardósia são rochas metamórficas formadas em ambientes diferentes.

Responde tu

- 1** Apresenta o conceito de:
1.1. rochas metamórficas; **1.2.** metamorfismo.
- 2** Comenta a afirmação: "Os protólitos sólidos afundam na crosta e são submetidos a fusão, ficando no estado líquido, e, quando arrefecem, formam rochas metamórficas sólidas."

Fatores de metamorfismo

As modificações durante o processo metamórfico dependem da ação de diversos fatores que condicionam a formação das rochas metamórficas, os **fatores de metamorfismo** – tempo, pressão, calor e fluidos.

Tempo

Os processos relacionados com o metamorfismo dependem do tempo, sendo extremamente lentos. No interior da litosfera, uma rocha preexistente é metamorfizada se estiver sujeita aos fatores de metamorfismo durante **milhões de anos**.

Pressão

As rochas metamórficas são formadas a diferentes profundidades na crosta terrestre. À medida que as rochas evoluem para domínios mais profundos, são sujeitas a maiores pressões, quer devido ao peso dos materiais, quer devido aos movimentos tectónicos.

A **pressão litostática** é a que resulta do peso dos materiais terrestres que estão por cima das rochas. A **pressão dirigida**, ou não litostática, sujeita as rochas a forças que não são exercidas de igual modo em todas as direções.

A pressão dirigida pode influenciar a textura das rochas, já que reconstitui o alinhamento dos seus minerais, que tendem a ficar alinhados perpendicularmente à direção da força. Este processo origina uma textura designada por **foliação**, visível a olho nu e característica de algumas rochas metamórficas, como os xistos.

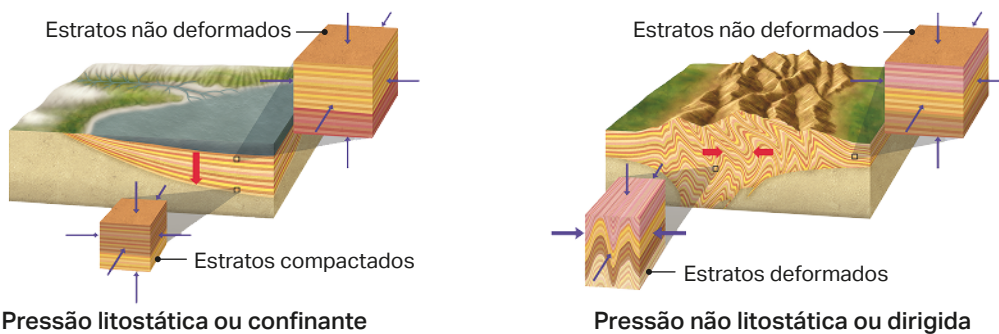


Fig. 12 Pressão litostática e pressão dirigida.



Fig. 13 O argilito, rocha sedimentar, pode transformar-se em xisto, rocha metamórfica com foliação.

e Manual Digital

Vídeos
O que é o metamorfismo?



Génese das rochas metamórficas



Calor

O calor é muito importante no processo de formação das rochas metamórficas, pois afeta a composição mineralógica e a textura das rochas preexistentes. Na geosfera, existe um **aumento de temperatura com a profundidade**. Assim, os materiais geológicos, à medida que descem no interior da litosfera, ficam submetidos a elevadas temperaturas que provocam importantes modificações mineralógicas. Outra fonte de calor importante no metamorfismo provém do contacto entre uma rocha e uma **intrusão magmática** – porção de magma que ascende na crosta e se instala em rochas preexistentes.

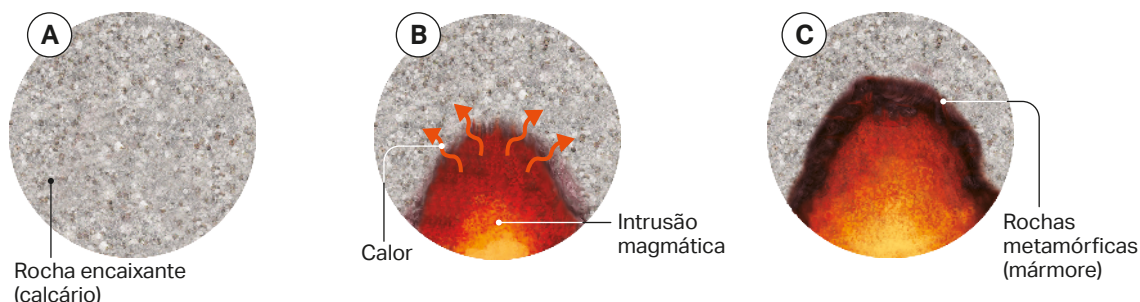


Fig. 14 Ação do calor: A – Protólito sedimentar; B – Instalação de um magma; C – Formação de rochas metamórficas.

Fluidos

Muitas das alterações na composição química e mineralógica que ocorrem durante o metamorfismo são devidas a fluidos que circulam nas rochas. Os **fluidos** hidrotermais são soluções constituídas por água aquecida sob pressão com vários iões dissolvidos, como o sódio, o potássio, a sílica, o zinco e o cobre. Estas soluções reagem com as rochas e alteram a sua composição, substituindo, por vezes totalmente, certos minerais.

A água dos fluidos pode ter várias origens, podendo resultar da infiltração profunda da água do mar ou de outras massas de água superficiais ou subterrâneas ou ser libertada durante a instalação de um corpo magmático, por exemplo.

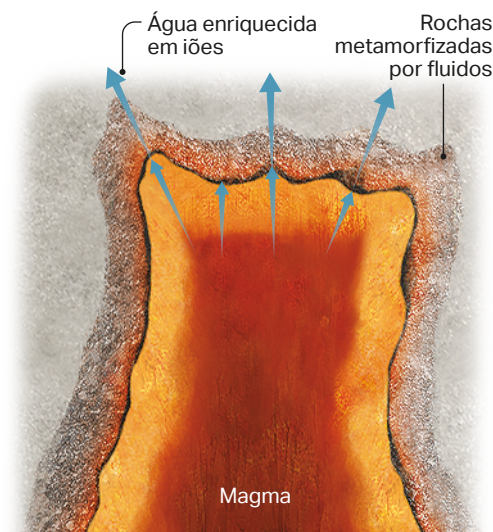


Fig. 15 Ação de fluidos provenientes de um magma, no metamorfismo.

Responde tu

- 1 Refere os fatores que condicionam a formação das rochas metamórficas.
- 2 Relaciona a pressão com os tipos e características texturais e mineralógicas de rochas metamórficas.

Tipos de metamorfismo

A extensão e localização da área abrangida pelos processos metamórficos é um dos critérios de classificação dos tipos de metamorfismo. De acordo com este critério, consideram-se **dois tipos de metamorfismo**: o metamorfismo de contacto e o metamorfismo regional.

Metamorfismo de contacto

O **metamorfismo de contacto** ou térmico ocorre localmente, nas zonas próximas da instalação de corpos magmáticos e rochas intrusivas. Antes de consolidar, o calor e os fluidos libertados pelo magma propagam-se através das rochas preexistentes ou encaixantes e alteram a sua composição mineralógica. Neste local, forma-se uma **auréola de metamorfismo** – zona de alteração mineralógica e estrutural da rocha encaixante ou protólito.

A extensão da auréola de metamorfismo depende do tamanho do corpo magmático que se instala na rocha encaixante, podendo ter apenas alguns milímetros ou dezenas a centenas de metros. Cada zona dessa auréola terá características relativas ao modo como o calor e os fluidos afetaram a rocha encaixante. Assim, os minerais recristalizam e, frequentemente, tornam-se maiores e sem orientações preferenciais, dando origem a **rochas metamórficas não foliadas**.

As rochas metamórficas originadas nas zonas mais próximas da intrusão magmática designam-se, de um modo geral, por **corneanas**. Este termo também pode, num sentido mais restrito, designar as rochas resultantes do metamorfismo de contacto de rochas argilosas. Os calcários podem originar **mármore** e os arenitos transformam-se em **quartzitos**.

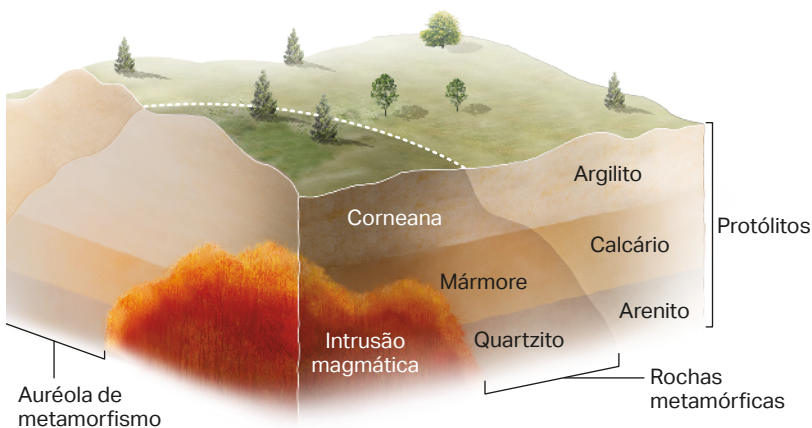


Fig. 16 Metamorfismo de contacto.

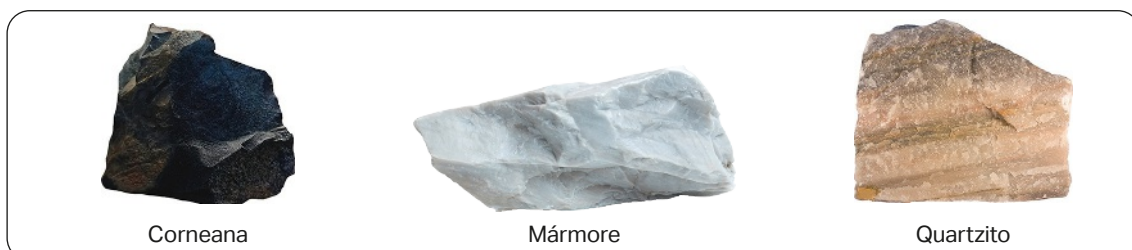


Fig. 17 Rochas resultantes de metamorfismo de contacto.



Vídeo
Relação entre os tipos de metamorfismo e de rochas



Metamorfismo regional

O **metamorfismo regional** afeta vastas áreas da litosfera e está relacionado com processos tectónicos, como os da convergência de placas, em cujos limites podem ocorrer condições de elevadas temperaturas e pressões. Devido a estas condições, os minerais das rochas orientam-se perpendicularmente às forças tectónicas que sobre elas são aplicadas, de onde resultam **rochas metamórficas foliadas**.

Nas rochas foliadas, o alinhamento dos minerais origina estruturas planares designadas por **foliações**. São exemplos de foliação de graus de metamorfismo crescente a **clivagem ardosífera**, a **xistosidade** e o **bandado gnaissico**.

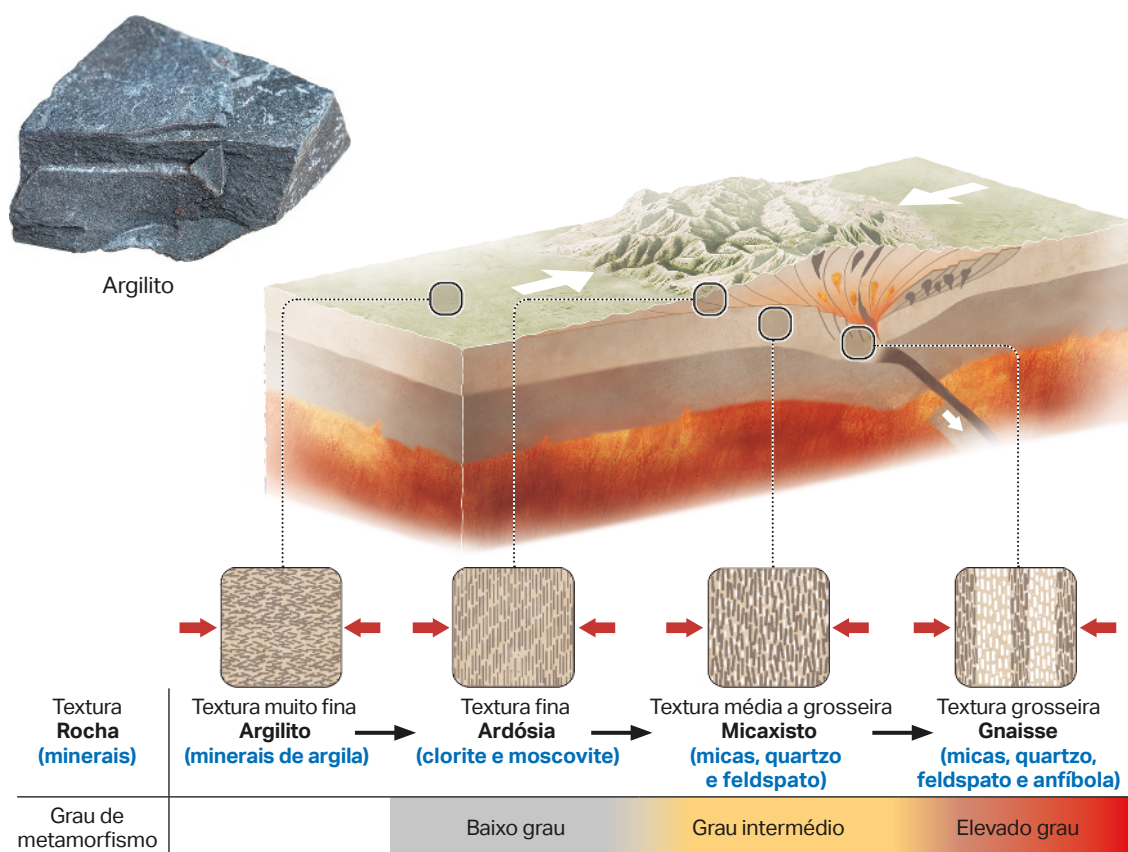


Fig. 18 Metamorfismo regional e sequência de rochas originada a partir de um argilito.



Fig. 19 Rochas resultantes de metamorfismo regional.

Minerais das rochas metamórficas

Os minerais constituintes das diversas rochas são mais estáveis em ambientes semelhantes aos que estiveram presentes durante a sua formação. Quando essas condições se alteram, os minerais tornam-se instáveis e podem transformar-se, levando à transformação das rochas que os contêm, ocorrendo processos de recristalização.

A **recristalização** pode implicar a alteração da estrutura cristalina do mineral ou a alteração da sua composição química. Por exemplo, os **minerais de argila**, comuns em rochas sedimentares, e que foram formados pela transformação dos feldspatos, quando são conduzidos a grandes profundidades e elevadas pressões e temperaturas, transformam-se noutros minerais, mais estáveis nestas novas condições. Certos minerais são mesmo específicos de determinadas condições de metamorfismo, como a **clorite**, a **estauroлите**, a **granada**, a **cianite** e o **epídoto**.

A identificação de determinados grupos de minerais em rochas metamórficas pode indicar as condições e o tipo de metamorfismo que ocorreu. Alguns minerais são chamados de **minerais indicadores** ou minerais-índice, pois permitem inferir acerca das condições em que uma determinada rocha metamórfica foi formada. Os minerais-índice só se formam dentro de limites definidos de pressão e de temperatura, como é o caso dos minerais de silicato de alumínio **andaluzite**, **distena** e **silimanite**. Estes minerais são designados por paleobarómetros e paleotermómetros.

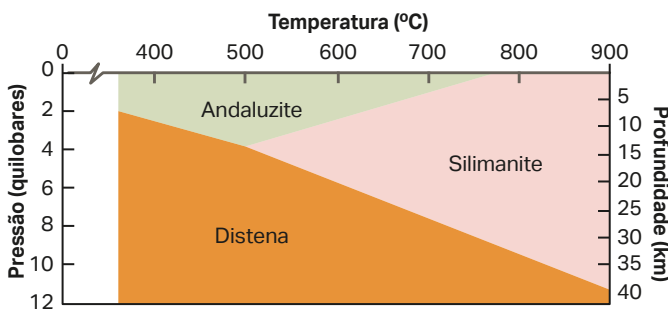


Fig. 20 Domínios de estabilidade da andaluzite, distena e silimanite.

Responde tu

- 1 Distingue metamorfismo regional de metamorfismo de contacto.
- 2 Refere o tipo de metamorfismo em que se formam rochas foliadas.
- 3 Relativamente à figura 20, indica o mineral metamórfico que se forma em condições aproximadas a 8 quilobares de pressão e 800 °C de temperatura.



Vídeo
Minerais das rochas metamórficas



Exercícios
Reconhecer características dos diferentes tipos de metamorfismo

Génese das rochas metamórficas

Identificar os minerais das rochas metamórficas



Atividade prática

Metamorfismo na ilha do Maio

Uma característica comum observada em basaltos dragados do fundo do oceano é a presença de evidências de metamorfismo hidrotermal. O mesmo se passa nos basaltos na ilha do Maio, em que este tipo de metamorfismo afeta o conjunto de lavas em almofada e resulta na transformação da textura ígnea das lavas com a formação de rochas metamorfizadas. As alterações mineralógicas iniciam-se com a transformação da plagioclase acompanhada da neoformação do epidoto e da clorite, que passa a ser o principal constituinte da matriz da rocha. Com um aumento do grau de metamorfismo aparece a biotite.

O metamorfismo distribui-se de forma muito irregular no complexo ígneo central da ilha do Maio, mas parece que as rochas metamórficas estão restritas à proximidade de zonas de fratura, ao longo das quais acontece a circulação de fluidos hidrotermais.

Baseado em: <https://popups.uliege.be/0037-9395/index.php?id=5389&file=1&pid=5387>, pesquisado em 19-07-2024

- 1 Denomina a rocha magmática da ilha do Maio referida no texto.
- 2 Refere o fator de metamorfismo descrito no texto.
- 3 Pesquisa e descreve a formação de lavas em almofada ou *pillow lava*.
- 4 Nas proximidades das dorsais médio-oceânicas, os basaltos alterados por circulação hidrotermal formam espilitos. Justifica a afirmação: "A rocha da figura 1 não foi formada na ilha do Maio."



Fig. 1 Espilito.

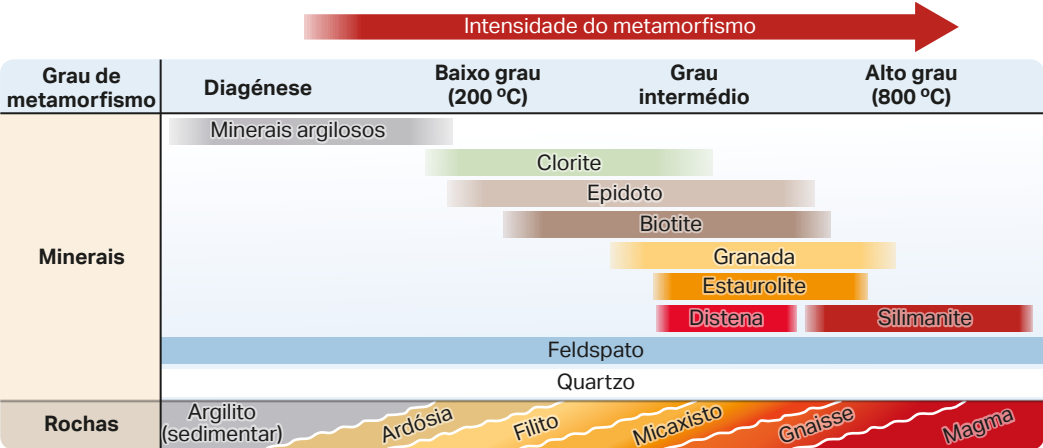


Fig. 2 Transformações na composição mineralógica de um argilito durante o metamorfismo.

- 5 Consultando a figura 2, indica o(s) grau(s) de intensidade de metamorfismo em que se forma cada um dos minerais metamórficos referidos no texto.

Atividade laboratorial Identificação de amostras de rochas metamórficas

As rochas metamórficas podem ser identificadas recorrendo a um conjunto de critérios, como a textura, a cor e a composição mineralógica.

Material

- Amostras de mão de rochas metamórficas
- Lupa

Procedimento

- 1 Observa as amostras com a lupa e regista a textura, os minerais e a cor.
- 2 Identifica as amostras com a ajuda do texto, da figura e da chave dicotómica.

As rochas metamórficas são classificadas em dois grandes grupos atendendo à sua **foliação**.

Rochas metamórficas foliadas

- separam-se segundo superfícies regulares que se repetem em planos paralelos;
- resultam da orientação dos minerais durante o metamorfismo regional.

Rochas metamórficas não foliadas

- não apresentam distribuição orientada dos minerais;
- os minerais têm dimensões diferentes e distribuem-se irregularmente;
- resultam da recristalização dos minerais durante o metamorfismo de contacto;
- o mármore e o quartzito têm textura não foliada ou granoblástica.

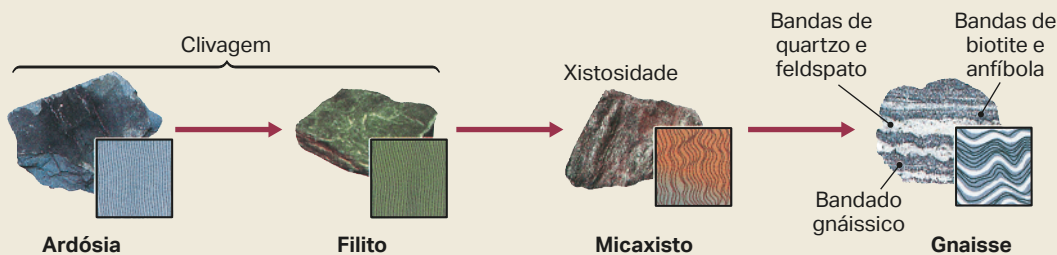


Fig. 1 Tipos de foliação.

1	Rocha sem foliação evidente.	2
	Rocha com foliação.	3
2	Rocha que faz efervescência em contacto com o ácido.	Mármore
	Rocha compacta, muito dura, essencialmente constituída por quartzo, que não faz efervescência em contacto com o ácido.	Quartzito
3	Rocha compacta com bandado característico de bandas claras alternadas com bandas escuras.	Gnaiss
	Rocha sem bandado.	4
4	Rocha de grão fino, sem minerais identificáveis à vista desarmada.	5
	Rocha de grão grosseiro, com micas macroscópicas e planos de xistosidade brilhantes.	Micaxisto
5	Rocha de grão fino, cor clara e brilho lustroso nas superfícies de foliação.	Filito
	Rocha escura, de grão muito fino e fissibilidade fácil, segundo superfícies planas e paralelas.	Ardósia

Fig. 2 Chave dicotómica para a classificação de algumas rochas metamórficas.



Vídeos
Rochas metamórficas e tipos de metamorfismo



Identificação de rochas metamórficas



Atividades
Classificação das rochas metamórficas

Que características permitem distinguir e classificar as rochas metamórficas?

Exercícios
Distinguir os tipos de metamorfismo

Classificar rochas metamórficas de acordo com a textura

2.1.3. Rochas sedimentares

As **rochas sedimentares** formam-se à superfície da Terra a partir de sedimentos. Os **sedimentos** são materiais detríticos ou em solução provenientes da transformação de outras rochas ou de restos de seres vivos, que se depositam.

Etapas de formação das rochas sedimentares

A **formação das rochas sedimentares** ocorre, fundamentalmente, em duas fases: sedimentogénese e diagénese.

A **sedimentogénese** é o conjunto de processos que conduzem à formação de depósitos de sedimentos. Inclui a meteorização, a erosão, o transporte e a sedimentação.

A **meteorização** é o conjunto de processos físicos e químicos que alteram e desagregam as rochas. A **meteorização física** desagrega as rochas em fragmentos cada vez menores, mas que retêm as características da rocha original. São exemplos de processos físicos: a variação da temperatura, a formação de diáclases e as fendas causadas por raízes de plantas que partem as rochas. A **meteorização química** consiste na alteração da composição química e mineralógica da rocha, levando à formação de novos minerais.

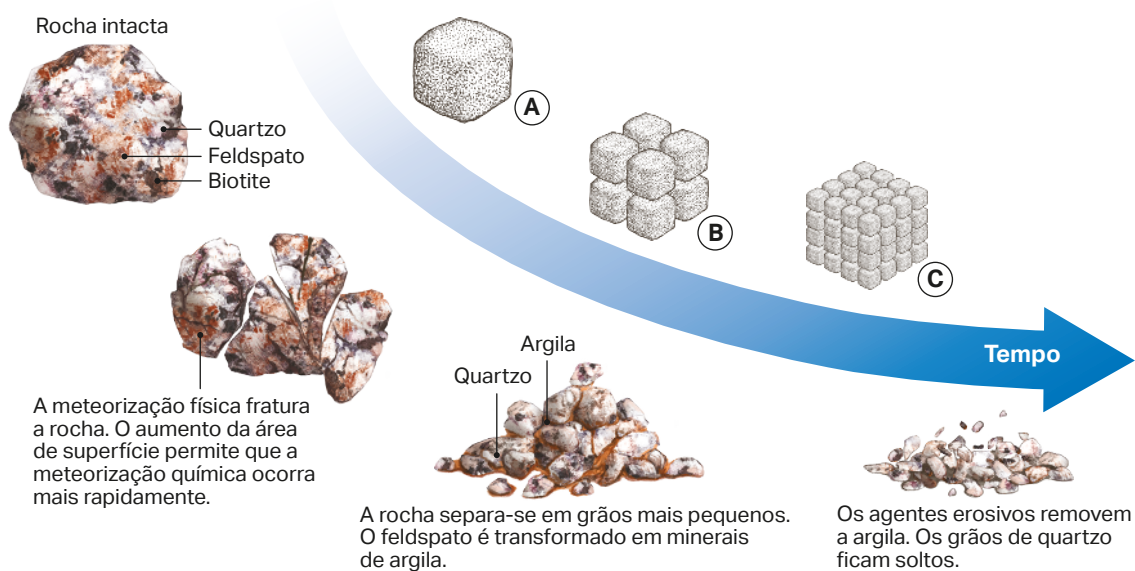


Fig. 21 A fragmentação dos materiais rochosos aumenta a superfície exposta aos agentes de meteorização física e química. Os processos químicos de meteorização, como oxidação, dissolução, hidrólise e hidratação, são complexos e podem ocorrer em simultâneo.

Responde tu

- 1 Na figura 21, a letra A representa um cubo rochoso com 2 cm de lado, pelo que cada face do cubo terá 4 cm² de área. Calcula a área total da superfície exposta aos agentes de meteorização em A, B e C.

A **erosão** é o processo de remoção do local dos materiais resultantes da meteorização, por ação da gravidade, do vento e da água no estado líquido ou sólido.

O **transporte** corresponde à deslocação dos materiais resultantes da erosão por ação do vento e da água no estado líquido, como nos rios, ou sólido, como nos glaciares. Estes materiais são, frequentemente, transportados para locais muito distantes. Podem ser partículas ou fragmentos de diferentes dimensões ou substâncias dissolvidas na água. A estes materiais podem juntar-se outros provenientes dos seres vivos, como conchas ou restos de plantas. Durante o transporte, os materiais são modificados, destacando-se o arredondamento e a granosseleção.

O **arredondamento** é o processo em que os fragmentos, devido aos choques entre eles e ao atrito com as rochas da superfície, vão perdendo as arestas e os vértices, passando de angulosos a arredondados. A **granosseleção** é o processo em que os fragmentos são selecionados e separados de acordo com o tamanho, a forma e a densidade.

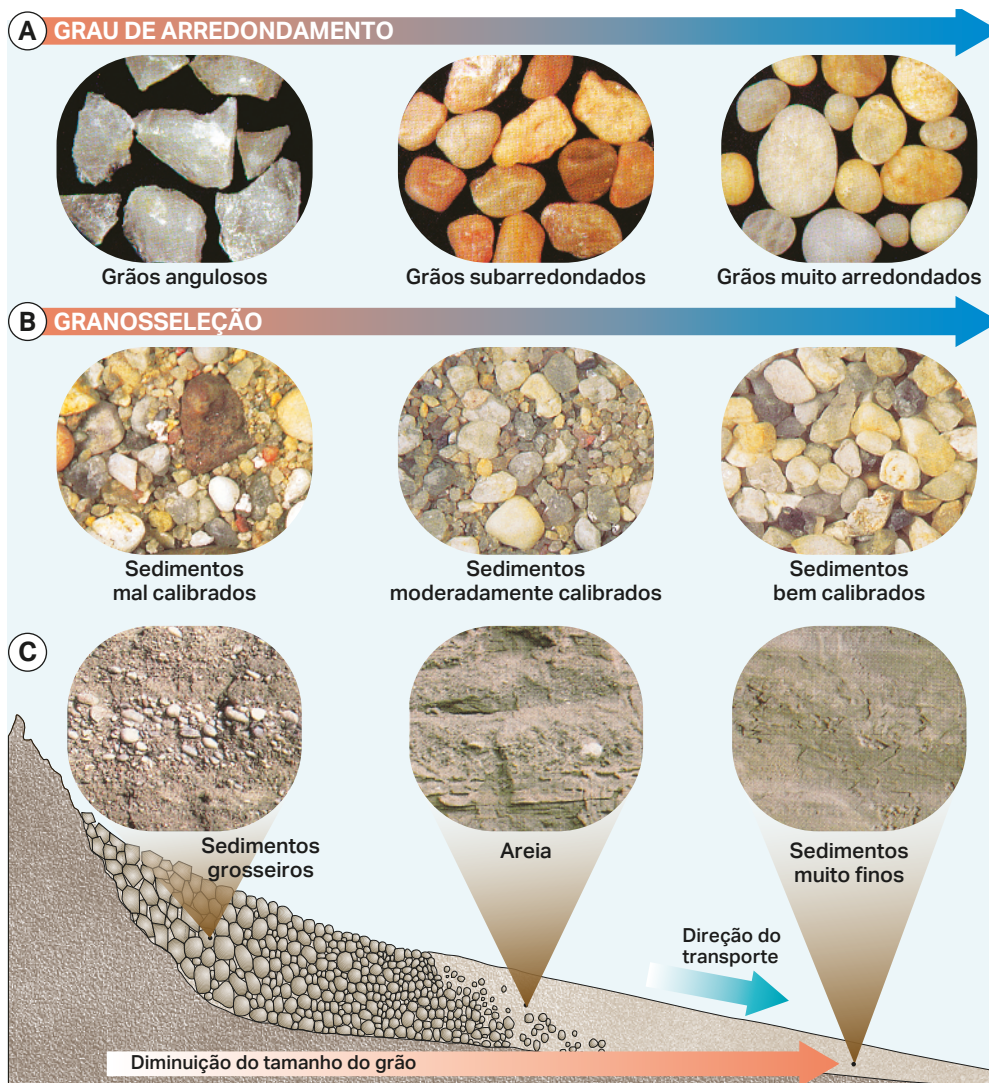


Fig. 22 A – Diferentes graus de arredondamento dos detritos; B – Diferentes graus de granosseleção; C – Granosseleção dos materiais ao longo de um curso de água.

e Manual Digital

Vídeo
Do sedimento à rocha!



Atividades
Meteorização

Erosão e transporte

Exercícios
Meteorização

Reconhecer erosão e transporte

Quando a velocidade do agente transportador diminui, e em determinadas condições favoráveis, os materiais depositam-se, constituindo **sedimentos**.

A **sedimentação** consiste na deposição dos sedimentos e depende, na maioria dos casos, da ação da gravidade, tanto em ambientes terrestres como aquáticos. Esta deposição ocorre em locais como o fundo oceânico, sob a forma de uma sucessão de camadas horizontais e paralelas designadas por **estratos**.

A **diagénese** é o conjunto de processos físicos e químicos que transformam os sedimentos em rochas sedimentares. Ao longo da diagénese, os sedimentos perdem água, são compactados e cimentados. Durante a compactação, devida à pressão das camadas superiores, certos minerais podem ficar orientados. Os espaços entre as partículas vão, em muitos casos, sendo preenchidos por materiais presentes na água, como a sílica ou o carbonato de cálcio. Simultaneamente, forma-se um cimento que liga os sedimentos, originando uma **rocha sedimentar**.

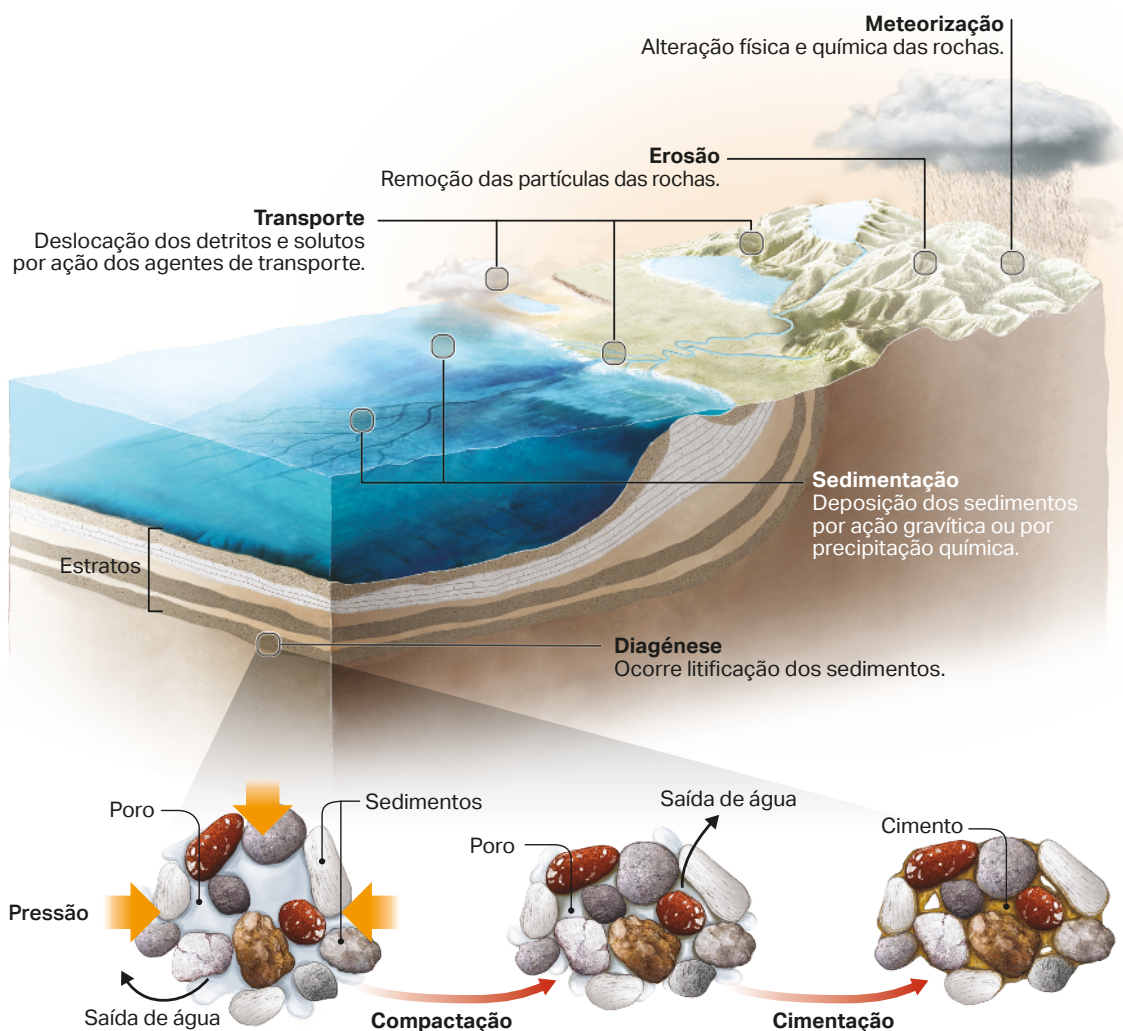


Fig. 23 Principais etapas da formação de rochas sedimentares.

Classificação das rochas sedimentares

As rochas sedimentares são muito variadas e existem diferentes classificações baseadas em diversos critérios. Tendo em consideração a origem predominante dos sedimentos, podem considerar-se três grupos: detríticas, quimiogénicas e biogénicas.

Rochas sedimentares detríticas

As **rochas sedimentares detríticas** são predominantemente constituídas por sedimentos resultantes da meteorização e erosão de rochas preexistentes, designados por **detritos** ou clastos. Estas rochas, para além dos detritos, podem integrar restos de conchas e outros materiais, em menores proporções.

Um dos principais critérios de classificação destas rochas é o tamanho dos detritos que as formam, usando-se uma **escala granulométrica** para as classificar.

Os balastros ou seixos originam **brechas** e **conglomerados**, as areias dão origem a **arenitos**, os siltes formam **siltitos** e as argilas consolidam em **argilitos**.

Designação do detrito	Dimensões (mm)		Designação do sedimento	Rocha consolidada
Balastros	Grossoiro > 2 mm		Cascalheira de elementos angulosos	Brecha
			Cascalheira de elementos rolados	Conglomerado
Areia	Médio $\frac{1}{16}$ a 2 mm		Areia	Arenito ou grés
Silte ou limo	Fino $\frac{1}{16}$ a $\frac{1}{256}$ mm		Silte	Silito
Argilas	Muito fino < $\frac{1}{256}$ mm		Argila	Argilito

Tab. 2 Escala granulométrica simplificada de Udden-Wentworth.

Manual Digital

Vídeos
Tipos de transportes de sedimentos num curso de água



Transporte de materiais ao longo de um curso de água



Rochas sedimentares detríticas



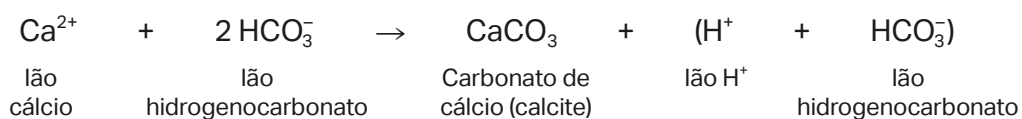
Exercício
Reconhecer rochas sedimentares detríticas

Rochas sedimentares quimiogénicas

As **rochas sedimentares quimiogénicas** são constituídas, essencialmente, por materiais resultantes da precipitação química de substâncias em solução. A precipitação acontece quando certas substâncias dissolvidas na água reagem entre si, em determinadas condições ambientais. Estas substâncias, compostos químicos e iões, são provenientes da meteorização das rochas, dissolvem-se na água e são transportadas em solução para lagos e oceanos. Entre as rochas quimiogénicas, salientam-se as rochas carbonatadas e os evaporitos.

As **rochas carbonatadas** são essencialmente constituídas por minerais que possuem o ião carbonato na sua composição química, como os **calcários**, que são constituídos por calcite. A água que se infiltra nas fraturas das rochas em certas regiões calcárias provoca a sua dissolução, circula nas grutas e galerias e permite a precipitação do carbonato de cálcio que forma os **travertinos** e as **estalactites** e **estalagmites**.

Os **evaporitos** resultam da precipitação de sais dissolvidos, devido à evaporação da água onde estão em solução. São exemplos de evaporitos o **gesso**, constituído por sulfato de cálcio hidratado, e o **sal-gema**, constituído por halite, que ocorre frequentemente associada a argila, entre outros materiais.



Travertino

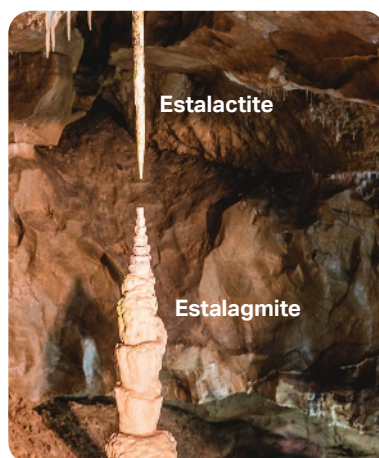


Fig. 24 A reação de precipitação de carbonato de cálcio forma travertinos, estalactites e estalagmites.



Gesso



Sal-gema

Fig. 25 Exemplos de evaporitos.

Rochas sedimentares biogénicas

As **rochas sedimentares biogénicas** são constituídas por sedimentos que provêm de detritos associados a seres vivos, como conchas. São exemplos destas rochas os **calcários biogénicos** e os **carvões**.

Os **calcários biogénicos** resultam da acumulação de restos de animais, seguida de diagénese. As conchas, após a morte dos animais que as produziram, formam os **calcários conquíferos**, e os corais, após a morte, dão origem a **calcários recifais**.

Os **carvões** resultam da acumulação e transformação de sedimentos contendo restos de plantas, em ambientes aquáticos continentais, como lagos e lagoas. Consideram-se vários tipos de carvões, consoante o teor em carbono presente: **turfa**, **lignite**, **carvão betuminoso** e **antracite**.

e Manual Digital

Vídeo
Formação e tipos de rochas sedimentares



Fig. 26 Calcários biogénicos.



Fig. 27 Carvões.

Responde tu

- 1 Distingue as rochas sedimentares detríticas das quimiogénicas.
- 2 Caracteriza as rochas sedimentares detríticas com base no tamanho dos sedimentos.
- 3 Refere o material que origina os carvões.

Aprende mais

Embora o **petróleo** não seja considerado uma rocha em algumas classificações atuais, ele encontra-se exclusivamente no interior de rochas sedimentares, como a da figura, e forma-se a partir de sedimentos biogénicos.



Petróleo

Origem e formação dos combustíveis fósseis

Os materiais que originaram os carvões e o petróleo são provenientes de **seres fotossintéticos**, como plantas e algas microscópicas. Estes seres captam a energia luminosa do Sol e transformam-na em energia química que armazenam no seu organismo. A **sedimentação** de grandes quantidades de restos destes seres vivos em determinados ambientes, seguida de **afundimento** e **compactação** na ausência de oxigénio, pode originar, consoante a natureza dos detritos orgânicos e as condições ambientais, **carvões**, **petróleo** e **gás natural**.

Durante a combustão destes materiais, é mobilizada a energia armazenada na fotossíntese há muitos milhões de anos. Assim, os carvões, o petróleo e o gás natural são designados por **combustíveis fósseis**, pois a energia que contêm é a energia solar captada, transformada, armazenada e preservada, no passado geológico.

A **turfa** pode ser considerada como a matéria-prima a partir da qual se pode formar carvão. A diagénese da turfa origina, progressivamente, carvões mais ricos em carbono e, conseqüentemente, mais pobres em oxigénio e hidrogénio, num processo denominado **incarbonização**. Consoante o grau de evolução, formam-se a **lignite**, o **carvão betuminoso** e, finalmente, a **antracite**.

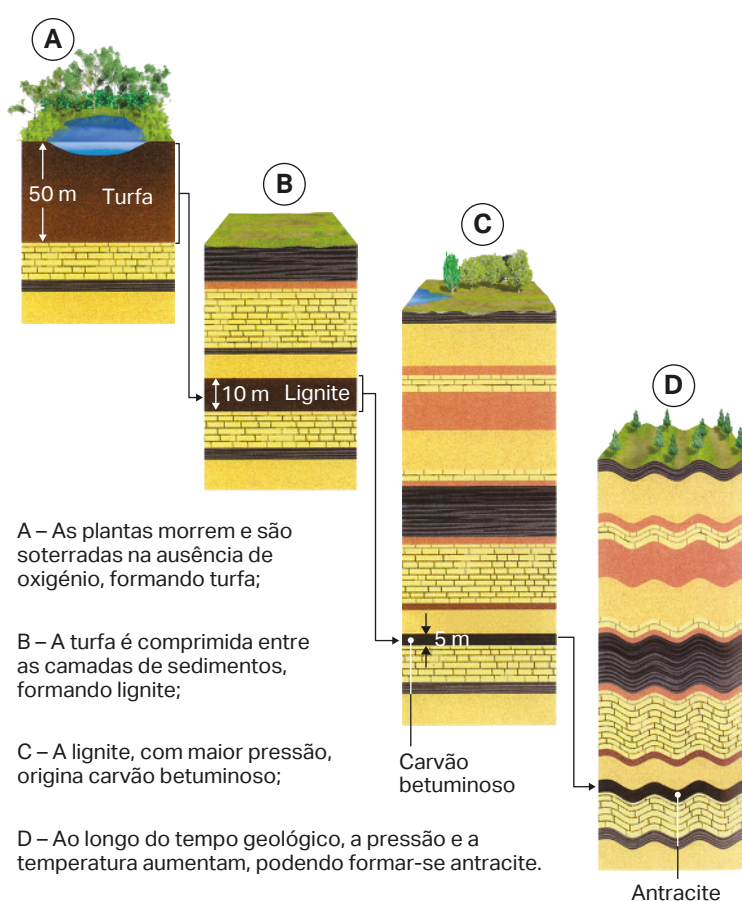
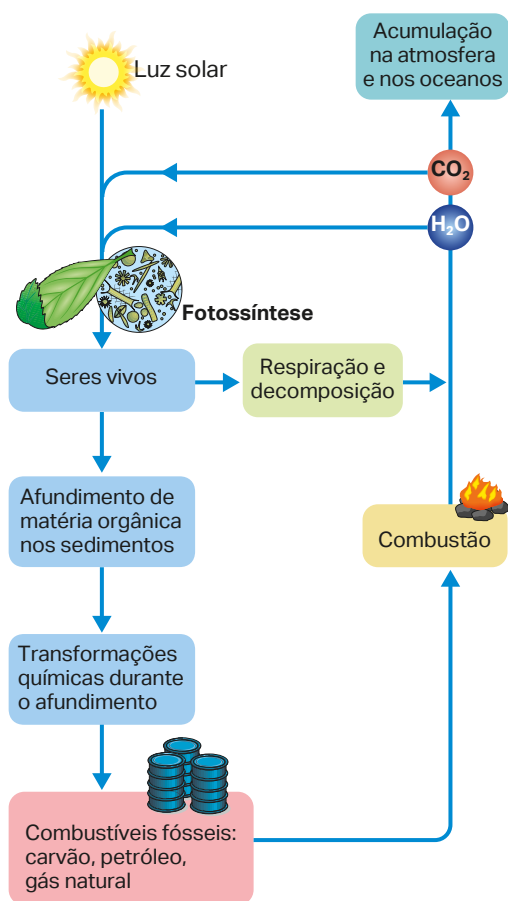


Fig. 28 Formação dos combustíveis fósseis.

Fig. 29 Etapas de formação dos carvões.

O termo **petróleo** refere-se, geralmente, à presença de uma determinada concentração ou mistura natural de hidrocarbonetos líquidos ou gasosos. Em linguagem corrente, os hidrocarbonetos líquidos designam-se por **petróleo** e os hidrocarbonetos gasosos designam-se por **gás natural**.

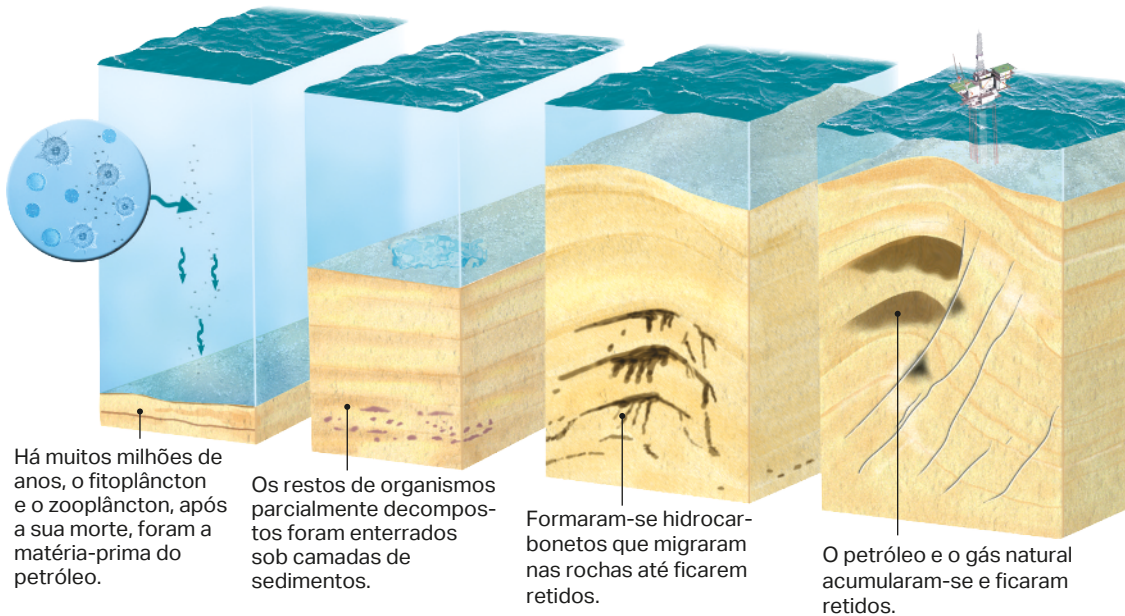


Fig. 30 Etapas de formação do petróleo e do gás natural.

A **formação de hidrocarbonetos** só acontece na Natureza e resulta da combinação de vários processos. O primeiro passo é a preservação, em ambientes aquáticos pouco profundos, como lagos e mares, de fitoplâncton – organismos aquáticos, fotossintéticos e microscópicos. Em seguida, a rápida deposição de camadas de sedimentos finos, como argilas ou carbonatos, isola os restos orgânicos da ação dos microrganismos aeróbios decompositores. A evolução dos materiais orgânicos até à formação do petróleo na rocha sedimentar argilosa ou carbonatada demora milhões de anos. Esta rocha é designada por **rocha-mãe**. Devido à pressão, os hidrocarbonetos líquidos, como são pouco densos, saem da rocha-mãe e acumulam-se em rochas porosas e permeáveis – **rocha-armazém**. Assim, podem formar-se reservatórios naturais de hidrocarbonetos se sobre esta rocha existe uma camada impermeável que impede a migração e dispersão do petróleo – **rocha-cobertura**.

A acumulação de petróleo em quantidades significativas depende da presença de **armadilhas petrolíferas** – estruturas geológicas favoráveis à acumulação de petróleo, como falhas e dobras.

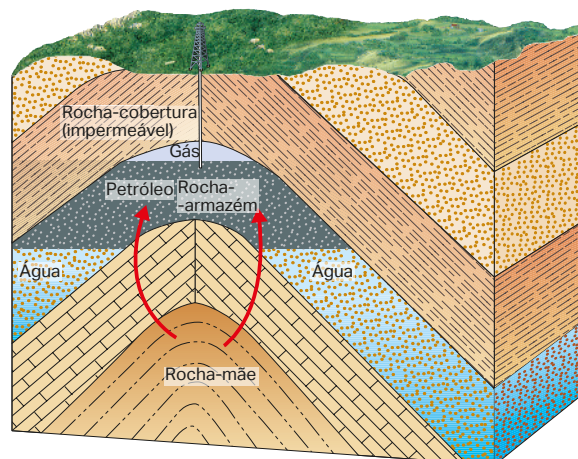


Fig. 31 Armadilha petrolífera.

e Manual Digital

Vídeo
Rochas sedimentares biogénicas



Exercícios
Explicar a formação das rochas sedimentares

Rochas sedimentares biogénicas

Atividade prática

Rochas na ilha do Maio

Em quase todas as ilhas de Cabo Verde existem formações sedimentares. Um dos primeiros cientistas que a elas se referiu foi Darwin, aquando da viagem do *Beagle*. Na ilha do Maio, os afloramentos de rochas sedimentares são de grande espessura. Na ribeira do Morro encontram-se calcários compactos com leitos de sílex, calcários margosos, às vezes xistentos, e xistos argilosos. Na zona do Monte Branco e hortas de Pilão Cão, a série estratigráfica é igual à da ribeira do Morro.

O Monte Branco propriamente dito é formado quase essencialmente por calcários compactos, de cor cinzento-clara, com leitos de sílex. Em período de emersão, a ilha do Maio foi profundamente erodida, originando-se espessa formação conglomerática, sobretudo no lado nordeste da ilha, próximo de Pedro Vaz.

Entre Barreiro e Figueira da Horta, encontra-se o maior afloramento do lado sul da ilha. Esta formação é constituída, essencialmente, por um conglomerado com elementos de rochas lávicas e de calcário compacto. No afloramento de Pedro Vaz, por cima do conglomerado, encontram-se camadas areníticas.



Fonte: Guia de Recursos Naturais e Patrimoniais da Ilha do Maio, Cabo Verde.

Fig. 1 Calcários do Monte Branco, ilha do Maio.

Baseado em: Serralheiro, António (1968). *Formações sedimentares do Arquipélago de Cabo Verde*. Agrupamento científico de Geologia da Universidade de Lisboa.

- 1 Denomina o grupo de rochas descritas no texto e na figura.
- 2 Transcreve o nome de todas as rochas referidas no texto. Classifica-as de acordo com o critério da origem predominante dos sedimentos.
- 3 Relativamente aos balastros do maior afloramento do lado sul da ilha, refere:
 - 3.1. a sua constituição;
 - 3.2. a sua origem geológica.
- 4 Faz uma pesquisa sobre Darwin e a viagem do *Beagle*. Elabora uma pequena biografia destacando a sua estadia em Cabo Verde e o seu trabalho em Geologia. Apresenta o trabalho à turma.

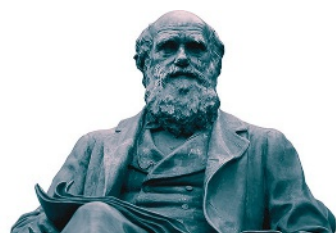


Fig. 2 Charles Darwin (1809-1882) e o percurso do navio *HMS Beagle* (1831-1836).

Atividade laboratorial Identificação de amostras de rochas sedimentares

As rochas sedimentares são muito diversificadas e podem ser identificadas recorrendo a um conjunto de critérios, como a granulometria, a cor e a composição mineralógica.

Material

- Amostras de mão de rochas sedimentares
- Ácido clorídrico a 10%
- Lupa

Procedimento

- 1 Observa as amostras com a ajuda da lupa.
- 2 Regista os minerais e o tamanho e grau de arredondamento dos sedimentos que as constituem.
- 3 Bafeja e cheira as amostras para identificares o odor a barro.
- 4 Faz o teste do ácido para testares a efervescência.
- 5 Identifica as amostras com a ajuda das chaves dicotómicas.

1	Rocha com cheiro a barro quando bafejada, formada por detritos de dimensão menor do que $\frac{1}{256}$ mm.	Argilito
	Rocha formada por detritos de dimensão superior a $\frac{1}{256}$ mm.	2
2	Rocha formada por detritos entre $\frac{1}{16}$ mm e 2 mm, essencialmente de quartzo, unidos por um cimento.	Arenito
	Rocha formada por detritos maiores do que 2 mm.	3
3	Rocha constituída por balastros arredondados, unidos por um cimento.	Conglomerado
	Rocha constituída por balastros angulosos, unidos por um cimento.	Brecha

Fig. 1 Chave dicotómica para a classificação de algumas rochas sedimentares detríticas.

1	Rocha que faz efervescência com o ácido.	2
	Rocha que não faz efervescência com o ácido.	3
2	Rocha de grão muito fino, clara ou escura, compacta e riscada facilmente com o canivete.	Calcário
	Rocha de cor cinzenta, de aspeto terroso, com cheiro a barro quando bafejada e riscada facilmente com a unha.	Marga
3	Rocha de cor escura, sólida, leve e combustível.	4
	Rocha geralmente de cor clara e incombustível.	5
4	Rocha castanho-escura ou preta, com aspeto de madeira e que arde facilmente.	Lignite
	Rocha preta, com aspeto bandado e que arde facilmente.	Carvão betuminoso
5	Rocha com sabor salgado e que se dissolve facilmente na água.	Sal-gema
	Rocha de sabor amargo, de cor esbranquiçada e riscada facilmente pela unha.	Gesso

Fig. 2 Chave dicotómica para a classificação de algumas rochas sedimentares quimiogénicas e biogénicas.



Vídeos
Identificar rochas e minerais



Identificação de rochas sedimentares



Atividade
Que características permitem distinguir e classificar as diferentes rochas sedimentares?

Exercício
Sedimentação e diagénese

2.2. Ciclo litológico

O **ciclo litológico** ou ciclo das rochas ou ciclo petrogenético é o conjunto de processos internos e externos que, ao longo do tempo geológico, conduzem à formação e transformação das rochas umas nas outras: magmáticas, sedimentares e metamórficas. Envolve os seguintes processos geológicos: magmatismo, meteorização, erosão, transporte, sedimentação, diagénese e metamorfismo.

No ciclo litológico, começando pela formação das **rochas magmáticas**, estas originam-se quando o magma arrefece e solidifica abaixo da superfície da Terra ou à superfície, no seguimento de uma erupção vulcânica.

Quando as rochas magmáticas ficam expostas à superfície da Terra, podem ficar sujeitas a **meteorização** e **erosão**. Os materiais resultantes podem ser sujeitos a **transporte**, constituindo os **sedimentos**, que em determinados ambientes propícios, são depositados em camadas horizontais – **sedimentação** – e sofrem processos diagenéticos. Durante a **diagénese**, os sedimentos são sujeitos a compactação resultante do peso das camadas superiores, e posterior cimentação, resultando em **rochas sedimentares**.

As rochas sedimentares e magmáticas podem sofrer afundimento e serem submetidas a grandes pressões e temperaturas e envolvidas em processos tectónicos de formação de montanhas. Estas rochas podem transformar-se em outros tipos de rochas através do **metamorfismo**.

Eventualmente, as **rochas metamórficas** poderão ser submetidas a pressões e temperaturas ainda maiores, fundindo e constituindo outra vez magma – **magmatismo**. Fecha-se, assim, o ciclo litológico.

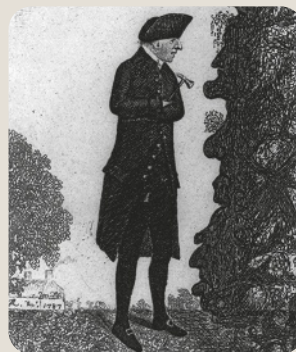
O ciclo litológico pode ter outros percursos.

As rochas magmáticas plutónicas, antes de serem expostas a processos de meteorização e erosão à superfície, podem ser submetidas a pressões e temperaturas em profundidades maiores e transformarem-se em rochas metamórficas.

Por outro lado, as rochas metamórficas e as rochas sedimentares podem ser expostas na superfície a processos de erosão e transformarem-se em sedimentos, que podem resultar em novas rochas sedimentares.

Aprende mais

O ciclo das rochas representa as variadas possibilidades de transformação de um tipo de rocha em outro. Esta cadeia de processos foi compreendida pela primeira vez por **James Hutton**, cerca do ano 1790. O seu livro *Teoria da Terra* revela que Hutton já tinha desenvolvido muitas das ideias que hoje são associadas ao ciclo litológico. A figura é uma ilustração de Hutton em trabalho de campo.



No **ciclo litológico**, qualquer rocha é a expressão das condições em que foi originada. Quando a rocha é sujeita a outras condições, a sua textura e/ou a sua composição química e mineralógica transformam-se. Estas modificações podem acontecer no estado sólido, por fusão parcial ou total da rocha, ou por meteorização.

Deste modo, as **rochas magmáticas**, as **rochas sedimentares** e as **rochas metamórficas** estão intimamente relacionadas, já que os mesmos materiais podem fazer parte de diferentes tipos de rochas e sedimentos.

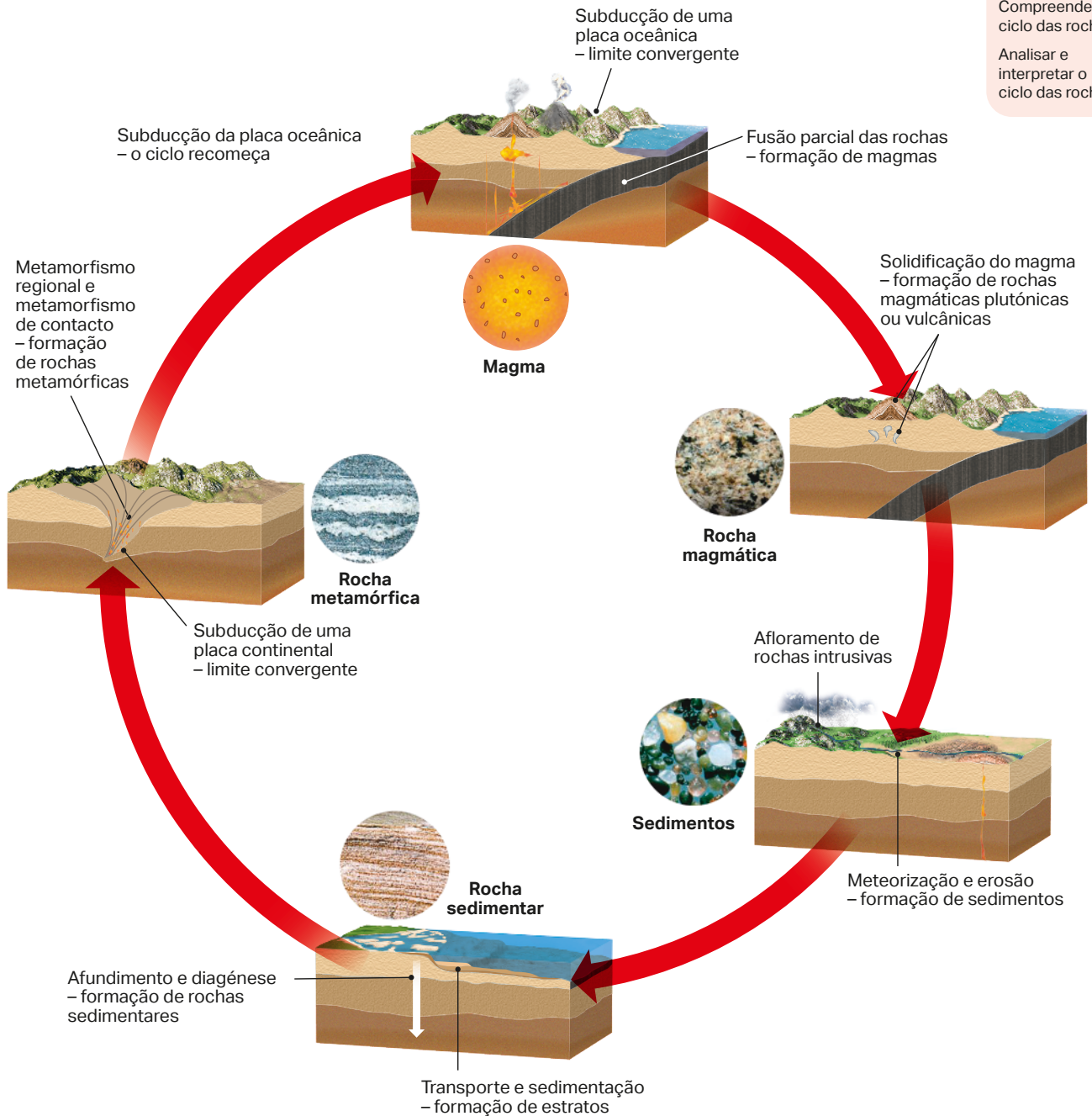


Fig. 32 Ciclo litológico simplificado.

e Manual Digital

Vídeo
O ciclo das rochas



Exercícios
Compreender o ciclo das rochas

Analisar e interpretar o ciclo das rochas

Em resumo...

Qual é o conceito de rochas?

As **rochas** são corpos sólidos, naturais, formados por agregados de minerais. São os constituintes da geosfera.

As rochas diferenciam-se pela sua **mineralogia** e pela sua **textura**, ou seja, pelo tipo e aspeto macroscópico ou microscópico dos minerais que as constituem.

Como são classificadas as rochas?

As rochas são classificadas em três grupos, atendendo às suas características e às condições do seu processo de formação: **magmáticas**, **metamórficas** e **sedimentares**.

Qual é o conceito de rochas magmáticas?

As **rochas magmáticas** têm origem na solidificação do magma. As **rochas vulcânicas** solidificam na superfície terrestre. As **rochas plutónicas** solidificam em profundidade.

Qual é a origem do magma?

O **magma** – mistura complexa que resulta da fusão de materiais rochosos – tem origem no interior da Terra. A origem dos magmas está frequentemente relacionada com a tectónica de placas.

Quais são os tipos de magmas?

Os **magmas basálticos** têm baixo teor em sílica. Os **magmas andesíticos** têm teor em sílica intermédio. Os **magmas riolíticos** têm elevado teor em sílica.

Como se relaciona a diferenciação magmática com a cristalização fracionada?

No processo de **diferenciação magmática**, um único magma pode originar diferentes tipos de rochas.

As **séries de Bowen** são uma sequência de reações que ocorrem no magma durante a diferenciação magmática. A **série descontínua** é a dos minerais ferromagnesianos. A **série contínua** é a das plagioclases.

A **cristalização fracionada** é o processo de cristalização do magma que acontece em tempos diferentes.

A diferenciação magmática é devida maioritariamente à cristalização fracionada.

Quais são alguns critérios de classificação das rochas magmáticas?

A **composição química** classifica as rochas magmáticas em **ácidas**, **intermédias**, **básicas** e **ultrabásicas**, de acordo com a sua percentagem de sílica.

A **composição mineralógica e química** e a **tonalidade** classificam os minerais em **félsicos**, de cor clara e ricos em sílica, e **máficos**, de cor escura e ricos em ferro e magnésio.

A **cor** classifica as rochas em **leucocratas**, de cor clara, **meanocratas**, de cor escura, e **mesocratas**, de coloração intermédia.

A **textura** classifica as rochas em rochas com **textura afanítica**, em que os minerais são de reduzidas dimensões, e rochas com **textura fanerítica**, em que os minerais estão bem desenvolvidos.

Como podem ser identificadas as rochas magmáticas?

As rochas magmáticas podem ser identificadas através da observação das suas características macroscópicas e microscópicas, no **campo** ou no **laboratório**.

Qual é o conceito de rochas metamórficas?

As **rochas metamórficas** têm origem no metamorfismo de outras rochas chamadas **protólitos**.

O **metamorfismo** é um processo que ocorre em profundidade, em que as rochas, no estado sólido, modificam a sua composição química e mineralógica e a sua textura.

Quais são os fatores que condicionam a formação das rochas metamórficas?

O **tempo**, a **pressão**, o **calor** e os **fluidos** são os principais fatores de metamorfismo.

Como se distingue o metamorfismo regional do metamorfismo de contacto?

O **metamorfismo regional** afeta vastas áreas da litosfera, estando relacionado com processos tectónicos. O **metamorfismo de contacto** ocorre localmente, em zonas próximas da intrusão magmática.

No **metamorfismo de contacto**, os calcários originam **mármore**s e os arenitos originam **quartzitos**.

No **metamorfismo regional**, um argilito pode transformar-se em **ardósia**, **micaxisto** ou **gnaisse**.

Qual é a relação entre os fatores de metamorfismo e as características das rochas metamórficas?

O **calor** e os **fluidos** libertados pelo magma intrusivo propagam-se através do protólito e **alteram a sua composição mineralógica**.

À volta do local da intrusão magmática forma-se uma **auréola de metamorfismo** – zona de alteração mineralógica e estrutural do protólito.

A **pressão dirigida** pode originar uma textura chamada **foliação** – os minerais ficam com o alinhamento perpendicular à direção da força.

Qual é o significado da ocorrência de minerais indicadores?

Os **minerais indicadores** permitem inferir acerca das condições em que uma determinada rocha metamórfica foi formada.

Os silicatos de alumínio **andaluzite**, **distena** e **silimanite** são minerais indicadores que só se formam dentro de limites definidos de pressão e de temperatura.

Como se caracterizam algumas rochas metamórficas?

As rochas metamórficas podem ser identificadas através da observação das suas características macroscópicas e microscópicas, no **campo** ou no **laboratório**.

As rochas metamórficas são classificadas em: **rochas foliadas** – resultam da orientação dos minerais durante o metamorfismo regional e separam-se segundo superfícies regulares que se repetem em planos paralelos; **rochas não foliadas** – resultam da recristalização durante o metamorfismo de contacto e não apresentam distribuição orientada de minerais.

Em resumo...

Qual é o conceito de rochas sedimentares?

As **rochas sedimentares** formam-se à superfície da Terra a partir de sedimentos.

Os **sedimentos** são materiais detríticos ou em solução, provenientes de outras rochas.

Quais são as principais etapas de formação das rochas sedimentares?

A formação das rochas sedimentares ocorre, fundamentalmente, em duas etapas: **sedimentogénese** e **diagénese**.

A **sedimentogénese** é o conjunto de processos físicos e químicos que alteram e desagregam as rochas preexistentes. Inclui a meteorização, a erosão, o transporte e a sedimentação.

O que é a meteorização e a erosão?

A **meteorização** é o conjunto de processos físicos e químicos que alteram e desagregam as rochas. A **meteorização física** desagrega as rochas em fragmentos cada vez menores, mas que retêm as características da rocha original. A **meteorização química** é a alteração da composição química e mineralógica da rocha, com formação de novos minerais.

A **erosão** é o processo de remoção do local dos materiais resultantes da meteorização, por ação da gravidade, do vento, da água ou do gelo.

O que é o transporte e a sedimentação?

O **transporte** é a deslocação dos materiais resultantes da erosão, por ação do vento, da água líquida ou dos glaciares. O **arredondamento** e a **granoseleção** dos materiais dependem dos fragmentos e da distância do transporte.

Quando a velocidade do agente transportador diminui, os materiais depositam-se, constituindo **sedimentos**.

A **sedimentação** consiste na deposição dos sedimentos em **estratos** – camadas horizontais e paralelas de sedimentos.

O que é a diagénese?

A **diagénese** é o conjunto de processos físicos e químicos que transformam os sedimentos em rochas sedimentares.

Como se podem classificar as rochas sedimentares?

As **rochas sedimentares**, tendo em conta a origem predominante dos sedimentos, podem classificar-se em **detríticas**, **quimiogénicas** e **biogénicas**.

O que são rochas sedimentares detríticas, quimiogénicas e biogénicas?

As **rochas sedimentares detríticas** são formadas por **clastos** – detritos resultantes da meteorização e erosão de rochas preexistentes. São exemplos: brechas, conglomerados, arenitos, siltitos e argilitos.

As **rochas sedimentares quimiogénicas** são constituídas por materiais resultantes de precipitação de substâncias em solução. São exemplos as **rochas carbonatadas**, como os calcários, e os **evaporitos**, como o sal-gema.

As **rochas sedimentares biogénicas** são formadas por sedimentos com origem em seres vivos. São exemplos os calcários biogénicos e coníferos e os carvões.

O que são combustíveis fósseis?

Os **combustíveis fósseis** são materiais que contêm energia resultante da energia solar captada, transformada, armazenada e preservada há milhões de anos: **carvões**, **petróleo** e **gás natural**.

Como se formam os carvões?

Os **carvões** formam-se a partir de **restos de plantas** que, soterradas e decompostas na ausência de oxigénio, dão origem a **turfa**. A diagénese da turfa e o enriquecimento em carbono, ou **incarbonização**, dão origem a **lignite**, **carvão betuminoso** e **antracite**.

Qual é a origem do petróleo?

O **petróleo** tem origem em organismos aquáticos, como o fitoplâncton, soterrados e decompostos na ausência de oxigénio, que se acumulam na **rocha-mãe**. Ao longo do tempo, migra para a **rocha-armazém** – rocha detrítica ou carbonatada, porosa e permeável. Se existir a **rocha-cobertura** que impede a migração e dispersão do petróleo formam-se reservatórios de hidrocarbonetos.

Como podem ser identificadas as rochas sedimentares?

As **rochas sedimentares** podem ser identificadas através da observação das suas características macroscópicas e microscópicas, no **campo** ou no **laboratório**.

O que é o ciclo litológico?

O **ciclo litológico** ou ciclo das rochas é o conjunto de processos internos e externos que, ao longo de milhões de anos, conduzem à transformação das rochas umas nas outras: magmáticas, sedimentares e metamórficas.

O ciclo litológico envolve os seguintes processos geológicos: **magmatismo**, **meteorização**, **erosão**, **transporte**, **sedimentação**, **diagénese** e **metamorfismo**.

Teste formativo

- 1 Lê atentamente o texto. Nas questões seguintes, seleciona a opção que completa corretamente a frase.

Sendo a sua origem atribuída à atividade de um *hotspot* (ou ponto quente) sob a Placa Núbia, a constituição das ilhas de Cabo Verde denota essencialmente a erupção de magmas fortemente alcalinos, frequentemente subsaturados em sílica, sendo que os produtos eruptivos são sobretudo escoadas lávicas e piroclastos de natureza basáltica. Porém, em áreas costeiras, são frequentes os afloramentos de rochas carbonatadas, que correspondem à deposição de sedimentos marinhos de pouca profundidade, hoje em dia expostos por uma combinação de soerguimento lento e erosão.

Baseado em: <https://fire.segal.ubi.pt/wp-content/uploads/2021/02/TM-igotulo11227-ESCOADAS.pdf>,
pesquisado em 25-07-2024 [texto com supressões]

- 1.1.** As rochas de Cabo Verde referidas no texto são...
- (A) magmáticas e metamórficas.
 - (B) sedimentares e metamórficas.
 - (C) magmáticas e sedimentares.
 - (D) magmáticas, metamórficas e sedimentares.
- 1.2.** A constituição das ilhas denota a erupção de magmas...
- (A) riolíticos, com elevado teor em sílica.
 - (B) basálticos, com baixo teor em sílica.
 - (C) andesíticos, com teor em sílica intermédio.
 - (D) basálticos, com alto teor em sílica.
- 1.3.** Os produtos eruptivos das ilhas podem ser classificados como...
- (A) rochas melanocratas, básicas, com minerais máficos e textura afanítica.
 - (B) rochas melanocratas, ácidas, com minerais félsicos e textura afanítica.
 - (C) rochas leucocratas, básicas, com minerais máficos e textura fanerítica.
 - (D) rochas leucocratas, ácidas, com minerais máficos e textura fanerítica.
- 1.4.** As rochas carbonatadas em áreas costeiras do arquipélago de Cabo Verde...
- (A) são apenas granitos e riolitos.
 - (B) são apenas areias e balastros.
 - (C) podem ser gnaisses e gabros.
 - (D) podem ser calcários e margas.
- 1.5.** Os magmas fortemente alcalinos que originaram as ilhas solidificaram...
- (A) à superfície, formando rochas vulcânicas.
 - (B) em profundidade, formando rochas plutónicas.
 - (C) à superfície, formando rochas plutónicas.
 - (D) em profundidade, formando rochas vulcânicas.

- 2** Observa atentamente a figura 1, que representa a quantidade de alguns materiais em quatro combustíveis fósseis.

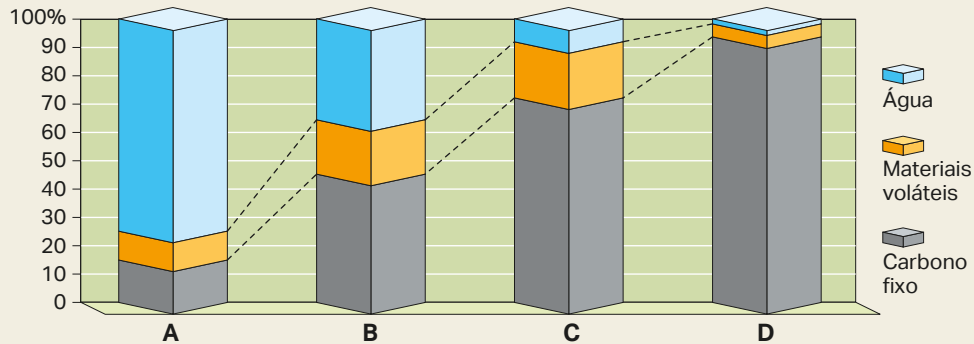


Fig. 1

- 2.1.** Denomina os combustíveis fósseis representados na figura 1 pelas letras A a D.
- 2.2.** Refere o combustível fóssil da figura:
- 2.2.1.** que contém maior quantidade de carbono;
- 2.2.2.** que liberta maior quantidade de fumos e vapores quando arde. Justifica.
- 2.3.** Refere e caracteriza outro combustível fóssil que estudaste.

- 3** Lê atentamente a notícia.

Se retirar areia da praia corre o risco de pagar 109 983,38 \$

Um turista foi condenado a pagar a multa após tentar entrar num avião na Sardenha com dois quilos de areia da praia na sua bagagem. Em 2017, entrou em vigor uma lei regional que tornou ilegal a retirada de areia das praias da Sardenha. As multas variam consoante a quantidade de areia retirada da praia. As autoridades italianas resolveram atuar, pois os roubos eram cada vez maiores, e incentivam a população a entrar em contacto com as autoridades se virem turistas a furtar areia.

Baseado em: <https://www.cnnbrasil.com.br/viagemgastronomia/viagem/turista-que-retirou-areia-de-praia-da-italia-e-multado-em-mais-de-r-6000/>, pesquisado em 25-07-2024

- 3.1.** Copia e completa a frase sobre a areia, utilizando os termos corretos.
- "A areia é (uma rocha sedimentar / um sedimento) proveniente da (sedimentogénese / diagénese). O primeiro processo que leva à formação de areia é (a meteorização / a erosão / o transporte), ao qual se segue (a meteorização / a erosão / o transporte) e depois (a meteorização / a erosão / o transporte), durante o qual acontece a (remoção / granosseleção) dos fragmentos."
- 3.2.** Explica a importância da medida adotada pelas autoridades da Sardenha e justifica se consideras ou não importante Cabo Verde adotar a mesma medida.

3





Contributo das rochas para a história da Terra

3.1. Estratigrafia

3.2. Princípios da Estratigrafia

3.3. Datação das rochas

3.4. Fósseis e Paleontologia

3.5. Escala do tempo geológico

As rochas sedimentares, como as da baía do Tarrafal, são como as bibliotecas, ou seja, são arquivos onde está registada uma enorme quantidade de informações. Ao estudar estas rochas e os fósseis nelas contidos, os geólogos e as geólogas decifram os ambientes de épocas passadas, o clima, o movimento dos continentes e a flora e fauna em constante evolução.

Na ilha de Santiago, tal como noutras ilhas do arquipélago de Cabo Verde, existem vários níveis de antigas praias com diversos fósseis, como os de moluscos bivalves do género *Arca*, na figura.

3.1. Estratigrafia

A **Estratigrafia** é o ramo da Geologia que estuda as relações no espaço e no tempo das formações e estruturas geológicas, com particular ênfase nas rochas sedimentares: a sua origem e a sua representação vertical e horizontal.

As rochas sedimentares apresentam estruturas que permitem deduzir sobre os ambientes onde tiveram origem. Estas estruturas formam-se durante a deposição dos sedimentos e antes da diagénese. Uma destas estruturas é a **estratificação** – disposição estrutural típica das rochas sedimentares em estratos ou camadas.

Um **estrato** é uma camada de um determinado sedimento depositada num ambiente de sedimentação específico. Se ocorrer uma variação brusca no tipo de sedimento, ou uma alteração nas condições físico-químicas do ambiente, ou uma interrupção na sedimentação, forma-se um novo estrato.

O estrato é a **unidade estratigráfica**. O limite inferior de um estrato designa-se por **muro** e o seu limite superior chama-se **teto**. Uma **sequência estratigráfica** é uma sucessão de estratos depositados no mesmo ambiente sedimentar.

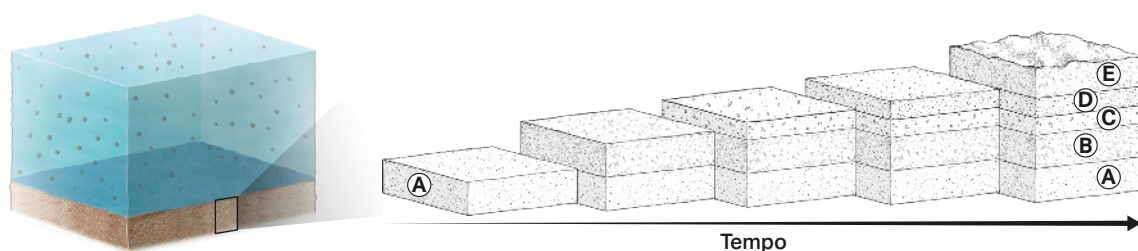


Fig. 1 A deposição de estratos ao longo do tempo forma uma sequência estratigráfica.

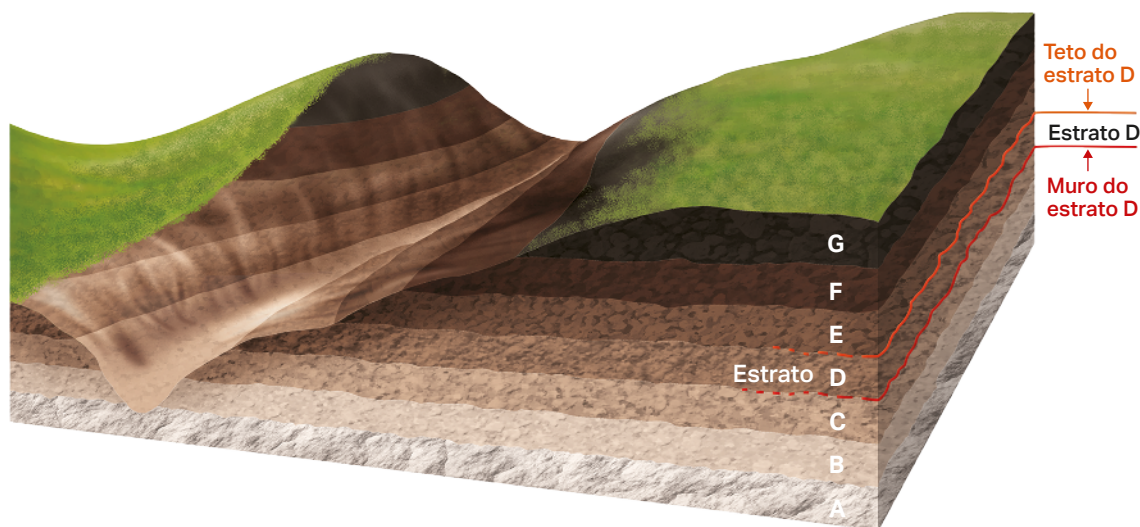


Fig. 2 Teto e muro de um estrato.

Ambientes de sedimentação

Diversas rochas sedimentares são formadas em diferentes **ambientes de sedimentação**. Cada ambiente de sedimentação tem determinadas características físico-químicas e biológicas específicas, pelo que a rocha sedimentar, detrítica, quimiogénica ou biogénica, reflete as condições do meio onde se formou. Assim, para além da estratificação, diversas **estruturas** formam-se durante a deposição dos sedimentos, como marcas de ondulação e trilhos de animais aquáticos nos sedimentos – **bioturbação**.

O estudo dos ambientes de sedimentação e das estruturas das rochas sedimentares baseia-se no **princípio do atualismo**, segundo o qual “o presente é a chave do passado”. Deste modo, o estudo dos ambientes atuais permite inferir acerca das condições existentes no passado geológico, em ambientes sedimentares antigos – **paleoambientes**.

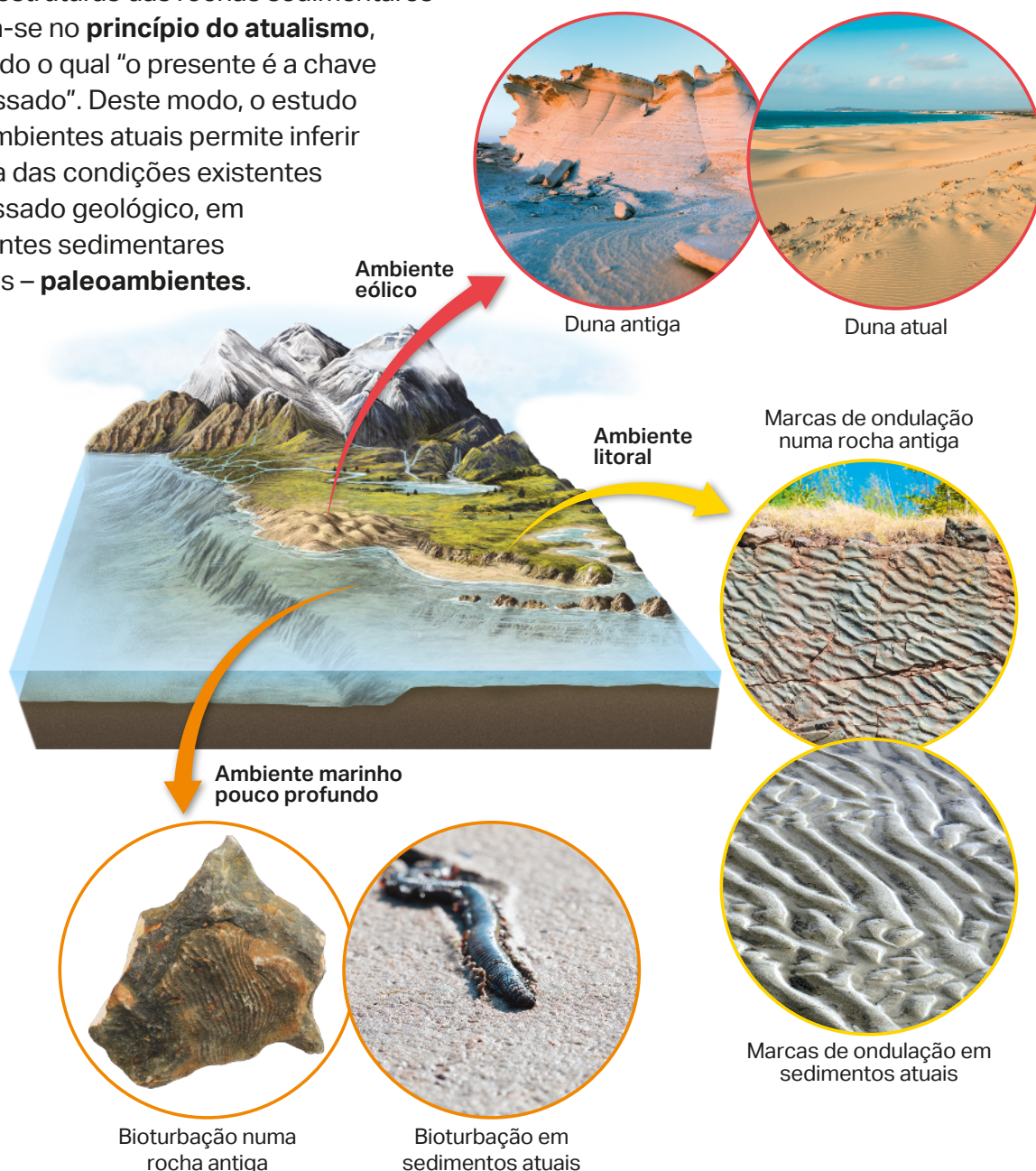


Fig. 3 Alguns ambientes de sedimentação e estruturas em rochas sedimentares antigas e atuais.

3.2. Princípios da Estratigrafia

Os **princípios da Estratigrafia** permitem, numa dada região, ordenar as rochas no tempo, a partir do estudo das suas relações verticais e laterais.

O **princípio da horizontalidade** considera que os sedimentos se depositam em camadas horizontais ou estratos, paralelas à superfície terrestre.

O **princípio da sobreposição** considera que numa sequência de estratos não deformados, a ordem de deposição é da base para o topo. Os estratos mais recentes são os superiores.

O **princípio da continuidade lateral** considera que um estrato tem sempre a mesma idade ao longo de toda a sua extensão.

O **princípio da identidade paleontológica** considera que os estratos com os mesmos fósseis característicos têm a mesma idade.

O **princípio da interseção** considera que qualquer rocha que foi cortada por uma intrusão magmática ou por uma falha é mais antiga do que a intrusão ou a falha.

O **princípio da inclusão** considera que as inclusões, ou fragmentos rochosos, são mais antigos do que as rochas que as contêm.

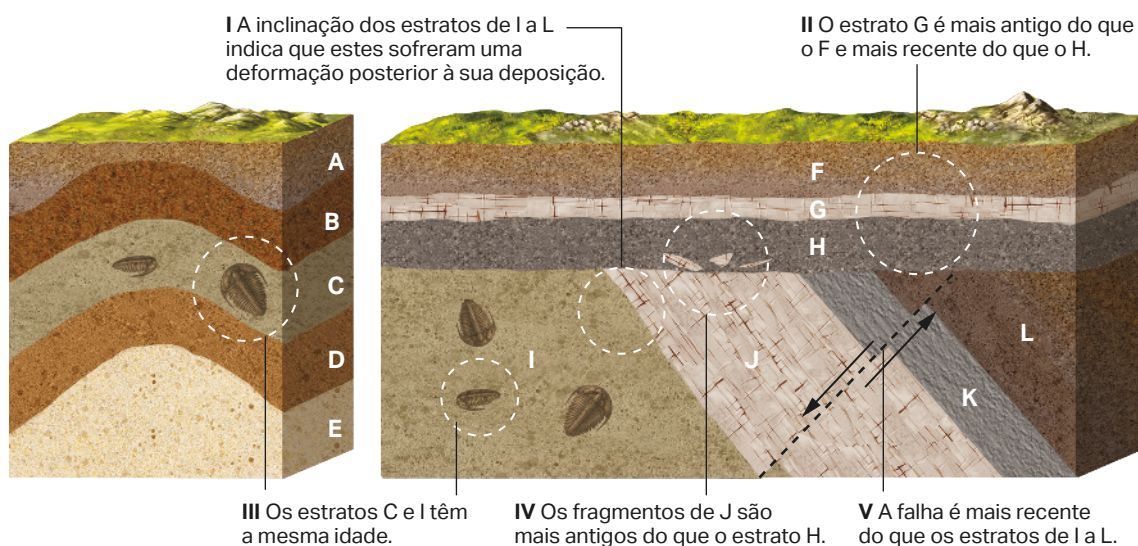


Fig. 4 Aplicação dos princípios da Estratigrafia em cortes geológicos de duas regiões.

Responde tu

- 1 Faz corresponder a cada uma das legendas identificadas de I a V, na figura 4, um dos princípios da Estratigrafia.
- 2 Refere o princípio da Estratigrafia que não está representado na figura 4. Elabora um desenho simples ilustrativo deste princípio.
- 3 Recorda as tuas aprendizagens na unidade I e faz uma pesquisa sobre as personalidades que estabeleceram os princípios da Estratigrafia. Apresenta os teus resultados à turma.

3.3. Datação das rochas

A **datação das rochas** é o processo de atribuir uma idade às rochas. Os principais processos são a datação relativa e a datação absoluta.

A **datação relativa** é o processo de datação que permite avaliar a idade de rochas relativamente a outras utilizando-se os **princípios da Estratigrafia**.

A **datação absoluta** consiste na determinação da idade de rochas em valores numéricos, geralmente milhões de anos. A técnica mais rigorosa é a **datação radiométrica** que se baseia na desintegração regular ou decaimento de isótopos radioativos naturais – **radioatividade**.

No momento de formação de um mineral são incorporados isótopos radioativos, instáveis – **isótopos-pais** –, cujo decaimento origina isótopos estáveis – **isótopos-filhos**.

O decaimento de um isótopo instável é caracterizado pela sua **semivida** – tempo necessário para a desintegração de metade da quantidade de isótopo-pai.

Assim, conhecendo o valor da semivida e a relação entre as quantidades de isótopo-pai e de isótopo-filho, calcula-se a datação do início da desintegração, ou seja, o momento em que a rocha se formou. A **idade da rocha** será, assim, contada a partir do início da desintegração do isótopo-pai.

Exemplos de isótopos usados na datação absoluta

Isótopo-pai	Isótopo-filho	Tempo de semivida	Materiais usados	Intervalo de idade
Urânio-238	Chumbo-206	4500 Ma	Zircão	Maior que 10 Ma
Urânio-235	Chumbo-207	713 Ma	Zircão	Maior que 10 Ma
Potássio-40	Árgon-40	1300 Ma	Biotite, moscovite	Maior que 50 000 anos
Carbono-14	Nitrogénio-14	5730 anos	Conchas, calcários e material orgânico	Entre 100–60 000 anos

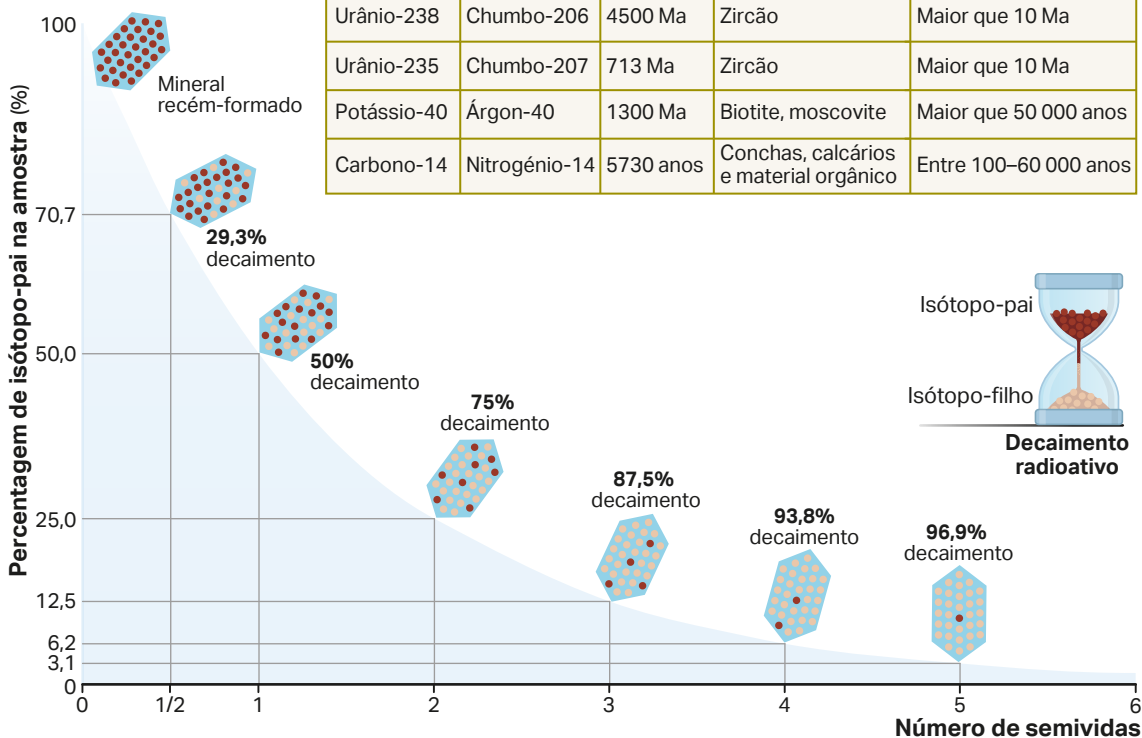


Fig. 5 Curva de desintegração de um isótopo radioativo e tabela com exemplos de isótopos usados na datação radiométrica.



Vídeos
Datação absoluta ou radiométrica



Limitações da datação absoluta ou radiométrica



Rochas: qual se formou primeiro?



Atividades
Datação relativa

Datação absoluta ou radiométrica (exercícios resolvidos)

Exercícios
Aplicar os princípios estratigráficos

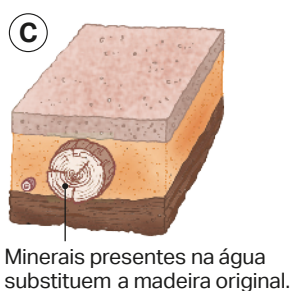
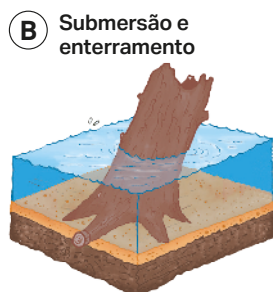
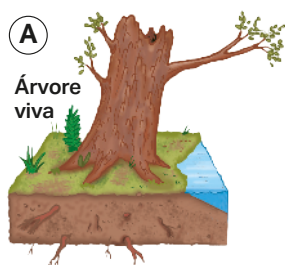
Interpretar dados relativos à datação radiométrica

3.4. Fósseis e Paleontologia

Os **fósseis** são restos de seres vivos ou da sua atividade que ficaram preservados nas rochas que os contêm, no passado geológico. A **Paleontologia** é a ciência que estuda os fósseis.

A **fossilização** é o conjunto de processos que resulta na formação de um fóssil, ou seja, na preservação de restos de organismos, da sua forma ou da sua atividade. A **formação de um fóssil** é um **processo raro e muito demorado** que só ocorre em determinadas condições físicas, químicas e biológicas. De facto, após a morte, os organismos são maioritariamente comidos por outros ou destruídos pelos decompositores, pelo que não chegam sequer a ser incorporados nos sedimentos. As conchas, o esqueleto dos animais e os troncos das árvores são os fósseis mais frequentes, pois são mais resistentes à decomposição. Existe um conjunto de **condições de**

fossilização para que os restos de um ser vivo ou da sua atividade sejam preservados: terão de ser rapidamente enterrados em sedimentos ou em outro meio protetor, sem oxigénio, não sendo destruídos pelo calor, pressão ou agentes erosivos.



D Tronco fossilizado

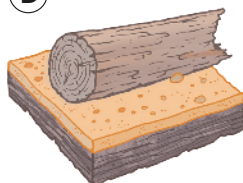


Fig. 6 Fossilização de um tronco de árvore.



Fig. 7 Tronco fossilizado.

Aprende mais



No Monumento Nacional da Floresta Petrificada de Khorixas, na Namíbia, existem numerosos **troncos fossilizados**, como o da figura 7. Aqui pode observar-se a fossilização de restos vegetais de grande porte, que terá ocorrido há cerca de 280 milhões de anos. A floresta original estaria nas margens de um rio sujeito a episódios de inundação extrema. As enormes árvores terão sido rapidamente arrastadas e soterradas por sedimentos silicatados, que terão contribuído para a excecional preservação dos troncos. Ao longo do tempo geológico, ou seja, milhões de anos, o carbono da matéria orgânica deu lugar à sílica, que ajudou a preservar até hoje estes belos exemplares da flora do final da Era Primária, e que a meteorização, erosão e transporte dos materiais geológicos que os cobriam puseram a descoberto.

Moldagem

A **moldagem** é o processo de fossilização em que fica moldada no sedimento a forma interna ou externa do ser vivo. No caso de algumas peças ocas, como conchas, pode formar-se um molde interno e um molde externo.

No **molde interno**, os sedimentos preenchem a concha que, posteriormente, é dissolvida, ficando apenas o molde da superfície interna. No **molde externo**, a concha imprime o molde da superfície externa dos sedimentos, sendo depois removida.

Existem alguns casos em que se forma um **contramolde** do molde externo ou interno. Por exemplo, um molde externo de uma pegada de dinossauro pode surgir numa depressão. Se essa depressão for preenchida por sedimentos finos, forma-se nesses sedimentos uma réplica do molde externo, isto é, um **contramolde do molde externo** que aparece saliente na rocha. O **contramolde do molde interno** pode formar-se num processo idêntico.

Alguns órgãos de plantas, como folhas, e de animais, como asas, por serem achatados, podem fossilizar num tipo especial de moldagem chamado **impressão**.

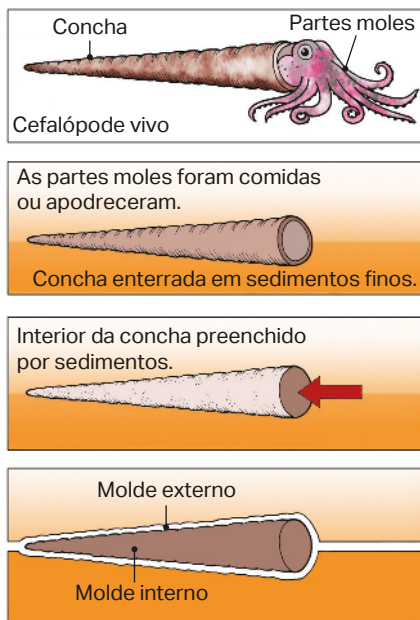


Fig. 8 Moldagem de concha de molusco cefalópode.

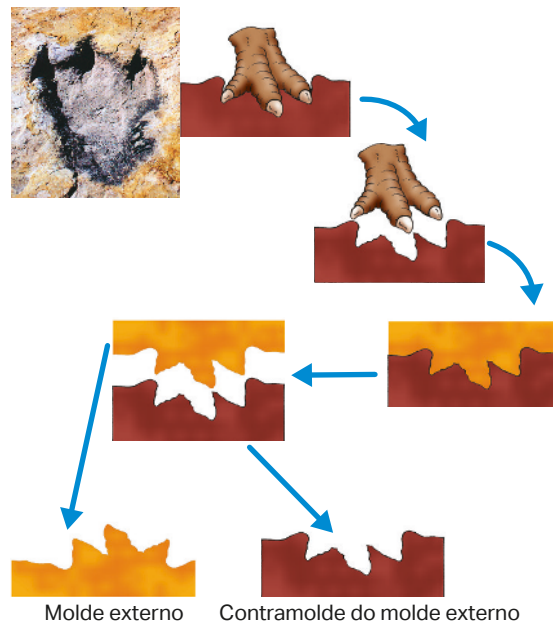


Fig. 9 Moldagem de pegada de dinossauro.

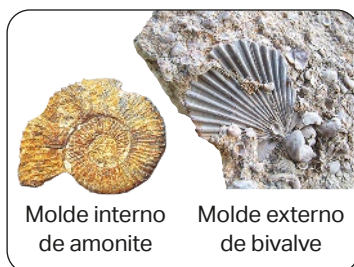


Fig. 10 Fossilização por moldagem.



Fig. 11 Molde externo e contramolde de fóssil de trilobite.



Fig. 12 Impressão de folha.

Mineralização

A **mineralização** é o processo de fossilização em que as partes duras do organismo mantêm a forma original por substituição da matéria orgânica por matéria mineral. Os constituintes de animais, como ossos e conchas, e de plantas, como troncos, são substituídos por minerais em solução na água, como a calcite ou a sílica, que precipitam.



Atividade
Quais são os processos de fossilização?



Fig. 13 Etapas de mineralização de esqueleto de dinossauro.

Conservação

A **conservação** é o processo de fossilização em que o organismo, ou partes dele, é preservado sem alteração ou apenas com pequenas modificações. Este processo é o mais raro e engloba a **mumificação**, em que o corpo do animal é desidratado, ficando como que embalsamado. A conservação acontece quando o organismo é totalmente envolvido num meio assético, como resina, gelo ou alcatrão, por exemplo.

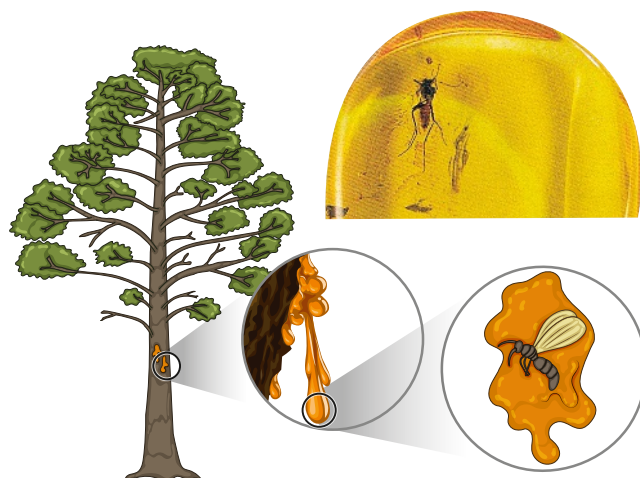


Fig. 14 Etapas da conservação de um inseto no âmbar – resina fóssil.



Fig. 15 Fossilização por conservação – mamute bebé mumificado no gelo.

Iconofósseis

As marcas ou vestígios das atividades dos seres vivos, como os excrementos, que são manifestações de alimentação, os ovos, que são testemunhos de nidificação, e as pegadas, que são prova de movimento, também podem ser fossilizados pelos processos de fossilização descritos anteriormente, originando **iconofósseis**.



Fig. 16 Iconofósseis.

Fósseis de fácies e fósseis de idade

Cada um dos estratos das rochas sedimentares apresenta **fácies** – conjunto de características litológicas, como a espessura, a textura e a mineralogia, e fossilíferas, que caracterizam esse estrato. A fácies contribui para a compreensão e interpretação do ambiente que existia aquando da sedimentação e formação do estrato.

Os **fósseis de fácies** ou de ambiente são os que permitem reconstituir ambientes antigos ou paleoambientes. As espécies destes fósseis viveram durante longos períodos de tempo geológico em condições ambientais muito particulares. São exemplos os corais e os gastrópodes fossilizados que indicam ambientes marinhos de águas pouco profundas.



Fósseis de gastrópode



Fósseis de graptólitos

Fig. 17 Fóssil de fácies e fóssil de idade.

Os **fósseis de idade** permitem datar os estratos onde ocorrem. São espécies que viveram num curto intervalo de tempo geológico e com uma distribuição geográfica alargada, como as trilobites e os graptólitos.

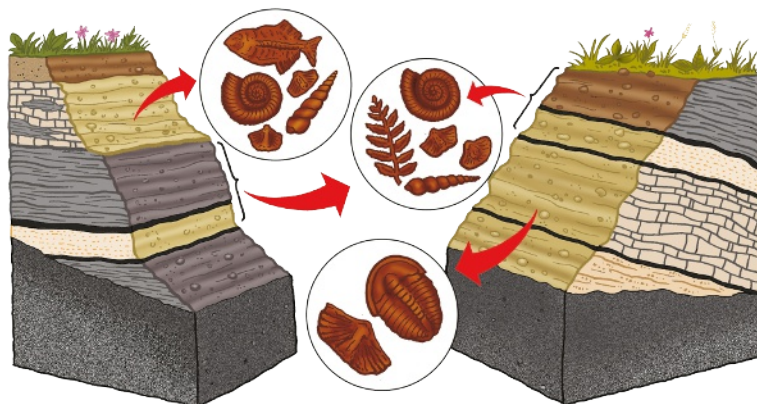


Fig. 18 Os fósseis de idade datam os estratos onde se encontram. Estratos com os mesmos fósseis têm a mesma idade.

e Manual Digital

Vídeo
Fósseis



Atividades
Processos de fossilização

Fósseis de fácies e fósseis de idade

Exercícios
Processos de fossilização

Fósseis de fácies e fósseis de idade

Identificar processos de fossilização

3.5. Escala do tempo geológico

O conceito de **tempo** intrigou o ser humano desde sempre e, por isso, foi utilizando vários “tempos”: o tempo entre o nascer e o pôr do Sol, o tempo entre o nascimento e a morte, o tempo do bater do coração ou o tempo de envio de uma mensagem. O **tempo histórico** é o intervalo de tempo que engloba a história da Humanidade, desde o aparecimento da espécie humana, há cerca de 200 mil anos.

Para descrever a **história da Terra**, os geólogos criaram o conceito de **tempo geológico** – intervalo de tempo compreendido entre a formação da Terra, há cerca de **4600 milhões de anos**, e a atualidade. A história da Terra está marcada por **grandes acontecimentos**, como glaciações, transgressões e regressões marinhas, movimento das placas tectónicas, vulcanismo e impactos de meteoritos.

Durante as **glaciações**, a neve e o gelo cobriram áreas continentais muito vastas e alguns oceanos e alteraram drasticamente a temperatura à superfície do planeta.

As mudanças no nível das águas do mar também provocaram mudanças ambientais. Na **transgressão marinha**, o nível do mar sobe e cobre a linha de costa anterior: há um aumento do número de espécies marinhas do litoral. Na **regressão marinha**, o nível do mar desce e a linha de costa recua: há uma diminuição do número de espécies marinhas do litoral.

Os grandes acontecimentos geológicos provocaram **extinções em massa** – desaparecimento total ou parcial de espécies. Para melhor compreenderem as transformações por que passou o nosso planeta, os geólogos dividiram a história da Terra em unidades de tempo, construindo uma escala.



Fig. 19 A mesma região da Terra, há 20 milhões de anos e há 25 mil anos, coberta de gelo.

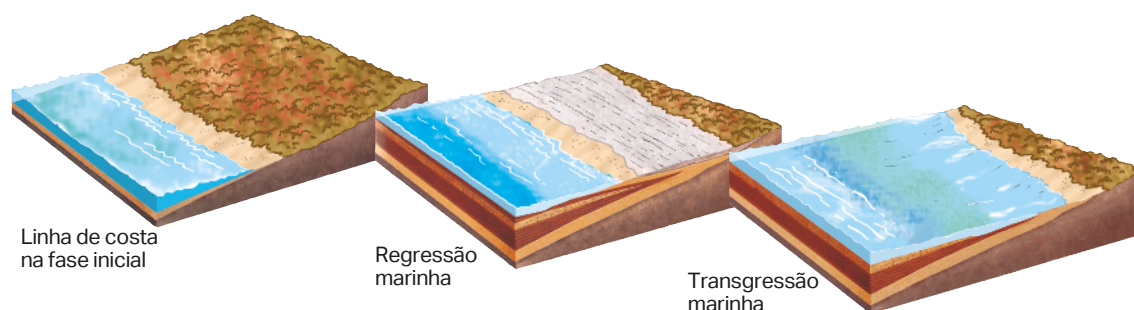


Fig. 20 Mudanças no nível do mar.

Aprende mais

O Pré-Câmbrico é o intervalo de tempo desde a formação da Terra, há cerca de 4600 milhões de anos (Ma), até ao início do Período Câmbrico, há cerca de 541 Ma. O Pré-Câmbrico corresponde a 88% do tempo geológico. O seu nome deve-se a Cambria, nome clássico para o País de Gales, no Reino Unido, onde as rochas desta etapa da Terra foram estudadas pela primeira vez.



A **escala do tempo geológico** é uma sequência cronológica dos acontecimentos mais significativos, ao longo da história da Terra, presentes no registo fóssil. A escala, cuja unidade de medida é o milhão de anos (Ma), está dividida em **unidades de tempo** sucessivamente menores: **Éon**, **Era**, **Período** e **Época**.



Atividade
Escala do tempo geológico

Exercício
Interpretar a escala do tempo geológico

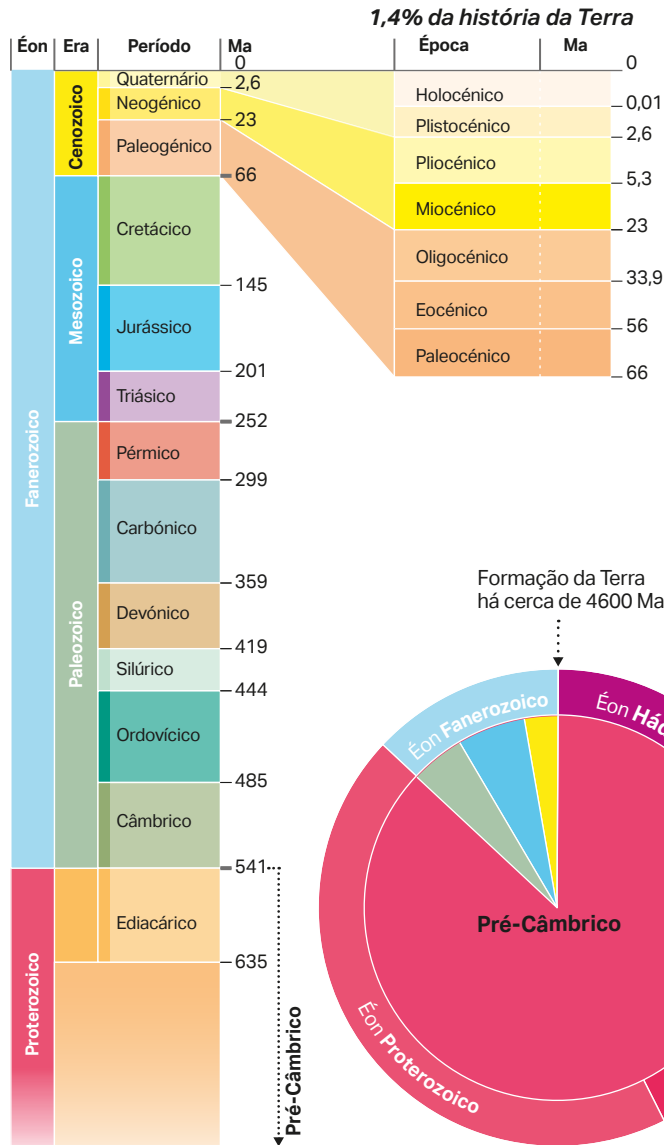


Fig. 21 Escala do tempo geológico simplificada.

Responde tu

- 1 Refere os Éons em que está dividido o tempo geológico.
- 2 Indica as Eras em que se divide o Fanerozoico.
- 3 Compara o Paleozoico com o Mesozoico relativamente a:
 - 3.1. duração de tempo;
 - 3.2. divisão em Períodos.

Atividade prática

Construção de um calendário da história da Terra

Utiliza 4,6 metros de papel em rolo (4600 milhões de anos) e desenha um calendário da história da Terra (1 mm = 1 milhão de anos) para exposição na sala de aula.

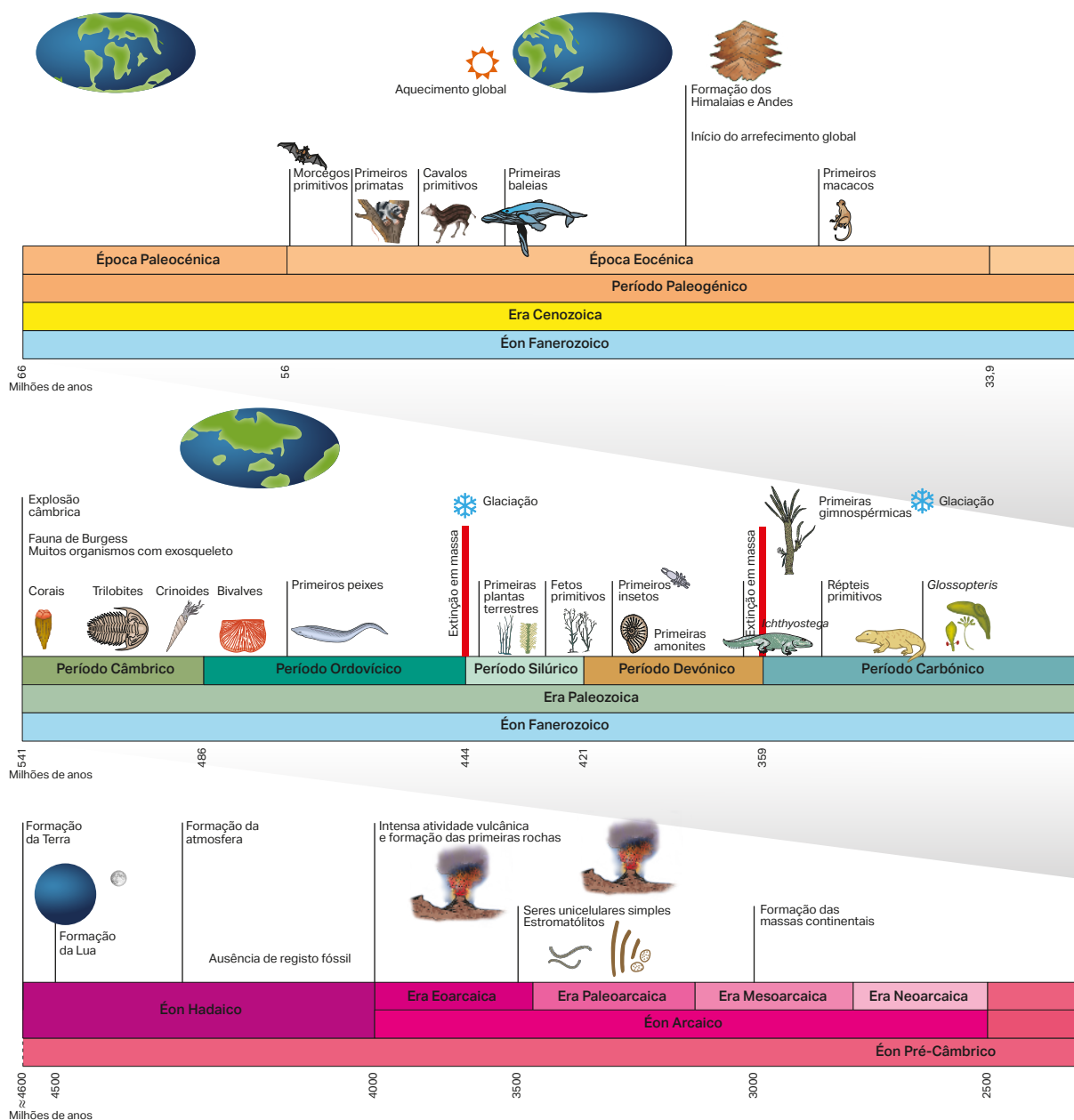


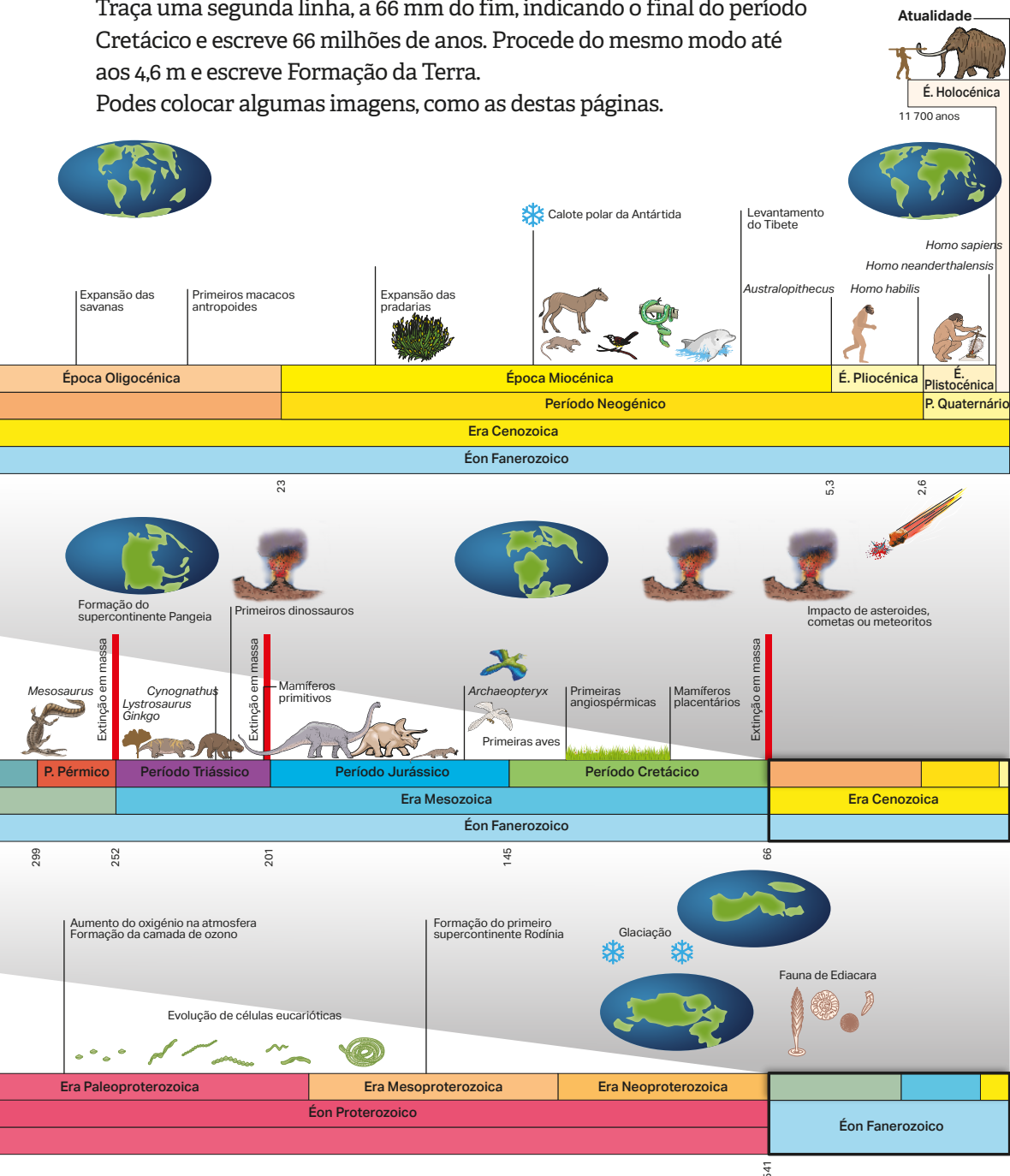
Fig. 1 Escala simplificada do tempo geológico.

Procedimento

Desenrola 40 cm de papel e coloca-o direito na mesa. O final do rolo representa o presente. Mede 2 mm a partir do fim do papel e traça uma linha e escreve “Ser humano”: significa o aparecimento dos seus ancestrais, há cerca de 2 milhões de anos.

Traça uma segunda linha, a 66 mm do fim, indicando o final do período Cretácico e escreve 66 milhões de anos. Procede do mesmo modo até aos 4,6 m e escreve Formação da Terra.

Podes colocar algumas imagens, como as destas páginas.



e Manual Digital

Vídeo
Processos de fossilização



Atividade prática

Datação radiométrica

A datação radiométrica de alguns fósseis é possível pelo método do carbono-14. Observa atentamente a figura 1 e responde às questões.

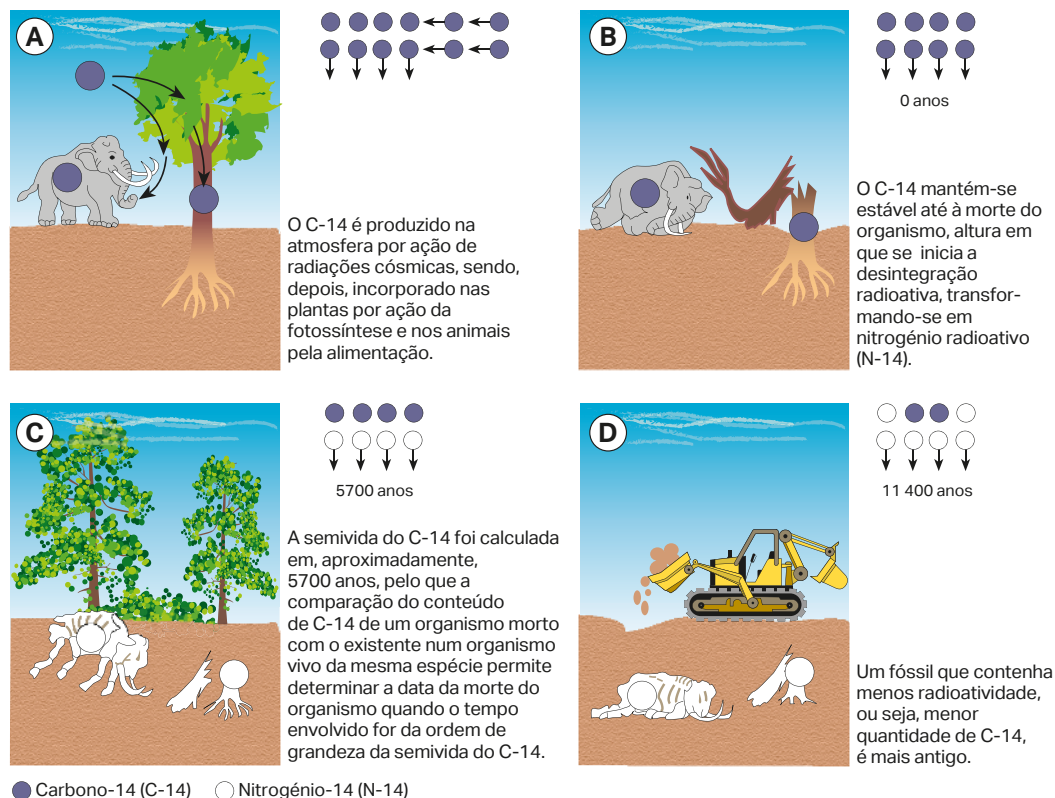


Fig. 1 Esquema simplificado do método de datação por carbono radioativo.

- 1 Distingue datação relativa de datação absoluta.
- 2 Indica uma vantagem da datação absoluta.
- 3 Refere a idade do fóssil de mamute quando foi encontrado, relativamente:
 - 3.1. ao estrato onde ocorreu a fossilização;
 - 3.2. ao fóssil da árvore;
 - 3.3. à datação pelo carbono-14.
- 4 Copia e completa a frase, utilizando os termos *rochas sedimentares*, *rochas metamórficas* e *rochas magmáticas*.

A datação radiométrica das _____ é mais fiável do que a das outras rochas. De facto, a datação dos detritos que constituem as _____ e as _____ não permite determinar a origem da sua formação, mas sim a da rocha original que foi meteorizada e erodida.

Em resumo...

Qual é o conceito de Estratigrafia?

A **Estratigrafia** é o ramo da Geologia que estuda as relações no espaço e no tempo das formações e estruturas geológicas, com particular ênfase nas rochas sedimentares: a sua origem e a sua representação vertical e horizontal.

Como se relacionam os estratos com a sequência estratigráfica?

As rochas sedimentares apresentam **estratificação** – disposição estrutural típica em estratos.

Um **estrato** é uma camada de um sedimento depositada num ambiente de sedimentação específico. O estrato é a **unidade estratigráfica**.

Uma **sequência estratigráfica** é uma sucessão de estratos depositados no mesmo ambiente sedimentar.

O que são ambientes de sedimentação e paleoambientes?

Os **ambientes de sedimentação** são os locais de formação das rochas sedimentares. Cada ambiente é específico: detrítico, quimiogénico ou biogénico.

Além dos estratos, formam-se outras **estruturas** nas rochas sedimentares relacionadas com o ambiente onde tiveram origem, como marcas de ondulação e bioturbação.

O estudo dos ambientes de sedimentação atuais permite inferir acerca das condições existentes nos **paleoambientes** – ambientes sedimentares antigos, no passado geológico.

Como se aplicam os princípios da Estratigrafia?

Os **princípios da Estratigrafia** têm aplicação numa dada região, permitindo ordenar as rochas no tempo, a partir das suas relações verticais e laterais.

Os **princípios da Estratigrafia** são:

- O **princípio da horizontalidade**;
- O **princípio da sobreposição**;
- O **princípio da continuidade lateral**;
- O **princípio da identidade paleontológica**;
- O **princípio da interseção**;
- O **princípio da inclusão**.

Qual é a importância da datação das rochas?

A **datação das rochas** é o processo de atribuir uma idade às rochas.

A **datação relativa** permite avaliar a idade das rochas, umas relativamente às outras, usando os princípios da Estratigrafia.

A **datação radiométrica** permite determinar a idade absoluta da rocha, ou seja, em valores numéricos, geralmente milhões de anos. Nesta datação usam-se **isótopos** radioativos naturais, como o urânio, o potássio e o carbono.

Em resumo...

Qual é o conceito de fósseis?

Os **fósseis** são restos de seres vivos ou da sua atividade que ficaram preservados nas rochas que os contêm, no passado geológico.

A **Paleontologia** é a ciência que estuda os fósseis.

Quais são os fatores que condicionam a fossilização?

A **fossilização** é o conjunto de processos que resulta na formação de um fóssil: processo raro e muito demorado.

Existem vários **fatores que condicionam a fossilização**. Para que os restos de um ser vivo ou da sua atividade sejam preservados, terão de ser rapidamente enterrados em sedimentos ou em outro meio protetor, sem oxigénio, não sendo destruídos pelo calor, pressão ou agentes erosivos.

Quais são os processos de fossilização?

Na **moldagem**, a forma interna ou externa do ser vivo molda o sedimento. Forma-se um molde interno, um molde externo ou um contramolde.

Na **mineralização**, há a substituição da matéria orgânica por matéria mineral. As partes duras do organismo mantêm a forma original.

Na **conservação**, o organismo é totalmente envolvido num meio aséptico, como a resina ou o gelo, ficando totalmente preservado.

As marcas ou vestígios da atividade dos seres vivos também podem fossilizar, originando **icnofósseis**.

Como se distinguem fósseis de fácies de fósseis de idade?

Os **fósseis de fácies** são de espécies que viveram durante longos períodos de tempo geológico e em condições ambientais muito específicas, ou seja, tiveram uma estreita distribuição geográfica. A sua presença num estrato permite inferir das condições ambientais aquando da sua formação – **paleoambientes**.

Os **fósseis de idade** são de espécies que viveram num curto intervalo de tempo geológico, mas tiveram uma ampla distribuição geográfica, ou seja, têm menor distribuição estratigráfica. A sua presença num estrato permite atribuir-lhe uma **idade relativa**.

O que é a escala do tempo geológico?

O **tempo geológico** é o intervalo de tempo entre a formação da Terra, há cerca de 4600 milhões de anos, e a atualidade.

Ao longo da história da Terra tiveram lugar grandes acontecimentos, como **glaciações** e **transgressões e regressões marinhas**, que provocaram **extinções em massa**. Estes acontecimentos estão no registo fóssil.

A **escala do tempo geológico** é uma sequência cronológica dos acontecimentos mais importantes da história da Terra.

Teste formativo

1 Observa o corte estratigráfico da figura 1.

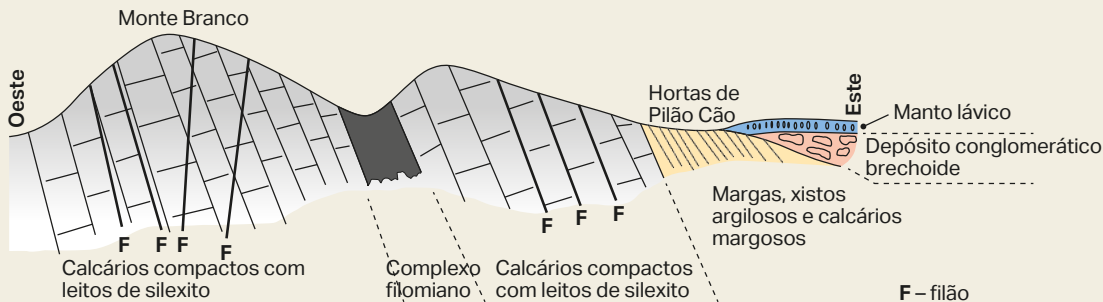


Fig. 1 Baseado em: <https://www.macaronesian.org/assets/files/file-fo2co22db8014c.pdf>, pesquisado em 01-08-2024

- 1.1. Denomina a ilha do arquipélago de Cabo Verde onde se localiza a figura 1.
- 1.2. Apresenta os conceitos de Estratigrafia e de estrato.
- 1.3. Refere o nome das rochas sedimentares da figura 1.
- 1.4. Justifica a afirmação: “A figura 1 representa várias sequências estratigráficas.”
- 1.5. Explica a disposição dos estratos calcários.
- 1.6. No arquipélago de Cabo Verde, as formações sedimentares mais antigas que se conhecem são mesozoicas e encontram-se no local da figura 1. Explica:
 - 1.6.1. a que se refere o termo “mesozoicas”;
 - 1.6.2. se poderias encontrar trilobites neste local.

2 Estabelece a correspondência correta entre os termos da coluna I e da coluna II.

Coluna I	Coluna II
1. Os estratos com os mesmos fósseis têm a mesma idade.	A – Princípio da horizontalidade
2. Os sedimentos depositam-se paralelamente à superfície terrestre, devido à gravidade e se não ocorrerem perturbações do ambiente de sedimentação.	B – Princípio da sobreposição
3. A presença de balastros de lava num estrato prova que este é posterior à formação da lava.	C – Princípio da continuidade lateral
4. Numa sequência de estratos não deformados, são mais antigos os que estão na base.	D – Princípio da identidade paleontológica
5. Uma estrutura geológica, como um filão, que atravessa outra estrutura, é mais recente do que aquela que é cortada.	E – Princípio da interseção
	F – Princípio da inclusão

Teste formativo

- 3** Lê atentamente o texto. Nas questões seguintes, seleciona a opção que completa corretamente a frase.

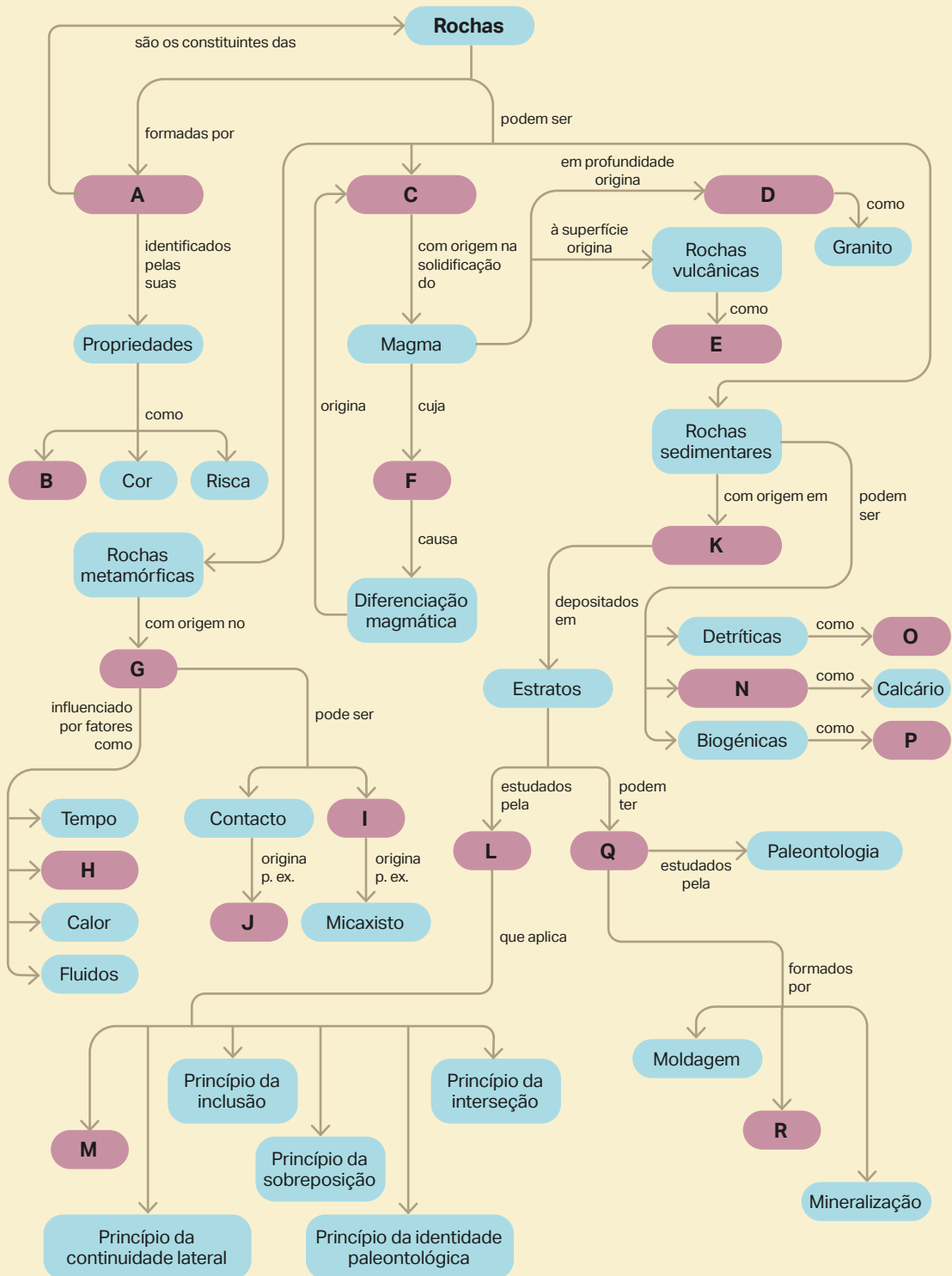
Está a decorrer no arquipélago de Cabo Verde uma expedição internacional liderada pelo biólogo e paleontólogo Sérgio Ávila e pelo geólogo Ricardo Ramalho. Durante 21 dias, os cientistas que participam no 5.º Workshop Internacional “Paleontologia em Cabo Verde”, com investigadores de vários países, desenvolvem trabalhos de campo nas ilhas do Sal, Santiago, Boa Vista e Maio.

O principal objetivo desta expedição é, de acordo com Sérgio Ávila, o líder do grupo de Paleontologia e Biogeografia Marinha, “estudar o abundante registo fóssilífero do último estágio interglacial existente em várias das ilhas de Cabo Verde, e compará-lo com a fauna reportada para os restantes arquipélagos da Macaronésia (Açores, Madeira e Canárias), bem como com a fauna marinha litoral atual de Cabo Verde, com o intuito de verificar se houve migrações latitudinais associadas a alterações climáticas globais verificadas durante os últimos 130 mil anos.

Baseado em: <https://cibio.uac.pt/pt/expedicao-cientifica-do-cibio-aco-eres-cabo-verde>, pesquisado em 01-08-2024

- 3.1.** O tema da reunião internacional que juntou os cientistas foi...
- (A) a Hidrogeologia.
 - (B) a Mineralogia.
 - (C) o Clima.
 - (D) a Paleontologia.
- 3.2.** O principal objetivo da expedição é...
- (A) explicar o processo de meteorização e erosão das rochas cabo-verdianas.
 - (B) verificar a ocorrência de minerais indicadores nas ilhas da Macaronésia.
 - (C) fazer a datação radiométrica das ilhas do Sal, Santiago, Boa Vista e Maio.
 - (D) estudar os restos de seres vivos que ficaram preservados nas rochas.
- 3.3.** Sérgio Ávila é um cientista que se dedica...
- (A) à Paleontologia, ciência que estuda os fósseis.
 - (B) à Estratigrafia, ciência que estuda os fósseis.
 - (C) à Estratigrafia, ciência que estuda as relações espaciotemporais entre as rochas sedimentares.
 - (D) à Paleontologia, ciência que estuda as relações espaciotemporais entre as rochas sedimentares.
- 3.4.** Os investigadores estão a investigar migrações, associadas a alterações climáticas, em organismos que viveram...
- (A) no Período Câmbrico da Era Paleozoica.
 - (B) no Período Quaternário da Era Cenozoica.
 - (C) no Período Carbónico da Era Mesozoica.
 - (D) no Período Paleogénico da Era Cenozoica.

Mapa de conceitos



Geoconservação

Preservação do património geológico e dos geossítios

A **geoconservação** é a conservação da geodiversidade. A **geodiversidade** ou diversidade geológica é conjunto dos elementos, ambientes e processos geológicos numa determinada região. O **património geológico** é o conjunto de toda a geodiversidade. Os **geossítios** ou sítios de interesse geológico, são lugares no património geológico cujas ocorrências possuem inegável valor científico, pedagógico, cultural, turístico ou outros.

Em Cabo Verde, o **Plano Estratégico de Desenvolvimento Sustentável 2022-2026 (PEDS II)** incorpora a importância da geoconservação. Deste importante documento, citam-se alguns excertos relacionados com este tema.



“Promover a descentralização, o desenvolvimento regional e a convergência, com coesão territorial, qualidade e sustentabilidade urbanas, a sustentabilidade ambiental, a ação climática e a resiliência e valorizar a biodiversidade e a geodiversidade.” [p. 13]

“Persistem importantes desafios como: o incremento da valorização e aproveitamento dos ativos ambientais associados à biodiversidade e à geodiversidade para a promoção do desenvolvimento socioeconómico do país e aceleração do desenvolvimento sustentável; o reforço do controlo das pressões ambientais exercidas sobre o uso e exploração dos recursos da biodiversidade numa perspetiva de inversão das tendências de perda dos recursos; a valorização e potencialização do aproveitamento da geodiversidade e melhoria do controlo e gestão da pressão antrópica sobre os recursos; o reforço do controlo e mitigação das fontes e fatores de poluição ambiental; o alargamento em grande escala da informação sismológica e vulcanológica; a melhoria da literacia ambiental e da consciência ecológica; e a otimização progressiva do grau de cumprimento das obrigações nacionais no âmbito das convenções internacionais.

O PEDS II deverá, através do programa «Ambiente biodiversidade e geodiversidade» viabilizar [...] a criação de rede de sítios de interesse geológico [...].

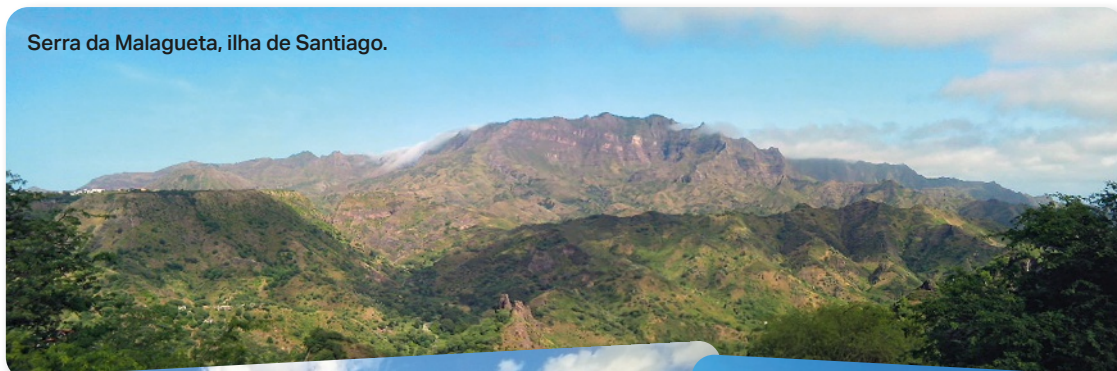
Com a implementação do PEDS II importantes mudanças estarão concretizadas em 2026 como [...] uma rede de recursos da geodiversidade, incluindo a rede de sítios de interesse geológico devidamente valorizada [...] implementado pelo menos 80% do plano de conservação e valorização da geodiversidade.” [p. 102]

Fonte:

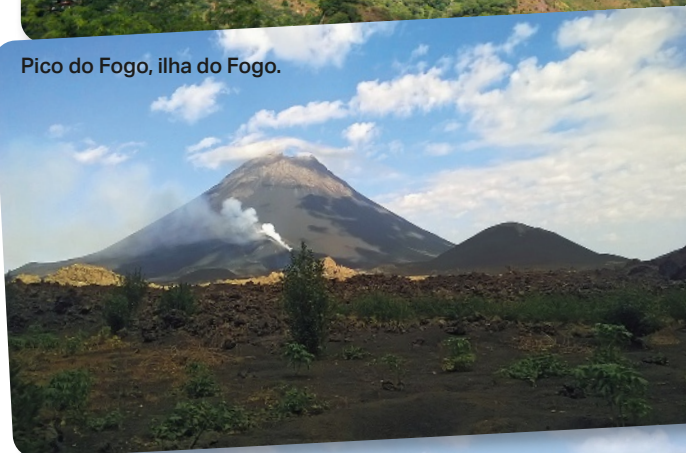
<https://www.mf.gov.cv/documents/20126/0/PEDS+II+01OUTUBRO+web+AF.pdf/e3e5f134-ac0c-013c-4a38-d71021b7cb88?t=1728041985167>

Apresentam-se, em seguida, algumas fotografias da Professora Doutora Vera Alfama, da Universidade de Cabo Verde, de propostas de geossítios inventariados e caracterizados em diversos trabalhos de investigação em Geologia, cujas referências bibliográficas se encontram no Guia do Professor que acompanha este manual.

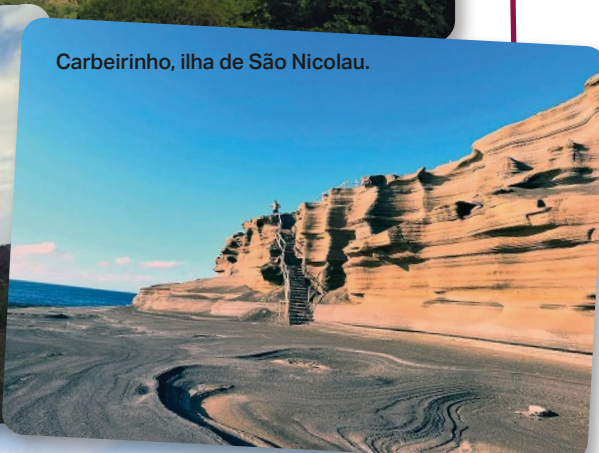
Serra da Malagueta, ilha de Santiago.



Pico do Fogo, ilha do Fogo.



Carbeirinho, ilha de São Nicolau.



Salinas de Pedra de Lume, ilha do Sal.



Baía do Tarrafal e Monte Graciosa, ilha de Santiago.



Biologia e Geologia 10.º ano

Criação intelectual
Maria dos Anjos Viana
Helena Santos

Revisão científica
Universidade
de Cabo Verde

Design
Porto Editora

Créditos fotográficos
Shutterstock.com
© Stock.Adobe.com
© Depositphotos.com

Edição
2024