



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

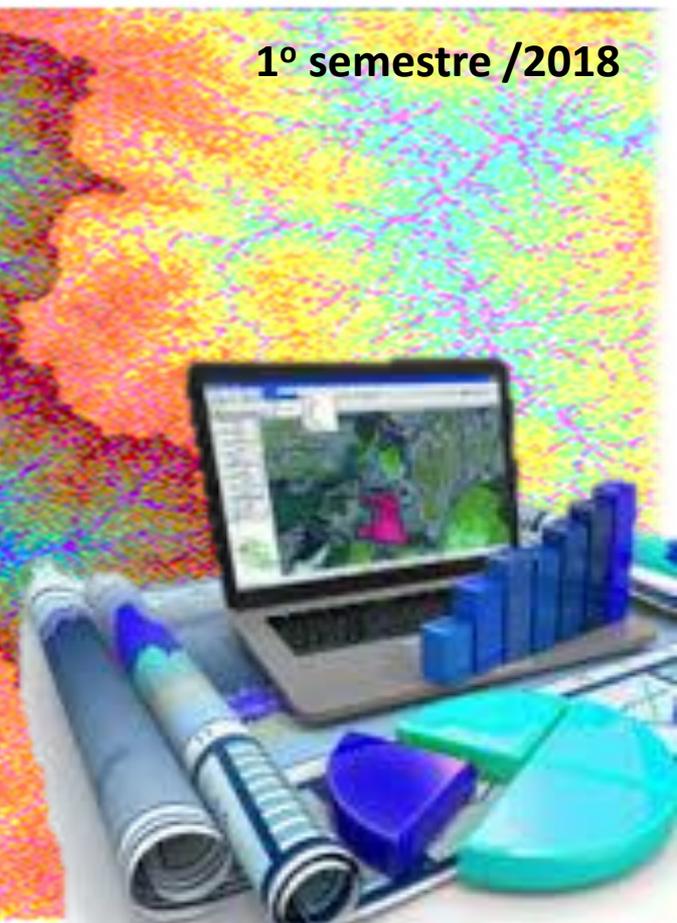


LOB 1233

Caracterização de Bacias Hidrográficas

1º semestre /2018

Profa. Dra. **Danúbia Caporusso Bargas**
danubiacbargas@usp.br



Região Hidrográfica	Número de Integrantes	Data da Apresentação	Integrantes do Grupo
Amazônica	3	29/05	Leonardo Simões, Marcella Ferraz
Tocantins/Araguaia	3	29/05	Jonatas Carvalho, Débora Teixeira e Giulia Moreira
São Francisco	2	29/05	Júlia M ^a A V da Silva e Karina Yukari Suzuki
Parnaíba	3	29/05	Angelo Marcolin, Túlio Pinheiro e Vinicius Pelajo
Atlântico Nordeste Ocidental	3	05/06	
Atlântico Nordeste Oriental	3	05/06	
Atlântico Leste	2	05/06	Bruna Cristine e Maria Luiza Neviani
Atlântico Sudeste	2	05/06	Otávio Dayo e Gabriela Cordeiro
Atlântico Sul	2	12/06	Bruna Peres e Victor Nagamine
Paraná	3	12/06	Rodrigo Ferreira Garavello, Bianca Garcia, Pedro Orlandi
Paraguai	3	12/06	Rodrigo Costa Laud, Silvana Xavier e Tiago Figueiredo
Uruguai	3	12/06	Otávio Marques Quintino, Murillo Cadan e Douglas Kamoei

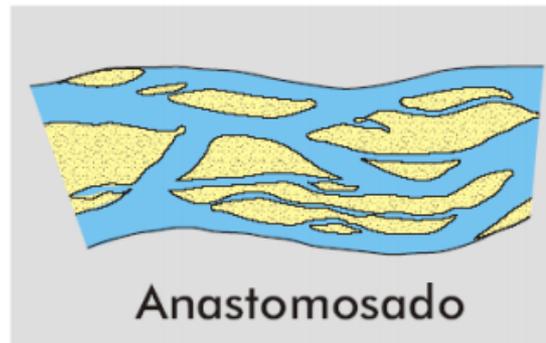
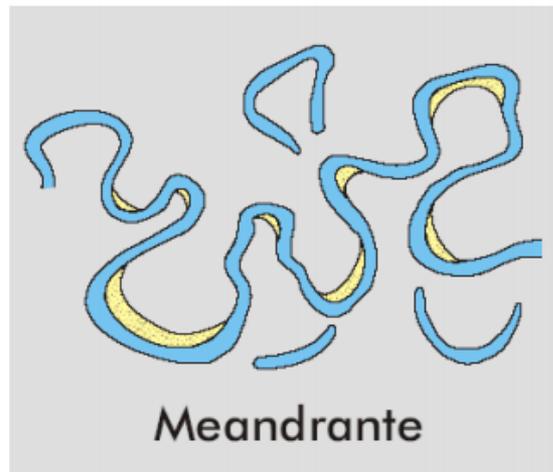
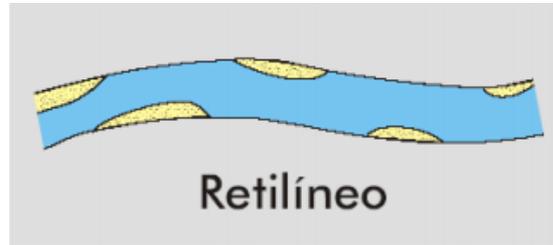
CANAIS FLUVIAIS



TIPOS DE CANAIS FLUVIAIS

Os tipos de canais correspondem ao modo de se padronizar o arranjo espacial que o leito apresenta ao longo do rio.

A fisionomia que o canal exibe ao longo do seu perfil longitudinal é descrita como:

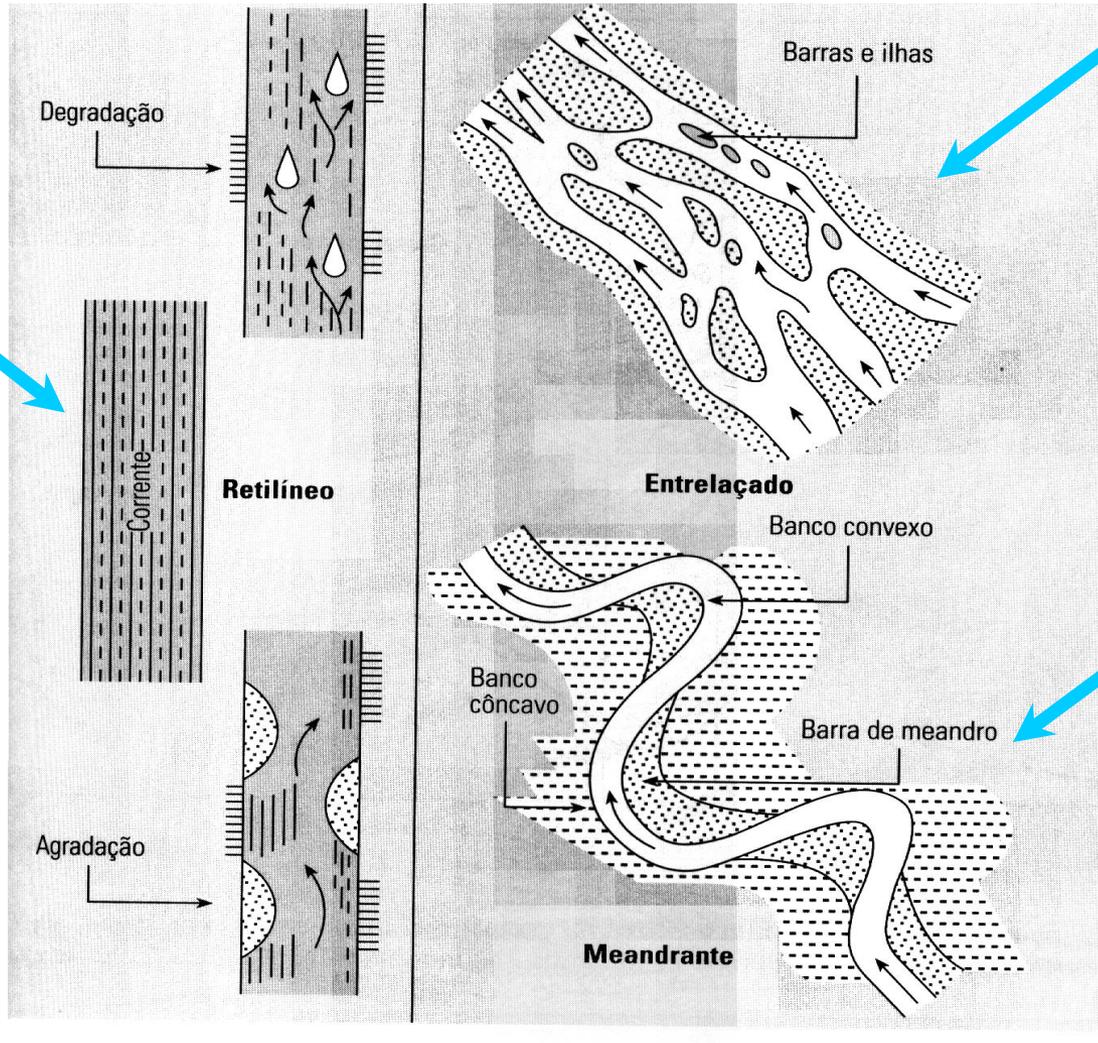


Fonte: Decifrando a Terra / TEIXEIRA, TOLEDO, FAIRCHILD e TAIOLI
São Paulo: Oficina de Textos, 2000.

A grande maioria dos pesquisadores admite 3 padrões fundamentais:

Anastomosados

Retilíneos



Meandrantes

Canais Anastomosados

Canal fluvial possui grande quantidade de sedimentos em suspensão e não possui potência para conduzi-lo ao nível de base final, depositando-os em seu próprio leito, formando ilhas e barras.

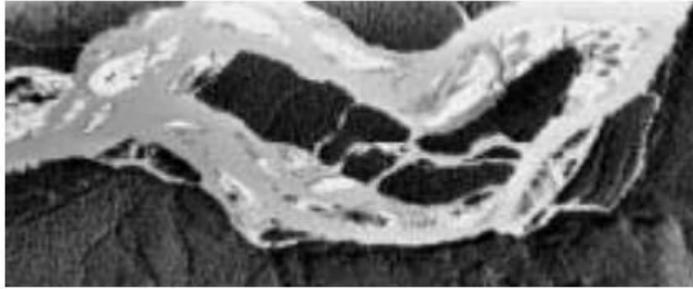


Ponto de início e ponto terminal deverá ser um único canal e isto o difere dos Canais Reticulados (escoamento efêmero e várias desembocaduras).

Canais Anastomosados



As variações do fluxo fluvial, que podem levar ao estabelecimento do padrão anastomosado, espelham as condições climáticas locais, a natureza do substrato, a cobertura vegetal (ausente ou rarefeita) e o gradiente.



**Padrões de Canais
Anastomosados**

As precipitações concentradas e os longos períodos de estiagem (clima árido ou semi-árido) e as pesadas nevasdas e os degelos rápidos oferecem as melhores condições de clima local para o assentamento da drenagem anastomosada.

Franz Joseph River, South Island, New Zealand

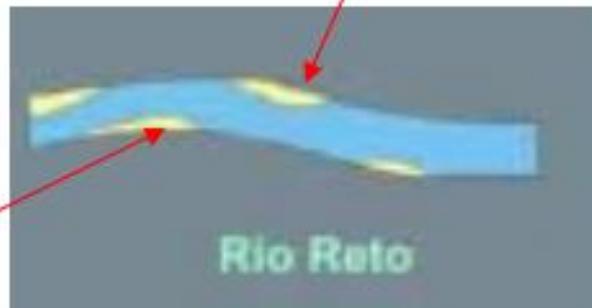


Margem convexa (agradiação)

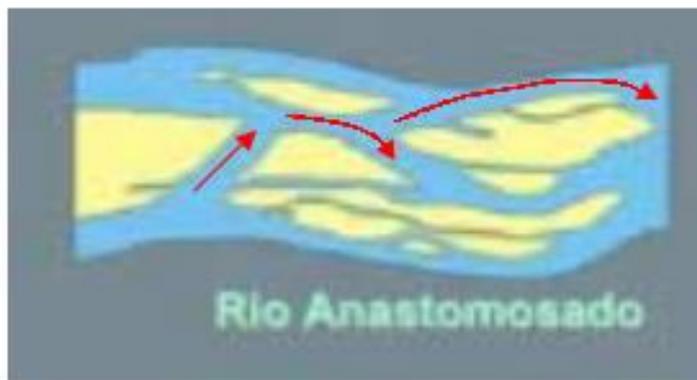


Margem côncava (degradação)

Barra de sedimentos



Local de
agradiação



Canais retilíneos

Trajeto retilíneo do canal fluvial – pouco freqüente se comparado aos outros padrões; Exige embasamento rochoso homogêneo (que oferece igualdade de resistência à atuação das águas); Desenvolvimento de barras laterais dispostas alternadamente em cada margem .



Barra de sedimentos laterais

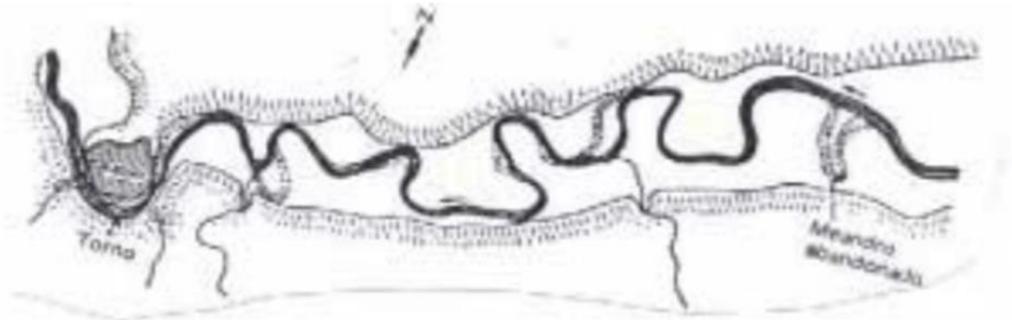


Rio Paraíba do Sul - RJ



Canais Meândricos

Descrevem curvas sinuosas, possuem um único canal que transborda suas águas na época das cheias. Encontrados com freqüência em áreas planas, úmidas e cobertas por vegetação ciliar; Formas meandranter representam um estado de estabilidade do canal.



O estado de equilíbrio poderá ser alterado pela ocorrência de um distúrbio na região, como a atuação do homem (plantio em áreas próximas aos meandros)

Meandros abandonados



Evolução dos Meandros

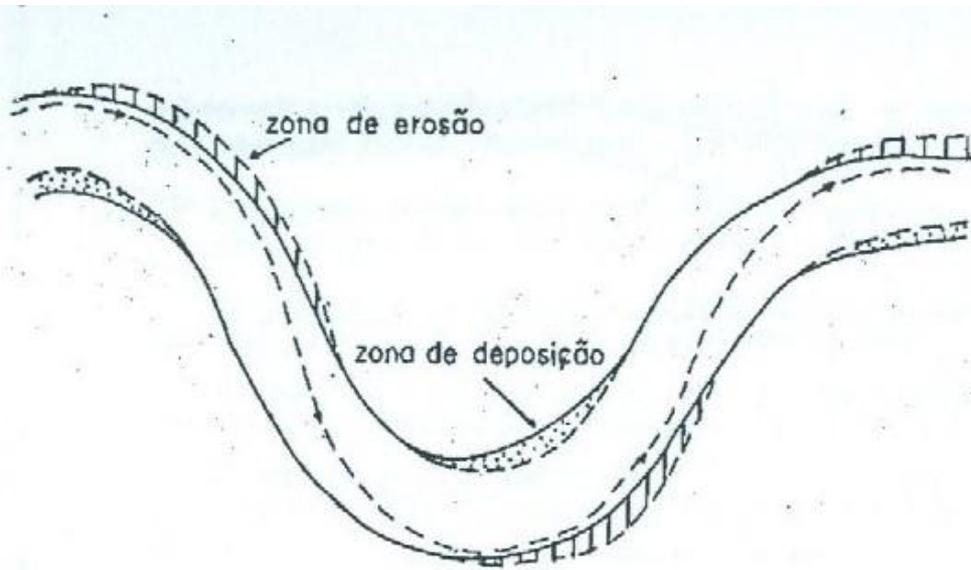


Fig. 53 - Evolução de meandro por erosão nas margens côncavas e deposição nas convexas

A corrente principal é levada em direção a margem côncava (zona de erosão) com significativa velocidade. Na margem convexa (zona de deposição), a corrente, muito lenta para transportar, abandona a carga constituindo bancos de areia e cascalhos (barras de meandro).

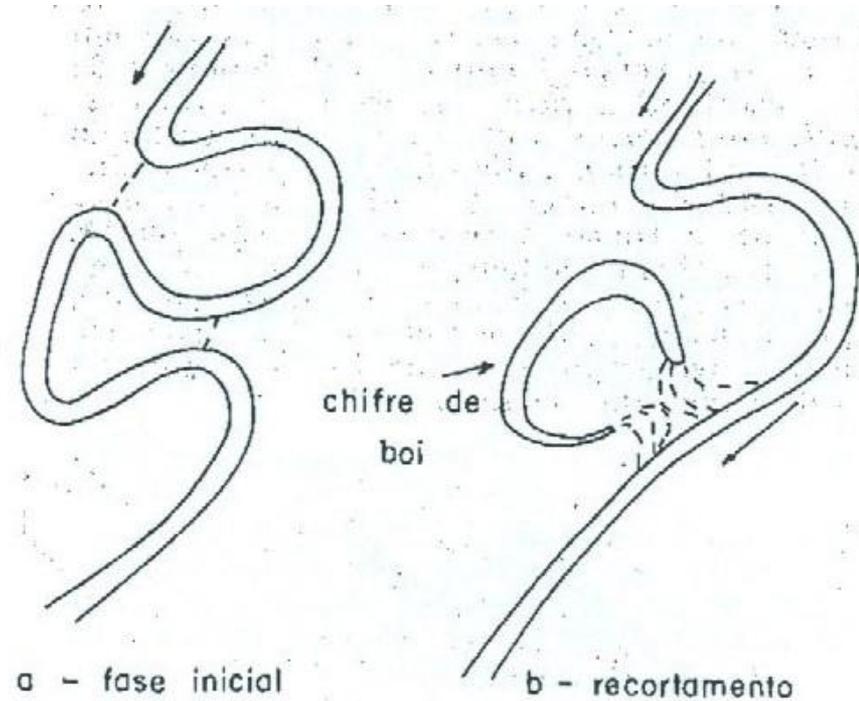
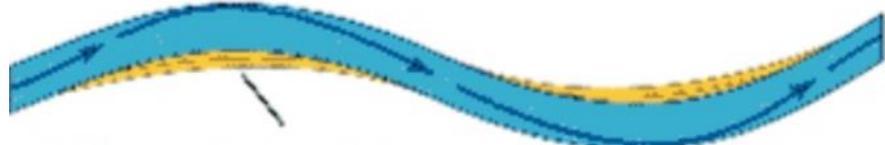


Fig. 54-recortamento de meandros

Acentuando-se a curvatura dos meandros, pode ocorrer o encontro das margens erosivas e o corte do pedúnculo, originando meandros abandonados. O rio volta a adquirir maior velocidade, necessitando aumentar novamente sua sinuosidade para perder energia excedente. Reinicia-se o meandramento.

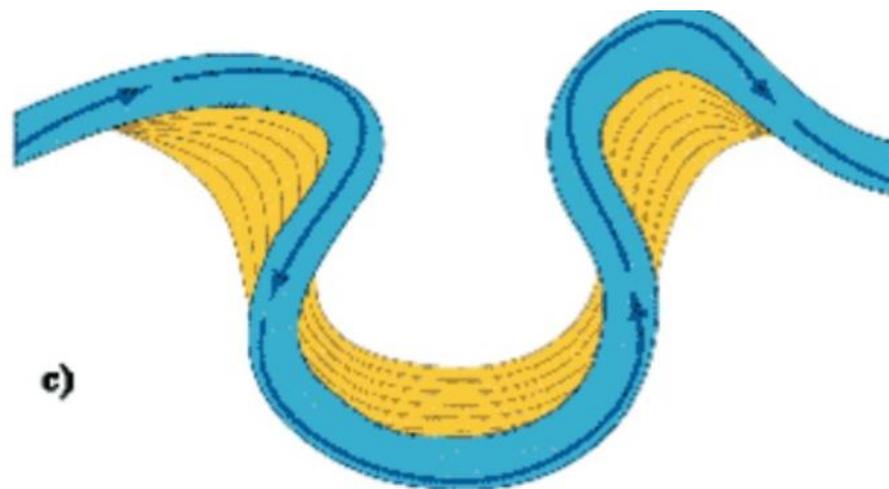
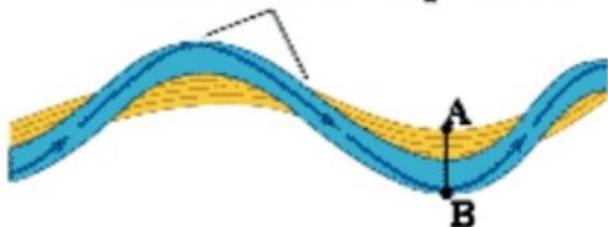
Erosão na margem côncava



Sedimentação de point bar na margem convexa

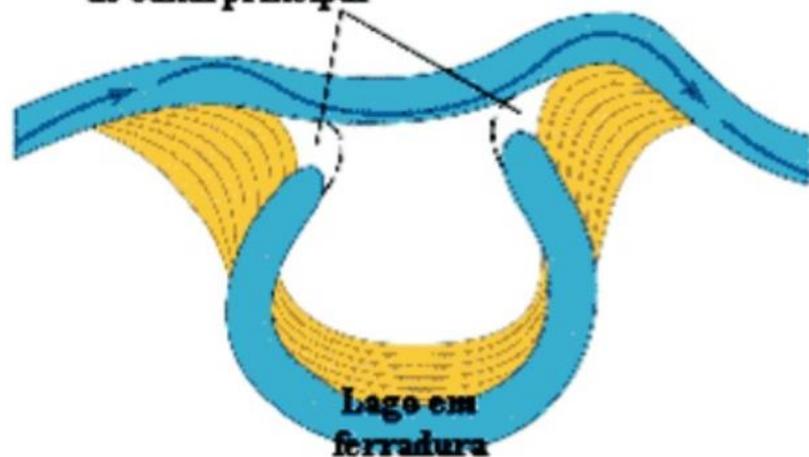
a)

A posição da corrente mais forte muda de lado para lado



c)

Depósitos de silte e argila colmatam as anteriores ligações do meandro ao canal principal

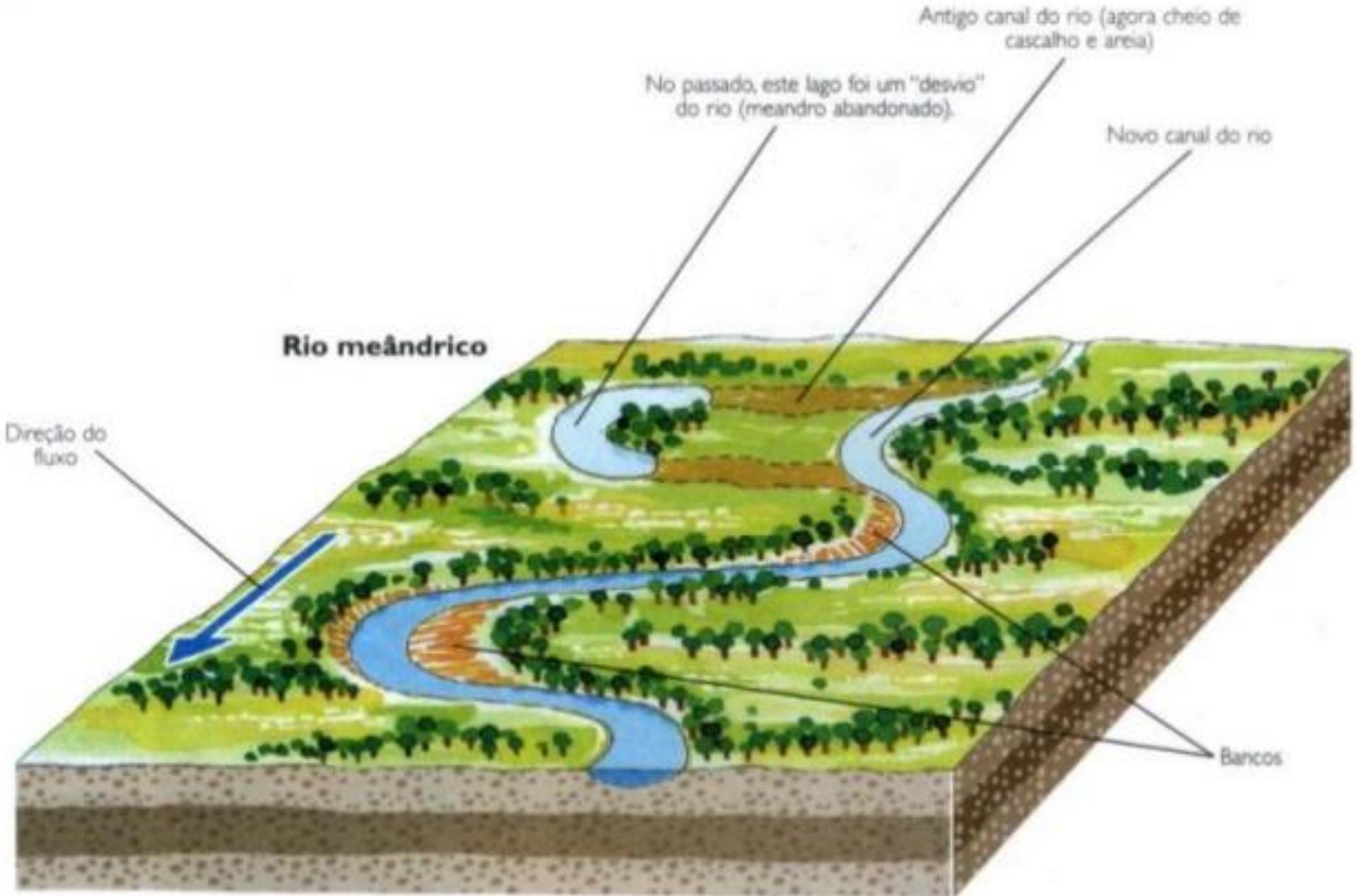




G. Wilcher-Chaur, 2010. ©



Meandro abandonado



Índice de Sinuosidade

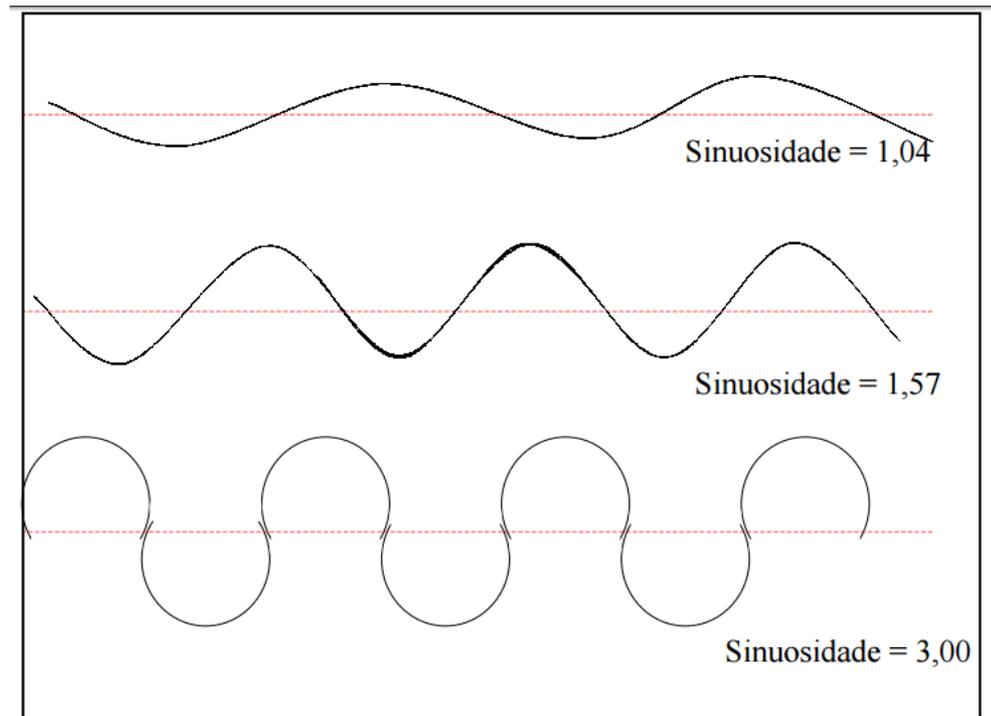
$$IS = L/dv,$$

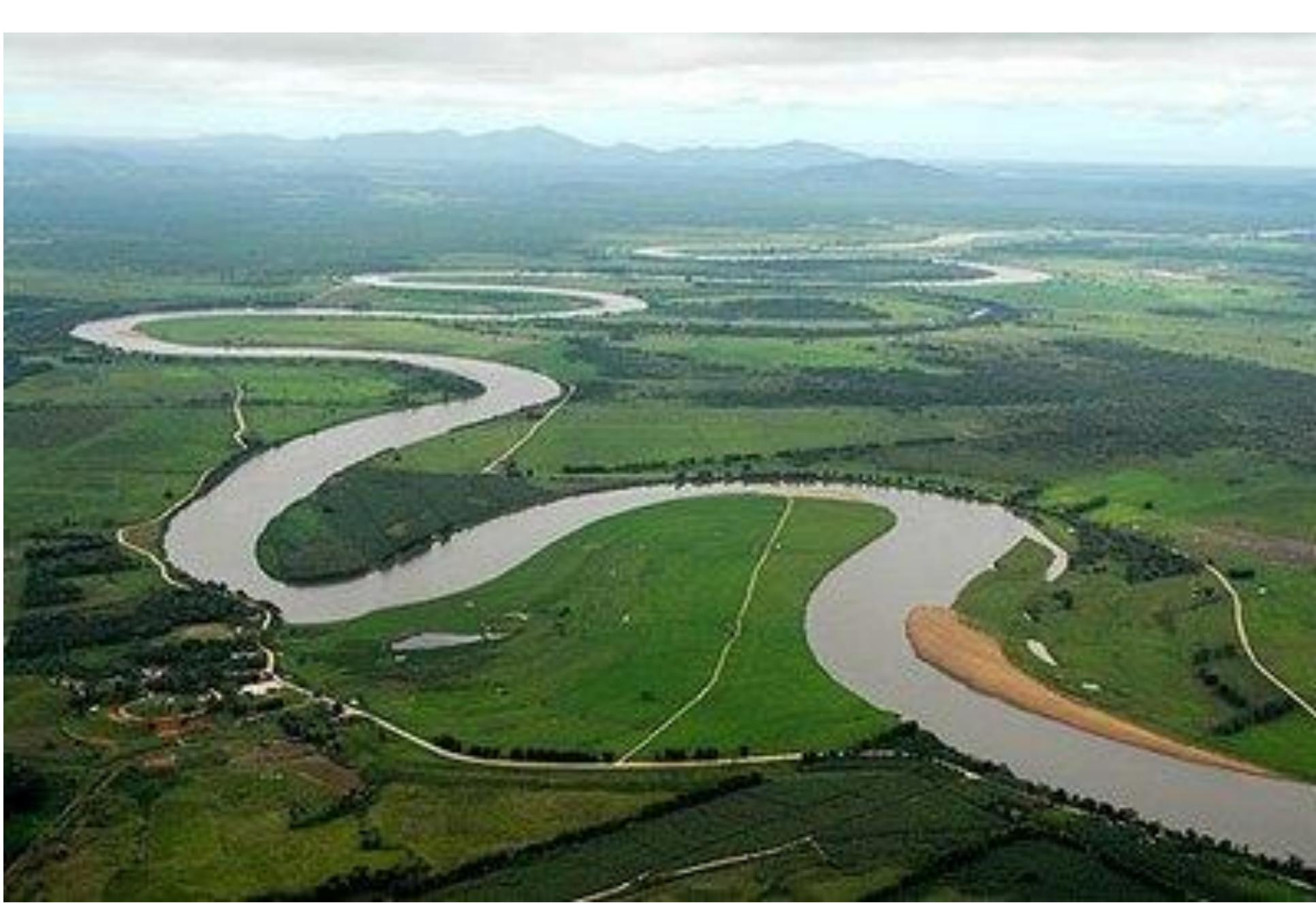
Onde:

L = comprimento do canal principal;

dv = distância vetorial entre os pontos extremos do canal principal.

Relaciona o comprimento verdadeiro do canal (projeção ortogonal) com a distância vetorial (comprimento em linha reta) entre os dois pontos extremos do canal principal (SCHUMM, 1963). Valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo. Já os valores superiores a 2,0 sugerem canais tortuosos e os valores intermediários indicam formas transicionais, regulares e irregulares.



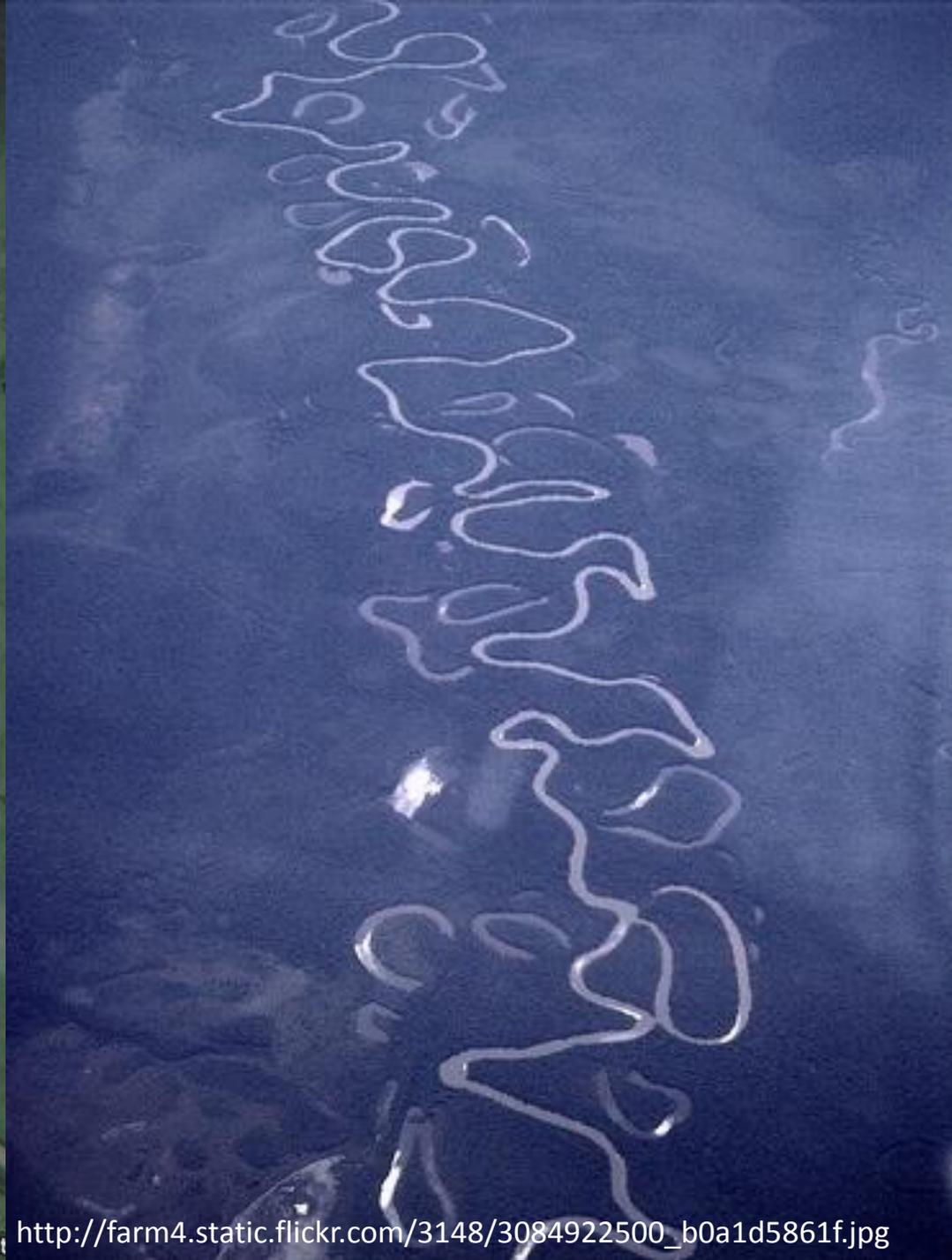




Rio Corumbataí

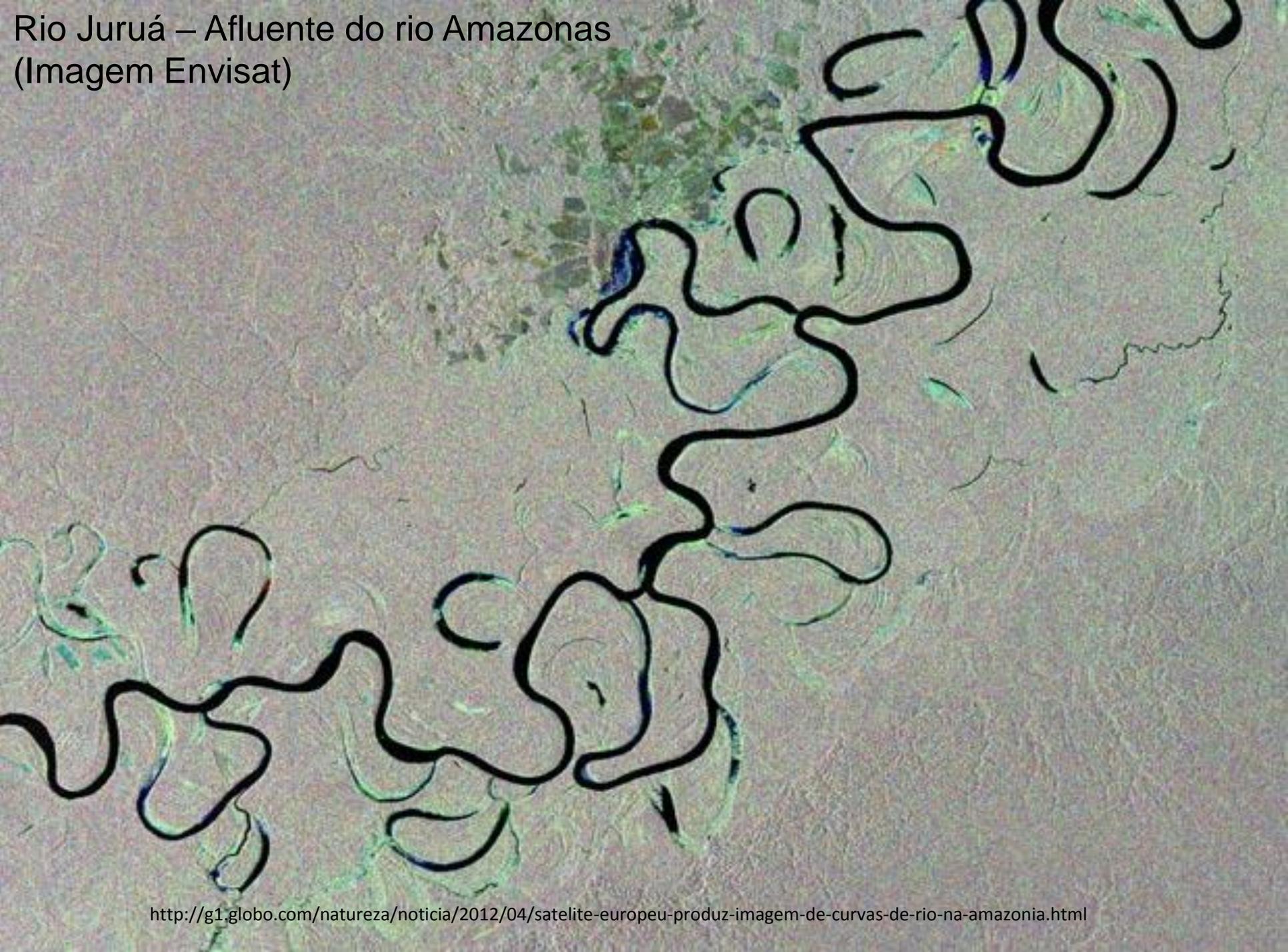
© 2011 MapLink/Tele Atlas
Image © 2011 GeoEye

22°20'39.49"S 47°34'12.51"O elev 563 m



http://farm4.static.flickr.com/3148/3084922500_b0a1d5861f.jpg

Rio Juruá – Afluente do rio Amazonas
(Imagem Envisat)



Meandros Divagantes

A sinuosidade do rio é independente do traçado do vale. Este tipo de meandro se forma em amplas planícies aluviais e o comprimento do rio é maior que o comprimento do vale.



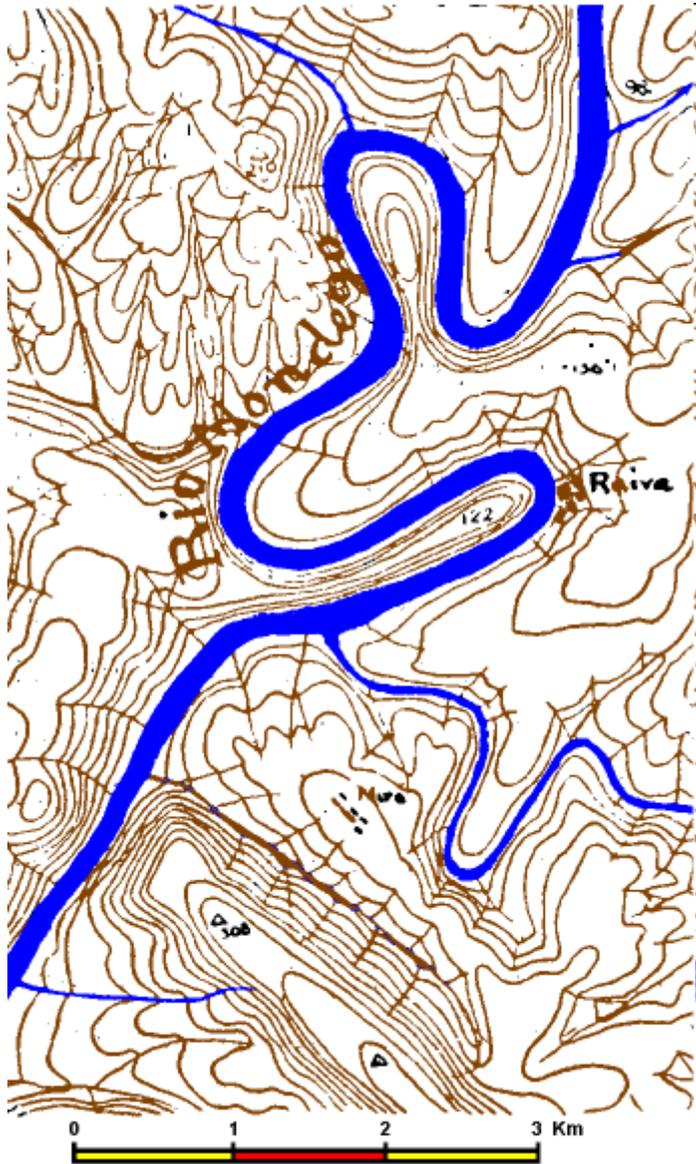
Margem convexa de deposição

Corte de pedúnculo

Margem côncava de erosão

Meandros Encaixados

Ocorrem quando o vale meandra junto com o rio na mesma escala.



Canais Ramificados

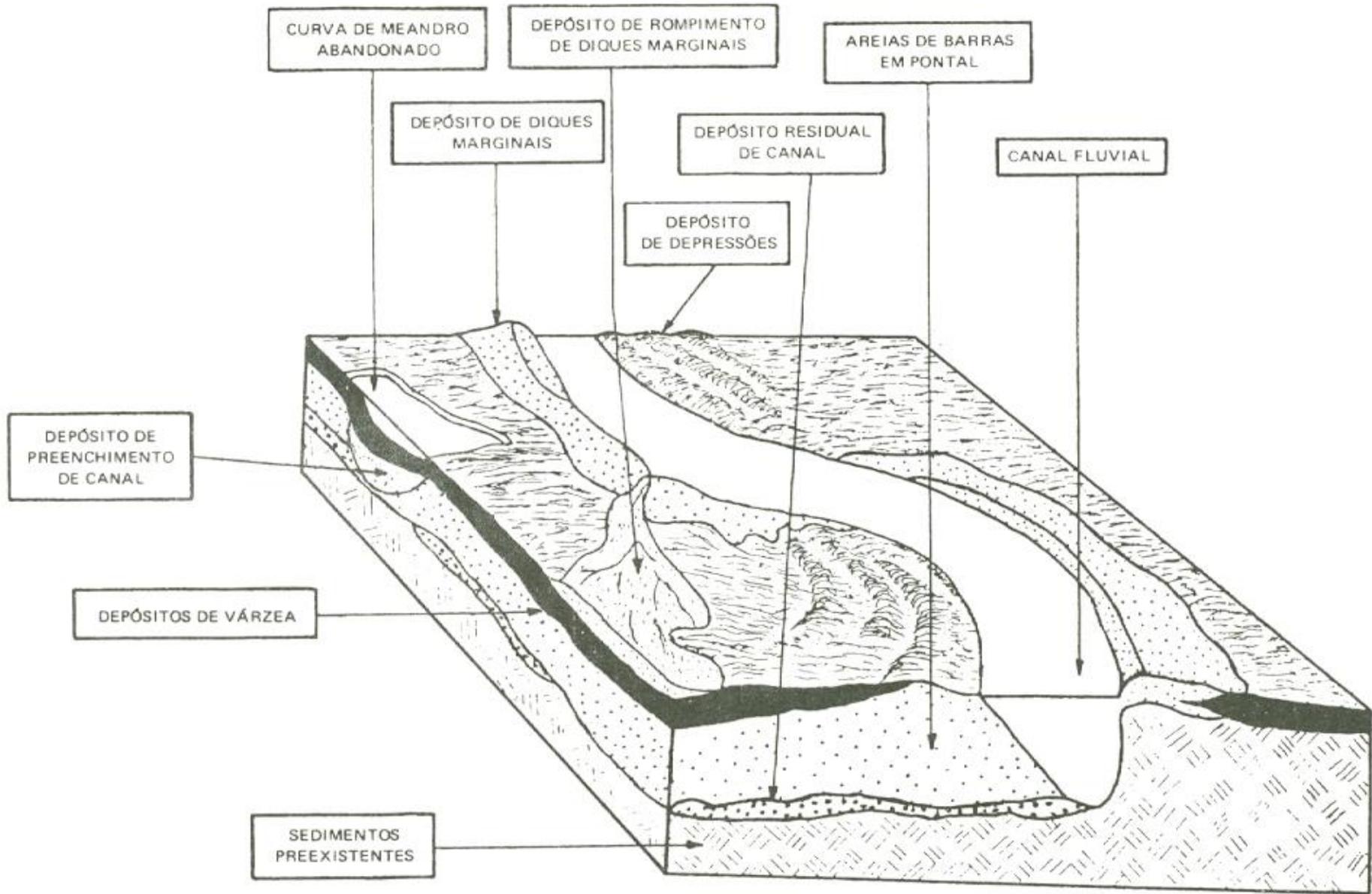
➤ Ocorre quando um canal fluvial é dividido em dois, gerando um banco de sedimentos depositados ao centro, e que volta a se unir ao seu leito principal à jusante da ilha.



Rio Mogi-Guaçu. Fonte: Paschoal, L. G. (2005)



O Rio Japurá (AM) exibe padrão transicional entre anastomosado, com grandes ilhas cobertas por vegetação, meandrante de alta sinuosidade com canais abandonados, e trechos retilíneos, provavelmente controlados por estrutura do embasamento.



Bloco diagrama ilustrando a distribuição dos diversos elementos topográficos e estruturas deposicionais, em planícies de inundação (CRHISTOFOLETTI, 1980)

Influência do homem sobre a Geomorfologia Fluvial

Nos últimos 3 séculos, as atividades humanas têm aumentado a sua influência sobre as bacias de drenagem e, conseqüentemente, sobre os canais constituintes;

Homem = agente geomorfológico ;

- a) Modificações ocorridas diretamente no canal fluvial para controlar vazões (reservatórios) ou para alterar a forma do canal visando estabilização de margens, atenuar efeitos de enchentes, inundações, erosão ou deposição de material, retificar canal e extrair cascalhos.
- b) Mudanças fluviais indiretas , resultantes da ação humana, realizadas fora da área dos canais, mas que modificam o comportamento da descarga e da carga sólida. São atividades ligadas ao uso da terra: remoção da vegetação, emprego de práticas agrícolas indevidas, construção de prédios e urbanização.

Canalização

Obra de engenharia realizada no sistema fluvial que envolve a direta modificação da calha do rio e desencadeia consideráveis impactos, no canal e na planície;

A utilização desse tipo de obra é considerada imprópria, com efeitos prejudiciais ao ambiente. A passagem da draga, aprofundando o canal, provoca o abaixamento do nível de base, favorecendo a retomada erosiva dos afluentes, aumentando a erosão/aumento deposicional.



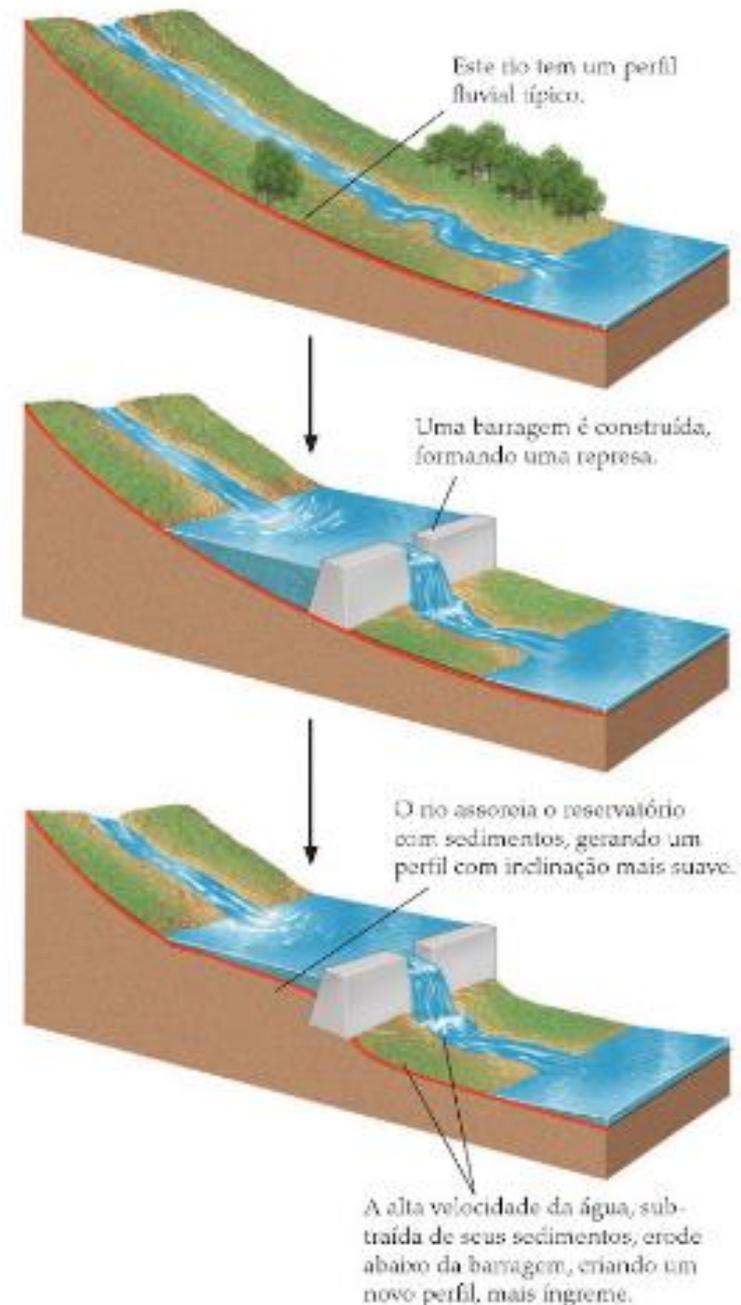
Construção de Barragens

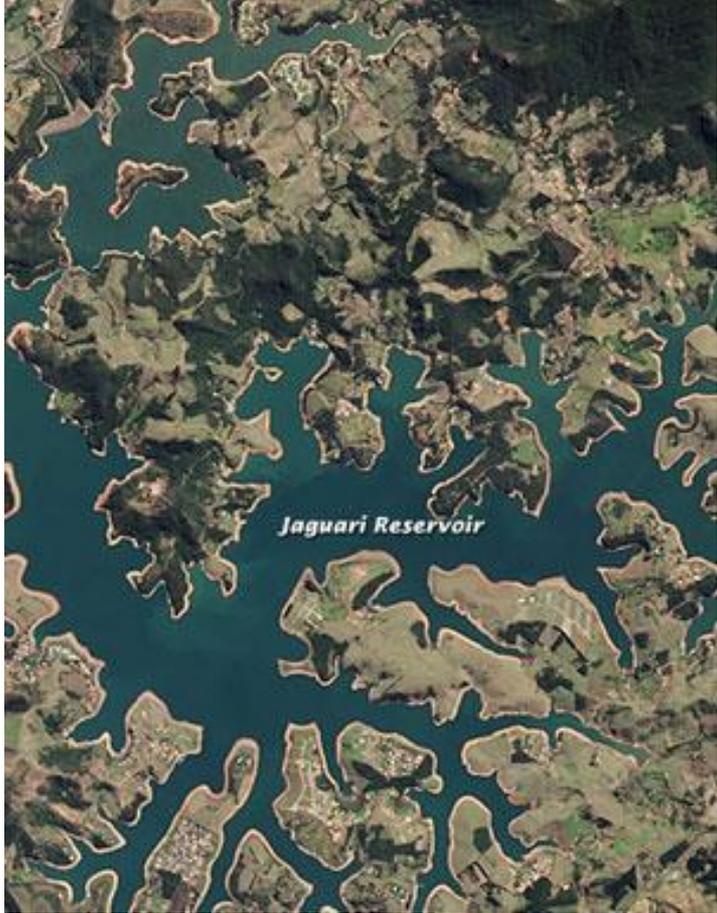
A construção de barragens em vales fluviais rompe a sequência natural dos rios em três áreas distintas:

a) na montante da barragem; o nível de base é levantado, alterando a forma do canal e a capacidade de transporte, causa aumento no fornecimento de sedimentos para o reservatório (vida útil);

b) No reservatório: em virtude da mudança da situação lótica (água corrente) para lântica (água parada) gera a formação de feições deposicionais, podendo provocar o assoreamento do reservatório;

c) Na jusante do reservatório: as mudanças ocorridas no regime das águas (neste setor) acarretam significativos efeitos nos processos do canal (entalhe do leito, erosão nas margens e deposição a jusante).





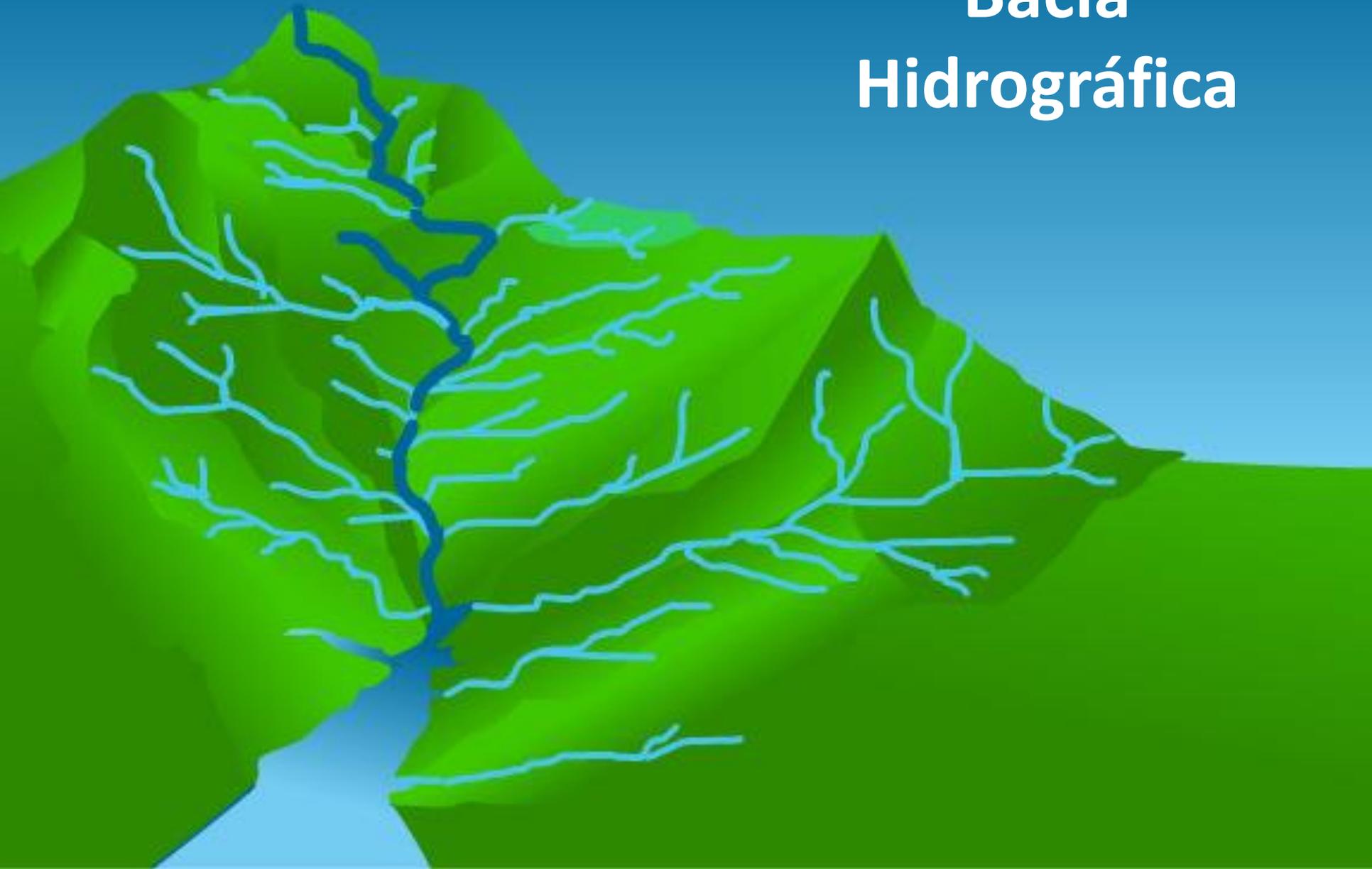
Urbanização

Aumenta a área de impermeabilização, causando um aumento no fluxo de água que flui em direção ao canal principal.

Promove a ocupação de margens, áreas que sofrem no período de cheia do rio.



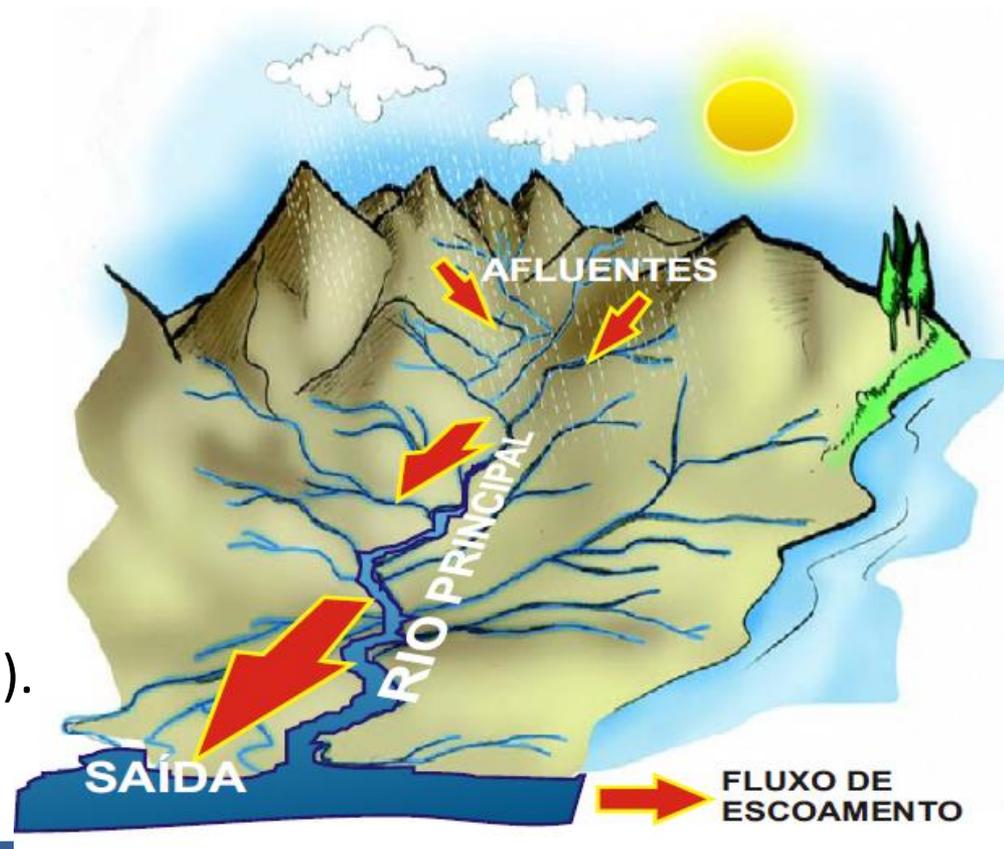
Bacia Hidrográfica

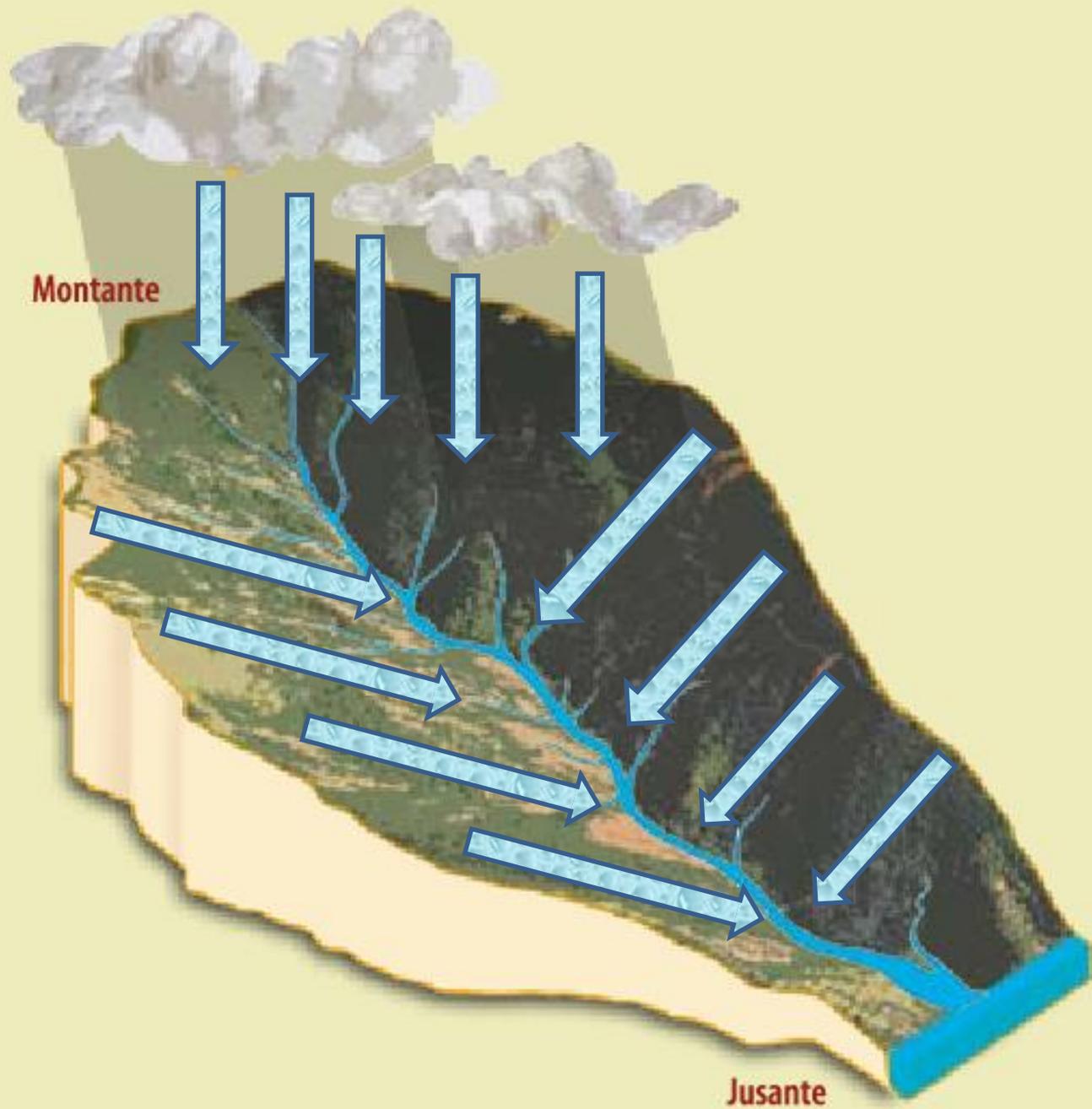


Bacia Hidrográfica

Uma bacia hidrográfica é uma área de captação natural da água de precipitação que faz convergir o escoamento para um único ponto de saída. Compõe-se de um conjunto de superfícies vertentes e de uma rede de drenagem formada por cursos de água que confluem até resultar em um leito único no seu exutório (TUCCI, 1997).

Um conjunto de terras drenadas por um rio e seus afluentes, formada nas regiões mais altas do relevo por divisores de água, onde as águas das chuvas, ou escoam superficialmente formando os riachos e rios, ou infiltram no solo para formação de nascentes e do lençol freático (BARRELLA, 2001).

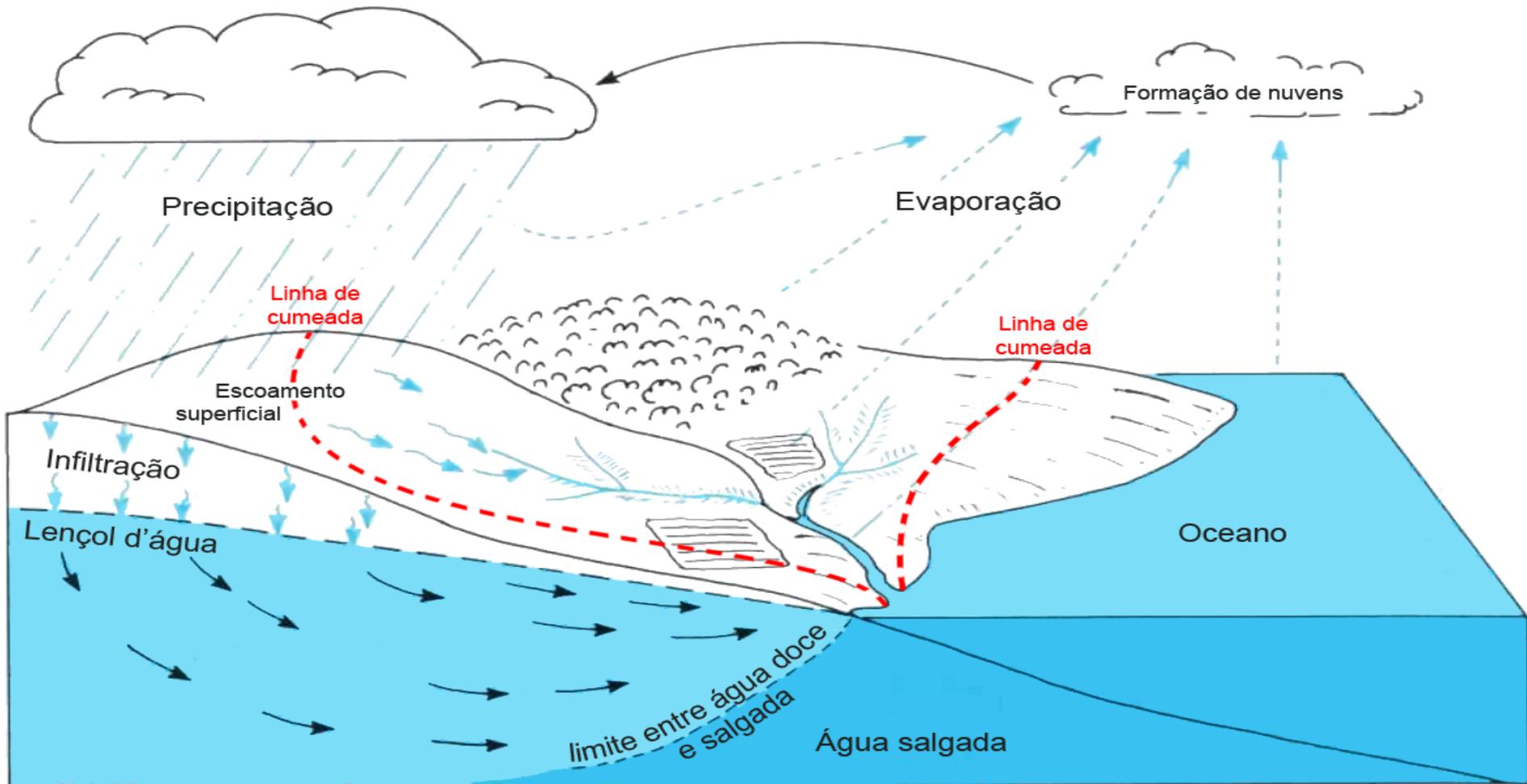




Nas bacias hidrográficas existem entradas e saídas de água.

A precipitação (chuva) e o fluxo de água subterrânea são as entradas.

As saídas ocorrem pela evaporação, pela transpiração das plantas e animais e pelo escoamento das águas superficiais (rios e córregos) e subterrâneas.



Elementos da Bacia Hidrográfica

✓ Rede de drenagem

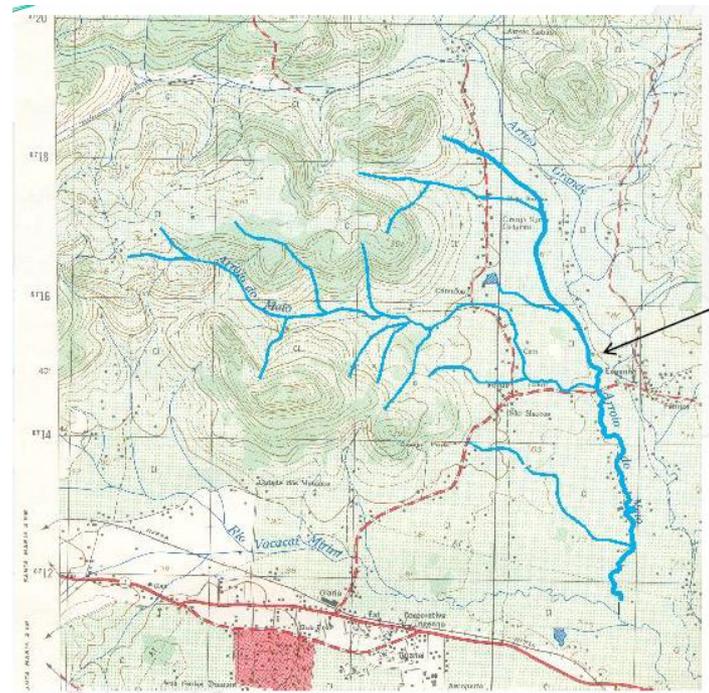
“Um conjunto de canais de escoamento inter-relacionados que formam a bacia de drenagem”(CHRISTOLETTI, 1980, p. 102). Esses canais são dispostos em hierarquias.

- **Rio Principal**

Rio coletor que faz a drenagem de todos os afluentes (rio secundários) e também do escoamento superficial.

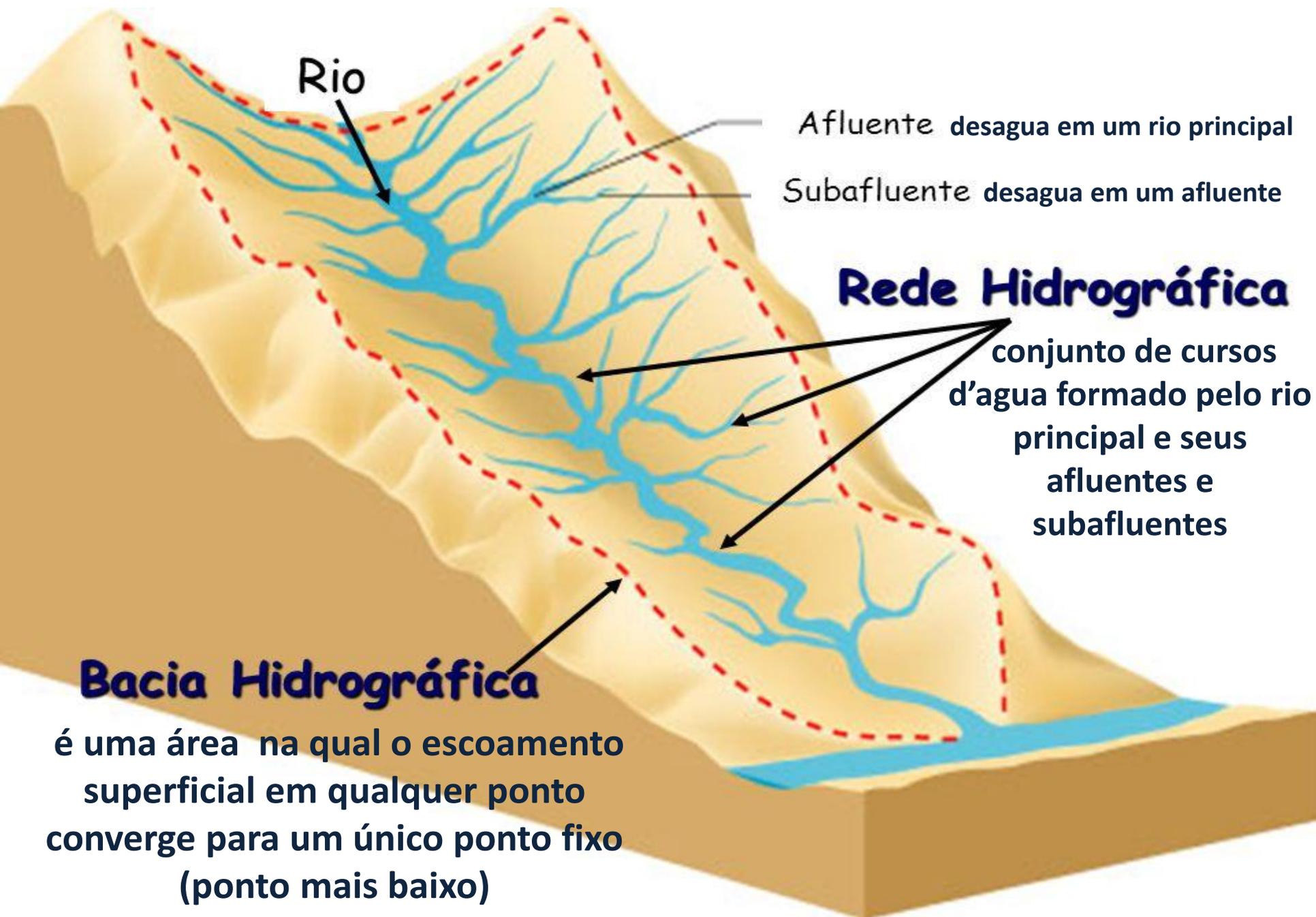
- **Afluentes**

Coletor do escoamento superficial e de rios sub-afluentes (desagua no rio principal)



Rede de Drenagem

Recorte da Carta Topográfica de Camobi. 1:50.000, Folha: SH22-V-C-IV-2



Rio

Afluente desagua em um rio principal

Subafluente desagua em um afluente

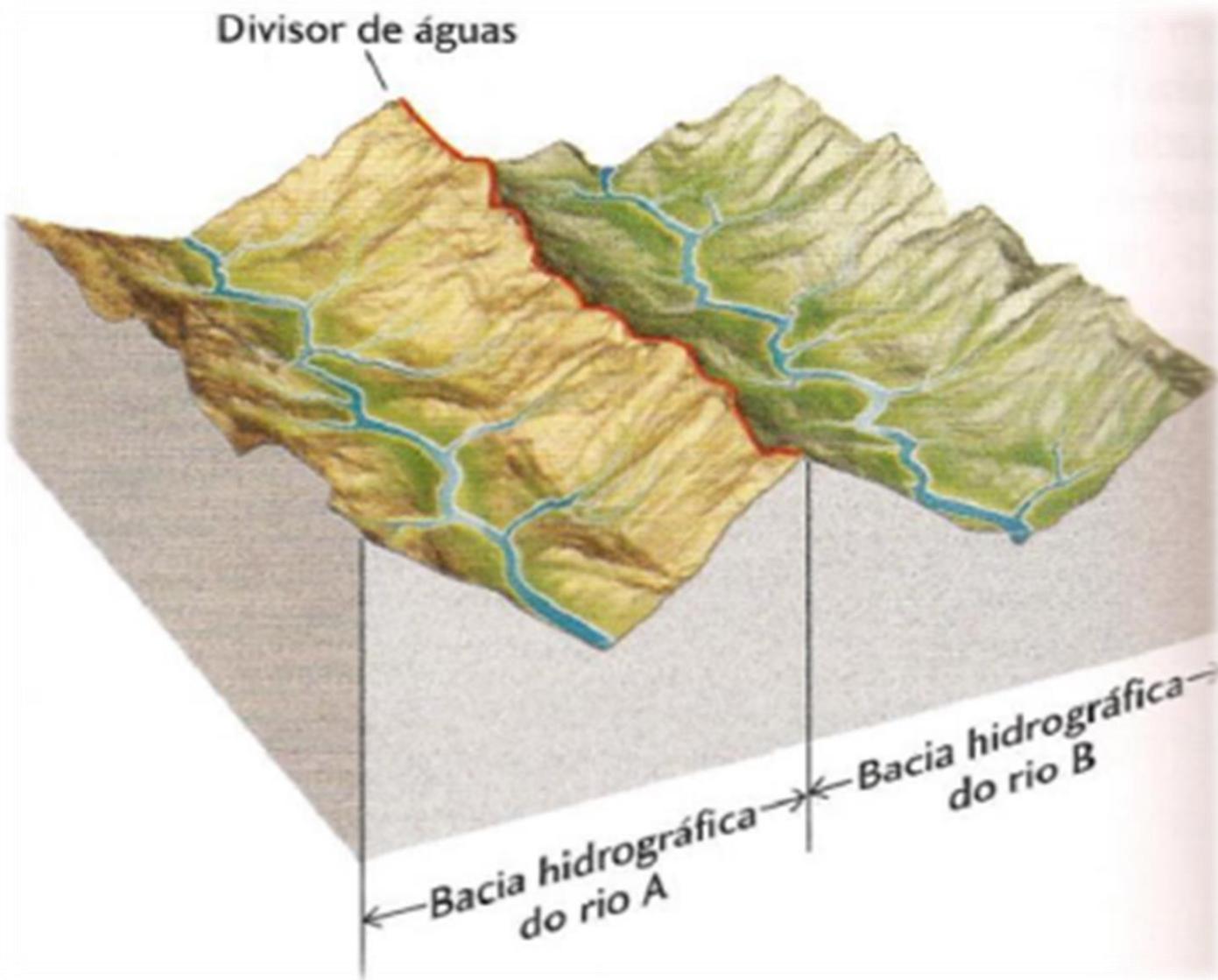
Rede Hidrográfica

conjunto de cursos d'água formado pelo rio principal e seus afluentes e subafluentes

Bacia Hidrográfica

é uma área na qual o escoamento superficial em qualquer ponto converge para um único ponto fixo (ponto mais baixo)

➤ Divisor de águas



Os divisores de água são linhas de separação que marcam o ponto mais alto da bacia hidrográfica e que dividem as precipitações em bacias vizinhas, encaminhando o escoamento superficial para um ou outro sistema fluvial. Define o limite da bacia. Também chamado de linha de cumeada.

O rio tem a sua origem na nascente.

Um **tributário** é um pequeno rio.

Bacia hidrográfica

Rio

O **leito** do rio é o espaço ocupado pelas águas do rio.

Duas bacias hidrográficas estão separadas uma da outra por linhas divisórias das águas, situadas a altitudes elevadas – o **divisor de água**

Os rios desaguam no mar ou nos rios – é a sua **foz**.

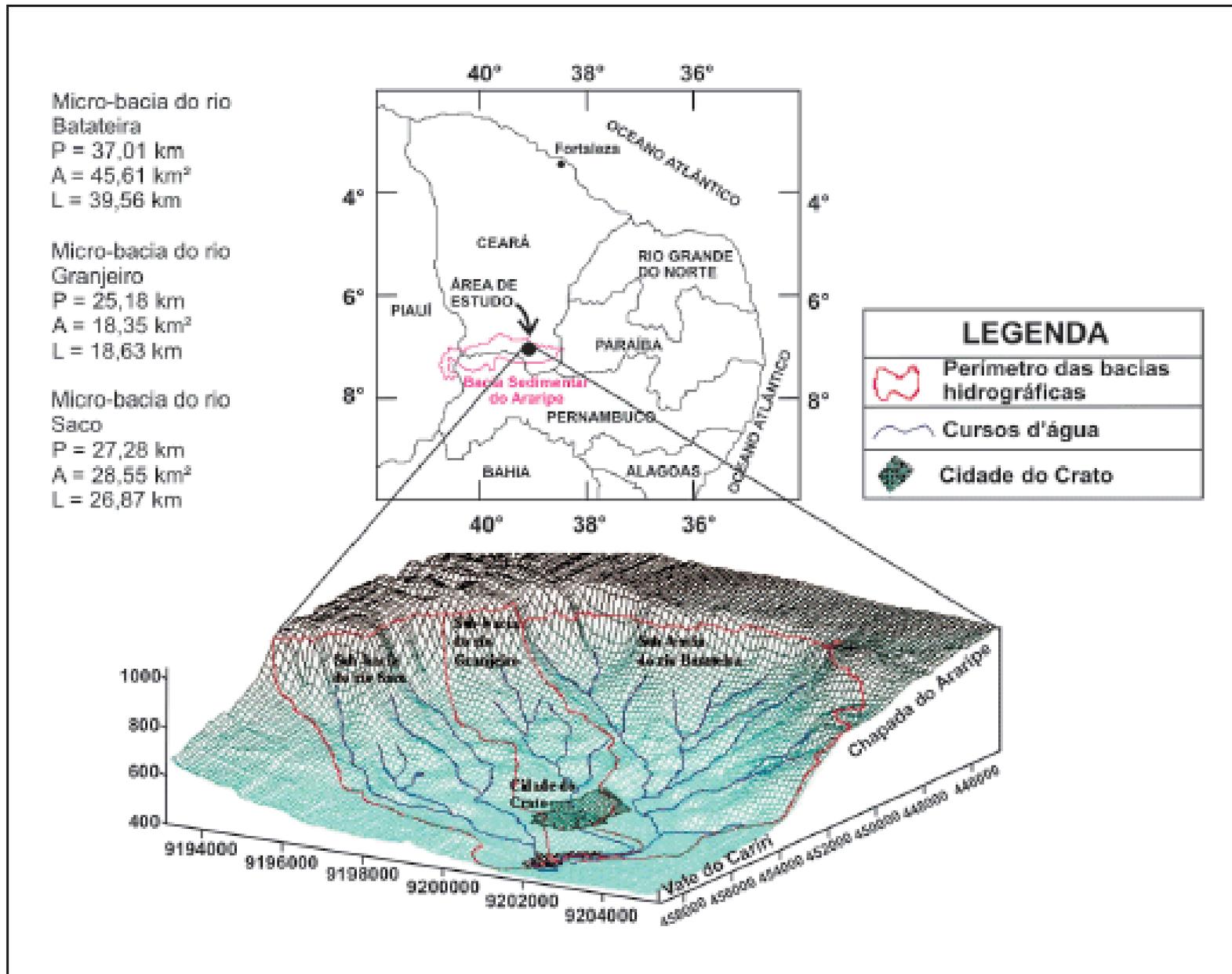
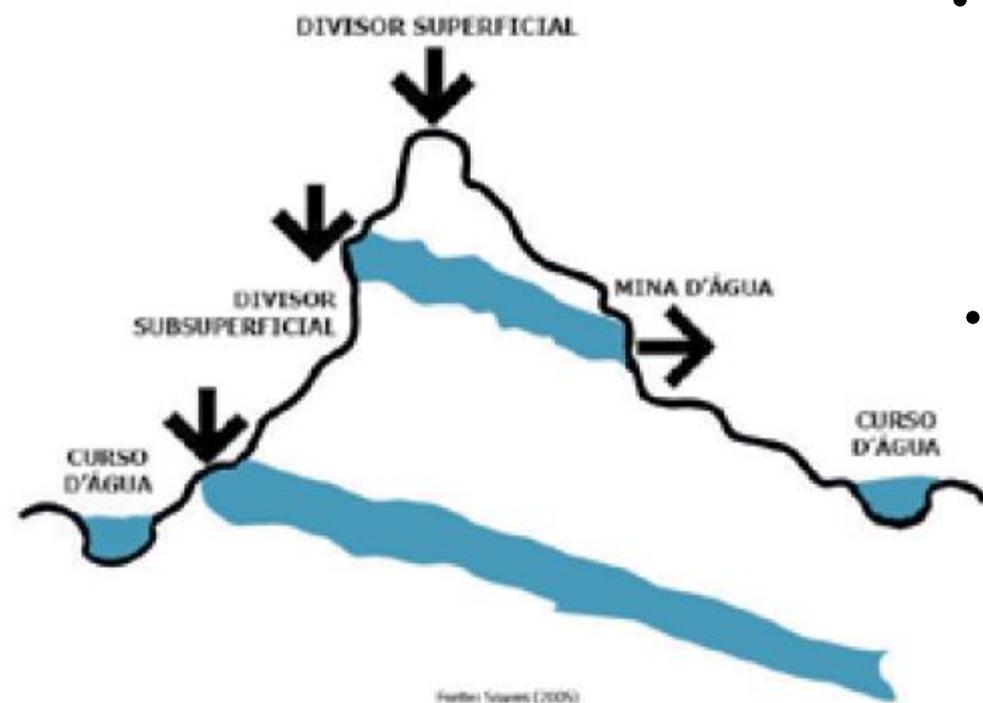


Figura 1 - Localização da área de trabalho (P: perímetro, A: área, L: comprimento total dos cursos d'água).

Divisor de água

... Linha que representa os limites da bacia, determinando o sentido de fluxo da rede de drenagem e a própria área de captação da bacia hidrográfica.

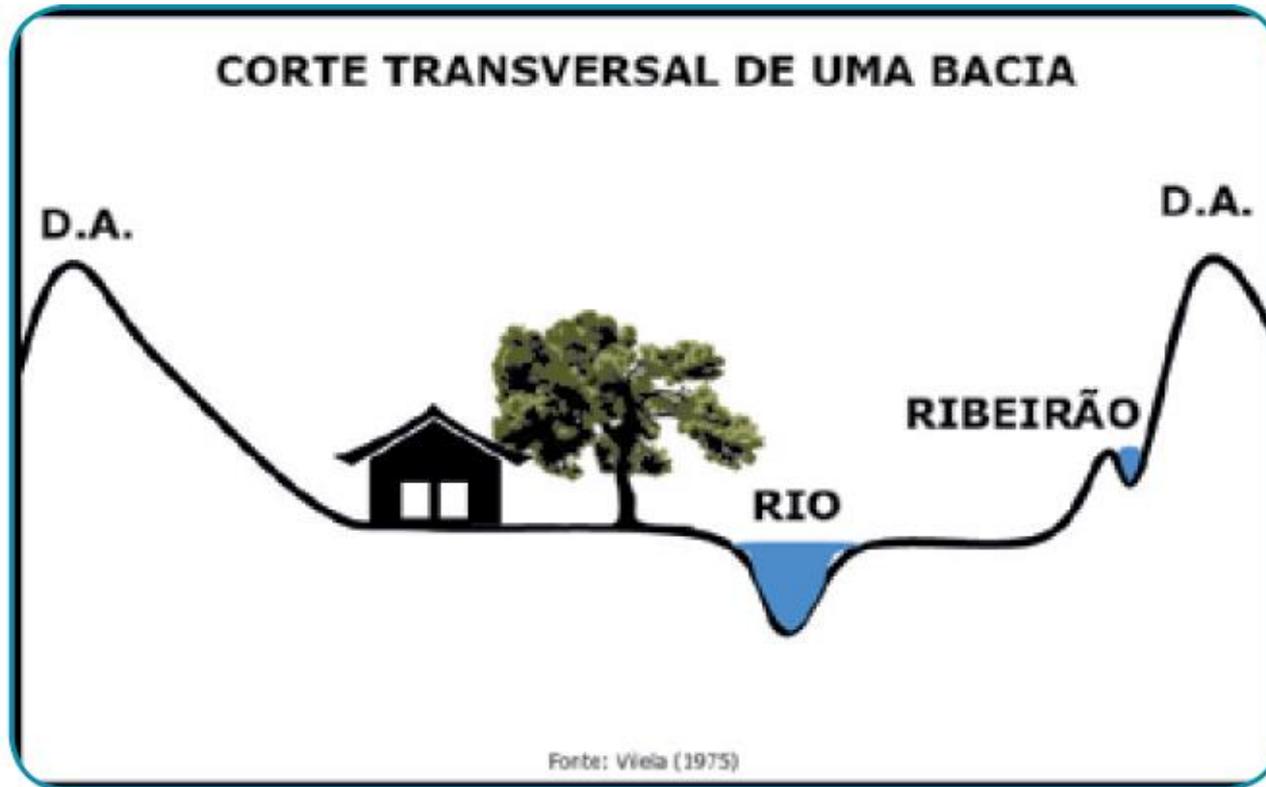
DIVISORES DE ÁGUA SUPERFICIAL E FREÁTICO



- O divisor topográfico, relaciona-se com o relevo, sendo responsável por fixar a área da qual provém o deflúvio superficial da bacia.
- O divisor de águas freático, geralmente, é determinado pela estrutura geológica dos terrenos – os limites dos reservatórios de água subterrânea de onde é derivado o deflúvio básico da bacia.

(Vilela e Mattos, 1975)

Em várias estruturas geológicas, os divisores de água superficial e subsuperficial (freático) não são coincidentes, o que dificulta o balanço de água porque não se pode determinar satisfatoriamente que área está contribuindo para o fluxo de base.



Fonte: Vilela (1975).

Normalmente, não há coincidência entre os dois divisores, prevalecendo, quase sempre, o topográfico, por ser fixo e de mais fácil identificação.

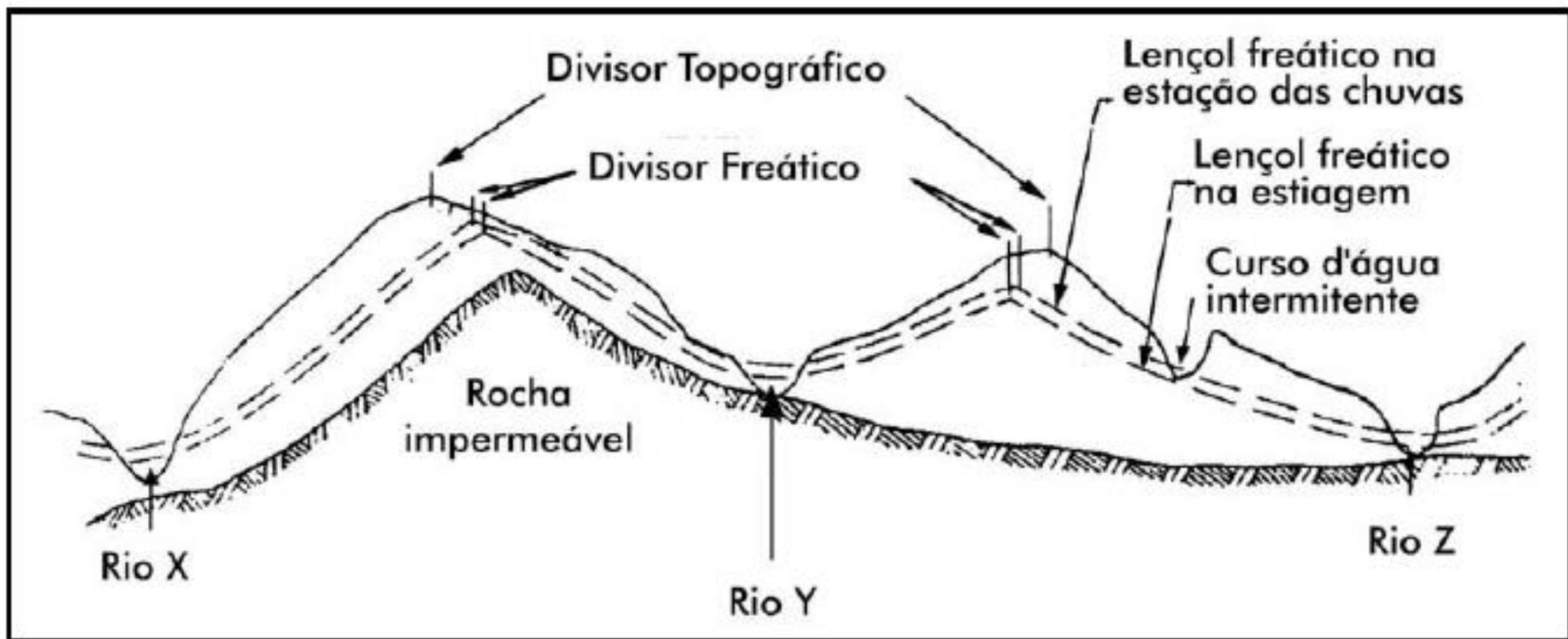
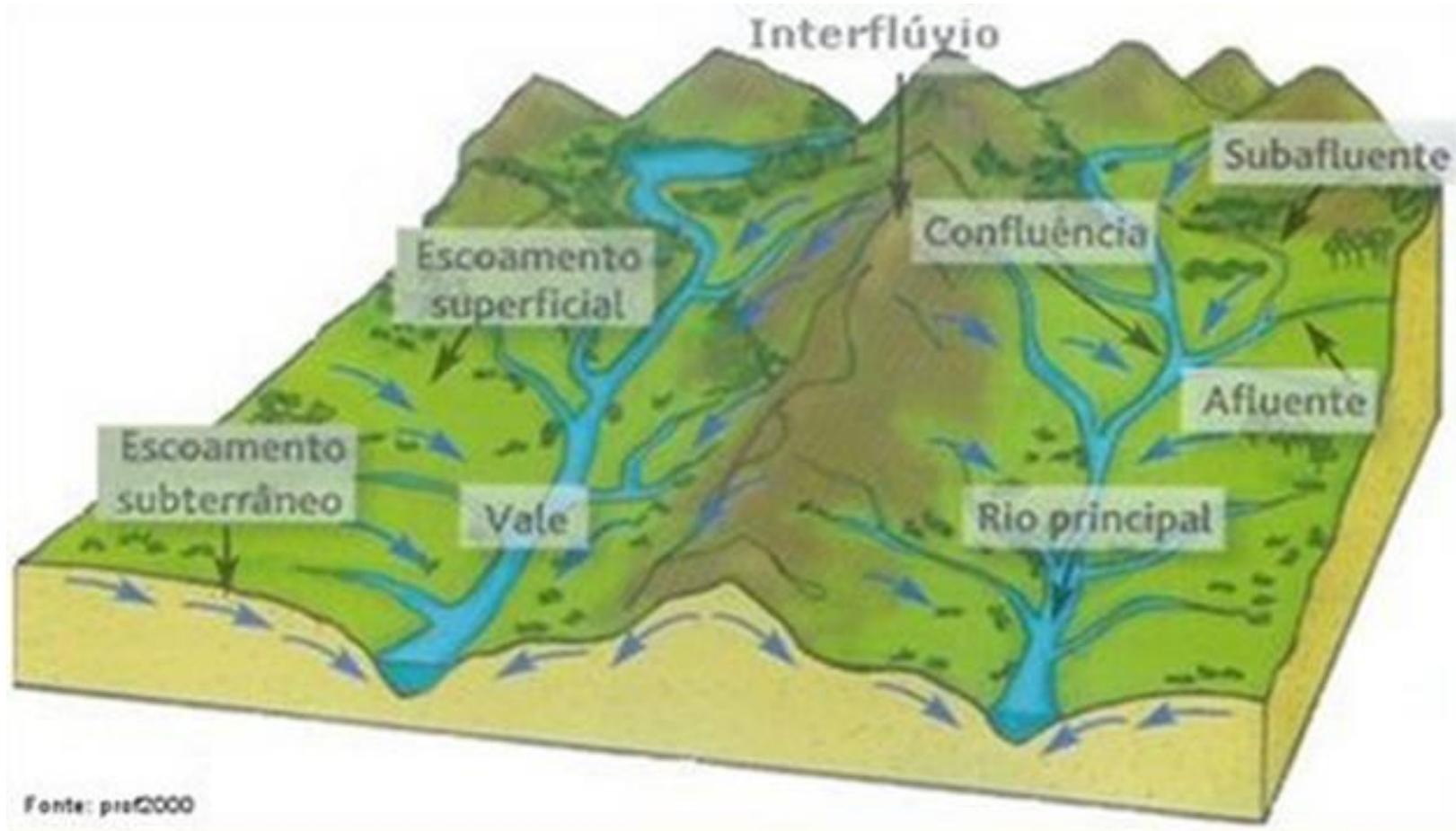


Figura 3 - Corte transversal através de 3 bacias adjacentes (Villela, 1975).

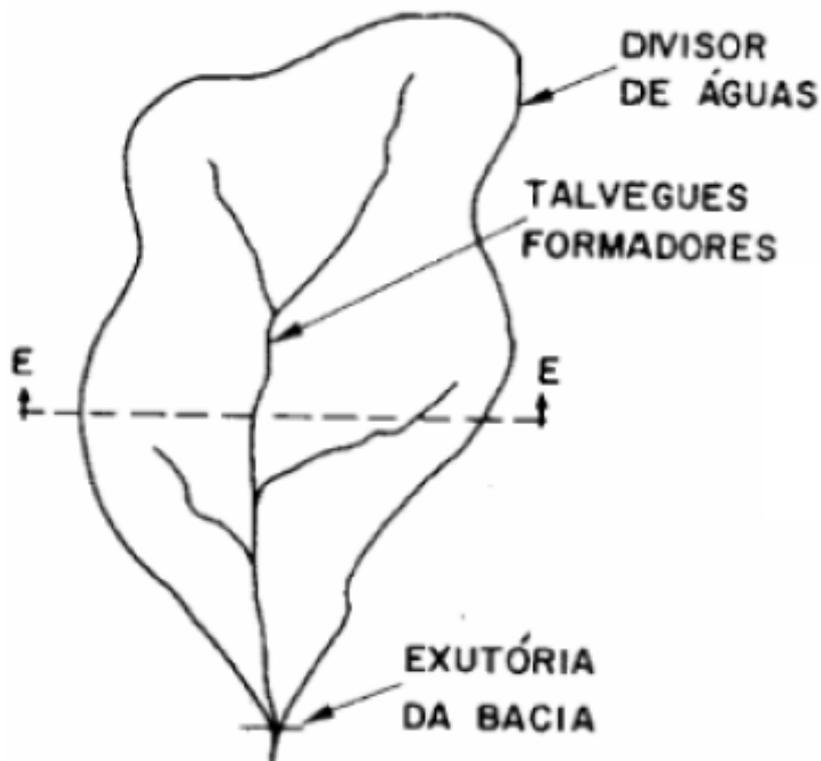
Interflúvio - Terreno ou área mais elevada situada entre dois vales.



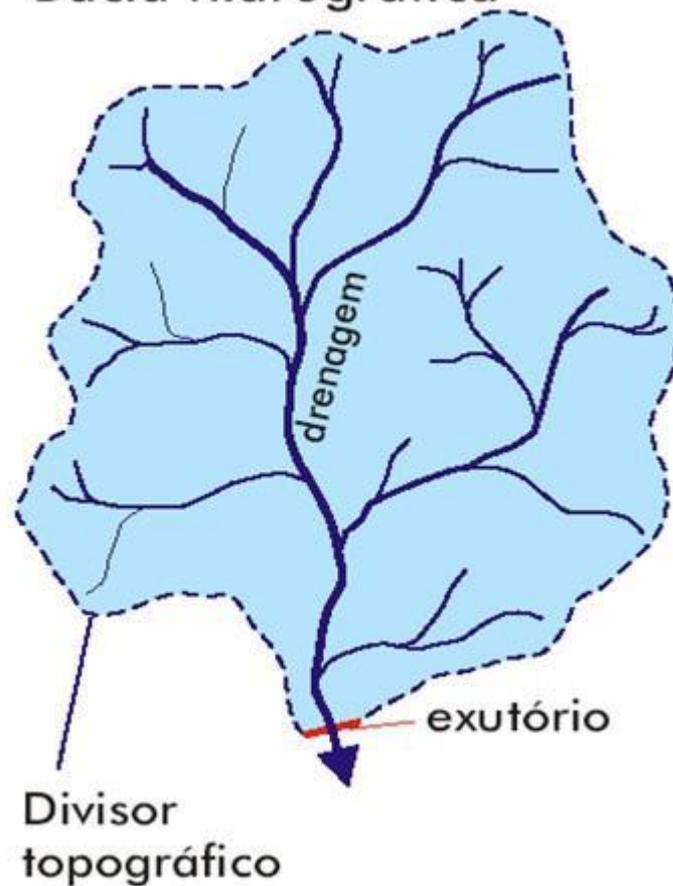
“Apesar de às vezes este termo ser usado como sinônimo de divisor de águas, o interflúvio se caracteriza mais por ser toda a região ou área compreendida entre dois talwegues, ou entre dois cursos de maior importância de uma mesma bacia hidrográfica ou mesmo de bacias distintas, ao passo que o termo divisor de águas é mais adequado para designar não uma área mas uma linha(linha de cumeada)”. (Dicionário Livre de Geociências)

Exutório

É o ponto mais baixo de um curso d'água onde se dá todo o escoamento superficial.



Bacia hidrográfica



Fonte: Imagem da delimitação de bacia com destaque para o exutório e divisor de águas (VILLELLA, 1975).

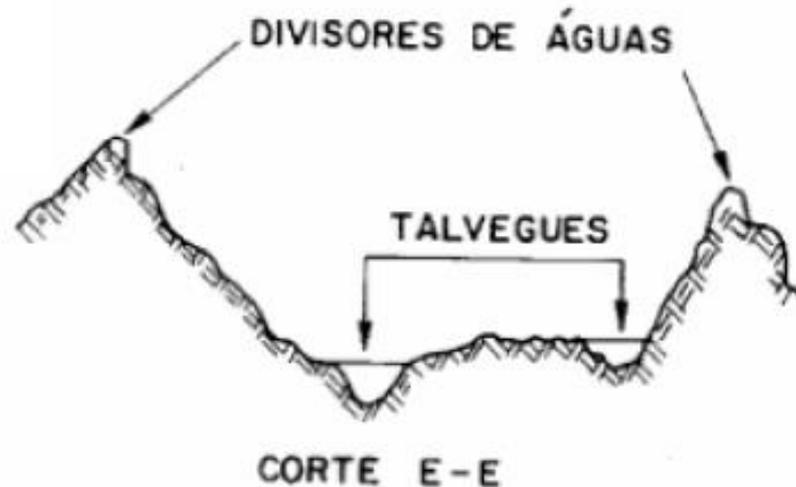
Linhas notáveis de um terreno

Vertente: São as superfícies laterais das elevações ou depressões (flancos ou encostas);



Fig.2 Características Físicas de uma Bacia Hidrográfica

Linha de Talvegue: Linha que une os pontos mais baixos de uma região (leito dos rios). A água das chuvas desce pelas vertentes e escoam pelos talvegues;

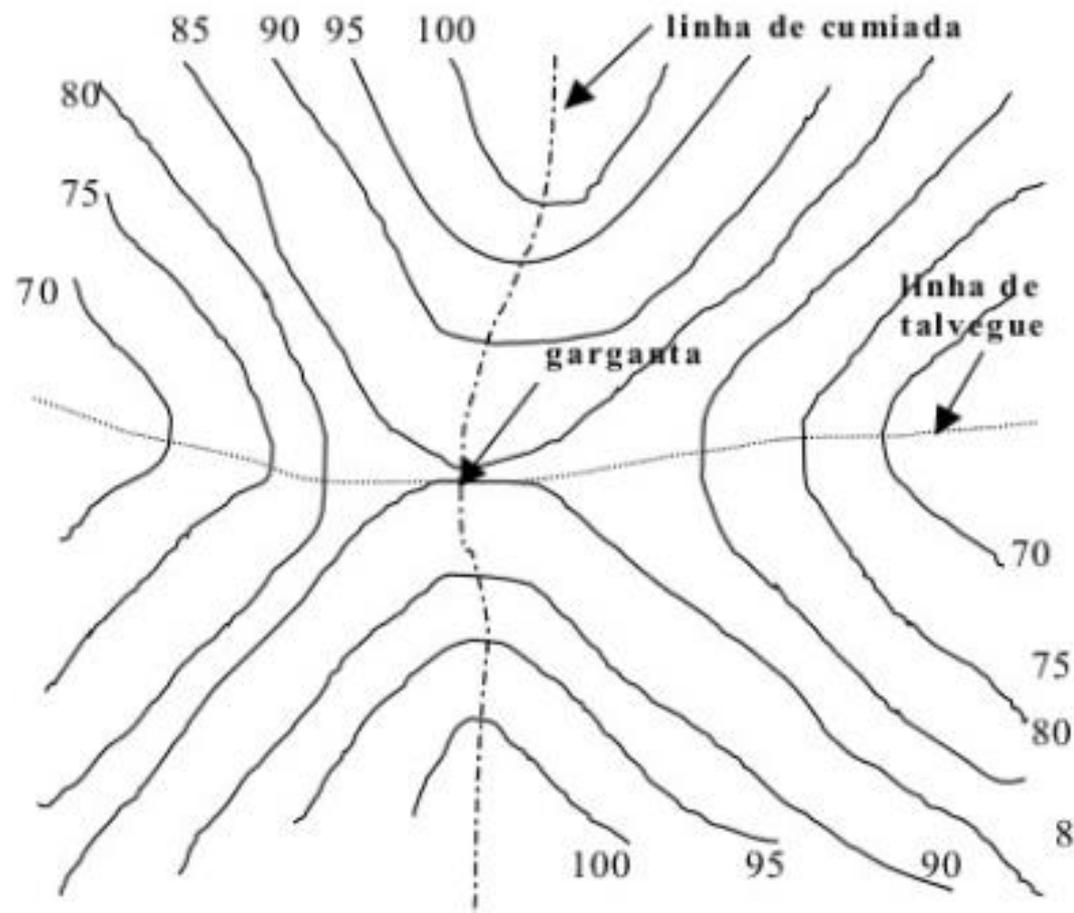


Os talvegues são depressões (vales), representados graficamente onde as curvas de nível apresentam a curvatura contrária ao sentido da inclinação do terreno, indicando que nestes locais ocorre concentração de escoamento.

Linhas notáveis de um terreno

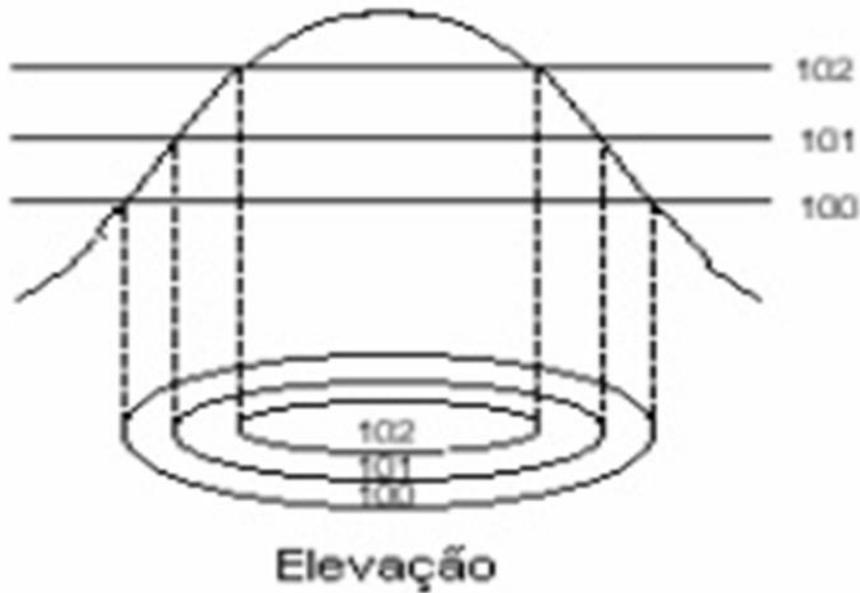
Linha de cumeada: une os pontos mais altos, dividindo as águas das chuvas para as vertentes (divisor de águas)

Colo Topográfico: É uma depressão acentuada da linha de cumeada de uma montanha ou cordilheira. Intersecção da linha de talvegue com a de cumeada (também chamado Garganta).



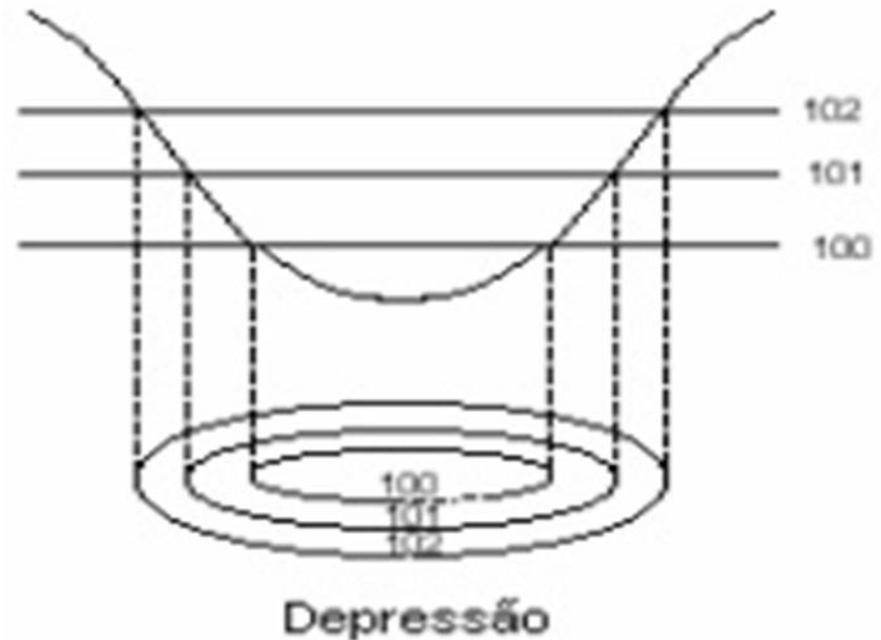
Elevação

Também conhecida por colina, é formada por uma elevação na superfície.
(superfície concava).

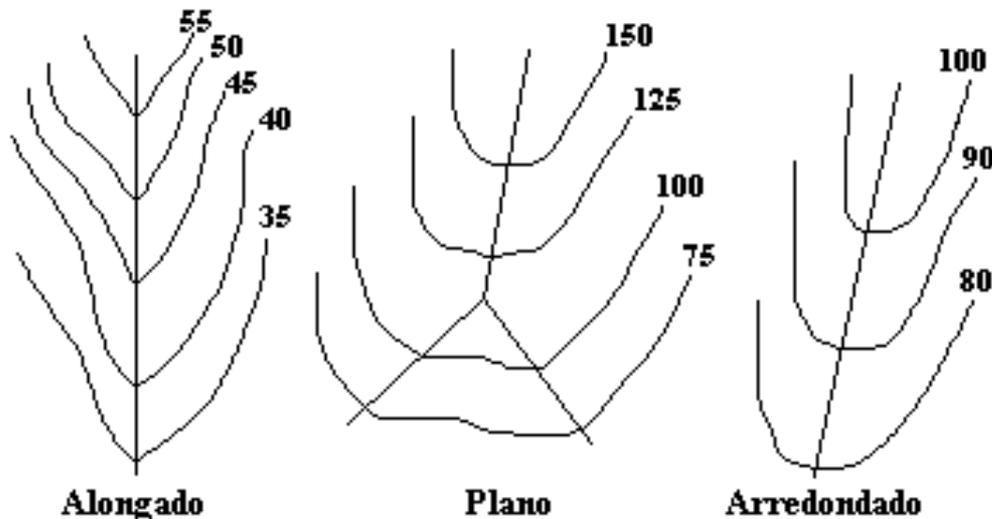
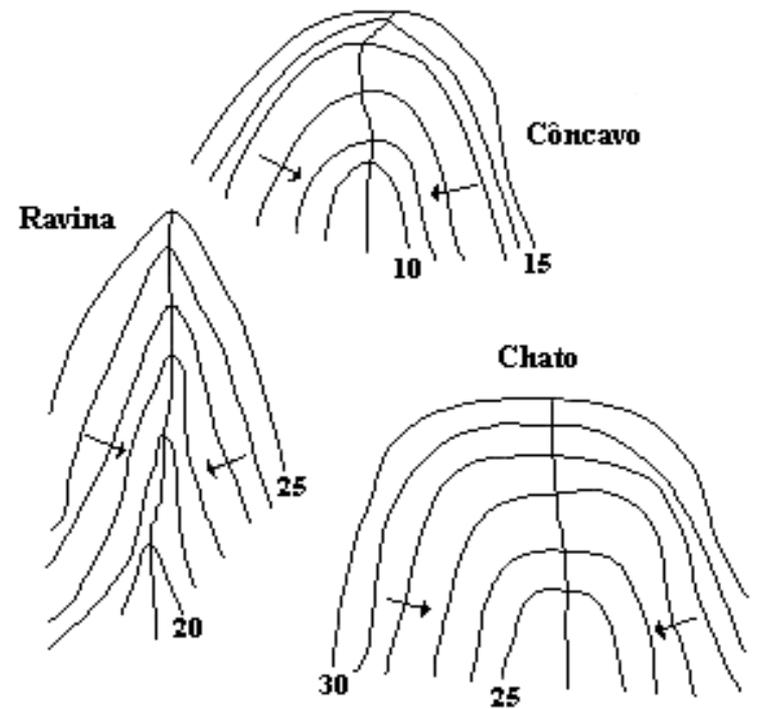


Depressão

Também conhecida por cavidade, é formada por uma depressão na superfície.
(superfície convexa).



Vale: Superfície formada pela reunião de duas vertentes opostas, podendo o fundo ser de forma côncava, de ravina ou chato. As curvas de maior valor envolvem as de menor valor.



Dorso: superfície convexa formada pela reunião de duas vertentes opostas (pelos cumes). Podem ser alongados, planos ou arredondados. Neste, as curvas de nível de menor valor envolvem as de maior.

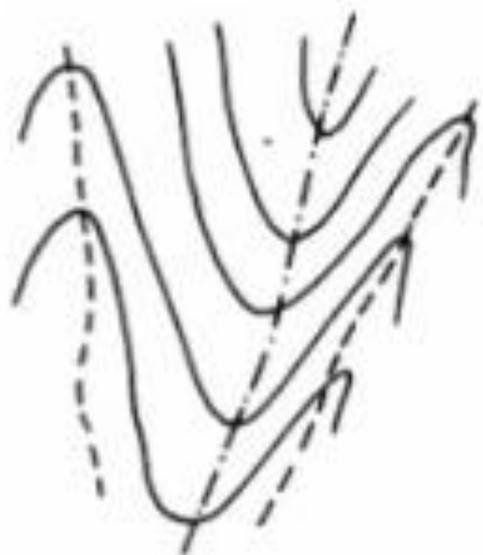


Figura 8: Divisor e dois thalwegs

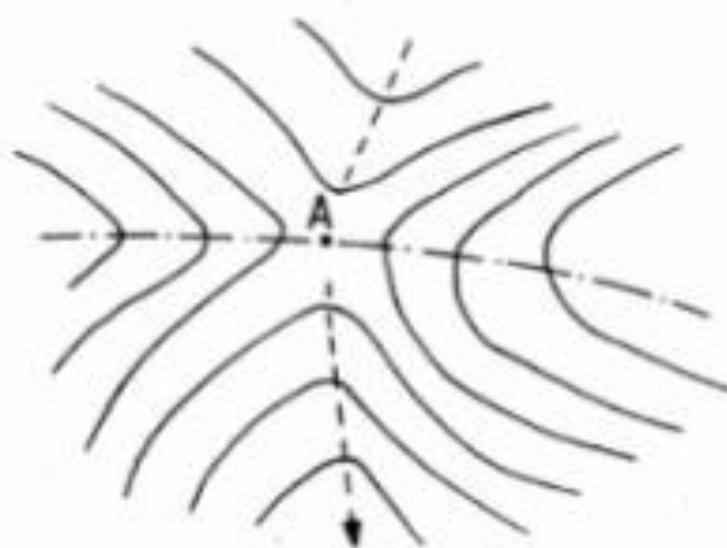


Figura 9: Garganta

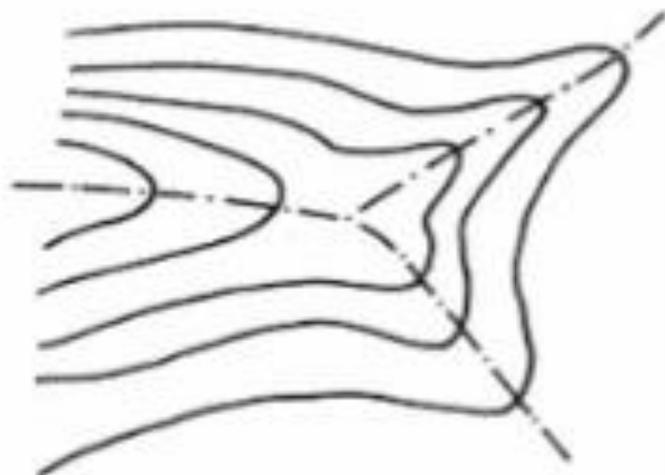


Figura 10: Mudança de direção do divisor

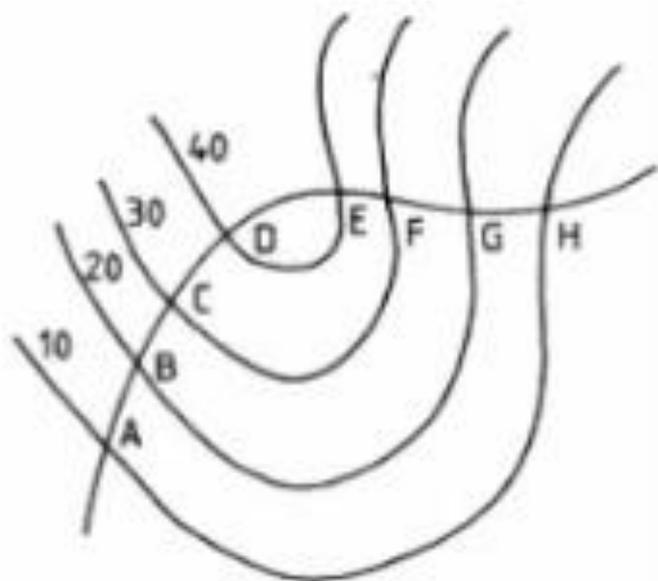


Figura 12a: Seção A, B, C, ... e curvas de nível

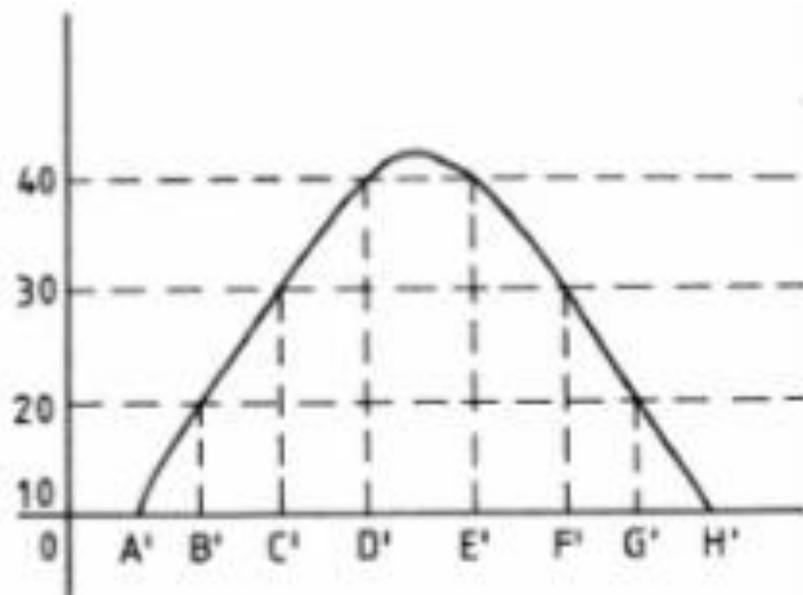


Figura 12b: Perfil da seção A, B, C,...

Delimitação de Bacias Hidrográficas

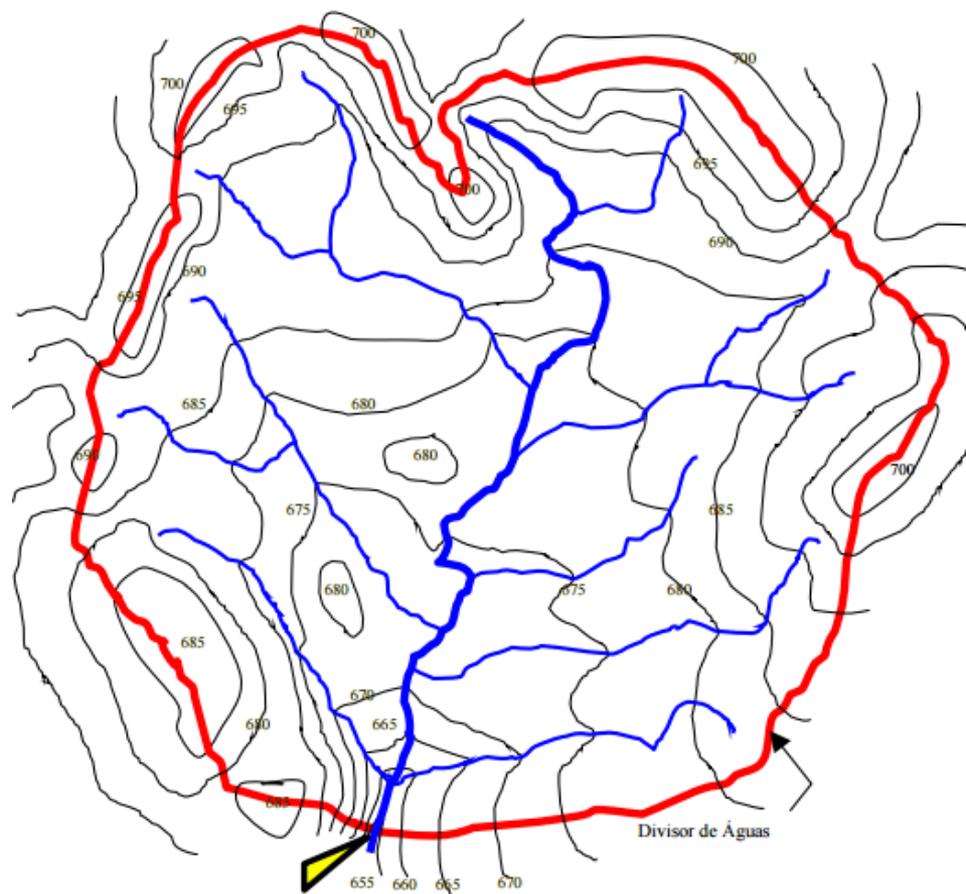
Etapa 1: Definir o exutório. Reforçar a marcação do curso d'água principal e dos tributários (os quais cruzam as curvas de nível, das mais altas para as mais baixas, e definem os fundos de vale).

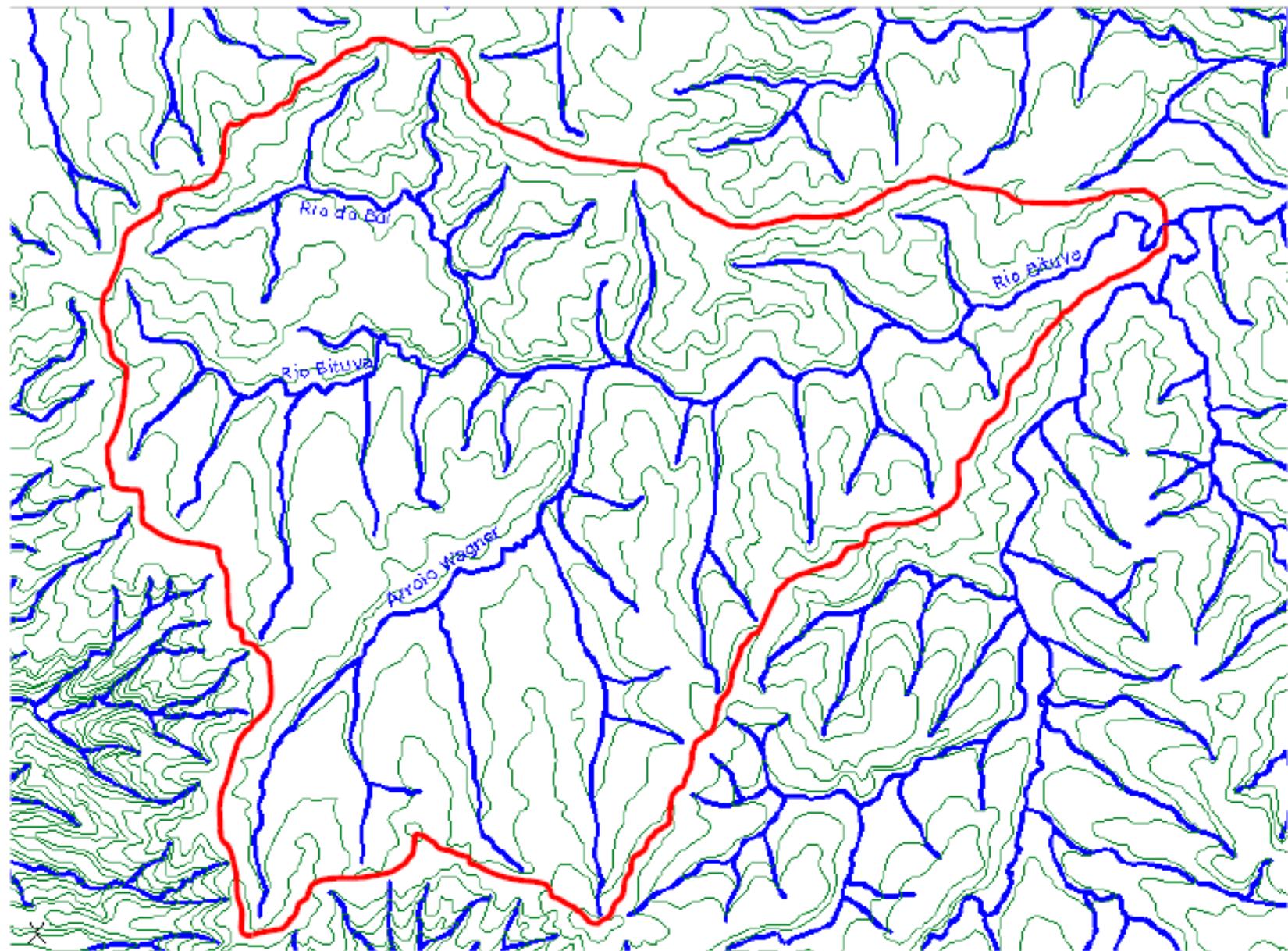
Etapa 2: Para definir o limite da bacia hidrográfica, partir da foz e conectar os pontos mais elevados, tendo por base as curvas de nível e os pontos cotados.

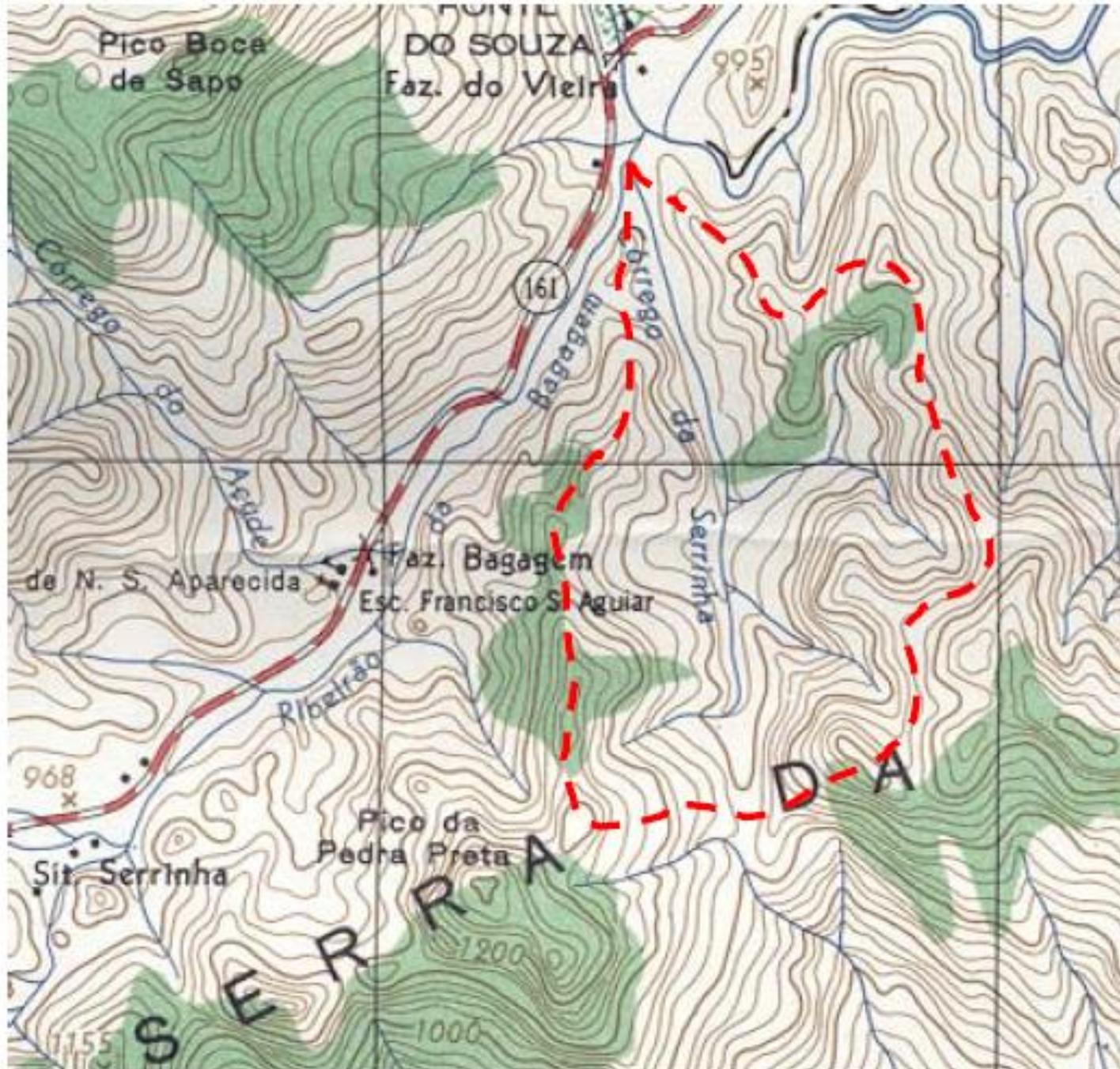
O limite da bacia circunda o curso d'água e tributários, não podendo nunca cruzá-los.

Próximo a cada limite marcado, verificar se a água da chuva escoará sobre o terreno rumo às partes baixas (cruzando perpendicularmente as curvas de nível) na direção dos tributários e do curso d'água principal (se ela correr em outra direção, é porque pertence a outra bacia).

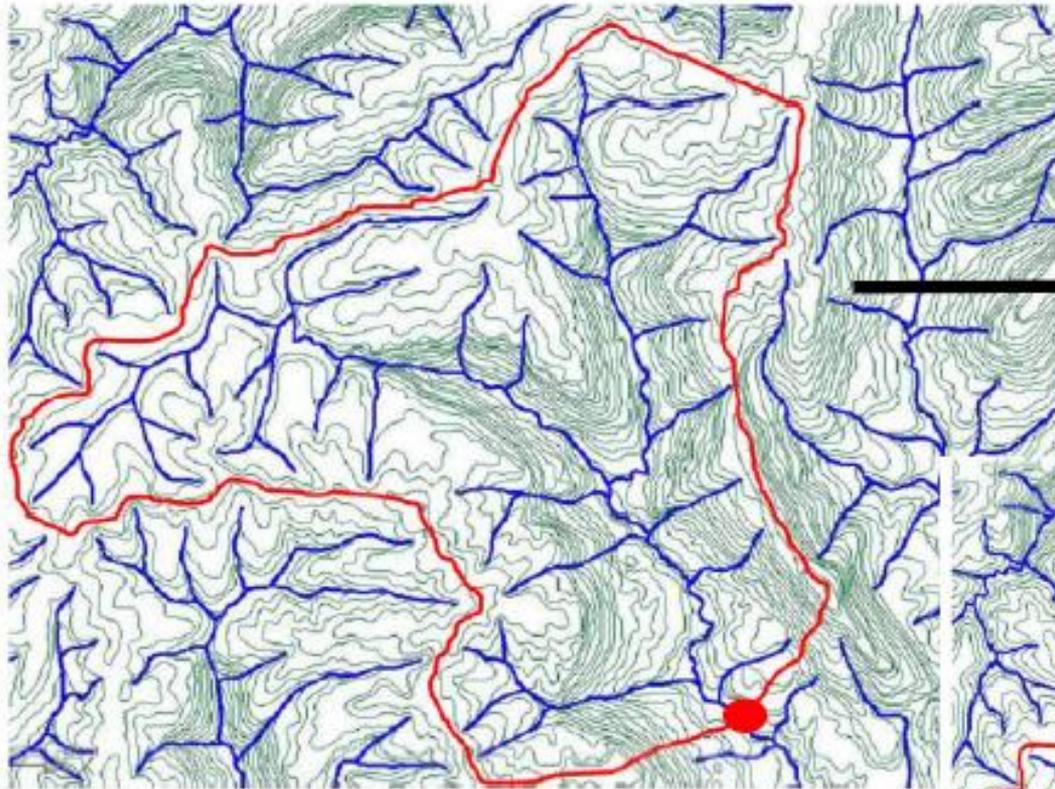
Observar que dentro da bacia poderá haver locais com cotas mais altas do que as cotas dos pontos que definem o divisor de águas da bacia.







Sub-bacias e Microbacias



A microbacia possui toda sua área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, várias microbacias formam uma sub-bacia. Possuem a área inferior a 100 km² (FAUSTINO, 1996).

As sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d'água principal. Possuem áreas maiores que 100 km² e menores que 700 km² (FAUSTINO, 1996).

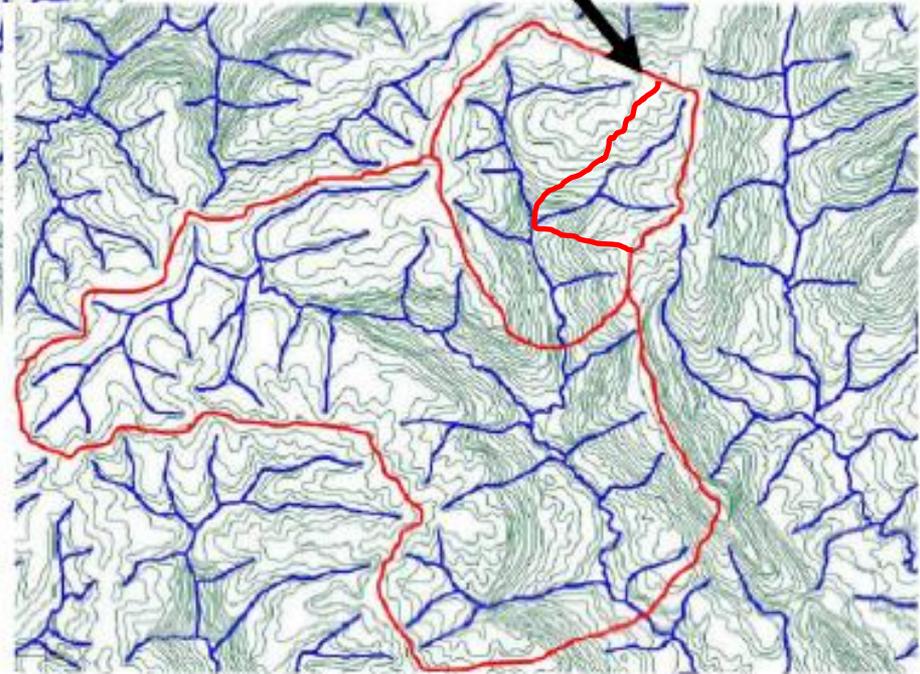


Figura: identificação de: drenagem, exutório, bacia e sub-bacia.

Bacia Hidrográfica

Bacia Hidrográfica

Rio X

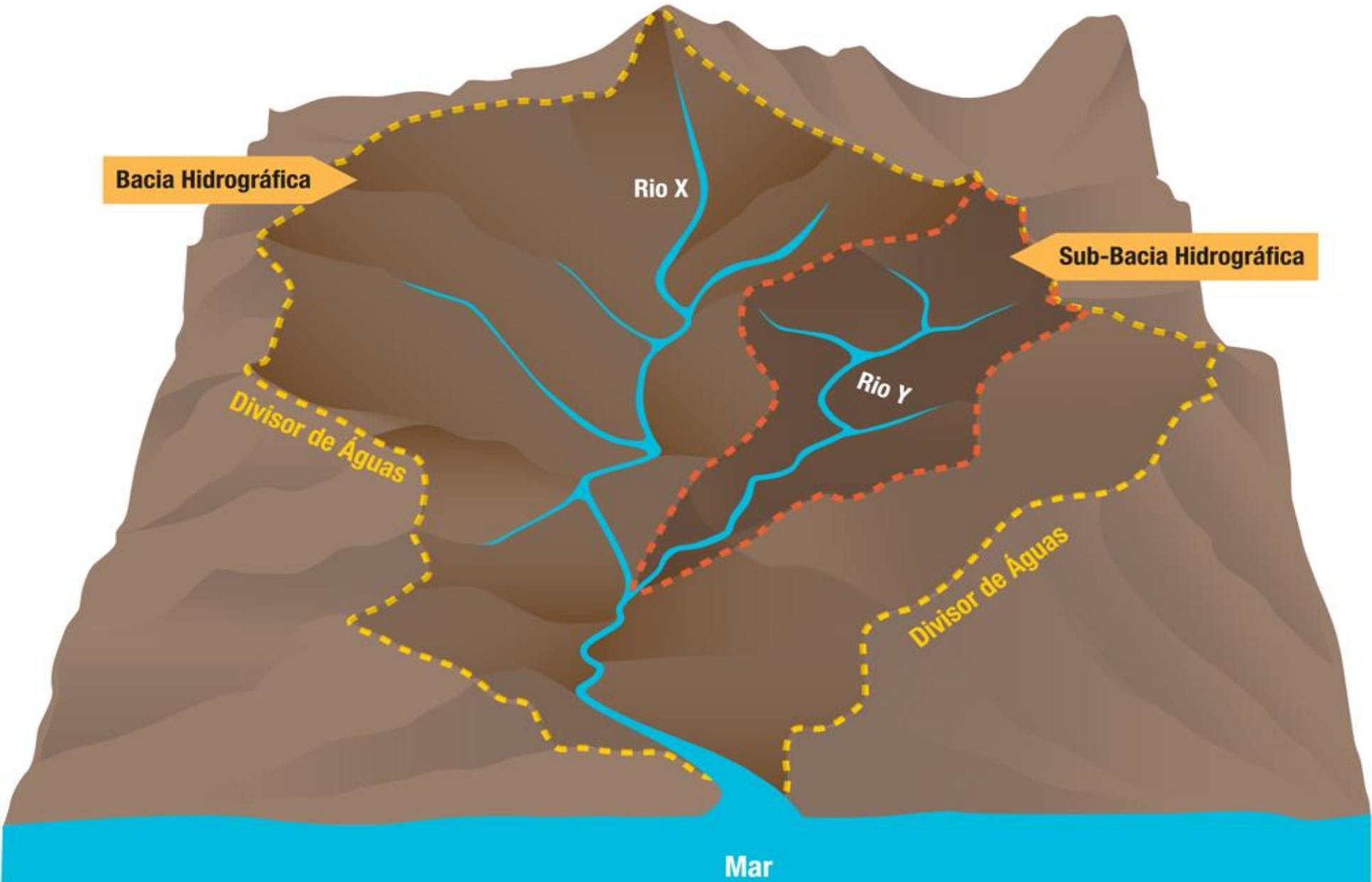
Sub-Bacia Hidrográfica

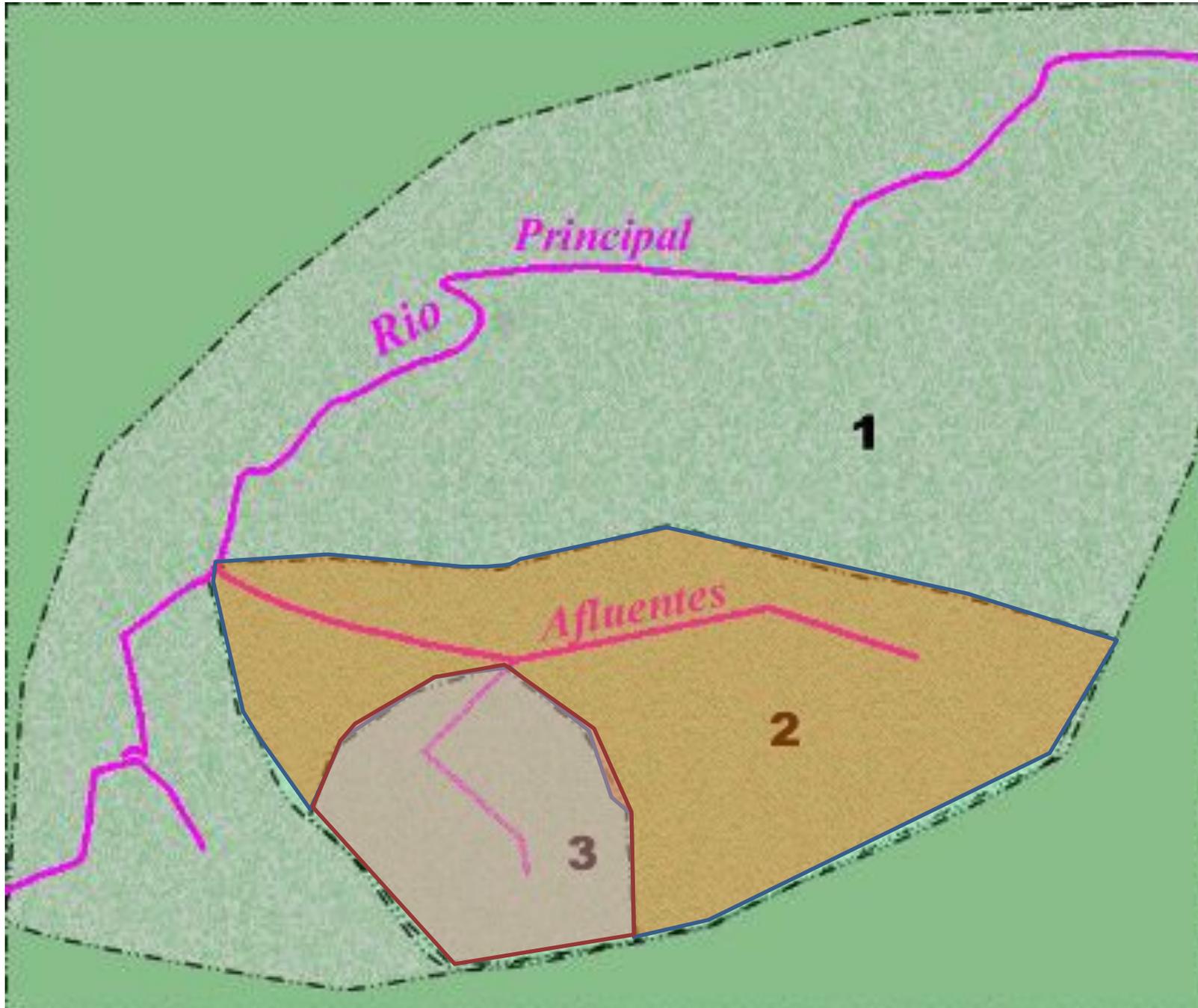
Rio Y

Divisor de Águas

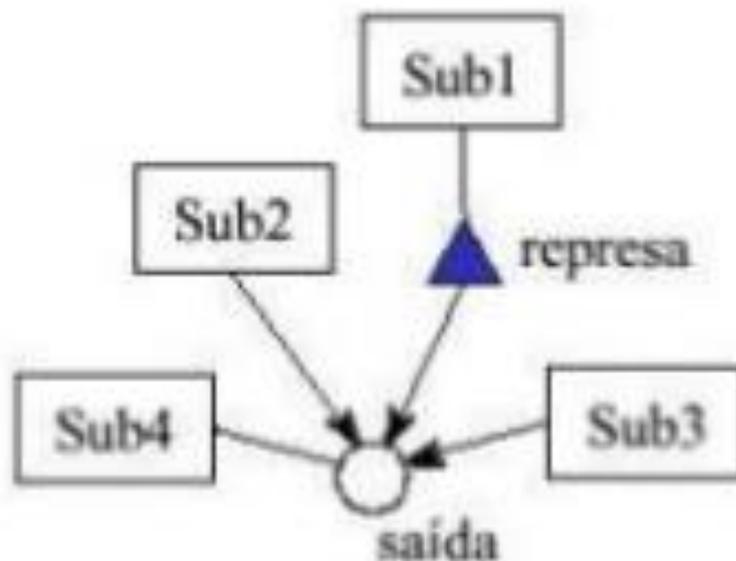
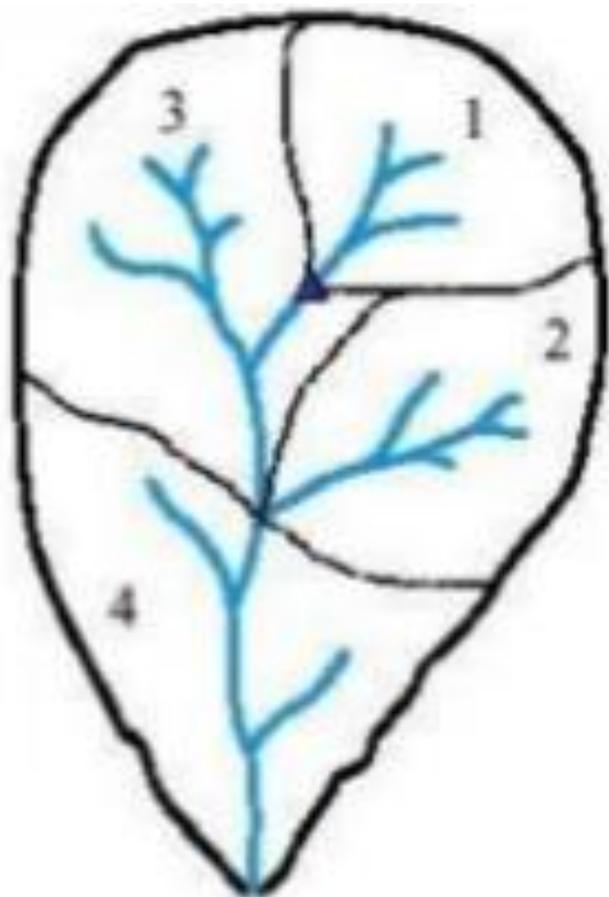
Divisor de Águas

Mar





As bacias podem ser classificadas de acordo com sua importância, como principais (as que abrigam os rios de maior porte), secundárias e terciárias; segundo sua localização, como litorâneas ou interiores.



Representação de uma bacia hidrográfica dividida em sub-bacias e diagrama esquemático mostrando os percursos da água até a saída da bacia. As setas indicam que a sub-bacia se comunica diretamente com a saída através de um curso d'água.

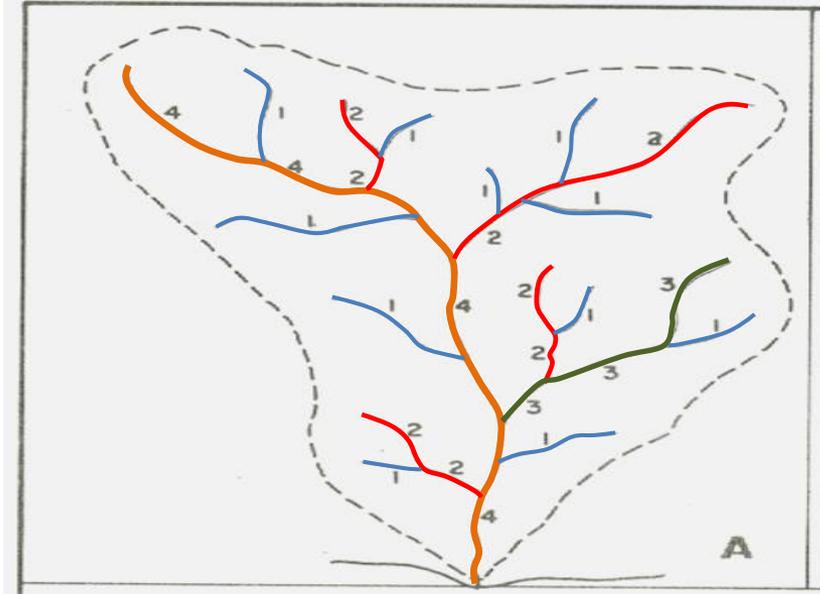


Interiores



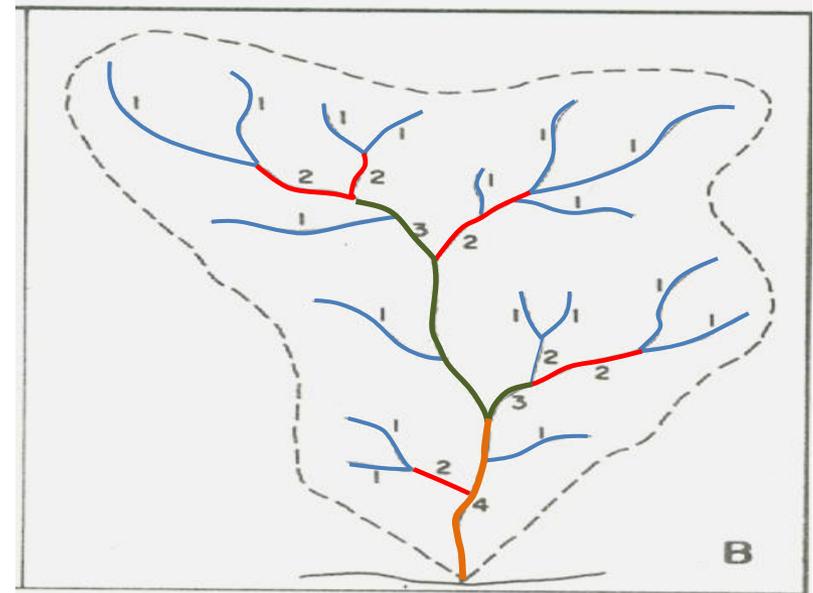
Litorâneas

HIERARQUIA FLUVIAL - Classificações



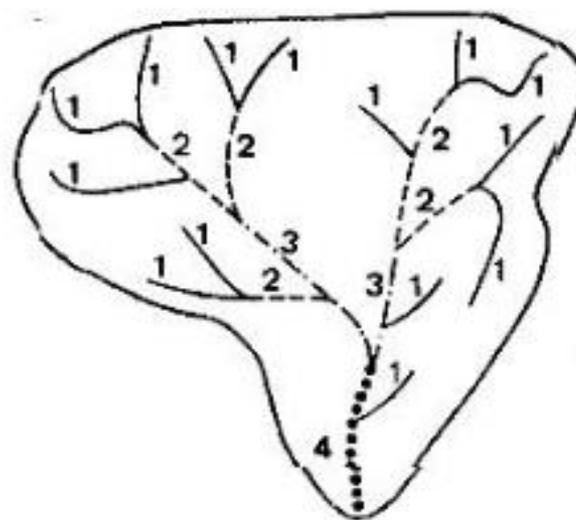
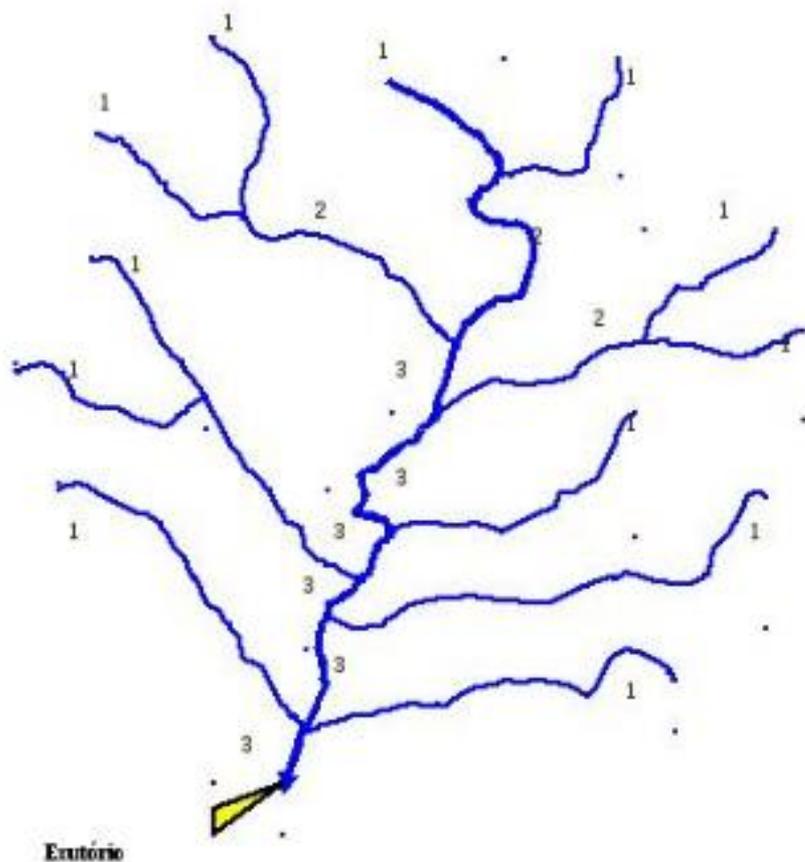
➤ HORTON (1945) – Canais de primeira ordem não possuem tributários; canais secundários recebem tributários de primeira ordem; Canais de terceira ordem recebem de segunda ordem ou de primeira...

• *O rio principal é consignado pelo seu número de ordem desde a nascente.*

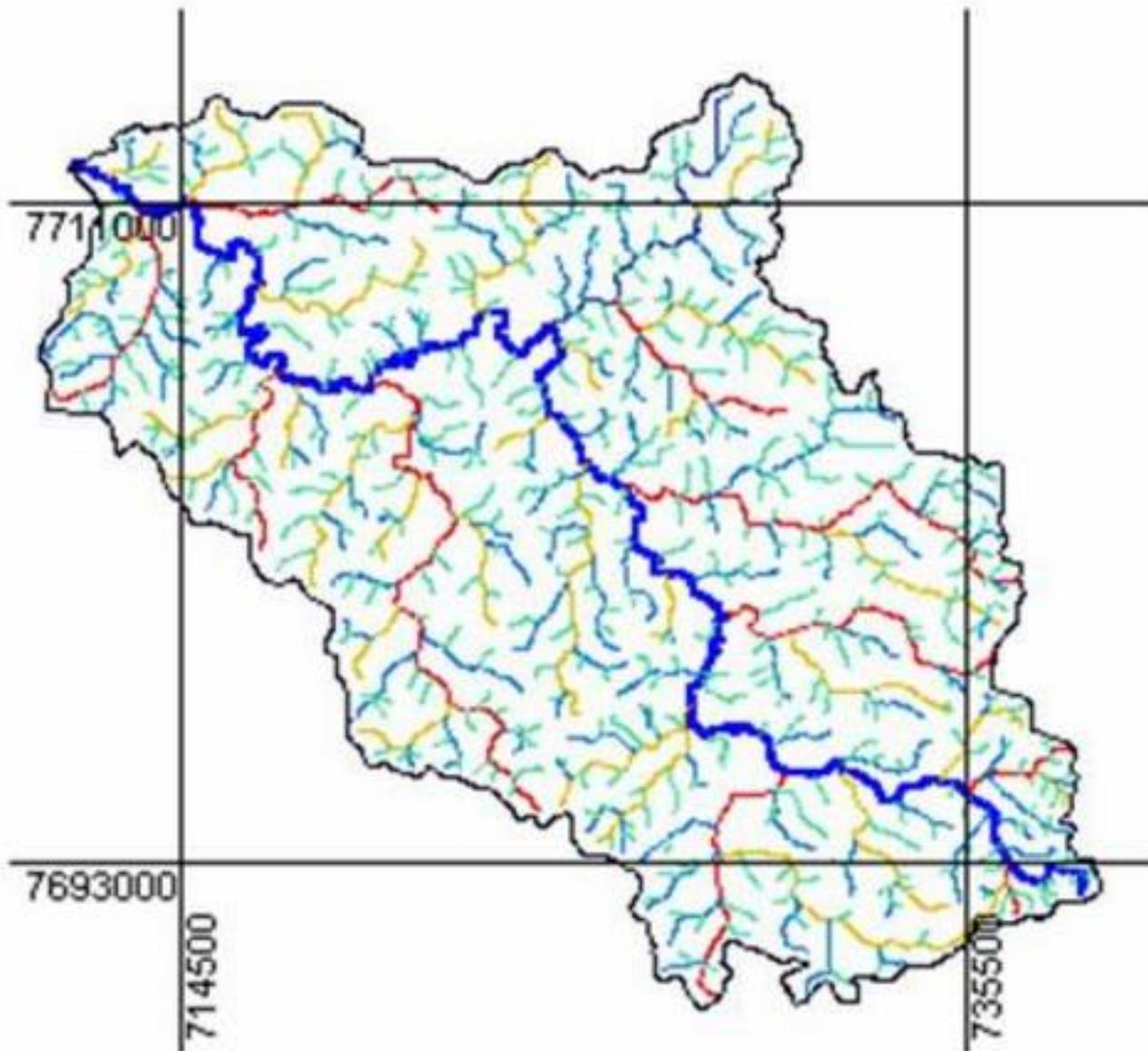


➤ STRAHLER (1952) – Canais de primeira ordem não possuem tributários, estendendo-se desde sua nascente até sua confluência, os canais de segunda ordem surgem da confluência de dois canais de primeira ordem...

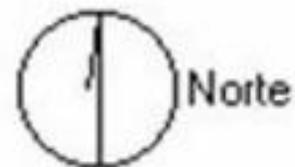
Uma bacia hidrográfica evidencia a hierarquização dos rios, ou seja, a organização natural por ordem de menor volume para os mais caudalosos, que vai das partes mais altas para as mais baixas.



- ORDEM 1
- - - - ORDEM 2
- · - · - ORDEM 3
- · · · · ORDEM 4



-  Ordem 1
-  Ordem 2
-  Ordem 3
-  Ordem 4
-  Ordem 5
-  Ordem 6



Unidades

7719.12

LEITURA SUGERIDA:

CRHISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia Fluvial. Volume I – O canal fluvial.** São Paulo, Edgar Blücher, 1981.

Press, F.; Grotzinger, J.; Siever, R.; Jordan, T, H.; **Para entender a Terra.** Porto Alegre, Bookman, 2008.

BINDA, A.L. ALTERAÇÕES NO CICLO HIDROLÓGICO EM ÁREAS URBANAS: cidade, hidrologia e impactos no ambiente. **Ateliê Geográfico**, Goiânia-GO v. 5, n. 3 dez/2011 p.239-254.

Bibliografia:

POLETO, C. **Bacias Hidrográficas e Recursos Hídricos.** Rio de Janeiro, Interciência, 2014.

SILVA, L.P. **Hidrologia Engenharia e Meio Ambiente.** Rio de Janeiro, Elsevier, 2015.