

**LABGESOL**  
**Laboratório de Geologia, Geomorfologia e Solos**

# **Geologia**

## **Aula 6** **Rochas Sedimentares**

**PROF. DR CARLOS AUGUSTO MACHADO**  
**CURSO DE GEOGRAFIA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

- ▶ A maior parte da superfície terrestre, incluindo o assoalho oceânico, é coberta por sedimentos. Dispostos em camadas de partículas soltas, eles têm diversas origens, reunidas em três grupos:
  1. Sedimentos gerados pelo intemperismo dos continentes;
  2. Resultado dos restos de organismos que secretaram conchas minerais;
  3. Cristais inorgânicos que se precipitaram quando elementos químicos dissolvidos nos oceanos e lagos se combinaram para formar novos minerais.

## **ROCHAS SEDIMENTARES E O CICLO DAS ROCHAS**

- ▶ Os sedimentos e as rochas sedimentares formadas a partir deles são produzidos durante os estágios de superfície do ciclo das rochas. Em outras palavras, ambos se formam depois que as rochas formadas no interior da crosta ficam expostas na superfície devido à tectônica e antes de retornarem para níveis mais profundos, devido ao soterramento.

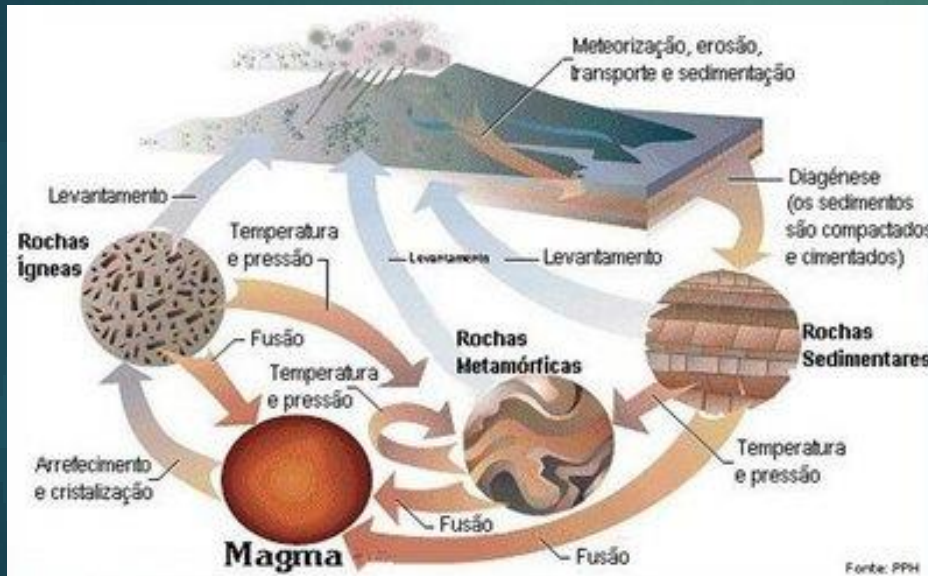
### **Tipos de sedimentos das rochas**

A maior parte composta por areia, argila e silte (todo e qualquer fragmento de mineral ou rocha menor do que areia fina e maior do que argila) e dependendo da rocha fonte existem outros tipos de minerais.

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

### ROCHAS SEDIMENTARES E O CICLO DAS ROCHAS



# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

### Processos envolvidos:

1. **Intemperismo físico e químico;**
2. **Erosão;**
3. **Transporte;**
4. **Deposição;**
5. **Soterramento;**
6. **Diagênese :**

conjunto de modificações químicas e físicas sofridas pelos sedimentos desde a deposição até à consolidação e transformação em rochas.

7. **Litificação:**

conjunto complexo de **processos** que convertem sedimentos em rocha consolidada. Graças, principalmente, à pressão exercida pelos sedimentos acumulados nos vários tipos de erosão.

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

### Os sedimentos no sistema Terra

### A matéria-prima do intemperismo e da erosão: partículas e substâncias dissolvidas

- ▶ O intemperismo químico e a fragmentação mecânica das rochas na superfície produzem tanto produtos sólidos como dissolvidos, e a erosão carrega esses materiais adiante. Os produtos finais são agrupados ou como sedimentos clásticos ou como sedimentos químicos e bioquímicos.
- ▶ **Sedimentos clásticos:** são fragmentos de rocha fisicamente transportados e produzidos pelo intemperismo (desagregação mecânica) de rochas preexistentes. São acumulações de partículas clásticas, que variam em termos de tamanho, desde matacão, até seixo/areia/silte/argila.

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

- ▶ **Sedimentos químicos e bioquímicos:** os produtos dissolvidos pelo intemperismo são íons ou moléculas em solução nas águas dos solos (escoamento superficial), rios, lagos e oceanos. Essas substâncias dissolvidas são precipitadas como reações químicas e bioquímicas. Os sedimentos químicos formam-se no ou próximo ao local de deposição, geralmente na água do mar.
- ▶ Os sedimentos bioquímicos constituem-se de minerais não-dissolvidos de restos de organismos, bem como de minerais precipitados pelos processos biológicos. Ex: carbonato de cálcio (calcita e aragonita, mas também fosfatos e sulfatos).

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

- ▶ No oceano profundo, os sedimentos bioquímicos são constituídos de conchas de poucos tipos de organismos, em condições de águas profundas e pouco agitadas.
- ▶ Sedimentos químicos formam-se por processos inorgânicos: a evaporação da água do mar frequentemente leva à precipitação de camadas compostas por gipsita ou halita.
- ▶ Esses sedimentos formam-se em climas áridos, em locais onde um braço do mar ficou suficientemente isolado para que a evaporação pudesse concentrar os elementos químicos dissolvidos na água até o ponto de precipitação.

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

### Transporte e deposição: a viagem até o sítio deposicional

- ▶ Depois de se formarem pelo intemperismo, as partículas clásticas e os íons dissolvidos começam uma viagem até o local de sedimentação, que vai das áreas mais altas para as mais baixas;
- ▶ As correntes como agentes de transporte de partículas clásticas: a maioria dos sedimentos é transportada por correntes de água ou ar. Também podem ser transportados pelo gelo (glaciares).

A enorme quantidade de todos os tipos de sedimentos encontrada nos oceanos resulta, principalmente, da capacidade de transporte dos rios, que anualmente carregam uma carga de sedimentos sólidos e dissolvidos de cerca de 25 bilhões de toneladas.

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

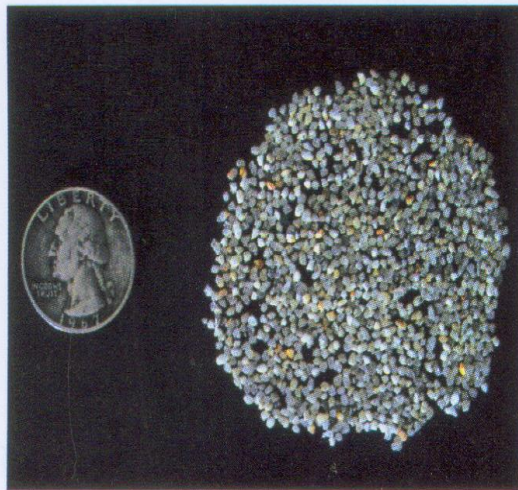
### Força da corrente, tamanho da partícula e seleção

- ▶ Para partículas clásticas, a força que controla a sedimentação é predominantemente resultante do efeito da gravidade. A velocidade de assentamento das partículas é proporcional à densidade e ao tamanho da partícula.

Normalmente, as partículas minerais e fragmentos rochosos são transportados da seguinte forma: rolamento, saltitação, suspensão e dissolução coloidal (no caso para meios fluidos). A distância percorrida pelo sedimento irá depender de seu tamanho e da energia do agente de transporte.

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares



Areia bem selecionada



Areia pobremente selecionada

**Figura 8.2** Quando as correntes diminuem a velocidade, os sedimentos são segregados de acordo com o tamanho da partícula. O grupo relativamente homogêneo de grãos de areia da esquerda é bem selecionado; o grupo da direita é pobremente selecionado. [Bill Lyons]

### **O intemperismo químico é intermitente**

- ▶ Embora o material clástico ainda esteja em contato com os principais agentes do intemperismo químico – água mais oxigênio e dióxido de carbono da atmosfera - , as reações lentas do intemperismo não tem muito efeito durante os breves períodos em que o material está sendo transportado por uma corrente.

A maior parte do intemperismo químico ocorre durante um longo período, quando o sedimento está temporariamente depositado. Dessa maneira, os episódios de transporte e deposição podem alternar-se com os episódios de intemperismo químico.

### **Oceanos e lagos: tanques de mistura química**

- ▶ O fator de controle da sedimentação química e bioquímica é mais químico do que gravitacional. Substâncias químicas dissolvidas na água durante o intemperismo são carregadas por ela como uma solução homogênea.

Materiais como íons de cálcio dissolvidos formam a própria solução aquosa, de modo que a gravidade não tem como atuar para a deposição isolada dos mesmos. Como os materiais dissolvidos fluem rio abaixo, eles entram definitivamente nas águas dos lagos e oceanos.

- ▶ Os oceanos podem ser pensados como imensos tanques de mistura química. Os rios, a chuva, os ventos e as geleiras levam constantemente materiais dissolvidos para eles.

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

Transporte dos rios e mudança no padrão dos sedimentos



# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

- ▶ Os oceanos estão continuamente perdendo água, que evapora de sua superfície. Todavia os volumes de entrada e saída de água dos oceanos são tão exatamente equilibrados que eles permanecem constantes por curtos intervalos do tempo geológico. Entretanto, em escalas mais amplas do tempo geológico esse equilíbrio pode mudar, a exemplo do que aconteceu durante os períodos glaciais pelos quais o planeta passou.

Durante os períodos de glaciação, quantidades significativas de água do mar foram convertidas em gelo glacial e o nível dos oceanos foi rebaixado por mais de 100 m.

- ▶ A entrada e saída de materiais dissolvidos são, da mesma forma, equilibradas. Cada um dos vários componentes da água do mar participa de alguma reação química e bioquímica que, por fim, se precipita da água e se deposita no assoalho marinho. Como resultado, a salinidade do oceano se mantém constante.

## **Ambientes de Sedimentação**

- ▶ Um ambiente de sedimentação é um lugar geográfico caracterizado por uma combinação particular de processos geológicos e condições ambientais. Os ambientes de sedimentação são frequentemente agrupados por sua localização, seja nos continentes, em regiões costeiras ou, ainda, nos oceanos.

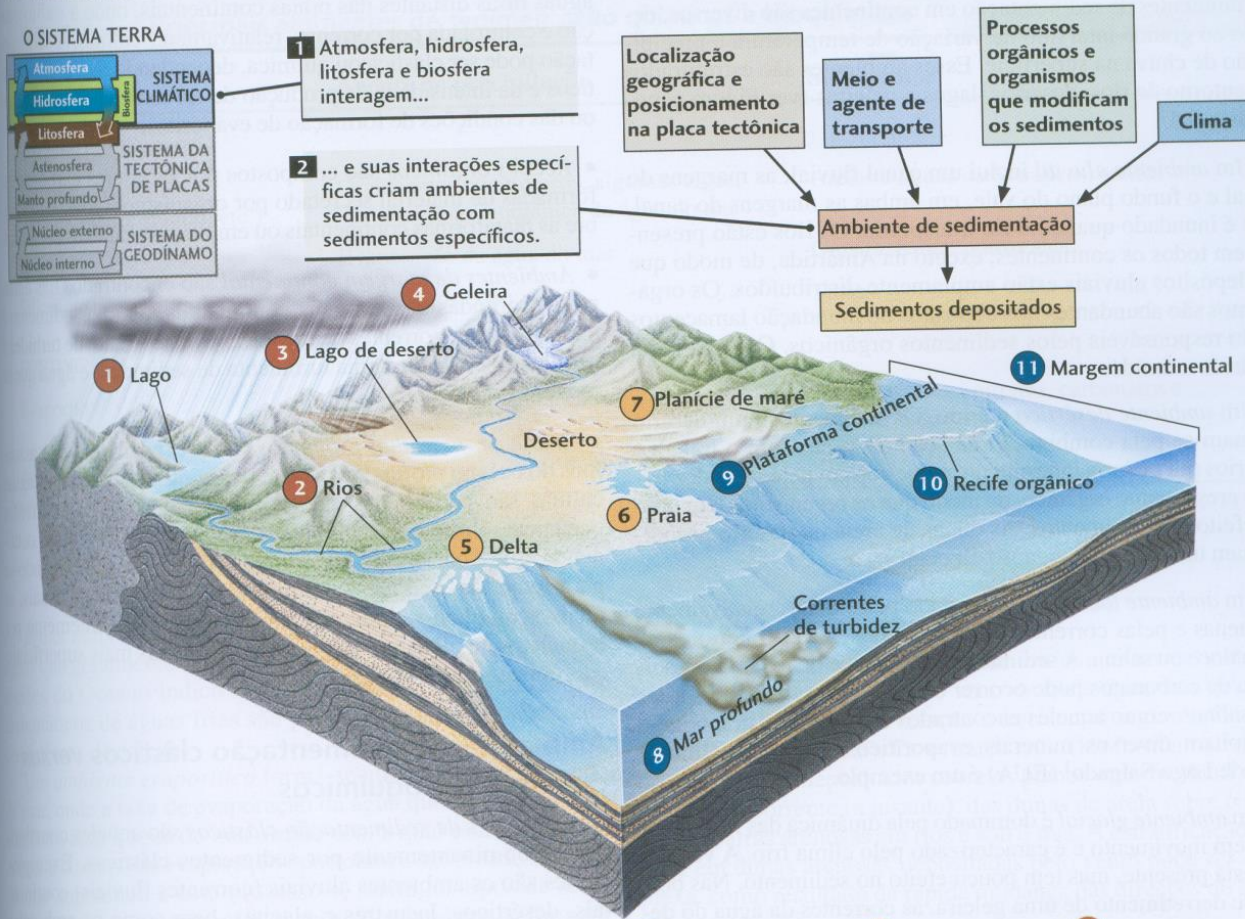
As condições ambientais incluem:

- a) O tipo e a quantidade de água (oceano, lago, rio e terra árida);
- b) O relevo (terras baixas, montanhas, planícies costeiras, oceanos rasos e profundos);
- c) Atividade biológica.

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

OS AMBIENTES DE SEDIMENTAÇÃO RESULTAM DA INTERAÇÃO DE MÚLTIPLOS FATORES



# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

Ambientes continentais		1	2	3	4
<p>Os ambientes continentais mostram uma grande variação de temperatura e precipitação de chuva.</p>	Agente de transporte	Lago	Aluvial	Desértico	Glacial
	Sedimentos	Correntes lacustres, ondas Areia e lama, precipitados salinos em climas áridos	Correntes fluviais Areia, lama e cascalho	Vento Areia e pó	Celo, água de degelo Areia, lama e cascalho
	Clima	Árido a úmido	Árido a úmido	Árido	Frio
	Processos orgânicos	Organismos de água doce e precipitados	Matéria orgânica em depósitos lamosos de inundação	Pouca atividade orgânica	Pouca atividade orgânica
Ambientes costeiros		5	6	7	
<p>Os ambientes costeiros são dominados pela ação de ondas, marés e correntes.</p>	Agente de transporte	Delta	Praia	Planícies de maré	
	Sedimentos	Correntes fluviais, ondas Areia e lama	Ondas, correntes de maré Areia e cascalho	Correntes de maré Areia e lama	
	Clima	Árido a úmido	Árido a úmido	Árido a úmido	
	Processos orgânicos	Soterramento de detritos vegetais	Pouca atividade orgânica	Organismos misturados aos sedimentos	
Ambientes marinhos		8	9	10	11
<p>Os ambientes marinhos são influenciados principalmente pelas correntes.</p>	Agente de transporte	Mar profundo	Plataforma continental	Recifes orgânicos	Margem continental
	Sedimentos	Correntes oceânicas Correntes de turbidez Lama e areia	Ondas e marés Areia e lama	Ondas e marés Organismos calcificados	Correntes oceânicas e ondas Lama e areia
	Processos orgânicos	Deposição de restos de organismos	Deposição de restos de organismos	Secreção de carbonatos por corais e outros organismos	Deposição de restos de organismos

Figura panorâmica 8.4 Um ambiente de sedimentação é caracterizado por um conjunto particular de condições ambientais e processos geológicos.

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

- ▶ Os processos geológicos incluem as correntes que transportam e depositam os sedimentos (água, vento e gelo), o posicionamento na placa tectônica, que pode afetar a sedimentação e o soterramento dos sedimentos, e a atividade vulcânica.

Os ambientes de sedimentação estão relacionados com seu posicionamento na placa tectônica, assim como podem ser afetados pelos agentes climáticos.

- ▶ Ambientes de sedimentação químicos e bioquímicos: são aqueles caracterizados principalmente pela precipitação química e bioquímica. De longe, os mais abundantes são os ambientes carbonáticos.

## **Estruturas Sedimentares**

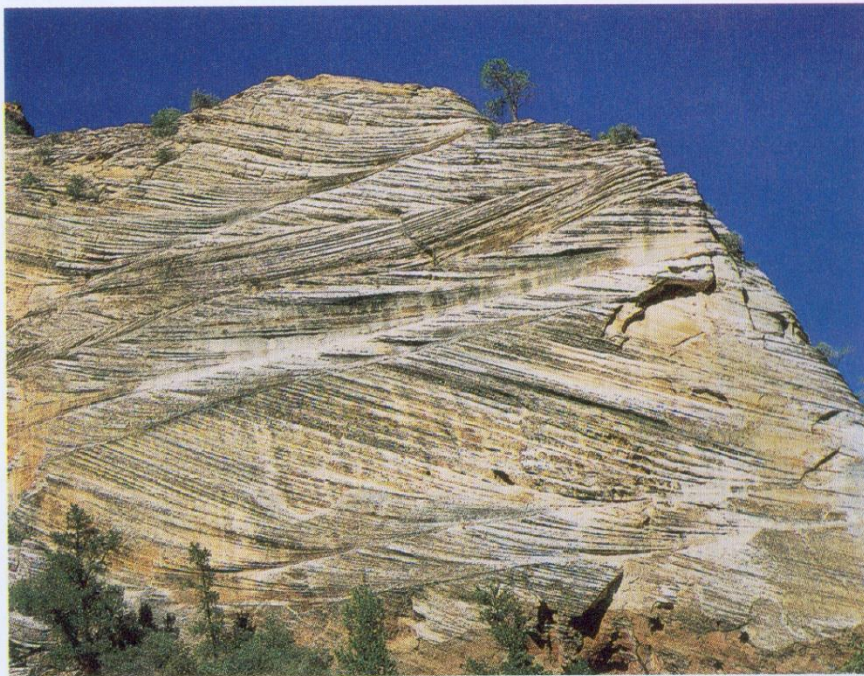
- ▶ Todos os tipos de acamamento e muitas outras superfícies formadas durante a deposição são chamados de estruturas sedimentares. O acamamento, ou estratificação, é uma feição comum dos sedimentos e das rochas sedimentares.

As camadas paralelas de diferentes tamanhos de grão ou composição indicam sucessivas superfícies deposicionais. O acamamento pode ser delgado, com espessura da ordem de milímetros ou mesmo centímetros. No extremo oposto, o acamamento pode ter a espessura de metros a muitos metros.

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

### Estratificação cruzada



**Figura 8.5** Estratificação cruzada num ambiente desértico. A variação nas direções da estratificação cruzada deste arenito deve-se às mudanças na direção do vento no tempo em que as dunas foram depositadas. Arenito Navajo, Parque Nacional Zion, sudoeste de Utah (EUA). [Peter Kresan]



# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

### Estratificação gradacional

Ocorre em taludes continental e marinho profundo depositados por uma variedade especial de corrente chamada corrente de turbidez



**Figura 8.7** (Esquerda) Marcas onduladas em areias de uma praia atual. [Raymond Siever] (Direita) Marcas onduladas em um arenito antigo. [Reg Morrison/Auscape]

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

### Estruturas de bioturbação



**Figura 8.9** Estruturas de bioturbação. Pensa-se que estes rastros foram feitos por trilobitas que viveram em sedimentos lamosos do Cambriano Médio, em Montana (EUA), há cerca de 500 milhões de anos. Esta rocha está entrecruzada por traços e túneis fossilizados, ancestralmente escavados na lama por organismos. [Chip Clark]

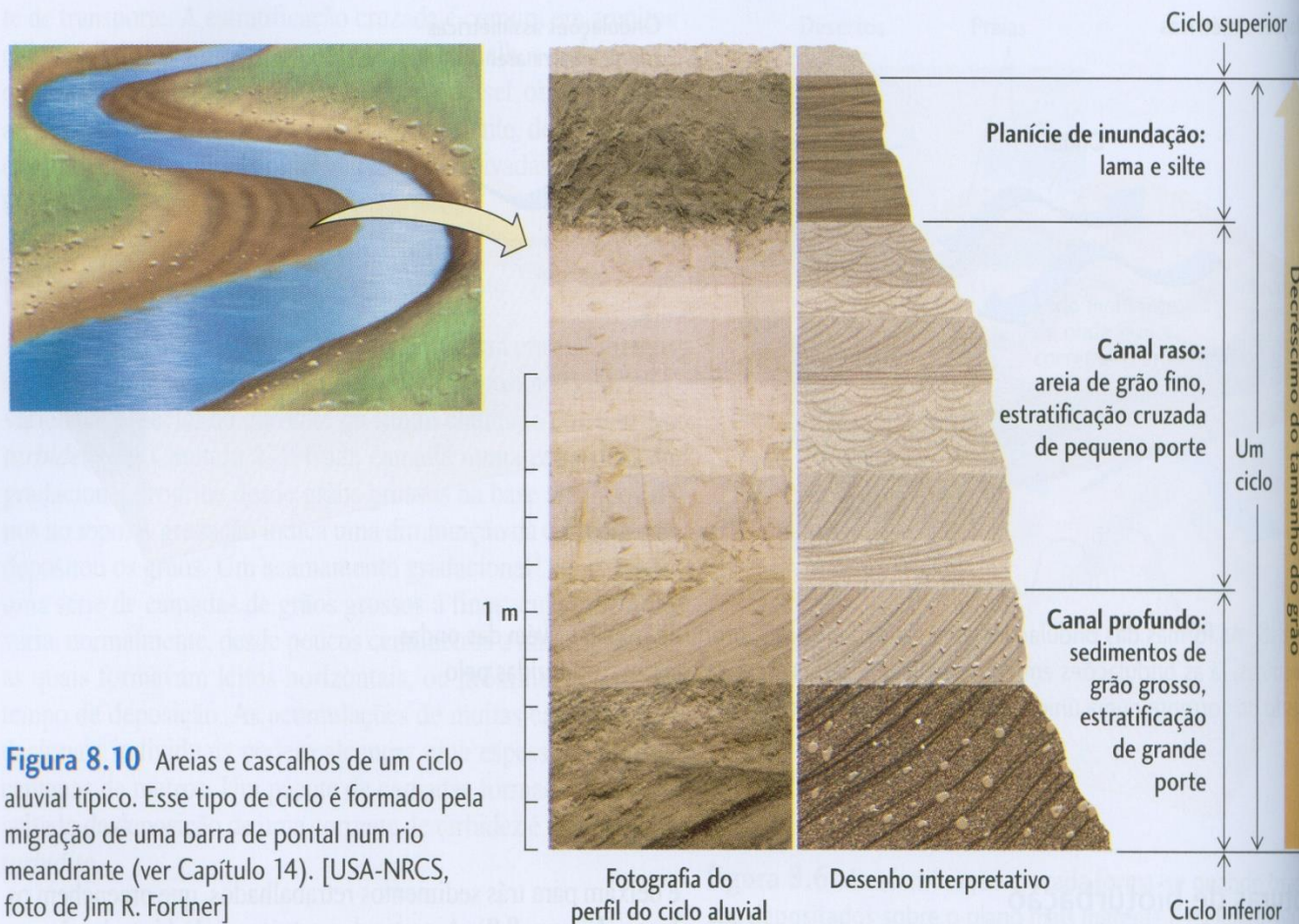
## **Ciclos sedimentares ou sequências de camadas**

- ▶ Os ciclos sedimentares são estruturados por camadas intercaladas e verticalmente empilhadas de arenito, folhelho e outros tipos de rochas sedimentares. Os ciclos de camadas fornecem aos geólogos idéias sobre a história dos eventos antigos que ocorreram na superfície terrestre.

Os ciclos sedimentares ajudam os geólogos a reconstruir como ocorreu toda a sequência de deposição dos sedimentos

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares



**Figura 8.10** Areias e cascalhos de um ciclo aluvial típico. Esse tipo de ciclo é formado pela migração de uma barra de pontal num rio meandrante (ver Capítulo 14). [USA-NRCS, foto de Jim R. Fortner]

### Soterramento e diagênese: do sedimento à rocha

- ▶ As partículas clásticas produzidas pelo intemperismo e pela erosão do solo geralmente terminam como sedimentos marinhos depositados em várias partes dos oceanos, levados até eles por rios, ventos e geleiras. Uma pequena quantidade de sedimentos clásticos fica depositada nos terrenos continentais.

De forma similar, a maioria dos sedimentos químicos e bioquímicos é depositada nos assoalhos dos oceanos, embora também se depositem em lagos e pântanos. Uma vez que os sedimentos clásticos, químicos e bioquímicos cheguem até o assoalho oceânico, eles são ali aprisionados.

# GEOLOGIA

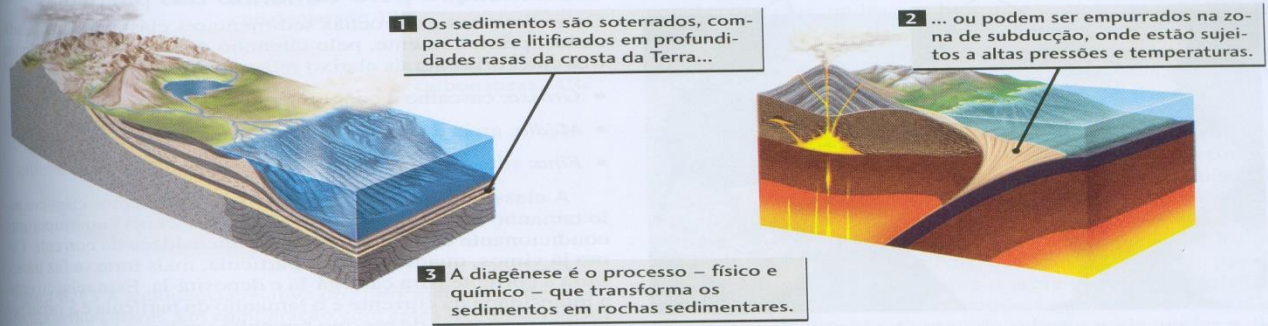
## Aula 5 – Rochas Sedimentares

- ▶ Em comparação com os sedimentos que se acumulam em regiões continentais, uma grande fração dos sedimentos depositados nos assoalhos oceânicos são soterrados e preservados por um longo período de tempo, pois as correntes marinhas nas profundezas oceânicas não são fortes o suficiente para transportá-los para outros sítios deposicionais.
- ▶ **Diagênese:** calor, pressão e reações químicas transformam os sedimentos em rocha.

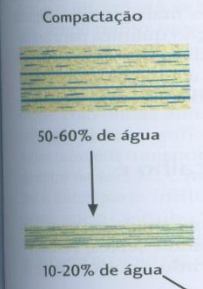
Depois que os sedimentos são depositados e soterrados, eles estão sujeitos à **diagênese** – as várias mudanças físicas e químicas que continuam até que os sedimentos ou rochas sedimentares sejam novamente expostos ao intemperismo ou metamorfizados pelo calor e pela pressão.

# GEOLOGIA

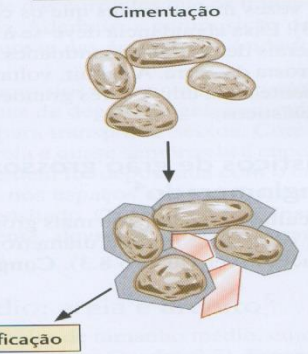
## Aula 5 – Rochas Sedimentares



**4** A compactação por soterramento espreme a água.



**5** A precipitação ou adição de novos minerais cimenta as partículas sedimentares.



**6** Sedimentos diferentes resultam em rochas sedimentares diversas.



Figura 8.11 Os processos diagenéticos produzem mudanças na composição e na textura. A maioria das mudanças tende a transformar os sedimentos moles e soltos em rochas sedimentares duras e litificadas. [Folhelho: D. Cavagnaro/Visuals Unlimited. Arenito e conglomerado: Breck P. Kent. Petróleo e gás e carvão: John Woolsey]

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

- ▶ A **cimentação** é a principal mudança da diagênese química, na qual os minerais são precipitados nos poros dos sedimentos, formando o cimento que liga os sedimentos clásticos e as rochas. A cimentação diminui a porosidade.
- ▶ A **compactação** é a principal mudança da diagênese física, ocorrendo um decréscimo no volume e na porosidade dos sedimentos.



## **Classificação das rochas sedimentares e dos sedimentos clásticos**

- ▶ Os sedimentos e as rochas sedimentares clásticos são classificados, primeiramente, pelo tamanho dos grãos, resultando nas três categorias gerais abaixo relacionadas:
  - Grossa: cascalho e conglomerado;
  - Média: areia e arenito;
  - Fina: silte e siltito; lama, lamito e folhelho; argila e argilito.

A classificação das várias rochas e sedimentos clásticos pelo tamanho de suas partículas põe em evidência um importante condicionante da sedimentação: a intensidade da corrente. Quanto maior a partícula, maior energia será necessária para o transporte.

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares



Conglomerado



Arenito



Folhelho

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

### Classificação dos sedimentos químicos e bioquímicos

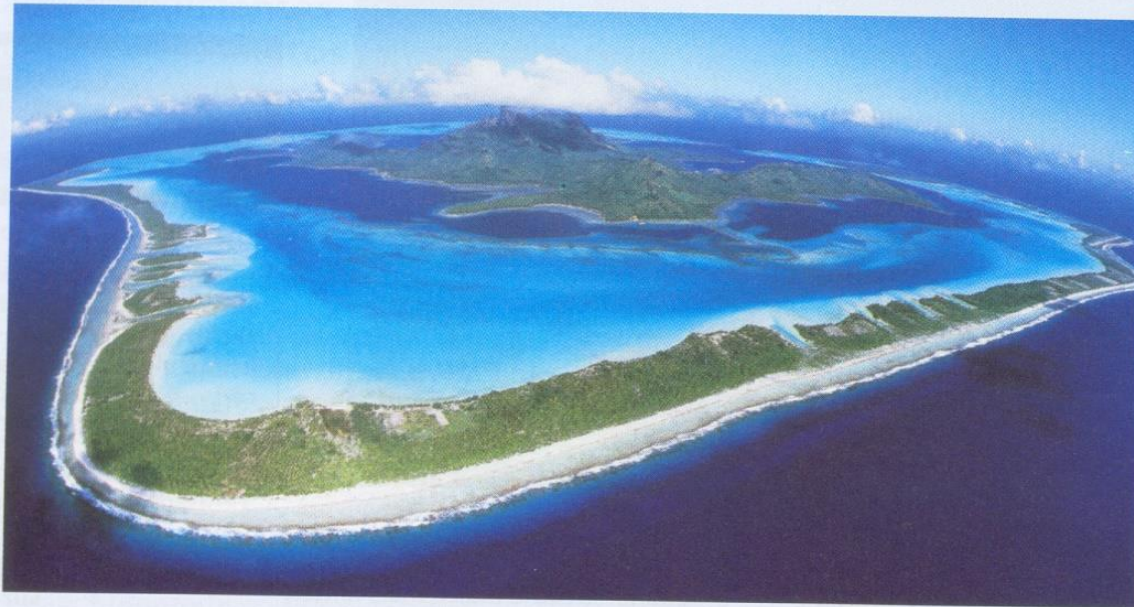
- ▶ A maioria dos sedimentos carbonáticos de ambientes marinhos rasos é bioclástica. Eles foram originalmente secretados como conchas por processos bioquímicos de organismos que vivem próximo à superfície ou no fundo dos oceanos.
- ▶ **Classificação pela composição química**
- ▶ **Sedimentos carbonáticos: Calcários e dolomitos**
- ▶ **Fontes oceânicas de sedimentos carbonáticos**
- ▶ **Precipitação inorgânica de sedimentos carbonáticos**
- ▶ **Sedimentos carbonáticos de origem mista**
- ▶ **Plataformas carbonáticas**
- ▶ **Sedimentos fosfáticos, ferruginosos e orgânicos (carvão e petróleo)**

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

### Classificação dos sedimentos químicos e bioquímicos

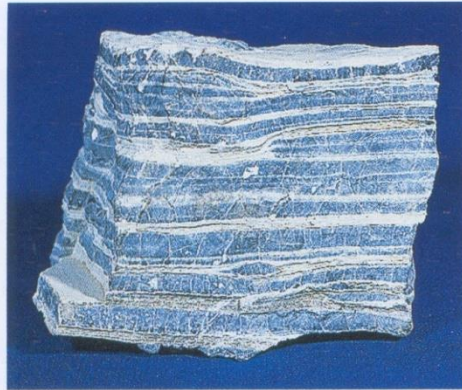
#### Recifes de Corais



Atol de Bora Bora, no Oceano Pacífico Sul. Organismos recifais construíram uma barreira no entorno de uma ilha vulcânica, formando uma laguna protegida. [Jean-Marc Truchet/Stone/Getty Images]

# GEOLOGIA

## Aula 5– Rochas Sedimentares



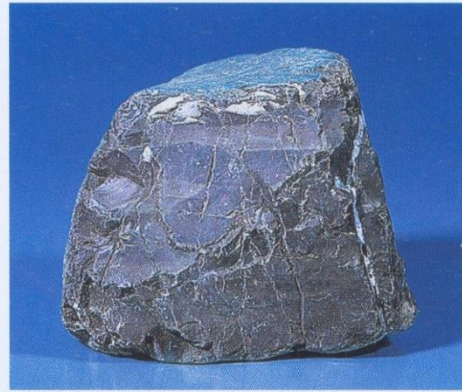
(a) Calcário



(b) Gipsita



(c) Halita



(d) Sílex

**Figura 8.17** Rochas sedimentares químicas e bioquímicas. [Breck P. Kent] (a) Calcário, litificado a partir de sedimentos carbonáticos; (b) gipsita e (c) halita, evaporitos marinhos que se cristalizam em bacias oceânicas de águas rasas; e (d) sílex, constituído de sedimento de sílica.

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

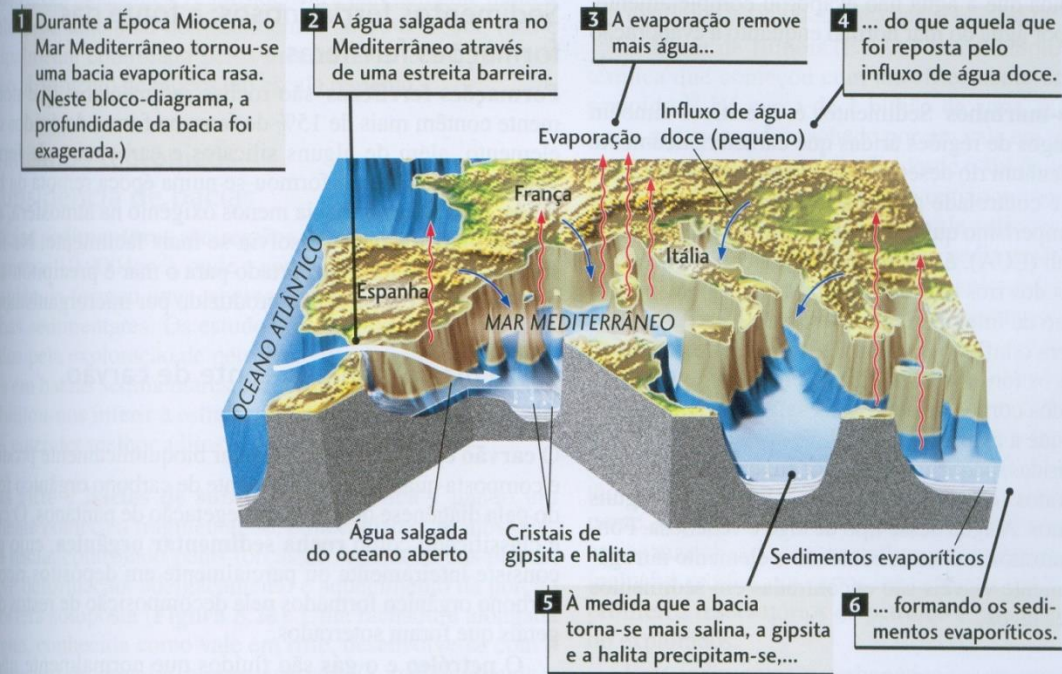


**Figura 8.18** Calcário recifal feito de moluscos extintos (rudistas) na Formação Shuiba, do Cretáceo, localizada em Omã. [John Grotzinger]

# GEOLOGIA

## Aula 5 – Rochas Sedimentares

### Sedimentos evaporíticos (halita e gipsita)



**Figura 8.19** Um ambiente evaporítico marinho. No momento em que a água do mar evaporava numa bacia rasa, como a do Mar Mediterrâneo, onde há uma conexão restrita com o oceano aberto, formou-se a gipsita como um sedimento evaporítico. O posterior aumento na salinidade levou à cristalização da halita.