

GEOLOGIA

11

PPT10 - BG11

ROCHAS SEDIMENTARES

- Ciclo das rochas (PPT9 – BG11)
- Propriedade dos minerais (PPT9 – BG11)
- Rochas sedimentares (PPT10 – BG11)



Simbologia



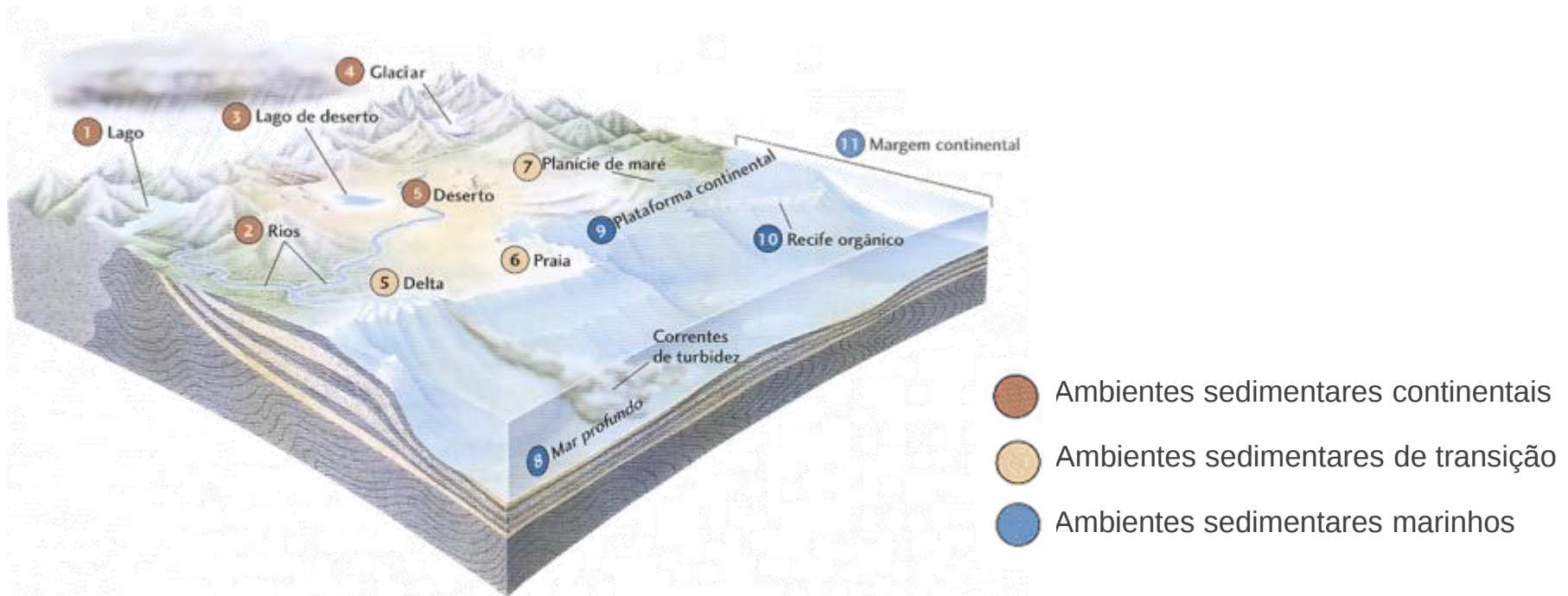
Ligação para um
recurso externo



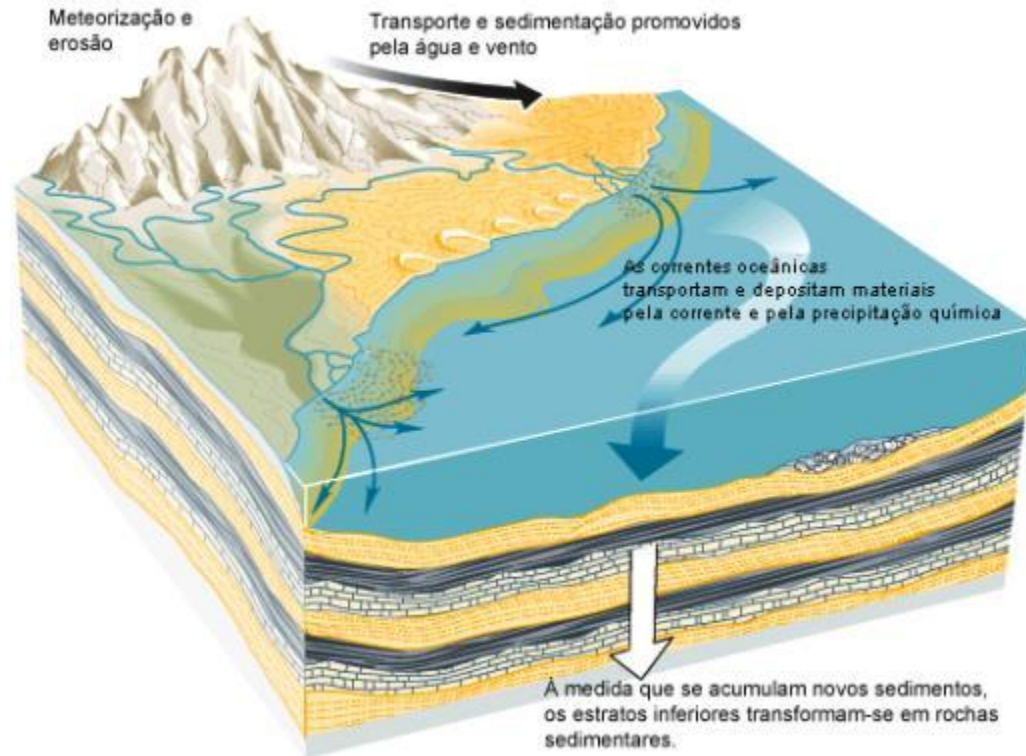
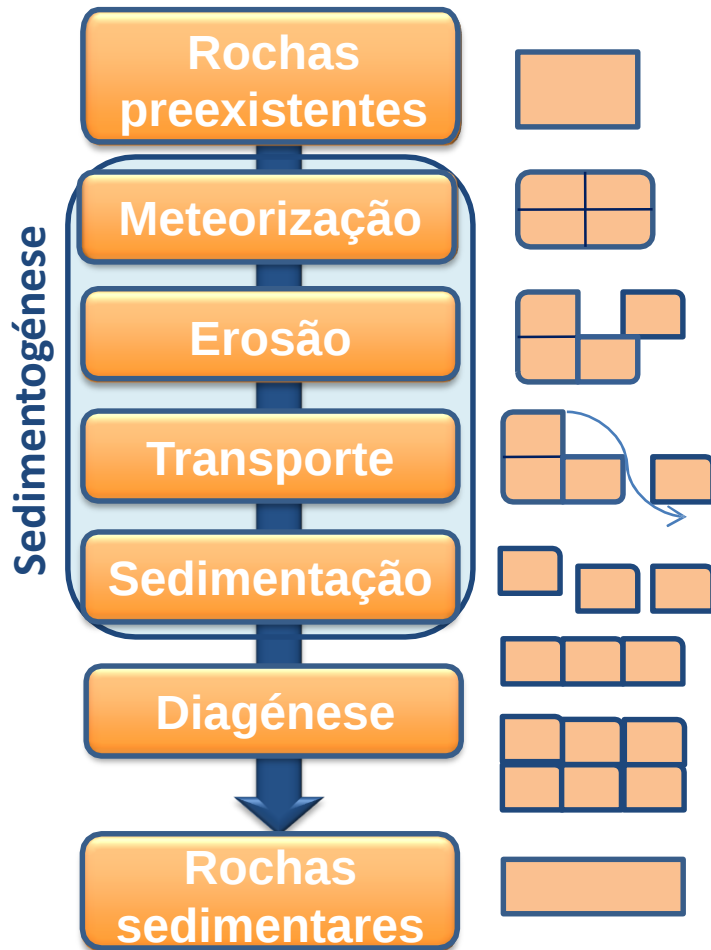
Nota de rodapé

AMBIENTES SEDIMENTARES MAIS COMUNS

As rochas sedimentares constituem apenas 5% a 10% do volume total da crosta terrestre. Contudo, cerca de 3/4 da Terra são cobertos por este tipo de rochas, que se podem encontrar quer em ambientes continentais quer em ambientes marinhos.



ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES



Fonte: <http://fossil.uc.pt/pags/sedime.dwt>

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

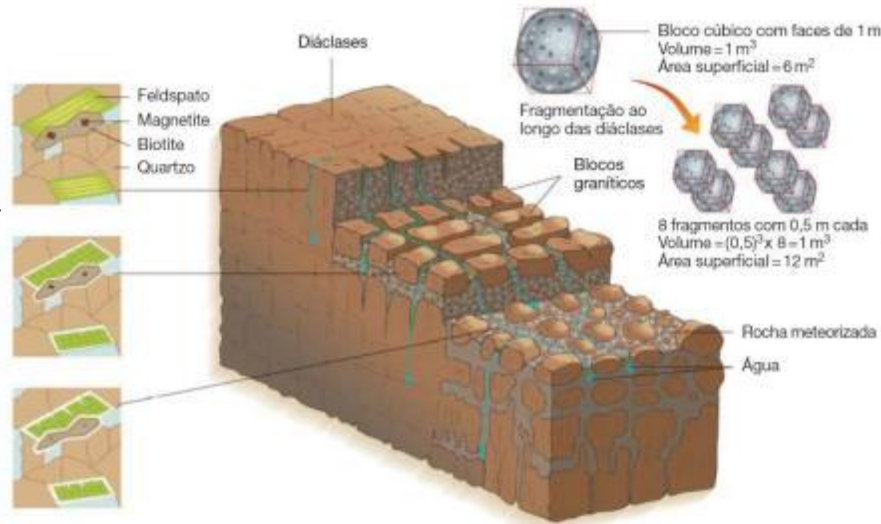
Meteorização

Alteração química e/ou física das rochas. Ocorre quando estas, à superfície, estão sujeitas à ação dos fatores climáticos e a condições de pressão e temperatura diferentes das que presidiram à sua formação.

Meteorização química

Alteração dos minerais da rocha, com formação de novos minerais (minerais de neoformação), mais estáveis à superfície.

Principais agentes de meteorização química: água, gases atmosféricos (oxigênio e dióxido de carbono) e substâncias produzidas pelos seres vivos.



Meteorização física

Fragmentação da rocha sem que haja alteração da sua composição.

Principais agentes de meteorização física: gelo, seres vivos, diferença de temperatura e de pressão, água e vento.

A meteorização física potencia a meteorização química e vice-versa. A fragmentação da rocha aumenta a sua superfície de exposição aos agentes de meteorização química. Por outro lado, uma rocha quimicamente alterada torna-se mais facilmente quebrável.

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Meteorização química

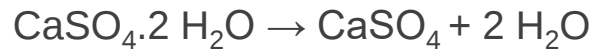
A temperatura tem grande influência na alteração química, uma vez que influencia a velocidade das reações. Este tipo de meteorização é mais frequente, portanto, em regiões quentes e húmidas.

HIDRATAÇÃO/DESIDRATAÇÃO

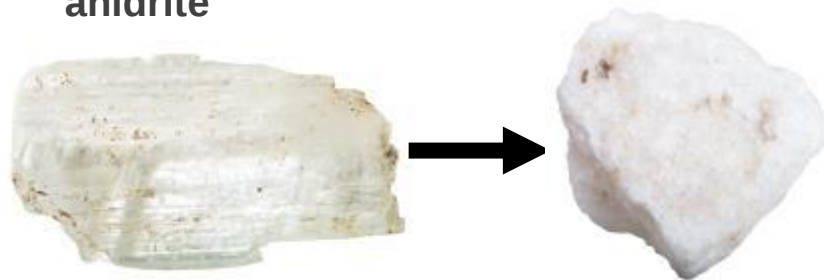
Processo de meteorização que envolve a combinação química da água com os minerais (hidratação) ou a remoção desta (desidratação). Alguns exemplos mais comuns:



A hidratação de **hematite** leva à formação de **limonite**



Por desidratação do **gesso** forma-se **anidrite**



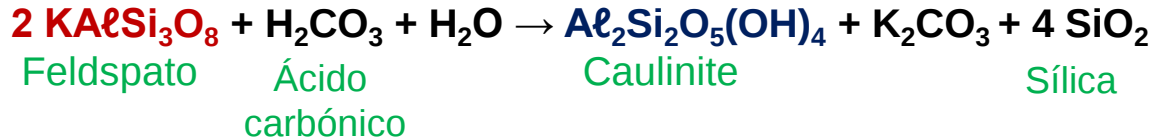


Meteorização química

HIDRÓLISE

Hidrólise corresponde à substituição dos catiões da estrutura de um mineral pelos iões de hidrogénio. Os iões H^+ e OH^- podem resultar da dissociação da água ou de um ácido. Esta reação de substituição iónica forma novos e diferentes minerais ou pode levar à total desintegração do mineral original.

Exemplo muito comum de hidrólise – hidrólise do feldspato (ortoclase)



Os minerais de feldspatos decompõem-se parcialmente, produzindo **sílica dissolvida** e **minerais de argila**, neste caso, a **caulinite**. Esta reação denomina-se **caulinização**.

O potássio fica disponível para as plantas ou forma um sal solúvel (KHCO_3) que pode ser incorporado noutros minerais ou ser arrastado até ao mar.

A sílica irá precipitar e preencher espaços vazios de corpos ou ser arrastada até ao mar.

A caulinite é um mineral de neoformação bastante estável à superfície.

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Meteorização química

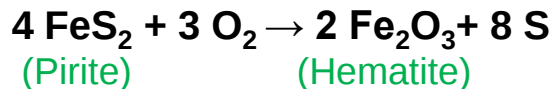
OXIDAÇÃO / REDUÇÃO

As reações de oxidação e de redução estão ligadas entre si, não ocorrendo uma sem que ocorra a outra. A oxidação é o processo pelo qual um átomo ou ião perde elétrons. A redução é o processo que leva ao ganho de elétrons.

Os minerais são oxidados por ação do oxigênio.

Exemplos:

- Transformação do ferro em ferrugem: o Fe^{2+} é transformado em Fe^{3+}
- Transformação da pirite em hematite:



ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

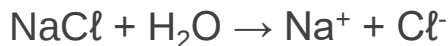
Meteorização química

DISSOLUÇÃO

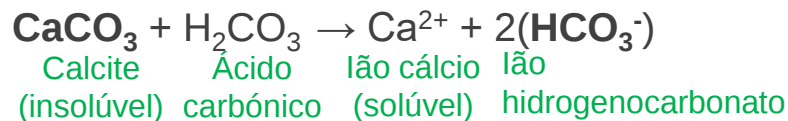
A dissolução corresponde à reação dos minerais com a água ou com um ácido. Ocorre quebra de ligações químicas entre os diferentes iões; os iões livres ficam dissolvidos na solução.

Exemplos muito comuns:

- Ao contrário da maioria dos minerais, a halite é um mineral muito solúvel na água. Dissolve-se em contacto com a água originando água salgada, com iões de cloro e de sódio dissolvidos:



- A calcite, presente nas rochas calcárias, não é solúvel na água mas reage facilmente com água acidificada, formando produtos solúveis. Esta reação de alteração e destruição química dos calcários designa-se carbonatação e traduz-se pela seguinte reação:



ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

A dissolução da calcite (carbonato de cálcio) é o principal processo que leva à formação do modelado cársico, paisagem sedimentar que inclui dos campos de lapiás, grutas e algares.



Campo de lapiás



Modelado cársico

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Noutros locais, a calcite dissolvida é precipitada e formam-se estalactites e estalagmites.

As estalactites e as estalagmites resultam da seguinte reação química, que é, assim, inversa da dissolução:



ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Meteorização química

Os seres vivos também podem intervir no processo de alteração química das rochas, por exemplo:

- As plantas aumentam a circulação de água e as suas raízes produzem elevadas quantidades de CO_2 permitindo a diminuição do pH do meio, o que favorece a hidrólise e a dissolução dos minerais.
- As plantas produzem fluidos e ácidos que, quando contactam com as rochas e com os minerais, provocam a sua alteração química.
- A ação química das fezes de alguns animais, como por exemplo, os pombos, é particularmente agressiva nas rochas calcárias.
- Os líquenes elaboram substâncias que reagem com as rochas facilitando a sua desagregação.
- Certos bivalves, produzem substâncias corrosivas que utilizam para abrir fendas nas rochas.

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Explique este fenómeno:



Nas regiões calcárias, em que o calcário contém argila ferruginosa e sílica, acumulam-se, por vezes, depósitos de *terra rossa*. A *terra rossa* é constituída por argila vermelha e sílica.

Proponha uma explicação para a acumulação de *terra rossa*.



ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Meteorização física



ESFOLIAÇÃO MECÂNICA

As rochas formadas em profundidade, quando afloram, são aliviadas da pressão exercida pelos materiais que estavam por cima. Isto leva à descompressão e à expansão da rocha produzindo-se diáclases (fraturas) paralelas à superfície. Este processo está na origem da formação dos blocos arredondados, característicos da paisagem granítica.



TERMOCLASTIA

A dilatação e contração alternadas dos minerais que reagem de diferentes modos às oscilações térmicas diárias aumenta a possibilidade de desagregação da rocha. Este tipo de meteorização é mais intenso em locais com grandes amplitudes térmicas.

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Meteorização física



CRIOCLASTIA

Quando a água acumulada nas diáclases das rochas congela, aumenta de volume. A pressão do gelo provoca o alargamento das fendas e a desagregação da rocha.



HALOCLASTIA

Os sais dissolvidos na água são introduzidos nas fendas das rochas. Com a evaporação da água vão-se formando cristais que crescem e exercem pressão sobre a rocha, ampliando a largura das fendas.

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Meteorização física



ABRASÃO

A água e o vento, que frequentemente transportam partículas sólidas, produzem uma ação de desgaste ao embaterem nas rochas.



ATIVIDADE BIOLÓGICA

As raízes das plantas que germinam e crescem em fendas de rochas contribuem para a separação dos blocos. Alguns animais escavam tocas ou galerias, favorecendo a desagregação dos blocos rochosos.

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Erosão

A erosão corresponde ao processo de remoção dos materiais resultantes da meteorização. É feita pela água, vento, gelo ou gravidade.



ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Transporte

Os materiais provenientes da meteorização, depois de erodidos, podem ser deslocados para muito longe do local de formação. A água, o vento e a gravidade são os principais agentes de transporte. Nos continentes, os rios são os agentes de transporte mais importantes.



Os materiais podem ser transportados nos rios pela corrente (por suspensão, saltação, rolamento ou por arrastamento) ou ainda por dissolução.



O vento é um importante agente de transporte de materiais.

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Durante o transporte:



Aumento do arredondamento dos grãos

Aumento da calibragem

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Sedimentação

Deposição dos sedimentos. Ocorre quando o agente de transporte deixa de ter energia suficiente para continuar o transporte.

Estratificação



ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Tipos de sedimentos quanto à origem

Sedimentos detríticos ou clastos	Sedimentos de origem química	Sedimentos de origem biológica
Fragmentos de dimensões variadas (desde partículas muito finas até blocos de grandes dimensões)	Substâncias transportadas em solução na água que precipitam	Formados por restos de seres vivos, nomeadamente conchas e outras peças esqueléticas
Ex. argila, areia, balastros	Ex.: cloreto de sódio, carbonato de cálcio	Ex.: Fragmentos de conchas, materiais derivados de plantas
		

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Dimensão dos sedimentos detríticos

Designação do detrito	Dimensões	Rocha consolidada	Características
Balastro	> 2 mm	Brecha	Com sedimentos angulosos, resultado de transporte com menor energia e duração.
		Conglomerado	Com sedimentos rolados, resultado de transporte de alta energia e longa duração.
Areia	Entre 0,063 mm e 2 mm	Arenito	
Silte	Entre 0,003 mm e 0,063 mm	Siltito	
Argila	Entre 0,002 mm e 0,063 mm	Argilito	

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Nas areias, a dimensão, a forma e o brilho dos grãos são características indicadoras do principal agente de erosão e de transporte.

Areia de ambiente marinho

- **Dimensão dos grãos** – variada, dependendo da energia das ondas e da distância da fonte dos sedimentos.
- **Calibragem** – normalmente bem a muito bem calibrada.
- **Rolamento** – grãos sub-rolados a rolados, polimento acentuado conferido pela ação continuada da água na superfície dos grãos;
- **Brilho/estado da superfície dos grãos** - grãos brilhantes e limpos (lavados).
- **Composição** – sobretudo quartzo e outros minerais estáveis. Contudo, se a fonte for próxima, podemos encontrar outros minerais. Muitas vezes estão presentes fragmentos de bioclastos de natureza muito variada (ex.: bivalves, gastrópodes, equinodermes...).



ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Areia de ambiente fluvial

- **Dimensão dos grãos** – variada, dependendo fortemente da energia do fluxo.
- **Calibragem** – normalmente mal calibrada a moderadamente calibrada.
- **Rolamento** – grãos angulosos a rolados, dependendo da distância ao local de origem do grão – quanto mais prolongado o transporte, mais rolados são os clastos.
- **Brilho/estado da superfície dos grãos** - normalmente pouco brilhantes, mas com superfícies “sujas” por argilas ou óxidos de ferro.
- **Composição** – próximo da fonte pode-se encontrar grande diversidade de partículas minerais. Contudo, os materiais de menor estabilidade alteram-se rapidamente durante o transporte. À medida que se dá o afastamento da fonte, ocorre o aumento relativo de minerais mais estáveis, como o quartzo.



ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Areia de ambiente eólico

- **Dimensão dos grãos** – fina a média, dependendo da intensidade do vento. Normalmente, nas dunas litorais são mais grosseiras do que nas dunas do deserto, pois as areias da praia que constituem a fonte do depósito eólico podem ser mais grosseiras.
- **Calibragem** – muito bem calibradas.
- **Rolamento** – grãos rolados.
- **Brilho/estado da superfície dos grãos** – grãos normalmente pouco brilhantes a baços mas geralmente com superfícies limpas.
- **Composição** – podem-se encontrar vários componentes, dependendo dos materiais presentes na área da fonte.



ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

As cores das areias dão indicações da sua composição.

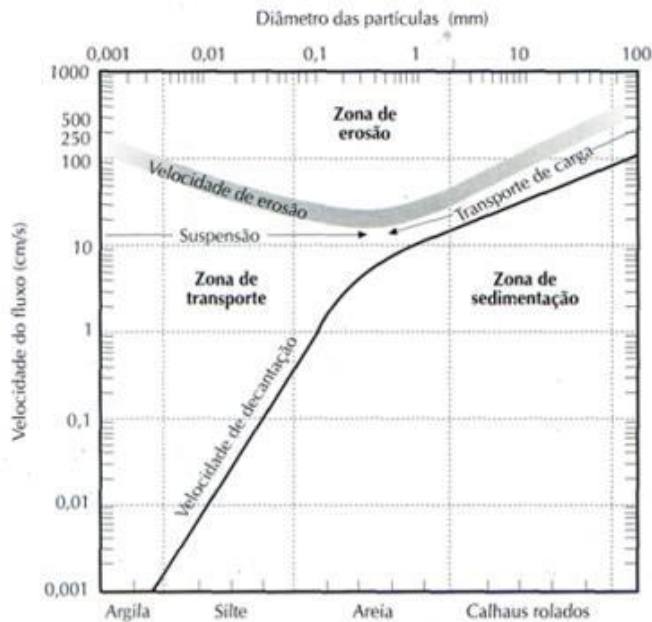
Cores	Composição
Cores transparentes: incolor a cinzento (eventualmente tons amarelados ou alaranjados)	Geralmente quartzo
Cores esbranquiçadas, amareladas, rosada, castanho avermelhado	Geralmente feldspato, ou fragmentos de conchas de animais
Preto, castanho-escuro	Basalto, magnetite (e outros óxidos de ferro), piroxenas
Cor branca ou castanha-clara em grãos com forma de escama e geralmente muito pequenos	Moscovite, biotite (micas)
Verde	Olivinas, anfíbolas, epídoto, espinhos de ouriço (grãos alongados e estriados)
Cor-de-rosa pálido a vermelho-escuro	Granada
Cores leitosas esbranquiçadas, rosadas ou alaranjadas	Fragmentos de conchas

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES



ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Diagrama de Hjulström



Conforme a velocidade da corrente e do tamanho dos grãos, pode ocorrer erosão, transporte ou deposição.

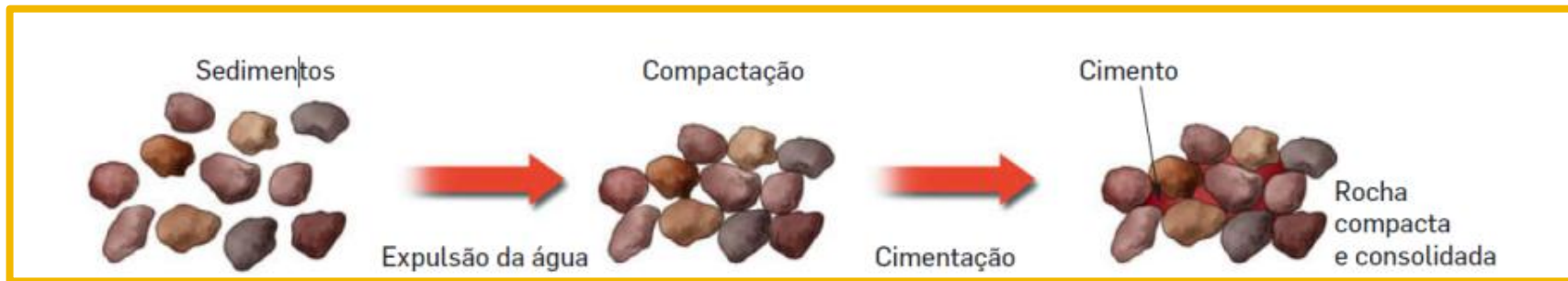
No caso de uma bacia hidrográfica, os sedimentos que atingem os oceanos são predominantemente os de granulometria média e fina. As argilas, por exemplo, podem ser carregadas em suspensão a grandes distâncias oceano adentro, depositando-se a grandes profundidades (sobretudo na plataforma e no talude; menos frequentemente na planície abissal).

ETAPAS DA FORMAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Diagéneese

Conjunto de transformações que ocorre nos sedimentos depositados e que leva à formação de rochas sedimentares coesas.

Diagéneese {
Compactação
Cimentação



CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Rochas sedimentares detríticas

Constituídas por mais de 50% de sedimentos detríticos.



Argilito



Arenito



Brecha



Conglomerado



CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Rochas sedimentares quimiogénicas

Constituídas por mais de 50% de materiais neoformados. Estas rochas são formadas por precipitação química direta de compostos existentes em solução aquosa (por exemplo, na água do mar ou de lagos).

Rochas sedimentares quimiogénicas carbonatadas

Formam-se sobretudo em ambientes marinhos tropicais e ambientes continentais áridos, a partir da precipitação de CaCO_3 .

Rochas sedimentares quimiogénicas evaporíticas

Formam-se em bacias confinadas (por exemplo, mares pouco profundos), em climas áridos (em que a evaporação é maior do que a precipitação), devido à evaporação de água sobressaturada de sais.

CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Rochas sedimentares quimiogénicas carbonatadas



Calcário

Forma-se pela precipitação de carbonato de cálcio, normalmente em ambientes marinhos.



Marga

Rocha carbonatada, com 35% a 65% de argila.



Travertino

Forma-se pela precipitação rápida de carbonato de cálcio, normalmente em grutas e cavernas.



Dolomite

Rocha carbonatada, resultante da substituição diagenética da calcite por dolomite (carbonato de cálcio e magnésio)

CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Rochas sedimentares quimiogénicas evaporíticas



Sal-gema

Resulta da precipitação de halite (HCl). As diferentes tonalidades que pode apresentar devem-se à presença de outros minerais, além da halite.



Gesso

Resulta da precipitação de minerais de gesso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$). Pode apresentar diversas tonalidades conferidas pela presença de outros minerais.

CLASSIFICAÇÃO DAS ROCHAS SEDIMENTARES

Rochas sedimentares biogénicas

Resultam da acumulação de restos de seres vivos (por exemplo, conchas e carapaças).



Calcário conquífero

Resulta da deposição de conchas.



Diatomito

Resulta da acumulação de frústulas ("carapaças") de diatomáceas, seres unicelulares com parede siliciosa.



Calcário recifal

Formado a partir de depósitos de recifes de coral.

FORMAÇÃO DE CARVÕES

Os carvões são rochas sedimentares biogénicas que resultam de matéria vegetal, na qual ocorre o enriquecimento progressivo em carbono relativamente aos outros elementos químicos da matéria orgânica – **incarbonização**.

INCARBONIZAÇÃO

Deposição de matéria orgânica vegetal em bacias (ambiente continentais pantanosos-anaeróbios).

Bactérias anaeróbias conduzem à libertação de grupos químicos que contêm sobretudo oxigénio, levando ao enriquecimento da matéria orgânica em carbono.

Os materiais sofrem abatimento ou subsidência, ficando a matéria vegetal em condições de maior pressão e temperatura. Nas novas condições, os materiais diminuem de volume e sofrem reações químicas.

Aumenta a percentagem de carbono, por perda de outros componentes (ex.: H e O); diminui a concentração de voláteis (e de água). A densidade dos materiais aumenta.

FORMAÇÃO DE CARVÕES

< % de C
< Valor energético

> % de C
> Valor energético



Turfa

58% a 78% de C



Lignite

80% a 90% de C



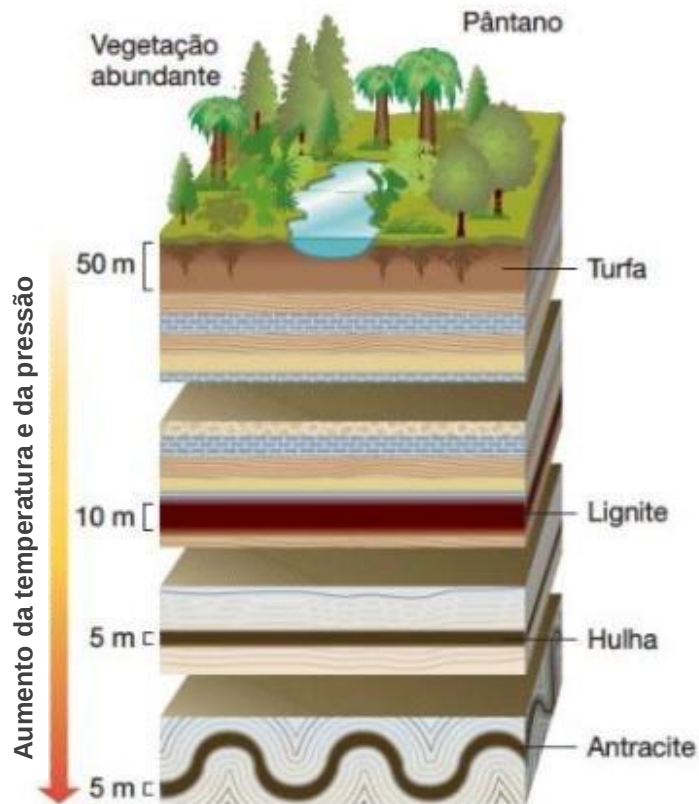
Hulha

90% a 93% de C



Antracite

FORMAÇÃO DE CARVÕES



Turfa – É o primeiro estágio da formação do carvão mineral. Na turfa é possível identificar raízes, caules e sementes. É o tipo de carvão menos rico em carbono e, por esta razão, com menor valor energético.

Lignite – Encontra-se relativamente próximo da superfície. Em termos geológicos, é um carvão recente, sendo possível observar alguns restos de plantas. A sua extração é relativamente fácil e pouco dispendiosa, mas o seu valor energético é ainda reduzido.

Hulha (ou carvão betuminoso) – É o tipo de carvão mais abundante e mais utilizado. É rico em carbono, pelo que tem maior poder calorífico do que os anteriores.

Antracite – É o estágio mais avançado na formação dos carvões e, por isso, é a forma que apresenta maior teor de carbono. É o mais compacto e mais duro, possuindo também o maior poder calorífico.

FORMAÇÃO DO PETRÓLEO

Petróleo é o termo utilizado para denominar os produtos líquidos que se geram nos depósitos de hidrocarbonetos, sendo, neste caso, sinónimo de petróleo bruto. Contudo, este termo também pode ser usado para denominar os hidrocarbonetos incluindo, desta, forma, o petróleo bruto, o gás natural e os asfaltos.

A formação do hidrocarbonetos ocorre a partir de matéria orgânica parcialmente decomposta (sobretudo plâncton), soterrada pouco a pouco por sedimentos depositados no fundo de antigos mares, em condições de ausência de oxigénio.

Para que grandes quantidades de hidrocarbonetos se formem, é necessária a presença de três fatores simultâneos:

- 1) contínua deposição de sedimentos, principalmente argilas;
- 2) acumulação de seres mortos no fundo da bacia;
- 3) Subsidência progressiva do fundo marinho.



FORMAÇÃO DO PETRÓLEO

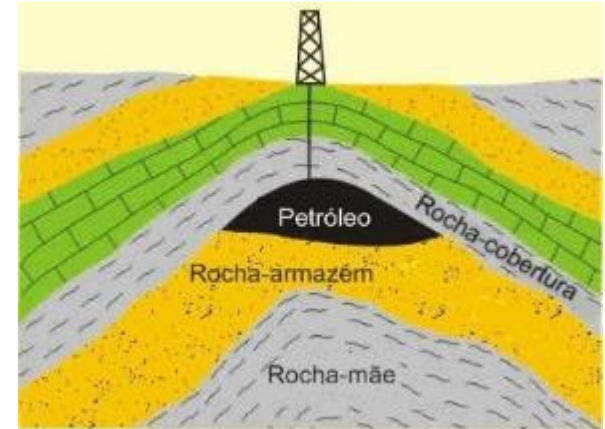
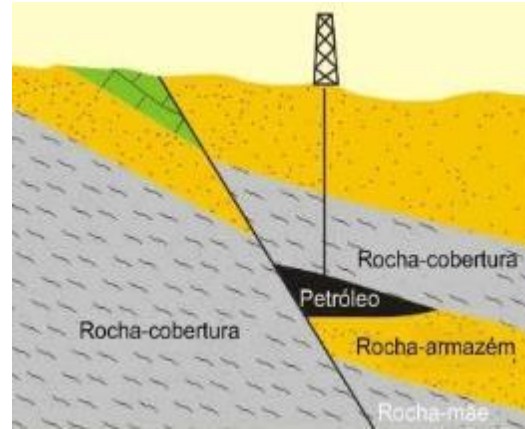
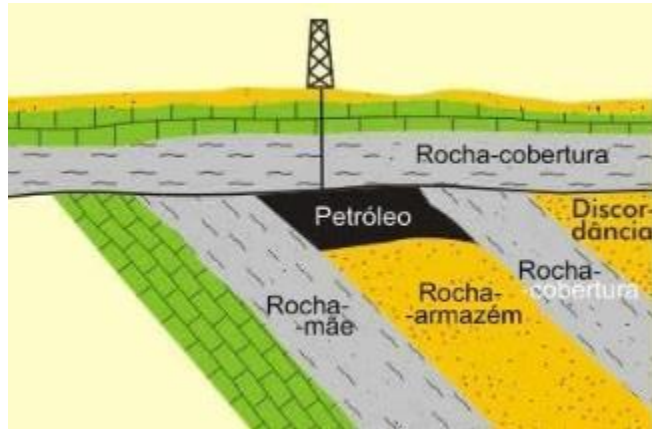
- À medida que se vão depositando sedimentos, ocorre subsidência do fundo marinho, onde se acumulou matéria orgânica. Com a subsidência, aumenta a temperatura e a pressão.
- Em anaerobiose, a matéria orgânica inicial sofre modificações químicas e é transformada progressivamente (ao longo de milhões de anos) em hidrocarbonetos (petróleo e/ou gás). A rocha sedimentar formada pelos sedimentos e restos orgânicos onde o petróleo se formou denomina-se **rocha-mãe**.
- Se ocorrer compressão, os hidrocarbonetos originados na rocha-mãe migram para rochas adjacentes (acima, abaixo ou ao lado), porosas e permeáveis (arenitos, calcários) denominadas **rochas-reservatório (ou rocha-armazém)**.

Para que os hidrocarbonetos permaneçam na rocha-reservatório, isto é, para que se formem depósitos de hidrocarbonetos passíveis de serem explorados, é necessário que exista uma armadilha, ou seja, uma rocha-cobertura impermeável que impeça os hidrocarbonetos de se escaparem da rocha-reservatório.

Se os hidrocarbonetos não encontrarem uma rocha impermeável que impeça a sua migração, estes atingem a superfície e volatizam, acabando por se perderem.

FORMAÇÃO DO PETRÓLEO

Armadilhas de hidrocarbonetos



Fonte: <http://www.igc.usp.br/index.php?id=309>