

MÓDULO 1: GEOMORFOLOGIA PROCESSUAL

1.1 Introdução à Geomorfologia: Processos e Formas

1.2 Domínio Tropical Úmido: Formas e Processos

1.3 Processos Fluviais

1.4 Hidrologia de Encostas

1.5 Processos Erosivos

1.6 Movimentos de Massa

Processos Fluviais (Como um rio “trabalha”?)

Erosão/Sedimentação

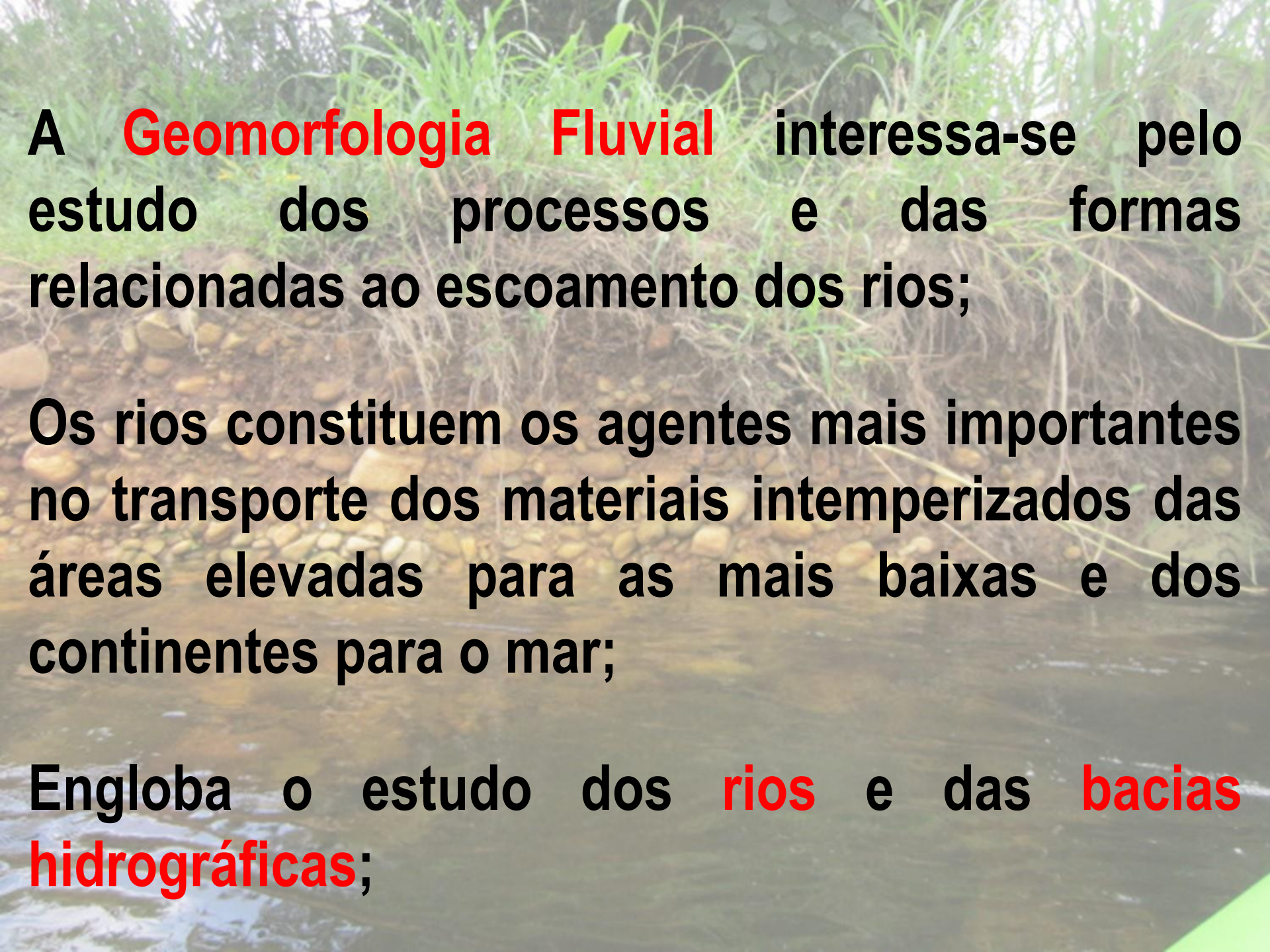
Transporte/Deposição

Formas Fluviais

1) Bacia Hidrográfica

2) Canais Fluviais

3) Formas Depositionais



A **Geomorfologia Fluvial** interessa-se pelo estudo dos processos e das formas relacionadas ao escoamento dos rios;

Os rios constituem os agentes mais importantes no transporte dos materiais intemperizados das áreas elevadas para as mais baixas e dos continentes para o mar;

Engloba o estudo dos **rios** e das **bacias hidrográficas**;

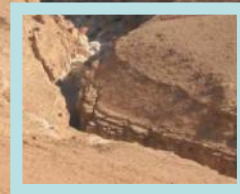
Bacia do Rio Ribeira do Iguape (PR/SP)



Jordânia

Mar Morto

Israel





Fonte: Tiago D. Martins

Patagônia



Os rios funcionam como **canais de escoamento**.
O **escoamento fluvial** faz parte integrante do ciclo hidrológico e a sua alimentação se processa através das águas superficiais e das subterrâneas

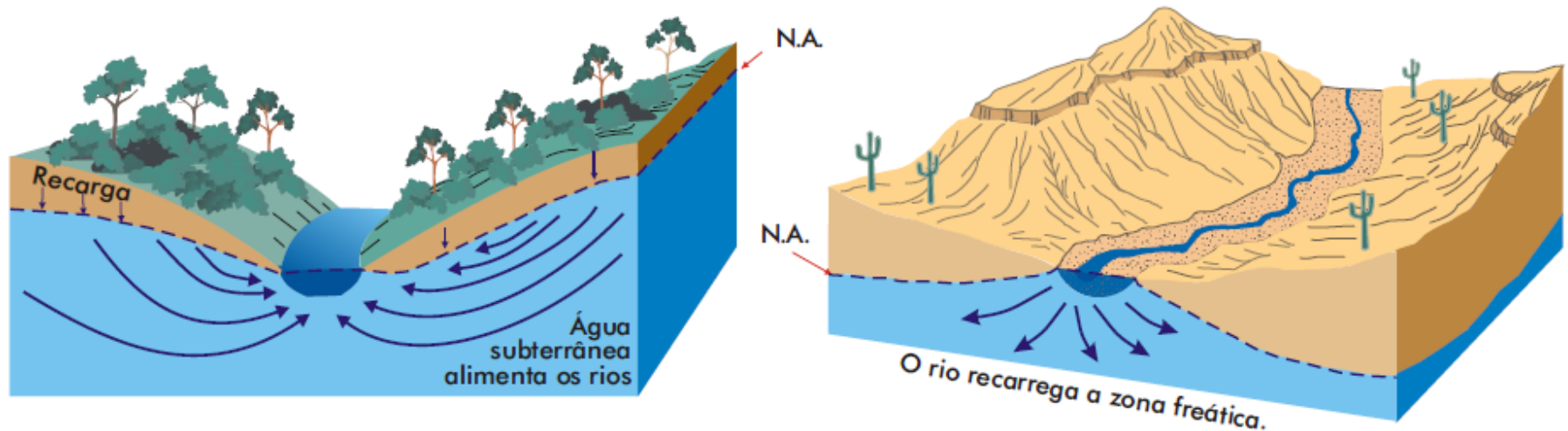


Fig. 7.5 Rios efluentes e influentes conforme a posição do nível freático em relação ao vale.

Processos Fluviais (Como um rio “trabalha”?)

Erosão/Sedimentação

Transporte/Deposição

Formas Fluviais

1) Bacia Hidrográfica

2) Canais Fluviais

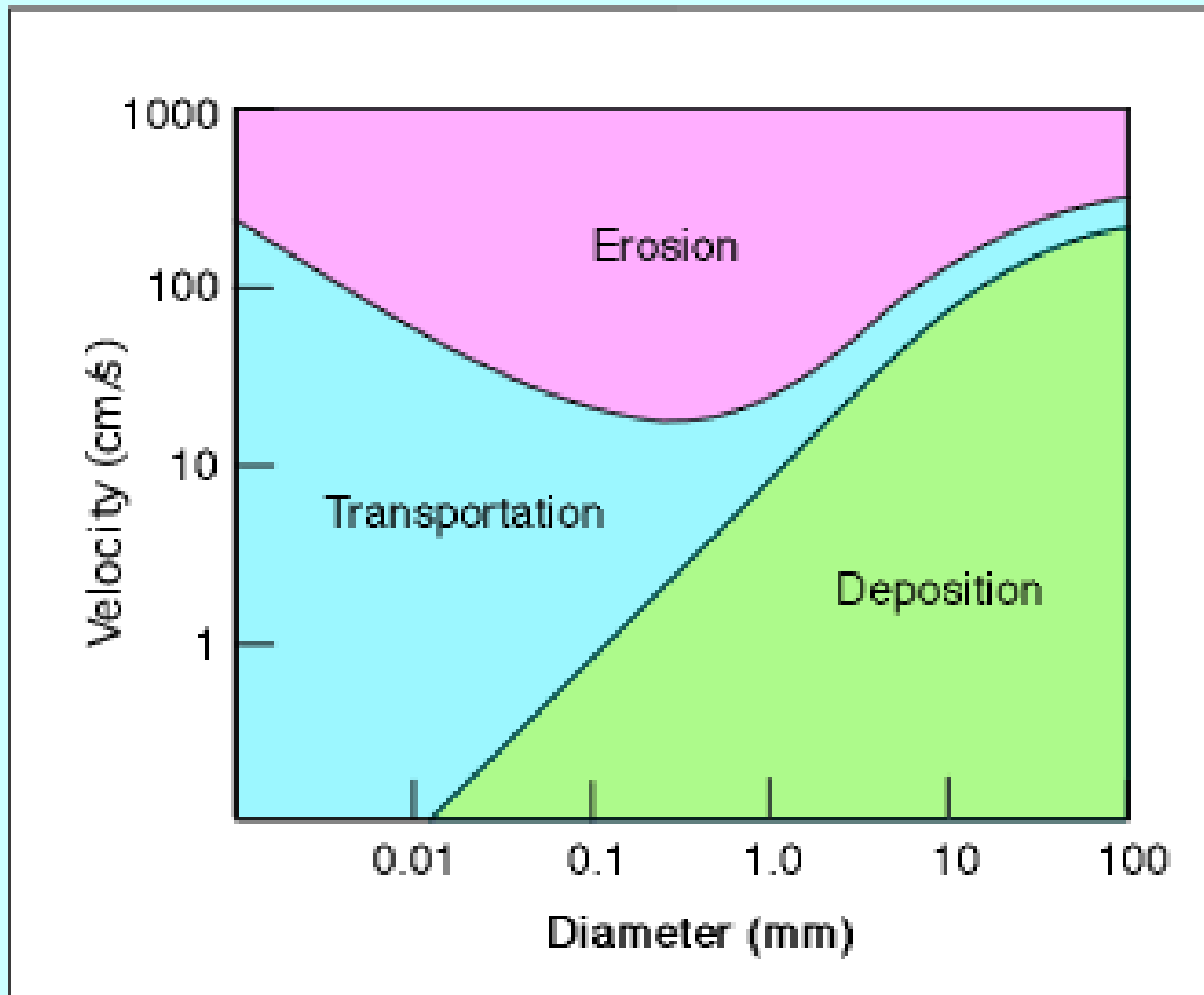
3) Formas Depositionais

1. Processos Fluviais

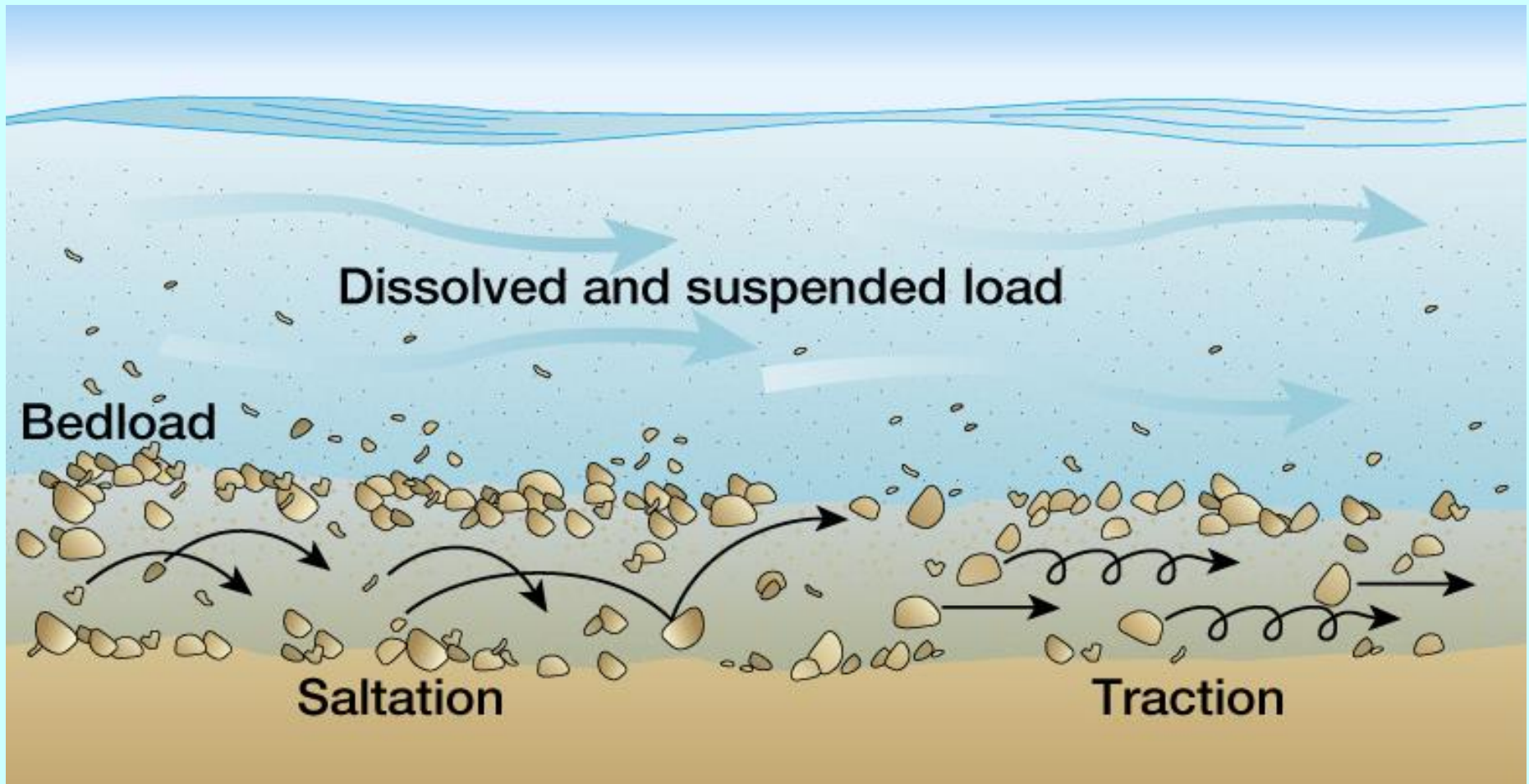
Estes processos alternam-se no decorrer do tempo e, espacialmente, são definidos pela distribuição da velocidade e da turbulência do fluxo dentro do canal

As correntes fluviais podem transportar a carga sedimentar de diferentes maneiras (**suspensão**, **saltação** e **rolamento**), de acordo com a granulação das partículas (**tamanho** e **forma**) e das características da própria corrente.

1. Processos Fluviais



1. Processos Fluviais



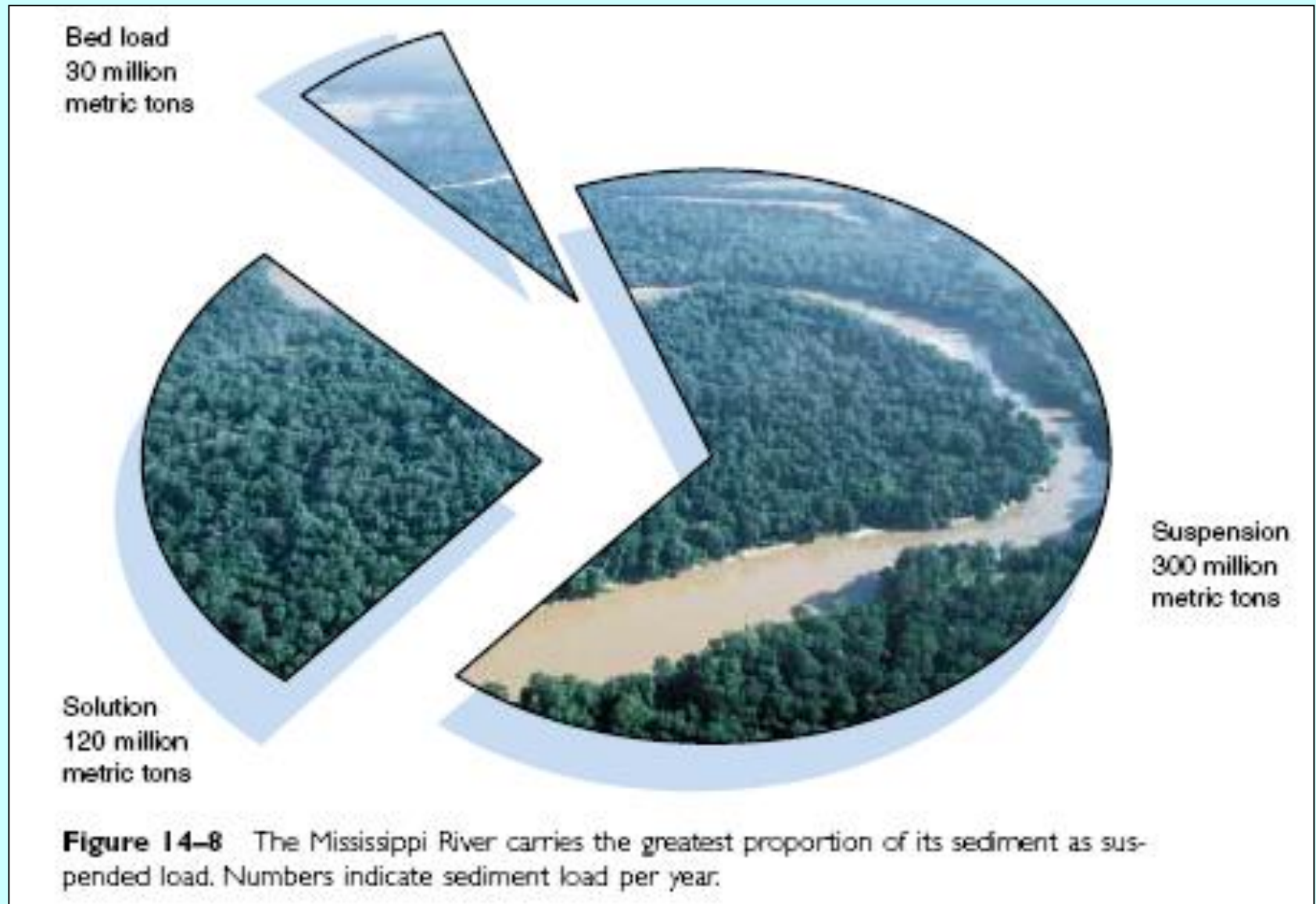
1. Processos Fluviais

Carga dissolvida: transporte por solução química. Depende dos fatores como vegetação, solo, rocha etc. Transportada na mesma velocidade da água.

Carga em suspensão: Constitui-se de partículas finas (silte e argila), que se conservam suspensas na água até a velocidade do fluxo decrescer (fluxo turbulento)

Carga do leito do rio: formada por partículas de tamanhos maiores (areia e cascalho) que saltam ou deslizam ao longo do leito fluvial

1. Processos Fluviais



Processos Fluviais

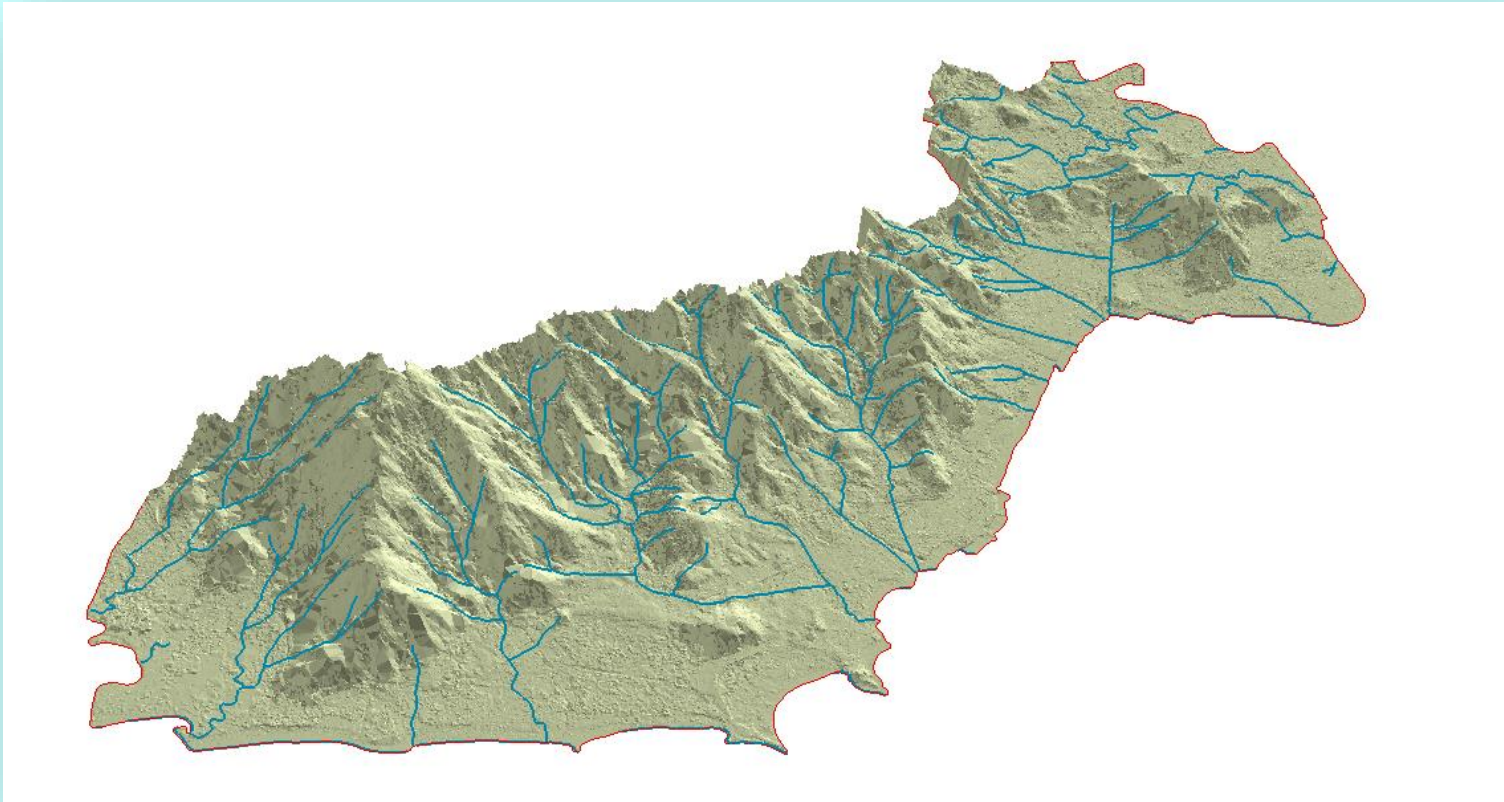
- 1) Ciclo Hidrológico
- 2) Iniciação de Canais Fluviais
- 3) Erosão/Sedimentação
- 4) Transporte/Deposição

Formas Fluviais

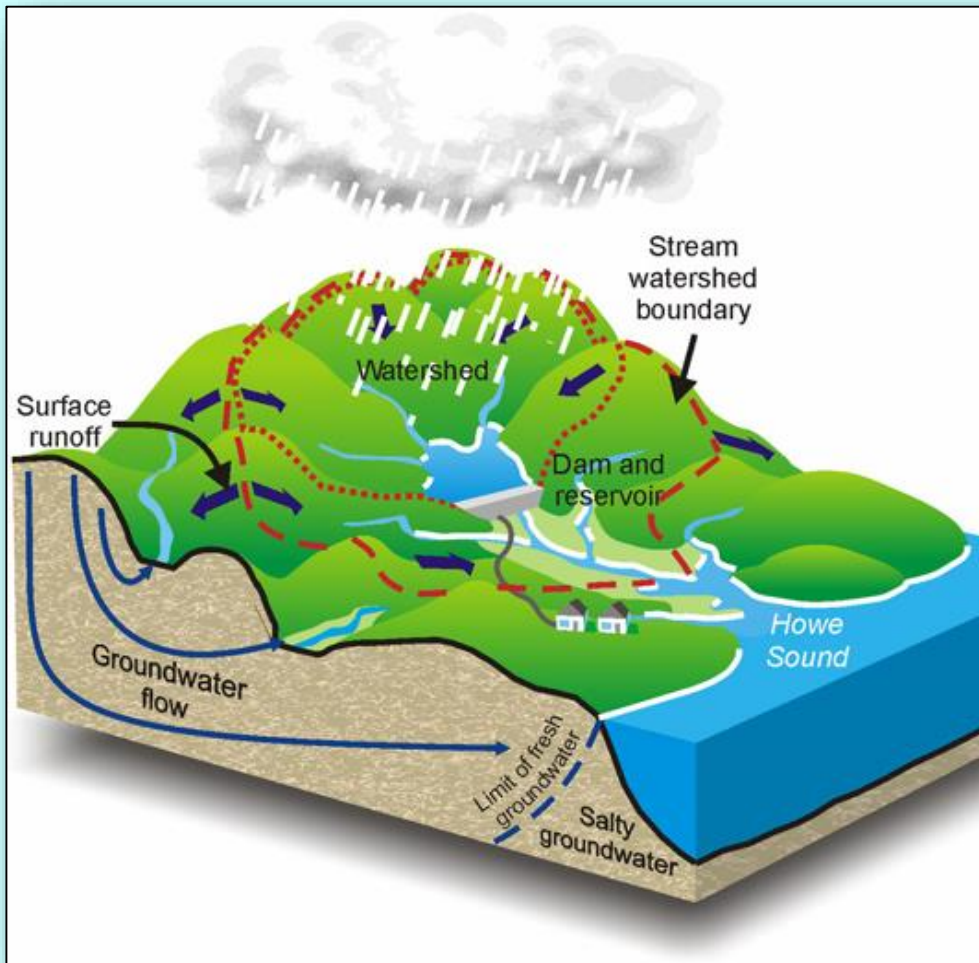
- 1) Bacia Hidrográfica
- 2) Canais Fluviais
- 3) Formas Deposicionais
(Planícies de Inundação, Terraços Fluviais e Leques Aluviais)

1. Bacia Hidrográfica

Bacia hidrográfica é uma área da superfície terrestre que drena água e sedimentos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial

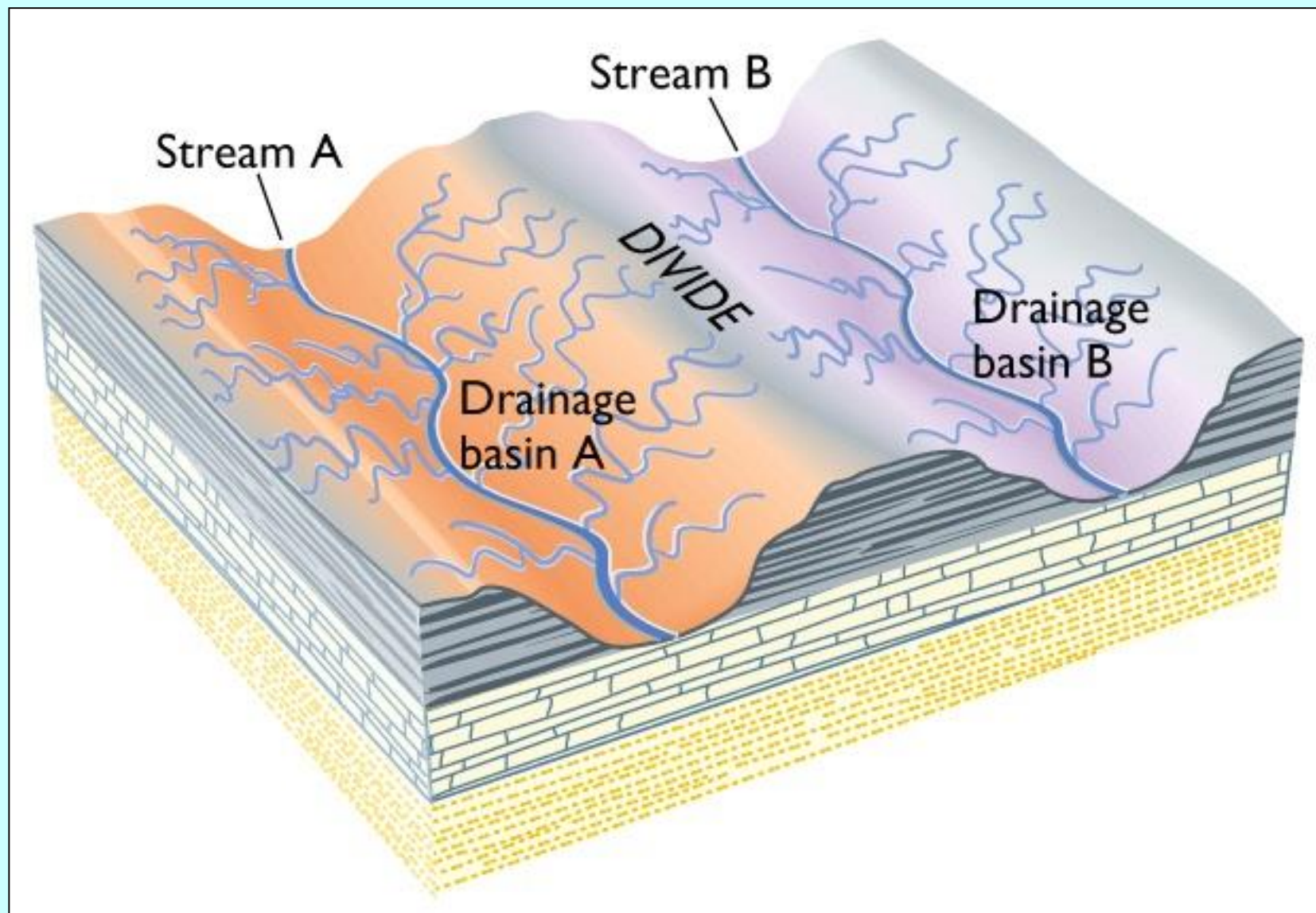


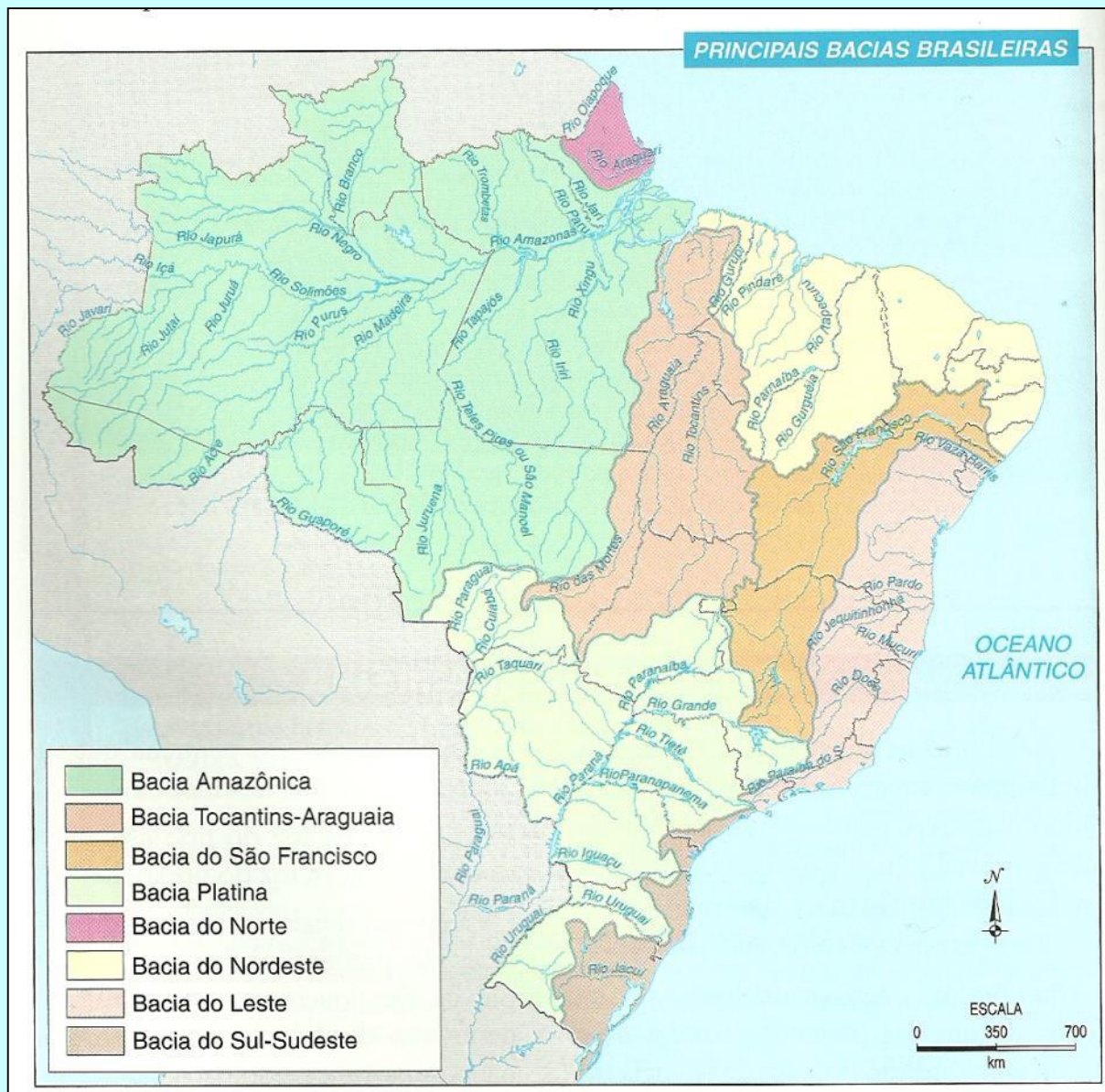
1. Bacia Hidrográfica



- O limite de uma bacia de drenagem é conhecido como divisor de drenagem ou divisor de águas
- Uma determinada paisagem pode conter um certo número de bacias drenando para um reservatório terminal comum (oceanos, lagos).

1. Bacia Hidrográfica





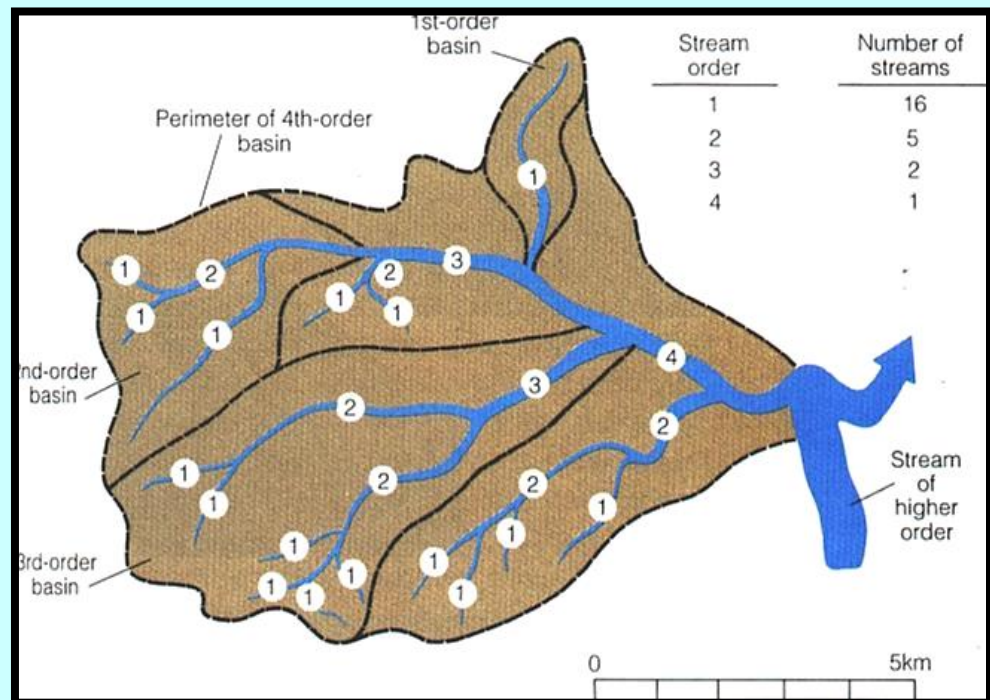
1. Bacia Hidrográfica



JOHN PLAYFAIR (1748-1819)

- Matemático e Filósofo

Divulgou as idéias de Hutton: *Illustrations of the Huttonian theory of the Earth/1802*

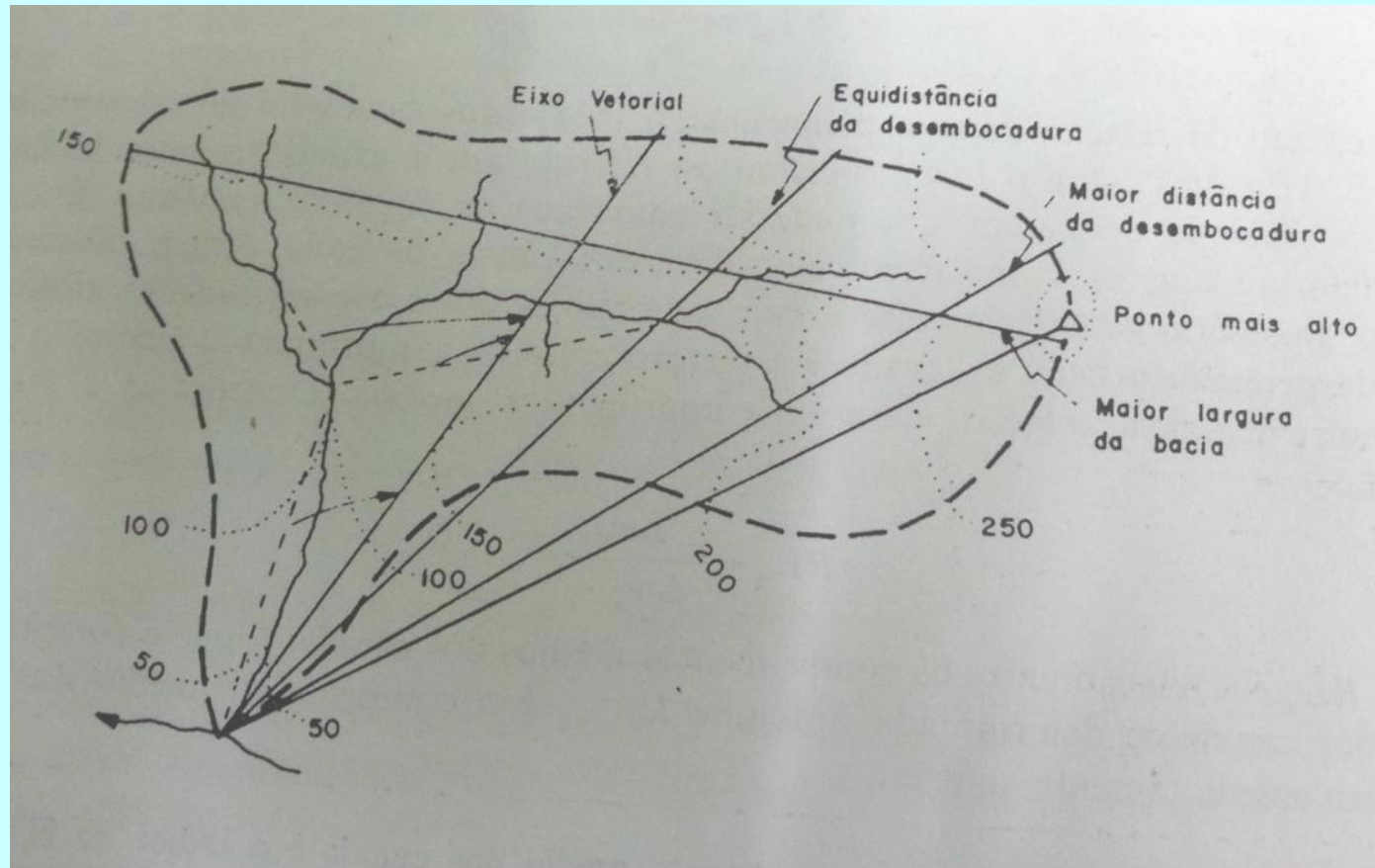


- Lei das confluências concordantes na rede de drenagem ou Lei de Playfair

1. Bacia Hidrográfica

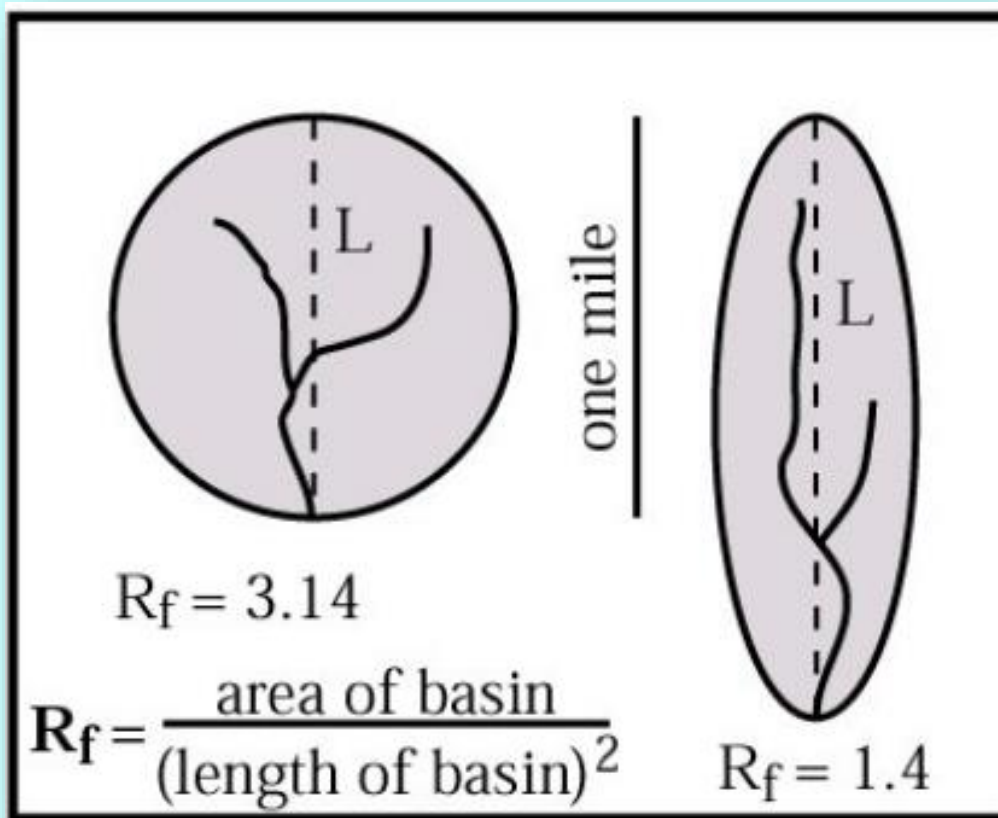
Área da Bacia (A): refere-se a toda área drenada pelo conjunto do sistema fluvial.

Comprimento da Bacia (L): pode ser medida de diferentes formas.



1. Bacia Hidrográfica

Forma da bacia: Relação entre a área da bacia e o comprimento da bacia



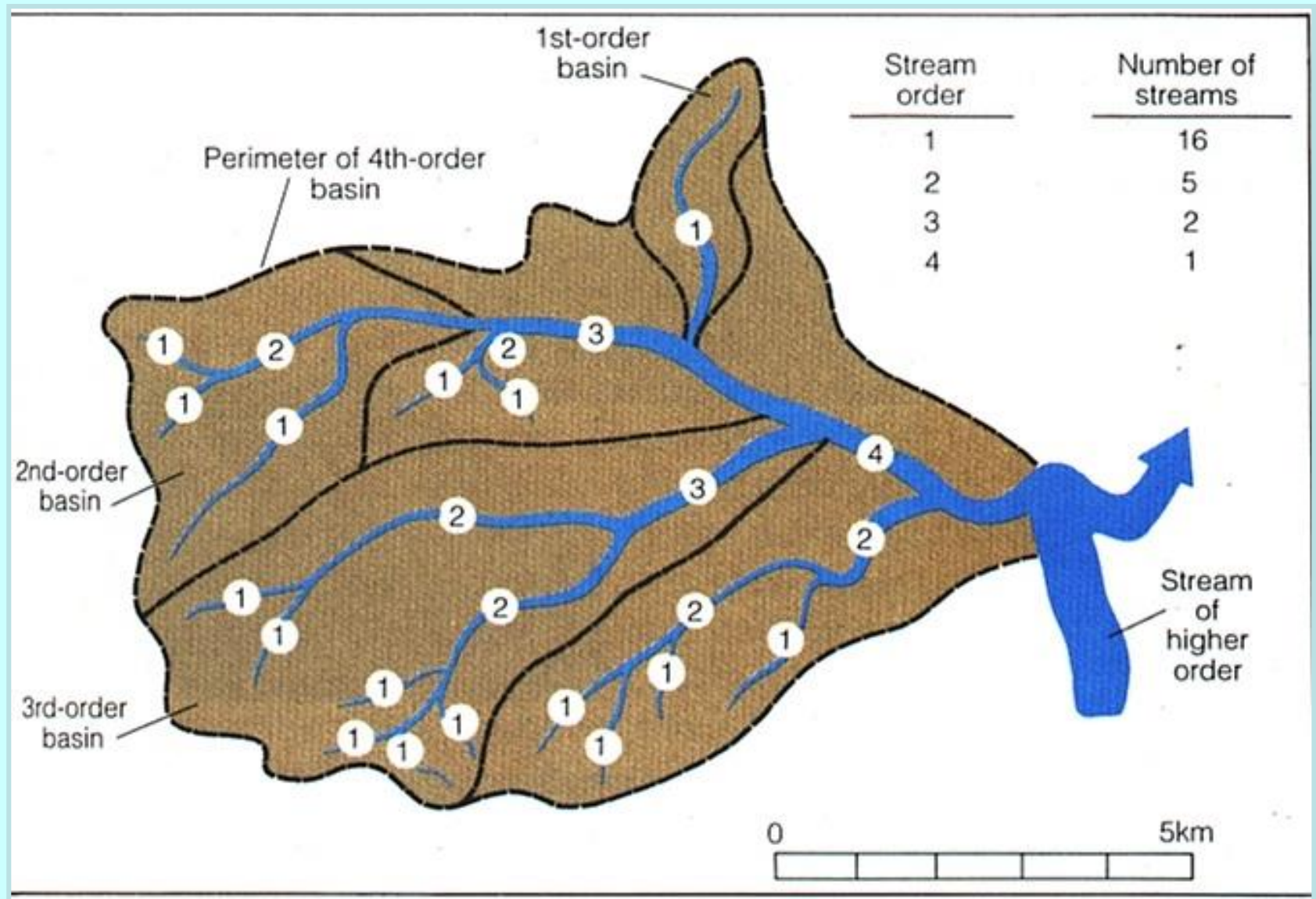
Índice de Circularidade (I_c): relação existente entre a área da bacia e a área do círculo de mesmo perímetro que ela.

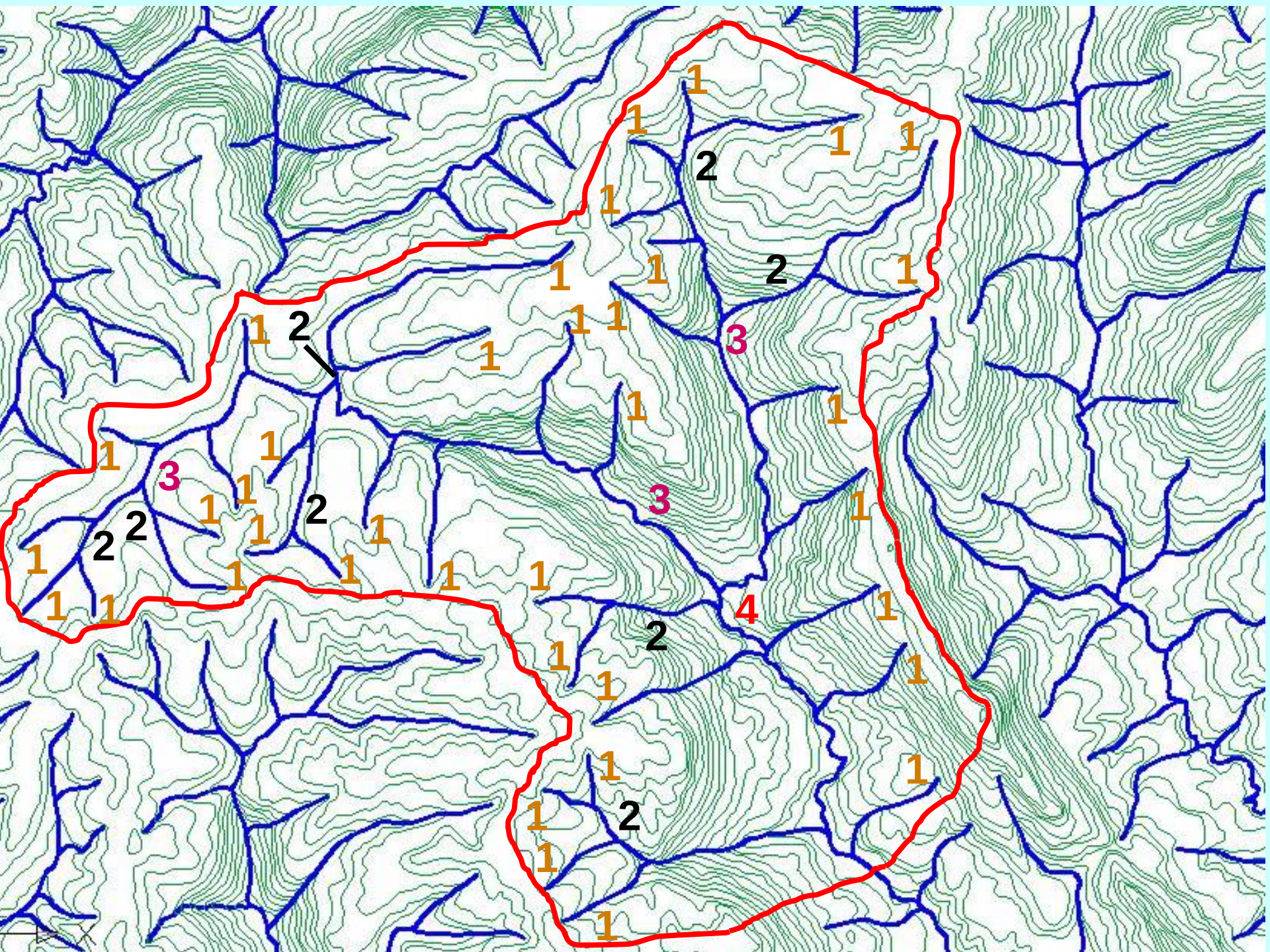
$$I_c = A/A_c$$

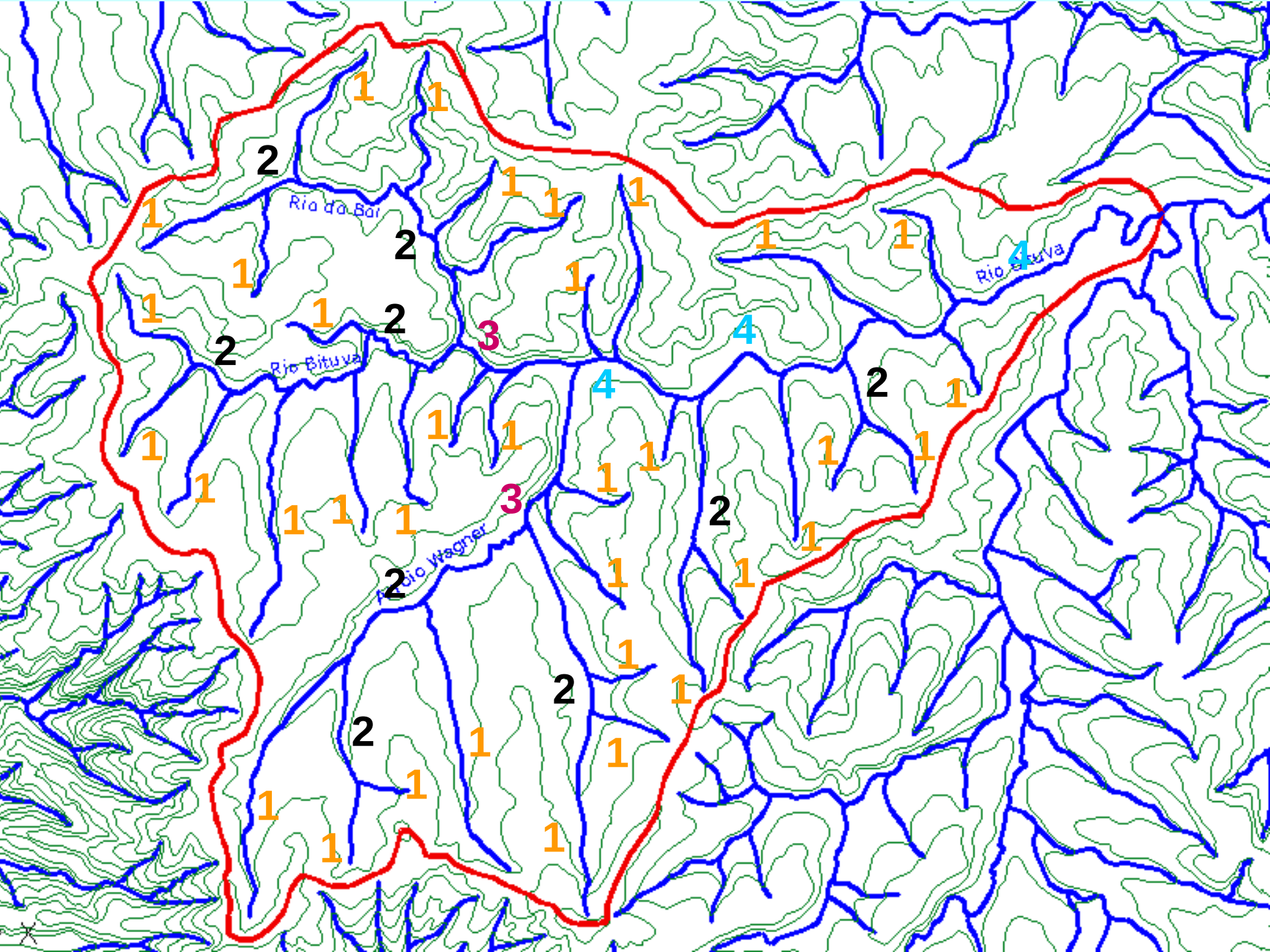
A: área da bacia

A_c : círculo correspondente ao perímetro da mesma.

1. Bacia Hidrográfica

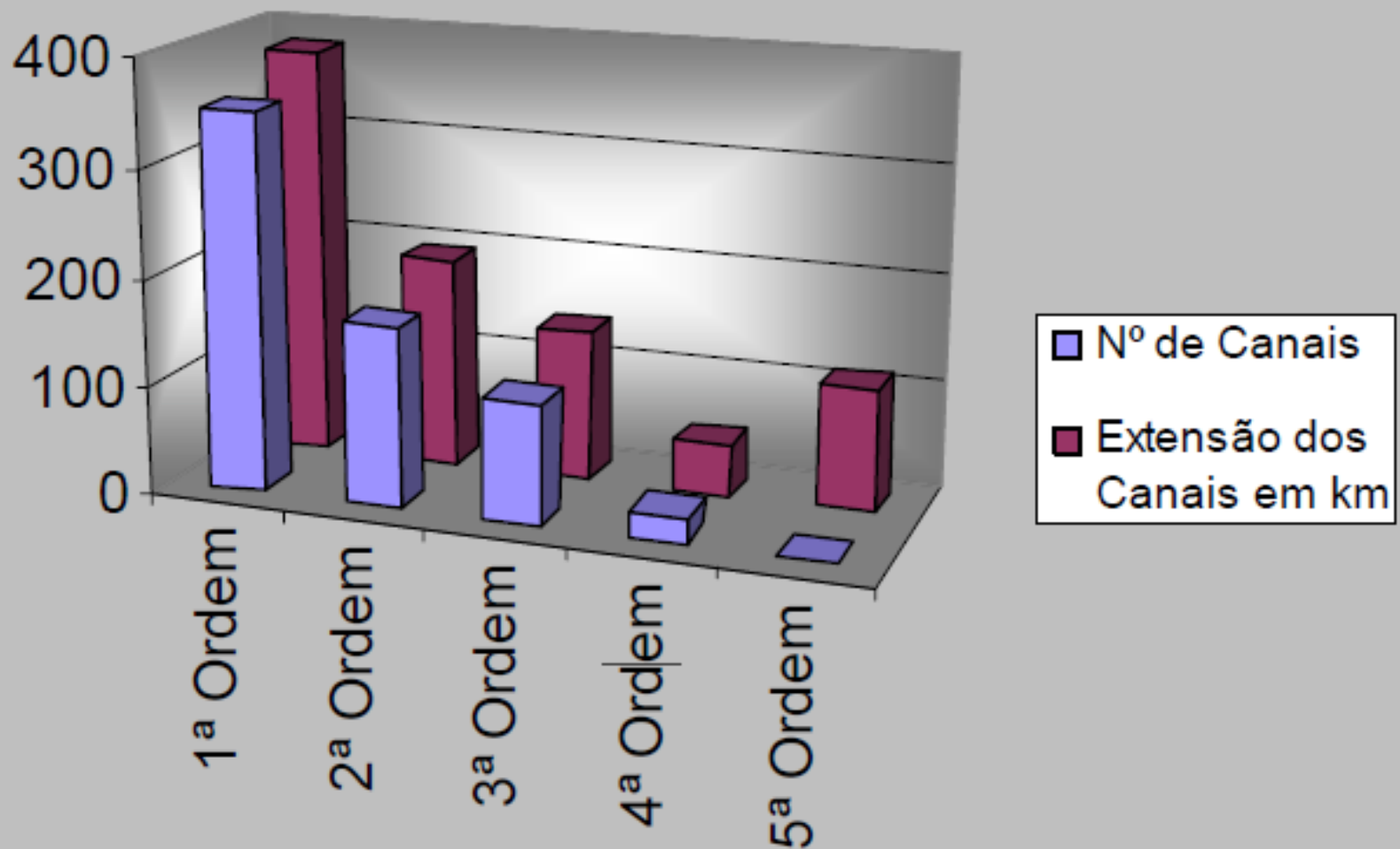






1. Bacia Hidrográfica

Hirarquia dos Canais Fluviais e Extensão em km de cada Ordem



1. Bacia Hidrográfica

Densidade de Drenagem (Dd) :

$$Dd = L_t/A$$

L_t : comprimento total dos canais

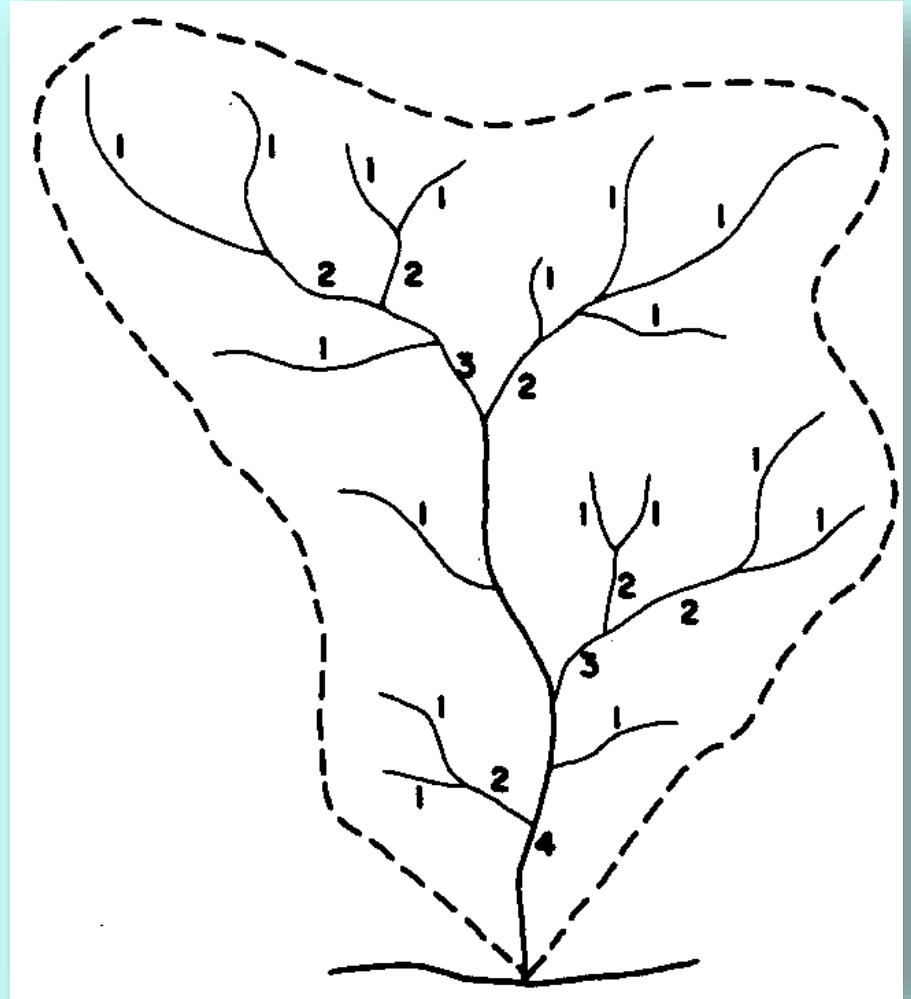
A: área da bacia

Densidade de rios (Dr):

$$Dr = N/A$$

N: número de canais

A: área da bacia



1. Bacia Hidrográfica

DRAINAGE DENSITY



underlain by silty clay
-high runoff potential
-high drainage density

underlain by porous material
-lower runoff potential
-lower drainage density

1. Bacia Hidrográfica

Quanto maior a densidade de drenagem, mais rápido a água chegará às drenagens, intensificando as cheias na bacia. Pode ser classificada em **baixa, mediana, alta e muito alta**

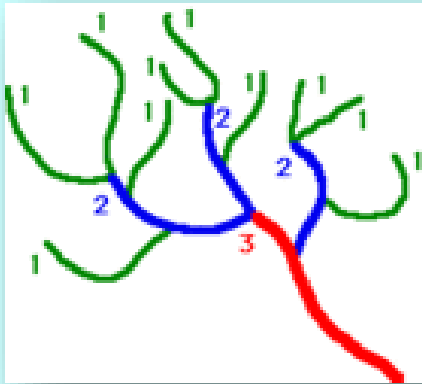
Valores de Dd	Qualificação da Dd
$< 0,50$	Baixa
$0,50 - 2,00$	Mediana
$2,01 - 3,50$	Alta
$> 3,50$	Muito Alta

1. Bacia Hidrográfica

Relação de Bifurcação (R_b) = $N_w / N_w + 1$

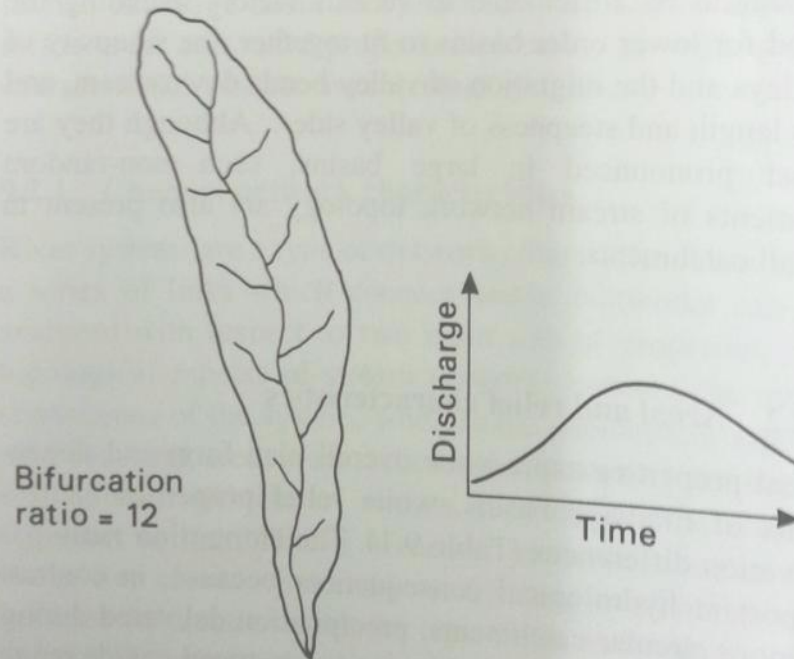
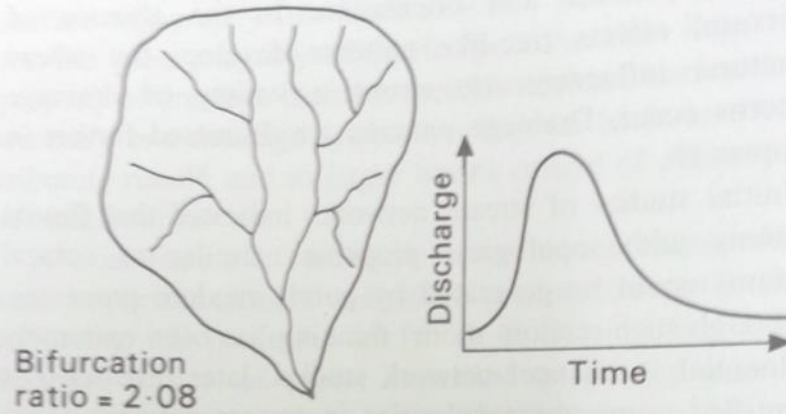
N_w : número total de seguimentos de determinada ordem e

$N_w + 1$: número total de segmentos da ordem imediatamente superior



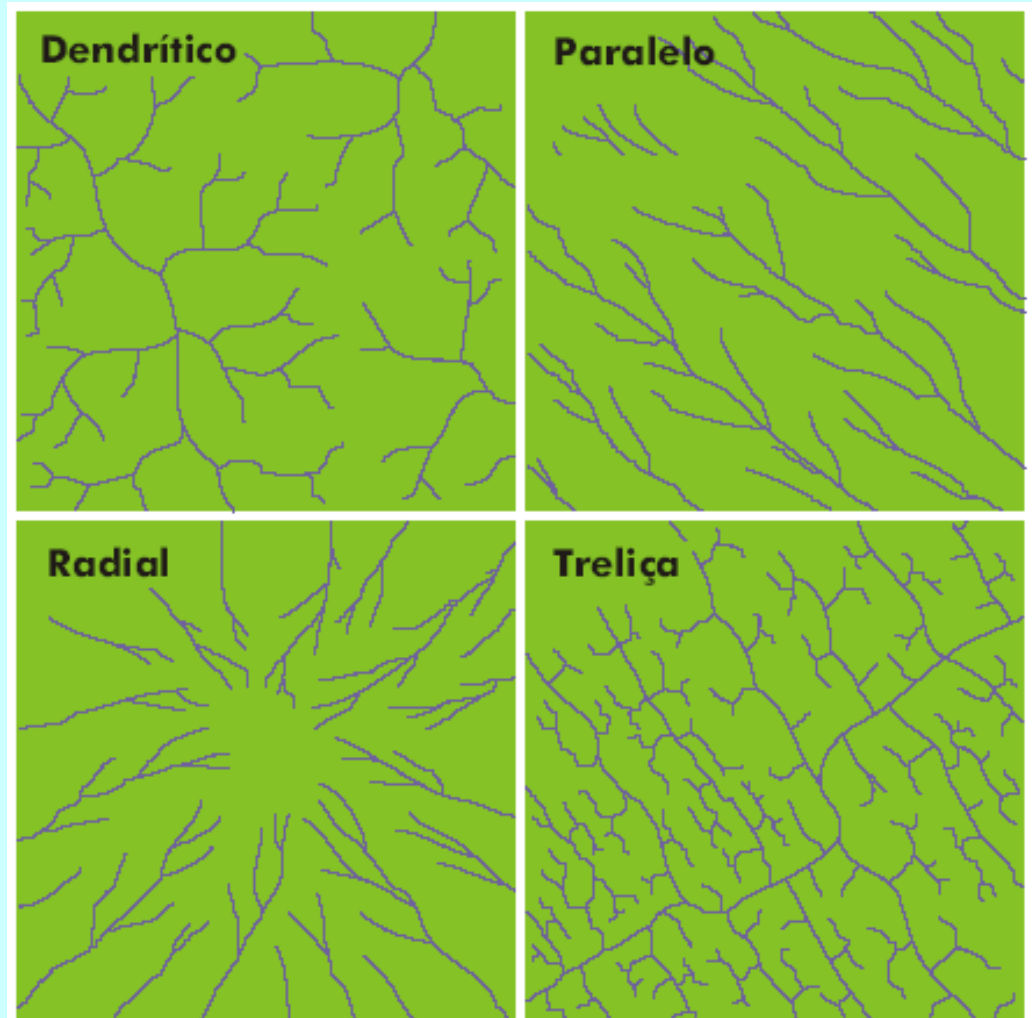
Order	Number of Segments	Bifurcation Ratio
1	10	3.33 3.00
2	3	
3	1	

1. Bacia Hidrográfica



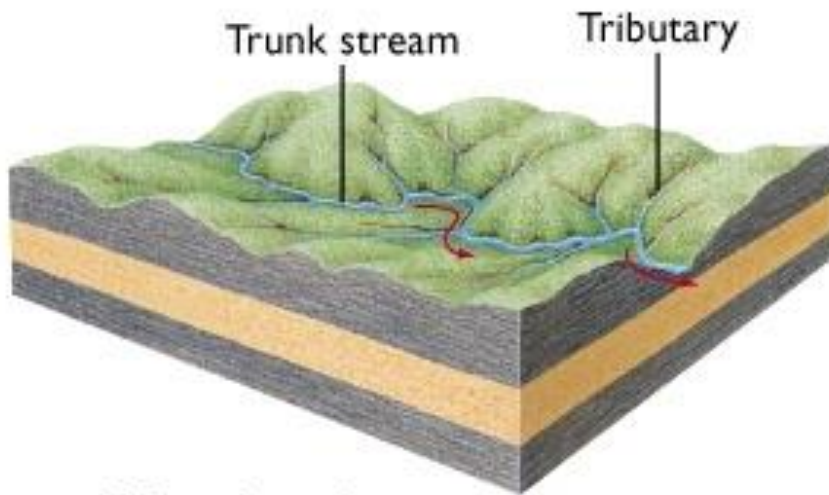
1. Bacia Hidrográfica

Padrões de drenagem:
arranjo espacial dos cursos
fluviais influenciados em
sua atividade morfogenética
por características
litológicas e pela evolução
geomorfológica



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

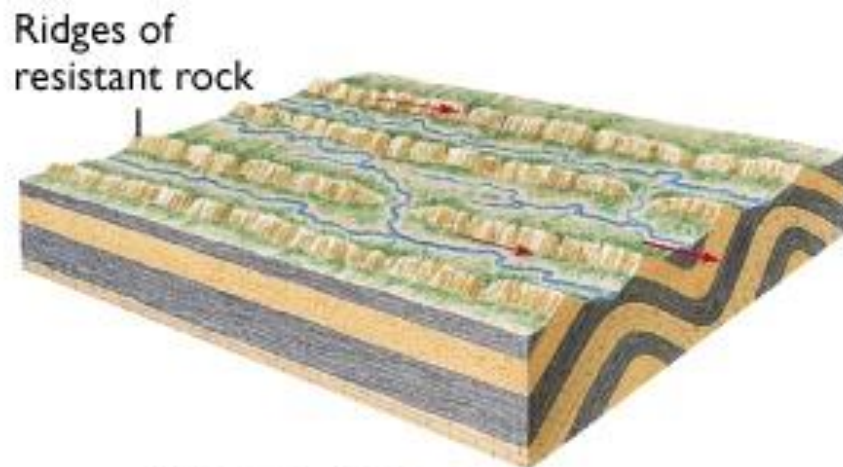
1. Bacia Hidrográfica



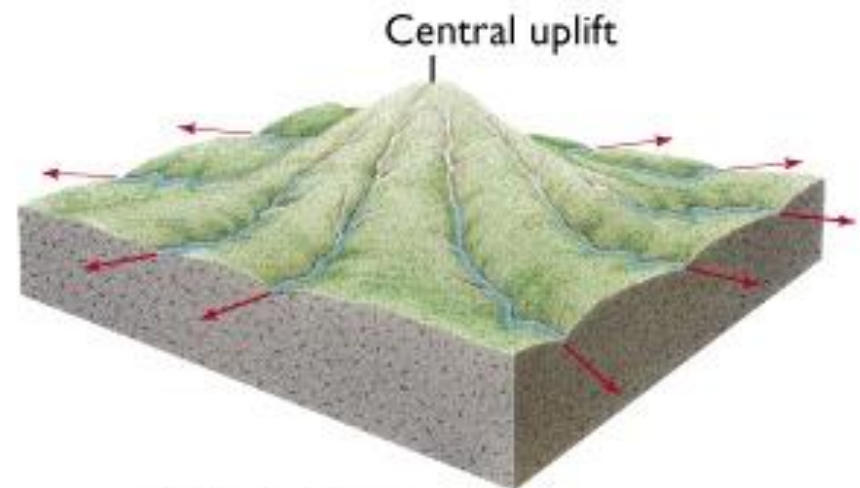
(a) Dendritic drainage



(b) Rectangular drainage



(c) Trellis drainage

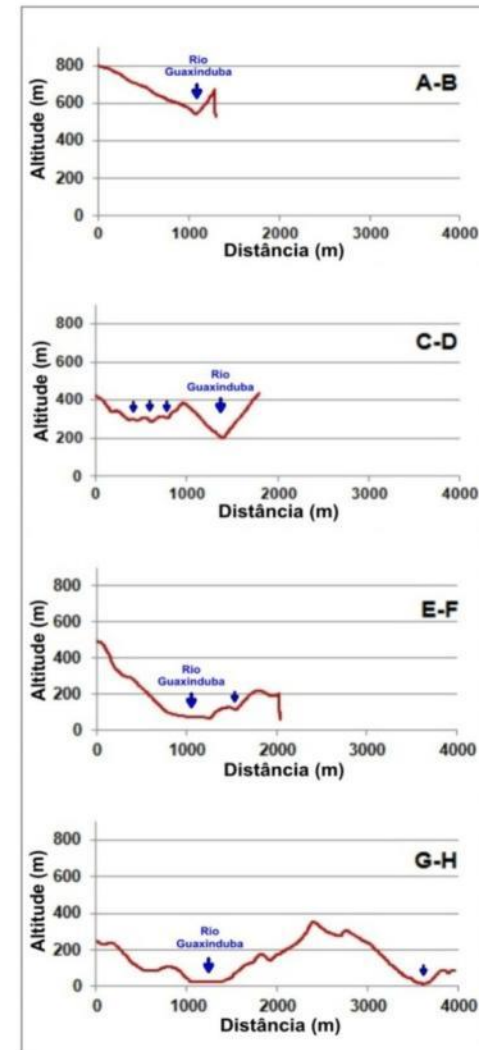
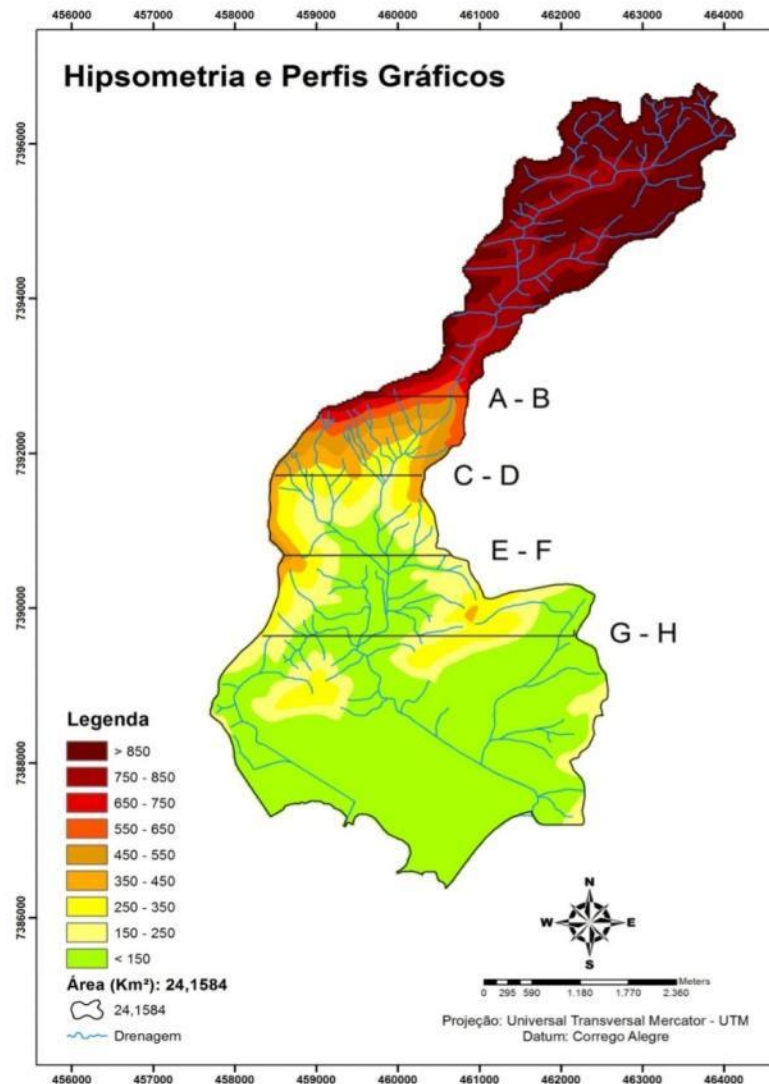


(d) Radial drainage

1. Bacia Hidrográfica

Simetria/Assimetria de Talvegue: a assimetria/simetria de talvegue é importante para indicar diferenças quanto ao tempo de infiltração e escoamento, podendo ser obtido através de perfis transversais na bacia estudada.

1. Bacia Hidrográfica



TAMANHO DOS DEPÓSITOS

Blocos Maiores

↕

Blocos Menores

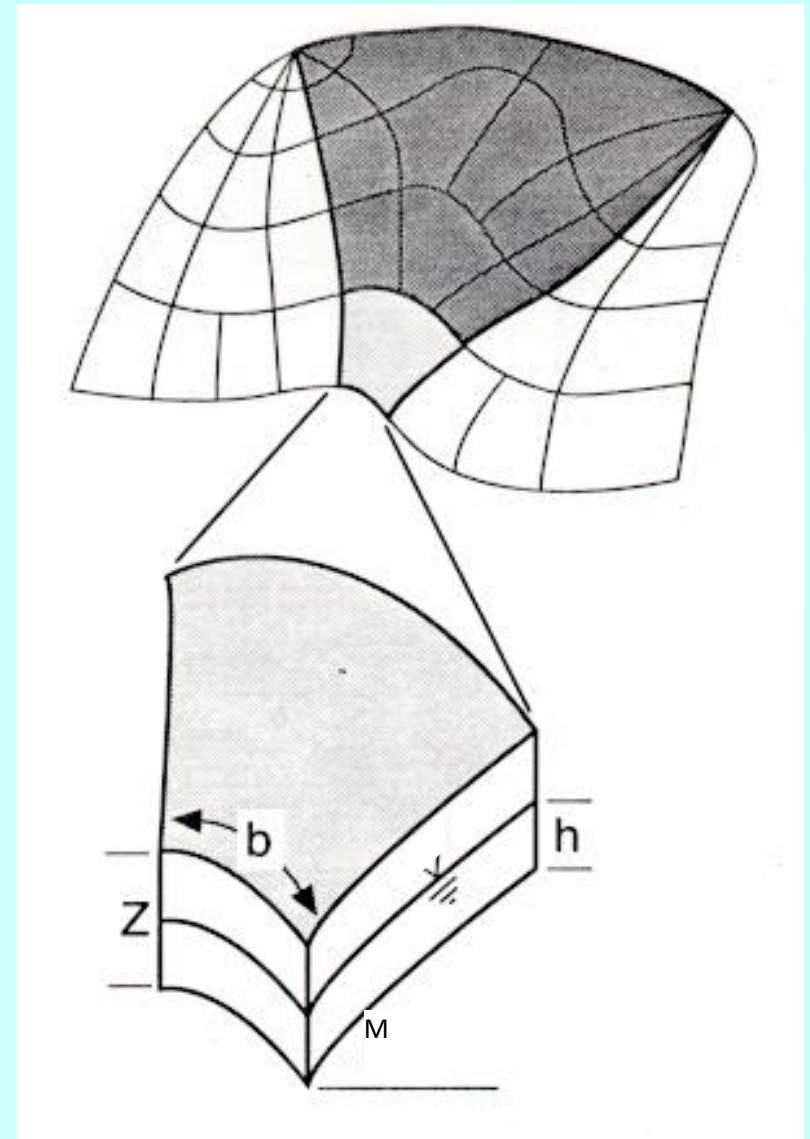
2. Bacia Hidrográfica

Hipsometria: demonstra as variações altimétricas da bacia, podendo influenciar no transporte e deposição dos sedimentos, podendo ser verificada a partir da elaboração de mapa hipsométrico e perfil longitudinal do rio principal.

1. Bacia Hidrográfica

A região a montante do ponto de análise, possuindo comprimento **b**, delimitada pelas linhas de maior gradiente, perpendiculares às curvas de nível, é denominada de **área de contribuição (a)** para uma determinada célula.

A área sombreada (área de contribuição) refere-se à área drenada acumulada a montante (**a**) que passa pelo comprimento de contorno unitário (**b**).



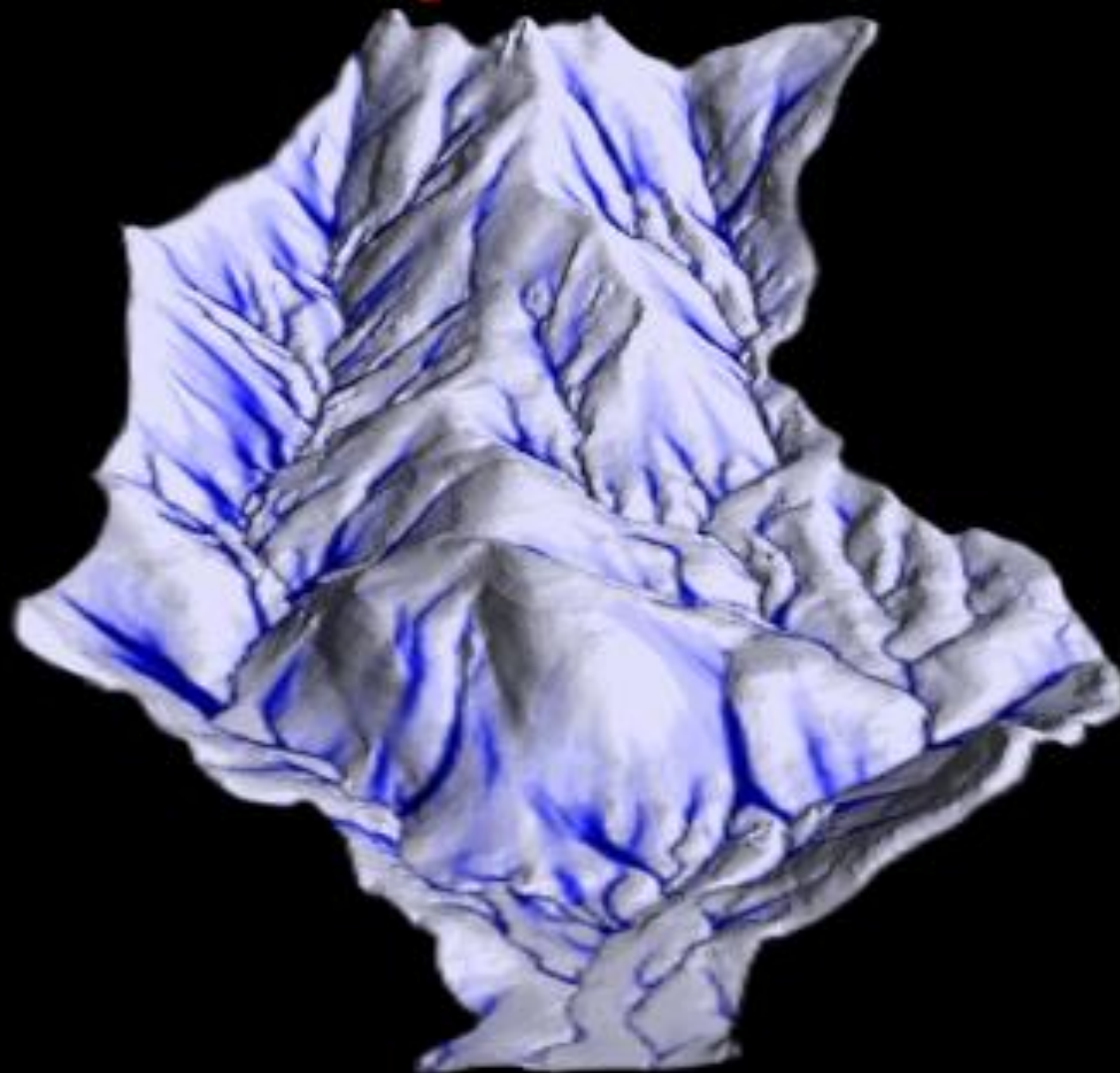
(modificado de Dietrich e Montgomery, 1994)

1. Bacia Hidrográfica



1. Bacia Hidrográfica

Mapa de Área de Contribuição (*ArcInfo*) (Resultado)

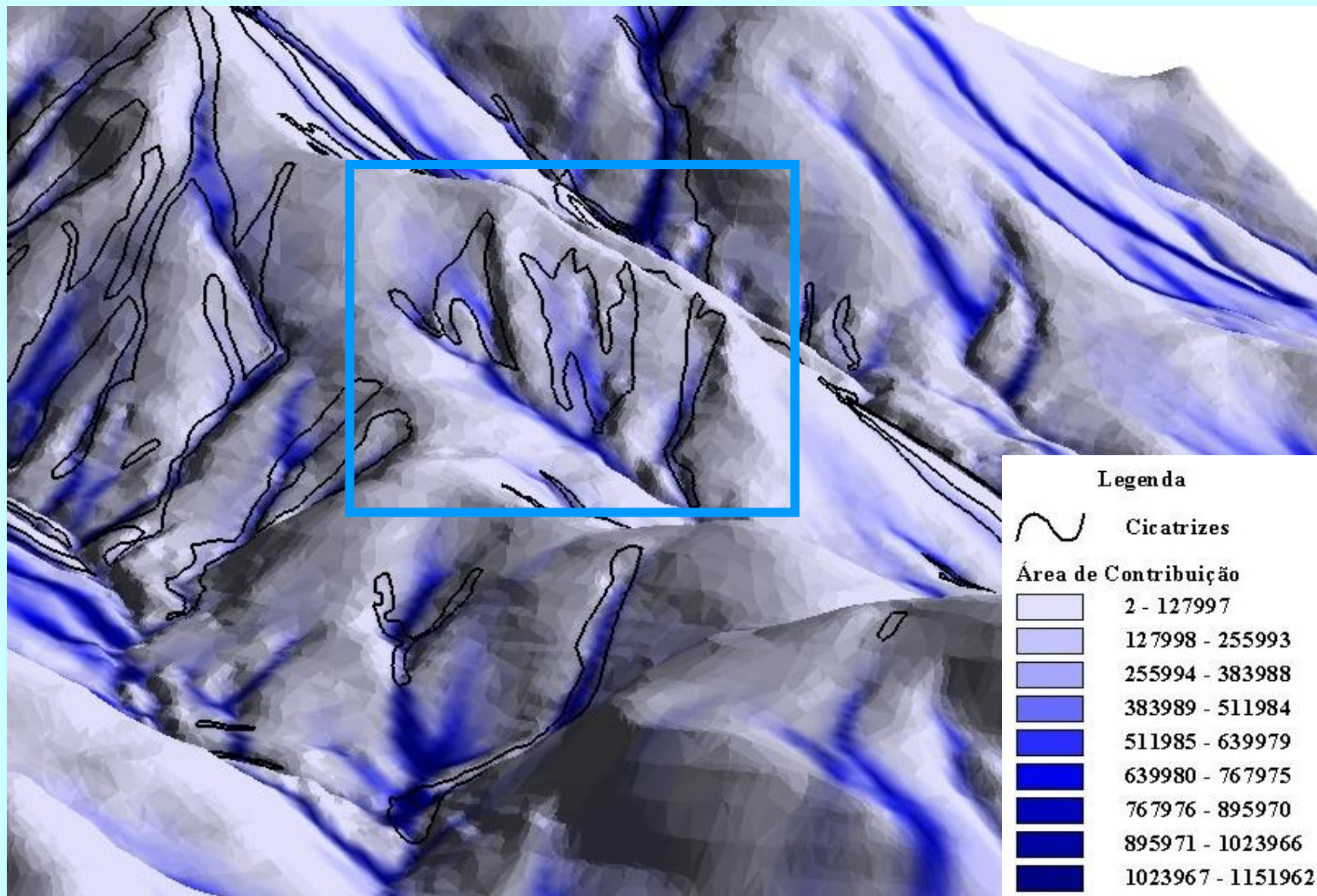


Área de Contribuição (m²)

2 - 119929
119930 - 239856
239857 - 359783
359784 - 479710
479711 - 599638
599639 - 719565
719566 - 839492
839493 - 959419
959420 - 1079347



1. Bacia Hidrográfica



1. Bacia Hidrográfica

Flow Direction (Direção do Fluxo): Cada pixel é potencialmente cercado por oito pixels vizinhos.

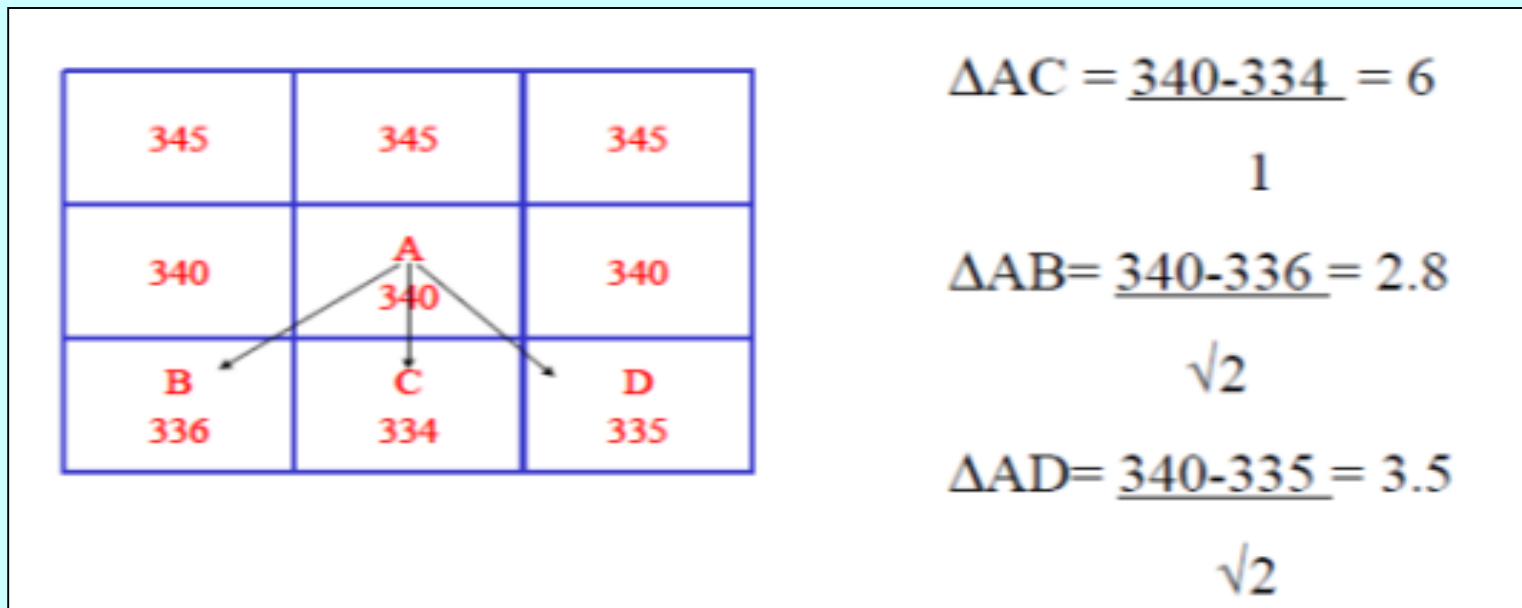
A inclinação de cada uma destas oito direções pode ser calculada tomando-se a diferença em elevação indicada pelo valor de DEM para cada um destas oito localidades vizinhas e do valor no pixel a ser examinado.

**CÁLCULO DE FLUXO PELO ALGORITMO D8 – ARCGIS:
CÁLCULO PELO ALGORITMO DE FLUXO MÚLTIPLO (QUINN)**

1. Bacia Hidrográfica

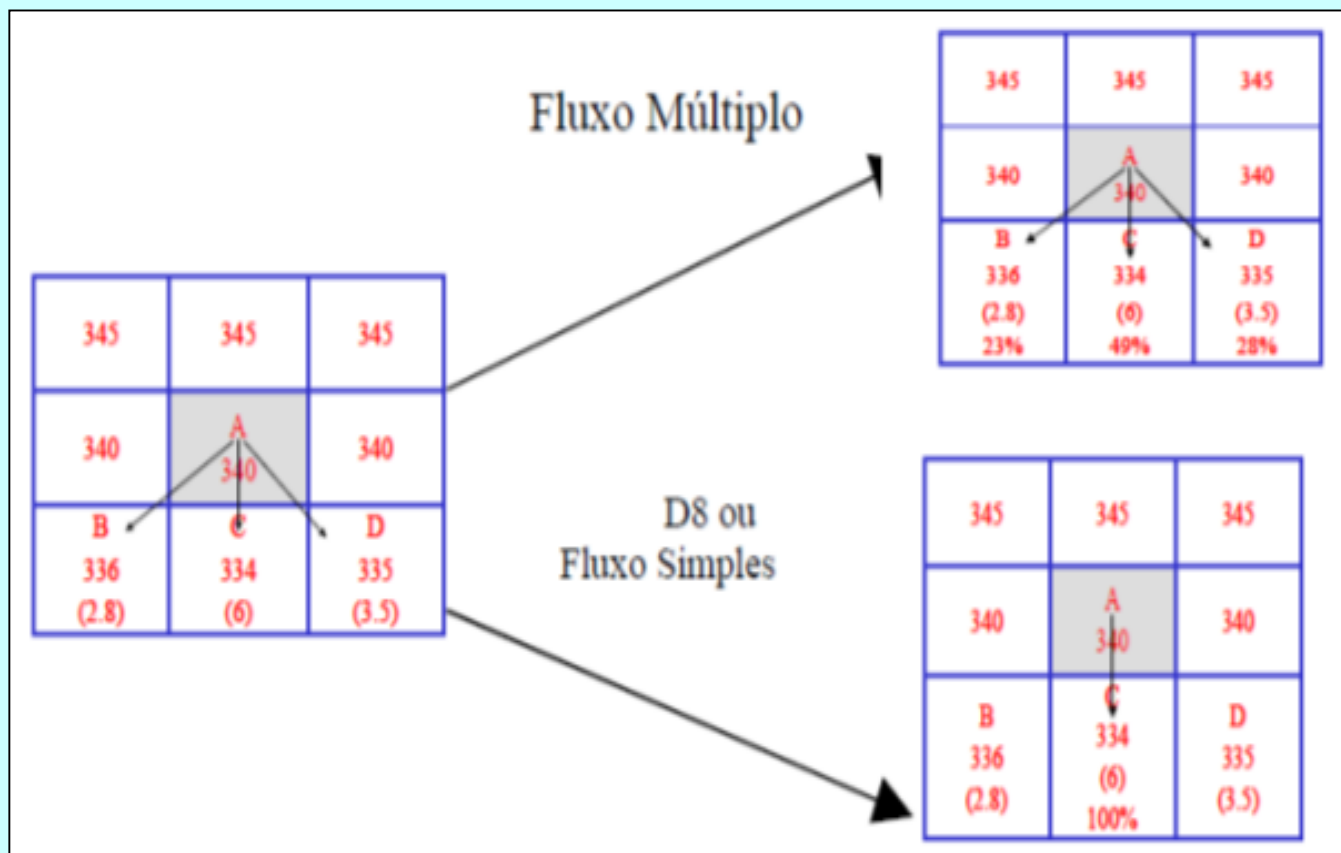
CÁLCULO DE FLUXO PELO ALGORITMO D8 – ARCGIS: Toda a água flui encosta abaixo para áreas de menor elevação e que o fluxo assume o caminho de maior declividade

A direção do fluxo é calculada dividindo a diferença de altitude entre as células pela distância do centro de cada *grid*. O fluxo tende a assumir a direção de maior diferença entre dois locais da encosta.



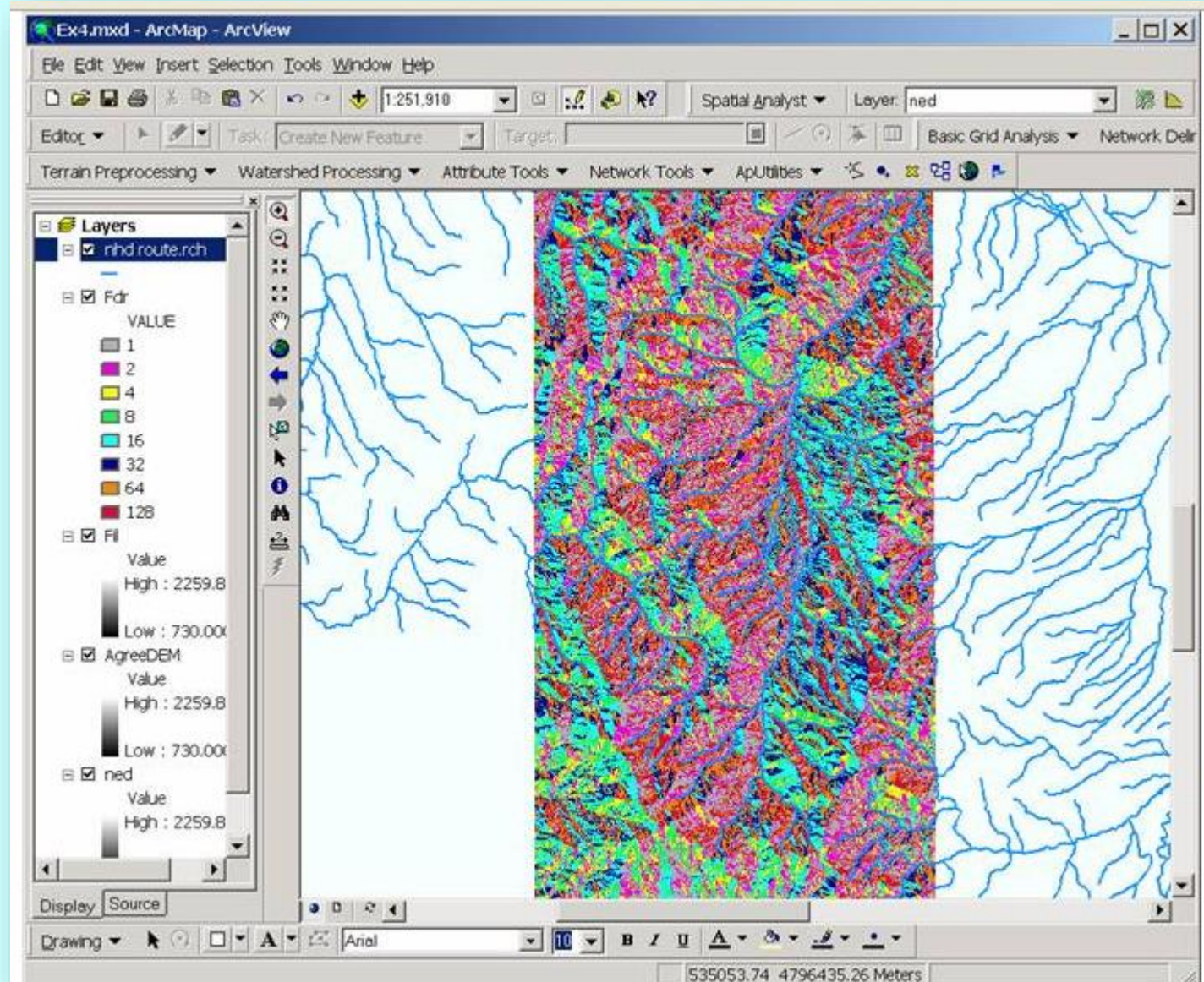
1. Bacia Hidrográfica

CÁLCULO PELO ALGORITMO DE FLUXO MÚLTIPLO (QUINN): Metodologia em que a fração do fluxo transferida para cada célula a jusante da célula central. Há uma distribuição proporcional do fluxo entre as células localizadas a jusante, de acordo com a declividade local

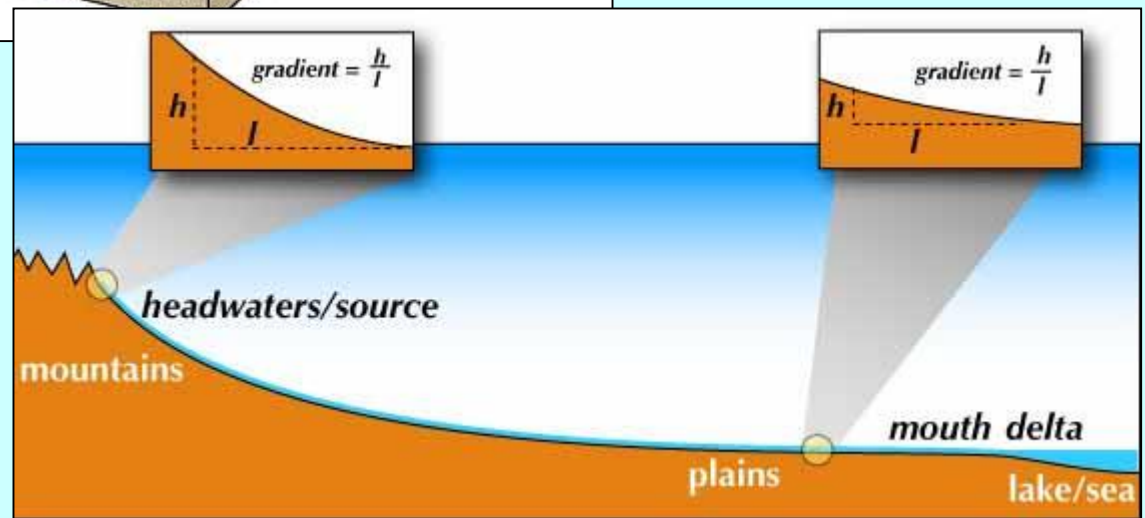
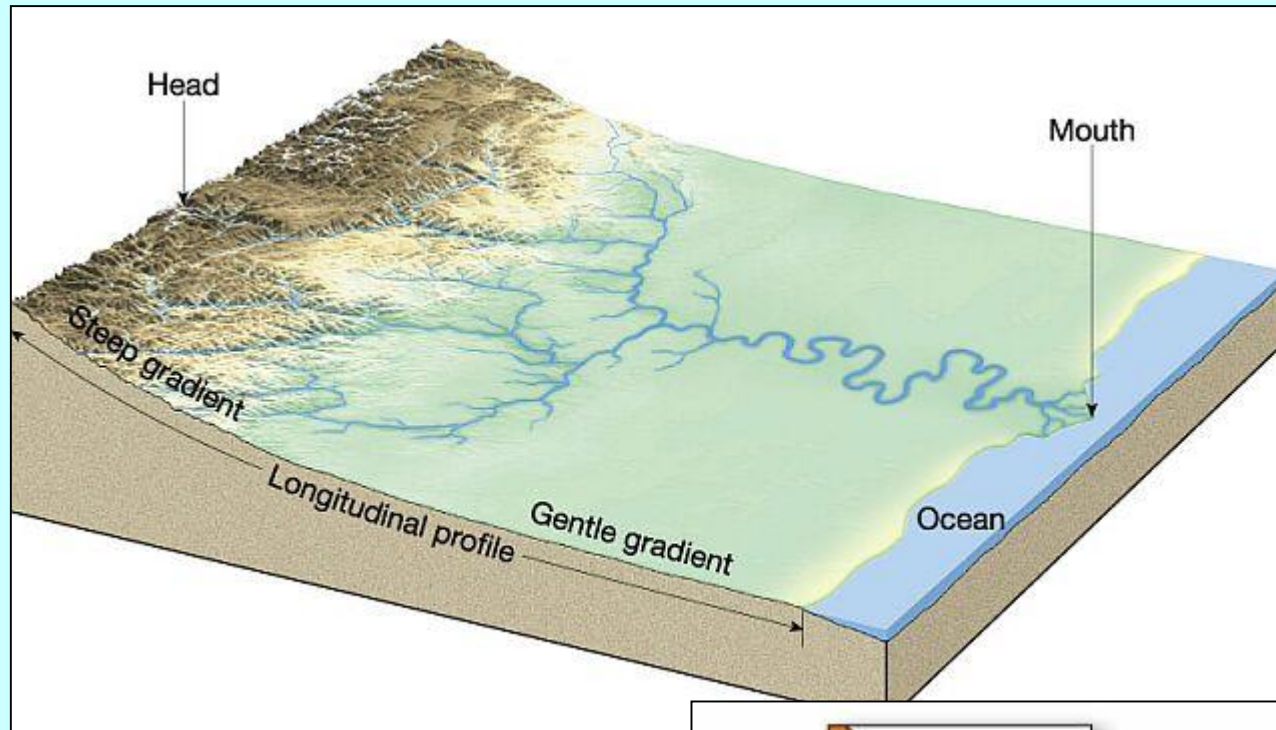


Quinn *et al.* (1993)
RABACO (2005)

1. Bacia Hidrográfica

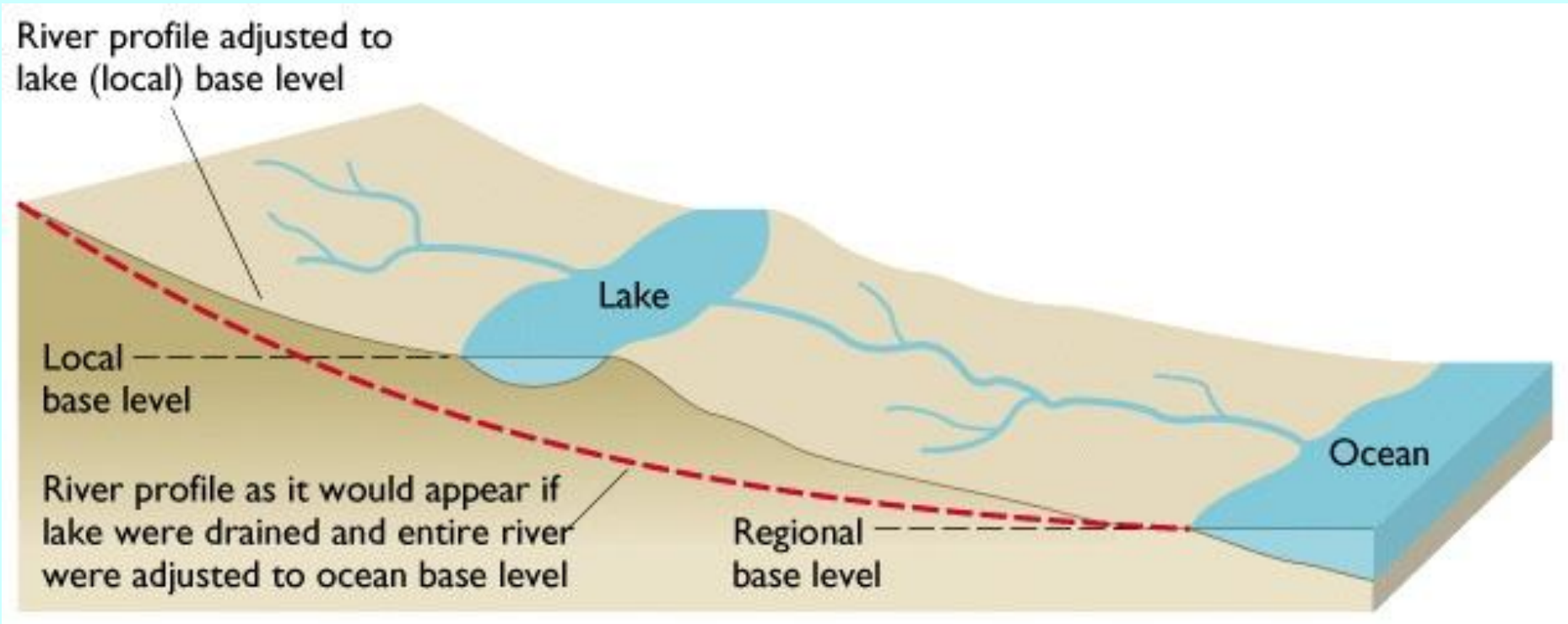


2. Canais Fluviais

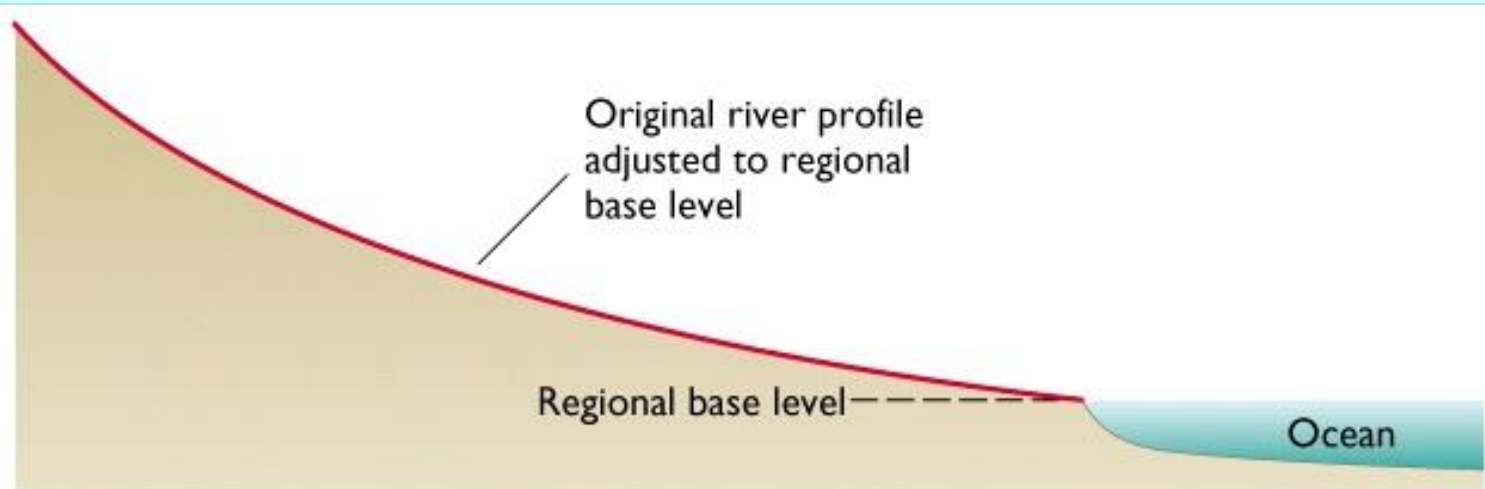


2. Canais Fluviais

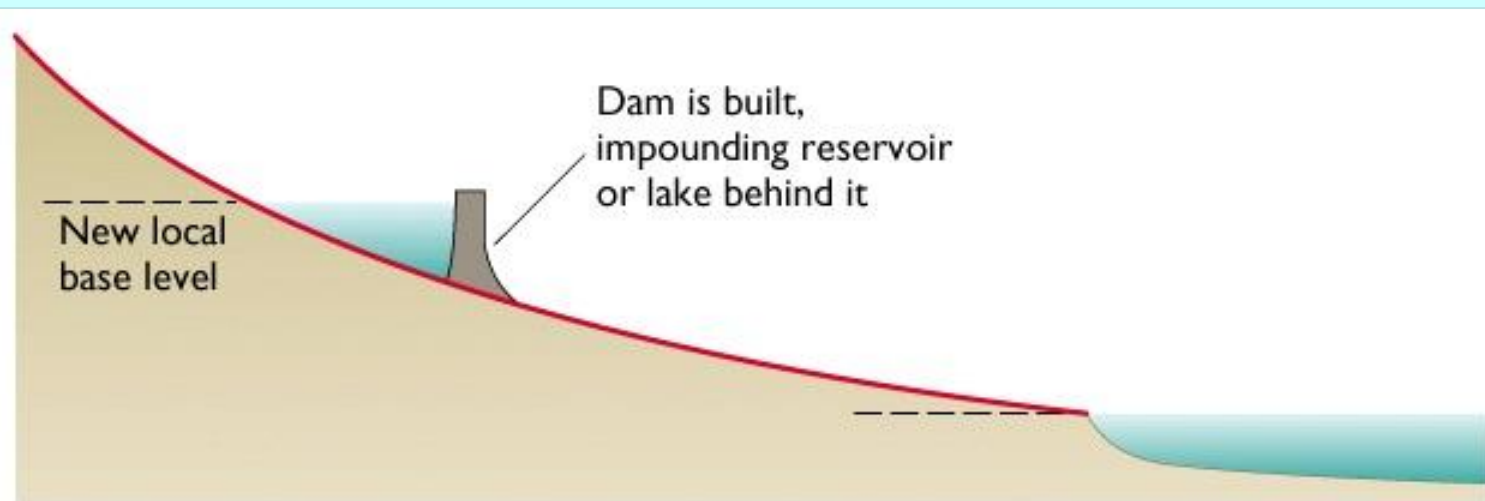
Papel do Nível de Base no Perfil Longitudinal



2. Canais Fluviais

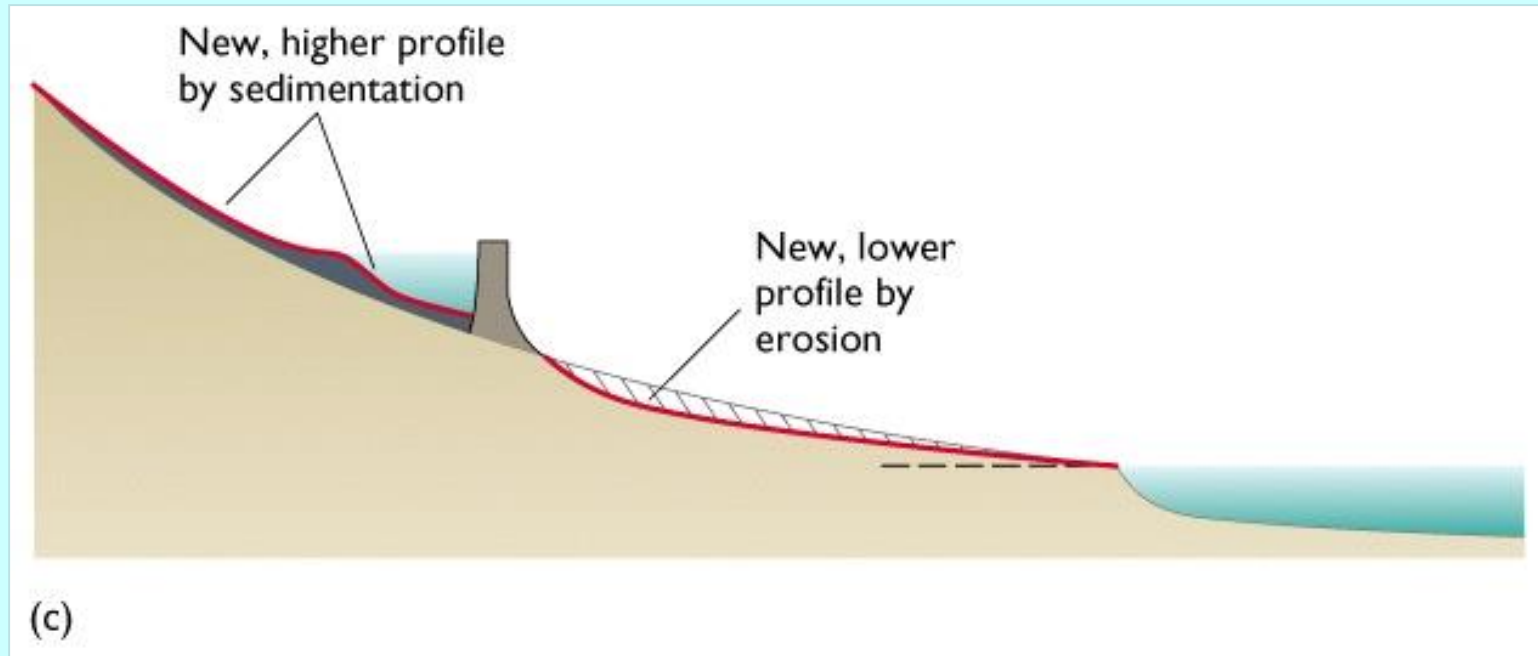


(a)



(b)

2. Canais Fluviais



2. Canais Fluviais

Três tipos de Canais: *Canais rochosos*, Canais Aluviais, Canais semi-controlados (rochas ou alúvios resistentes)



Chapada dos Veadeiros

2. Canais Fluviais

Death Valley National Park



2. Canais Fluviais

Tipos de leito - corresponde ao espaço ocupado pelo escoamento das águas e pode ser dividido em:

Leito de vazante: utilizado para o escoamento das águas baixas.

Leito menor: bem delimitado, encaixado entre as margens. O escoamento das águas nesse leito tem a frequência suficiente para impedir o crescimento da vegetação.

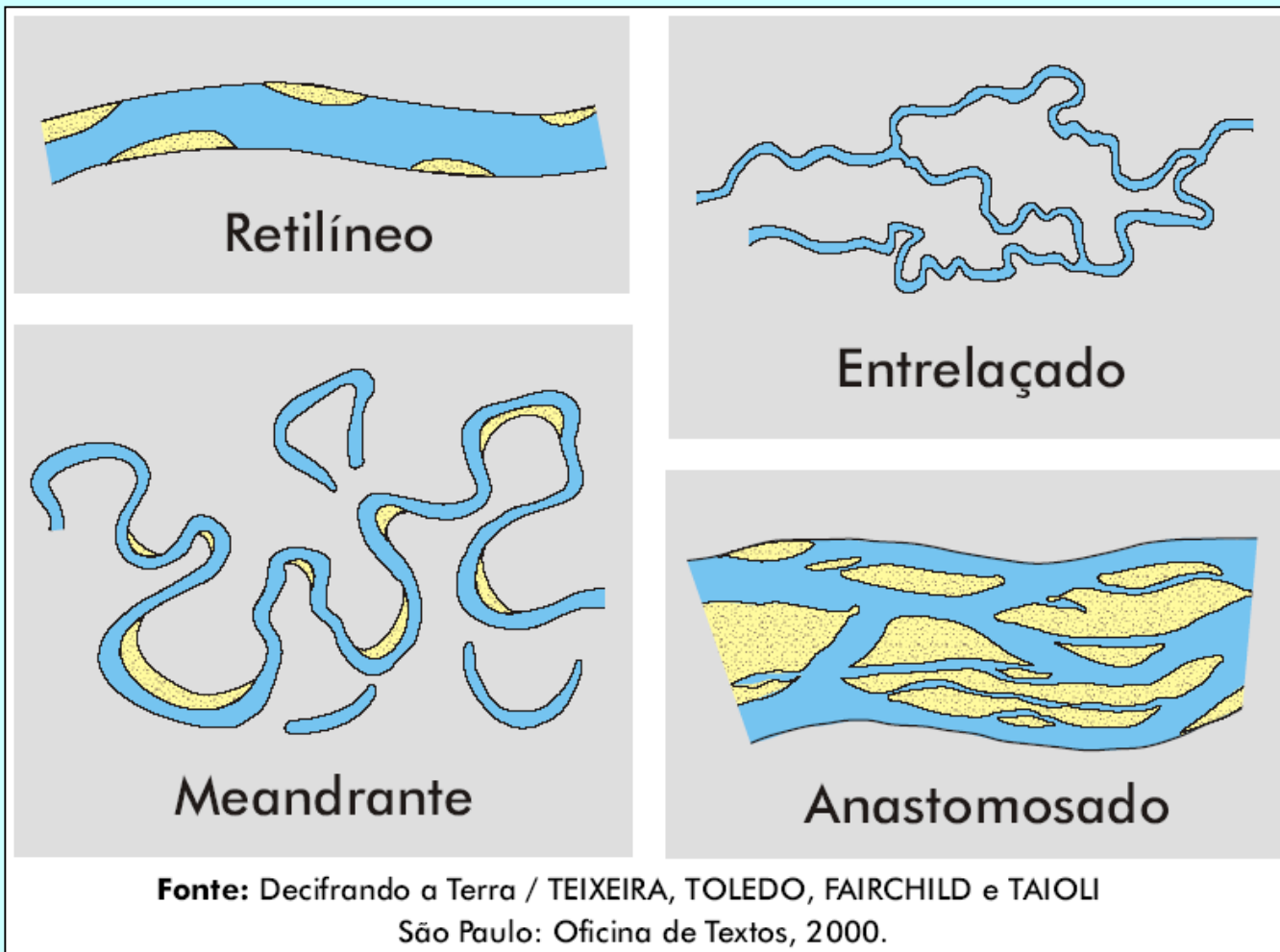
Leito maior (planície de inundação): regularmente ocupado pelas cheias (periódico ou sazonal) ou em intervalos irregulares (excepcional)

2. Canais Fluviais

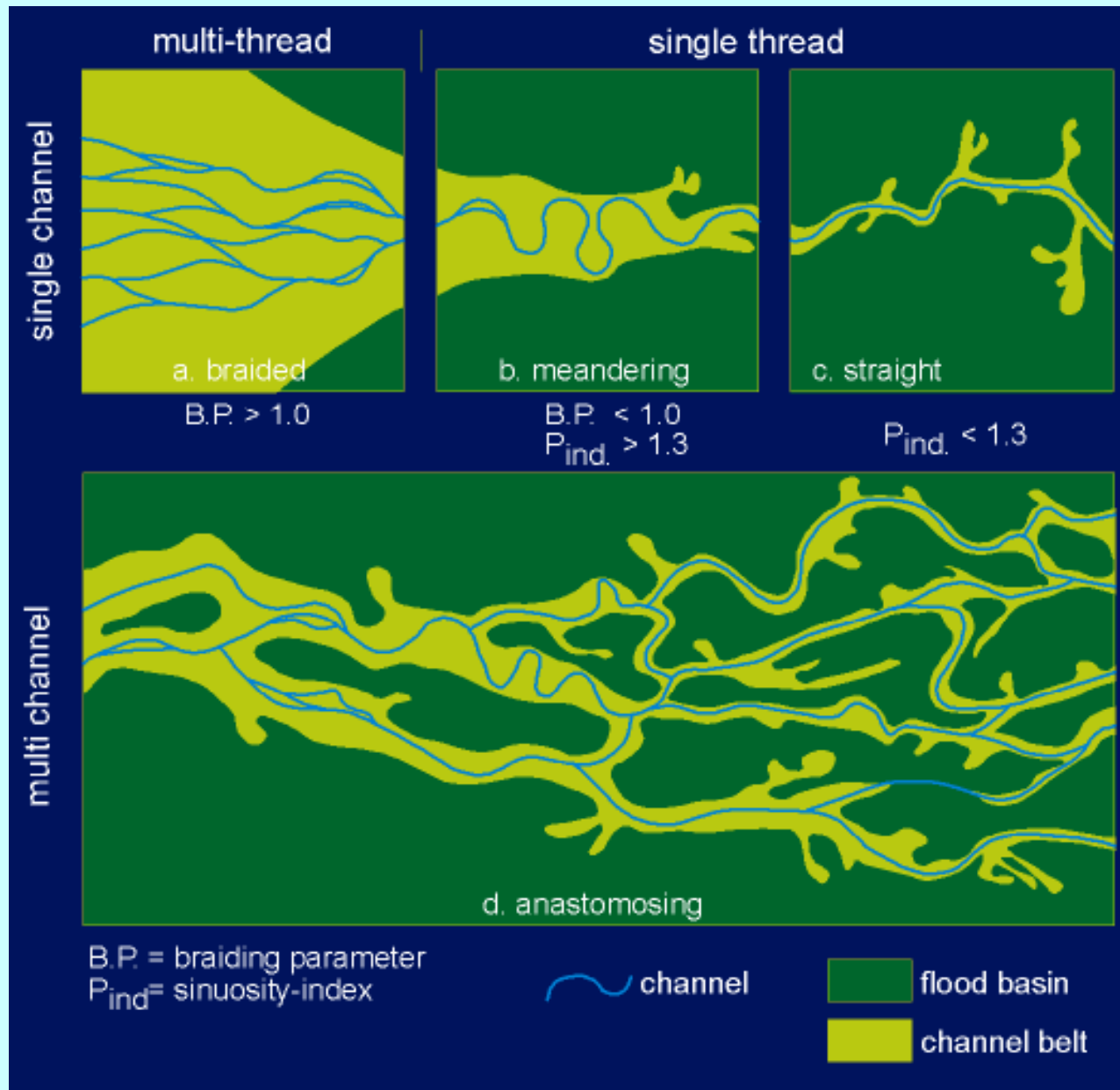


2. Canais Fluviais

Tipos de canais - a fisionomia que o canal exibe ao longo do seu perfil longitudinal é descrita como:



2. Canais Fluviais



2. Canais Fluviais

Canais Retilíneos: Os exemplos de canais retos são pouco frequentes, representando trechos de canais curtos, à exceção daqueles controlados por linhas tectônicas (linhas de falhas, diáclases ou fraturas)

A condição básica para a existência de um canal reto está associada a um leito rochoso homogêneo que oferece igualdade de resistência à ação das águas

Rio Paraíba do Sul



2. Canais Fluviais

Canais Anastomosados: apresentam grande volume de carga de fundo que ocasionam sucessivas ramificações, ou múltiplos canais que se subdividem e se reencontram, separados por ilhas assimétricas e barras arenosas

As ilhas são fixas ao fundo do leito mas as barras arenosas são bancos de detritos móveis carregados pelos cursos de água e ficam submersos durante as cheias.



Alaska.© Marli Miller, University of Oregon <http://www.geologyclass.org/Stream%20Concepts.htm/>

Franz Joseph River, South Island, New Zealand



3. Canais Fluviais

Canais Meândricos: São encontrados com frequência nas áreas úmidas cobertas por vegetação ciliar

Descrevem ***curvas sinuosas*** e possuem um único canal que transborda suas águas na época das cheias.

São distintos dos outros padrões pelo valor do índice de sinuosidade igual ou inferior a 1,5

Rio de las Chinas, Ultima Esperanza, Chile





Chachapoya (Peru)

<http://photography.nationalgeographic.com/photography/enlarge/green-landscape-haas.html>



<http://www.alaska-in-pictures.com/meandering-river-3404-pictures.htm>

2. Canais Fluviais

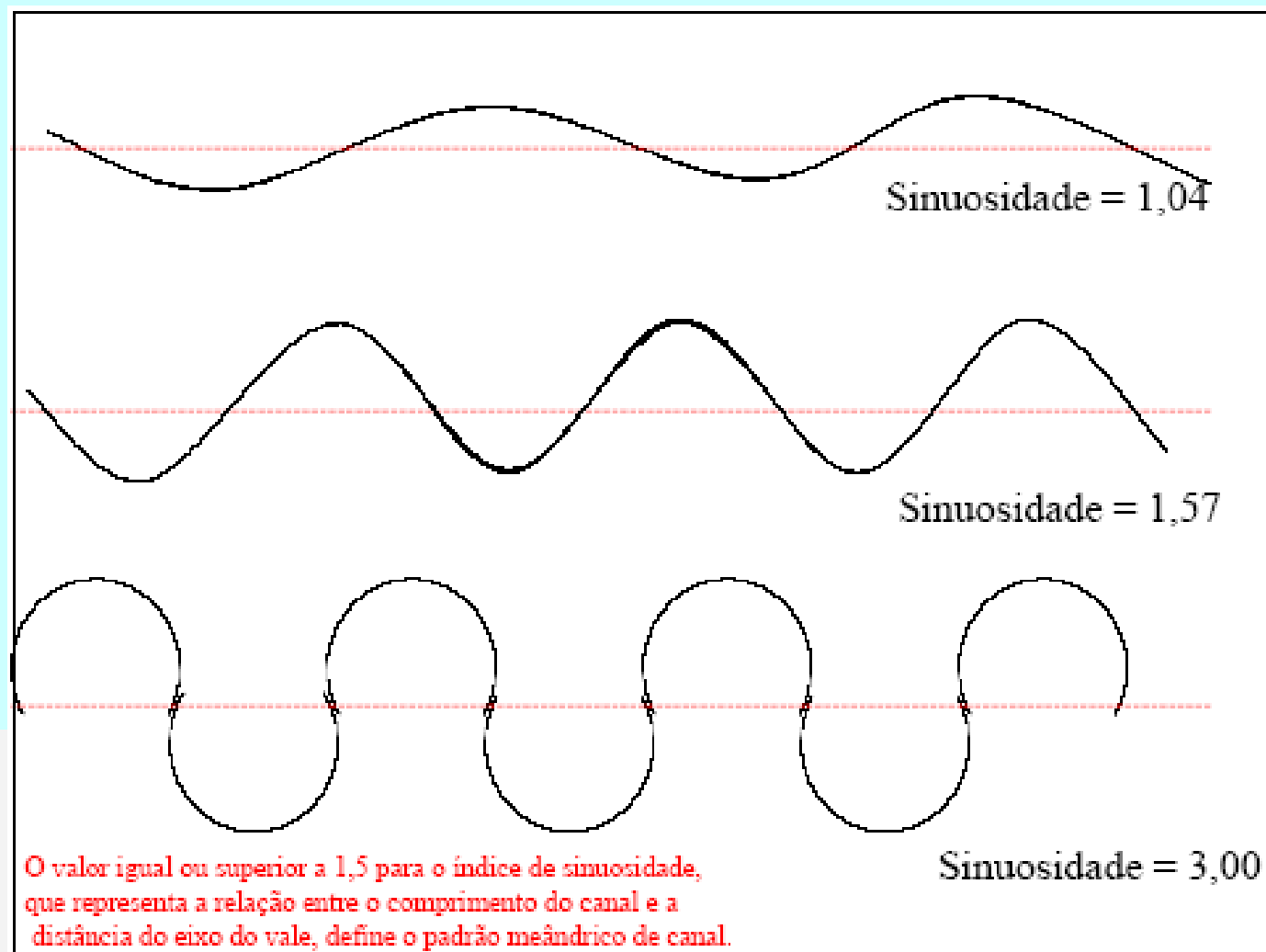


<http://clasfaculty.ucdenver.edu/callen/1202/Landscapes/Fluvial/Fluvial.html>

2. Canais Fluviais



2. Canais Fluviais



$$I_s = \frac{L_v}{L_r}$$

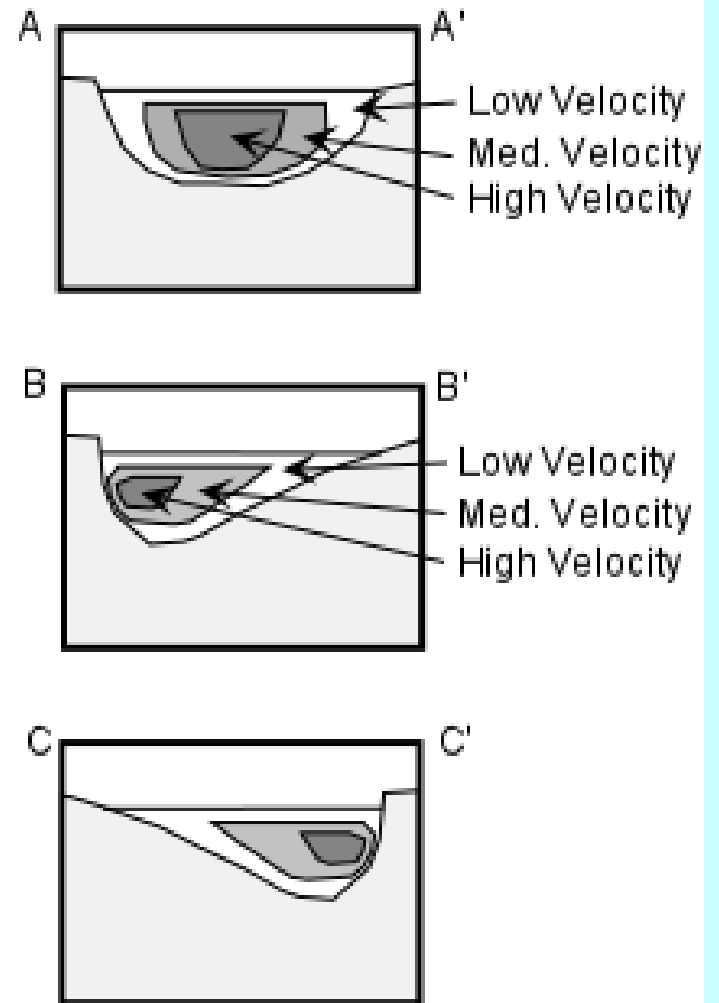
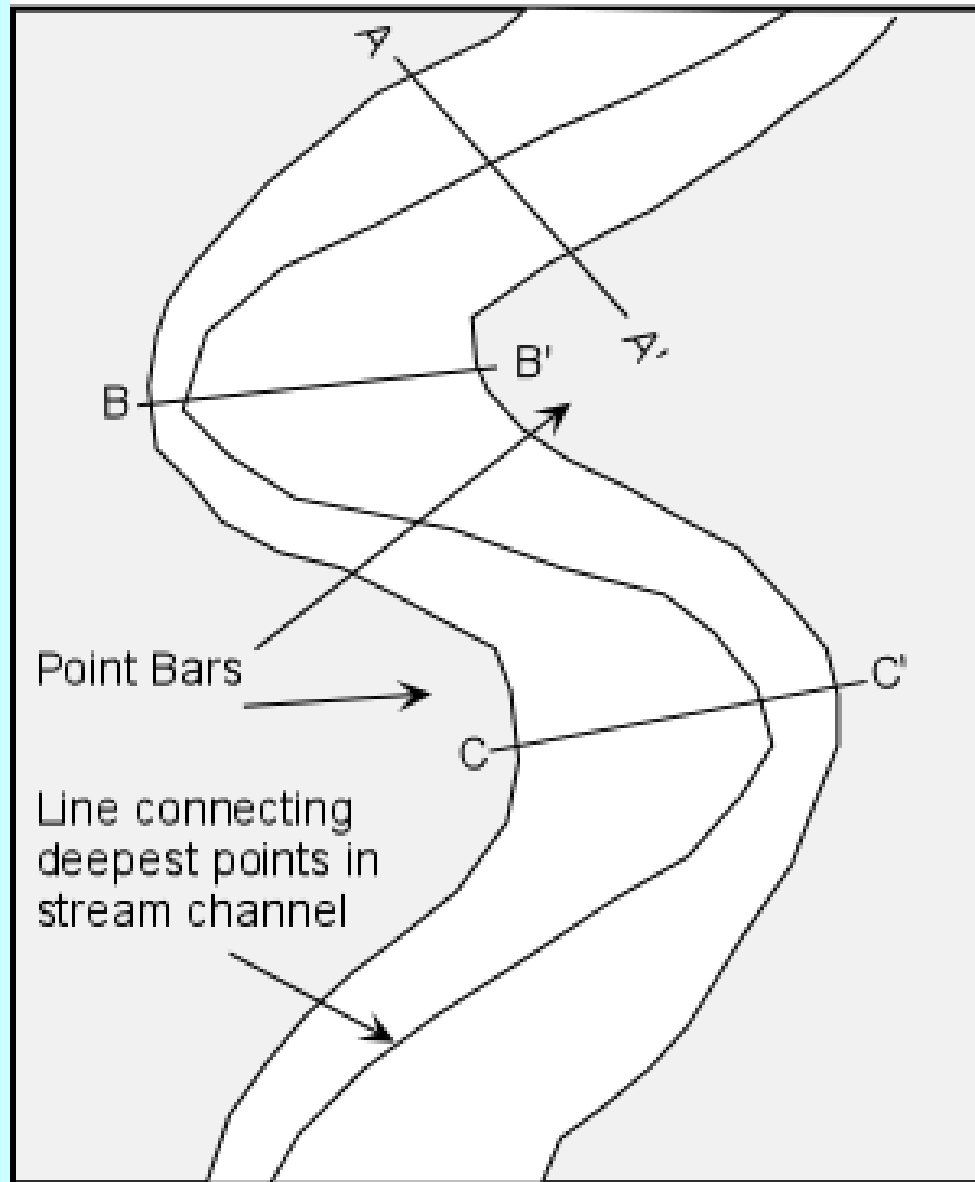
Em que:

I_s = Índice de sinuosidade;

L_v = comprimento verdadeiro do canal principal (m);

L_r = comprimento em linha reta do canal principal (m);

Meandering Channels



3. Formas Deposicionais



Leques Aluviais

3. Formas Deposicionais – Planícies de Inundação



Patagônia

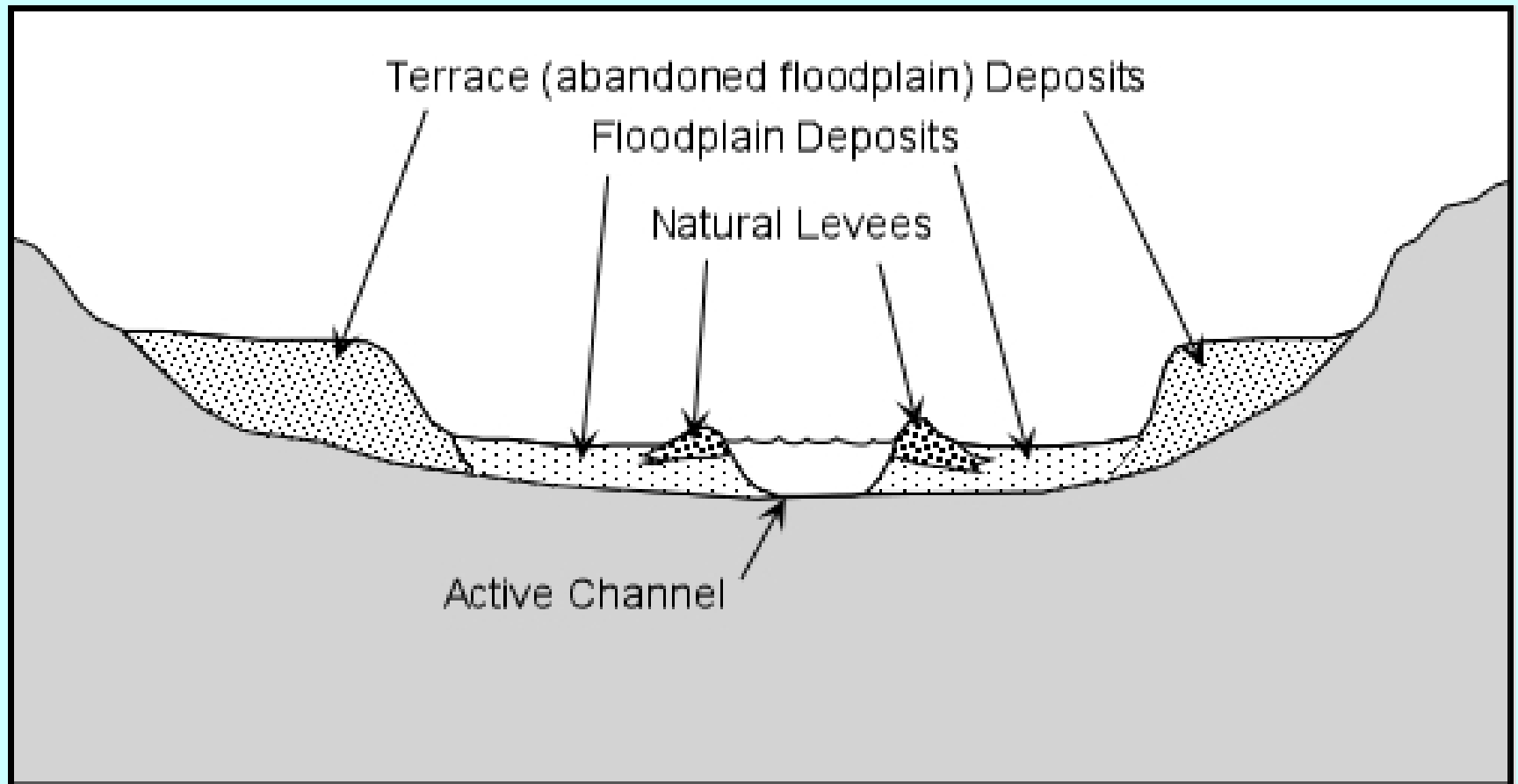
3. Formas Depositionais – Planícies de Inundação

- Forma mais comum de deposição fluvial;
- Formada a partir dos detritos depositados durante as cheias dos rios;
- Faixa do vale fluvial composta de sedimentos aluviais bordejando o curso de água e periodicamente inundada
- O tamanho da planície é proporcional a descarga do rio;

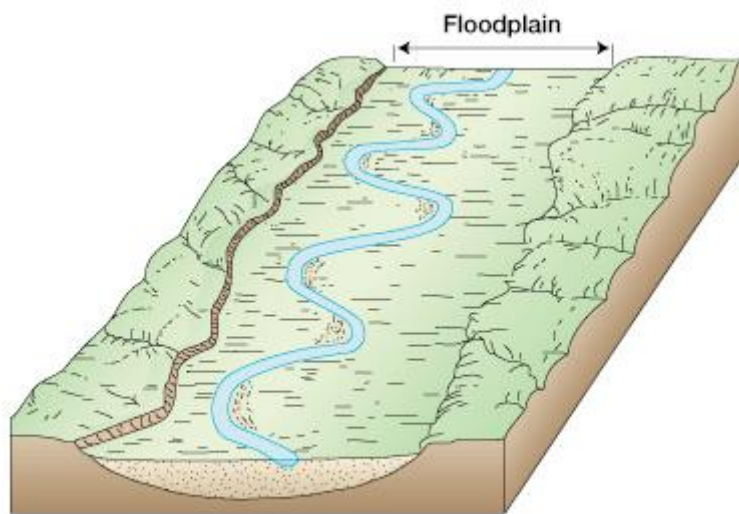
3. Formas Depositionais – Terraços Fluviais

- Representam antigas planícies de inundação que foram abandonadas;
- Patamares aplainados, de largura variada, limitados por uma escarpa em direção ao curso do de  gua;
- Formação ligada às alterações climáticas e geológicas (ex.)

3. Formas Depositionais – Planícies de Inundação/Terraços



3. Formas Deposicionais – Planícies de Inundação/Terraços



(a) Before uplift



(b) Uplift



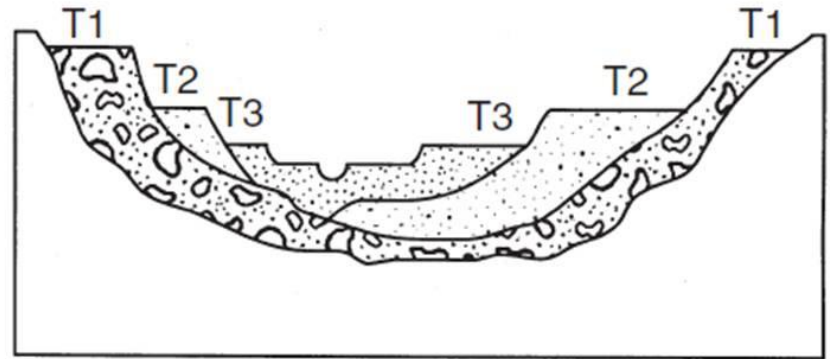
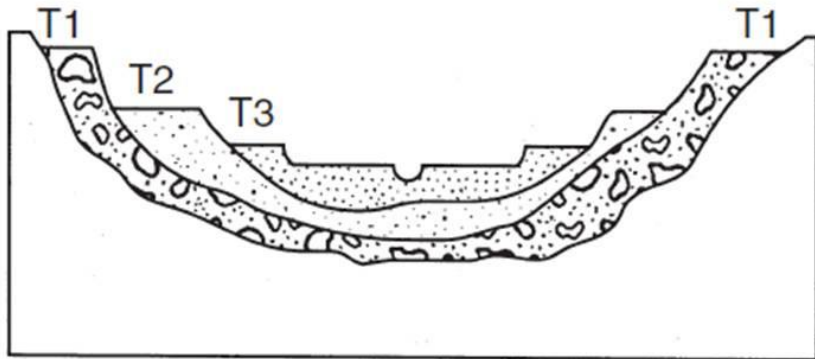
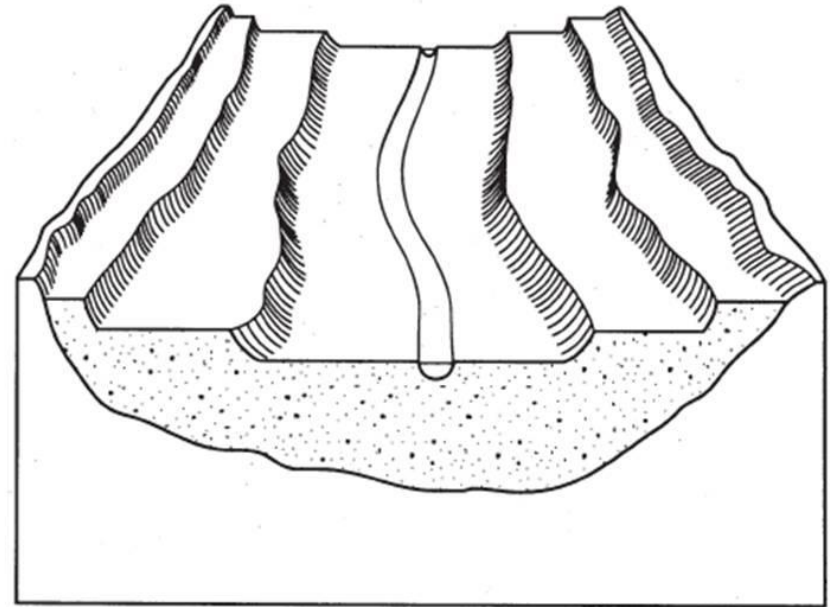
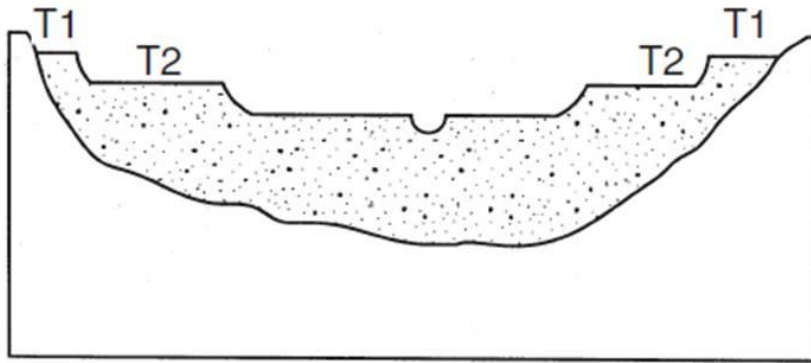
(c) After uplift

3. Formas Deposicionais – Planícies de Inundação/Terraços

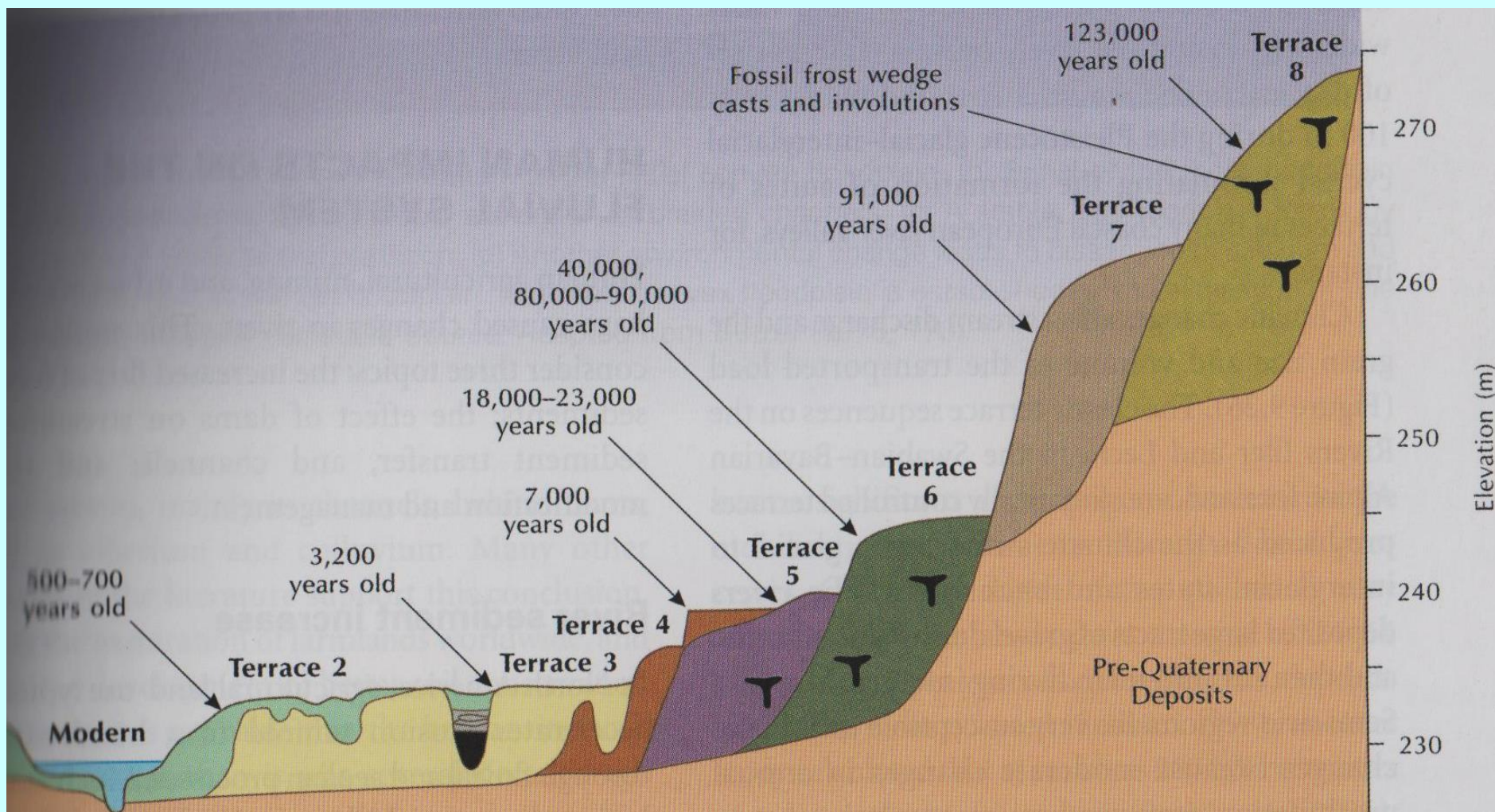


<http://clasfaculty.ucdenver.edu/callen/1202/Landscapes/Fluvial/TerraceNepal2.JPG>

3. Formas Depositionais – Planícies de Inundação/Terraços



3. Formas Deposicionais – Planícies de Inundação/Terraços



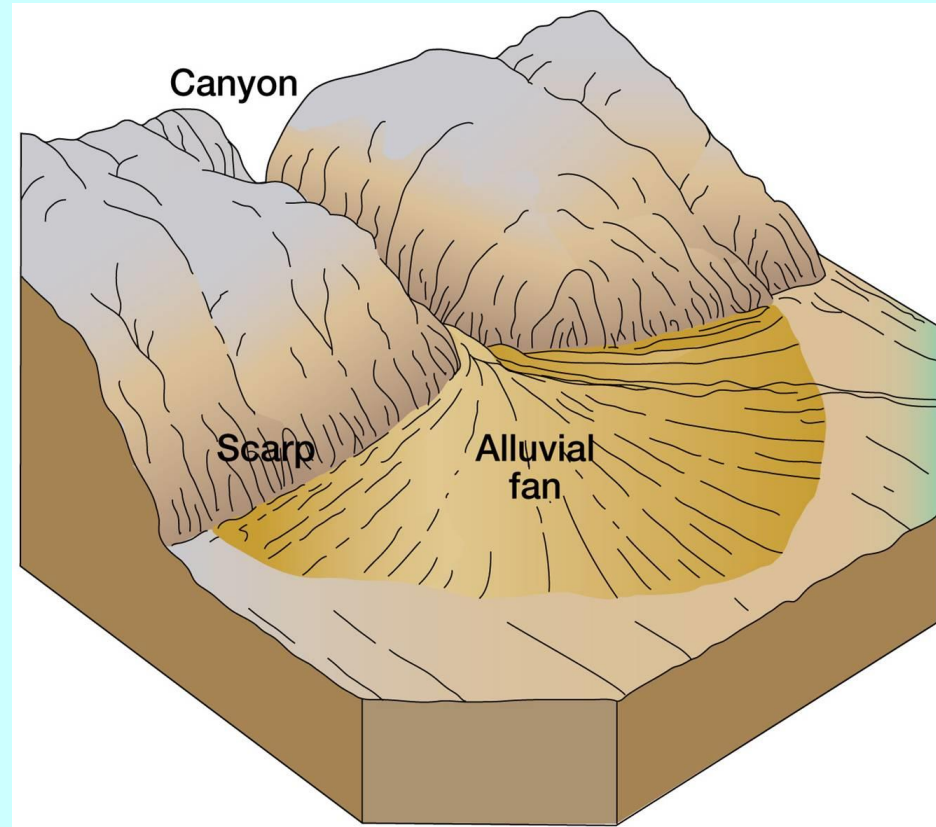


3. Formas Depositionais – Planícies de Inundação/Terraços



3. Formas Depositionais – Leques Aluviais

- É um corpo de sedimentos com formato de cone que radia encosta abaixo a partir do fronte da montanha;
- Possui até 100km de raio;
- Desenvolve-se onde há certa abundancia de sedimentos;
- Em clima árido, o conjunto de leques podem formar as “*bajadas*”



3. Formas Depositionais – Leques Aluviais

Santa Rosa Mountains, San Diego, CA

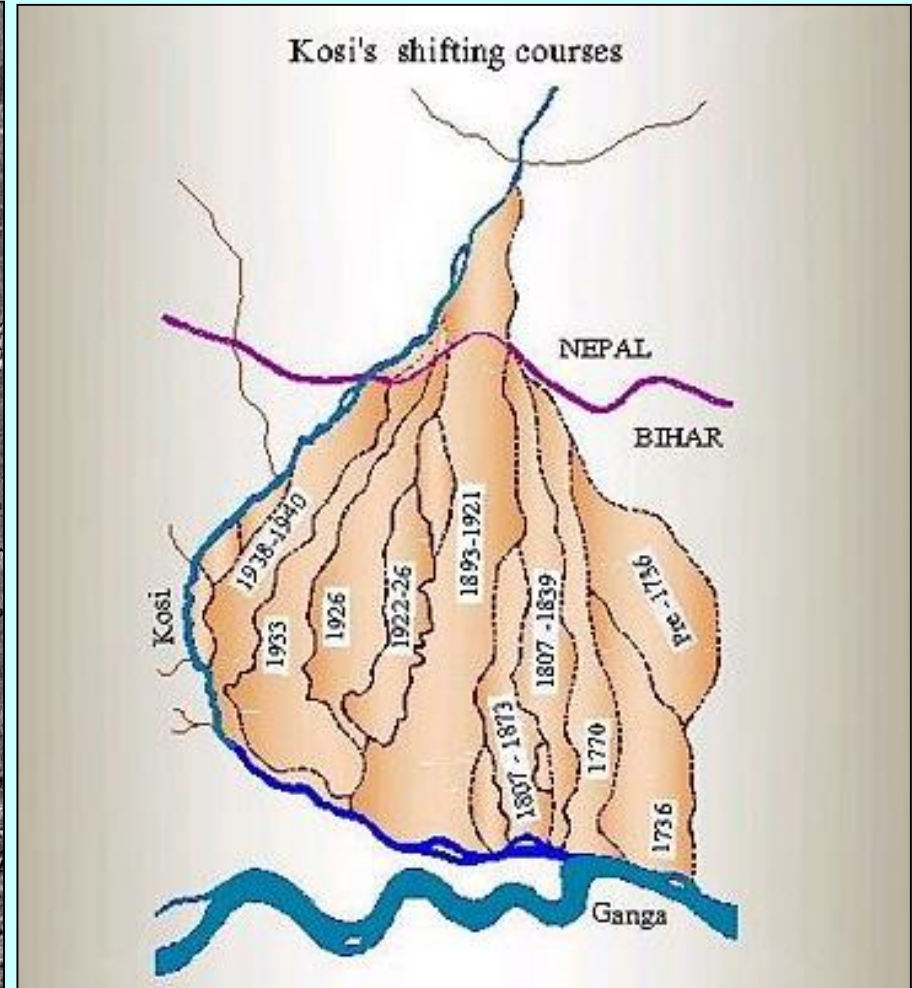
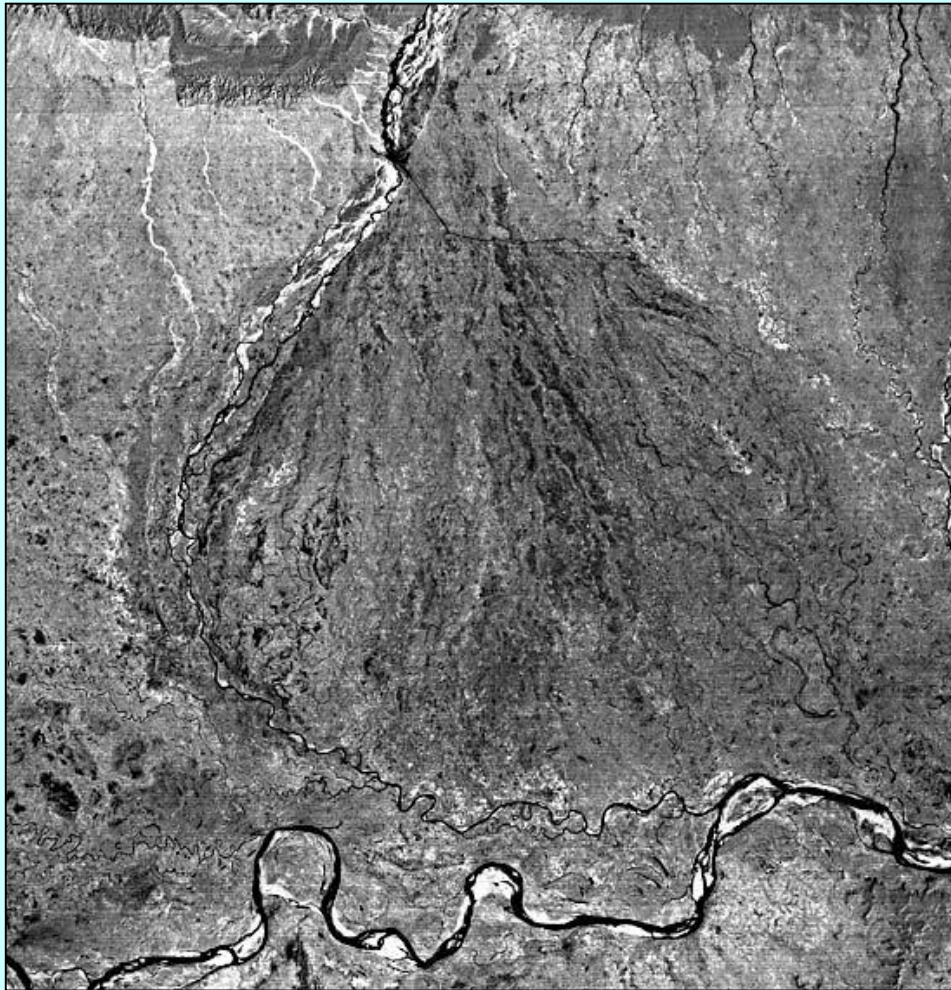


3. Formas Depositionais – Leques Aluviais

Leque Aluvial, Zagros Mountains - Irã



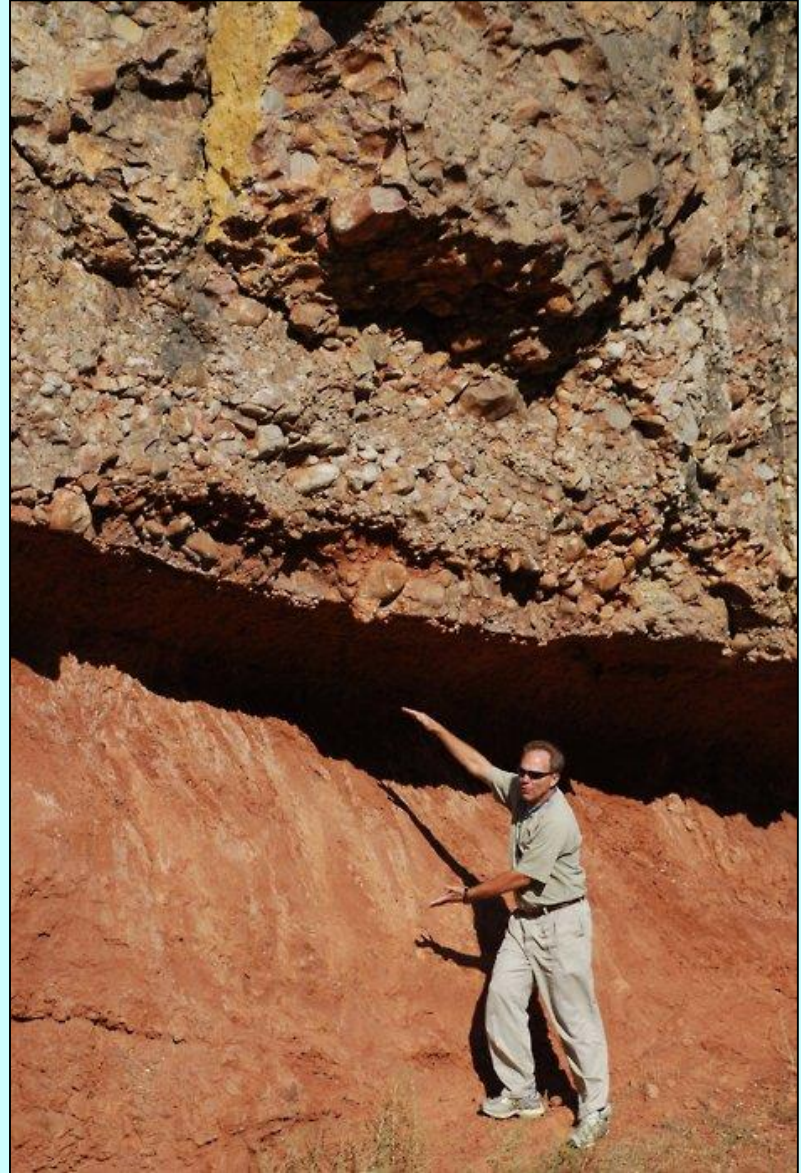
3. Formas Depositionais – Leques Aluviais



3. Formas Depositionais – Leques Aluviais

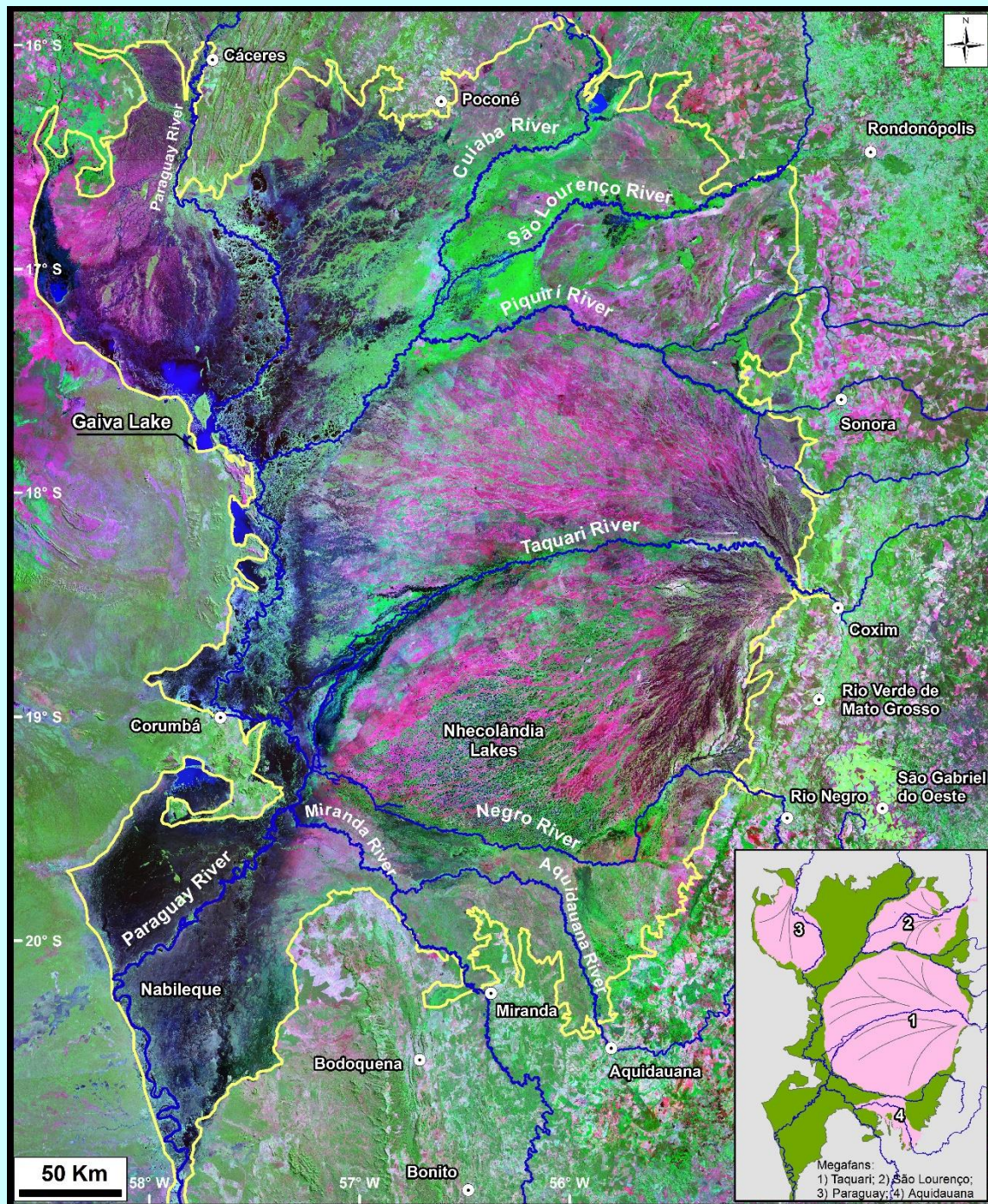


Fish Creek Wash in Split Mountain, Anza
Borrego Desert State Park



<http://4scale.tumblr.com/post/11143009097/alluvial-deposit-in-utah-a-lee-krystinyk-for>





**Assine, M. Brazilian Pantanal: A Large
Pristine Tropical Wetland. In *Landscapes and
Landforms of Brazil* (in Press)**



***Assine, M. Brazilian
Pantanal: A Large
Pristine Tropical
Wetland. In
Landscapes and
Landforms of Brazil
(in Press)***

Trabalho com nota. Em carta topográfica 1:50.000

Área da bacia = 20km²

Calcular:

1. Largura da bacia
2. Hierarquização dos canais

3 Densidade de Drenagem (Dd) :

$$Dd = L_t/A$$

L_t : comprimento total dos canais

A: área da bacia

4. Densidade de rios (Dr):

$$Dr = N/A$$

N: número de canais

A: área da bacia