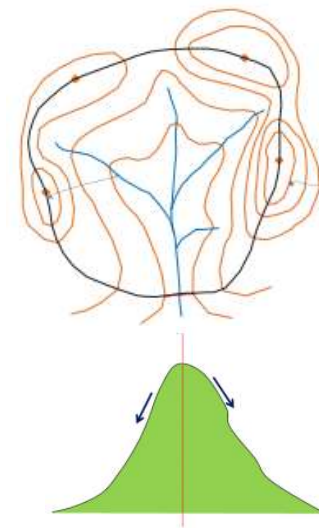
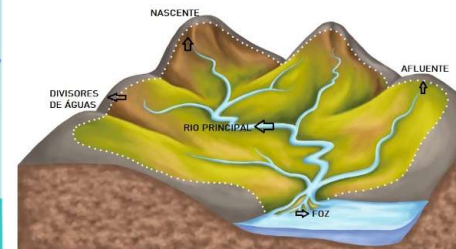
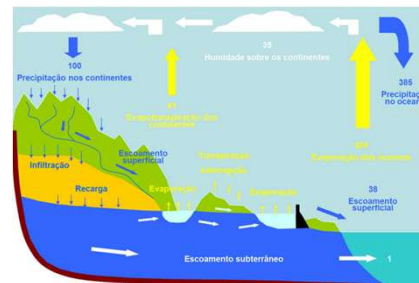




Hidrologia

AULA PRÁTICA 1

Características fisiográficas das bacias hidrográficas



O comportamento hidrológico de uma bacia hidrográfica é função de:

- características climáticas da região
- características fisiográficas das bacias
- características físicas das bacias
- factores antrópicos

Características fisiográficas das bacias (podem ser retiradas de cartas, fotografias aéreas, imagens de satélite) :

- Características geométricas: tamanho, forma
- Características do sistema de drenagem superficial
- Características do relevo: declive, orientação das encostas

Importância do conhecimento das características fisiográficas:

- comparar bacias hidrográficas;
- interpretar fenómenos hidrológicos passados;
- efectuar “previsões” de fenómenos hidrológicos;
- criação de fórmulas empíricas para generalizações regionais

❑ Principais características fisiográficas das bacias hidrográficas

São as características que podem ser extraídas de mapas, fotografias aéreas e imagens de satélite

Geométricas

- Área de drenagem da bacia
- Índice de compacidade
- Factor de forma

Sistema de drenagem

- Constância do escoamento
- Ordem
- Densidade de drenagem
- Percurso médio do escoamento superficial e comprimento médio da encosta

Características do relevo

- Declividade da bacia
- Curva hipsométrica
- Perfil do curso de água principal

□ Principais características fisiográficas das bacias hidrográficas

1) Geométricas

a) Área de drenagem da bacia

- É representada por uma área plana resultante da projecção horizontal da bacia;
- Determina o potencial de produção de volume de escoamento, desde que a chuvada cubra toda a bacia

> área $\Rightarrow$ > produção de escoamento superficial

- É normalmente determinada por:
 - planimetria em mapas à escala,
 - através de cálculos matemáticos em mapas digitais arquivados em SIG;
 - fórmulas empíricas

$$q_p = c A^n$$

em que q_p é o caudal de ponta, A é a área e c e n são parâmetros de ajustamento

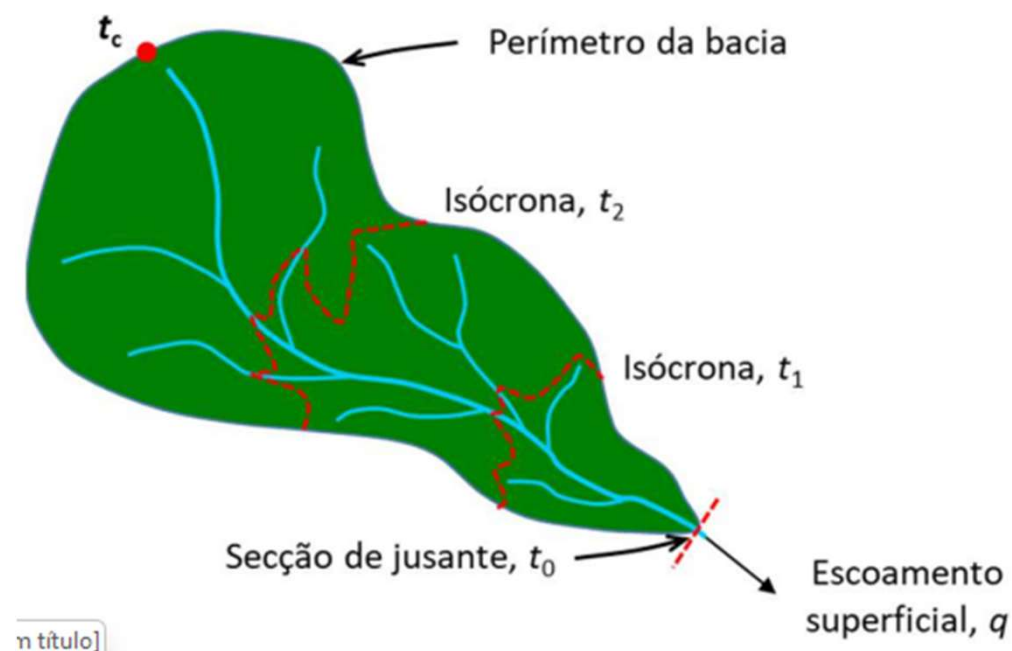
b) Forma da bacia

Influencia o tempo de concentração da bacia.

Tempo de concentração de uma bacia hidrográfica

= tempo correspondente ao trajecto da água desde o ponto mais remoto da bacia até à secção de referência.

- Só ao fim deste tempo toda a bacia contribui com escoamento superficial para a secção.
- O seu conhecimento é fundamental para o estudo das cheias.



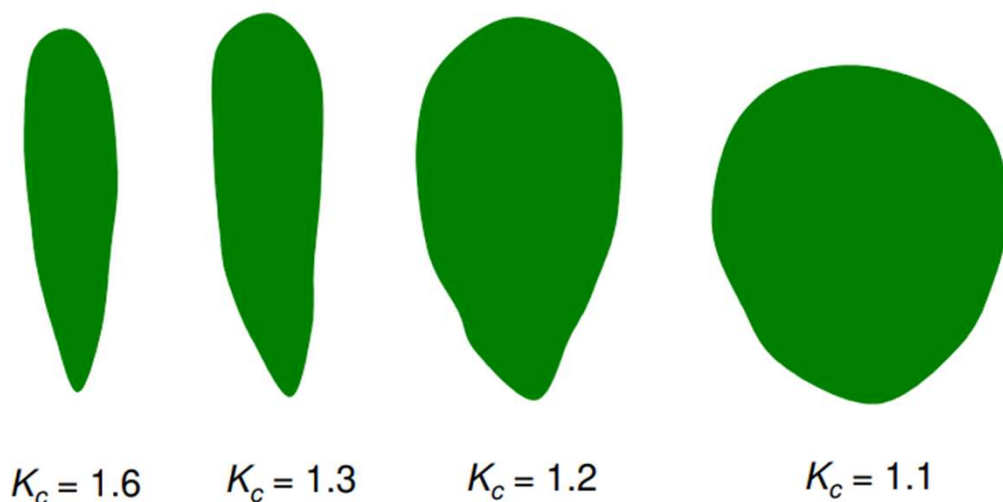
n título]

A forma da bacia é analisada principalmente através do cálculo de índices que relacionam a forma da bacia com formas geométricas conhecidas. Os índices mais utilizados são:

i) Coeficiente de compactidade ou índice de Gravelius, K_c

É a relação entre o perímetro da bacia, P , e o perímetro de uma bacia de igual área, A , mas de forma **circular**:

$$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}} = 0.282 \frac{P}{\sqrt{A}}$$



Índice adimensional, independente da área da bacia

É sempre maior ou igual à unidade

Quanto maior é, menos compacta é a bacia

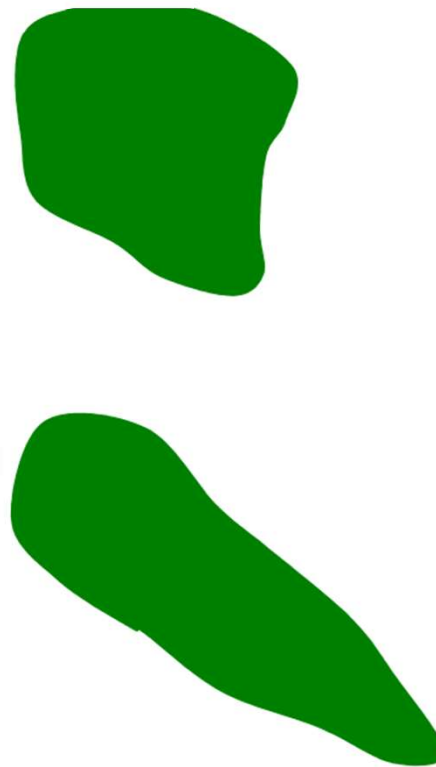
Se imaginarmos uma precipitação instantânea e uniforme sobre a bacia, o escoamento a que ela dará origem surgirá na secção de saída concentrado no tempo ou mais distribuído ao longo do tempo conforme a bacia tenha uma forma próxima da circular ou uma forma irregular.

Assim um valor de K_c mais próximo de 1 indicará, em igualdade de circunstâncias, uma maior tendência para pontas de cheia mais altas nessa bacia.

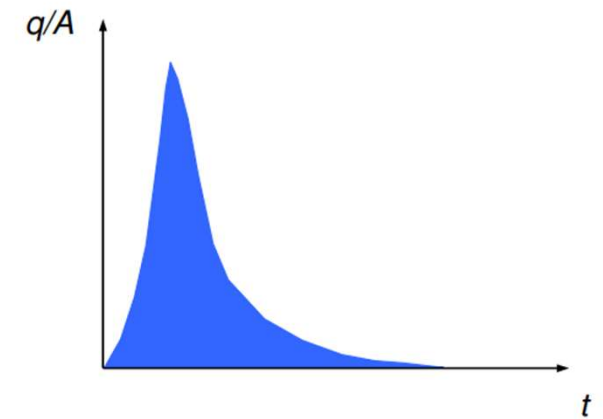
$K_c < 1.13 \Rightarrow$ bacias arredondadas

Kc	Característica da bacia
1,00 – 1,25	Bacia com alta propensão a grandes enchentes
1,25 – 1,50	Bacia com tendência mediana a grandes enchentes
> 1,50	Bacia não sujeita a grandes enchentes

Influência da forma da
bacia na produção de
escoamento



Características
geométricas



ii) Factor de forma , K_f

- É a relação entre a **largura média** de uma bacia , $\bar{L}$, e o **comprimento axial** da bacia, L_x ;
- Indica também a maior ou menor tendência para a ocorrência de cheias na bacia hidrográfica;

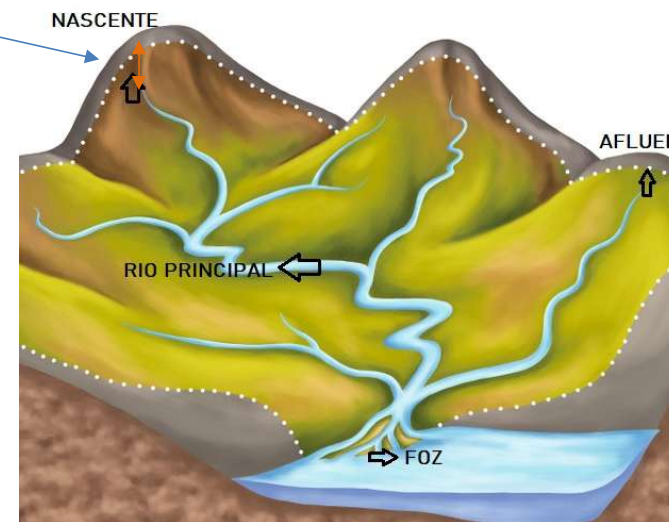
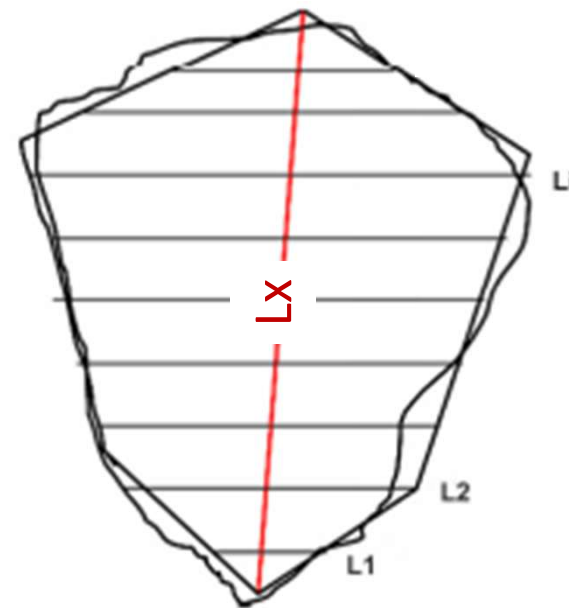
Considera-se como **comprimento axial da bacia**, L_x , o comprimento do respectivo curso de água principal (mais longo), somado ao comprimento medido desde a cabeceira (nascente) desta até à linha de cumeada mais próxima.

A **largura média da bacia** é definida como:

$$\bar{L} = \frac{A}{L_x}$$

Logo, o factor de forma é dado por:

$$K_f = \frac{\bar{L}}{L_x} = \frac{A}{L_x^2}$$



$$K_f = \frac{\bar{L}}{L_x} = \frac{A}{L_x^2}$$

Quanto menor o factor de forma mais comprida é a bacia

- Uma bacia com **factor de forma baixo** (formas estreitas e irregulares) é menos sujeita a enchentes que outra de mesmo tamanho porém com maior factor de forma; os escoamentos surgem na secção de saída mais distribuídos ao longo do tempo;
- $K_f = 1$ corresponde a uma bacia quadrada

Kf	Característica da bacia
1,00 – 0,75	Bacia com alta propensão a grandes enchentes
0,75 – 0,50	Bacia com tendência mediana a grandes enchentes
< 0,50	Bacia não sujeita a grandes enchentes

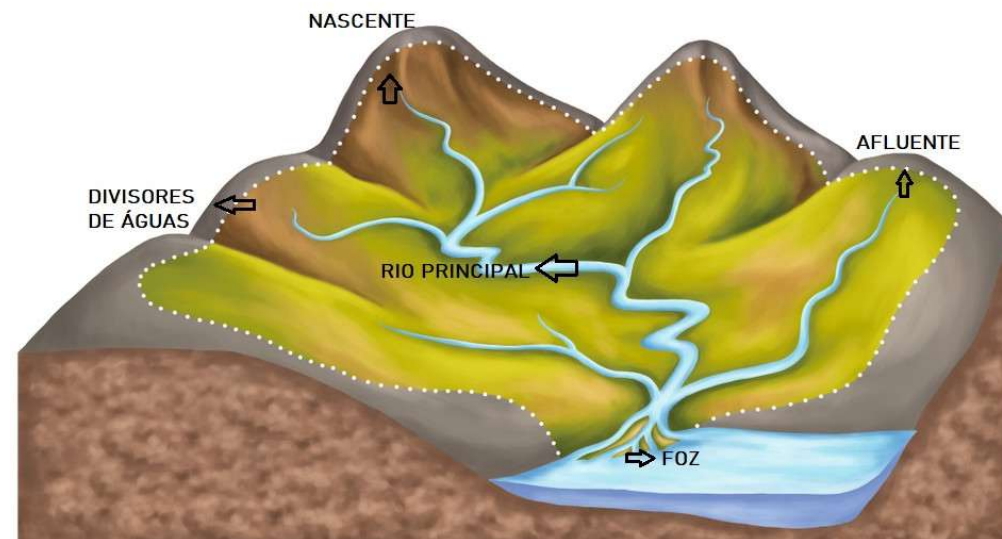
	KF	KC
	0.79	1.00
	1.00	1.12
	0.25	1.40

2) Sistema de drenagem superficial

É constituído pelos cursos de água - rio principal e seus afluentes.

Classificação dos cursos de água:

- **Perenes:**
contém água durante todo o tempo
(o escoamento durante os períodos secos é mantido graças ao escoamento subterrâneo, vindo da toalha freática).
- **Intermitentes:**
em geral, escoam durante as estações de chuvas e secam nas de estiagem.
- **Efémeros:**
existem apenas durante ou imediatamente após os períodos de precipitação.



- O estudo das ramificações e do desenvolvimento do sistema de drenagem é importante pois indica a velocidade com que a água deixa a bacia hidrográfica;
- O sistema de drenagem é analisado principalmente em relação a dois índices:
 - ordem dos cursos de água e
 - densidade de drenagem.

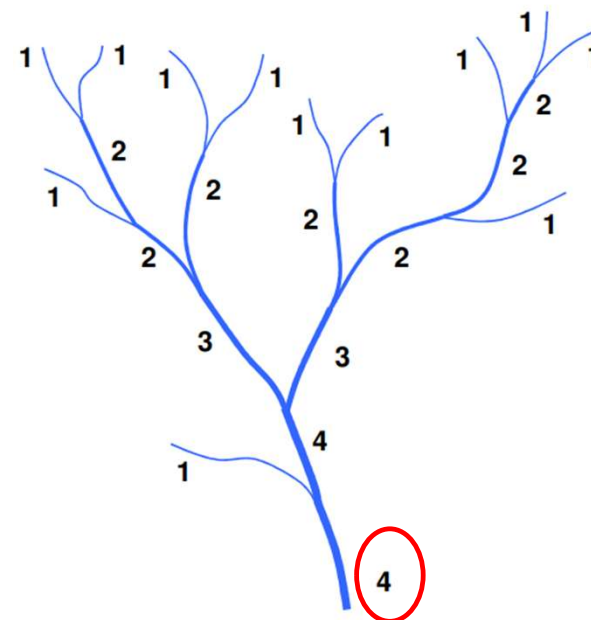
i) Ordem dos cursos de água: classificação que reflecte o grau de ramificação ou bifurcação dentro da bacia.

Classificação de Strahler para determinação da ordem dos cursos de água

- REGRA 1 – Os primeiros tributários (afluentes) recebem a ordem 1;
- REGRA 2 – Dois cursos de água de ordem i ao se encontrarem formam um curso de água de ordem $i + 1$.
- REGRA 3 – dois cursos de ordem diferente dão origem a um curso da mesma ordem do curso de maior ordem

Obs: quanto maior a ordem da bacia, mais desenvolvida a rede de drenagem e maior a tendência para o pico de cheia.

Ordem dos cursos de água (Strahler):



ii) Densidade de drenagem (D_d):

indica o desenvolvimento do sistema de drenagem de uma bacia hidrográfica.

Este índice é expresso pela relação entre o comprimento total dos cursos de água (L_T) e a área da bacia (A).

$$D_d = \frac{L_T}{A}$$

↑
inclui os cursos efêmeros

A densidade de drenagem fornece uma indicação da eficiência da drenagem superficial da bacia.

Bacias com drenagem pobre → $D_d < 0,5 \text{ km/km}^2$

Bacias com drenagem regular → $0,5 \leq D_d < 1,5 \text{ km/km}^2$

Bacias com drenagem boa → $1,5 \leq D_d < 2,5 \text{ km/km}^2$

Bacias com drenagem muito boa → $2,5 \leq D_d < 3,5 \text{ km/km}^2$

Bacias excepcionalmente bem drenadas → $D_d \geq 3,5 \text{ km/km}^2$



Pobre

Regular

Muito boa

Bacias bem drenadas têm maior tendência para a ocorrência de cheias

iii) *Percurso médio do escoamento superficial, L_s*

Distância média que a água tem que percorrer até alcançar um curso de água

$$L_s = \frac{1}{2} L_{se}$$

$$L_s = \frac{1}{4D_d}$$

D_d é a densidade de drenagem

Bacia bem drenada:
 D_d alta e L_{se} baixo



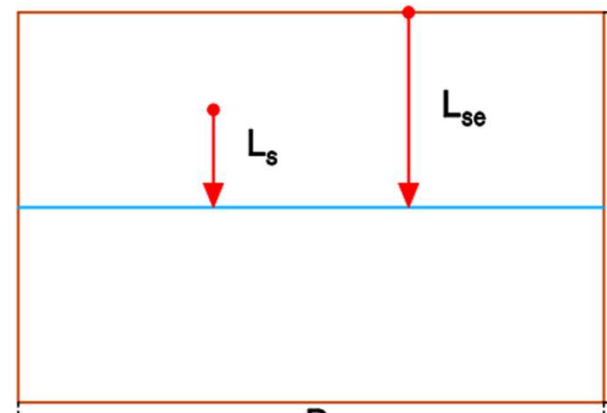
o escoamento superficial é rapidamente canalizado para linhas de água bem definidas e surge mais rapidamente concentrado na secção de referência da bacia.

Bacia mal drenada:
 D_d baixo e L_{se} alto



A precipitação vai originar sobretudo um escoamento subsuperficial e um escoamento subterrâneo, que se processam com maior lentidão, não originando por isso pontas de cheia elevadas.

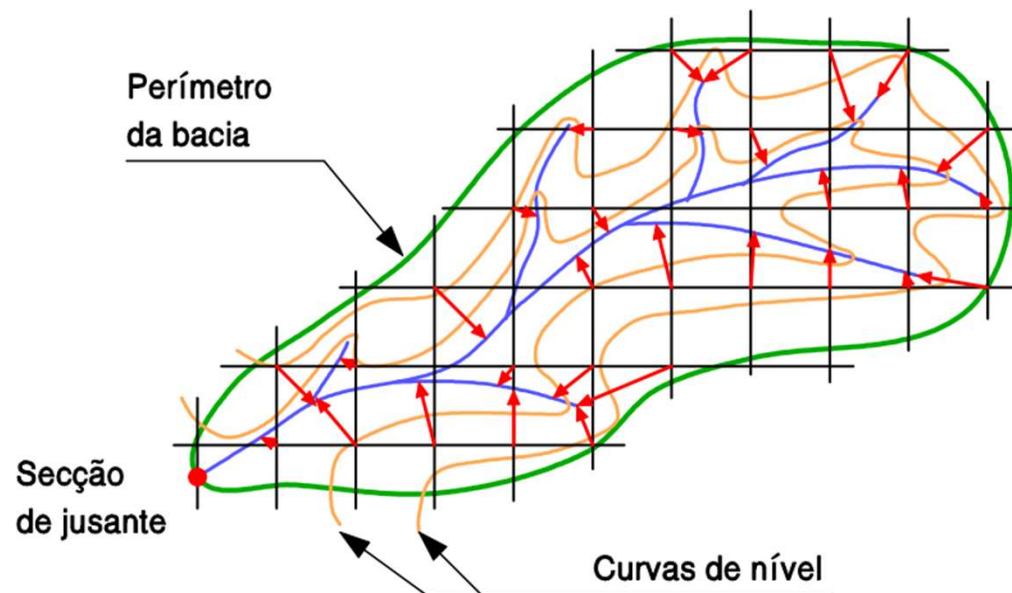
L_{se} = comprimento médio da encosta



3. Relevo

i) Declive médio da bacia, S_b

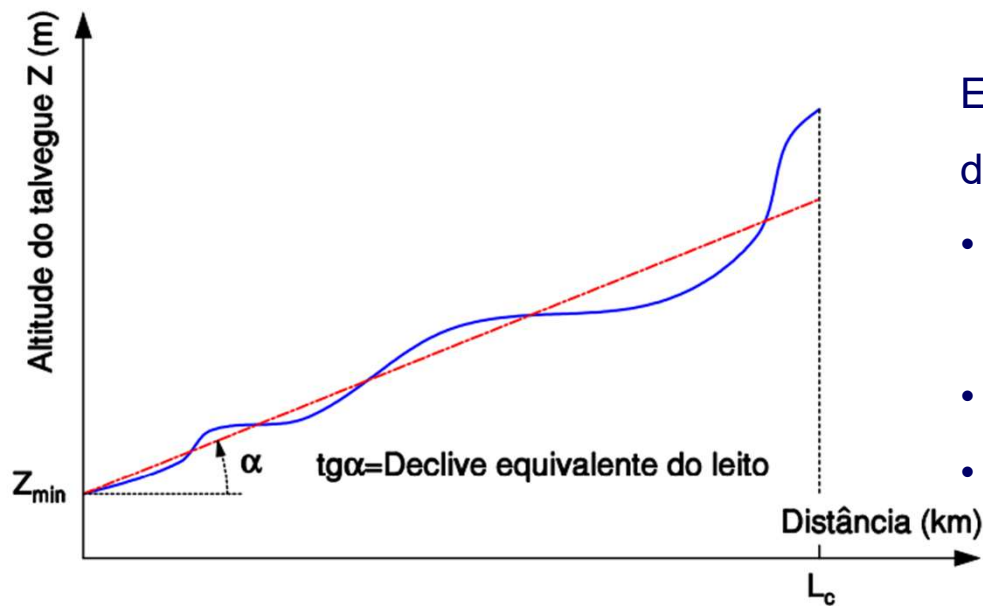
1. Método baseado na sobreposição de uma malha



$$S_b = \frac{\sum_{i=1}^N s_{b_i}}{N}$$

Quanto maior for o declive dos terrenos, menor será a infiltração e maior será a velocidade com que se dá o escoamento superficial e menor será o tempo que a água leva a atingir o sistema de drenagem, facilitando o aparecimento de maiores pontas de cheia.

ii) Perfil longitudinal do curso de água e respectivo declive médio



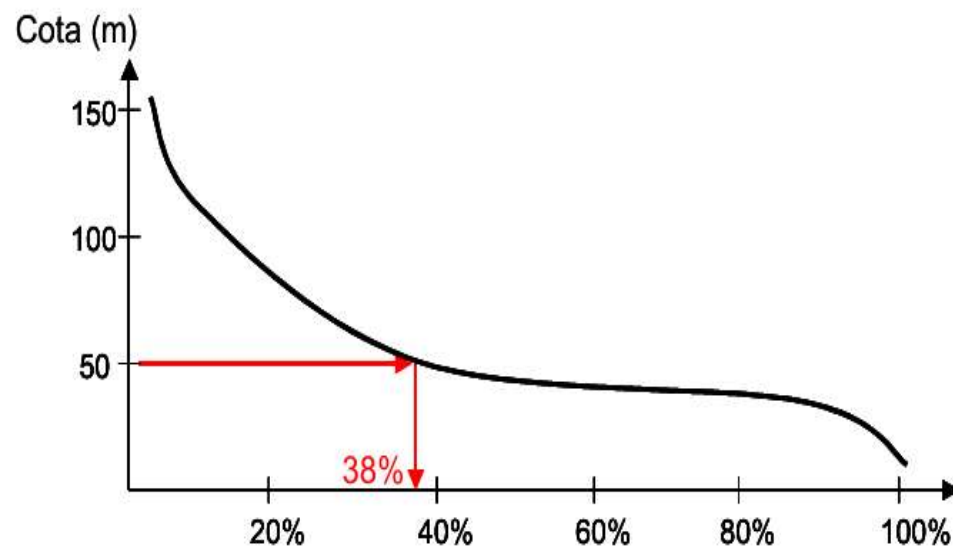
Existem vários métodos para calcular o declive do curso de água principal:

- Com base nas cotas dos extremos (ver exercício);
- Com base na área equivalente;
- Com base na declividade equivalente

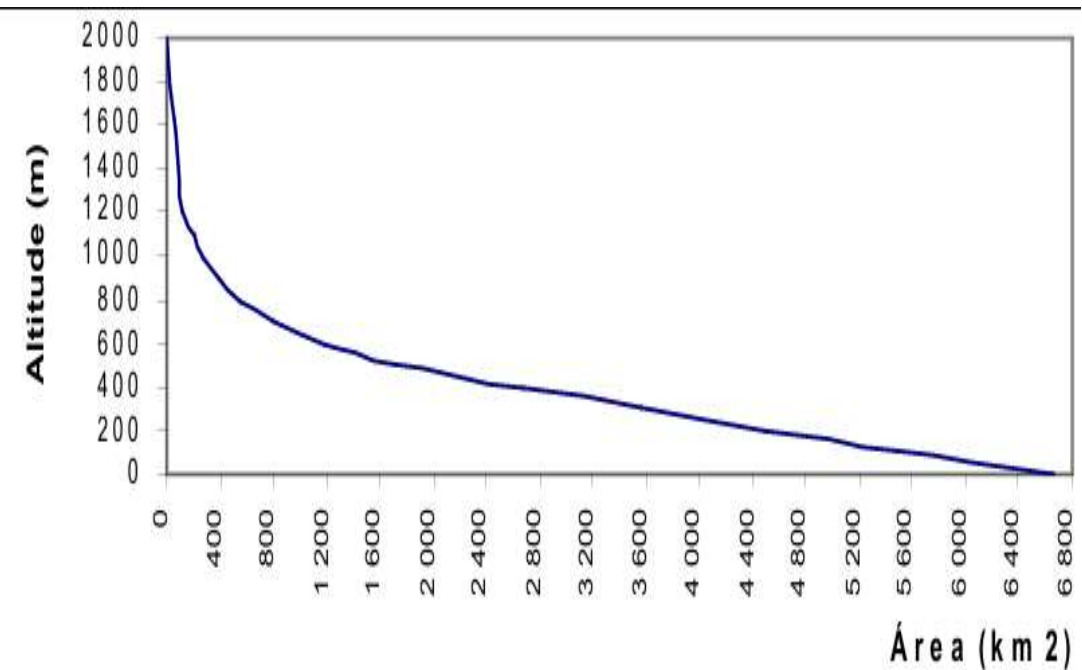
Quanto maior o declive, maior o escoamento e menor o tempo de concentração

iii) Curva hipsométrica da bacia

representação gráfica do relevo médio da bacia, indicando para cada cota do terreno a área ou a percentagem da área da bacia situada acima ou abaixo dessa cota.

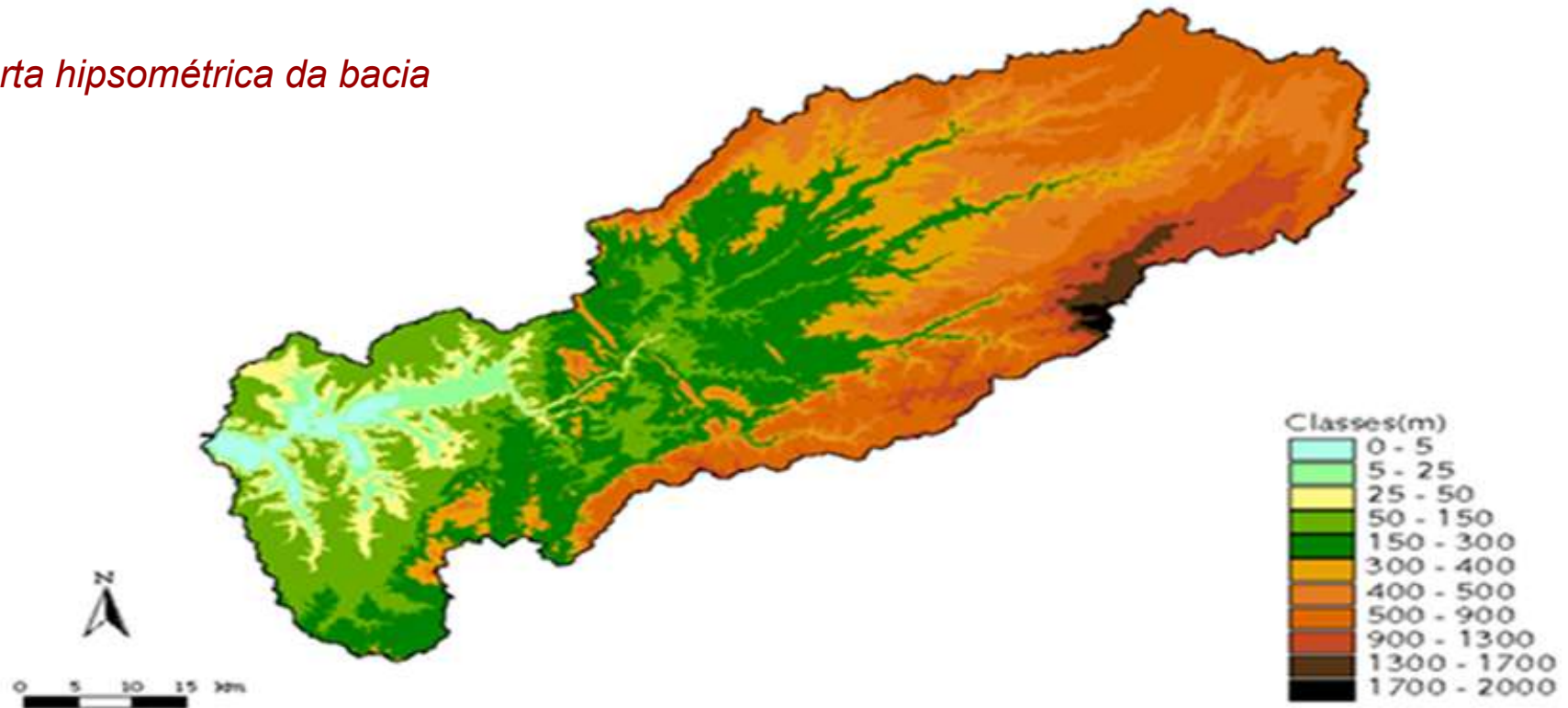


38% da área da bacia está situada acima da cota 50 m



Permite extrair a altitude máxima, a altitude mínima, a altitude média e a altitude mediana

iii) Carta hipsométrica da bacia



A altitude influencia a temperatura, a precipitação e a evaporação

iv) Orientação das encostas

A orientação da bacia tem influência na exposição aos ventos e à radiação solar, condicionando a evapotranspiração.