

A DINÂMICA DO ESCOAMENTO FLUVIAL E O TRANSPORTE DE SEDIMENTOS

META

Apresentar a dinâmica do escoamento fluvial e os mecanismos de transporte de sedimentos.

OBJETIVOS

Ao final desta aula, o aluno deverá:

caracterizar os tipos de fluxo e a sua velocidade no canal de escoamento;

explicar os tipos de resistência que ocorreram nos canais abertos;

conceituar os processos de erosão e o transporte de sedimentos realizado pelos rios.

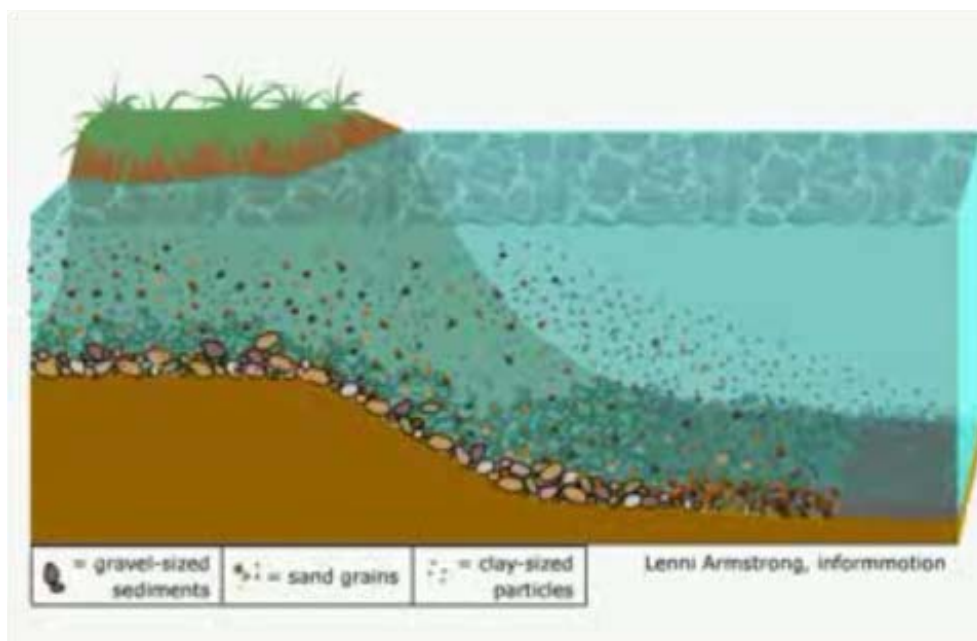


Imagem de um vídeo que demonstra o transporte de sedimentos em um rio. O vídeo pode ser visto através do link: (Fonte: <http://www.youtube.com/watch?v=B6p5jXDhDvI>). (Fonte: <http://www.youtube.com>)

INTRODUÇÃO

O conhecimento das características fluviais é importante não somente no que concerne aos recursos hídricos, tanto do ponto de vista da hidráulica e do controle da erosão, como também do ponto de vista sedimentológico, geomorfológico e do planejamento regional.

Numa perspectiva geomorfológica, a dinâmica do escoamento é importante pela atuação exercida pela água sobre os sedimentos do leito fluvial, no transporte dos sedimentos, nos mecanismos deposicionais e na esculturação da topografia do leito (CHRISTOFOLETTI, 1980).

Para analisar o trabalho realizado por um rio, deve-se conhecer a sua energia, tanto na forma potencial como cinética.

Nas cabeceiras, a energia potencial transforma-se parcialmente em energia cinética, que modela o leito e vence a resistência ao fluxo exercida pela força de fricção que tende a separar películas de água. Ao longo do rio, as velocidades de fluxo sofrem modificações decorrentes da resistência exercida pelo leito e margens e, em menor proporção, pela interface água – ar. Essa força de fricção também atua na superfície de contato entre duas camadas de água que escoam com velocidades diferentes.

A energia potencial é convertida, no fluxo, em energia cinética que, por sua vez, é grandemente dissipada em calor e fricção. Estima-se que a maior parte da energia de um rio é consumida em calor (95%). O restante, excluída a energia gasta na fricção, é empregado no trabalho, e a energia disponível pode ser aumentada se a fricção for diminuída pela suavização, retilinização ou redução do perímetro úmido do curso de água.



Energia potencial se transformando parcialmente em energia cinética, modelando o leito do rio.

(Fonte: <http://mongabay.com>)

COMO A ÁGUA DOS RIOS ESCOA?

Os arroios e rios levam de volta para o mar grande parte do volume da água da chuva que se precipita nos continentes, como também grande parte dos sedimentos produzidos pela erosão da superfície. Como ocorre esse movimento? Iniciaremos pelo exame do escoamento da água por meio de correntes e de como esse movimento permite que os rios transportem vários tipos de sedimentos.

A água de todos os rios, grandes e pequenos, move-se de acordo com certas características básicas da dinâmica de fluidos. Em canais abertos, podem ser encontrados vários tipos de movimento de fluidos, destacando-se os fluxos laminares e os turbulentos, cujas características variam em função de certos parâmetros adimensionais (Figura 2.1).

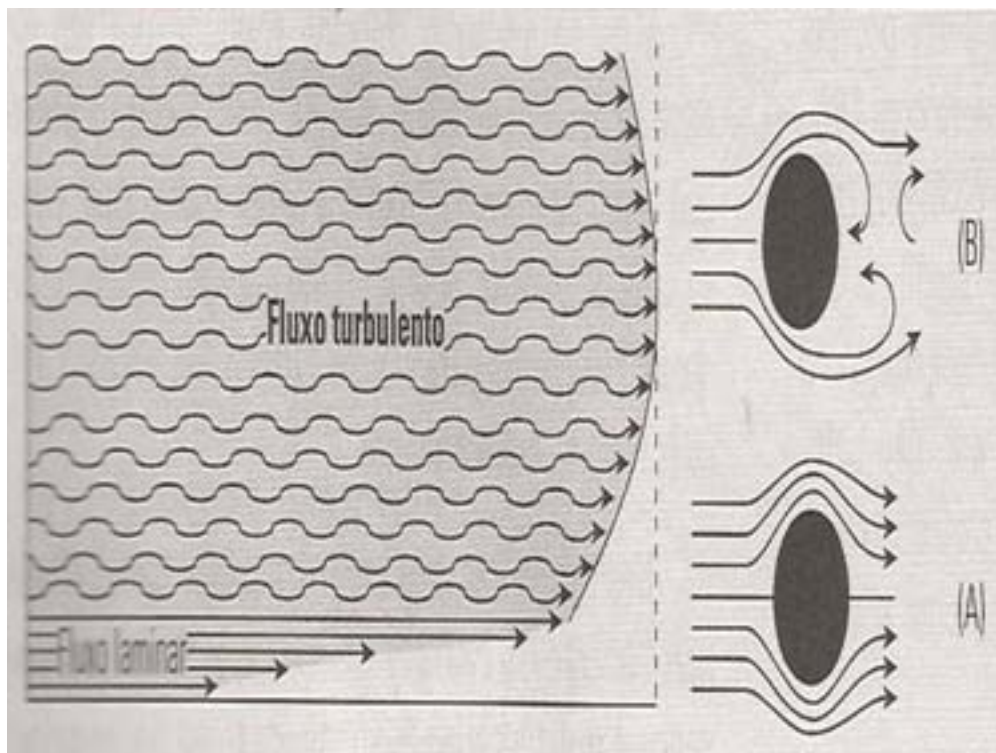


Figura 2.1 – No diagrama da esquerda, tem-se as áreas de fluxos laminar e turbulento em um canal fluvial. Nos diagramas da direita, estão representadas as linhas de fluxo, em cada caso, desviadas por um corpo cilíndrico (adaptado de Rubey, 1937).
(Fonte: Suguio, 2003).

1. Fluxo laminar – este tipo de fluxo, ocorre quando as camadas de fluidos deslizam umas sobre as outras, sem que se verifique mistura entre elas. A velocidade de fluxo é relativamente lenta, e cada partícula do fluido se move ao longo de seu caminho específico, com velocidade uniforme. Nesse tipo de regime, as linhas de fluxo envolvem suavemente as irregularidades do leito fluvial e os objetos encontrados em seu caminho, sem formar redemoinhos e correntes turbilhonares durante a sua passagem (Figura 2.2).



Figura 2.2 – Fluxo laminar.
(Fonte: Press, et al., 2006).



Figura 2.3 – Fluxo turbulento.
(Fonte: Press et al., 2006).

Com o aumento de velocidade da água e/ou profundidade da corrente, determinados valores críticos podem ser atingidos e conduzem ao fluxo turbulento.

2. Fluxo turbulento – originado quando, através das linhas de fluxo, verificam-se flutuações de velocidades que excedem um valor crítico (Figura 2.3). Essas flutuações são causadas por redemoinhos produzidos quando a água passa por obstáculos ou irregularidades de contornos rugosos existentes no fundo. Uma partícula em suspensão numa corrente turbulenta, não segue uma trajetória uniforme e suave, mas move-se para cima e para baixo, de um lado para outro e mesmo para montante.

Os fatores que afetam a velocidade crítica, permitindo que o fluxo laminar torne-se turbulento, são:

viscosidade – é uma medida de resistência ao movimento de um fluido. Quanto mais viscoso (espesso) for o fluido, maior será a sua resistência ao fluxo e maior tendência ao fluxo laminar. Se o aquecimento for suficiente a viscosidade pode diminuir até passar de fluxo laminar para turbulento.

profundidade – um rio pode mostrar fluxo laminar ao longo de suas bordas, onde a água é rasa e se move lentamente.

rugosidade da superfície do canal – a fricção ou resistência ao fluxo aumenta de modo considerável e a força de cisalhamento cresce.

A distinção entre fluxos laminar e turbulento é realizada através da aplicação do número de Reynold.

$$R_n = \frac{VR\rho}{\mu}$$

onde

R_n , número de Reynold,

V , velocidade,

R , raio hidráulico,

ρ , densidade,

μ , viscosidade

O raio hidráulico (R) resulta da divisão da área transversal do canal pelo perímetro úmido.

A densidade (ρ) é a quantidade de massa por unidade de volume e a viscosidade (μ) é a propriedade dos fluidos de oferecer resistência às deformações.

O grau de turbulência pode ser diretamente descrito pelo número de Reynold, sendo fixados os seguintes limites para os fluxos:

menor que 500 = fluxo laminar;

entre 500 e 2.500 = ocorre tanto o laminar como o turbulento;

maior que 2.500 = fluxo turbulento

O fluxo em rio turbulento pode ser classificado em duas categorias: a) turbulento corrente, que é o comumente encontrado nos cursos fluviais; b) turbulento encachoeirado, que ocorre nos trechos de velocidades mais elevadas como nas cachoeiras e corredeiras, com aumento na intensidade da erosão (Figura 2.4).

Para determinar se o fluxo é corrente ou encachoeirado aplica-se o número de Froude (F), cuja fórmula é:



Figura 2.4 – Fluxo turbulento encachoeirado. Chapada Diamantina (BA).

(Fonte: Arquivo da autora).

$$F = \frac{V}{\sqrt{gD}}$$

onde

V = velocidade média

g = força de gravidade

D = profundidade da água

Se o número de Froude (F) é menor que 1, o rio está no regime de fluxo tranquilo, corrente e se for maior que 1, o rio está no regime de fluxo rápido, encachoeirado.

A profundidade e a velocidade são os elementos principais que determinam o estado do regime turbulento. Quando o fluxo de um curso fluvial se modifica do corrente para o encachoeirado, a velocidade aumenta consideravelmente e ocorre um abaixamento do nível superficial da água. Quando a velocidade diminui, ocorre a passagem do fluxo encachoeirado para o corrente e elevação do nível superficial da água.

A velocidade das águas de um rio depende de declividade, do volume das águas, da forma da secção, do coeficiente de rugosidade e da viscosidade da água

O raio hidráulico corresponde ao quociente da área da secção transversal molhada dividido pelo perímetro molhado.

$$Rh = \frac{\text{área molhada}}{\text{perímetro molhado}}$$

VELOCIDADE E SUA DISTRIBUIÇÃO NO CANAL

A distribuição da velocidade de fluxo e da turbulência em canais fluviais é importante na definição dos processos deposicionais e erosivos das correntes e, conseqüentemente, nos tipos das fácies sedimentares resultantes.

Durante as baixas velocidades (poucos milímetros por segundo) a água transporta por fluxo laminar partículas muito finas. No fluxo turbulento, a capacidade de transporte é bem maior, transportando partículas maiores. A velocidade máxima com que a água pode fluir é de aproximadamente 80 km/h. Acima desta velocidade toda energia é consumida na criação de turbulência, nada restando para aceleração do movimento. No fluxo turbulento, as variações das velocidades em torno dos valores médios são rápidas, aumentando com pulsações dos movimentos das águas e propiciando o aparecimento de redemoinhos e outros tipos de movimentos (SUGUIO e BIGARELLA, 1990).

A distribuição da velocidade das águas de um rio varia de um lugar a outro, no sentido vertical, transversal e longitudinal. De modo geral, a

velocidade da água num rio diminui da superfície para o fundo e do centro para as margens.

O perfil de distribuição das velocidades, na vertical, mostra que a velocidade média se localiza aproximadamente a 0,6 da profundidade, a contar da superfície, podendo ser melhor determinada através da média das velocidades obtidas a 0,2 e 0,8 da profundidade. A forma da curva de distribuição das velocidades depende da rugosidade do leito do canal e, devido às forças de cisalhamento, as velocidades mínimas estão próximas do leito, enquanto a máxima situa-se nas proximidades da superfície.

No perfil transversal, o setor de maior velocidade localiza-se abaixo do nível superficial, enquanto a de menor situa-se próxima às paredes laterais e ao fundo. As velocidades variam, em sua distribuição, conforme a forma e a sinuosidade dos canais (Figura 2.5).

Nos canais simétricos a velocidade máxima da água está abaixo da superfície e centralizada (Figura 2.6). A partir do centro, lateralmente, estão dispostos setores de velocidades moderadas mas de alta turbulência. Nas partes próximas à paredes e ao fundo, o fluxo apresenta baixas velocidades. Já nos canais assimétricos, a zona de máxima velocidade desloca-se do centro para o lado de águas mais profundas, enquanto os setores de máxima turbulência elevam-se do lado mais raso e diminuindo no lado mais profundo. Isso explica o deslocamento lateral que se verifica na distribuição das velocidades nos canais meandrantes (Figura 2.7).

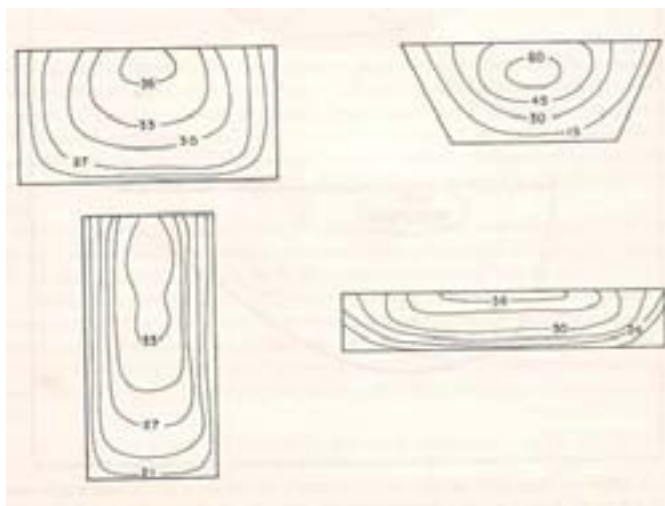


Figura 2.5 – Esquema mostrando a distribuição da velocidade das águas, conforme a seção transversal, em canais de formas diferentes (velocidade em cm/s).
(Fonte: Christofolletti, 1980).

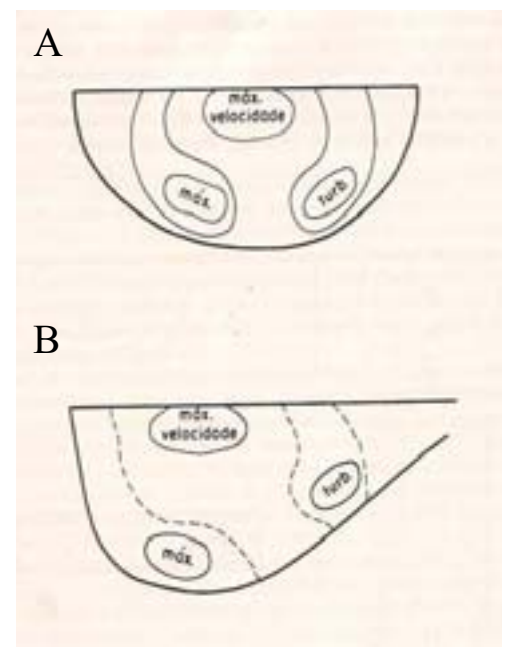


Figura 2.6 – Gráficos transversais assinalando a distribuição das zonas de velocidade e turbulências máximas, em canais simétricos (A) e dissimétricos (B).
(Fonte: Christofolletti, 1980).

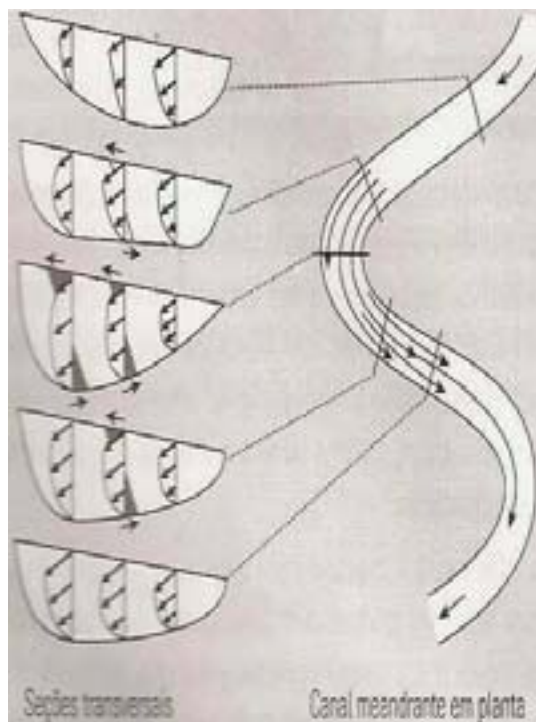


Figura 2.7 – Variações das velocidades de fluxo das águas em diferentes seções de um trecho de canal fluvial.
Fonte: Suguio, 2003.

A velocidade de fluxo também está condicionada ao gradiente hidráulico (declividade do rio), profundidade da água e a rugosidade do leito. Assim, ela varia de uma seção a outra e em diferentes partes de uma única seção transversal.

GASTO DE ENERGIA NOS CANAIS NATURAIS

A turbulência e a velocidade das águas estão intimamente relacionadas com o trabalho que o rio executa, isto é, erosão, transporte (matéria e energia) e deposição dos detritos. Na execução desse trabalho, a dimensão longitudinal tem como referencial físico a extensão da nascente à foz com gasto contínuo de energia ao longo do canal.

O transporte de água está relacionado ao aspecto físico da bacia hidrográfica, sendo possibilitado pela força gravitacional. A água tende a drenar de uma região de maior altitude para uma de menor altitude o que, combinado com o relevo, molda a bacia de drenagem.

Diversos elementos causam resistência ao fluxo e promovem a perda de energia, destacando-se a rugosidade da superfície limitante e áreas discretas de dissipação de energia nas curvas, junções ou protuberâncias dos canais de escoamento.

Os tipos de resistência observados nos canais abertos podem ser classificados segundo Leopold, Wolman e Miller (1964), citado por Christofletti (1981) em:

- a) Resistência pelicular – depende da forma e tamanho da seção transversal, do quadrado da velocidade e da rugosidade da superfície delimitante. Nos canais naturais essa resistência é muito influenciada pelo tamanho e pelas características do material do leito e das margens do canal.
- b) Resistência das distorções internas – causada pelas protuberâncias e saliências discretas que promovem turbulência e circulação secundária, sendo representada nos cursos fluviais pelas barras, soleiras, curvas, matacões, ondulações do leito (dunas) e protuberâncias das margens (Figura 2.8).

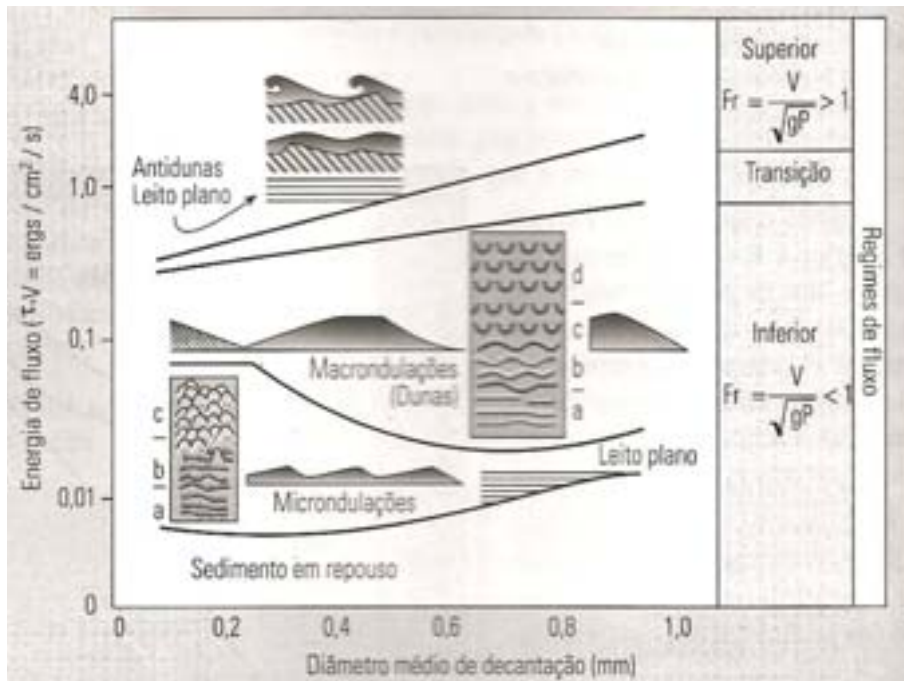


Figura 2.8 – Diferentes formas de leito em fundos incoesivos (arenosos) e suas relações com as granulometrias para diferentes regimes de fluxo. (Fonte: Suguio, 2003).

- c) Resistência difusa – a energia é dissipada por turbulência e ondas locais quando súbita redução da velocidade é forçosamente imposta sobre o fluxo. A queda de blocos das margens sobre o canal e as curvas fechadas dos canais são exemplos causadores desse tipo de resistência. Onde as curvas são fechadas a resistência oferecida pela curvatura pode ser duplicada em relação à resistência pelicular.

AS CARGAS FLUVIAIS E O MOVIMENTO DOS SEDIMENTOS, EROÇÃO E TRANSPORTE

Parte das águas, que não é infiltrada no solo e nem é evaporada para a atmosfera, sofre escoamento em função da gravidade. Inicialmente a água corre em finos filetes, que progressivamente aumentam

de volume, desenvolvendo finalmente os córregos até os rios de grandes dimensões.

No que tange ao trabalho realizado pelos rios, é necessário distinguir

os processos de erosão e a mecânica do transporte fluvial.

A erosão fluvial é realizada através dos processos de corrosão, corrasão e cavitação.

A corrosão compreende todo e qualquer processo de reação química que se verifica entre a água e as rochas que estão em contato.

A corrasão ou abrasão é o desgaste pelo atrito mecânico, geralmente através do impacto das partículas carregadas pelas águas. A evorsão representa um tipo especial de corrasão originada pelo movimento turbilhonar das águas sobre as rochas do leito. Depressões de vários tamanhos podem ser escavadas, em geral, de forma circular, tais como as marmitas ou caldeirões (Figura 2.9).

A cavitação ocorre somente sob condições de velocidades da água, quando as variações de pressão sobre as paredes do canal fluvial facilitam a fragmentação das rochas. Os canais aumentam os seus comprimentos por erosão remontante ou regressiva, desde que haja suficiente área abastecedora para alimentar as cabeceiras. Resulta, geralmente, de solapamento da base, sobretudo, onde a superfície é protegida por uma camada resistente, solo ou vegetação (Figura 2.10). A erosão do subsolo pode ser causada por percolação de água subterrânea, que remove o material fino subjacente, formando túneis.

O alargamento dos canais fluviais pode ocorrer de várias maneiras, como por corrasão lateral efetuada pelo rio na base das vertentes, durante as

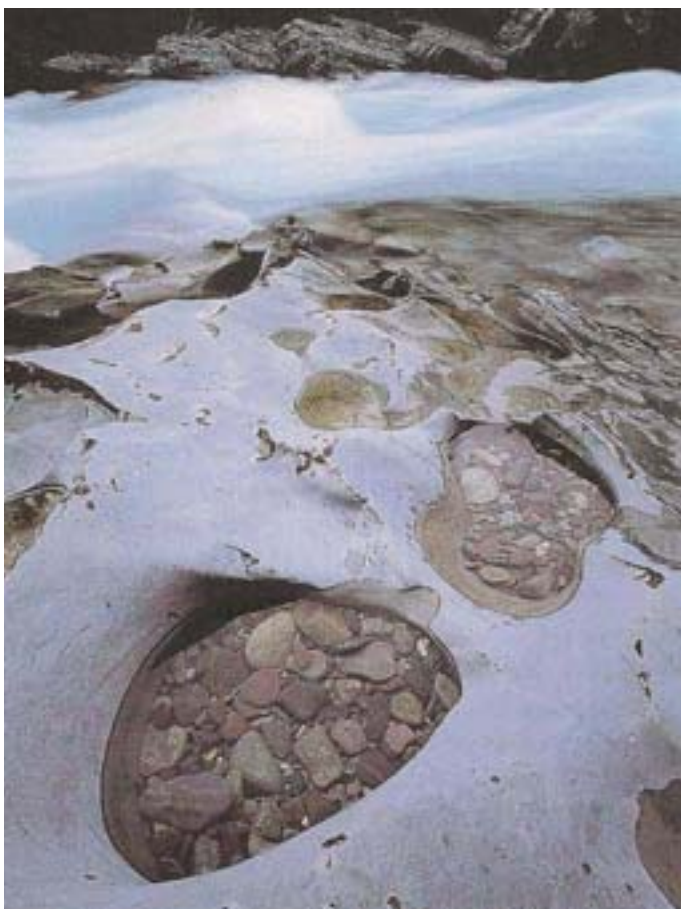


Figura 2.9 – Marmitas no leito rochoso do arroio McDonald, Parque Nacional do Glaciar, Montana (EUA).
(Fonte: Press, et al., 2006).



Figura 2.10 – Erosão regressiva no rio Iguaçu (Brasil).
(Fonte: Press, et al., 2006).

enchentes, em íntima conexão com os processos morfogenéticos sobre as vertentes (meteorização e os movimentos de massa do regolito) e o escoamento pluvial sobre as encostas com a formação de sulcos e ravinas.

Os rios variam de acordo com sua capacidade de erodir e transportar os grãos de areia e outros sedimentos. Os fluxos laminares da água podem levantar e carregar somente as partículas mais leves, de tamanho argila. Os fluxos turbulentos, dependendo de suas velocidades, podem mover partículas que variam desde o tamanho argila até seixo e calhau. A aptidão que um fluxo tem de carregar material de um determinado tamanho é a sua competência e a carga sedimentar total que o fluxo transporta é a sua capacidade.

A velocidade e o volume de um fluxo afetam a competência e a capacidade de um rio. O rio Mississippi, por exemplo, flui com uma velocidade moderada na maior parte do seu percurso e carrega somente partículas finas e médias (argila e areia), porém possui grande capacidade. Em contraposição, um pequeno rio fluindo rapidamente na escarpa de uma região montanhosa pode carregar até matacões, mas somente numa pequena quantidade (PRESS et al., 2006).

Na mecânica do transporte fluvial pode-se distinguir três tipos de carga – a dissolvida, em suspensão e do leito do rio – que fornecem a imagem da intensidade erosiva na bacia hidrográfica.

Os processos atuantes no transporte estão esquematizados na Figura 2.11, podendo-se verificar que a carga total de sedimentos é composta por materiais fornecidos pelos processos químicos, processos pluviais (englobando todos os processos ligados a morfogênese pluvial que atuam sobre as vertentes) e movimentos de massa no regolito. O modo e a natureza do transporte de sedimentos é de grande importância para a composição e estrutura dos depósitos aluviais.



Figura 2.11 – Os processos atuantes no transporte de sedimentos. (Fonte: Christofolletti, 1981).

CARGA DISSOLVIDA

Os constituintes intemperizados das rochas que são transportados em solução química compõem a carga dissolvida dos cursos de água. A composição química das águas dos rios é determinada por vários fatores tais como o clima, a geologia, a topografia, a vegetação e a duração temporal

gasta para o escoamento (superficial ou subterrâneo) atingir o canal. A carga dissolvida é transportada na mesma velocidade da água e a deposição desse material só se processa quando houver, por exemplo, a saturação por evaporação.

Além das fontes terrestres, também há contribuição proveniente da atmosfera. A Figura 2.12 oferece as diversas fontes naturais de sais dissolvidos para os cursos de água, podendo-se distinguir os componentes denudacionais e não-denudacionais.

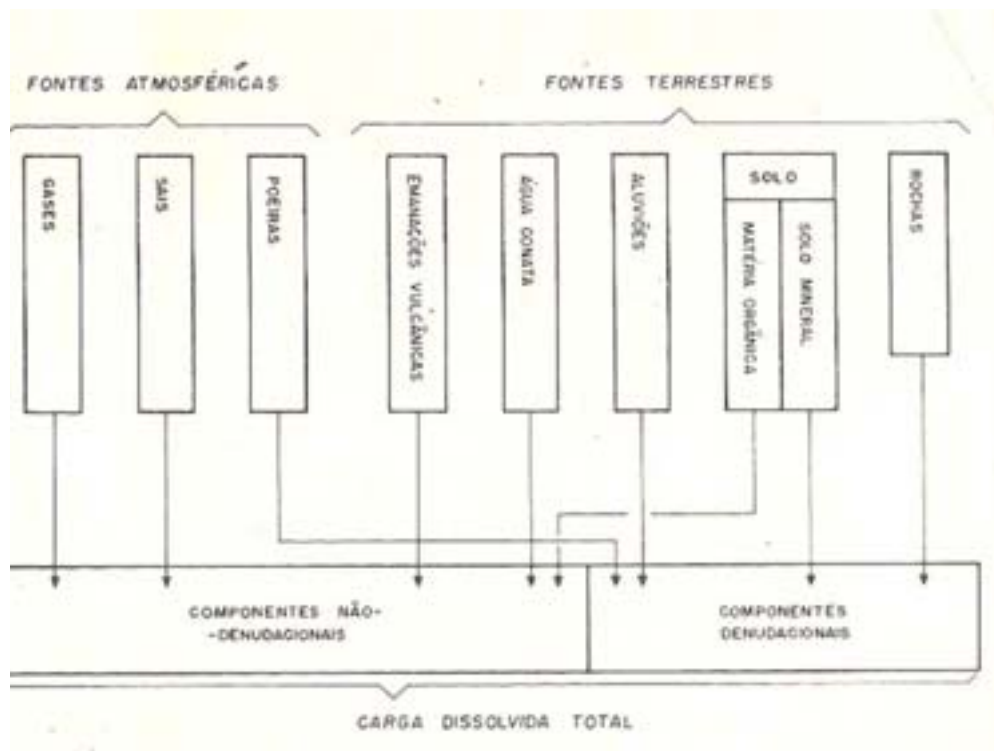


Figura 2.12 – Principais fontes naturais de sais dissolvidos para carga total em solução dos cursos de água, compreendendo os componentes denudacionais e os não-denudacionais. (Fonte: Christofletti, 1981).

Os componentes denudacionais estão relacionados com os processos de meteorização, constituindo os responsáveis pelas taxas de denudação química das áreas continentais. Os não-denudacionais contribuem para a carga dissolvida total dos rios, mas são oriundos de emanações vulcânicas, gases atmosféricos, os sais da atmosfera e a matéria orgânica dos solos que, em grande parte, resulta de produtos combustíveis originados pela fotossíntese.

Nas épocas chuvosas, quando há abastecimento acentuado do escoamento superficial, ocorre diminuição da concentração de sais dissolvidos por unidade de volume. Já nas épocas secas, quando o abastecimento fluvial é mantido pela contribuição subterrânea, representando o fluxo de base ou de vazante, a concentração de sais dissolvidos torna-se mais elevada. Assim,

as relações entre a concentração de sólidos dissolvidos e o débito geralmente são de forma inversa, devido ao efeito de diluição, pois o aumento do débito está relacionado com a contribuição crescente do escoamento superficial, que possui conteúdo dissolvido menor que o fluxo de base por unidade de volume.

CARGA POR SUSPENSÃO

As partículas de granulometria reduzida (silte e argila) conservam-se em suspensão pelo fluxo turbulento. Esses sedimentos são transportados na mesma velocidade da água, enquanto a turbulência for suficiente para mantê-los. Quando essa atingir o limite crítico, as partículas são decantadas. Essa deposição pode ocorrer em trechos de águas muito calmas ou nos lagos. O rio São Lourenço, na divisa entre o Canadá e os Estados Unidos, praticamente não transporta material em suspensão porque os Grandes Lagos atuam como bacias de decantação para os detritos sólidos transportados de montante.

A propriedade fundamental durante o transporte e deposição de uma partícula no meio fluido é a sua velocidade de decantação, que depende de fatores inerentes à partícula em decantação como tamanho, forma, peso específico e ao meio fluido, como viscosidade, peso específico, etc.

Durante a decantação em meio fluido, as partículas obedecem à lei de Stokes (TUREKIAN, 1977, p. 42).

Para partículas esféricas de diferentes tamanhos e mesma densidade, em queda através de um meio fluido, a velocidade é proporcional ao quadrado de seus raios. Assim sendo, partículas maiores se assentarão no fundo de uma coluna de água ou ar, mais rapidamente que as menores. Contudo, devem ser feitas correções, se as partículas tiverem formatos variados, pois a resistência será maior para as partículas achatadas, em forma de placa, do que para as partículas esféricas. Na água, partículas com diâmetro superior a 25 microns obedecem as leis mais complicadas do que a lei de Stokes, como resultado da crescente resistência do fluido às partículas, devido ao impacto com a água enquanto descem.

A Lei de Stokes é válida para partículas com raio menor que 100 microns (< 0,1 mm). Para partículas com tamanhos menores que este, é introduzida uma modificação (Equação de Oseen), para considerar o comportamento não laminar do fluido, devido ao impacto da partícula.

A velocidade com que partículas de vários pesos, em suspensão na corrente, depositam-se até o fundo é chamada de velocidade de decantação. Pequenos grãos de silte e argila são facilmente levantados pela corrente, de modo que tendem a permanecer em suspensão. A velocidade de decantação de partículas grandes, tais como de areia média e grossa, é muito mais

rápida, entretanto, a sua maioria fica suspensa na corrente somente por um pequeno intervalo de tempo, antes de se depositar.

CARGA DO LEITO

A carga do leito do rio é composta por partículas de granulometria maior, como as areias e cascalhos, que são transportadas através da saltação, deslizamento ou rolamento na sua superfície (Figura 2.13). Devido ao volume e à densidade das partículas, a velocidade da carga do leito é muito mais lenta que a do fluxo.

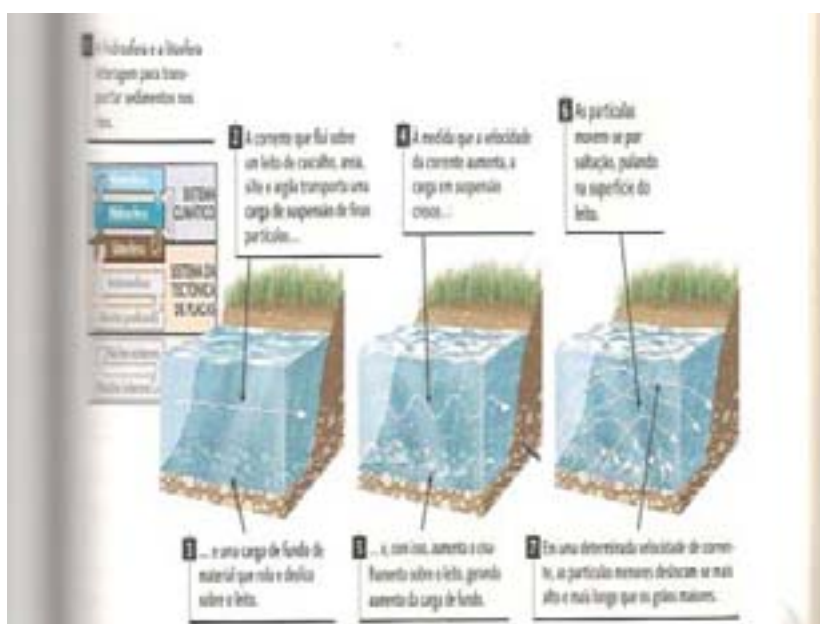


Figura 2.13 – Transporte de partículas como carga de fundo, com o material deslizando e rolando sobre o leito; e como carga de suspensão, com o material sendo suspenso no próprio fluxo de forma temporária ou permanente. (Fonte: Press, et al., 2006).

Transporte por saltação – É uma forma de transporte na qual as partículas avançam ao longo do leito fluvial, através de uma série de saltos curtos. O movimento por saltação pode ser considerado como fase intermediária entre o transporte por tração e por suspensão. As partículas que não sejam suficientemente grandes para manter-se sobre o leito, sofrendo tração, nem suficientemente pequenas para serem arrastadas em suspensão, podem ser momentaneamente soerguidas, movendo-se para diante em uma série de saltos e avanços sucessivos. Consiste na manutenção temporária do grão em suspensão, em trajetória aproximadamente elíptica, entre seu desprendimento inicial e o impacto na interface fluido/sedimento ou entre dois impactos sucessivos.

Na água, o soergimento é mais efetivo para partículas cujos diâmetros oscilam entre 62 e 500 microns. As partículas em saltação localizam-se nas

proximidades do leito, formando uma camada como se fosse uma zona acima do leito. A colisão interpartículas mantém a densidade dessa “camada”, que funciona como transicional entre a carga do leito, sempre em contato com o fundo, e as partículas transportadas em suspensão.

Transporte por arraste e rolamento – o movimento dos grãos no leito do rio por arraste e rolamento é denominado tração. O arraste ou rastejamento é o deslocamento do grão subparalelo e rente à interface sedimento/fluido, em contato duradouro ou tangencial com esta interface. O rolamento é a rotação do grão em torno de um eixo, por sobre outros grãos da interface. É facilitado pelas formas esféricas e principalmente pelas cilíndricas e pelo tamanho relativo do grão (GIANNINI e MELO, 2009).

Assim, fluxos turbulentos transportam sedimentos em suspensão (argilas), saltação (areias) e rolamento e arraste no leito (areia e cascalho). São necessárias correntes de alta velocidade para colocar em suspensão os grãos mais finos. Isso ocorre porque é mais fácil para o fluxo levantar do leito partículas não-coesivas (que não se colam entre si). Nas partículas mais finas as correntes suaves, com cerca de 20 cm/s, podem mantê-las em suspensão e transportá-las como sedimentos.

A deposição da carga detrítica carregada pelos rios ocorre quando há diminuição da competência ou da capacidade fluvial, que pode ser causada pela redução da declividade e do volume ou pelo aumento do calibre da carga detrítica. Entre as várias formas originadas pela sedimentação fluvial destacam-se as planícies de inundação, os deltas, os cones de dejeção ou aluviais, as playas e bayadas, as restingas fluviais e outras.

CONCLUSÃO

Prezados alunos, podemos concluir que qualquer fluido pode mover-se em fluxo laminar ou turbulento dependendo, sobretudo, de sua velocidade e viscosidade. A turbulência, que caracteriza a maioria dos rios, é responsável pelo transporte de sedimentos em suspensão, saltação e tração, ao longo do leito. A velocidade e o volume de um fluxo afetam a competência e a capacidade de um rio. A água de escoamento erode a rocha dura através dos processos de corrosão, corrasão e cavitação. O transporte e a deposição de sedimentos estão associados a fatores geomorfológicos e geológicos da bacia de drenagem. Em geral, a carga de sedimentos tende a aumentar à medida que se aproxima da foz e a deposição é favorecida por um relevo de menor declividade, como uma planície de inundação ou várzea, que se constitui na forma mais comum de sedimentação fluvial, encontrada nos rios de todas as grandezas. O rio funciona como um integrador entre as paisagens que ocorrem a jusante de um ponto, geralmente são o resultado dos fenômenos de montante.



RESUMO

Os estudos realizados sobre a dinâmica do escoamento fluvial, numa perspectiva geomorfológica, mostra a importância do trabalho realizado pelo rio, em canais abertos, onde ocorrem os fluxos laminares e turbulentos. A distribuição da velocidade de fluxo e da turbulência é tridimensional, isto é, possuem componentes no sentido vertical, transversal e longitudinal que se modificam ao longo do tempo, o que demonstra a necessidade da visão holística para compreensão do funcionamento do sistema hidrográfico. A erosão fluvial é realizada através dos processos de corrosão, corrasão e cavitação e na mecânica do transporte fluvial pode-se distinguir a carga dissolvida, em suspensão e do leito do rio, que fornecem a intensidade erosiva da bacia hidrográfica, podendo-se distinguir os componentes denudacionais e não-denudacionais como fontes naturais de sais dissolvidos.



AUTOAVALIAÇÃO

1. Como a velocidade determina se um dado fluxo é laminar ou turbulento?
2. Como o tamanho de uma partícula sedimentar afeta a sua velocidade de decantação segundo a lei de Stokes?
3. Em que se diferenciam as cargas dissolvidas e as do leito de um rio?
4. Caracterize os tipos de resistência que ocorrem nos canais fluviais? Você já teve oportunidade de observá-los no rio que banha a sua cidade natal?
5. Analise as alterações na dinâmica do escoamento dos rios decorrentes do aproveitamento das suas águas.



PRÓXIMA AULA

Na próxima aula, você estudará as redes de drenagem, que se iniciará com a classificação genética dos rios.

REFERÊNCIAS

CHRISTOFOLETTI, Antonio. **Geomorfologia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2. ed., 1980.

_____. **Geomorfologia Fluvial**. São Paulo: Edgard Blucher, 1981.

GIANNINI, Paulo César Fonseca; MELO, Mário Sérgio de. Do grão à rocha sedimentar: erosão, deposição e diagênese. In: FAIRCHILD, TOLEDO e TAIOLI (orgs). **Decifrando a Terra**. 2.ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009.

PRESS, Frank; SIEVER, Raymond; GROTZINGER, John; JORDAN, Thomas H. **Para entender a Terra**. 4. ed. Tradução. Porto Alegre: Bookman, 2006.

SUGUIO, Kenitiro; BIGARELLA, João José. **Ambientes fluviais**. 2.ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 1990.

TUREKIAN, Karl, K. Tradução. **Oceanos**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda, 1969