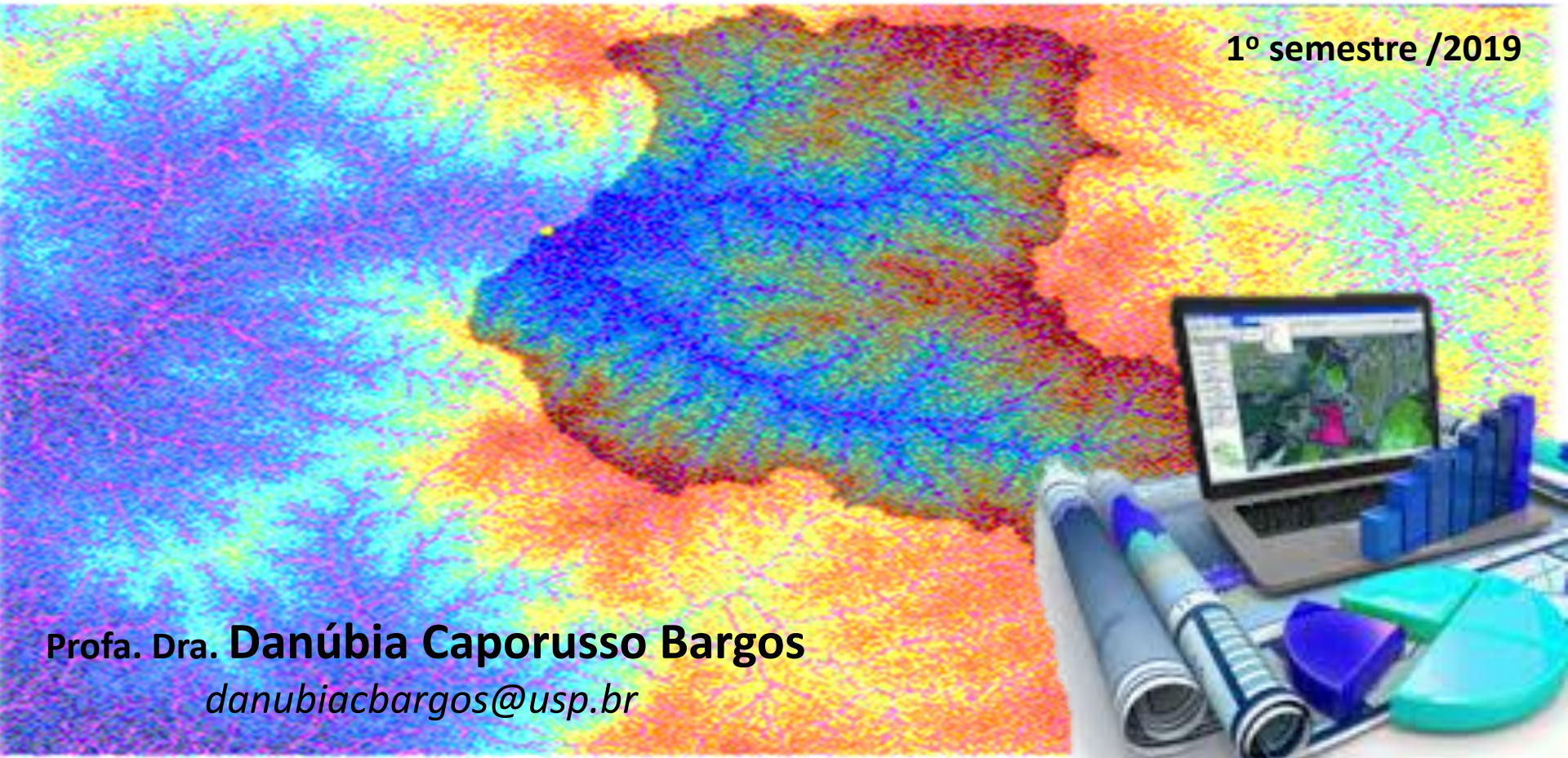
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Escola de Engenharia de Lorena – EEL

LOB 1233

Caracterização de Bacias Hidrográficas



1º semestre /2019

Profa. Dra. **Danúbia Caporusso Bargos**
danubiacbargos@usp.br

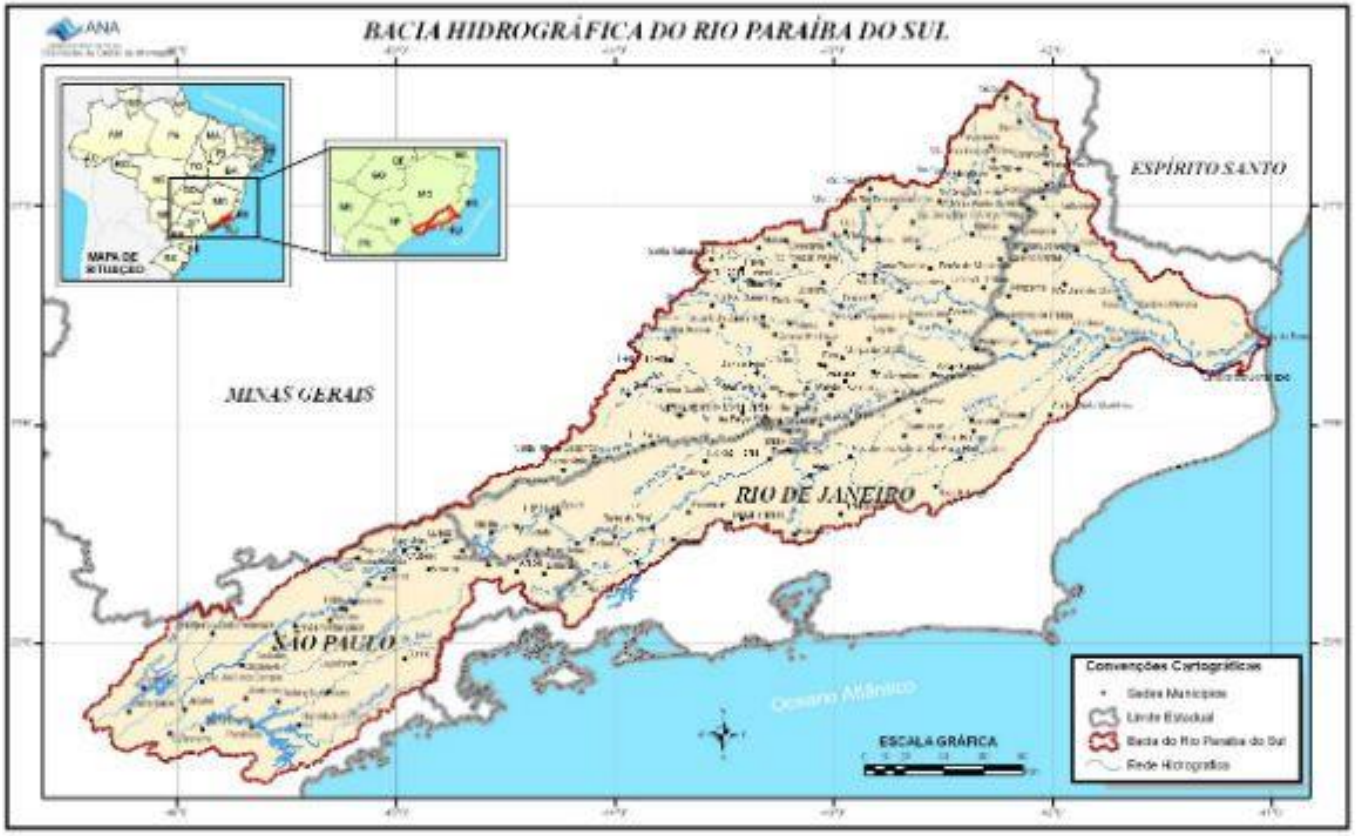
Características físicas de uma bacia hidrográfica

- ✓ área da bacia;
- ✓ forma;
- ✓ densidade de drenagem;
- ✓ declividade;
- ✓ Hierarquia fluvial.

Área de drenagem

É a área inclusa entre os seus divisores topográficos. A área de uma bacia é o elemento básico para o cálculo das outras características físicas.

Fundamental para definir o potencial de geração de escoamento da bacia hidrográfica, uma vez que o seu valor multiplicado pela lamina da chuva precipitada define o volume de agua recebido pela bacia. (TUCCI, 2004, p. 46).



A área da bacia do Rio Paraíba do Sul é de aproximadamente 56.500 km^2

Forma da bacia

É uma das características da bacia mais difíceis de serem expressas em termos quantitativos. Ela tem efeito sobre o comportamento hidrológico da bacia, como por exemplo, no **tempo de concentração.**

Tc é definido como sendo o tempo, a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua com a vazão na seção de controle.

Em igualdade de outros fatores, uma bacia circular e compacta apresenta maior tendência para a ocorrência de cheias do que uma bacia estreita e alongada.

Ou seja... A mesma quantidade de chuva pode gerar a inundação de uma bacia hidrográfica ou não, a depender do seu tamanho ou formato, bem como da energia potencial de escoamento das águas e de sua capacidade de infiltração.

Arredondada

Radial ou Ramificada

Elíptica

Existem vários índices utilizados para se determinar a forma das bacias, procurando relacioná-las com formas geométricas conhecidas:

a) índice de compacidade (Kc): é a relação entre o perímetro da bacia e a circunferência de um círculo de mesma área que a bacia.

$$A = \pi . r^2 \Rightarrow r = \sqrt{\frac{A}{\pi}};$$

$$K_c = \frac{P}{2.\pi.r} = \frac{P}{2.\pi.\sqrt{\frac{A}{\pi}}} = \frac{P}{\frac{2.\pi}{\sqrt{\pi}}\sqrt{A}}$$

$$K_c = 0{,}282\ P / \sqrt{A}$$

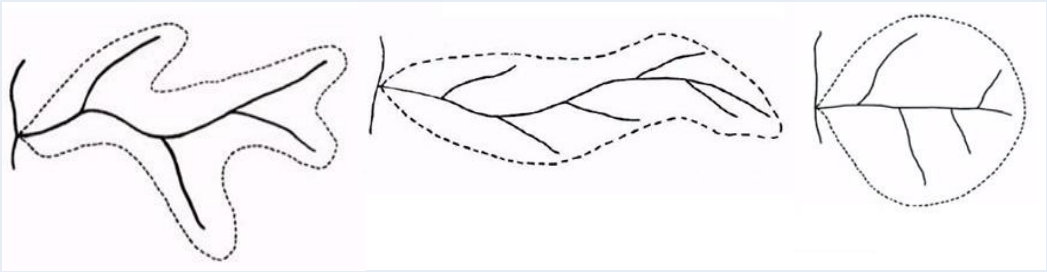
K_c = coeficiente de compacidade

P = perímetro da bacia (Km)

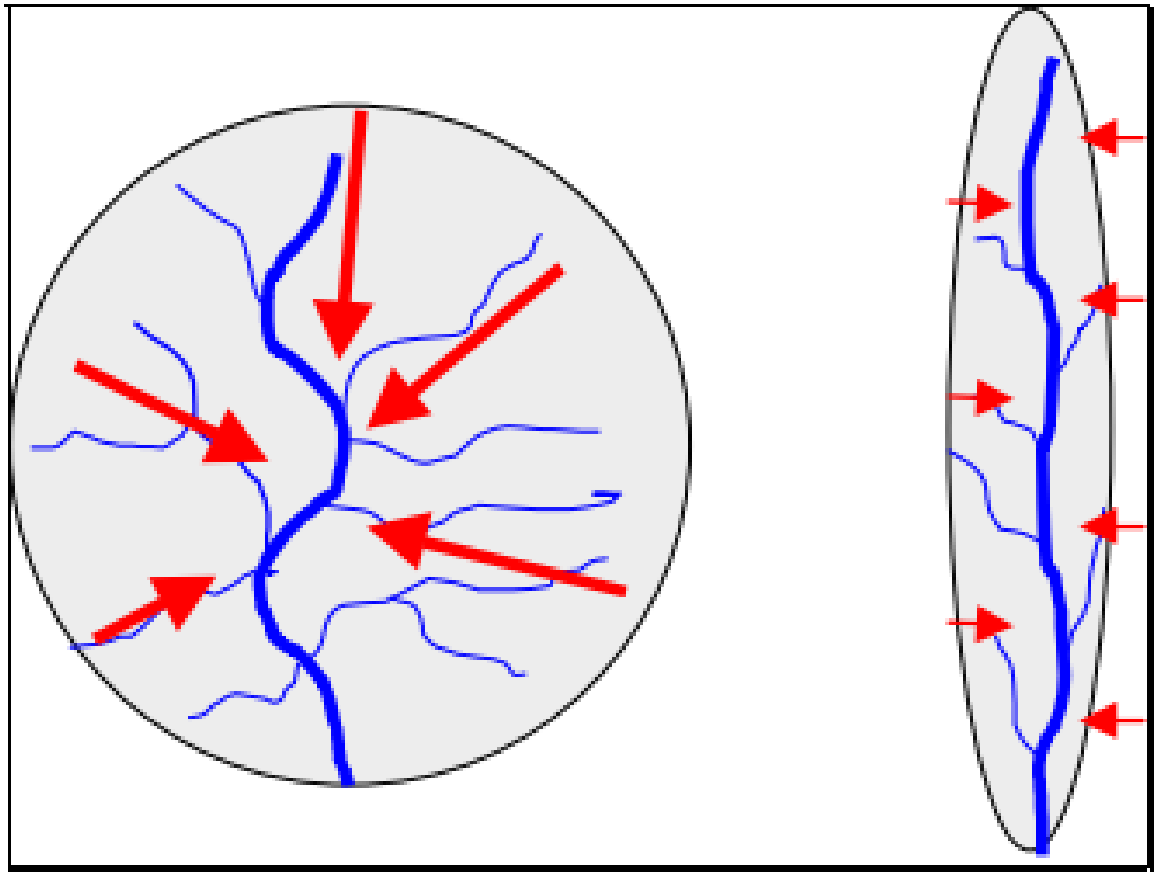
A = área da bacia (Km^2)

Kc = 1: bacia perfeitamente circular;
Kc >1: bacia alongada.

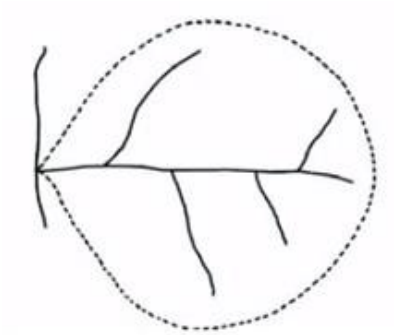
Quanto menor o Kc, mais circular é a bacia, menor o tempo de concentração e maior a tendência de haver picos de enchente.

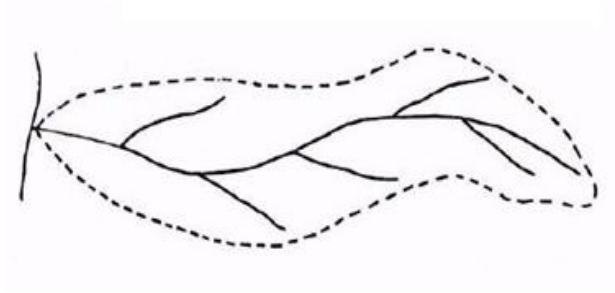


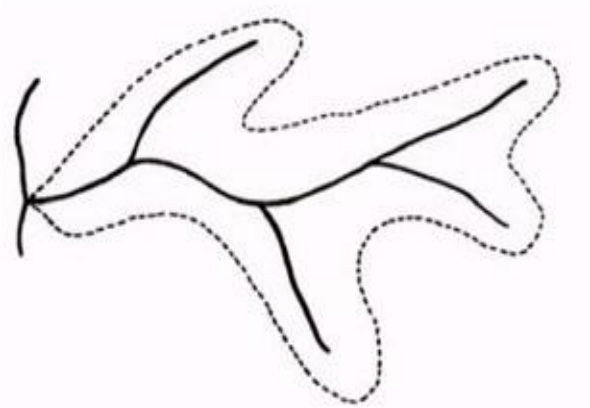
Bacias com formatos diferentes, com mesma área e sujeitas a uma precipitação de mesma intensidade

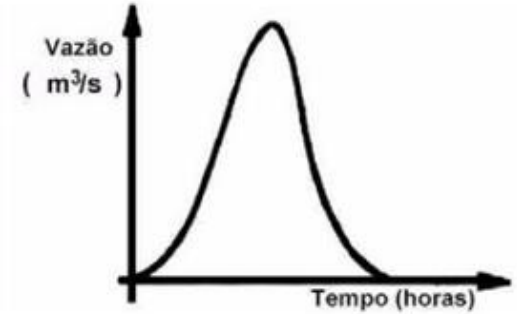


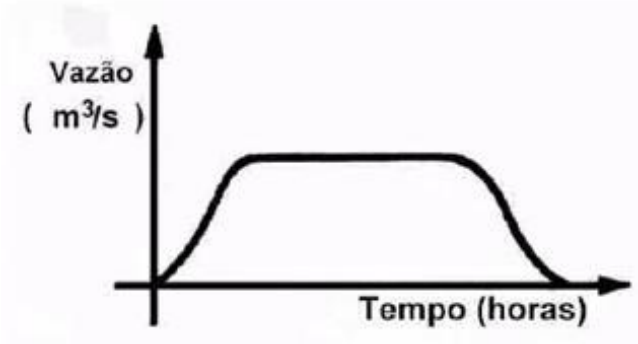
Bacias que se aproximam geometricamente de um círculo convergem o escoamento superficial ao mesmo tempo para um trecho relativamente pequeno do rio principal. Caso não exista outros fatores que interfiram, os mesmos valores de Kc indicam maior potencialidade de produção de picos de enchentes elevados.

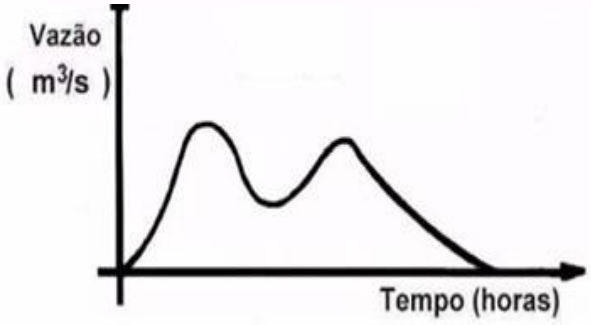












Bacia Arredondada
Toda a água escoada alcança a saída ao mesmo tempo (enchente maior).

Bacia elíptica
Escoamento distribuído no tempo (enchente menor).

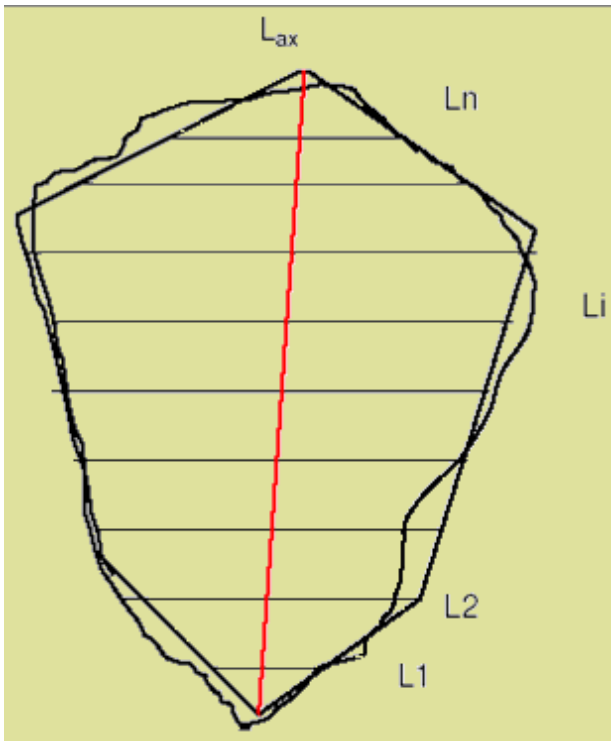
Bacia radial ou ramificada
Conjunto de sub-bacias que convergem em uma saída (enchente varia de acordo com a velocidade de escoamento em cada sub-bacia).

Kc: 1,00 – 1,25	Kc: 1,25 – 1,50	Kc > 1,50
bacia com alta propensão a grandes enchentes;	bacia com tendência mediana a grandes enchentes;	bacia não sujeita a grandes enchentes.

b) Fator de forma (Ff): É a relação entre a largura média da bacia e o seu comprimento axial medido ao longo do curso d'agua desde a desembocadura até a cabeceira mais distante do divisor de água.

Onde:

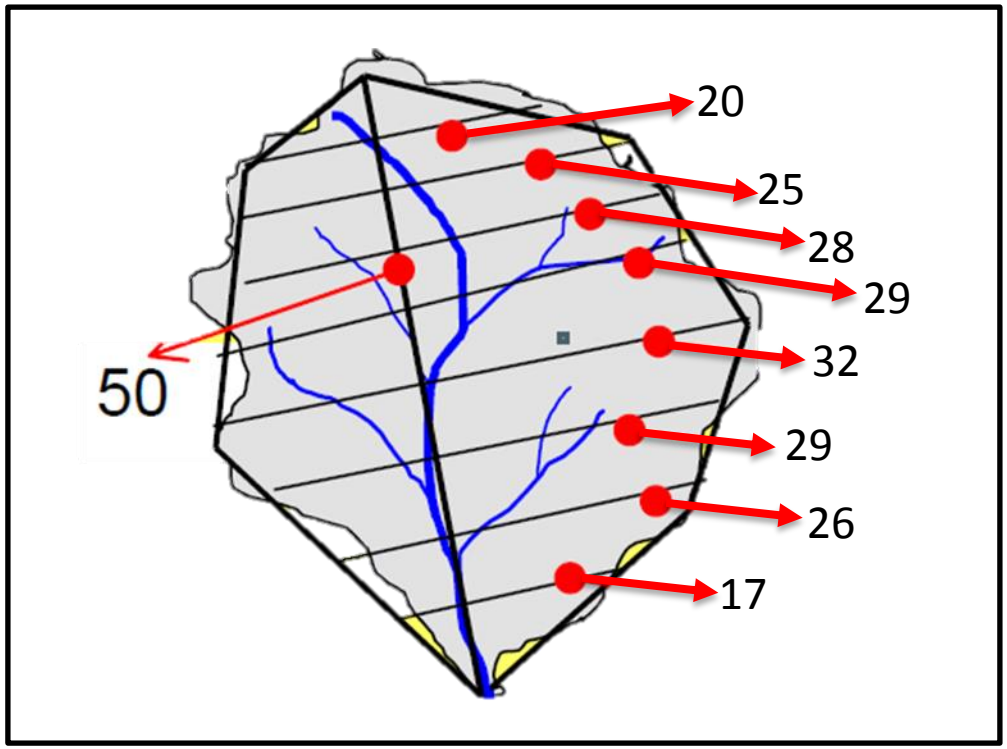
$$F_f = \frac{\overline{L}}{L_{AX}} \qquad \overline{L} = \frac{\sum_{i=1}^{n} L_i}{n};$$



- Ff próximo ou maior que 1: indica que a bacia é arredondada (ou circular)
- Ff < 1 : a bacia tem forma mais alongada

Quanto menor o Ff, mais comprida é a bacia e portanto, menos sujeita a picos de enchente, pois o Tc é maior.

1,00 – 0,75 - sujeito a enchentes
0,75 – 0,50 - tendência mediana
< 0,50 - não sujeito a enchentes



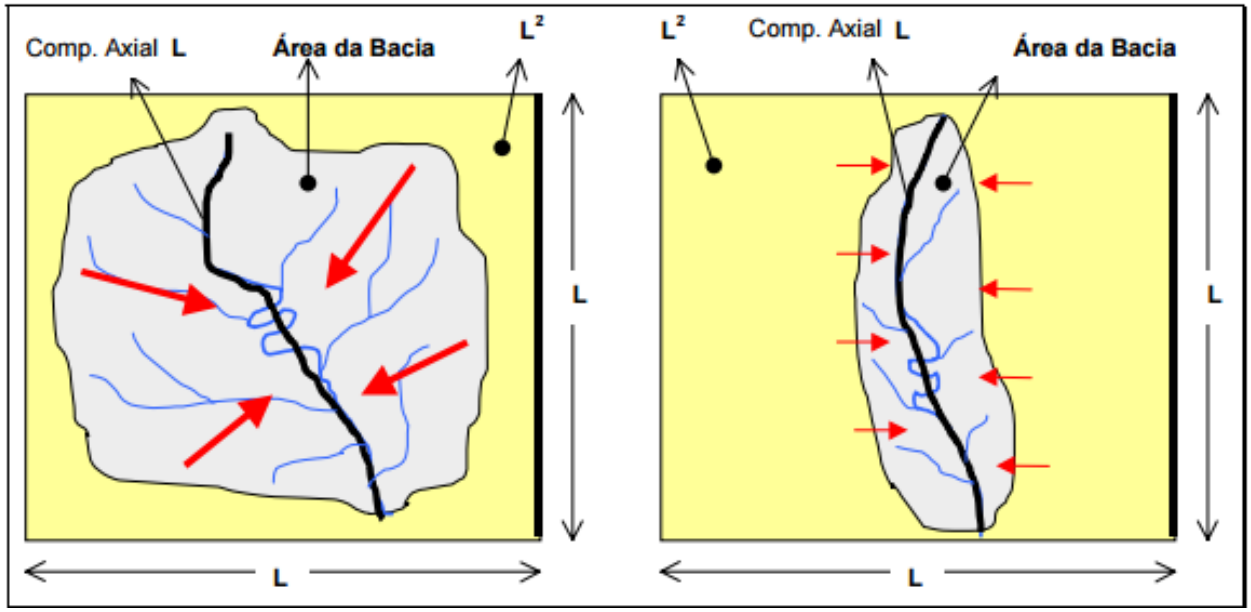
$$kf = \frac{(20+25+28+29+32+29+26+17)/8}{50}$$

$$K_f = \frac{(25{,}75)}{50} = 0{,}515$$

c) Índice de Conformação (Fc): Compara a área da bacia com a área do quadrado de lado igual ao comprimento axial. Caso não existam outros fatores que interfiram, quanto mais próximo de 1 (um) o valor de Fc (isto é, quanto mais a forma da bacia se aproximar da forma do quadrado do seu comprimento axial) maior a potencialidade de produção de picos de cheia.

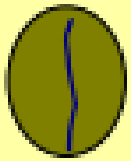
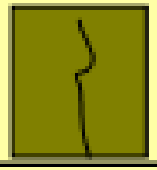
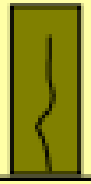
$$F_c = \frac{A}{L^2}$$

Onde:
A = Área da bacia
L= Comprimento axial



Quanto mais a área da bacia se aproximar da área do quadrado do comprimento axial do seu rio principal, provavelmente mais próxima será da forma de um quadrado, covergindo todo o escoamento ao mesmo tempo para uma mesma região.

Comparação de tipos diferentes de bacias pelos seus índices de forma

	Fator de forma	Índice de compacidade	Índice de conformação
	FF	KC	FC
	0.79	1.00	0.79
	1.00	1.12	1.00
	0.25	1.40	0.25
	4.00	1.40	4.00

Densidade de drenagem (Dd): Expressa a relação entre o comprimento total dos cursos d'água (sejam eles efêmeros, intermitentes ou perenes) de uma bacia e a sua área total.

A densidade de drenagem é um indicador do relevo superficial e das características geológicas da bacia [...] permite avaliar a eficácia de drenagem de uma bacia, ou seja, a eficiência na concentração do escoamento superficial no exutório da bacia. Quanto maior a densidade de drenagem, maior a capacidade da bacia de fazer escoamentos rápidos no exutório, bem como deflúvios de estiagem baixos. É um parâmetro utilizado para pré-avaliação em estudos de regionalização ou transposição de dados hidrológicos entre bacias de uma região, pois permite avaliar as semelhanças de escoamento entre bacias hidrográficas de tamanhos diferentes. (TUCCI, 2004, p.47).

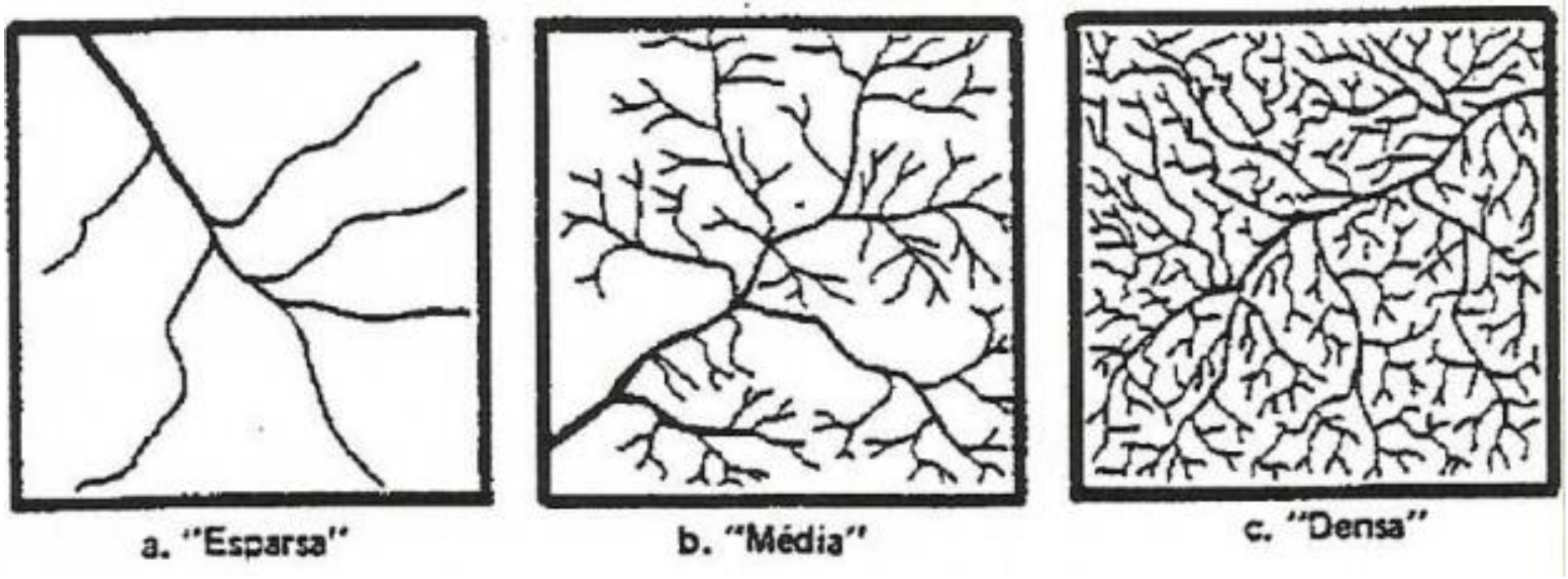
$$DD = (\Sigma L)/A$$

Onde:
L = Comprimento de cada curso d'agua da bacia
A = área da bacia

Bacias com drenagem pobre → $Dd < 0,5$ km/km^2
Bacias com drenagem regular → $0,5 \leq Dd < 1,5$ km/km^2
Bacias com drenagem boa → $1,5 \leq Dd < 2,5$ km/km^2
Bacias com drenagem muito boa → $2,5 \leq Dd < 3,5$ km/km^2
Bacias excepcionalmente bem drenadas → $Dd \geq 3,5$ km/km^2

(VILLELA e MATOS, 1975)

DENSIDADES DE DRENAGEM



a. "Esparsa"

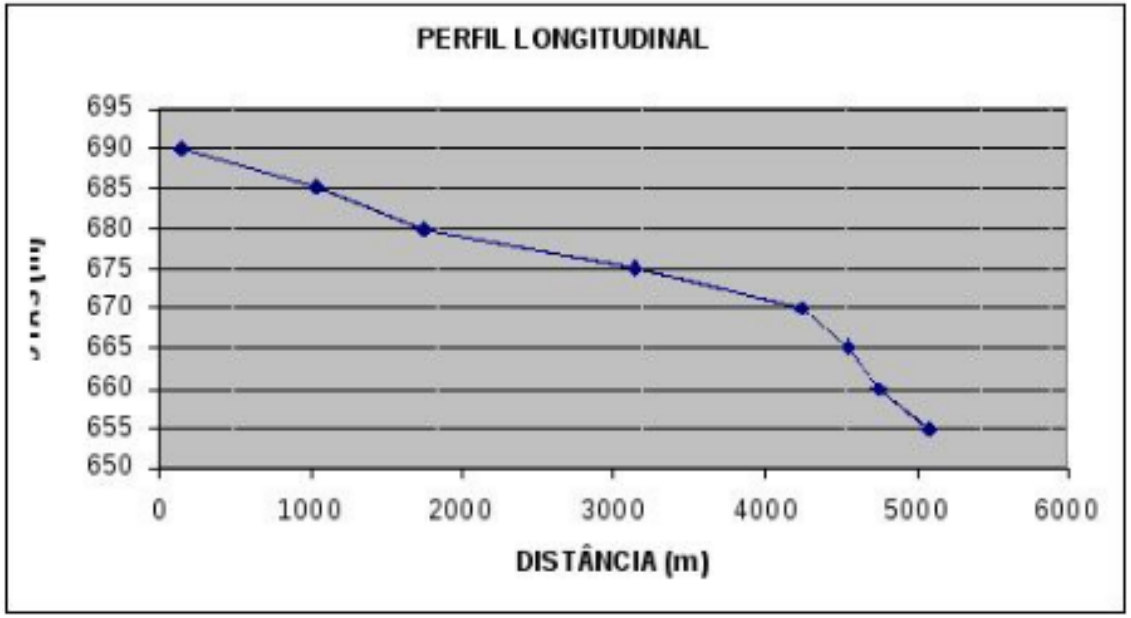
b. "Média"

c. "Densa"

Declividades: Em geral consiste na razão entre a diferença das altitudes dos pontos extremos de um curso d´agua e o comprimento desse curso d'agua, pode ser expressa em % ou m/m (PAIVA e PAIVA, 2001).

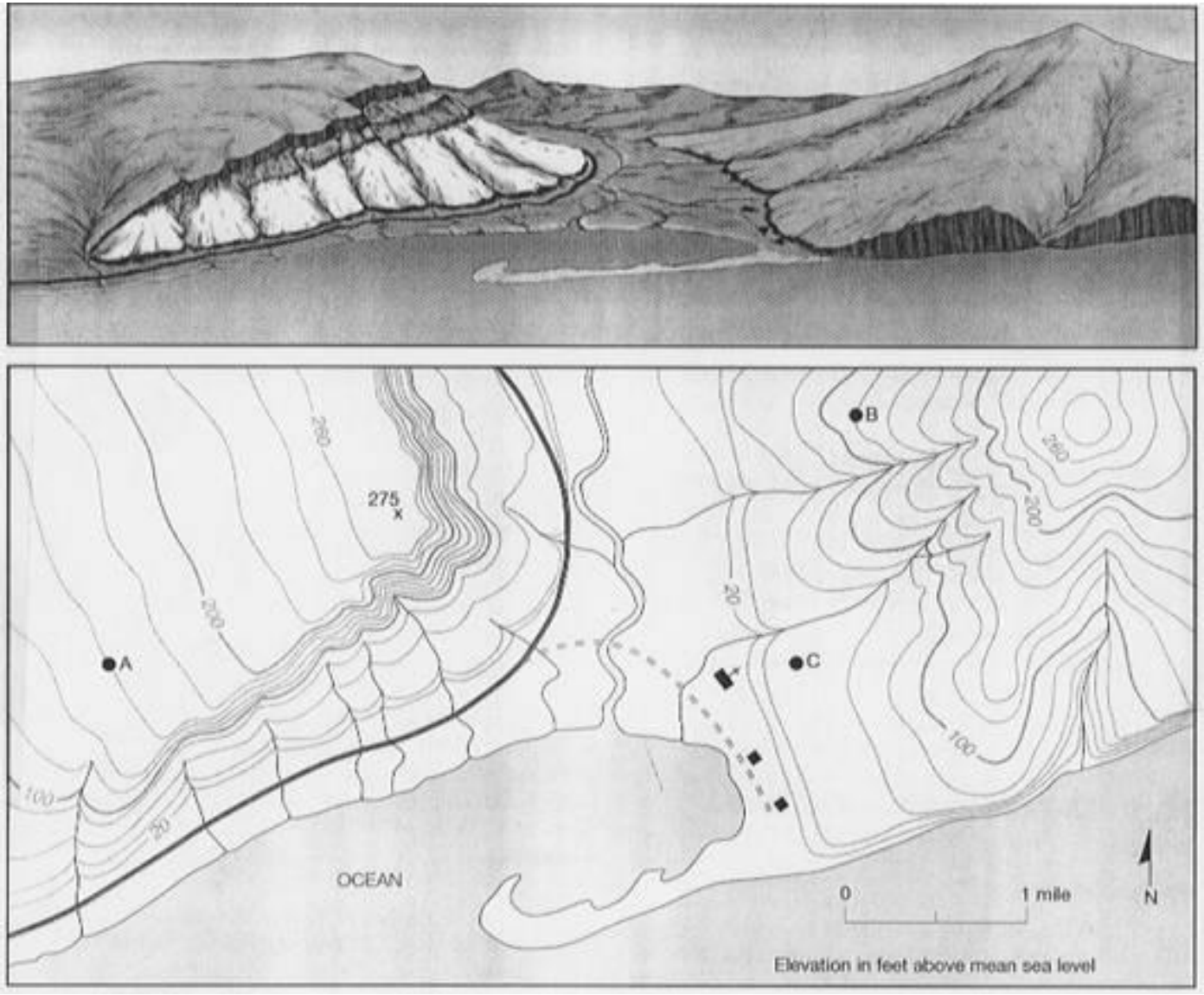
A forma como se distribui o relevo dentro dos limites da bacia hidrográfica pode influenciar a distribuição das temperaturas, as velocidades e direção dos ventos, as pressões atmosféricas, as incidências de radiação solar, com impactos nas médias pluviométricas e evapotranspirimétricas, que por sua vez impactam todo o ciclo hidrológico.

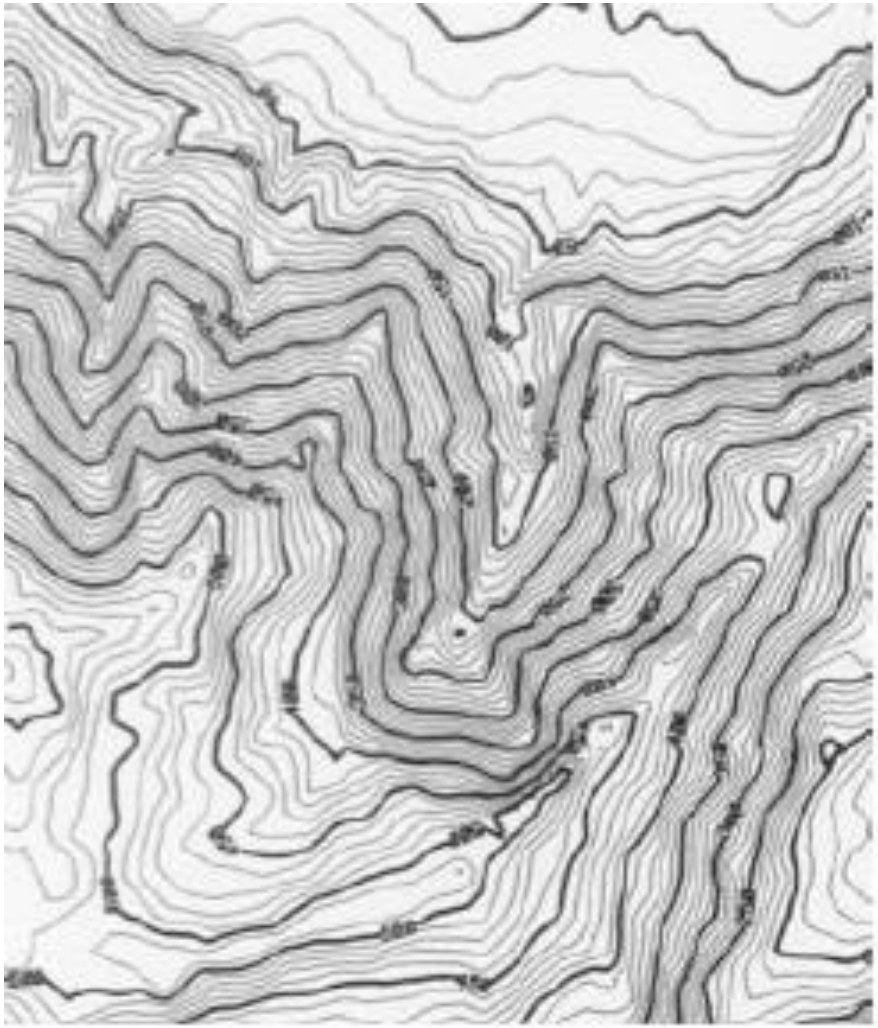
Curva de nível (m)	Distância entre curvas (m)
695	
690	150
685	900
680	700
675	1400
670	1100
665	300
660	200
655	350



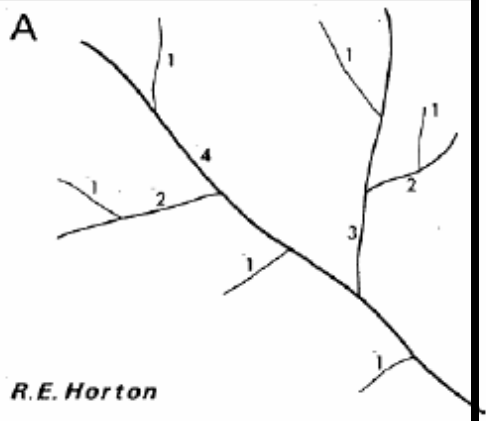
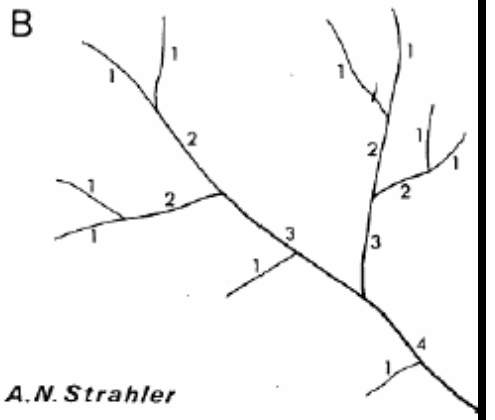
No cálculo da declividade de toda a extensão de um curso d'agua, eventualmente, deve-se considerar as declividades de diferentes trechos. Para que se tenha uma ideia da forma com que variam as declividades ao longo de um rio, deve-se traçar o perfil longitudinal do mesmo.

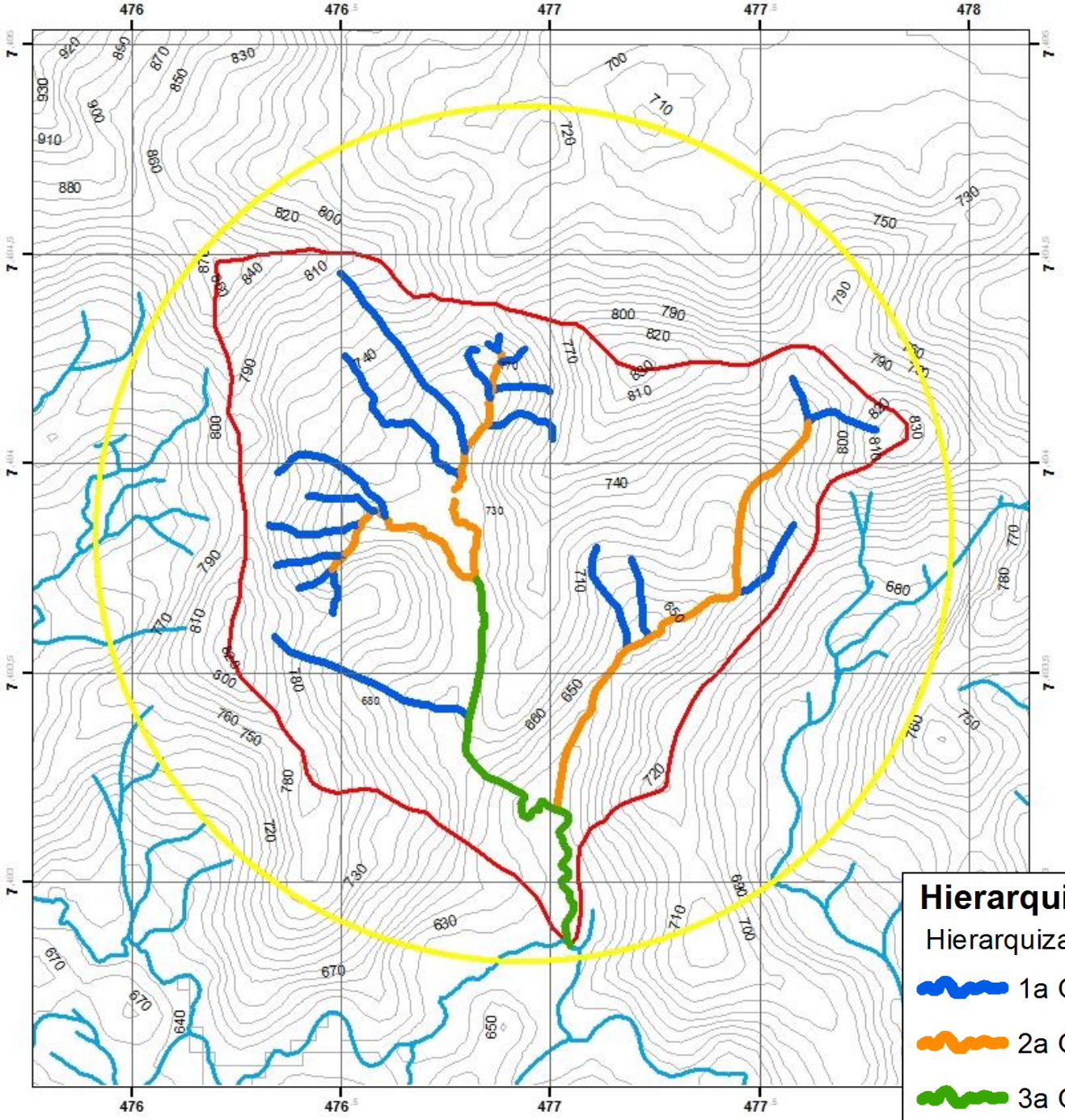
A maior declividade (d%) do terreno ocorre no local onde as curvas de nível são mais próximas e vice-versa.

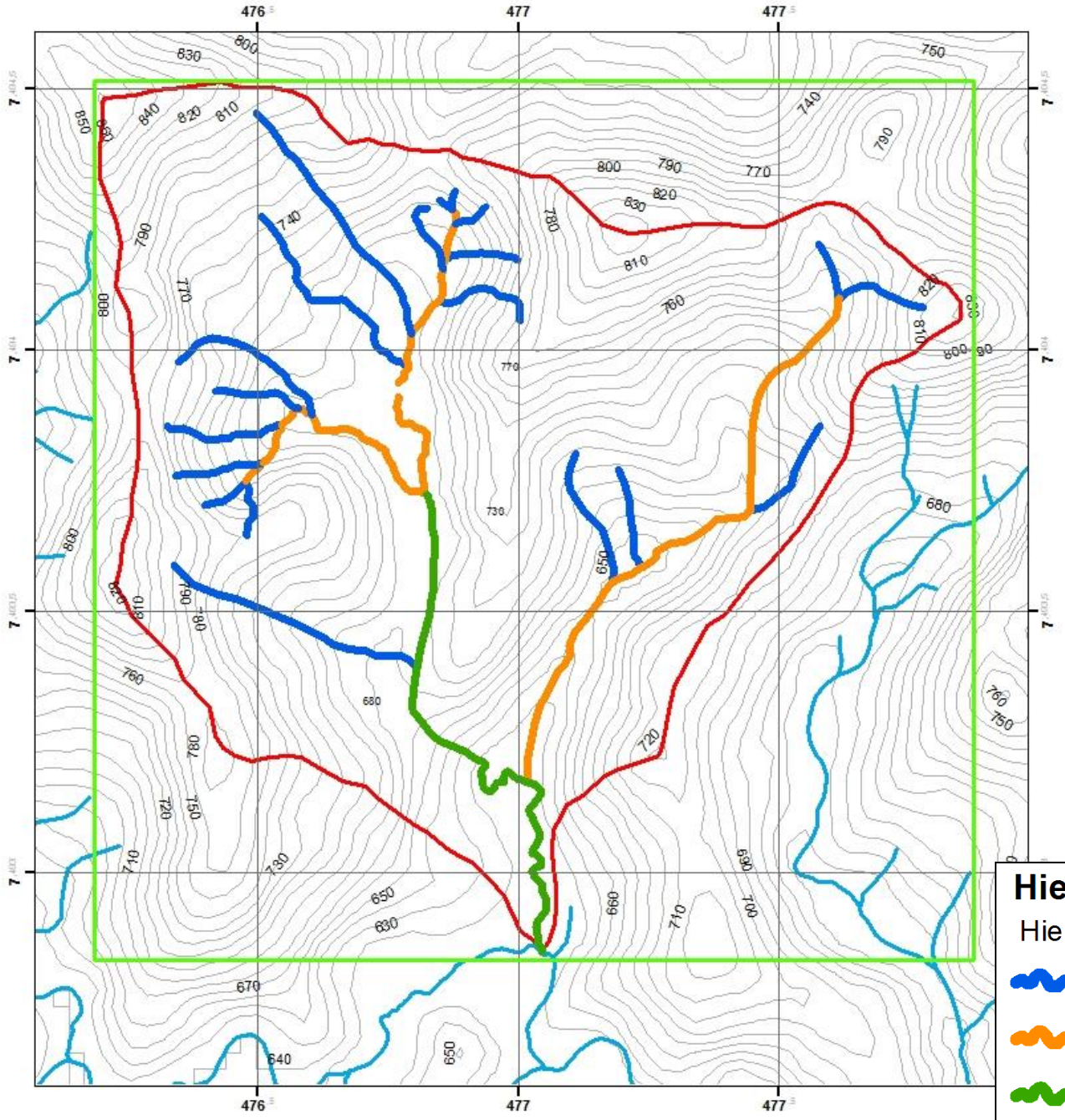


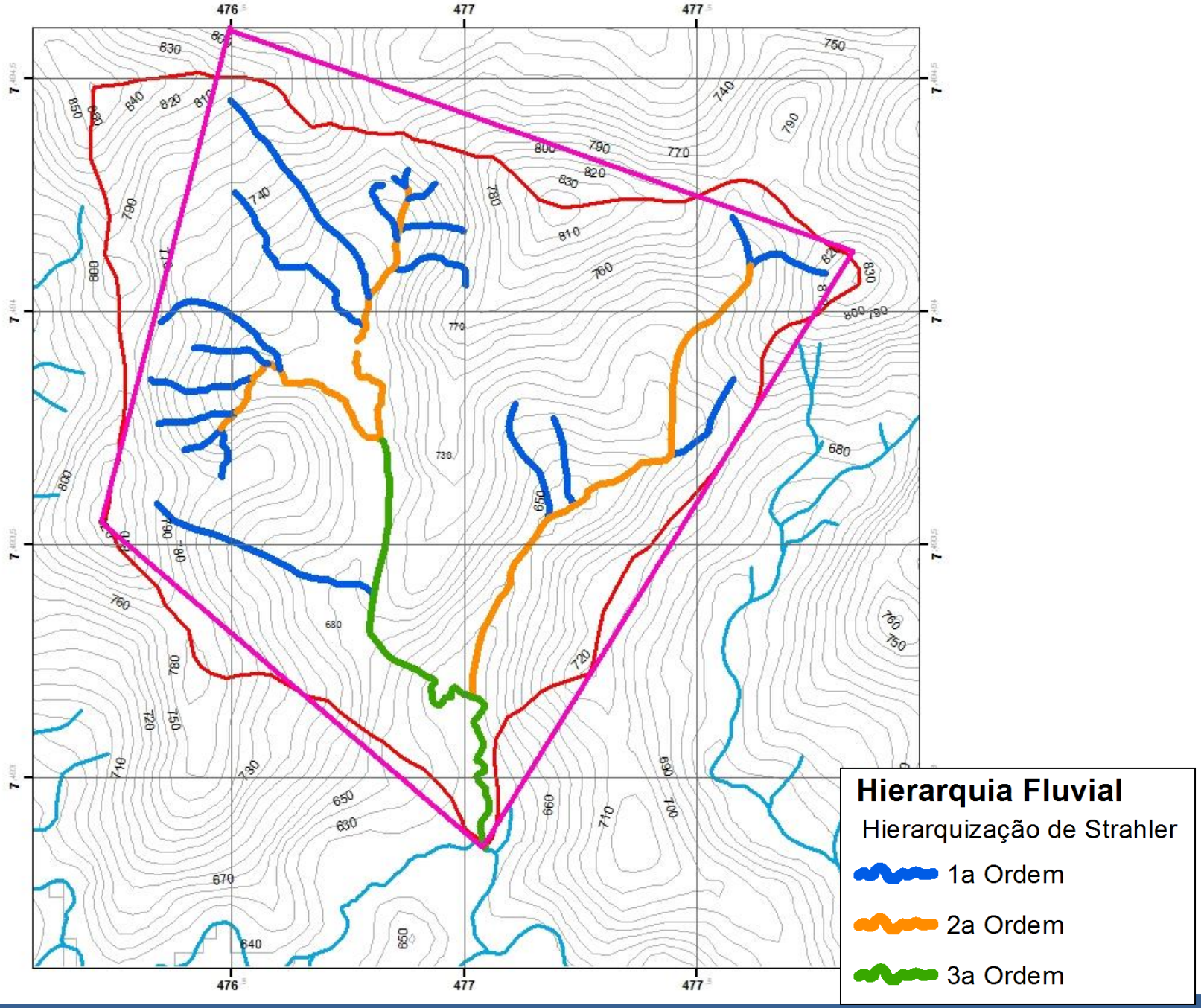


Hierarquia Fluvial: a rede fluvial de drenagem de uma bacia hidrográfica pode ser classificada segundo uma hierarquia.

	1ª Ordem	*2ª Ordem*	*3ª Ordem*	Imagem
HORTON (1945)	São os canais sem tributários.	São formados pela união de 2 ou mais cursos de 1ª ordem.	São formados pela união de 2 ou mais cursos de 2ª ordem, podendo receber cursos d'água de 1ª ordem.	A  *R.E. Horton*
STRAHLER (1952)	São todos os canais sem tributários, mesmo que corresponda à nascente dos cursos d'água principais.	São formados pela união de 2 ou mais cursos de 1ª ordem, podendo ter afluentes de 1ª ordem.	São formados pela união de 2 ou mais cursos de 2ª ordem, podendo receber cursos d'água de 2ª e 1ª ordem. A confluência de dois rios de 3ª ordem define um de 4ª e assim por diante.	B  *A.N. Strahler*

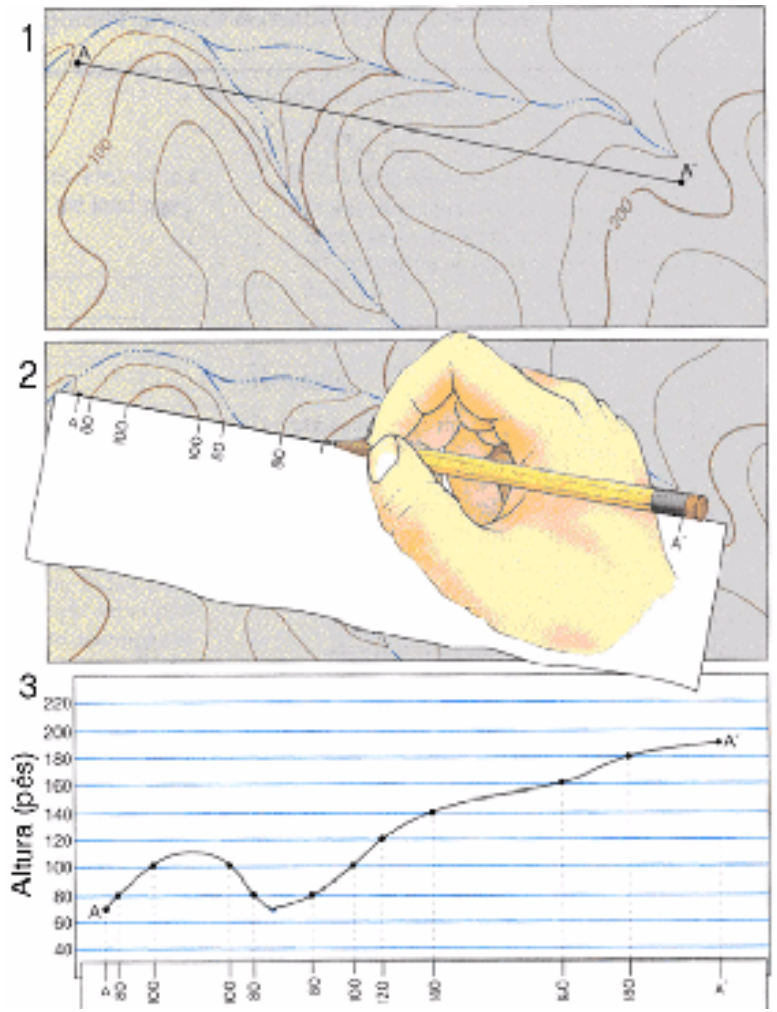

476
476
477
477
478
Hierarquia Fluvial
Hierarquização de Strahler
1a Ordem
2a Ordem
3a Ordem


476
477
477
476
477
477
Hierarquia Fluvial
Hierarquização de Strahler
1a Ordem
2a Ordem
3a Ordem

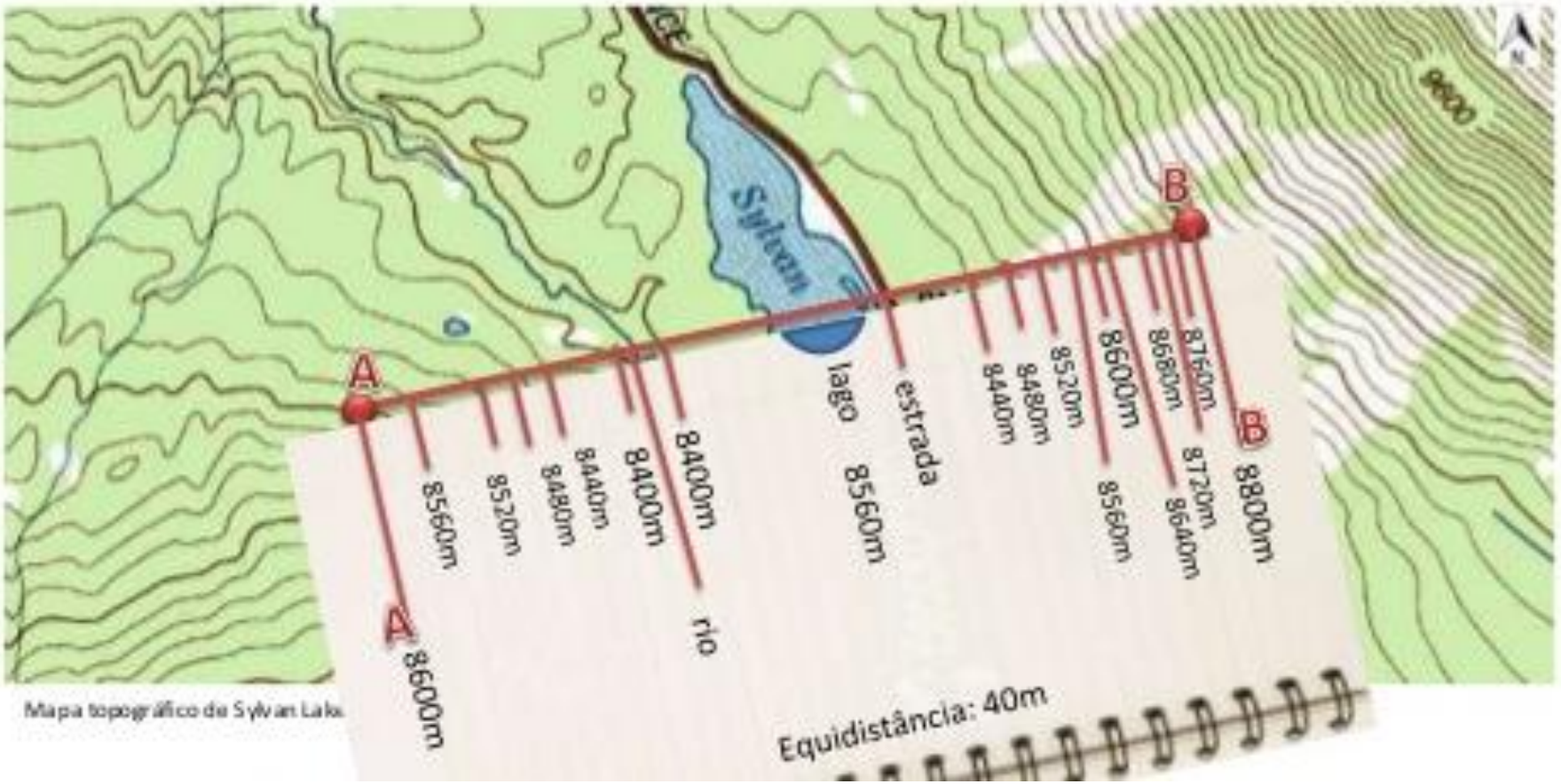

476
477
477
476
477
477
Hierarquia Fluvial
Hierarquização de Strahler
1a Ordem
2a Ordem
3a Ordem

Elaboração de Perfil Topográfico

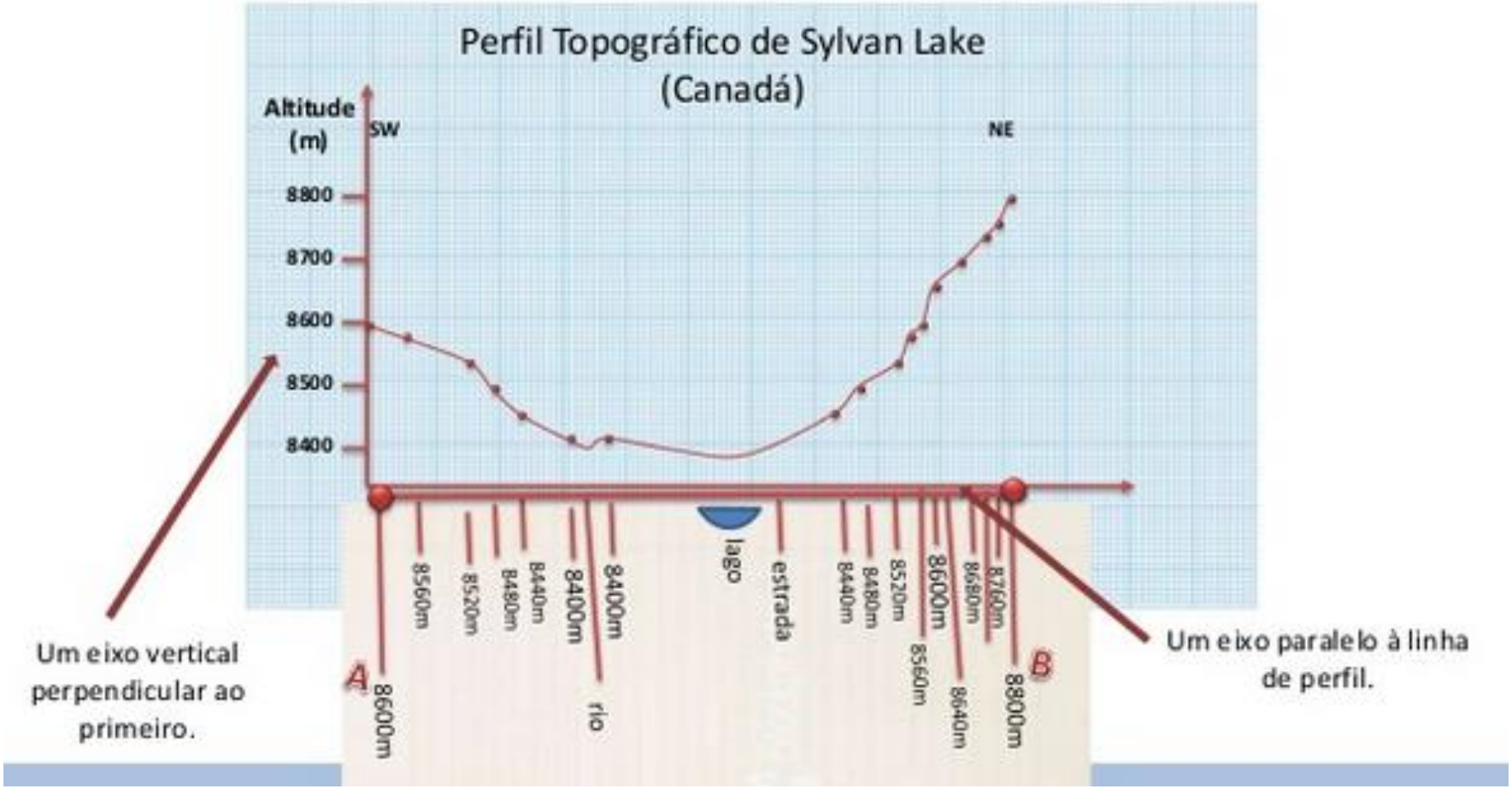
Manual, com base nas curvas de nível de um mapa já existente.

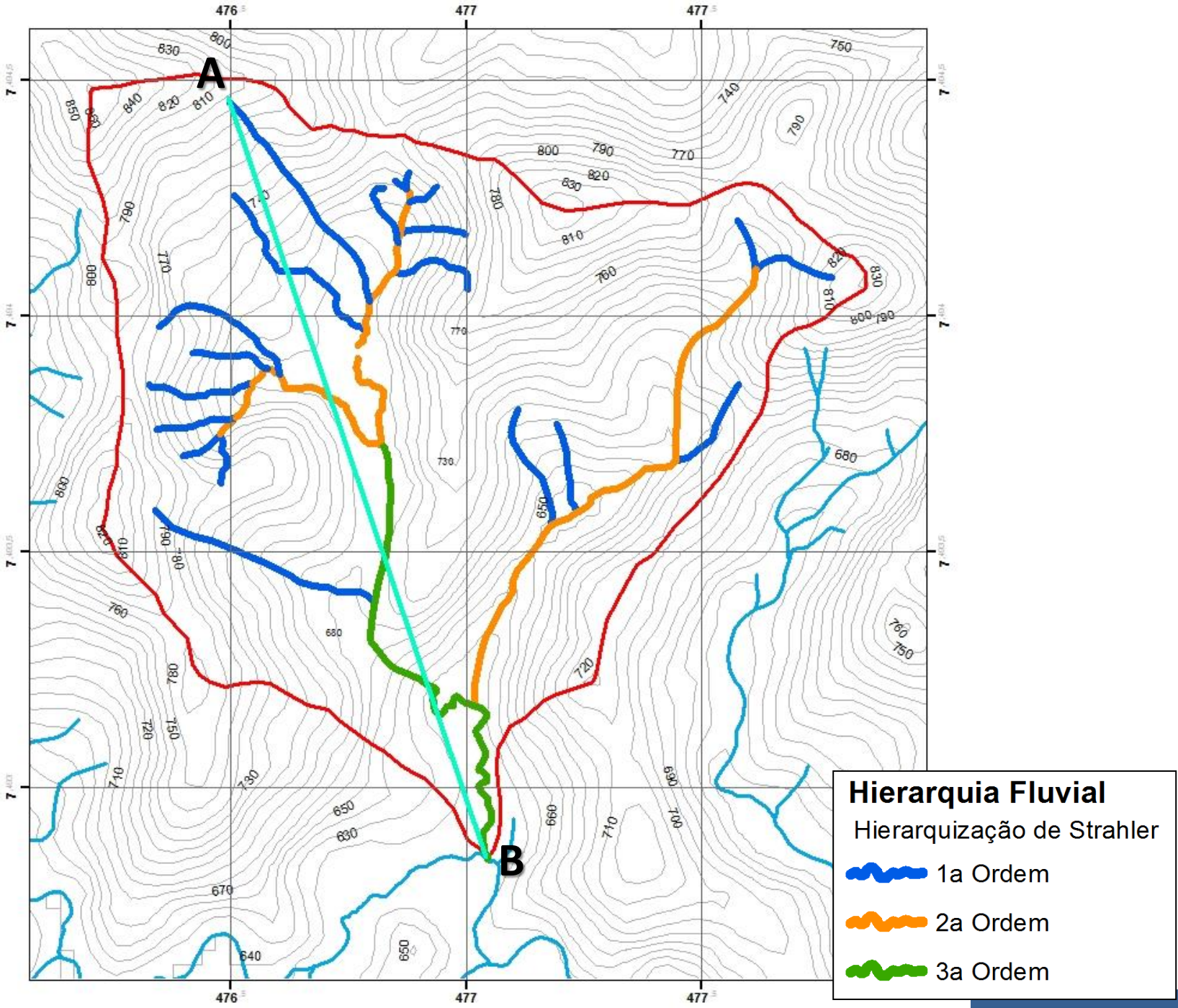


Marque em uma folha de papel as curvas de nível que cruzam com a linha de perfil e suas cotas (valor de altitude).



Una os pontos de intersecção das curvas de nivel com a linha de perfil.




A
B
476
477
477
Hierarquia Fluvial
Hierarquização de Strahler
1a Ordem
2a Ordem
3a Ordem

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.