

3. A medida do tempo geológico e a idade da Terra

A descoberta da radioactividade e a interpretação dos seus resultados permitiu a utilização do decaimento radioactivo dos elementos para a datação terrestre, surgindo, deste modo, a **datação absoluta**. Os fósseis de idade foram outro elemento utilizado para a datação da Terra – **datação relativa**.

A datação absoluta e a datação relativa são dois processos de datação das rochas, permitindo-nos obter uma idade radiométrica ou absoluta e uma idade relativa, respectivamente.

A **datação relativa**, como o nome indica, não permite obter uma idade absoluta, isto é, em valores numéricos, mas uma comparação de idades. Pelo contrário, a **datação absoluta** permite-nos obter um valor numérico para uma determinada idade. Por exemplo, se disseres que o José tem 18 anos e que o Pedro tem 16 anos, estás a efectuar uma datação absoluta, mas se disseres que o Pedro é mais novo do que o José, então efectuaste uma datação relativa.

3.1. Idade relativa

A idade relativa, obtida por um processo de datação relativa, não nos permite determinar um valor numérico para a idade da Terra nem dos seus materiais constituintes, permitindo-nos apenas estabelecer relações entre os seus diferentes constituintes.

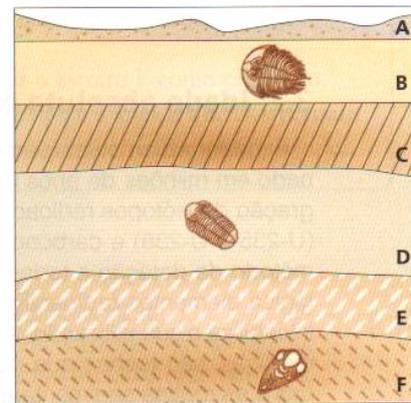
A datação relativa apoia-se na posição relativa dos estratos (**princípio da horizontalidade e princípio da sobreposição dos estratos**) e na presença de fósseis de idade (**princípio do sincronismo ou da identidade paleontológica**) (tab. 3).

Tabela 3 • Princípios geológicos associados à datação relativa

Princípio da horizontalidade dos estratos	Os estratos sedimentares formam-se horizontalmente, isto é, os sedimentos depositam-se horizontalmente à medida que vão chegando à bacia de sedimentação, por efeito gravítico.
Princípio da sobreposição dos estratos	Numa sequência estratigráfica não deformada, um estrato mais recente sobrepõe-se a um estrato mais antigo, o que significa que os estratos serão tanto mais antigos quanto mais profundos se encontrarem e tanto mais recentes quanto mais superiormente se encontrarem na sequência estratigráfica.
Princípio do sincronismo ou da identidade paleontológica	Dois estratos apresentam a mesma idade se apresentarem o mesmo fóssil de idade.

Ao analisares a figura 7 podes concluir que os sedimentos do estrato F foram os primeiros a depositarem-se e efectuaram-no de forma horizontal. O estrato A, que sofreu um levantamento, tendo ficado à superfície, apresenta uma superfície irregular, o que se deve ao efeito da erosão a que este estrato ficou sujeito, quando exposto aos factores de meteorização.

Logicamente que os sedimentos, por efeito gravítico, se vão depositando horizontalmente à medida que vão chegando à bacia de sedimentação. Os primeiros sedimentos a depositarem-se serão os mais antigos, enquanto os últimos a depositarem serão os mais recentes, encontrando-se colocados na parte superior em relação a todos os outros. O princípio da sobreposição dos estratos afirma-nos precisamente isto.



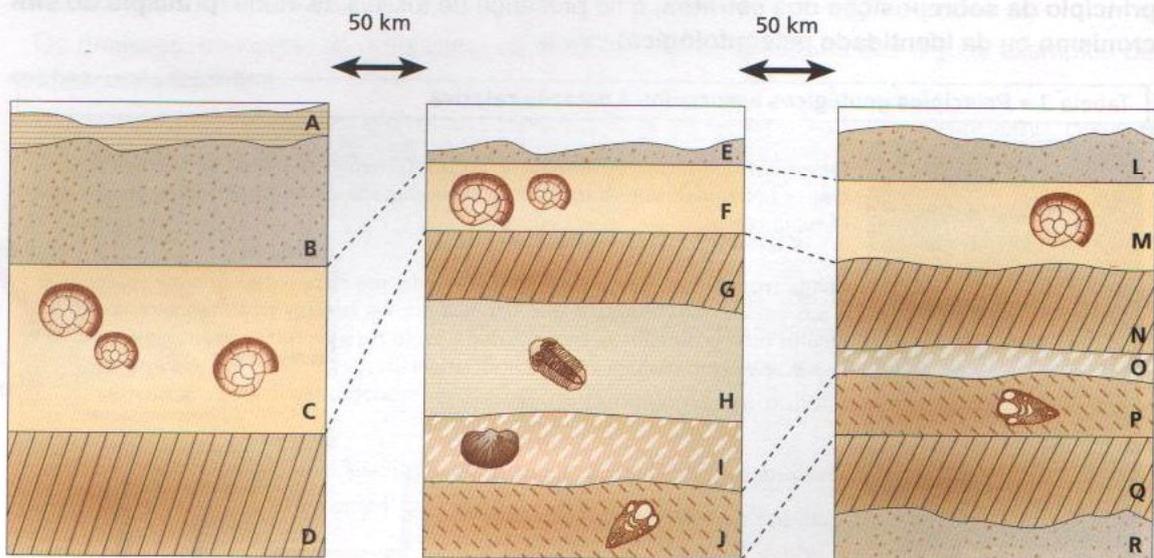
[Fig. 7] Princípios da horizontalidade e da sobreposição dos estratos.

Analisando a figura 7, podemos concluir que o estrato F, uma vez que se encontra numa posição inferior em relação aos restantes estratos é o mais antigo. Pelo contrário, o estrato A, estando colocado numa posição superior, foi o último a depositar-se, sendo, por esse motivo, o estrato mais recente. Ao analisares a sequência estratigráfica, verificas que três dos estratos apresentam fósseis. Aplicando o princípio da sobreposição de estratos, podemos afirmar que o fóssil do estrato F é o mais antigo, o fóssil do estrato D apresenta uma idade intermédia em relação aos outros dois fósseis e o fóssil do estrato B, porque presente num estrato de posição superior, é o fóssil mais recente.

Um **fóssil de idade** corresponde ao fóssil de um ser vivo que viveu apenas durante um curto período de tempo, embora possa ter ocupado uma extensa área e zonas muito dispersas da Terra. É o caso das trilobites, que, tendo vivido apenas durante o Câmbrio, nos permitem datar como câmbrica qualquer formação rochosa em que sejam encontradas.

A presença de um fóssil de idade em dois estratos diferentes, mesmo que se encontrem muito distanciados, permite-nos afirmar que os dois estratos possuem a mesma idade.

Da figura 8 concluímos que os estratos C, F e M têm a mesma idade, pois apresentam o mesmo fóssil de idade (amonite), e que os estratos J e P têm a mesma idade, pois também apresentam um fóssil de idade comum (trilobite). Relativamente ao estrato H, com um fóssil de idade presente (trilobite), não possui estratos contemporâneos nas outras duas sequências estratigráficas, o que se deve à existência de erosão. O estrato R é o mais antigo das três sequências estratigráficas, enquanto que o A é o mais recente.



(Fig. 8) Princípio do sincronismo ou da identidade paleontológica.

3.2. Idade absoluta ou radiométrica

A idade radiométrica permite-nos obter um valor numérico para a idade das rochas, determinado em milhões de anos (M.a.). A determinação da idade radiométrica, baseia-se na desintegração de isótopos radioactivos naturais, geralmente de potássio (K-40), rubídio (Rb-87), urânio (U-235 e U-238) e carbono (C-14). Este facto torna imediatamente limitativa a aplicação deste método de datação a todas as rochas, pois nem todas apresentam na sua constituição mineralógica elementos radioactivos ou, então, possuem-nos numa quantidade muito pequena, o que inviabiliza a sua utilização. As rochas magmáticas, ao contrário das rochas sedimentares e metamórficas, são rochas que podem ser sujeitas a este método de datação. As rochas metamórficas e as rochas sedimentares resultam da acumulação e da transformação (diagénese ou metamorfismo) de sedimentos com origens e idades diferentes, o que impede que seja determinada a idade absoluta da sua génese.

O método de datação radiométrica é baseado no facto de os isótopos radioactivos se desintegrarem espontaneamente, a uma velocidade constante, ao longo do tempo para cada um dos diferentes elementos radioactivos. A velocidade de decaimento não é afectada pelas condições ambientais (temperatura, humidade, pressão), o que torna o seu valor específico do elemento e não das condições a que esse elemento está sujeito.

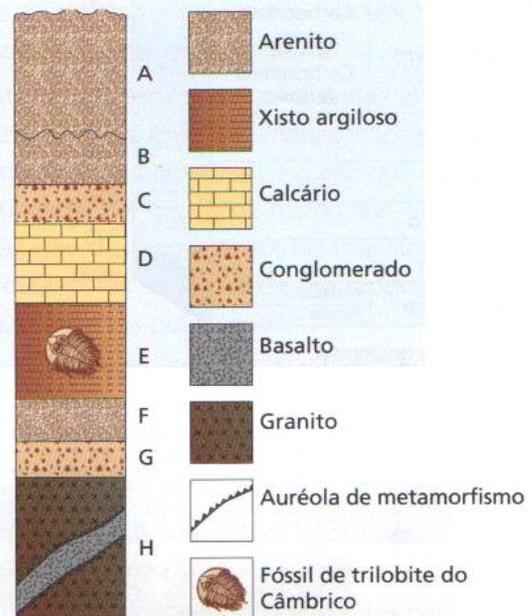
Os átomos iniciais de um isótopo radioactivo (**isótopo-pai**) são incorporados na estrutura dos minerais, aquando da génese desses minerais, logo, da rocha que os contém. Como estes elementos são instáveis, o núcleo dos seus átomos desintegra-se espontaneamente, libertando **radioactividade**, isto é, energia sob a forma de calor e radiações, originando um novo isótopo, o isótopo-filho. Este **isótopo-filho** é mais estável que o isótopo-pai, ocorrendo a desintegração sempre no sentido de obtenção de isótopos-filhos cada vez mais estáveis. A **semivida**, meia-vida ou período de semitransformação corresponde ao tempo necessário para que ocorra a desintegração de metade do número inicial de isótopos-pais de uma amostra, originando isótopos-filhos estáveis. Os valores de semivida obtidos numa determinada rocha, até à actualidade, permitem-nos datar radiometricamente essa rocha.

Exercício resolvido 3

1. Observa a figura 9, que representa uma coluna estratigráfica.
- 1.1. Indica a letra da rocha mais antiga.
- 1.2. Indica a letra do estrato sedimentar mais recente. Justifica.
- 1.3. Indica o tipo de datação utilizada.
- 1.4. Indica o nome dos princípios utilizados na datação efectuada.
- 1.5. Indica a importância da trilobite presente no estrato E.

Proposta de resolução:

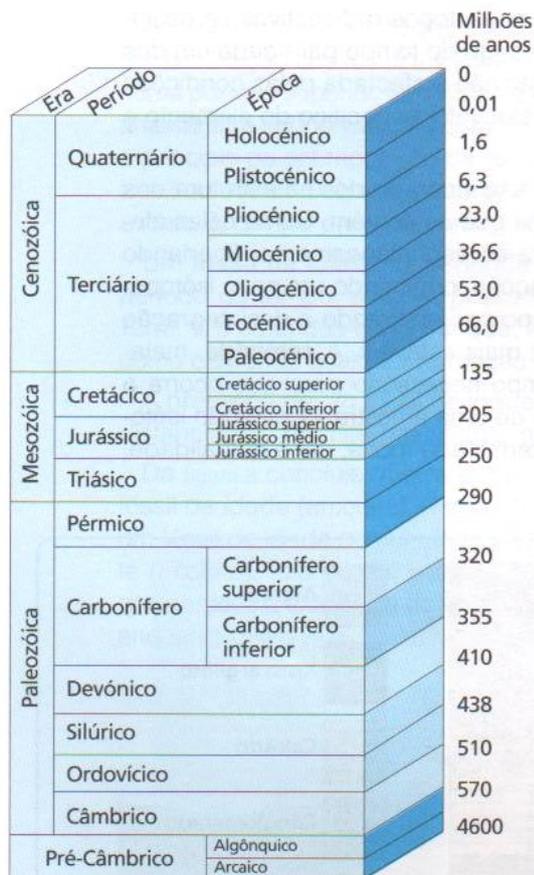
- 1.1. A rocha mais antiga é o granito (letra H).
- 1.2. O estrato mais recente está representado pela letra A (arenito), pois é o estrato que se encontra numa posição superior, o que indica que foi o último estrato a depositar-se.
- 1.3. A datação utilizada foi uma datação relativa.
- 1.4. A datação efectuada baseou-se no princípio do sincronismo e da sobreposição dos estratos.
- 1.5. A trilobite é um fóssil de idade e, como tal, permite-nos datar o estrato E como câmbrico, pois as trilobites existiram apenas no Câmbrico. Um fóssil de idade é aquele que nos permite datar um dado período da história da Terra, pois estes seres vivos só viveram nesse período.



(Fig. 9) Coluna estratigráfica.

3.3. Memória dos tempos geológicos

A Terra, ao longo dos seus 4600 M.a., tem sofrido várias alterações, quer biológicas quer geológicas. Os oceanos formaram-se, possibilitando o aparecimento de vida nos oceanos. As montanhas soergueram-se e foram erodidas. Os seus sedimentos foram incorporados no ciclo das rochas e, desta forma, surgiram, mais tarde, incorporados em rochas sedimentares e em rochas metamórficas. Alguns seres vivos saíram dos oceanos e ocuparam as terras emersas, onde foram evoluindo e



(Fig. 10) Escala geológica.

adaptando-se às novas condições climáticas e ambientais. Apareceram novos seres e extinguiram-se outros, numa luta contínua pela sobrevivência nas diferentes condições que lhes iam surgindo.

Ao analisar a longa história da Terra, o Homem necessitou de a trabalhar em fragmentos de tempo mais pequenos do que os 4600 M.a. de vida. Surgiram, então, as unidades temporais designadas **Eras**, **Períodos** e **Épocas**. A Era corresponde à maior das unidades, sendo constituída por Períodos e estes por Épocas. A **escala de tempo geológico** (fig. 10) baseia-se na existência de grandes alterações na Terra, quer a nível biológico quer a nível geológico.

A história da vida da Terra percorre três Eras, a Paleozóica, a Mesozóica e a Cenozóica, todas elas marcadas por um grande acontecimento biológico (tab. 4). O aparecimento dos primeiros seres vivos complexos introduz o Paleozóico, que termina com a extinção em massa de espécies marinhas, surgindo o Mesozóico, caracterizado pelo aparecimento dos Mamíferos e das Aves. A extinção dos dinossauros dita o fim do Mesozóico e o aparecimento do Cenozóico. O Cenozóico caracteriza-se pela dominância das plantas com flor, pela diversidade dos Mamíferos e pelo aparecimento do Homem, que marca a época Pliocénica.

A duração das divisões temporais é tanto menor quanto mais recente é essa divisão, assim como são mais precisos os conhecimentos que possuímos desses períodos, pois a quantidade de informações e de registos fósseis que temos é maior.

Tabela 4 • Aspectos biológicos mais importantes ao longo da história da vida da Terra

Idade (M.a.)	Era	Evolução da vida	Modificações biológicas mais importantes
- 65	Cenozóica	Aparecimento dos primeiros homens Grande diversidade de Mamíferos Grande diversidade de Aves Dominância das plantas com flor	Extinção dos dinossauros e das amonites
- 250	Mesozóica	Desaparecimento das amonites Aparecimento das plantas com flor Aparecimento das Aves Dominância dos grandes répteis, como os dinossauros Primeiros Mamíferos Desenvolvimento dos invertebrados e dos vertebrados Desaparecimento das trilobites	Extinção em massa no meio marinho e no meio terrestre
- 570	Paleozóica	Grande diversidade de animais e de plantas terrestres Primeiros animais terrestres (Anfíbios, Insectos) Primeiras plantas terrestres Diversificação da vida marinha Aparecimento dos vertebrados marinhos Invertebrados marinhos com concha ou carapaça	Aparecimento dos primeiros seres vivos complexos
- 4600	Pré-Câmbrica	Primeiros seres vivos multicelulares Seres unicelulares eucariontes Seres unicelulares procariontes Aparecimento da vida	