

AÇÃO GEOLÓGICA DOS VENTOS

META

Apresentar os mecanismos responsáveis pela Dinâmica Externa e a importância geológica da ação dos ventos na reconstituição da história geológica a partir da instalação dos processos intempéricos e erosivos.

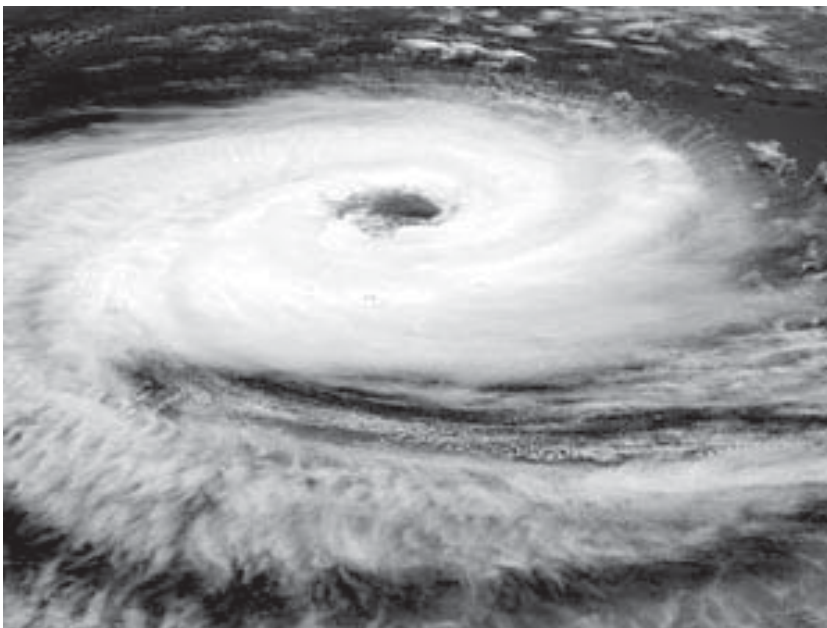
OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

identificar as fontes de energia responsáveis pela dinâmica superficial terrestre; entender o conceito de energia e trabalho; estabelecer relações com o modelado da superfície da Terra; conhecer os registros geológicos produzidos pelo vento; e entender o conceito de desertificação.

PRÉ-REQUISITOS

Conhecimento sobre o surgimento do Universo, a Teoria de Expansão do Universo, o Mito da Criação e as principais teorias de origem do Sistema Solar.



Furacão Katrina vista por satélite (NASA) (Fonte: <http://www.museudavida.fiocruz.br>).

INTRODUÇÃO

Os processos evolutivos pelos quais passou a Terra foram fundamentais para que chegasse ao estágio em que se encontra hoje. Nada foi por acaso e cabe às ciências a tarefa de reconstituir toda essa história. Partindo das teorias que buscam explicar a evolução, como a da nuvem de gás e poeira em rotação lenta pelo espaço - que ao longo do tempo acumulou matéria originando o Sol -, chegou-se à conclusão de que o início foi frio. Caso tivesse sido quente, não se teria água, pois em condições frias é possível formar compostos estáveis, capazes de serem retidos na terra, como de fato foi. Caso o início tivesse sido quente, a água teria se evaporado no espaço, cujo peso molecular é semelhante ao da água, mas, por ser um gás inerte, não reativo, não formou compostos estáveis como a água e se dissipou no espaço, sendo, por isso, abundante nas estrelas e raro aqui na Terra.



Figura 4.1 - Nuvem de gás (Fonte: www.nasa.gov).

AÇÃO GEOLÓGICA DOS VENTOS

O processo de aquecimento gradativo por adição de partículas constituiu importante fonte de calor que, juntamente com a **Compressão e a Desintegração Radioativa**, elevou a temperatura do interior da Terra ao ponto de fusão do ferro e a todas as suas consequências.

Muitas atividades internas interferem na superfície do planeta. Pode-se citar as atividades vulcânicas que extravasam rochas fundidas, ou seja, no estado líquido, e que são chamadas de lavas e os terremotos, que consistem na liberação de energia gerada por deformações das rochas. Quando finalmente a rocha cede ao esforço aplicado e se rompe, a energia é liberada e, ao se propagar na superfície, provoca estragos consideráveis.

Compressão

As partículas acumuladas nos vórtices evoluíram para planetesimais (pequenos planetas), e por gravidade evoluíram para corpos mais densos, mais compactos, gerando atrito entre as massas rochosas e produzindo assim, calor, energia.

Desintegração radioativa

Processo pelo qual alguns elementos químicos explodem seus núcleos emitindo partículas, cujos movimentos geram calor, constituindo assim, importante fonte de energia.

Acreção

Somação de partículas com conseqüente formação de vórtices ou redemoinhos, dentro da Nebulosa Primitiva e que iria resultar na formação dos planetas. Constitui importante fonte de energia.

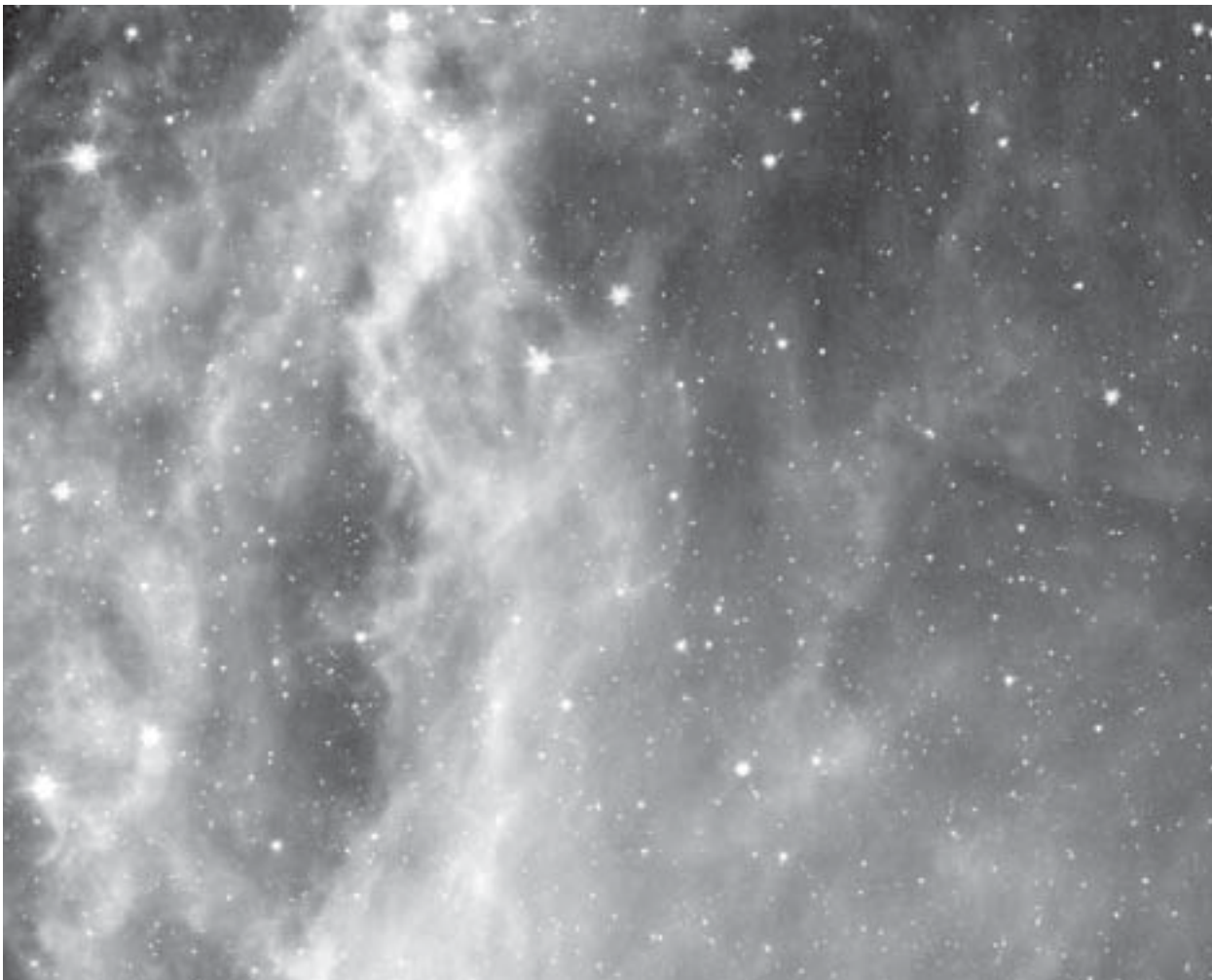




Figura 4.2 - Origem dos Terremotos.

Dinâmica externa

As fontes de energia da dinâmica externa são: radiação solar - energia radiante - e Gravidade - energia gravitacional.

Erosão

Processo de desagregação física e química das partículas rochosas, assim como da dissolução química, com posterior transporte deste material de um lugar para outro da superfície

A Dinâmica Interna foi, assim, responsável pela reorganização dos materiais e distribuição ao longo do que se chamou Crosta, Manto e Núcleo da Terra. A formação dos oceanos e da atmosfera primitiva também foi consequência desses processos internos pelos quais passou a Terra na sua história evolutiva. Mas, e a **Dinâmica Externa**? Como começou? O que põe o ar e a água em movimento? Como estes deslocamentos de ar e água são capazes de esculpir a superfície terrestre?

Foi preciso, obviamente, que uma atmosfera já existisse para que pudesse sofrer deslocamento. O seu movimento, ou a formação dos ventos, só pôde acontecer pela adição de energia ao Sistema. Então, de onde veio esta energia?

Energia é a capacidade que tem um corpo de realizar trabalho.
Trabalho(W) é o produto de uma força(f) pela distância(d), ao longo da qual a força age. Logo:

$$W = f \times d$$

Ao se deslocar um carrinho de mão de um lugar para outro, realiza-se aí trabalho (W), e o carrinho, ao ganhar movimento, adquire energia, que é chamada de Energia Cinética ou Energia de Movimento. Em outras palavras, um corpo em movimento tem energia cinética e, por ter energia, pode realizar um trabalho. Este trabalho pode ser, por exemplo, o transporte de partículas de areia de um lugar a outro da superfície terrestre, o que gera de um lado, erosão, e do outro, sedimentação, atividades classificadas como de caráter destrutivo e construtivo, respectivamente.

Vamos refletir sobre isto e lembrar quantas vezes já sentimos o impacto de minúsculas partículas de areia carregadas pelo vento, ao caminhar em uma praia. Outros exemplos de energia são: mecânica, elétrica, térmica, química, nuclear.

CIRCULAÇÃO ATMOSFÉRICA

Os ventos são massas de ar em movimento e, portanto, como já vimos, capazes de realizar trabalho, como o de transportar e acumular partículas de areia sob a forma de dunas ou preenchendo canais (assoreamento) de rios. O trabalho ou a ação dos ventos é muito importante no modelado da superfície terrestre. Porém, sua maior importância é de ação indireta, como agente transportador de umidade, que determina o ciclo das águas, ou ciclo hidrológico. Vamos agora estudar o mecanismo que faz com que o ar se ponha em movimento, gerando os ventos.

DESLOCAMENTO DE MASSAS DE AR

O deslocamento é fruto das diferenças de temperatura que fazem com que as massas de ar fiquem mais ou menos densas. A densidade das massas de ar depende da quantidade de energia solar. Nas regiões equatoriais, a incidência de energia solar é maior que nos pólos; em conseqüência, o ar se torna seco, leve e sobe para as partes mais altas da atmosfera, de onde sofre deslocamento para as regiões polares. Cabe perguntar por que as regiões equatoriais (de latitude baixa) recebem mais energia do Sol que as regiões polares (de latitude elevada). A resposta é a seguinte:

No Equador, a camada de atmosfera atravessada pela luz solar é menos espessa que nos pólos, porque no Equador os raios solares atravessam a atmosfera de forma perpendicular, enquanto nos pólos atravessam de forma oblíqua. Considerando que a atmosfera absorve energia, as regiões de latitude baixa reterão menos energia que as regiões de altas latitudes. Na verdade, de toda energia emitida pelo Sol, apenas 47% conseguem atingir a superfície da Terra, o restante é interceptado pelas partículas de poeira, gases, gotículas de água e cristais de gelo, existentes na atmosfera.

No Equador, a mesma quantidade de energia concentra-se numa menor área, enquanto nos pólos essa mesma energia se distribui numa área mais ampla, em função da forma perpendicular e oblíqua, respectivamente, com que os raios atingem a Terra.

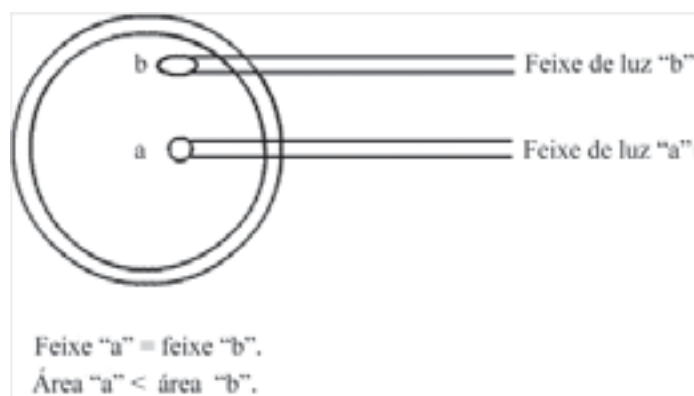


Figura 4.4 - Forma de incidência dos raios solares em pontos diferentes da Terra.

Assim, conclui-se que em “a” chega mais energia por área que em “b”.

Uma informação importante é que a Terra está em equilíbrio radiante em torno de 15°C, ou seja, mantém sua temperatura média constante, sem aquecer ou esfriar ao longo de muitos e muitos anos. Para que isto aconteça, é preciso que o excesso de calor das regiões equatoriais desloque-se para as regiões aonde chega menos energia (figura 03). Essa transferência de calor é o que põe o ar em movimento.



Figura 4.5 – Distribuição de energia solar na Terra.

Essas massas de ar em movimento sofrem influência da rotação da Terra (Efeito Coriolis) e das barreiras naturais ou artificiais (como montanhas, árvores, prédios, casas), fazendo aumentar ou diminuir a velocidade dos ventos. Pode-se dizer que os climas das regiões são conseqüências diretas da ação dos ventos, pois este é o veículo transportador das águas.

TRANSPORTE DE PARTÍCULAS

As partículas transportadas pelo vento, ao se deslocarem, podem fazê-lo de três formas:

- Arrasto: as partículas maiores, geralmente de tamanho superior a 0,5 mm (areia grossa, areia muito grossa, grânulos e seixos), por serem pesadas, deslocam-se atritando a superfície terrestre. Esse atrito vai ser importante no processo de desgaste dos vértices e arestas das partículas, que impõem uma característica fundamental aos sedimentos: o arredondamento.
- Saltação: comum às partículas menores (areia fina e silte) que se deslocam, tocando intermitentemente no solo.
- Suspensão: comum às partículas bem pequenas, chamadas “argilas granulométricas” (existem argilas mineralógicas), que se deslocam sem tocar o chão, embora sofram impactos entre si.

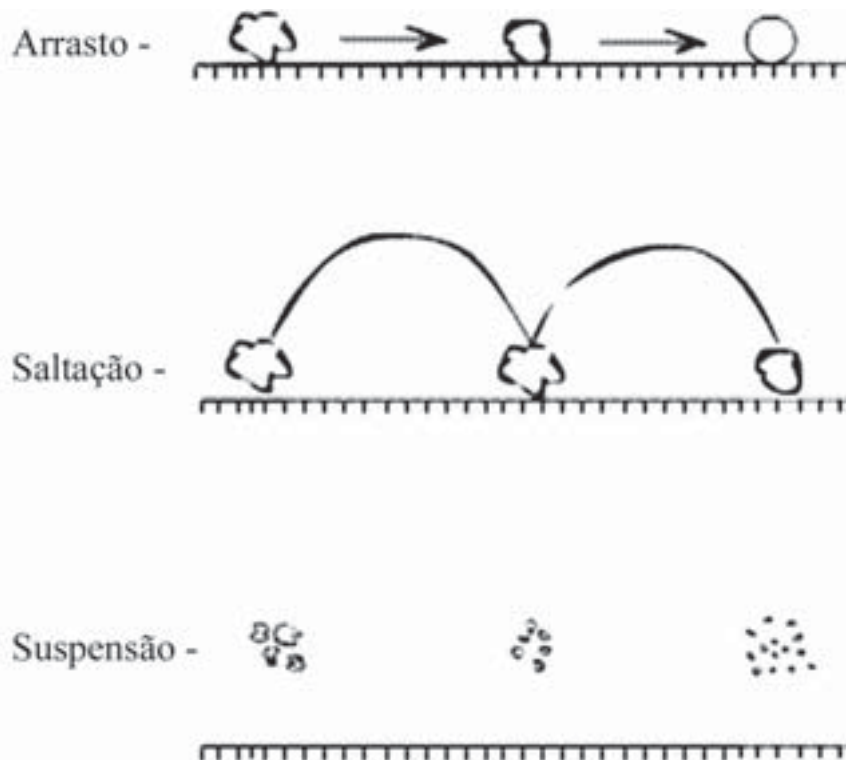


Figura 4.6 – Formas de transporte das partículas.

ATIVIDADES

- Coloque aproximadamente 1kg de sedimento (partículas desagregadas) de dunas ou areia de praia.
- Coloque um ventilador sobre uma cadeira.
- Disponha três caixas distantes umas das outras aproximadamente 1 metro.
- Acione o ventilador e despeje lentamente o sedimento de forma a que o mesmo possa ser transportado pelo vento gerado.
- Analise as características granulométricas (tamanho dos grãos) do sedimento armazenado em cada caixa, bem como suas quantidades.



COMENTÁRIO SOBRE AS ATIVIDADES

As partículas são transportadas a distâncias variadas em função do seu tamanho: partículas mais finas são encontradas a grandes distâncias da fonte e partículas mais grosseiras vão estar mais próximas da fonte. Logo, as partículas mais finas deverão estar mais presentes na última caixa. Na primeira caixa, é de se esperar encontrar as partículas mais grosseiras.

REGISTROS GEOLÓGICOS PRODUZIDOS PELO VENTO

A ação do vento fica registrada tanto nas formas de relevo como nos fragmentos transportados pela ação eólica, que pode ser erosiva ou de sedimentação.

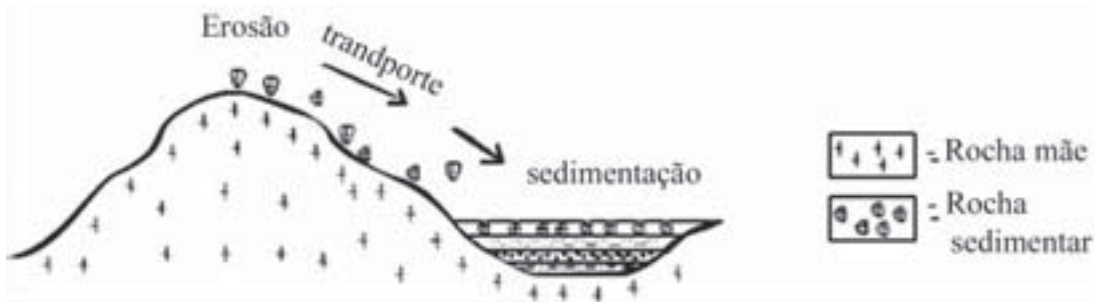
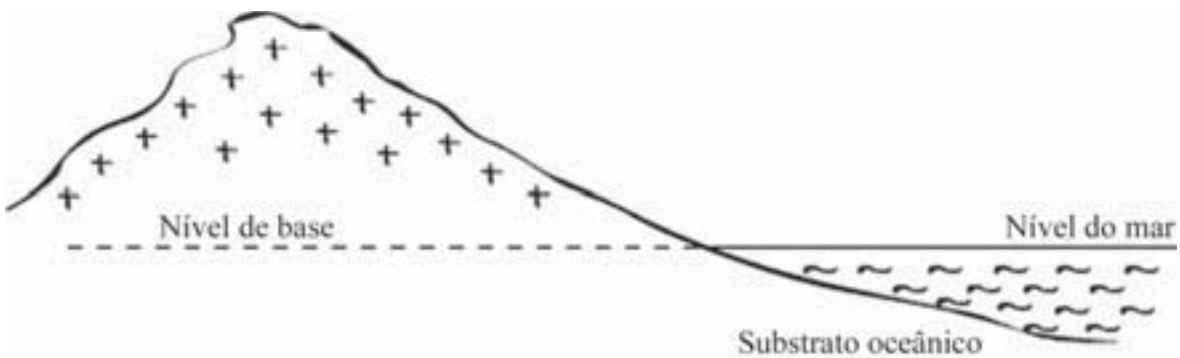


Figura 4.7 – Ação destrutiva e construtiva do vento.

REGISTROS EROSIVOS

Os processos erosivos pela ação eólica são classificados em:

- Deflação: caracteriza-se por extensas superfícies, apresentando partículas grosseiras (cascalho) ou mesmo o substrato rochoso (afloramento rochoso), exposto pela remoção dos sedimentos finos. Às vezes, a remoção desses sedimentos (areia e poeira) pode produzir depressões nas regiões desérticas, chamadas de Bacias de Deflação, que podem atingir níveis mais baixos do que o nível do mar. Quando o nível do deserto atinge zonas saturadas em água, formam-se os Oásis. É importante frisar que o nível do mar é o limite físico dos processos erosivos, também conhecido como perfil de equilíbrio. O que está acima dele tende a ser área sujeita a erosão, o que está abaixo tende a ser área sujeita a sedimentação.



- Abrasão: efeito provocado pelo choque entre as partículas transportadas pelo vento, entre si e com outros substratos rochosos fixos. O resultado do impacto é o desgaste e a fragmentação. É importante lembrar que o vento, isoladamente, não produz efeito abrasivo, apenas quando transporta partículas de areia e poeira é que exerce essa ação. É conhecido na indústria o jateamento de areia para limpar e polir superfícies, ou mesmo desenhar em vidros, porcelanas, etc.

REGISTROS DEPOSICIONAIS

O transporte e posterior sedimentação de partículas pelo vento formam depósitos que registram a ação do agente transportador, constituindo um registro geológico típico. Os principais registros eólicos são as dunas, os mares de areia e os depósitos de Loess.

- Dunas: destacam-se dentre todas as formas de deposição eólica. Associam-se a elas feições sedimentares, como estratificação cruzada e marcas onduladas. As dunas podem ser estacionárias ou migratórias. A parte da duna que recebe o vento chama-se Barlavento e possui inclinação baixa (entre 5 - 15°). A outra face chama-se Sotavento e é a parte protegida do vento. É bem mais inclinado (entre 20 - 35°).

PROBLEMAS RELACIONADOS ÀS DUNAS MIGRATÓRIAS

A migração de dunas ocasiona problemas de soterramento e assoreamento nas zonas litorâneas, exigindo dragagem para minimizar os riscos ao tráfego de embarcações. Este fato é verificado no porto de Natal (RN) e na Lagoa dos Patos (RS). É comum dunas migratórias invadirem e soterrarem casas de veraneio, em decorrência dos ventos perpendiculares à linha da costa, como acontece em cidades, como Recife (PE), Maceió (AL), Fortaleza (CE) e outras do nordeste brasileiro.

As dunas migratórias podem eventualmente desviar o curso natural de rios próximos à costa. Para imobilizar estas dunas, é muito utilizado o plantio de vegetação Psamofítica (que se adaptam bem a solos arenosos).

- Mares de Areia: termo usado para definir enormes áreas desérticas, com cerca de 1.000.000 km² de cobertura arenosa, a exemplo dos desertos da Arábia Saudita e Austrália. As extensas coberturas no norte da África são conhecidas como Erges.

- Loess: são sedimentos muito finos, tamanho silte e argila, homogêneos e friáveis (fáceis de desprender), de cor amarelada e constituídos de minerais, como: quartzo, feldspato, argila (mineralógica) e carbonatos, além de fragmentos de rocha pouco alterados. A origem do Loess é a ação glacial.

Depois do recuo das geleiras, as finas partículas são transportadas pelo vento, e distribuídas sobre vastas regiões. As ocorrências de Loess verificam-se na China, Europa e EUA.



Figura 4.8 - Dunas, deserto da Argélia (Fonte: www.geografiaparatodos.com.br).

CARACTERÍSTICAS MINERALÓGICAS DOS SEDIMENTOS EÓLICOS

Os sedimentos eólicos são essencialmente constituídos por pequenos grãos de quartzo (SiO_2), portanto, monomineralico, isto porque o quartzo, além de muito abundante nas rochas comuns da crosta, é também muito resistente à alteração intempérica.

Os grãos submetidos à ação dos ventos mostram-se com superfície fosca e morfologia arredondada. O aspecto fosco é decorrente das diversas marcas de impactos deixadas nas superfícies dos grãos.

As partículas que são transportadas pelos rios apresentam um aspecto brilhante, uma vez que a água pode ser mais densa que o ar, amortecendo a força dos choques entre os grãos.

Os impactos também agem na fragmentação, gerando partículas menores que as dos rios.

Os depósitos de origem eólica exibem alta seleção granulométrica. As variações da velocidade dos ventos aumentam ou diminuem sua capacidade de transporte de forma mais sensível (eficiente) que o meio aquático, onde a viscosidade da água atenua as conseqüências das variações de velocidade.

Vale dizer que os sedimentos eólicos são menos brilhantes a foscos, menores e melhor selecionados que os de origem aquática. Assim, sedimentos ou rochas sedimentares cujo agente transportador foi o vento, podem ser perfeitamente identificados, permitindo a reconstituição das características de um determinado ambiente deposicional do passado (paleoambiente). A identificação de estruturas internas e externas típicas das dunas, como estratificação cruzada, marcas onduladas, barlavento e sotavento, permite o reconhecimento de uma Duna Fóssil.

DESERTIFICAÇÃO

Os desertos são consequência de vários fatores geológicos e climáticos que atuaram durante longos períodos de tempo. As áreas desérticas expandem-se ou retraem-se em função, principalmente, de flutuações climáticas cíclicas. A presença de umidade e desenvolvimento de vegetação limita a extensão dos desertos. A atividade humana, nesses limites, muitas vezes, acelera a expansão da área desértica, ou seja, a desertificação.




Seca de 3 meses secou área de represa situada em cotia, na grande São Paulo, em 2003 (Fonte: www.geografiaparatodos.com.br).

Em regiões não desérticas, mas de ecossistemas delicados e frágeis, a atividade humana pode aumentar a aridez local e levar à desertificação regional. Isto acontece como resultado de práticas agrícolas ecologicamente agressivas, que deixam o solo exposto à dissecação. O desmatamento desordenado e a queima constante de madeira expõem o solo e seus constituintes à degradação física e química acelerada, diminuindo a fertilidade e as condições de plantio. Este processo é também denominado de Desertificação, pois desequilibra as proporções de nutrientes, umidade e solos da região, levando a que regiões de clima semi-úmido se transformem em climas áridos, em um tempo relativamente curto.

CONCLUSÃO


Os ventos constituem um dos principais agentes da Dinâmica Externa. Agem transportando partículas de um local para outro da superfície terrestre, caracterizando o processo de erosão, que, como já definimos, é responsável pelo transporte de partículas de um local para outro da superfície terrestre, modificando continuamente o seu modelado. Em alguns lugares, essa ação é mais intensa que em outros e pode ser facilmente percebida; em outros, nem tanto, mas sempre vai estar presente.

RESUMO



A Terra, ao desenvolver a sua própria atmosfera, estabeleceu condições de instalação da Dinâmica Externa. Acionada pela energia solar, tem nos movimentos do ar e formação dos ventos, um dos seus principais agentes, seja transportando partículas e modificando as feições superficiais do planeta, seja transportando a água e possibilitando o Ciclo Hidrológico, tão importante à manutenção da vida como nós a entendemos hoje. A ação dos ventos deixa marcas, que são consideradas como sendo registros geológicos, pois possibilitam a reconstituição dos eventos responsáveis pelas feições que são encontradas hoje.

PRÓXIMA AULA



Na próxima aula você conhecerá os mecanismos de deslocamento da água, além de sua importância e volume na hidrosfera.

REFERÊNCIAS

TEIXEIRA, Wilson. Decifrando a Terra. São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

AMARAL, Sergio Estanislau do; LEINZ, Viktor. Geologia Geral. 1989.

POP, José Henrique. Geologia Geral. Rio de Janeiro/São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Editora, 1988.