



Processos e Rochas Sedimentares

Geologia Geral – 0440100

Prof^a. Alexandra Suhogusoff

- Maio 2020 -

Processos Sedimentares

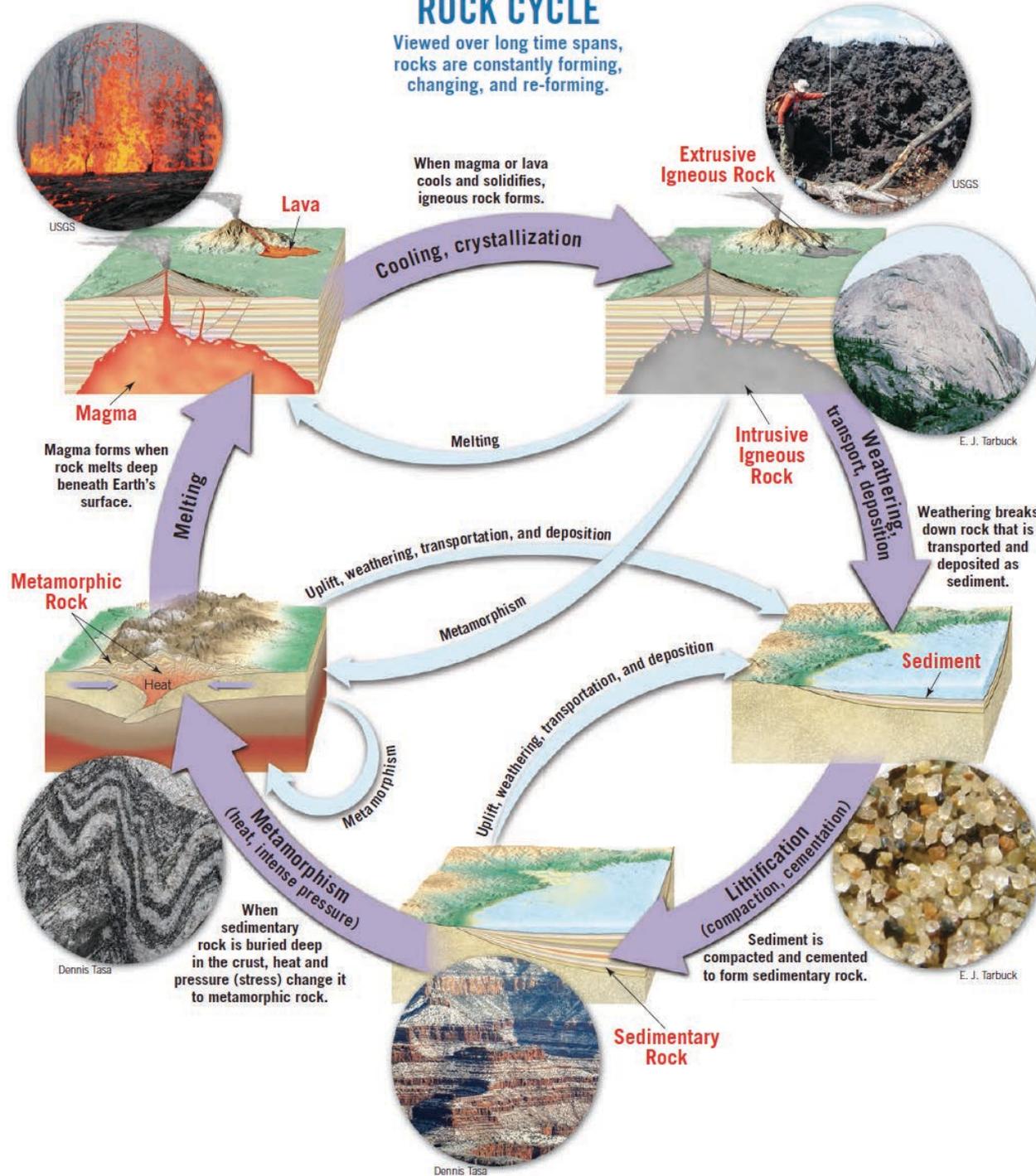
- **Intemperismo** = destruição de rochas ígneas, metamórficas ou sedimentares por processos físicos e decomposição química (e biológica). Produtos: partículas e íons em solução.
- O manto de intemperismo pode evoluir, em suas porções + superficiais, através de processos pedogenéticos, p/ a formação do solo
- O solo é + do que detritos intemperizados; é uma combinação de minerais e matéria orgânica, água e ar

Processos Sedimentares

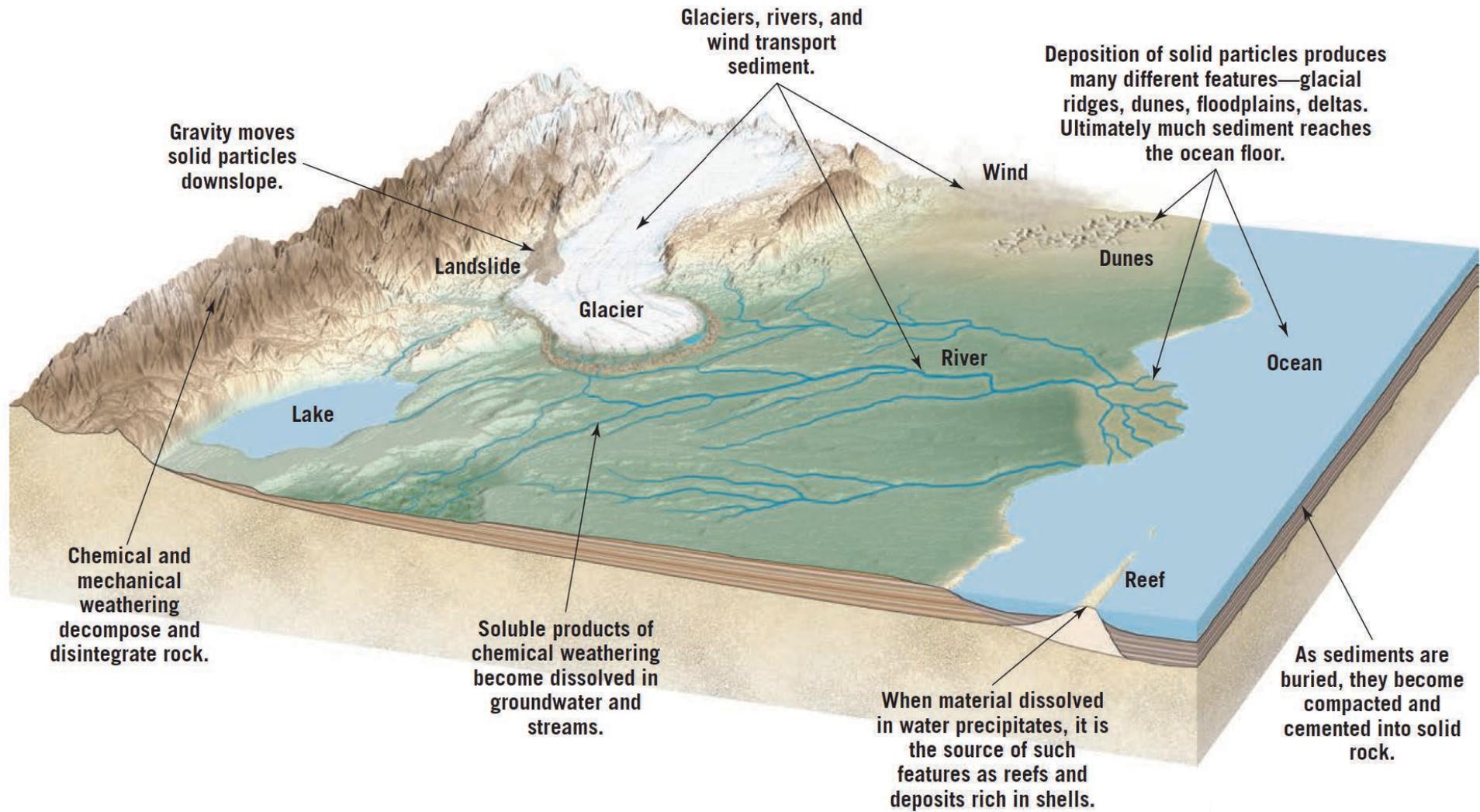
- **Erosão** = remobilização sistemática de partículas
- **Transporte** = deslocamento de grãos e íons em solução em direção a locais de **deposição**.

ROCK CYCLE

Viewed over long time spans, rocks are constantly forming, changing, and re-forming.



Domínio dos processos e formação das rochas sedimentares





**Bearing Glacier, Alaska
(EUA)**

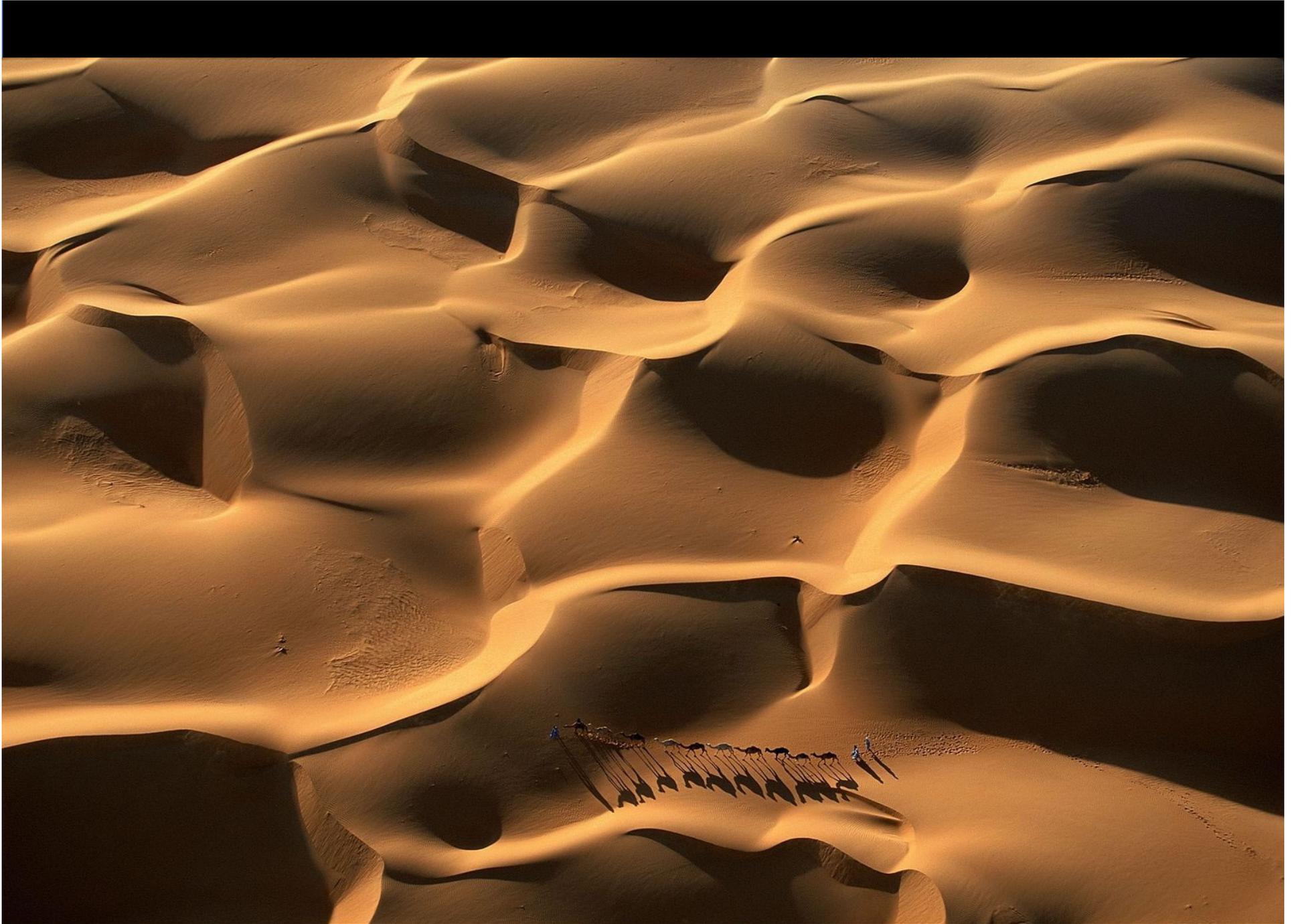


Baldwin Glacier e Fraser Glacier, Alaska (EUA)



© Brenda Tharp

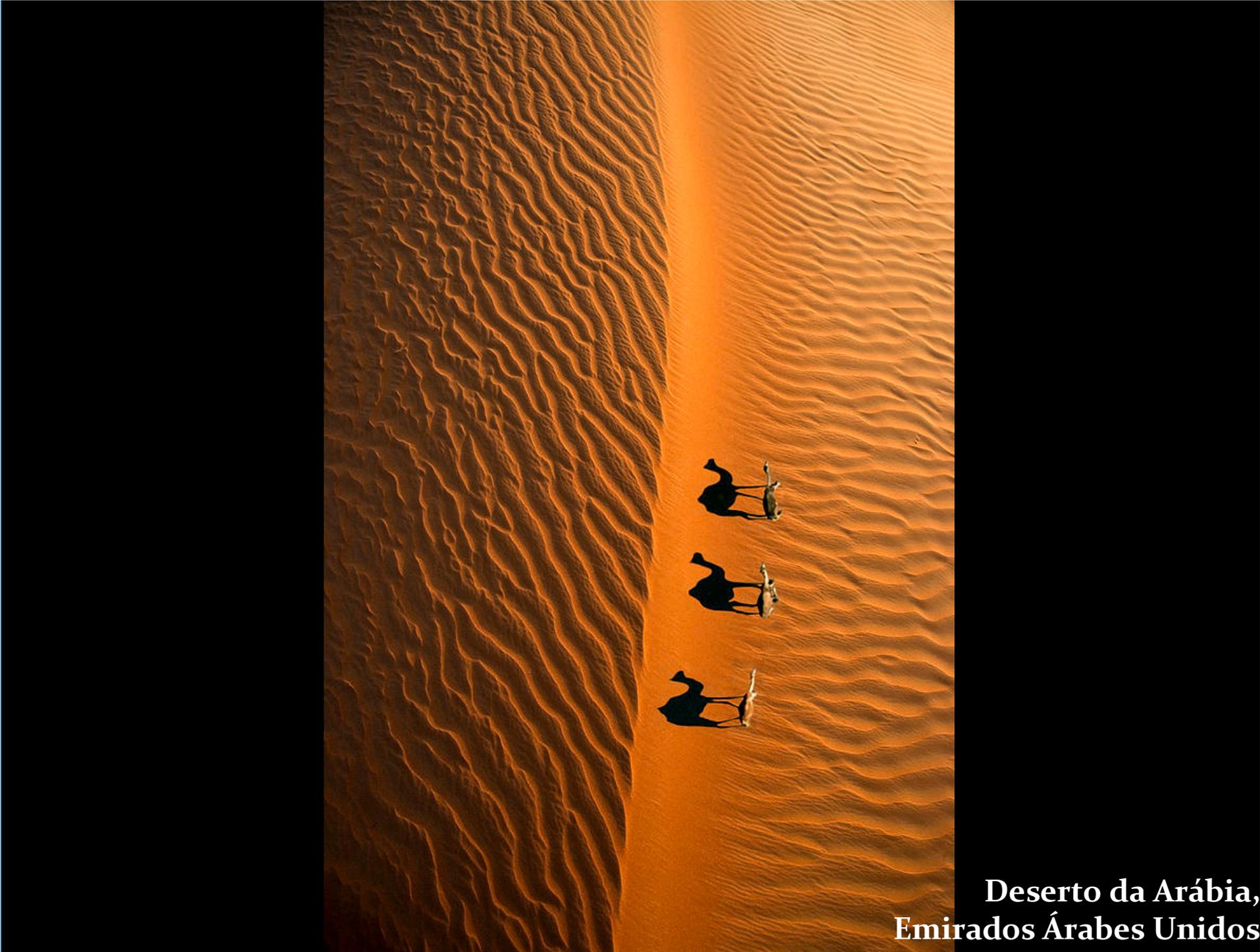
Margerie Glacier, Alaska



Deserto do Saara, Mauritânia



Deserto da Arábia, Emirados Árabes Unidos

An aerial photograph of three camels walking across a vast desert dune. The dune is characterized by intricate, wavy patterns of sand, creating a textured surface. The camels are positioned in a vertical line, moving from the top towards the bottom of the frame. Their dark silhouettes are cast onto the sand, indicating a low sun position. The overall color palette is a range of warm, golden-brown and orange tones. The image is framed by black bars on the left and right sides.

**Deserto da Arábia,
Emirados Árabes Unidos**



Tadrart Rouge, Argélie



Delta no lago Ayakum, Tibete



Whitehaven beach, Austrália



Stellarton Formation, Pensilvânia (EUA)



Horseshoe Bend
Arizona (EUA)



Antelope Canyon (The Wave), Arizona (EUA)



**Antelope Canyon,
Arizona (EUA)**



**Tent Rocks,
New Mexico (EUA)**



Carvão, Healy Canyon, Alaska (EUA)

Sedimentos

- O processo de intemperismo forma sedimentos?
- Definição:
 - *Sedis* (latim) = assento, deposição
 - Sedimento = material sólido que se deposita, que se depositou ou que é passível de se depositar
 - Pressupõe movimento, transporte

Sedimentos

- O intemperismo não forma sedimentos diretamente, mas desagrega as rochas, gerando partículas ou fragmentos e também novos minerais (os minerais supérgenos), que estarão sujeitos a se tornar grãos ou sedimentos, se houver erosão e transporte.

Sedimentos

- Sedimentos: partículas (e íons) que sofrem transporte e sedimentação nos vários ambientes da superfície da Terra.



Sedimentos

- Quando íons e partículas tornam-se sedimentos?
 - Íons: quando são precipitados em condições físico-químicas favoráveis em bacias sedimentares, após terem sido transportados em solução.
 - Partículas: quando são removidas de uma rocha intemperizada e são transportadas em direção a relevos + baixos pelos agentes de erosão e transporte (rios, vento etc.).

Forças atuantes em grãos

- Forças de corpo e de superfície

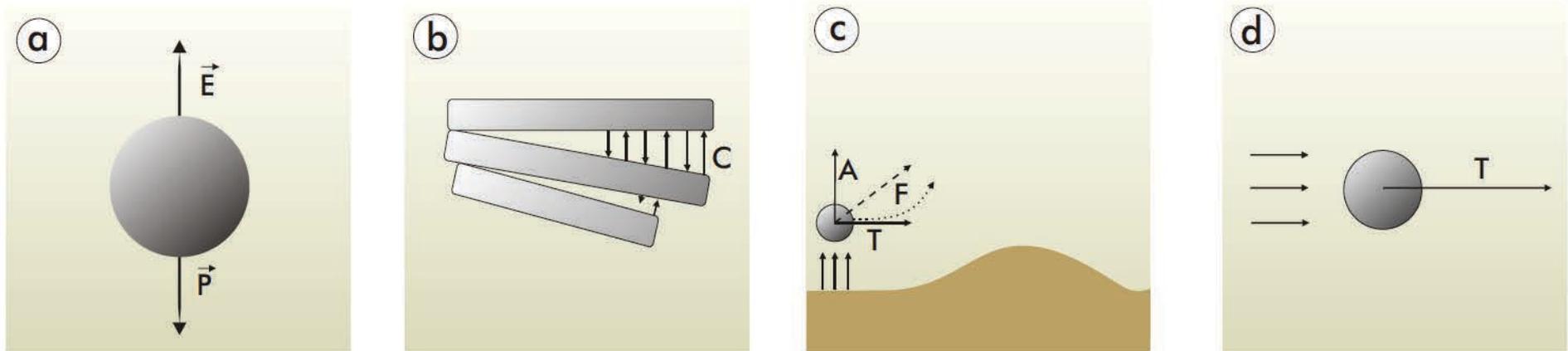


Fig. 9.3 Principais forças atuantes sobre grãos livres em movimento: a - força-peso (P) e sua reação, o empuxo (E), b - força de coesão (C) entre partículas, c - força ascendente (A), introduzida devido à turbulência gerada no fluido pela presença de um obstáculo e d - esforço tangencial (T) exercido pelo fluido sobre o grão.

Transporte de sedimentos

- Químico (ou iônico): não há matéria sólida, só íons em solução (precisa de água)
- Mecânico: há matéria sólida (partículas):
 - Transporte de grãos livres ou fluxo pouco denso: os grãos apresentam suficiente liberdade de movimento em um fluido pouco viscoso (água ou ar)
 - Transporte gravitacional ou fluxo denso: grãos estão muito próximos uns dos outros, em alta concentração em relação ao fluido (movimentos de massa).

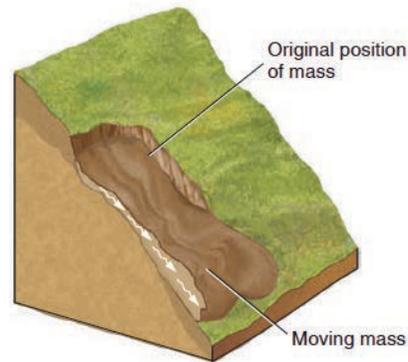
Mecanismos de transporte mecânico

- Fluxo pouco viscoso (grãos livres)
 - Suspensão
 - Saltação
 - Arrasto
 - Rolamento
- Fluxo denso ou gravitacional (movimentos de massa)
 - Rastejamento de solos ou solifluxão (soil creep)
 - Escorregamentos/deslizamentos (landslides)
 - Fluxo de detritos, fluxo ou corrida de lama (debris/mudflow)
 - Quedas, tombamentos e rolamentos (Rockfall)
 - Subsidência e colapsos (subsidence)

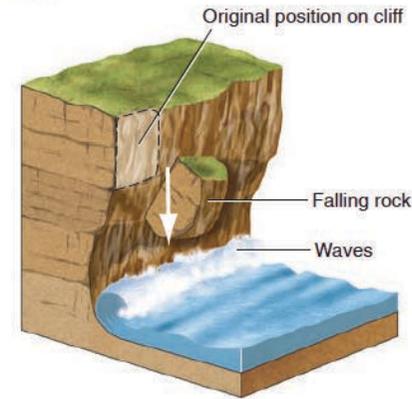
Fluxo denso ou gravitacional

- Classificados pela taxa de movimento, tipo de material e tipo de movimento.

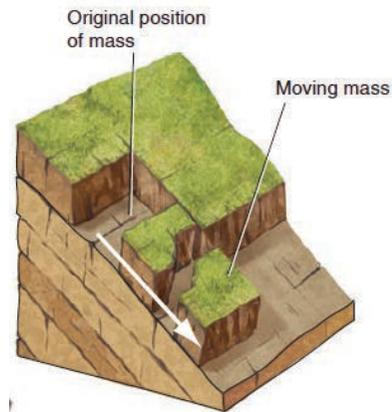
Flow



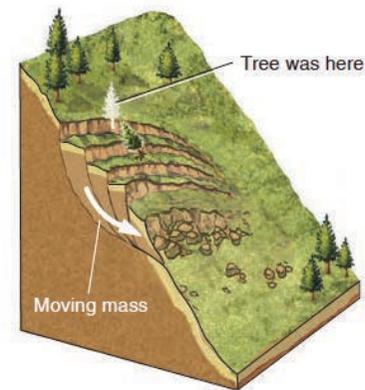
Fall



Slide



Translational slide



Rotational slide (slump)

Fluxo denso ou gravitacional

- Deslizamento/Escurregamento
 - Solos e rochas se movem ao longo de uma superfície plana/curvilínea, com velocidade média (m/h) a alta (m/s).
- Fluxo de detritos e de lama
 - Ocorre quando o material se comporta como um fluido viscoso. É formado por solo, rocha, detritos e água. Acompanha uma drenagem. Velocidades médias a altas.

Fluxo denso ou gravitacional



<https://www.youtube.com/watch?v=p8dOGK4tjfw>

https://www.youtube.com/watch?v=do-mBo_kblA

Fluxo denso ou gravitacional



Fluxo pouco viscoso (grãos livres)

- A gravidade atua sobre o fluido fazendo-o deslocar-se declive abaixo;
- O fluido repassa essa ação a cada grão, como esforço tangencial, transportando-o ou não a depender de suas características físicas.

Comportamento dinâmico do grão (v , trajetória e deslocamento)

=

forças atuantes + características físicas (densidade, forma, tamanho, etc.)

- Efeito: seleção dos grãos no espaço pela corrente (água ou ar), com a separação entre grãos + leves (menores, - densos, + flutuáveis) e + pesados (maiores, + densos, - flutuáveis)

Fluxo pouco viscoso (grãos livres)

- Grãos + pesados demandam + energia (v) para serem transportados
- Fixada a densidade, quanto > o tamanho do grão, > a v mínima necessária p/ colocá-lo em movimento. Isso não vale para sedimentos muito finos em leitos coesivos

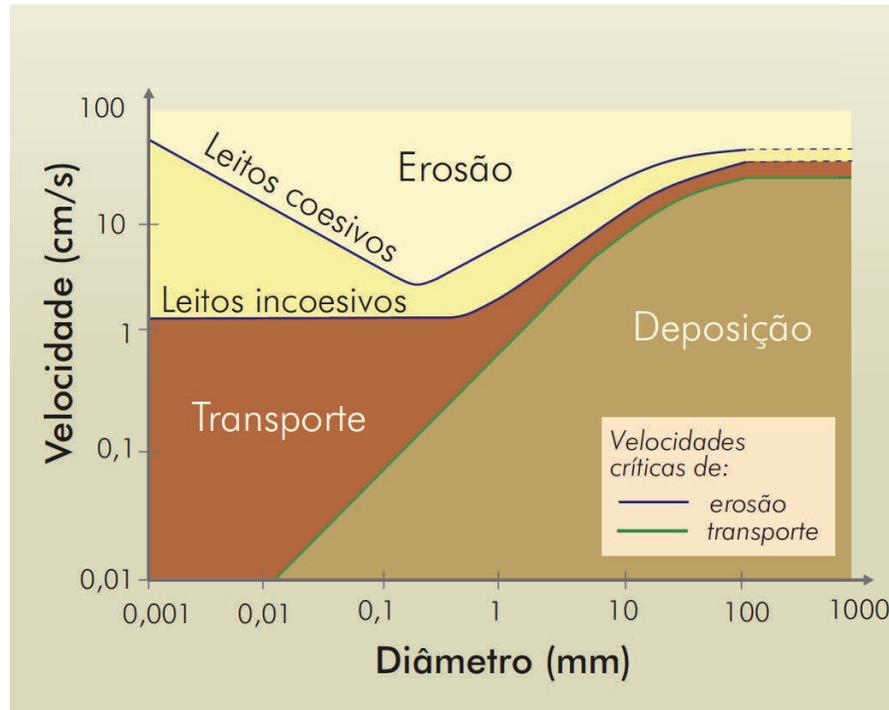
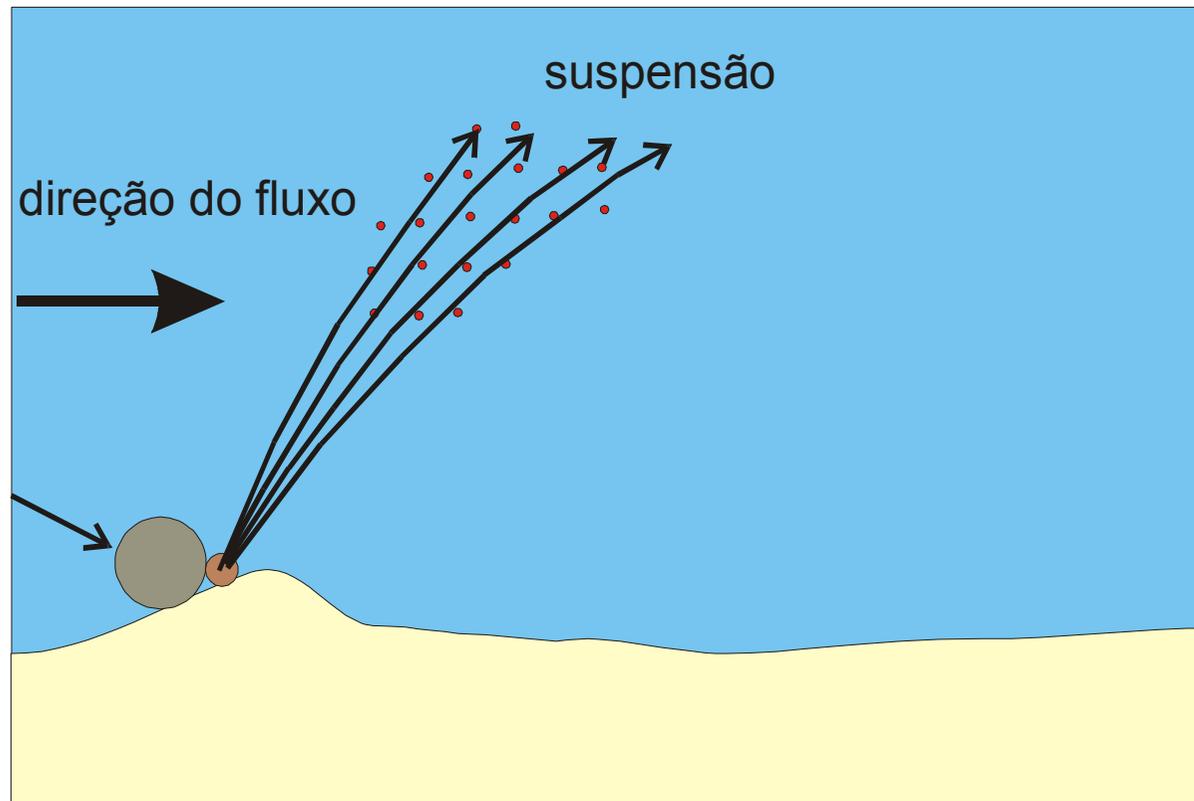


Fig. 9.9 Diagrama energia x granulometria, apresentando as curvas de velocidade crítica de transporte e erosão. Fonte: Sundborg, 1956.

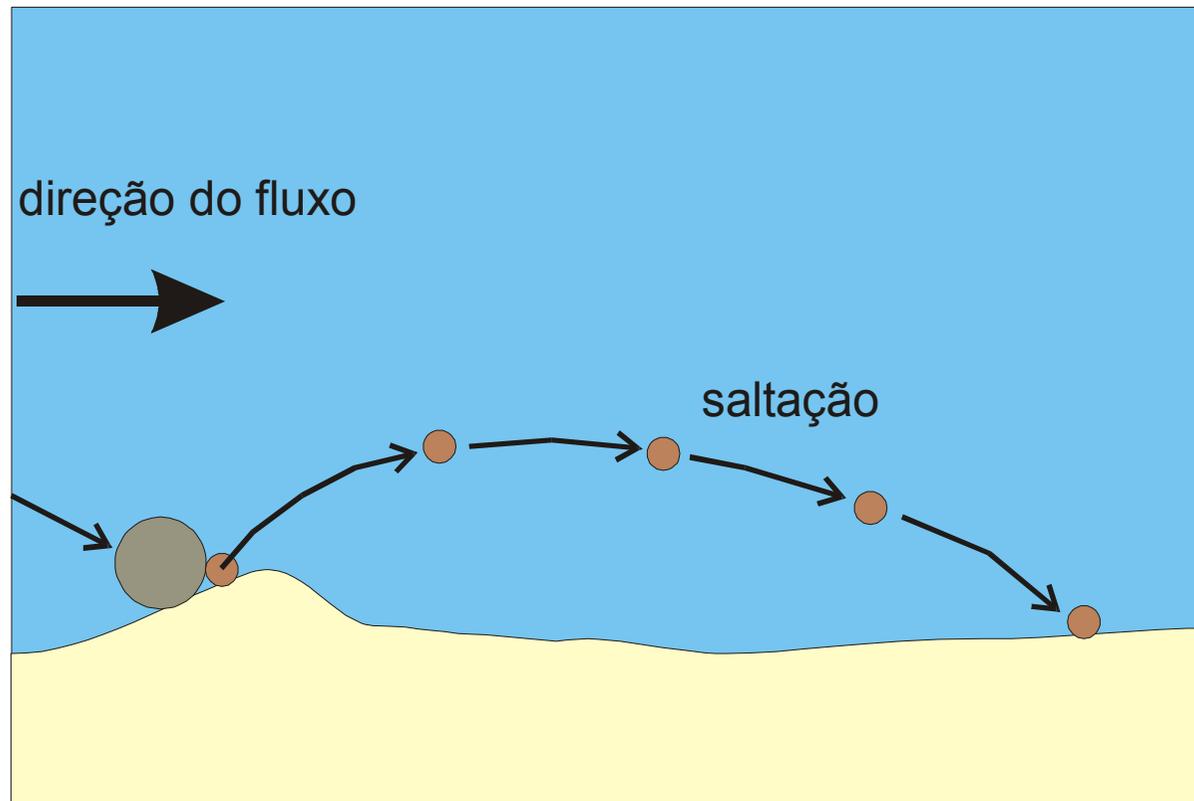
Fluxo pouco viscoso (grãos livres)

- Suspensão
 - Carreamento ou sustentação do grão acima da superfície de deposição.



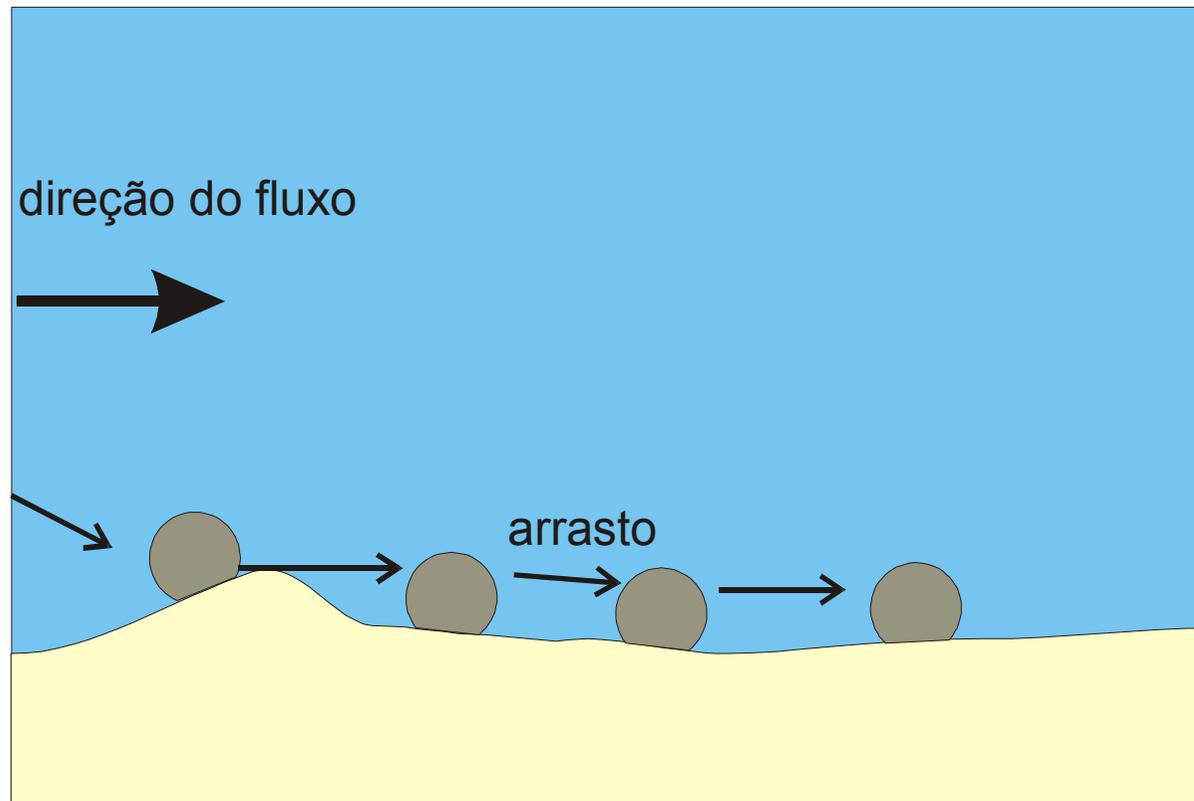
Fluxo pouco viscoso (grãos livres)

- Saltação
 - Grão em suspensão temporária, com trajetória elíptica.



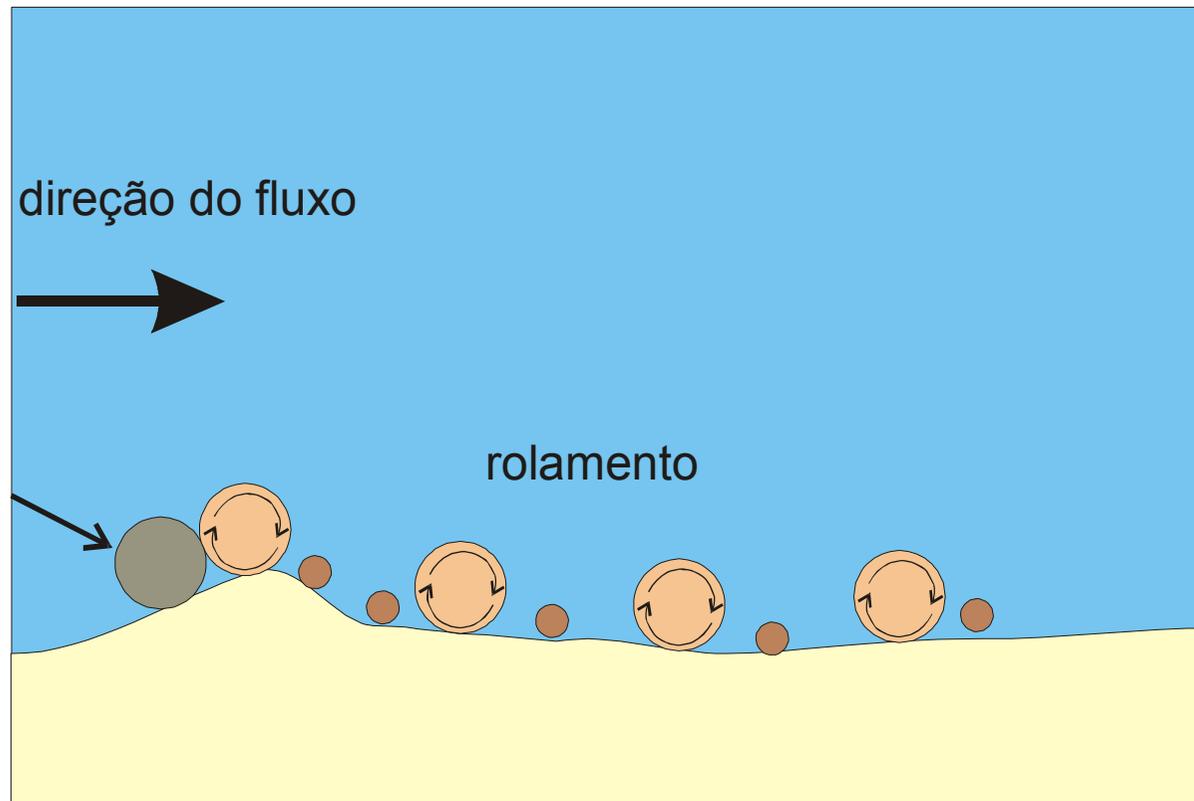
Fluxo pouco viscoso (grãos livres)

- Arrasto
 - O grão desloca-se sub-paralelamente e rente à interface sedimento / fluido.



Fluxo pouco viscoso (grãos livres)

- Rolamento
 - O grão rotaciona em torno de um eixo por sobre outros grãos da interface.



Fluxo pouco viscoso (grãos livres)

Tendências de transporte

- Fixando-se a energia (v):
 - grãos + finos \Rightarrow suspensão
 - grãos + grossos \Rightarrow tração (arrasto e rolamento)
 - grãos intermediários \Rightarrow saltação
- Fixando-se o tamanho do grão, o grão será transportado:
 - por tração em energia baixa
 - por suspensão em energia alta
 - por saltação em energia intermediária

(viscosidade, densidade e coluna do meio fluido podem influenciar no tipo de transporte)

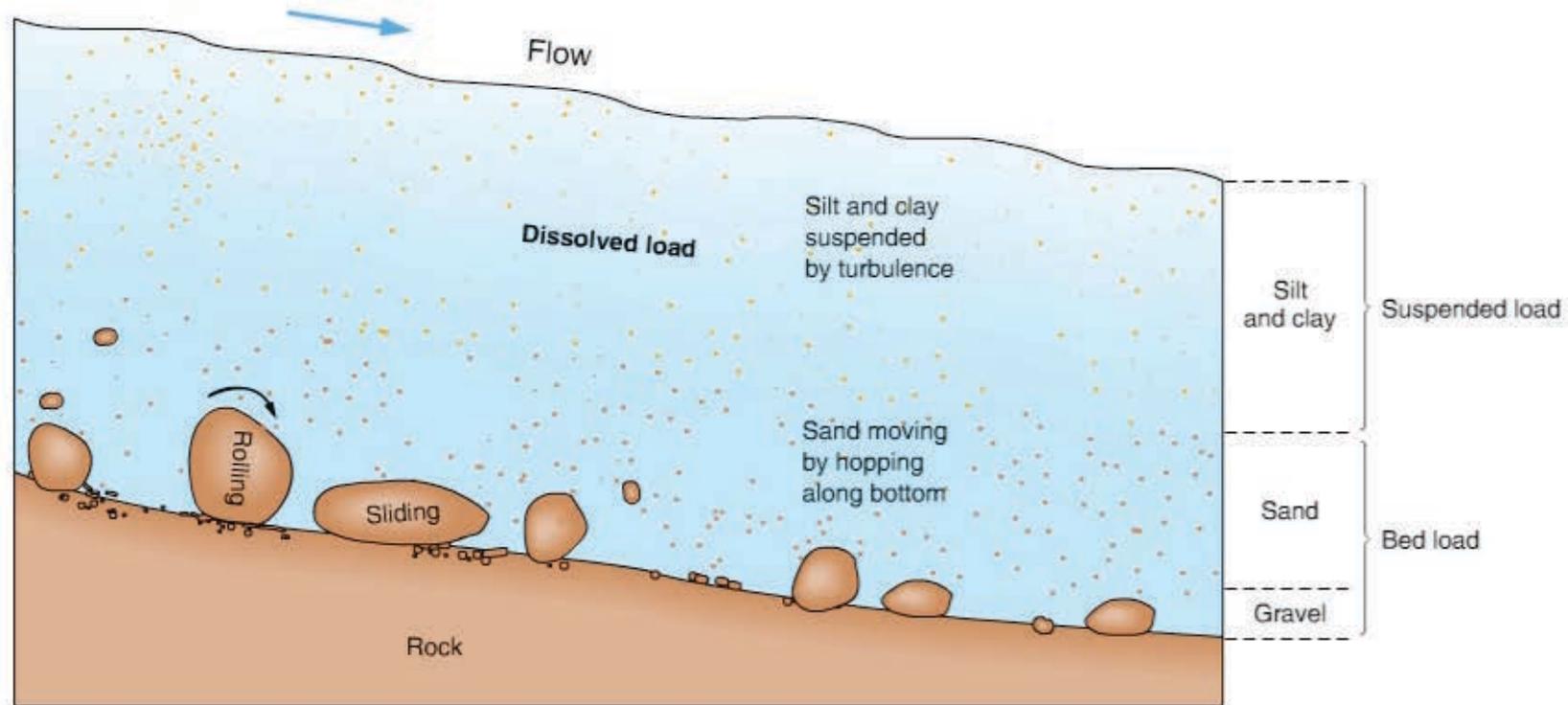
Fluxo pouco viscoso (grãos livres)

- Transporte por vento



Fluxo pouco viscoso (grãos livres)

- Transporte por rio



Deposição (sedimentação)

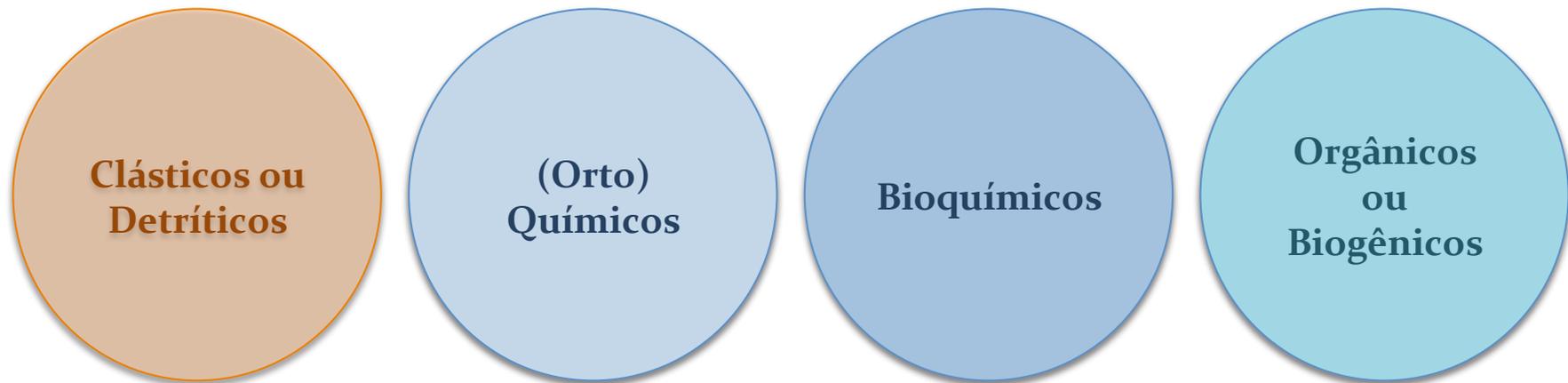
- Ocorre quando a energia diminui, ou condições químicas são favoráveis para a precipitação química.
 - vento se aquieta
 - correntes de água desaceleram
 - bordas das geleiras se fundem
 - supersaturação de elementos químicos

Classificação dos sedimentos

- Sedimentos: tudo o que se deposita com transporte prévio físico ou químico, fora e/ou dentro da bacia sedimentar, por vias físicas, químicas, biológicas e bioquímicas.
- Sedimentos são materiais inconsolidados.
- Classificação dos sedimentos ou rochas sedimentares: entendimento da gênese

Classificação dos sedimentos

- Em literatura, existem agrupamentos distintos para classificação de sedimentos (e rochas, por extensão)



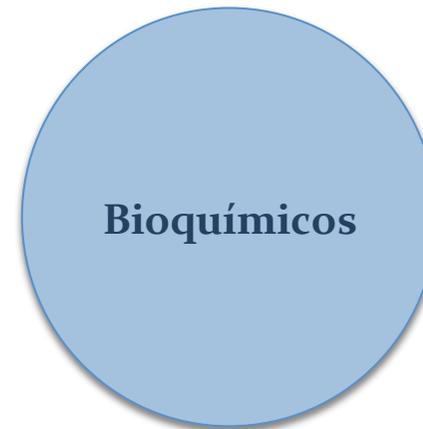
Classificação dos sedimentos

- Em literatura, existem agrupamentos distintos para classificação de sedimentos (e rochas, por extensão)



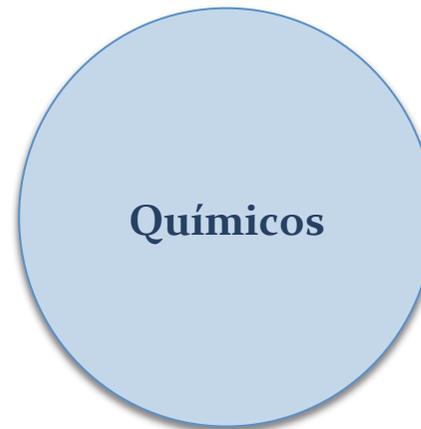
Classificação dos sedimentos

- Em literatura, existem agrupamentos distintos para classificação de sedimentos (e rochas, por extensão)



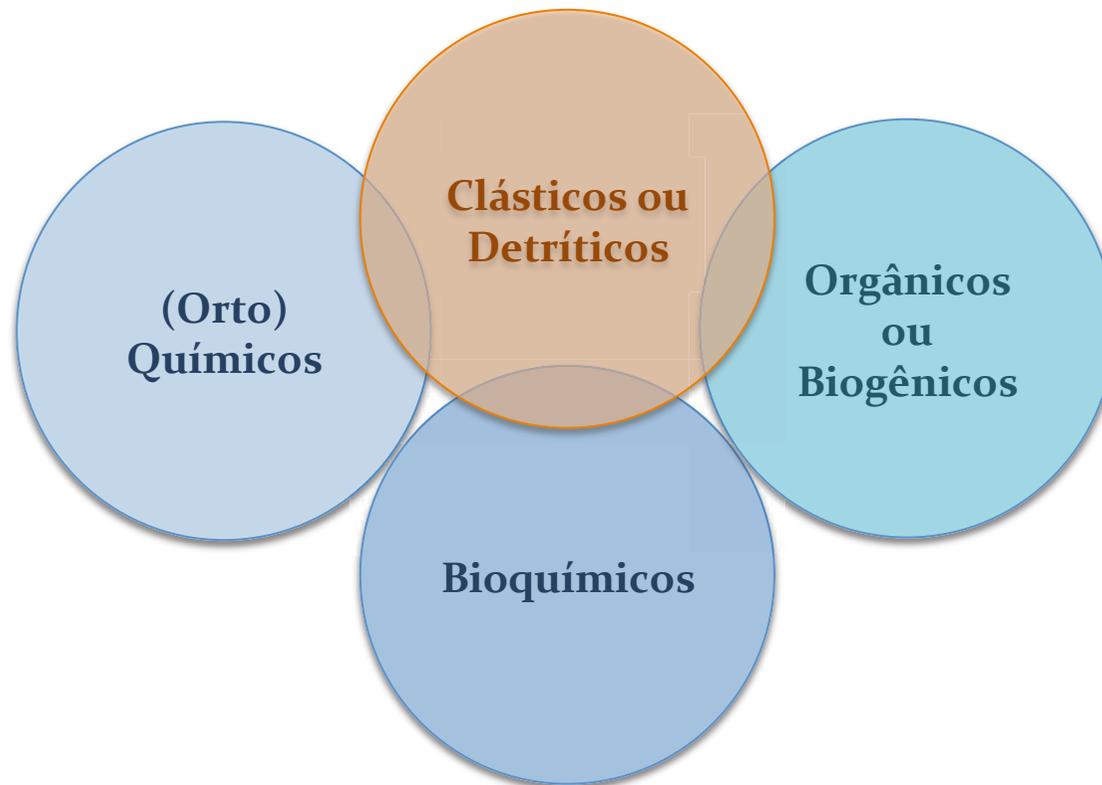
Classificação dos sedimentos

- Em literatura, existem agrupamentos distintos para classificação de sedimentos (e rochas, por extensão)



Classificação dos sedimentos

- Em literatura, existem agrupamentos distintos para classificação de sedimentos (e rochas, por extensão)



Classificação dos sedimentos

- Sedimentos podem ser classificados pela forma como são depositados:
 - Clásticos/Detríticos: partículas ou fragmentos de rochas intemperizadas, erodidos e fisicamente transportados desde a área-fonte até locais de deposição ou na própria bacia de sedimentação
(Clasto: sedimento que experimentou transporte mecânico, tendo sofrido quebra ou não)
 - Químicos: sofrem precipitação química diretamente das soluções
 - Bioquímicos: precipitados direta ou indiretamente por atividade biológica
 - Biogênicos: constituídos de restos orgânicos (vegetais e animais) soterrados e transformados

Classificação dos sedimentos



Fig. 9.5 Roteiro – fluxograma para classificação geral dos materiais sedimentares a partir da caracterização do transporte.

Fonte: Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI - São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

Sedimentos Clásticos

Biografia de um grão



Área-fonte

↓ Gradiente de relevo

↑ INTEMPERISMO

Área-fonte

↑ Gradiente de relevo

↑ EROSÃO/TRANSPORTE

Bacia Sedimentar

↓ Gradiente de relevo

↑ DEPOSIÇÃO

Maturidade do Sedimento



Sedimentos Clásticos

Maturidade dos grãos

- Dependerá não só do tempo/intensidade de atuação dos agentes intempéricos/transporte, mas também de quão resistente é o mineral.



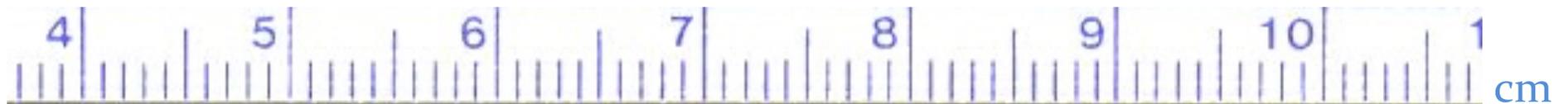
Sedimentos Clásticos

Textura: Classificação granulométrica

| Intervalo granulométrico (mm) | Classificação nominal | |
|-------------------------------|-----------------------|--------------------|
| > 256 | CASCALHO (gravel) | Matacão |
| 256 – 64 | | Bloco ou calhau |
| 64 – 4,0 | | Seixo |
| 4,0 – 2,0 | | Grânulo |
| 2,0 – 1,0 | AREIA (sand) | Areia muito grossa |
| 1,0 – 0,50 | | Areia grossa |
| 0,50 – 0,250 | | Areia média |
| 0,250 – 0,125 | | Areia fina |
| 0,125 – 0,062 | | Areia muito fina |
| 0,062 – 0,031 | SILTE (silt) | Silte grosso |
| 0,031 – 0,016 | | Silte médio |
| 0,016 – 0,008 | | Silte fino |
| 0,008 – 0,004 | | Silte muito fino |
| < 0,004 | ARGILA (clay) | argila |

Sedimentos Clásticos

Textura: Classificação granulométrica



4-2 mm



2-1 mm



1-0,5 mm



0,5-0,25 mm

silte e argila



<0,062 mm

areia mto fina



0,125-0,062 mm

areia fina



0,25-0,125 mm

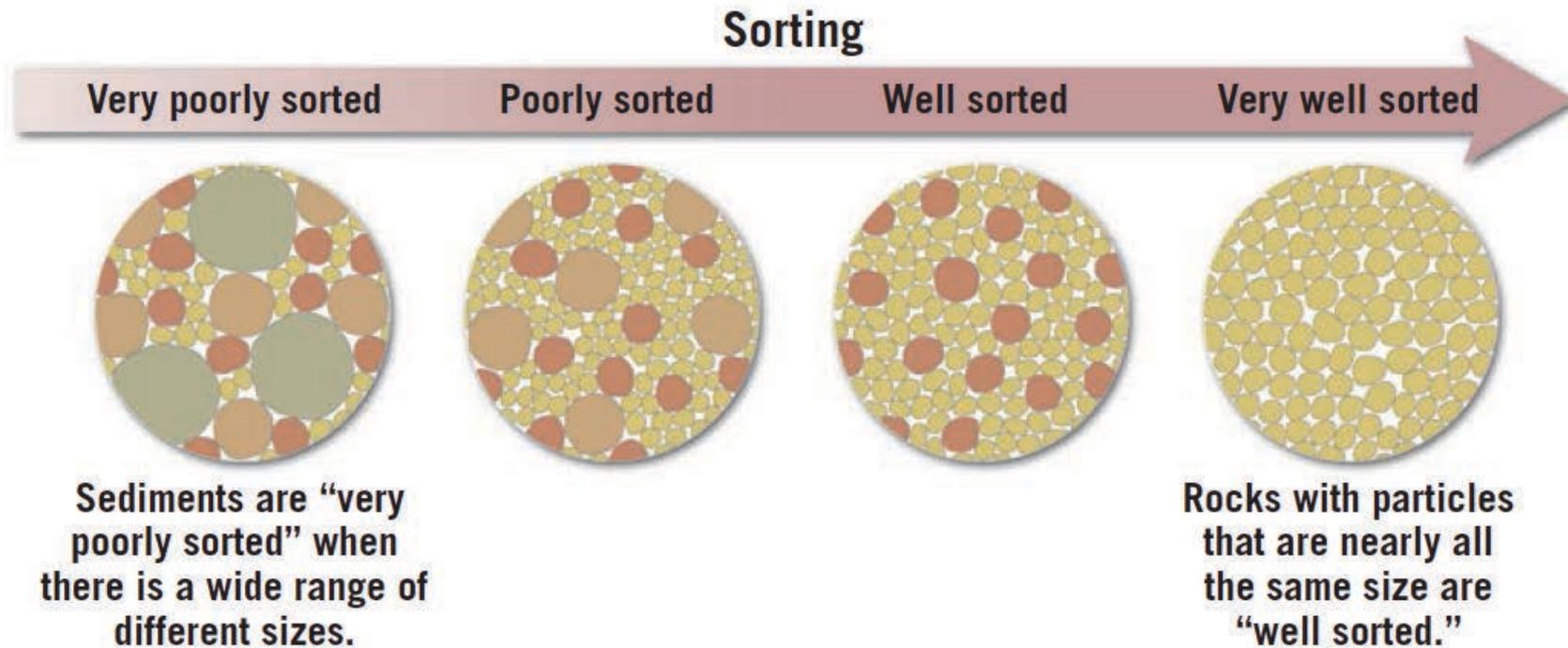
Sedimentos Clásticos

Textura: Seleção granulométrica



Sedimentos Clásticos

Textura: Seleção granulométrica



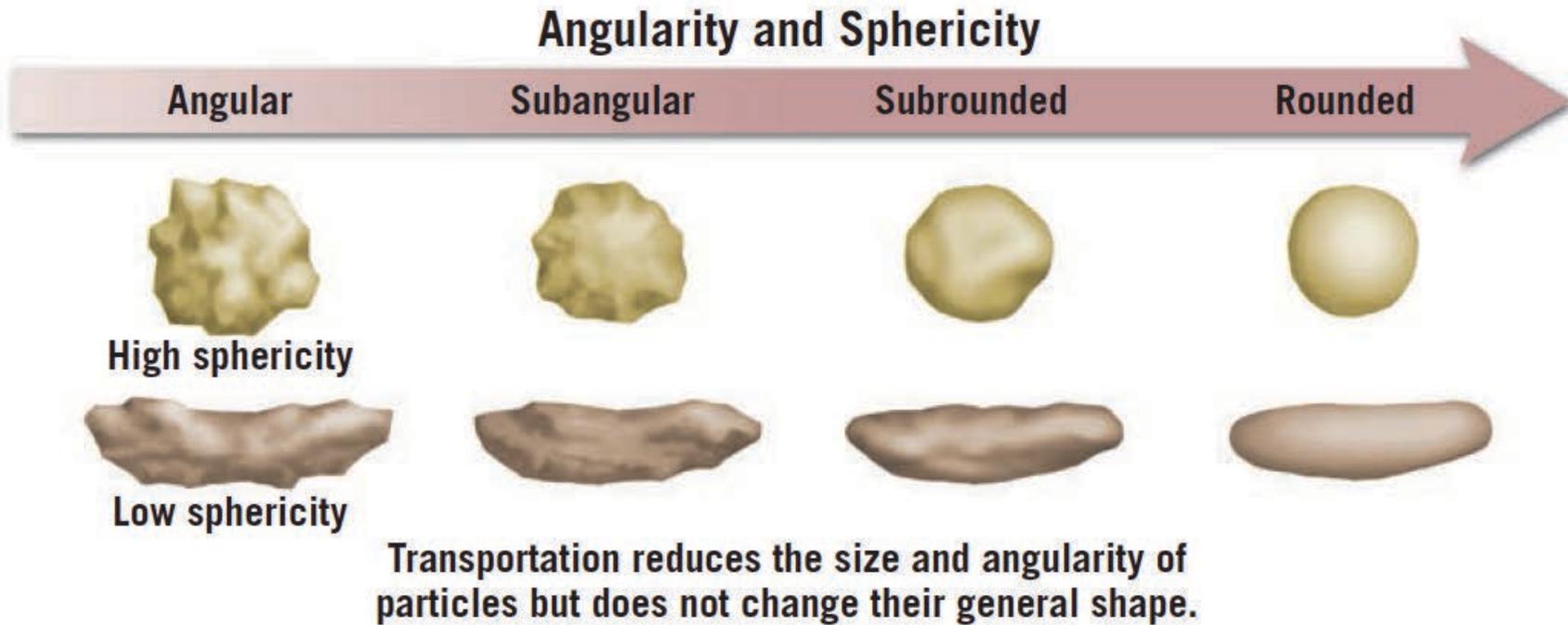
Sedimentos Clásticos

Textura: Seleção granulométrica



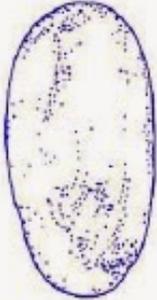
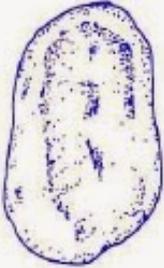
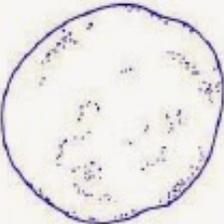
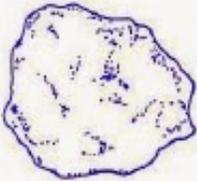
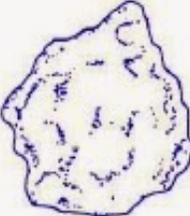
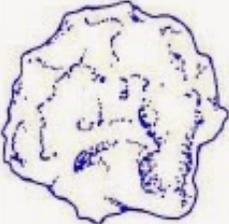
Sedimentos Clásticos

Textura: Arredondamento e esfericidade



Sedimentos Clásticos

Textura: Arredondamento e esfericidade

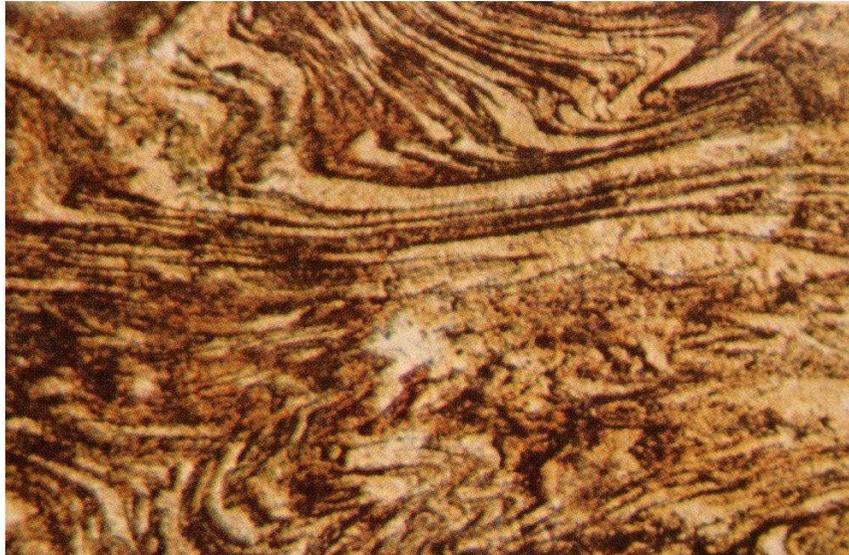
| | Bem arredondado | Arredondado | Sub-arredondado | Sub-anguloso | Anguloso | Muito anguloso |
|--------------------|---|---|--|---|---|---|
| Baixa esfericidade |  |  |  |  |  |  |
| Alta esfericidade |  |  |  |  |  |  |

Sedimentos Clásticos

Textura: Arredondamento e esfericidade



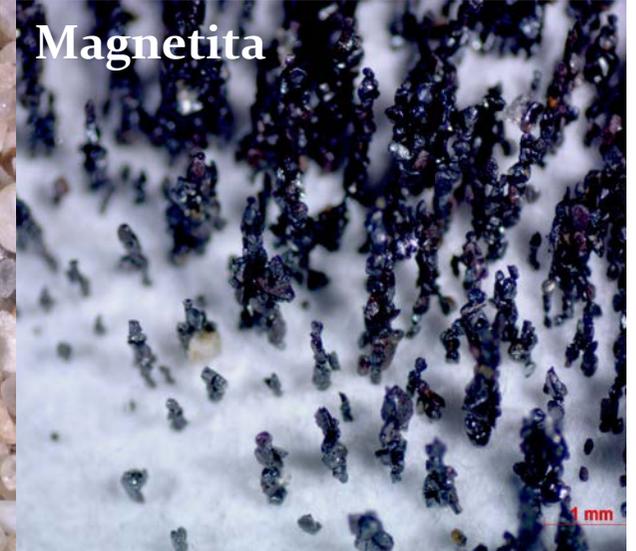
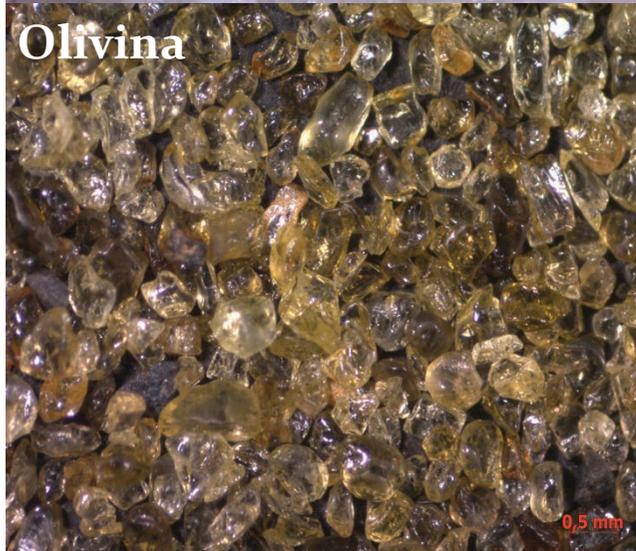
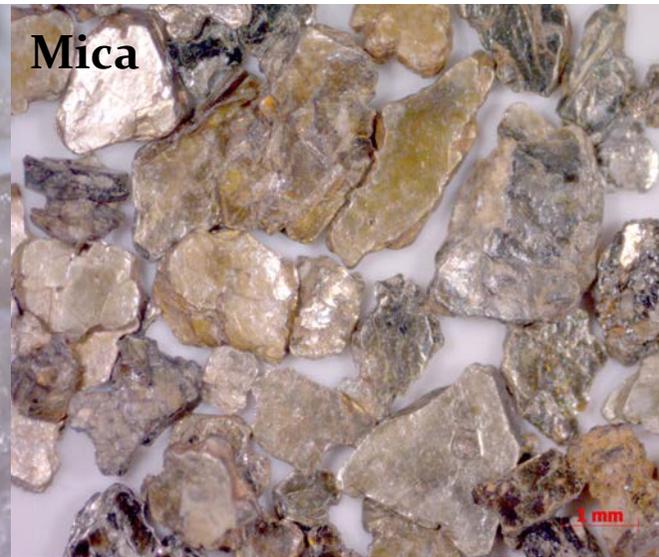
Sedimentos Vulcanoclásticos



Sedimentos Clásticos/Terrígenos



Sedimentos Clásticos/Terrígenos



Sedimentos Químicos



Travertino

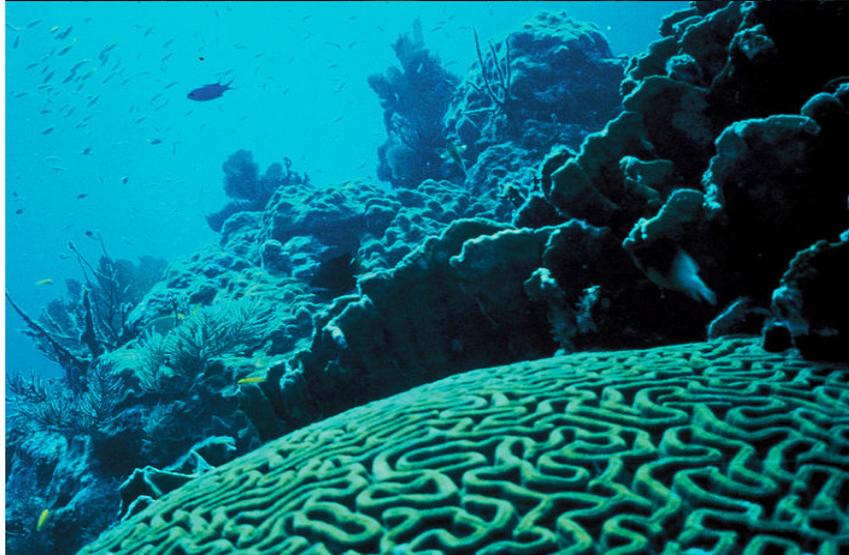
Espeleotemas

Sedimentos Químicos



Evaporitos

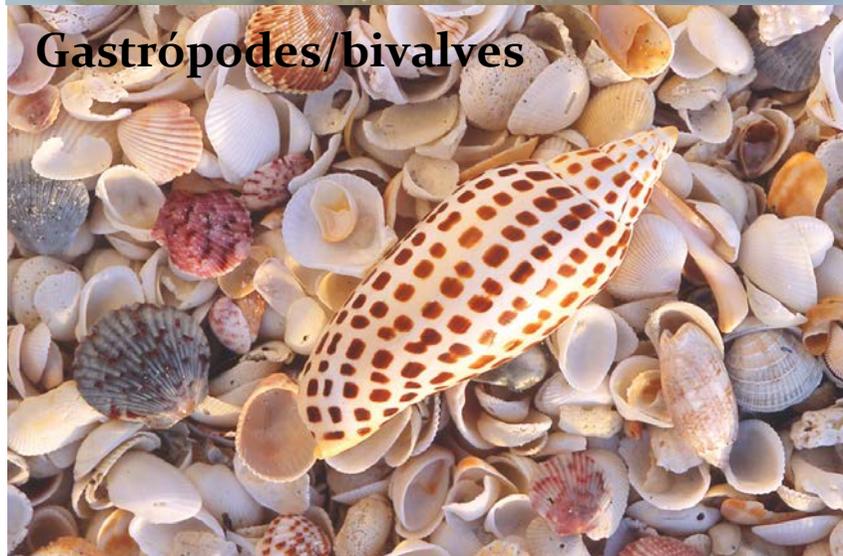
Sedimentos Bioquímicos - Corais



Sedimentos Bioquímicos - Estromatólitos

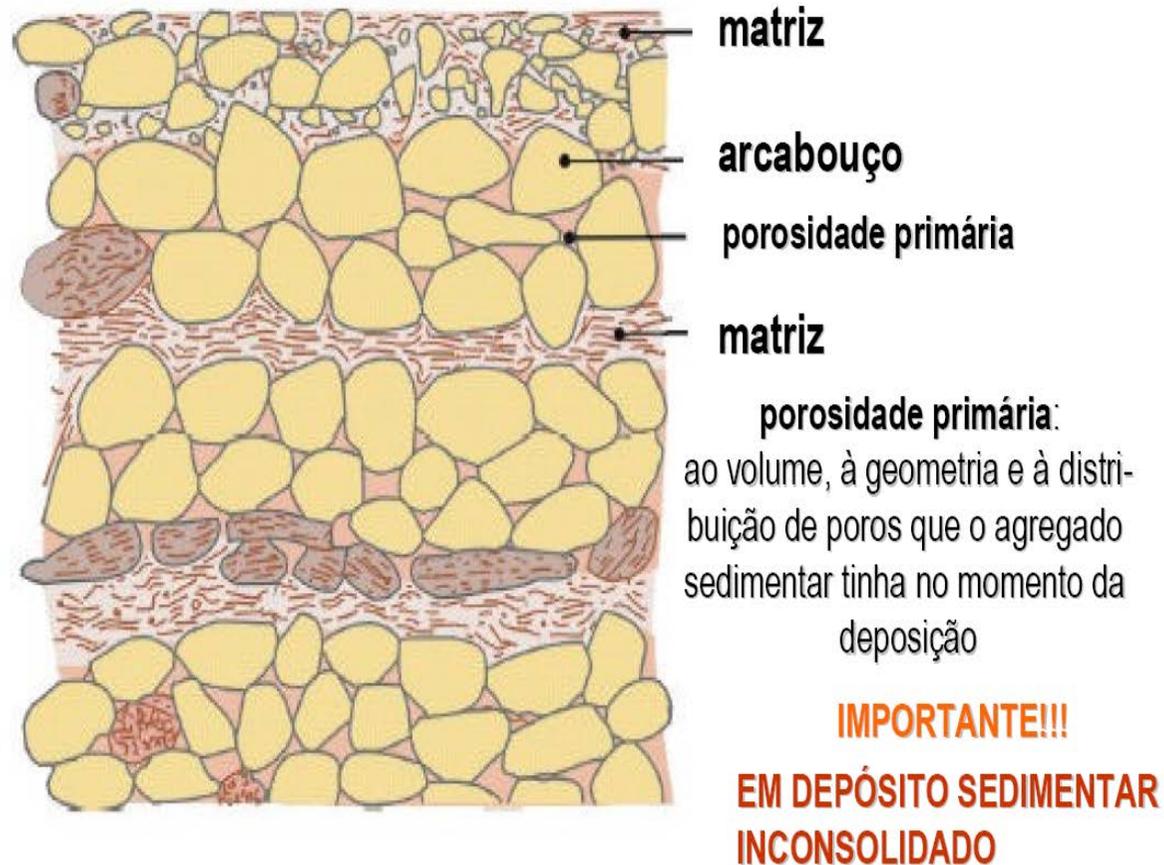


Sedimentos Bioquímicos - Bioclastos



COMPONENTES DEPOSICIONAIS

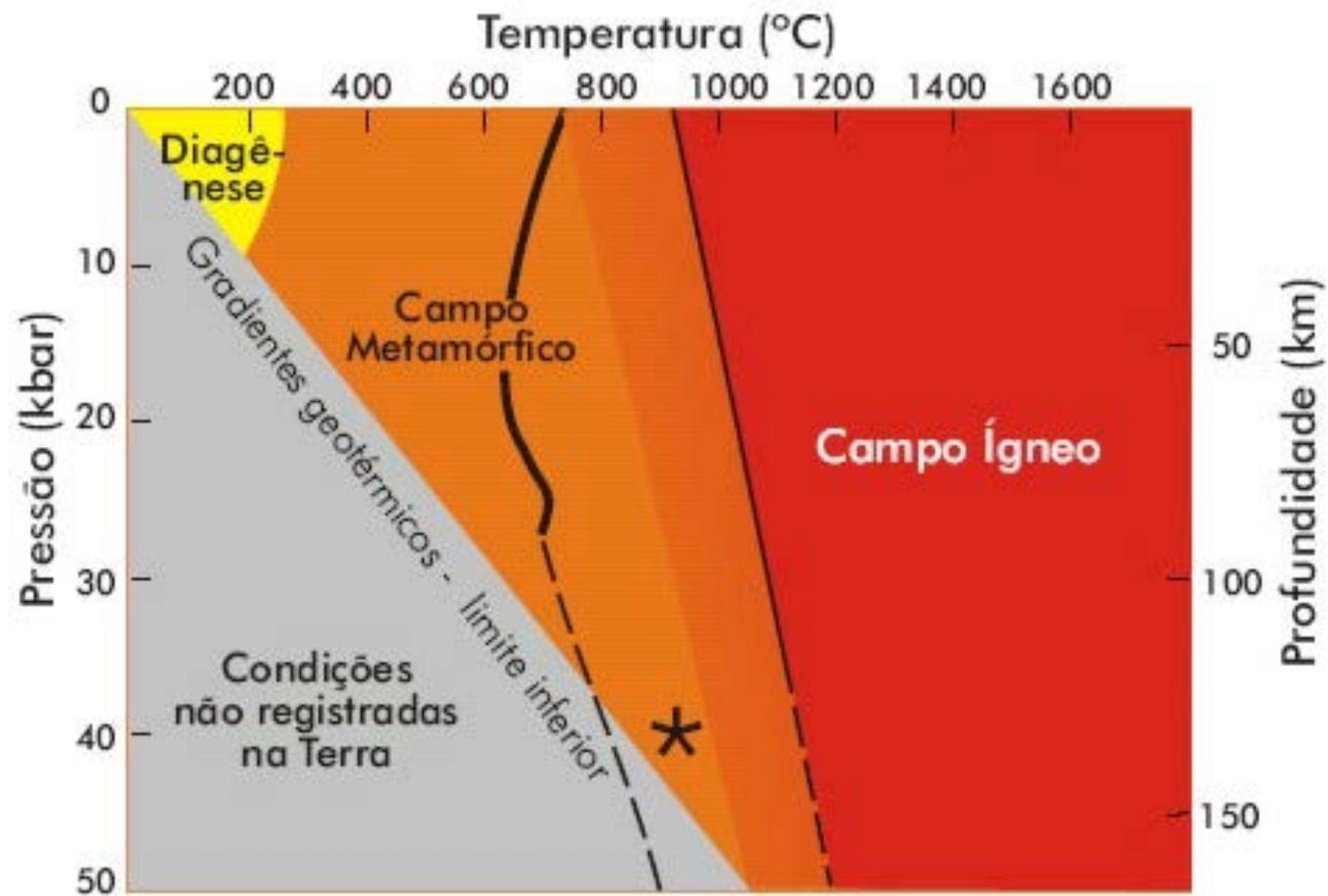
Depósito inconsolidado



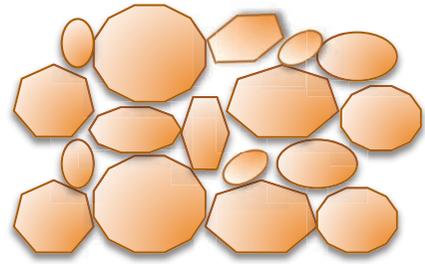
Transformando sedimentos em rochas...

- Uma vez depositado, o sedimento responde às condições de um novo ambiente, o de **soterramento**.
- Conjunto de transformações que o depósito sedimentar sofre após sua deposição em resposta a estas novas condições físicas (T, P) e químicas (pH, Eh, pressão da água) = diagênese
- Processos de transformação = mudanças no arranjo dos grãos e dissoluções/reprecipitações a partir das soluções aquosas existentes nos poros.
- Litificação: endurecimento de sedimentos moles e transformação em rocha. Resultado da evolução de processos diagenéticos.

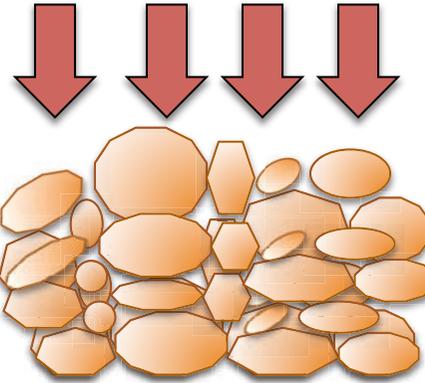
Transformando sedimentos em rochas...



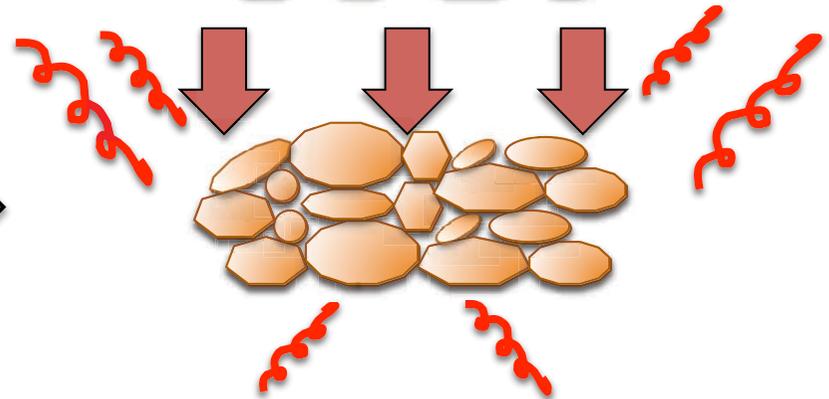
Sedimentos terrígenos
ou bioquímicos



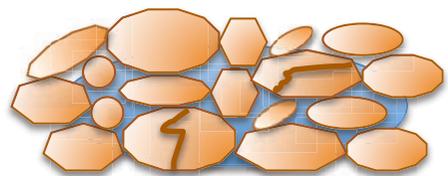
Soterramento

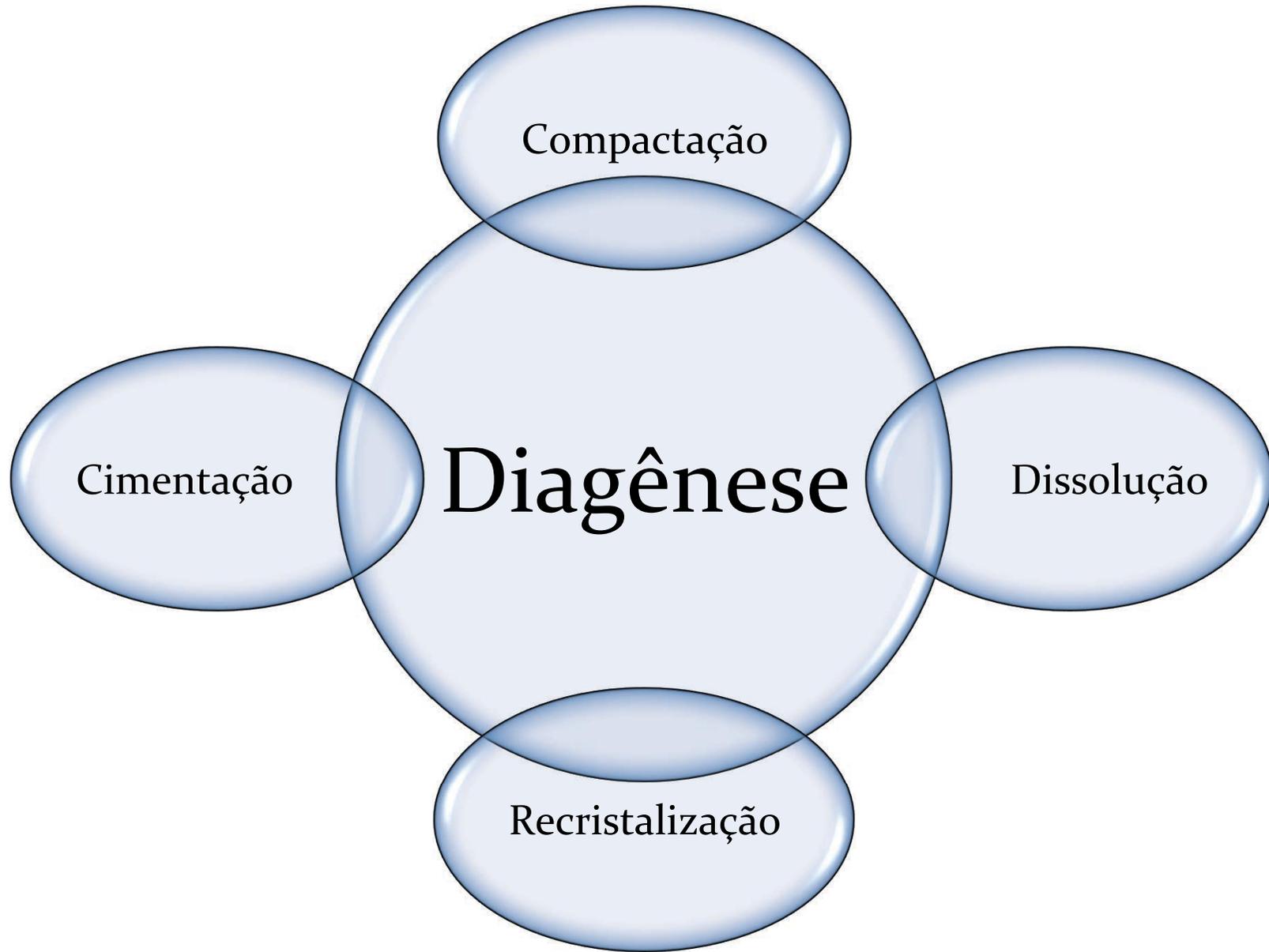


Diagênese
(novas condições
químicas e de T e P)



Litificação
Rocha sedimentar

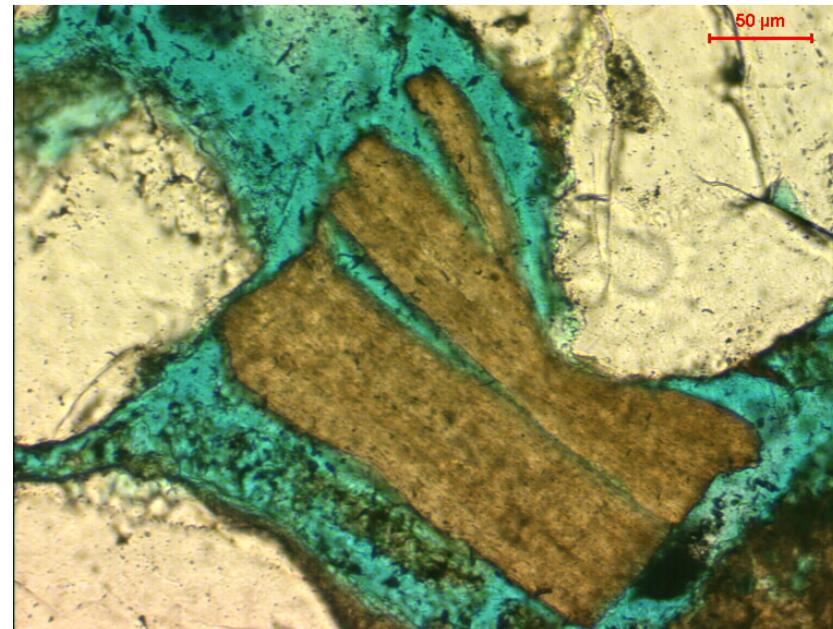
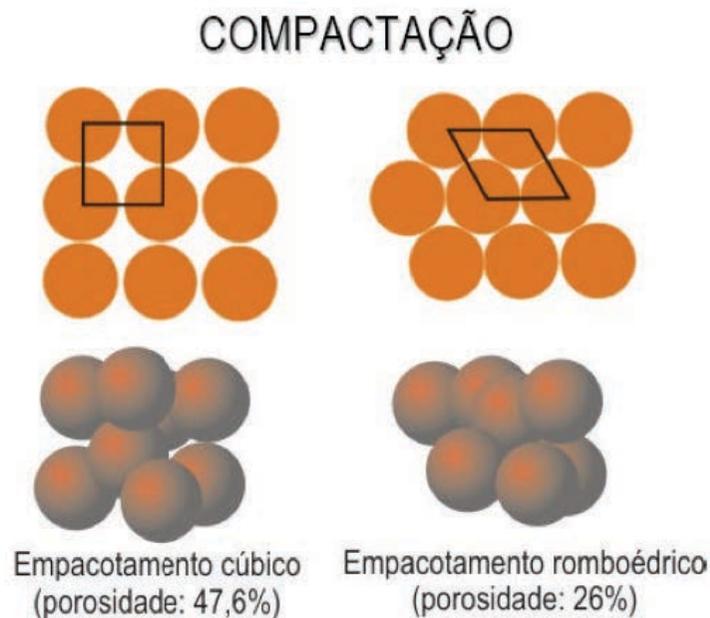




Diagênese: Compactação

Sedimentos sofrem pressão exercida pelo peso das camadas depositadas acima. Efeitos observados:

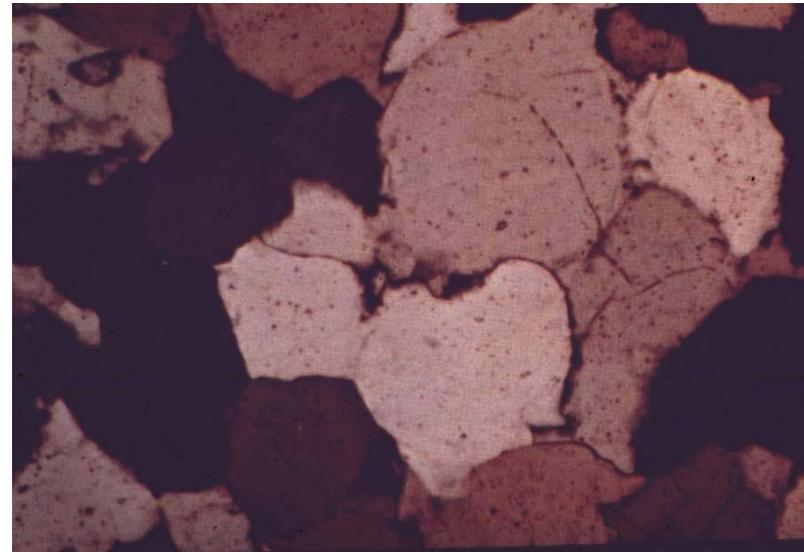
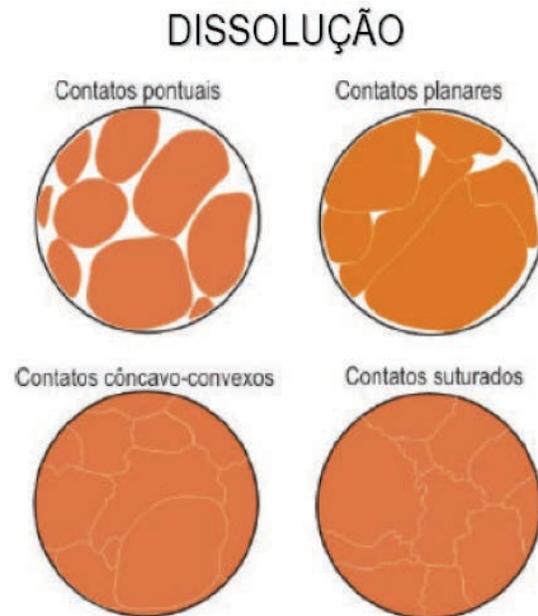
- Mudança no empacotamento entre grãos (diminuição da porosidade)
- Quebra ou deformação de grãos individuais



Diagênese: Dissolução

Pode ocorrer sem ou com efeito significativo da pressão de soterramento.

- Pelo efeito da percolação de soluções pós-deposicionais
- Afeta a morfologia do contato entre os grãos

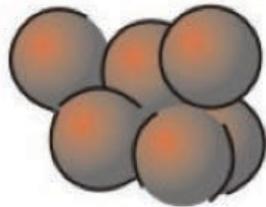
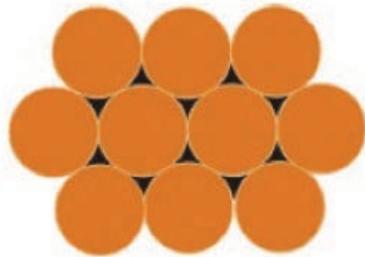


Diagênese: Cimentação

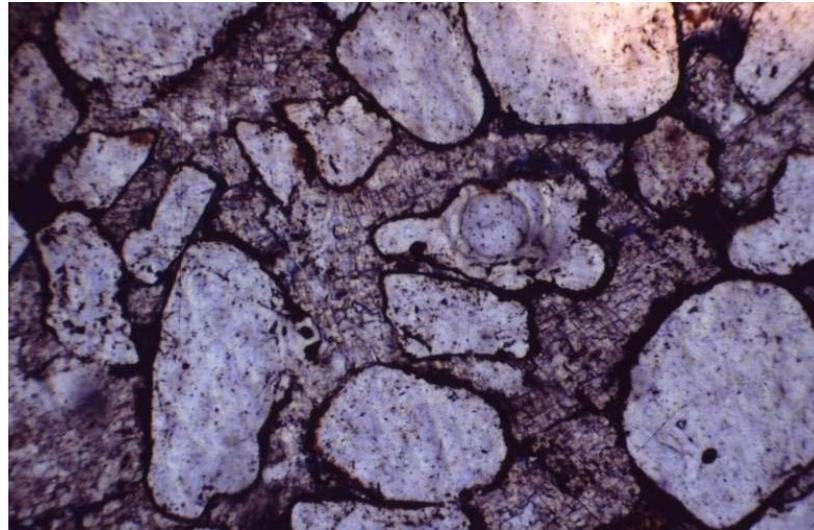
Precipitação química de minerais a partir dos íons em solução na água intersticial em poros dos sedimentos \Rightarrow material que manterá os grãos unidos

Cimentos + comuns: silicosos, carbonáticos, $\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}^{3+}$ e argilo-minerais.

CIMENTAÇÃO



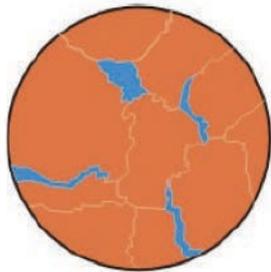
Cimentação intergrânulos



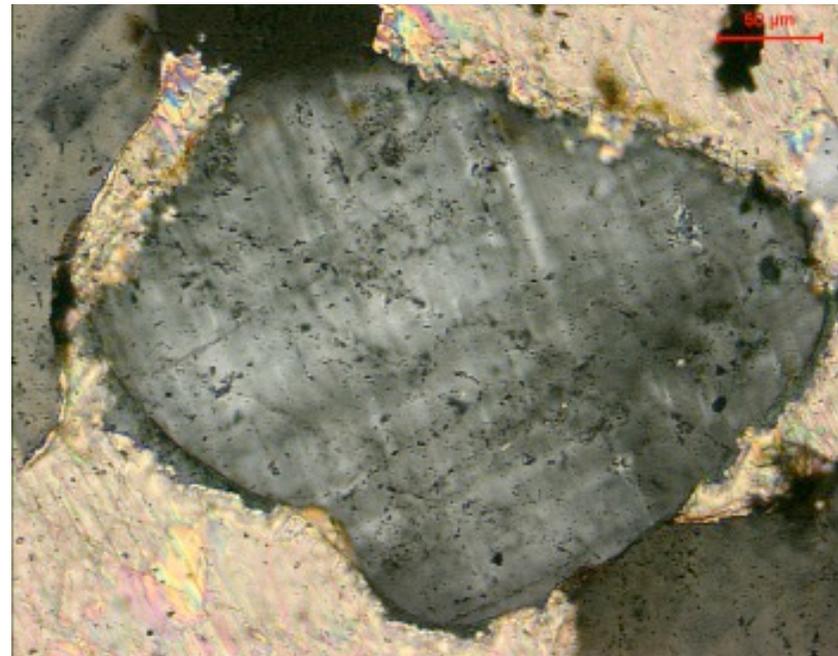
Diagênese: Recristalização

Modificação da mineralogia e textura cristalina de componentes sedimentares pela ação de soluções intersticiais em condições de soterramento.

RECRISTALIZAÇÃO



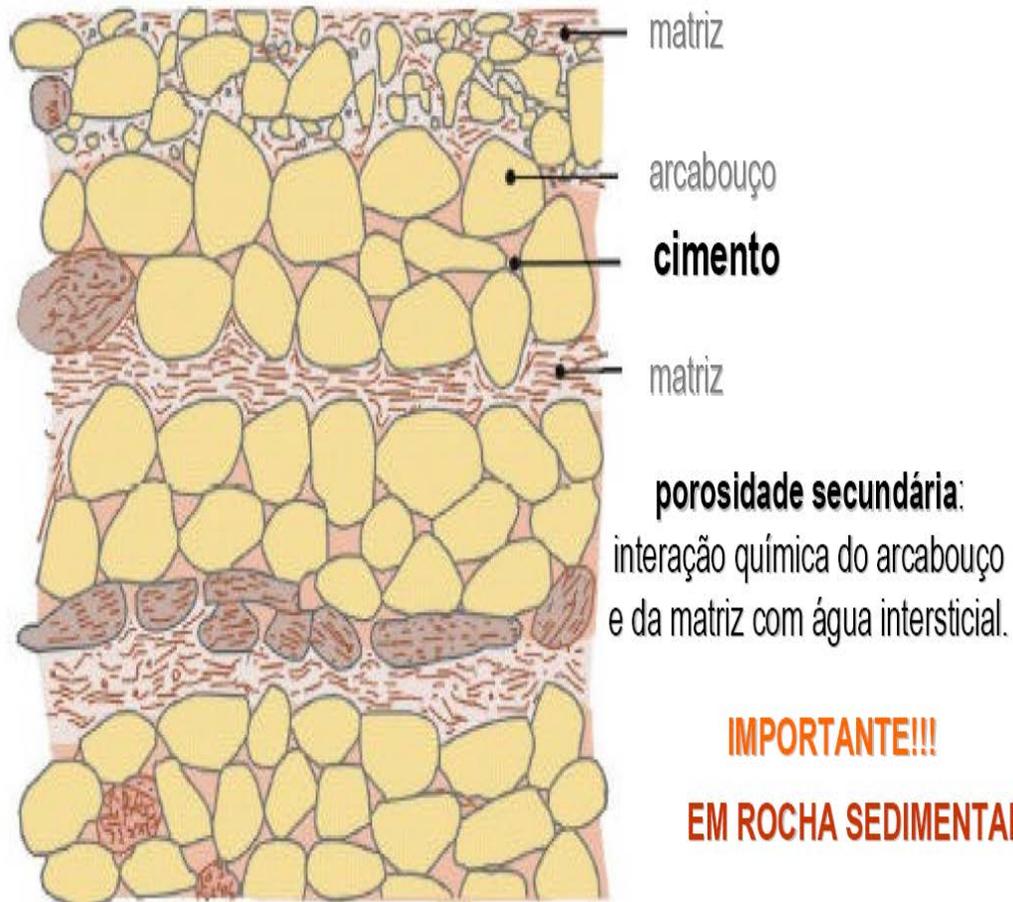
Minerais neoformados



Processos e Rochas Sedimentares

- Rochas sedimentares: resultado dos **processos** de intemperismo, erosão, transporte, deposição e diagênese (litificação).

COMPONENTES DAS ROCHAS SEDIMENTARES



Arcabouço: grãos maiores; na maioria das vezes visíveis à olho nu

Matriz: clastos + finos entre os grãos maiores

Poros

Cimento: minerais precipitados entre os interstícios da rocha durante a diagênese

Rochas sedimentares

- Rochas exógenas: formadas na superfície terrestre
- 5% em volume da crosta terrestre (continental e oceânica) e cobrem 75% de sua superfície
- Diversidade deve-se a:
 - Natureza dos materiais desagregados e intemperizados
 - Tipos de intemperismo
 - Modo de transporte
 - Local de deposição
 - Modalidades do processo de diagênese
- Apresentam estruturas por conta da deposição (estratificações plano-paralelas, cruzadas, etc).

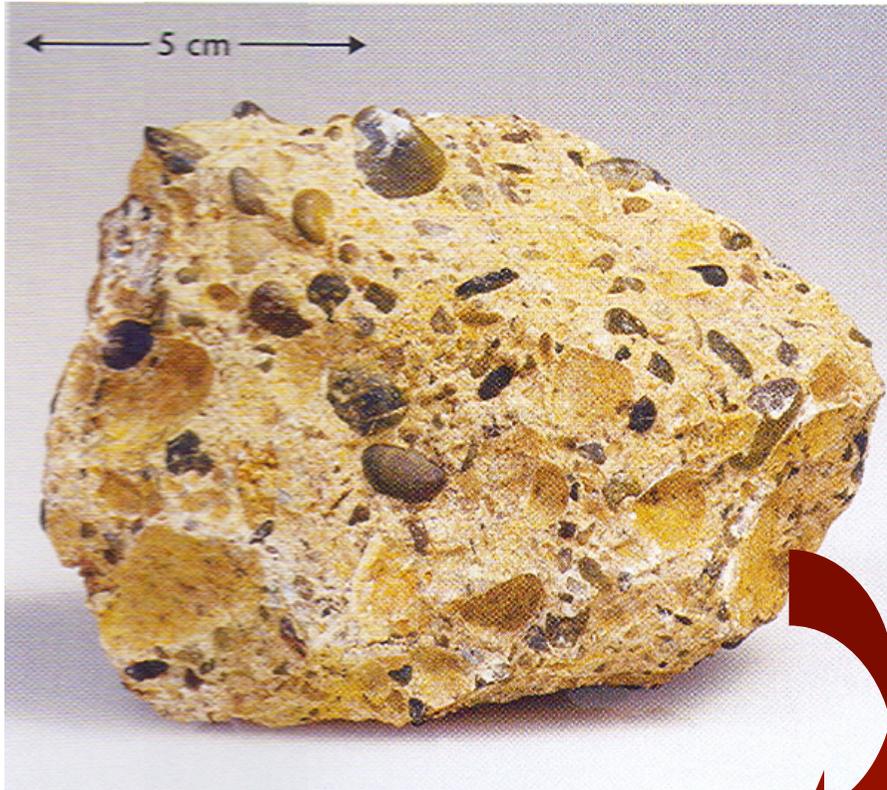
Classificação de rochas sedimentares clásticas (terrígenas)

- Textura: granulação, arredondamento, proporção de matriz
 - Rudito (pséfito), arenito (psamito), lutito (pelito), arenito lutáceo, arenito argiloso, pelito arenáceo, siltito, argilito
 - Conglomerado, brecha
 - Arenitos, *wackes*, ortoconglomerados, paraconglomerados
- Mineralogia: proporção QFL, classificação de Alling
 - Quartzo arenito, arenito feldspático, quartzo rudito, arcósio
 - (Lutáceas classificadas considerando sedimentos terrígenos e químicos)
- Estrutura: arranjo dos grãos → padrão geométrico visível
 - Normalmente estrutura é tratada como feição independente da litologia
 - Exceção: lutáceas (folhelho, ritmito)

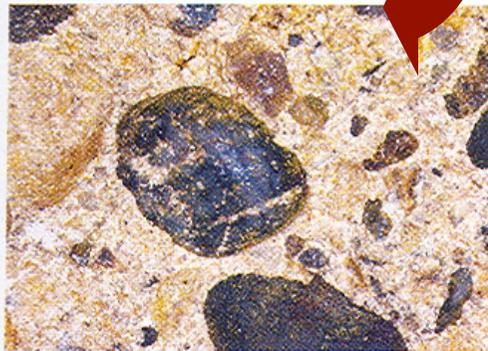
Classificação de rochas sedimentares **clásticas**

| Textura (tamanho do grão) | Nome do sedimento | Nome da rocha |
|--|---------------------------------------|----------------------|
| Grossa (> 2mm) | Cascalho (fragmentos arredondados) | Conglomerado |
| | Cascalho (fragmentos angulosos) | Brecha |
| Média (0,06-2mm) | Areia | Arenito |
| Fina (0,06-0,004mm) | Lama | Siltito |
| Muito fina (<0,004mm) | Lama | Folhelho / Argilito |

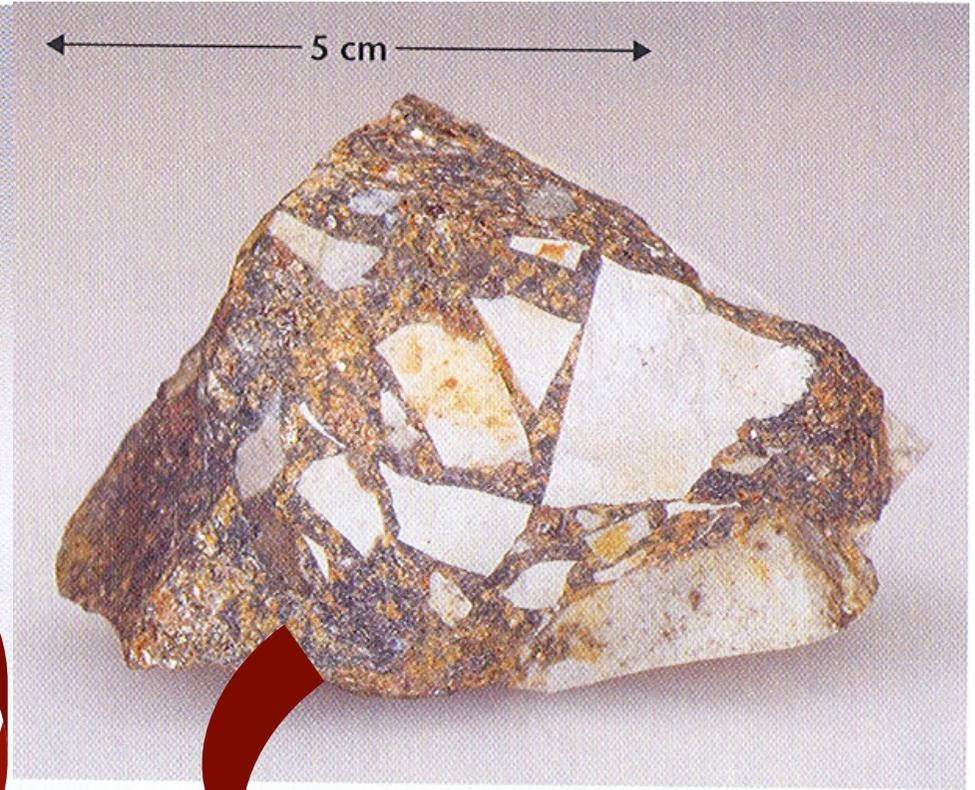
Conglomerado



*Clastos
arredondados*



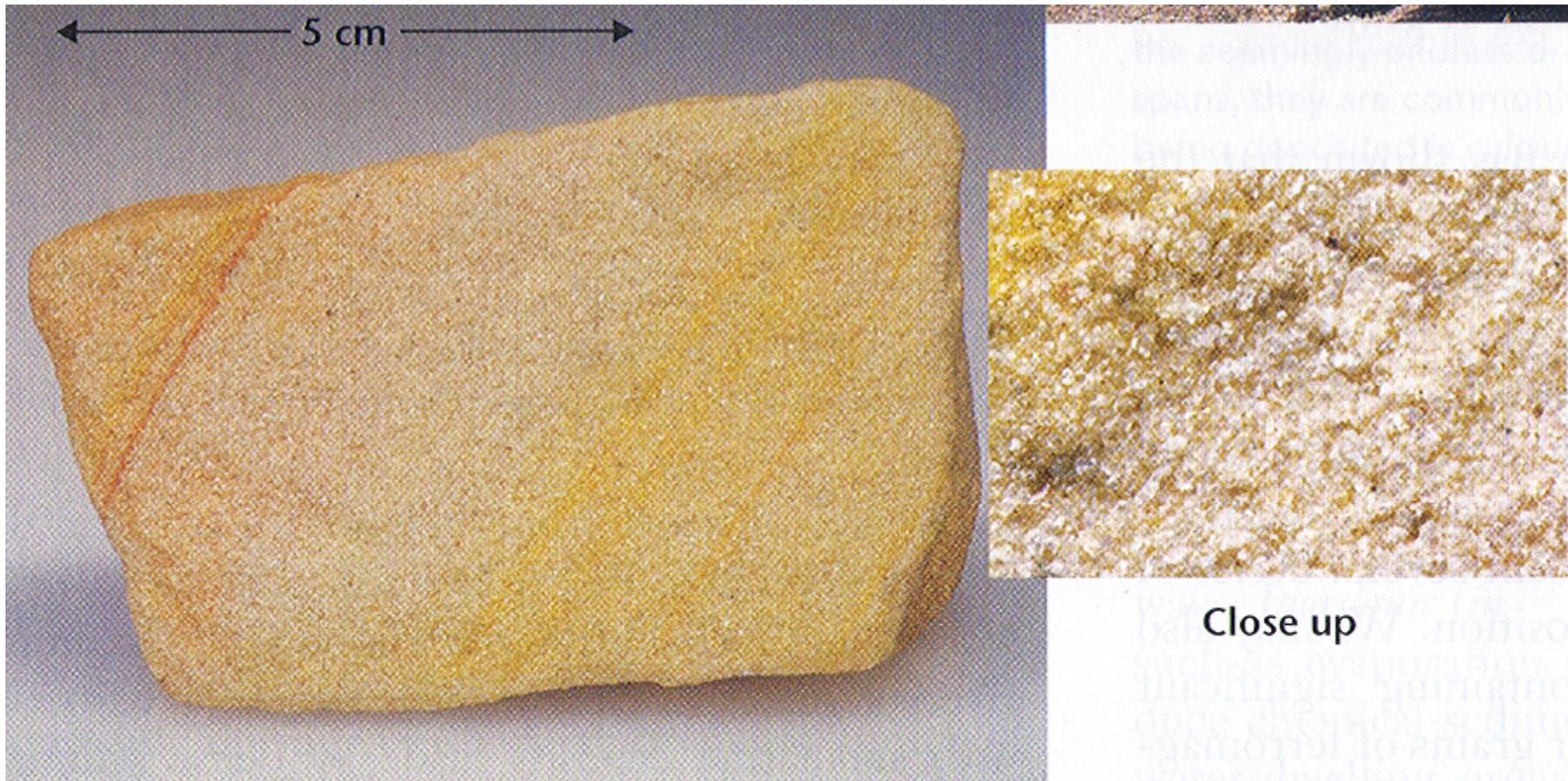
Brecha



*Clastos
angulosos*



Arenito



Quartzo como mineral mais abundante

Siltito



Argilito

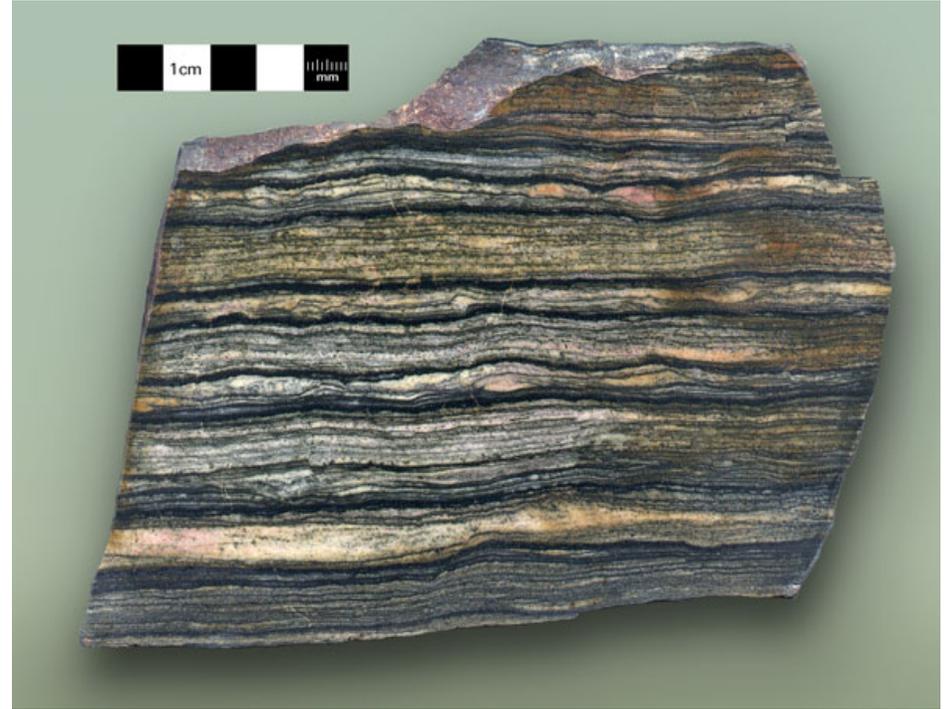


Folhelho



Rochas de granulação muito fina
Classificação pode ser baseada em **estrutura**

Ritmito



Classificação baseada em **estrutura**
Alternância de camadas de granulometrias distintas

Classificação de rochas sedimentares químicas (carbonáticas)

- Textura: granulação, tipo de grão/tipo de matriz
 - Calcirrudito/dolorrudito, calcarenito/doloarenito, calcilutito/dololutito
 - Oosparito/oomicrito, intraesparito/intramicro, bioesparito/biomicrito
- Mineralogia: relação calcita/dolomita
 - Calcário, dolomito

Classificação de rochas sedimentares químicas/bioquímicas/biogênicas

| Composição química | Textura (granulação) | Nome da rocha | |
|--|--|--------------------------|---------------------|
| Calcita (CaCO ₃) | Cristalina grossa a fina | Calcário cristalino | |
| | | Travertino | |
| | Conchas visíveis e fragmentos de conchas mal cimentados | Coquina | calcário bioquímico |
| | Diversos tamanhos de conchas e fragmentos cimentados por calcita | Calcário fossilífero | |
| Conchas microscópicas e argilas | Calcário branco | | |
| Quartzo | Cristalina muito fina | Silexito (chert) | |
| Gipso (CaSO ₂ 2H ₂ O) | Cristalina fina a grossa | Gipsita | |
| Halita (NaCl) | Cristalina fina a grossa | Evaporito | |
| Fragmentos de vegetais/animais alterados | Matéria orgânica fina | Carvão / turfa / lignito | |



Travertino

Calcário branco



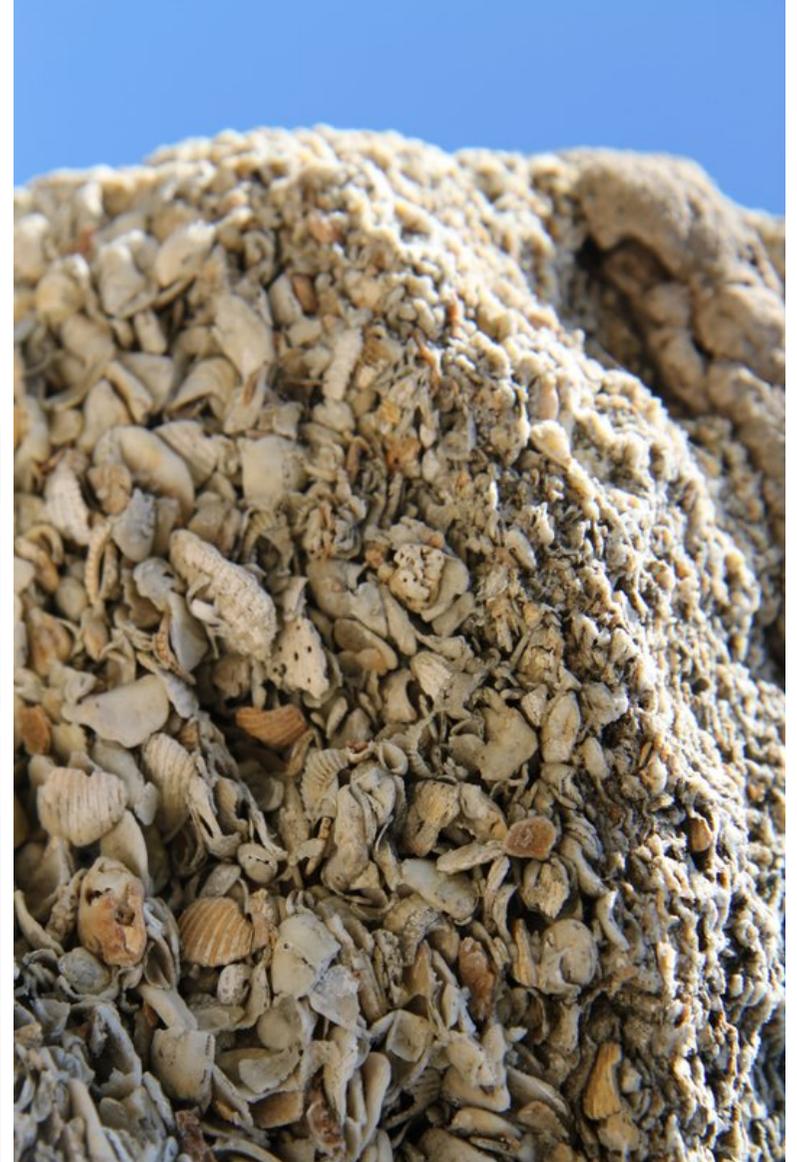
< 1 mm





Calcário fossilífero

Coquinas



Chert



0,002 - 0,2 mm



Chert

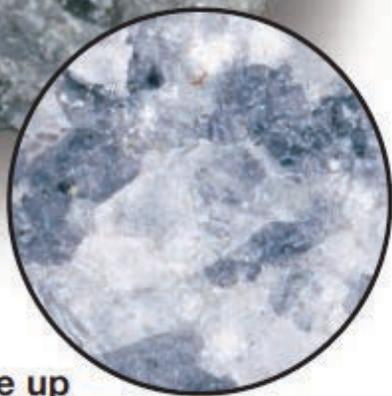


BIF (Banded Iron Formation) ou itabirito





Evaporito
(Halita)



Close up



Evaporito
Gipsita
(Gesso)



Carvão



Estruturas em rochas sedimentares

- Indicam condições (hidro)dinâmicas sob as quais os sedimentos foram depositados
 - Estratificação (plano-paralela, cruzada, laminação)
 - Estratificação gradacional
 - Marcas onduladas
 - Gretas de contração
 - Turboglifos (marcas de sola)
 - Bioturbação
 - Fósseis

Estratificação

- Os sedimentos vão se depositando em áreas deprimidas, com aportes sucessivos e soterramento progressivo, constituindo camadas.
- A diagênese e a litificação transformarão sedimentos em rochas, e as estratificações indicarão mudanças nos processos deposicionais, devido a mudanças climáticas, mudanças na atuação e intensidade (energia) dos agentes de transporte e deposição, ou mudanças por tectonismo e de áreas-fontes.

Estratificação

- Estrato: unidade física ou visualmente distinta, definida por um conjunto de características deposicionais (homogêneas ou variáveis segundo um padrão*) e/ou pela presença de superfícies delimitantes **

**rítmico, cíclico ou gradacional*

***representam pausa na deposição com ou sem erosão, ou mudança nos sedimentos depositados (composição, textura)*

- Camada: estrato fundamental (mapeável) em escala de afloramento; espessura > 1 cm
- Lâmina: menor estrato visível; espessura < 1 cm
- Varve: estratos formados por lâminas e camadas depositados ritmicamente (sazonalidade)

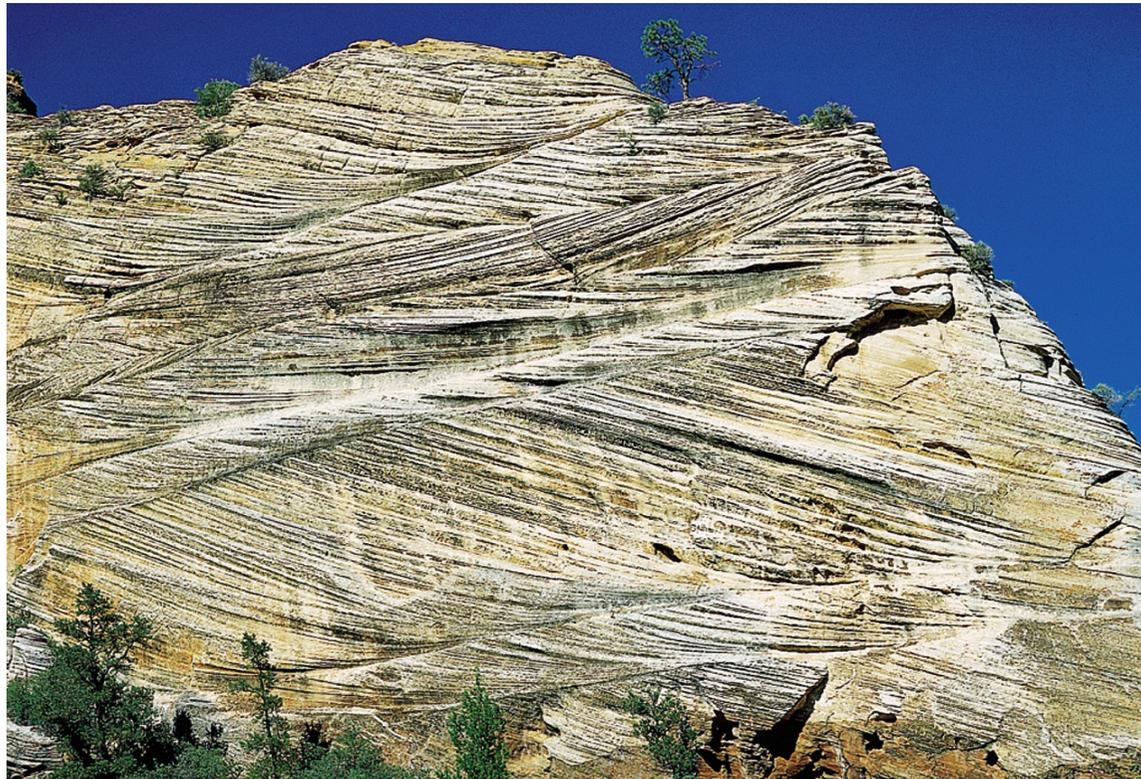
Estratificação plano-paralela

- Feição + característica de rochas sedimentares: sedimentos depositam-se em camadas horizontais, paralelamente à superfície.



Estratificação cruzada

- Superfícies possuem ângulos de até 35° e representam frentes de avanços de dunas ou marcas onduladas. Formam-se em ambiente subaquático e eólico



Estratificação cruzada

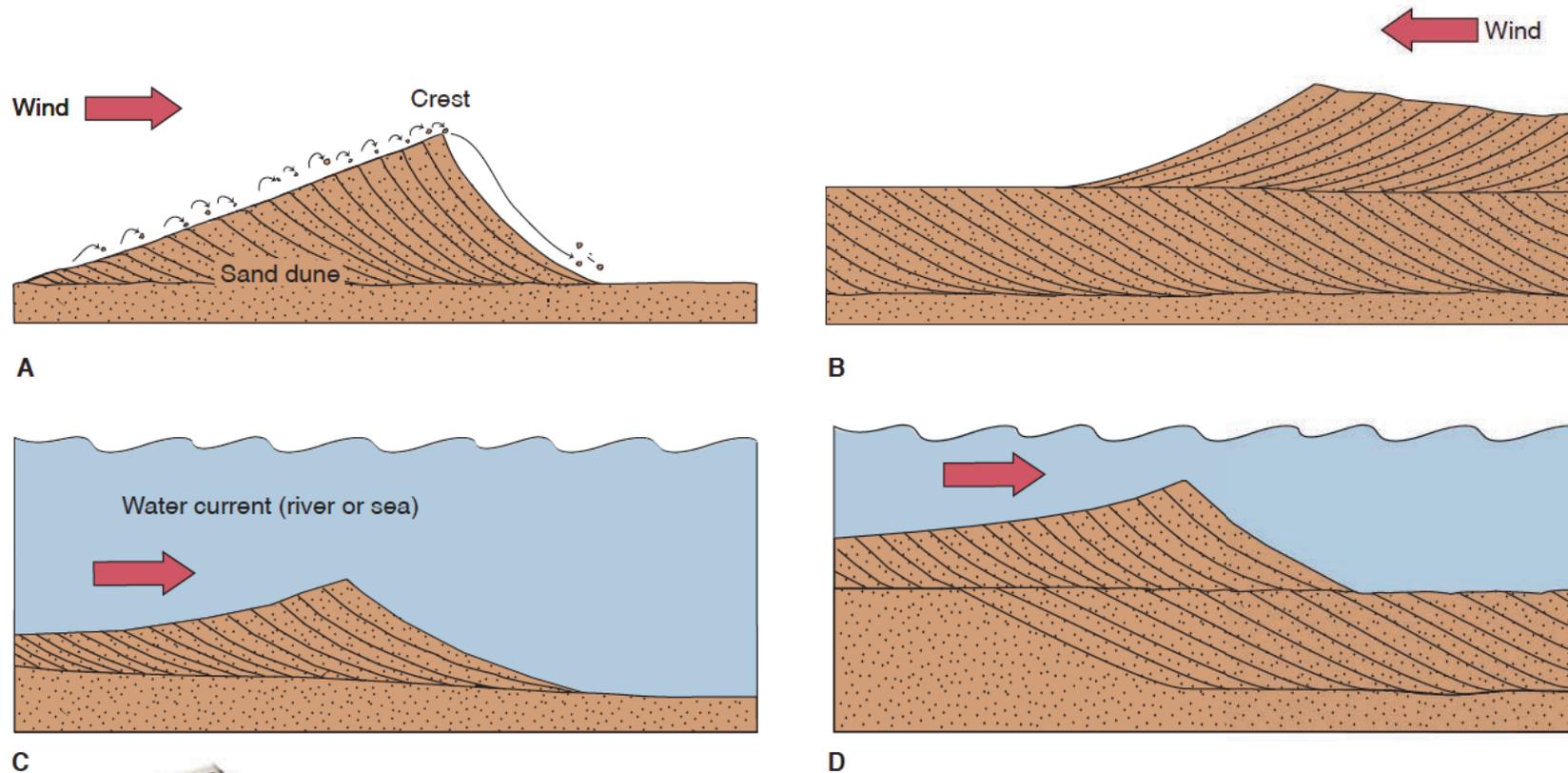


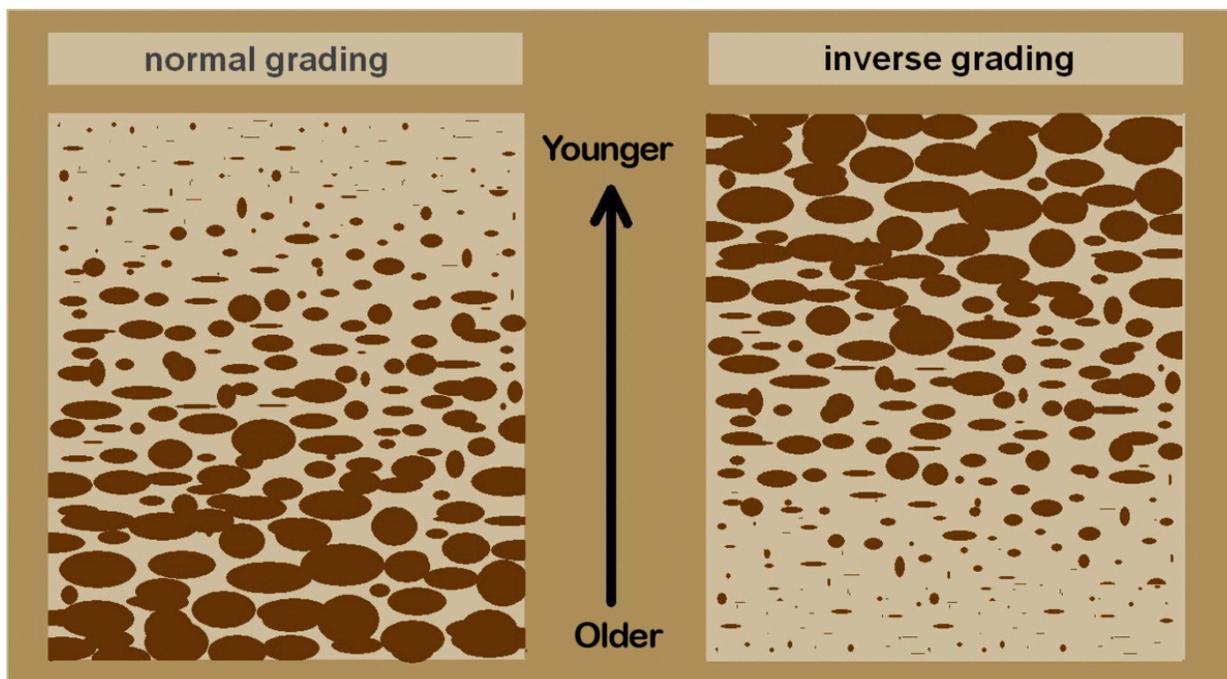
FIGURE 14.25

The development of cross-beds in wind-blown sand (A and B) and water-deposited sand (C and D). (A) Sand grains migrate up the shallow side of the dune and avalanche down the steep side, forming cross-beds. (B) Second layer of cross-beds forms as wind shifts and a dune migrates from the opposite direction. (C) Underwater current deposits cross-beds as ripple migrates downstream. (D) Continued deposition and migration of ripples produces multiple layers of cross-beds.



Estratificação gradacional

- Camada caracterizada por uma variação vertical no tamanho dos grãos; gradação da granulometria da base p/ o topo
 - Gradação normal: sedimentos vão ficando + finos da base p/ o topo
 - Gradação inversa: sedimentos vão ficando + grossos da base p/ o topo



Marcas onduladas

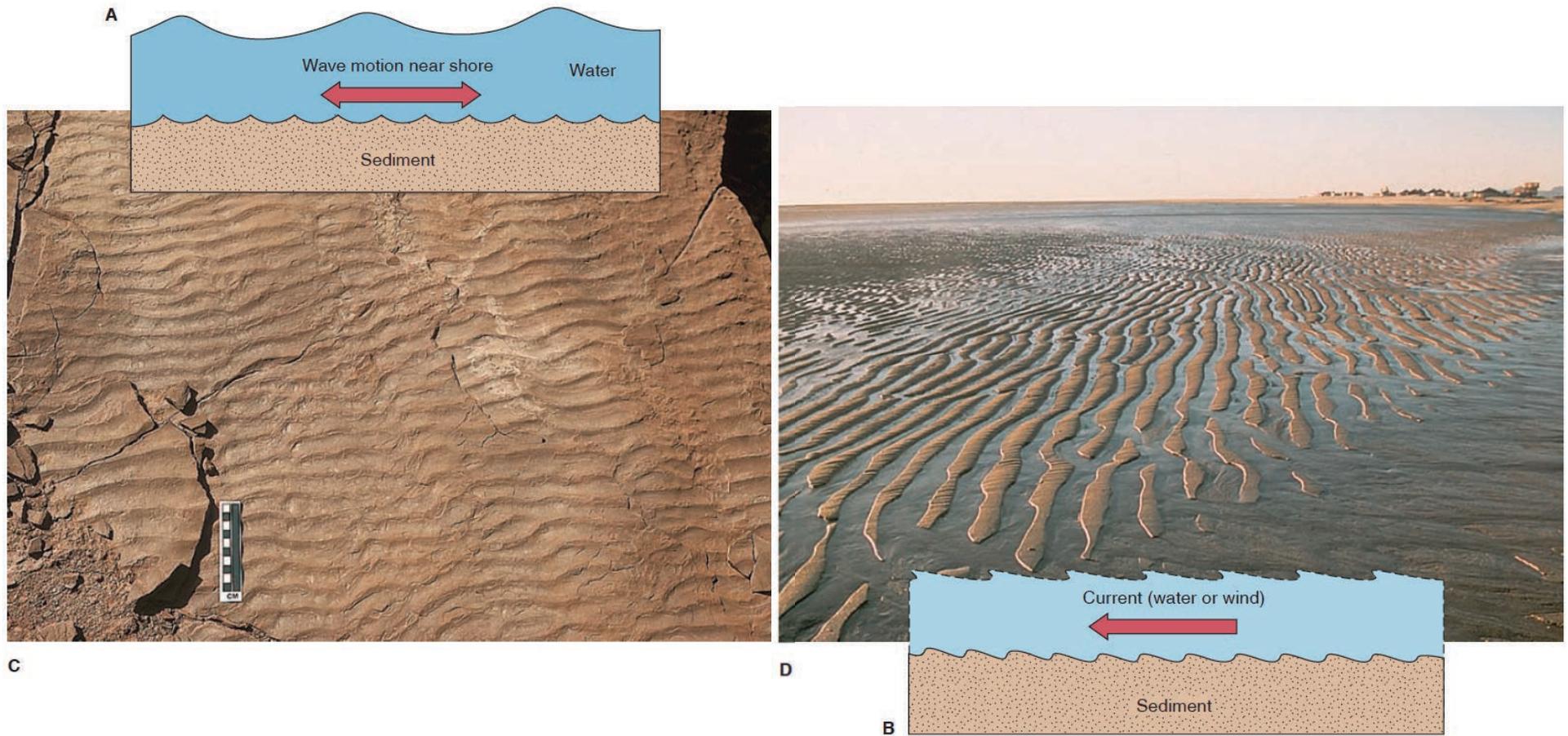


FIGURE 14.26

Development of ripple marks in loose sediment. (A) Symmetric ripple marks form beneath waves. (B) Asymmetric ripple marks, forming beneath a current, are steeper on their down-current sides. (C) Ripple marks on a bedding plane in sandstone, Capitol Reef National Park, Utah. Scale in centimeters. (D) Current ripples in wet sediment of a tidal flat, Baja California. *Photo C* by David McGeary; *Photo D* by Frank M. Hanna

Marcas onduladas



Gretas de contração



Turboglifos



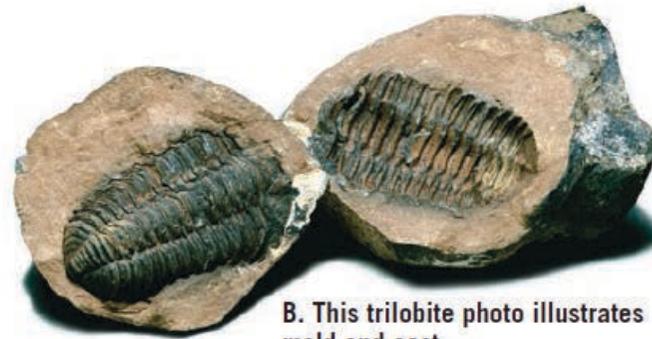
Bioturbação



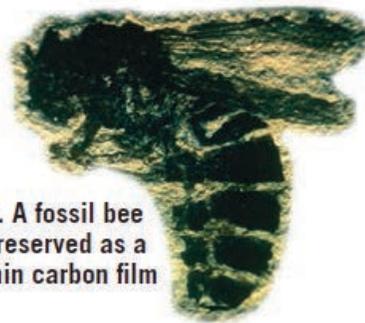
Fósseis



A. Petrified wood in Arizona's Petrified Forest National Park



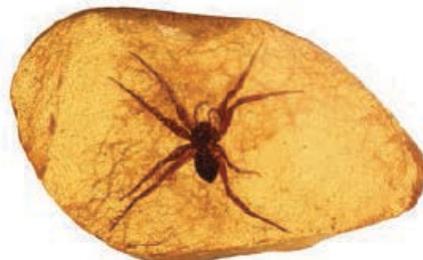
B. This trilobite photo illustrates mold and cast



C. A fossil bee preserved as a thin carbon film



D. Impressions are common fossils and often show considerable detail



E. Spider in amber



F. Coprolite is fossil dung

IMPORTÂNCIA DAS ROCHAS SEDIMENTARES

- Contêm petróleo, gás natural, carvão, fertilizantes;
- Constituem os principais aquíferos;
- Rochas ornamentais;
- Contêm fósseis (conhecimento da evolução da vida na Terra);
- Estão em relação com a atmosfera e a hidrosfera (ciclo do C);
- Permitem reconstituir a evolução do nosso planeta através de estudos paleogeográficos, paleoclimáticos desde uma escala local até a escala da bacia.

IMPORTÂNCIA DAS ROCHAS SEDIMENTARES

- Fósseis indicam o meio de vida dos organismos do passado
- Uma associação entre fóssil e ambiente de vida pode ser estabelecida:
 - Samambaia: floresta tropical
 - Dentes de tubarão: litoral e mar profundo
 - Moluscos e ouriços: próximo a praia
 - Vertebrados terrestres, insetos: ambiente terrestre
- A sucessão dos depósitos sedimentares permite reconstituir a evolução dos eventos e paisagens (datação relativa)