



Hidrologia

AULA TEÓRICA 1

Hidrologia: o que é a Hidrologia, suas aplicações

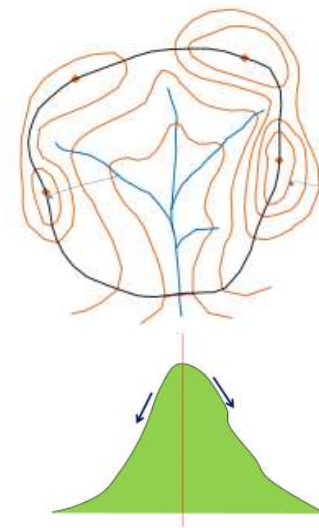
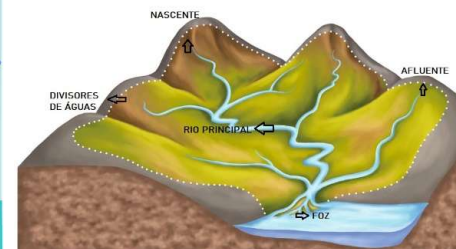
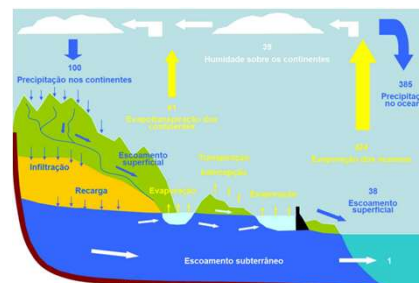
Ciclo Hidrológico e Balanço Hidrológico

Ciclo Hidrológico

Bacia Hidrográfica

Balanço Hidrológico à Escala da Bacia Hidrográfica

Balanço Hidrológico de Portugal Continental

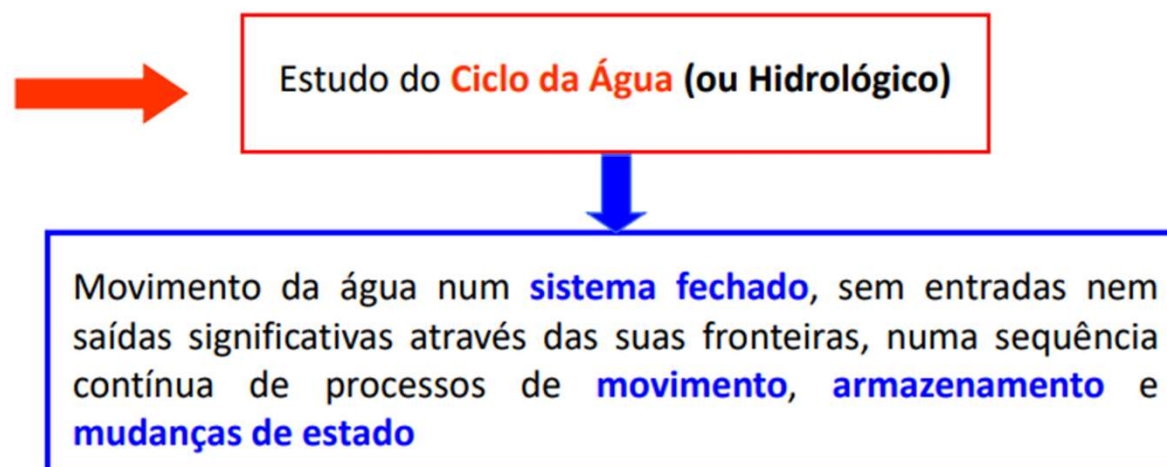


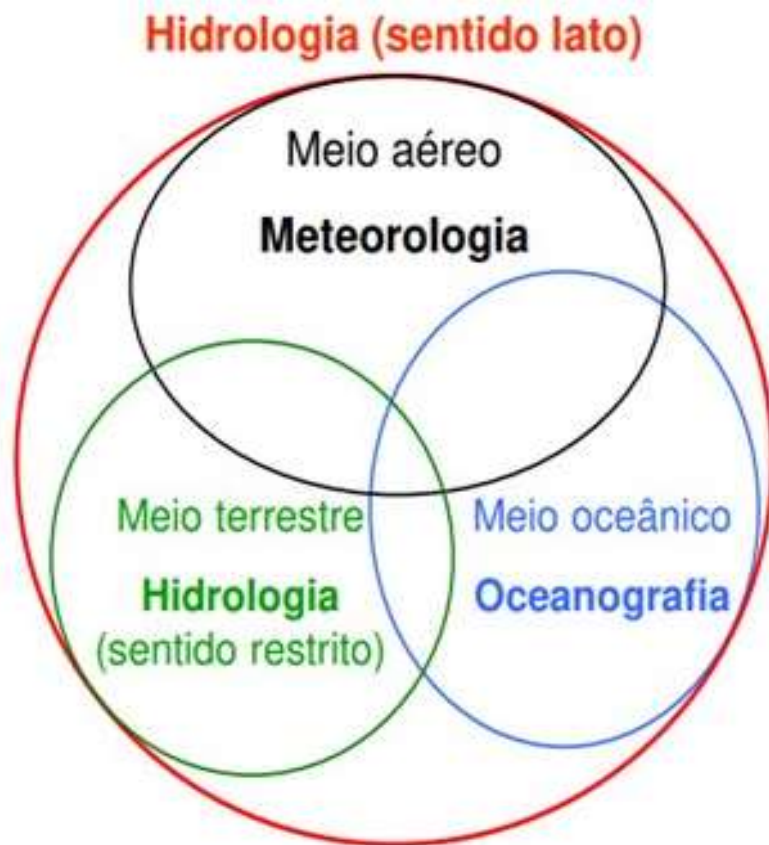
❖ HIDROLOGIA

❖ O que é a Hidrologia?

É a ciência que trata da água na Terra,

- da sua ocorrência, distribuição e circulação,
- das suas propriedades físicas e químicas e
- da sua interacção com o meio ambiente, incluindo a interacção com os seres vivos, em particular com os humanos (US Federal Council for Science and Technology)





O estudo dos ramos aéreo e oceânico é feito em disciplinas específicas, ficando a Hidrologia propriamente dita dedicada ao ramo terrestre.

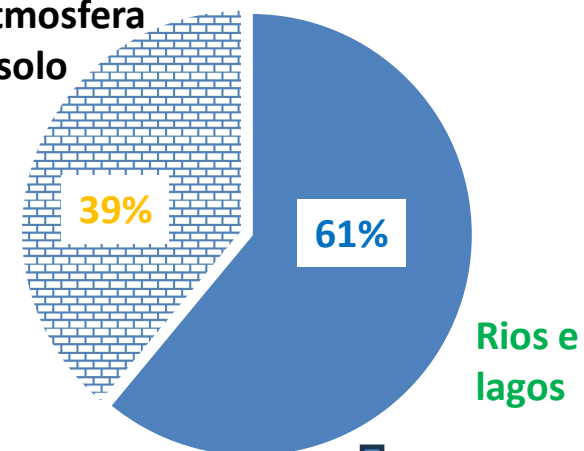


3 % da água
existente no planeta
é água doce

água
subterrânea



Atmosfera
e solo



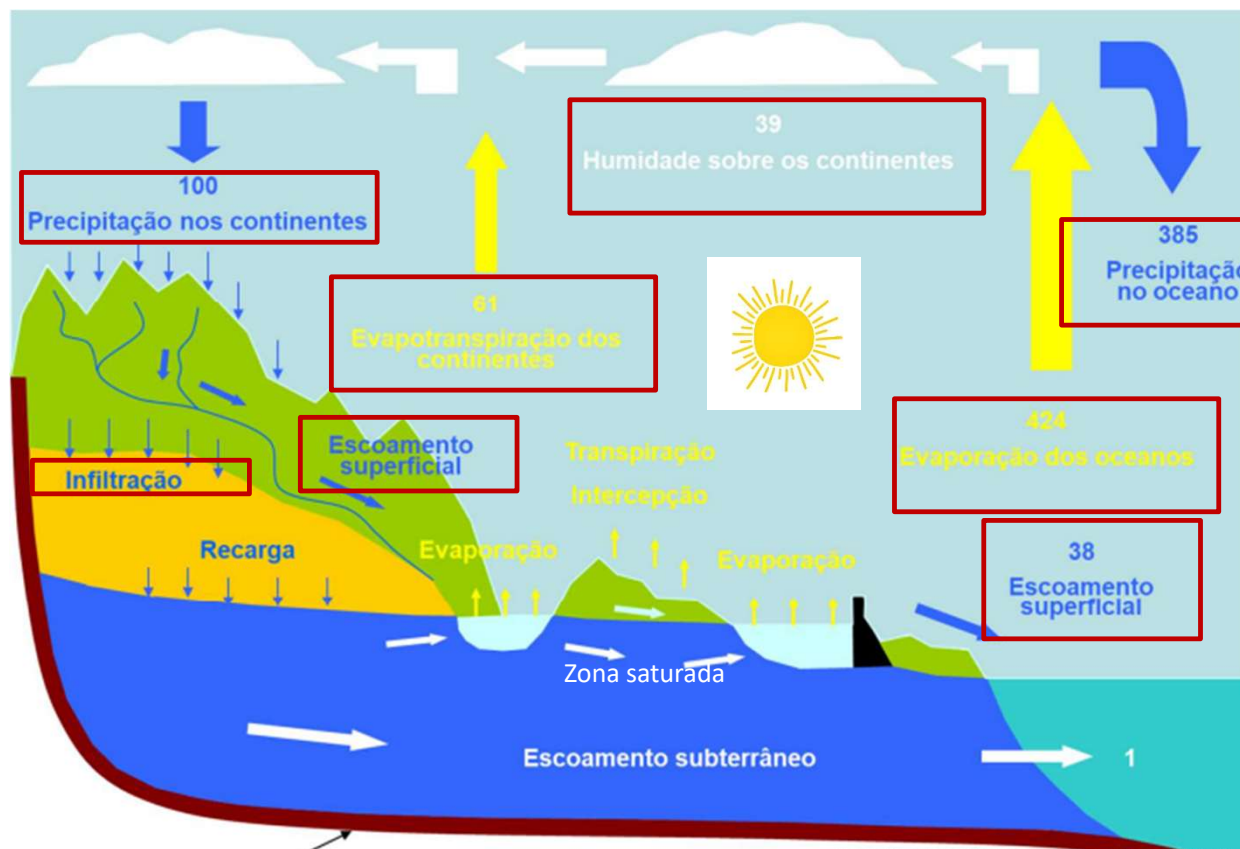
$$0.03 \times 0.01 \times 0.61 = 0.02\%$$

Aplicações da Hidrologia

- Gestão de recursos hídricos
 - Abastecimento de água (consumo humano, rega)
 - Controlo de cheias e mitigação de secas (→ dimensionamento de reservatórios e respectivos órgãos de segurança)
 - Produção de energia hídrica
 - Planeamento e ambiente

❑ CICLO HIDROLÓGICO

Descreve os diversos caminhos através dos quais a água na natureza **circula** e se **transforma**, constituindo um sistema de grande complexidade. Não tem início nem fim. O ponto de início para a sua descrição é arbitrário.



Componentes:

- Precipitação (chuva, neve, granizo, etc);
- Intercepção;
- Evaporação e transpiração;
- Infiltração;
- Escoamento superficial e subterrâneo;

- A água está em constante movimento;
- Motor do ciclo: energia solar;
- Principal força actuante: gravidade
- Neste ciclo não há perdas;

Na componente terrestre do ciclo hidrológico, o sistema preferencial de análise corresponde à **BACIA HIDROGRÁFICA**.

Impacto do Homem sobre o ciclo hidrológico

Exemplos:

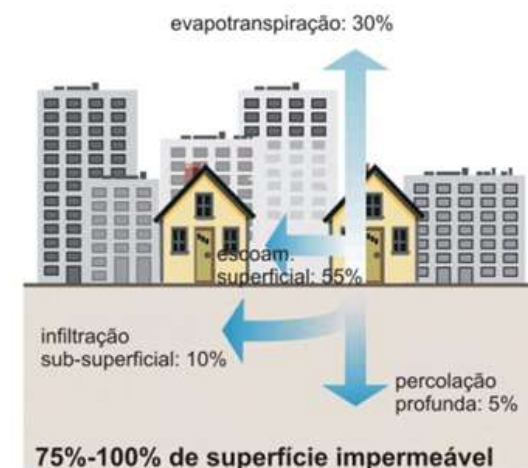
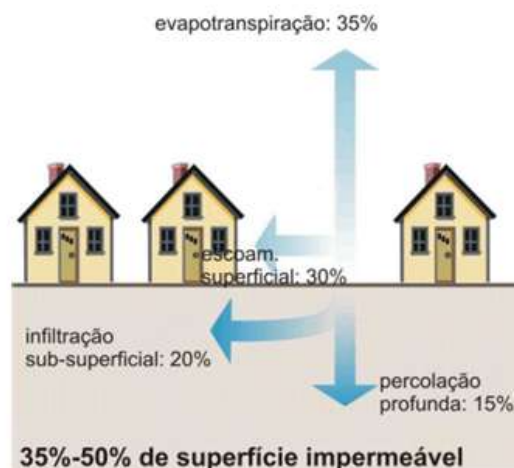
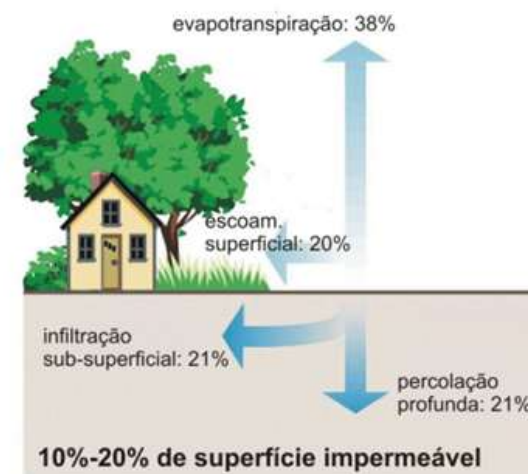
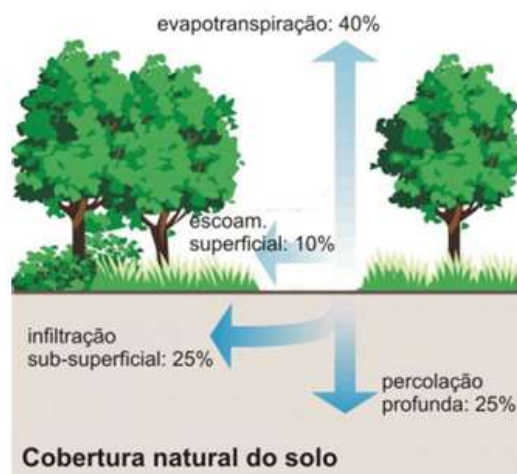
Construção de barragens e outros tipos de armazenamento

Influencia:

- escoamento superficial
- evaporação
- escoamento subterrâneo

Urbanização

- impermeabilização dos solos
 - diminui infiltração
 - aumenta o escoamento superficial
- diminui a ET



❑ A BACIA HIDROGRÁFICA

A bacia hidrográfica constitui a **unidade especial preferencial** para a análise do balanço hidrológico.

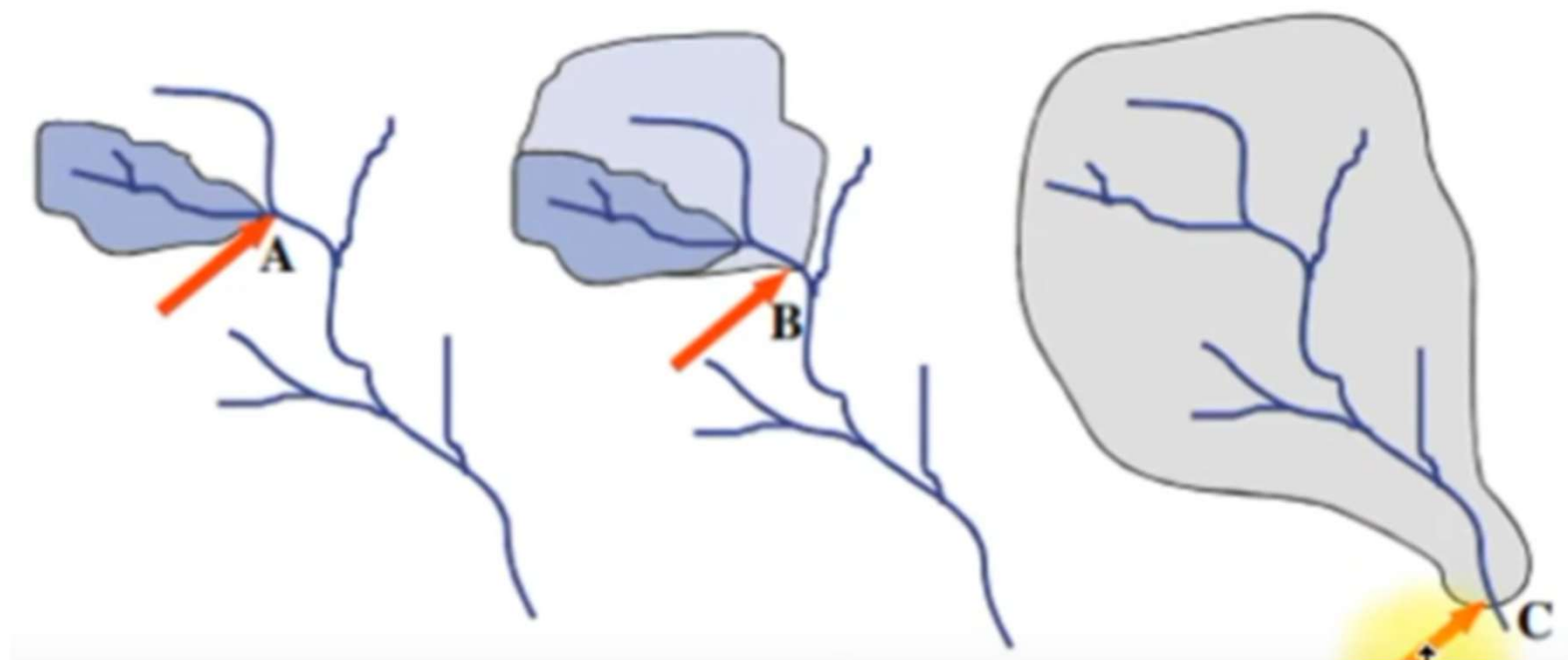
A bacia hidrográfica pode definir-se como a *superfície limitada pelo contorno no interior do qual a água precipitada se dirige para uma determinada secção de saída - secção de referência.*

Cada bacia hidrográfica define-se relativamente a uma **secção de um curso de água** – secção de referência da bacia hidrográfica.



É um **sistema impermeável a fluxos laterais** (a água não atravessa os contornos)

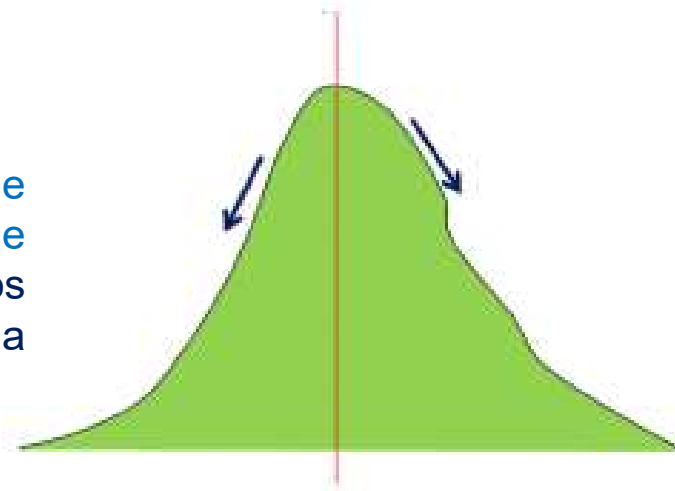
- Cada bacia hidrográfica define-se relativamente a uma **secção de um curso de água** – secção de referência da bacia hidrográfica.



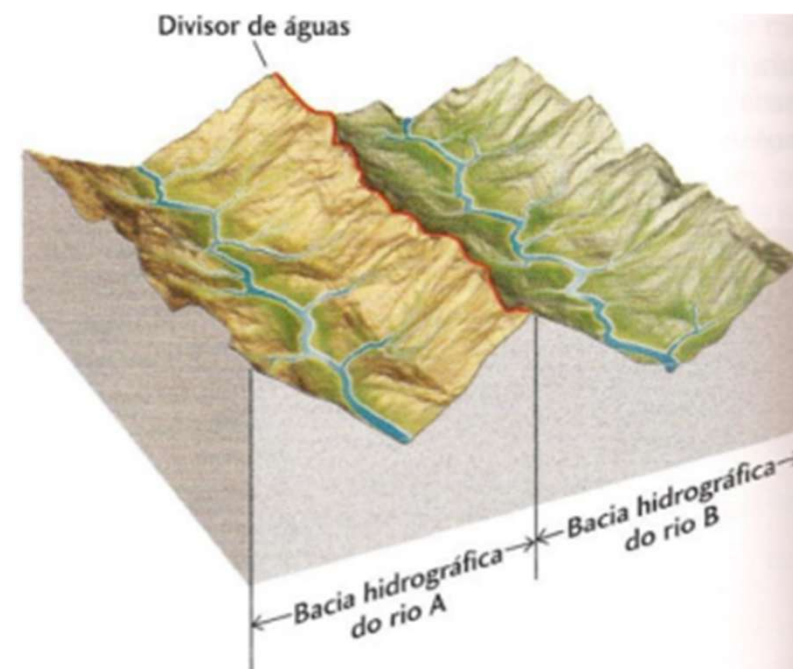
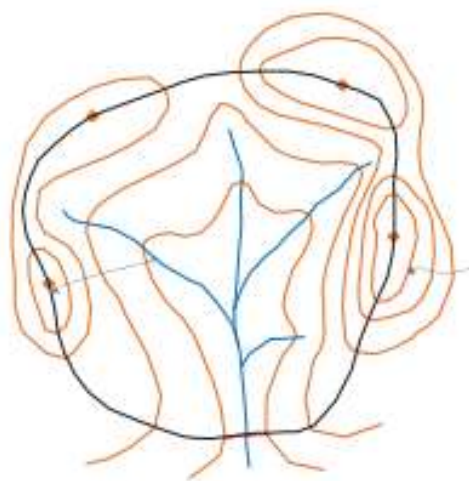
- A secção de referência da bacia hidrográfica é escolhida por nós, de acordo com o objetivo do estudo



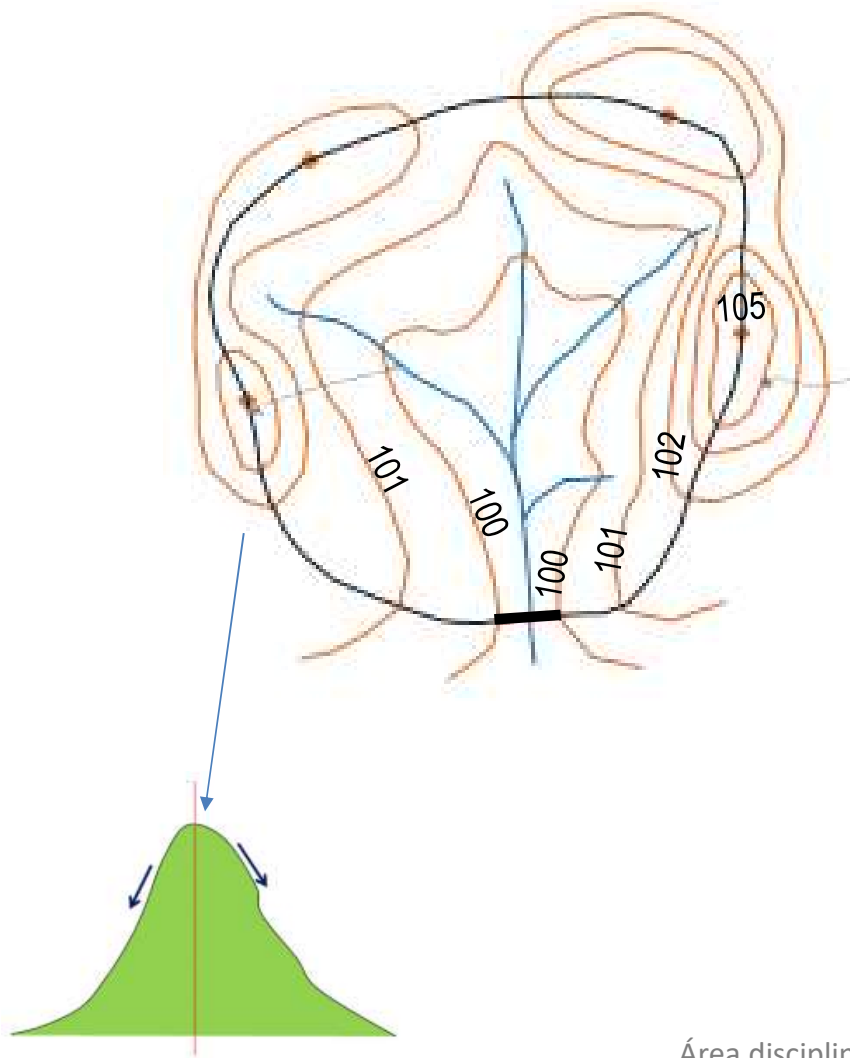
Linha de festo ou de cumeada ou de separação de águas é a linha que une os pontos de cota mais elevada localmente.



Talvegue ou linha de água é a linha que une os pontos de cota mais baixa ao longo de um vale. É a linha seguida pelos cursos de água.



Delimitação de bacias hidrográficas numa carta

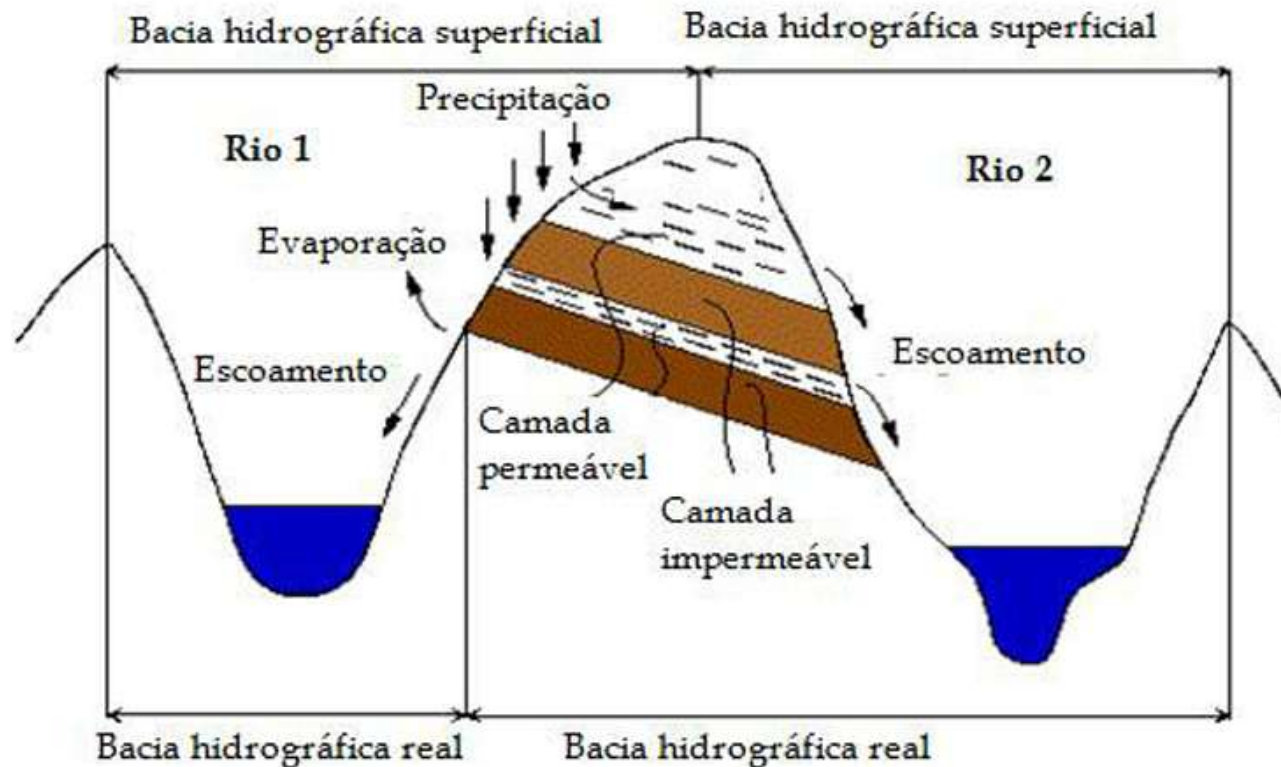


Identificar os **vales** e as **cumeadas**, a partir das concavidades das curvas de nível.

O contorno da bacia hidrográfica é definido pela **linha de separação de águas** entre bacias adjacentes.

- Curva de nível
- Linha de água
- Secção de referência
- Limite da bacia hidrográfica

A bacia hidrográfica real pode não coincidir com a bacia hidrográfica “topográfica” (ex: solos permeáveis onde há escoamentos subterrâneos)



O escoamento adicional subterrâneo

- pode ser significativo em bacias de reduzidas dimensões
- é negligível em bacias de grandes dimensões

Bacia Hidrográfica Exorreica: bacia com águas levadas directamente para o mar aberto.

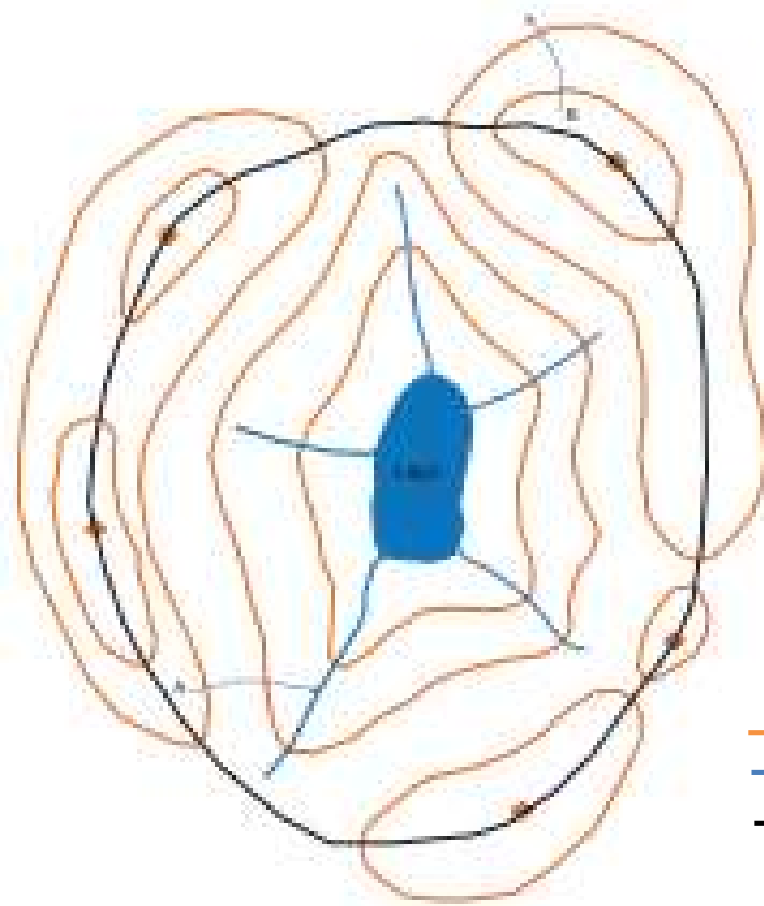


Amazonas (Brasil)



Nilo (Egipto)

Bacia Hidrográfica Endorreica: desagua num lago ou num mar fechado, não chegando ao mar aberto



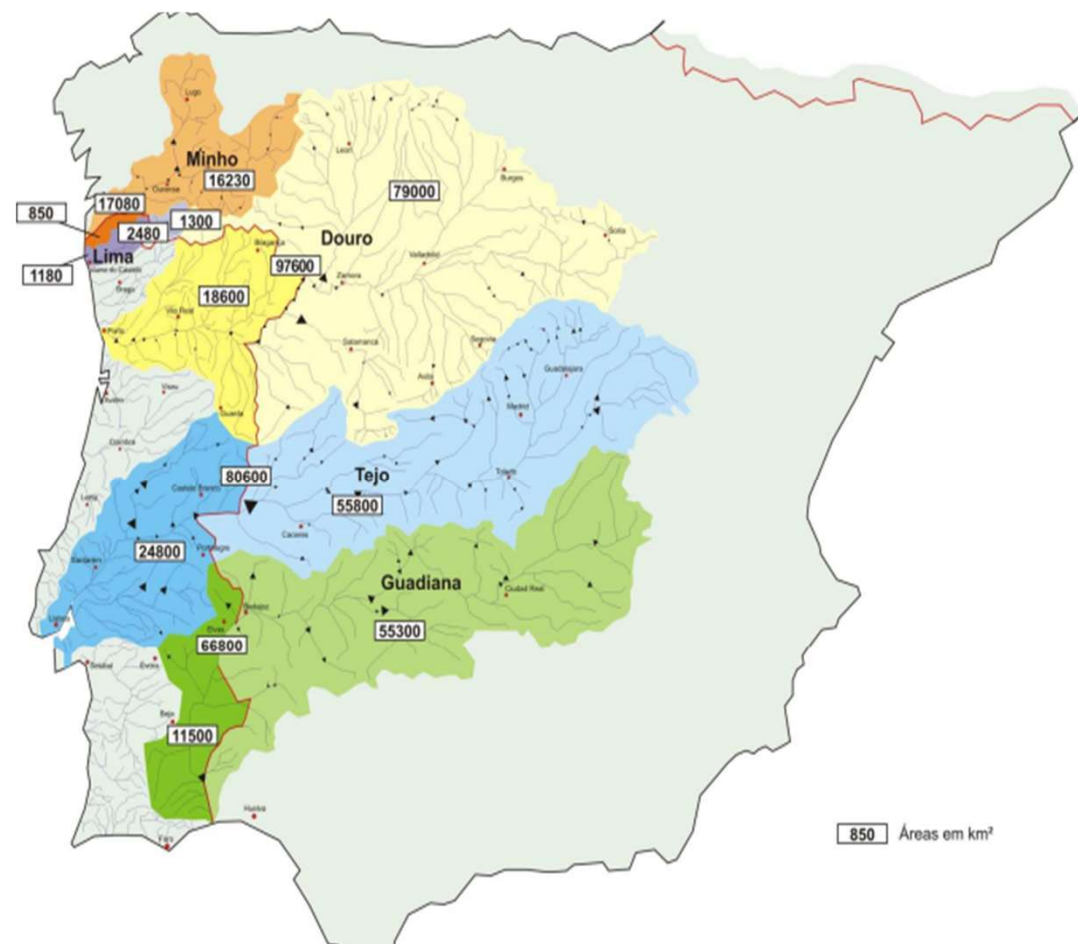
- Curva de nível
- Linha de água
- Limite da bacia hidrográfica



Bacias hidrográficas em Portugal Continental



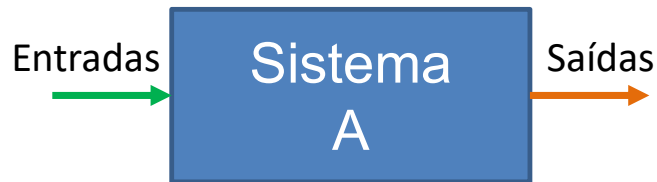
Bacias hidrográficas Luso-Espanholas (INAG, 2001)



Área disciplinar de Engª Rural

Equação de balanço

Um sistema aberto é definido pelas suas fronteiras através das quais ocorrem os fluxos



$$e(t) - s(t) = \frac{dAz}{dt}$$

Aproximação diferencial

- Grande exigência computacional
- Mais usada em investigação

ou

$$E - S = \Delta Az$$

Aproximação das diferenças finitas

- Menor exigência computacional
- Aplicada em engenharia

Onde:

Az é o armazenamento;

t é o tempo;

e(t) é o fluxo de entrada e

s(t) é o fluxo de saída

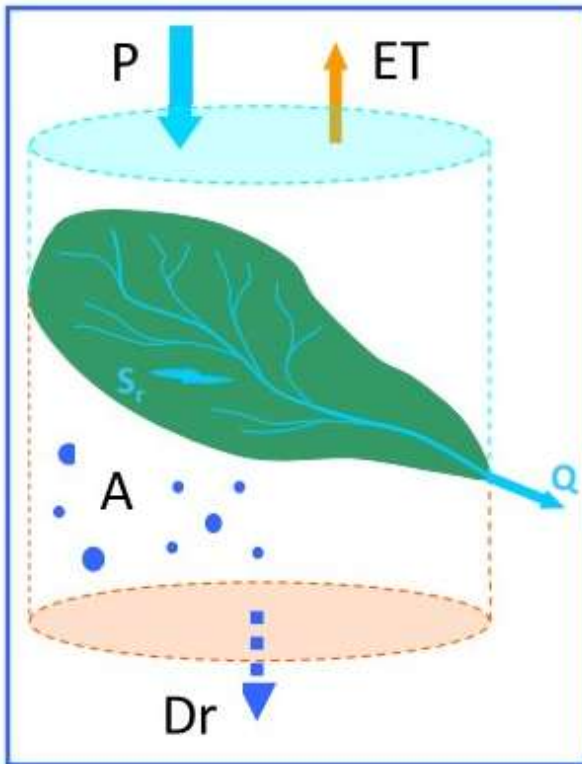
E e S são as entradas e saídas num determinado período de tempo

BALANÇO HIDROLÓGICO À ESCALA DA BACIA HIDROGRÁFICA

Balanço hidrológico $E - S = \Delta Az$

A equação geral do balanço hidrológico, aplicada a um determinado período de tempo Δt , pode ser simplificada se:

a) A área de aplicação for a bacia hidrográfica



- só há uma entrada de água (P)
- só há uma saída de escoamento (Q)

$$P - (ET + Q + Dr) = \Delta Az$$

P, ET, Q e Dr são quantidades ou alturas para um determinado período (ex: mm ou m³)

$$h = \frac{V}{A}$$

$$1 \text{ mm} = 1 \text{ L/m}^2$$

P – precipitação
E – evaporação
T – transpiração das plantas
Q – escoamento superficial
Dr – drenagem profunda
 ΔAz – variação do armazenamento em todas as suas formas de retenção (à superfície, no solo e no sub-solo)

A equação geral do balanço hidrológico, aplicada a um determinado período de tempo Δt , pode ser simplificada se:

b) O período de tempo for o **ano hidrológico**

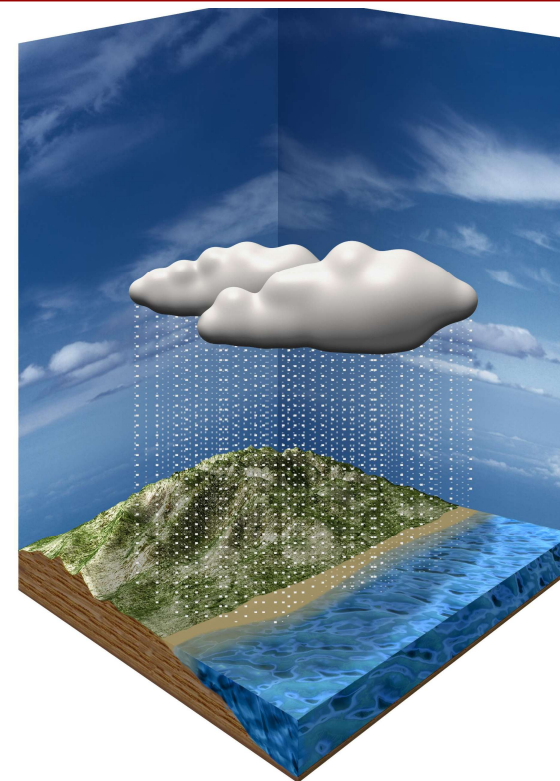


- intervalo de tempo de 12 meses em que são medidos os totais de precipitação;
- o ano hidrológico pode ter início numa data diferente do ano civil e depende da região;

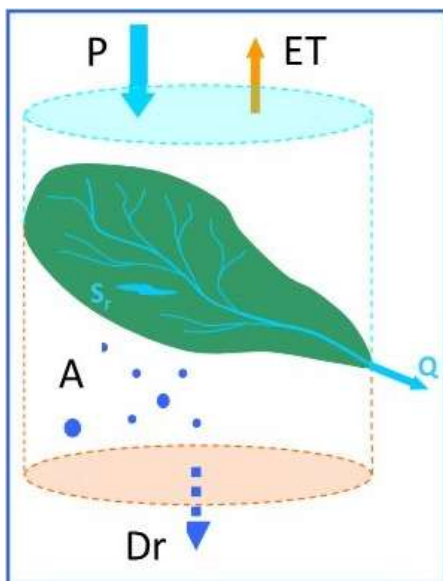
Se Δt for o ano hidrológico $\Rightarrow \Delta A_z \approx 0 \Rightarrow$

$$P = ET + Q + Dr$$

NOTA: em Portugal, os serviços oficiais consideram que o ano hidrológico começa a 1 de Outubro e termina a 30 de Setembro.



☐ **BALANÇO HIDROLÓGICO ANUAL DE PORTUGAL CONTINENTAL**

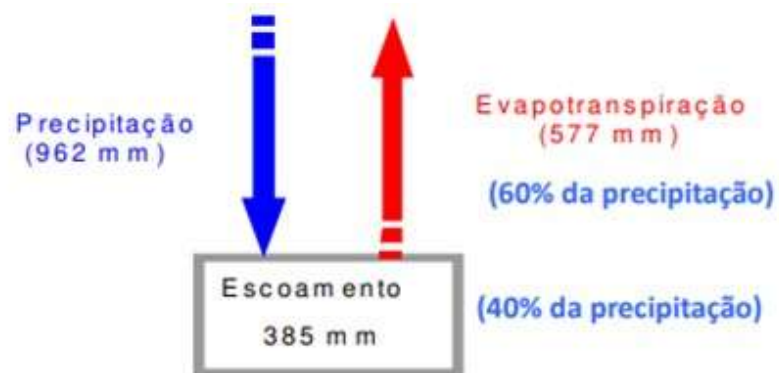


$$\Delta A_z \approx 0$$

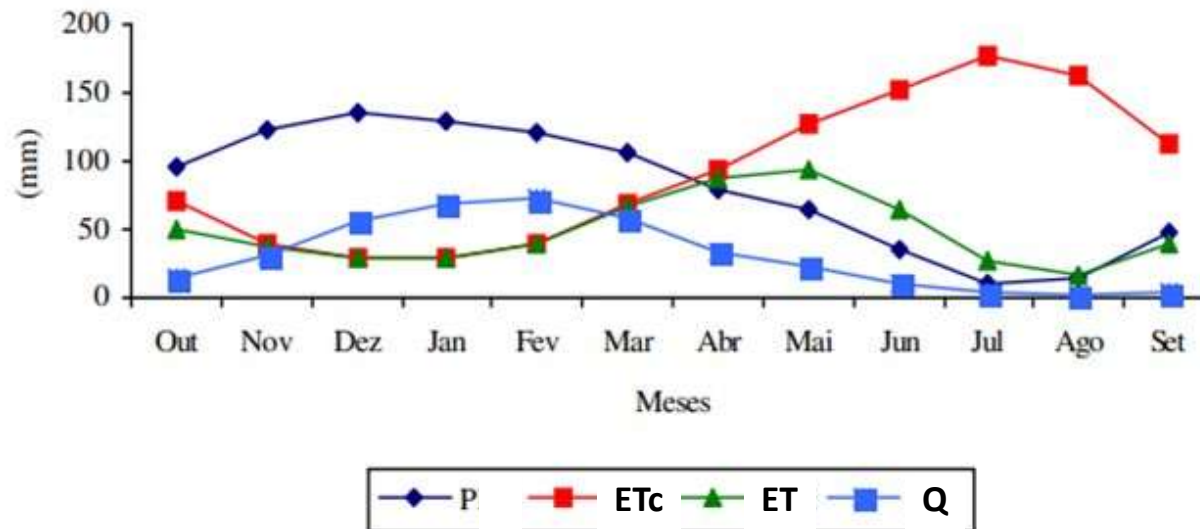
Precipitação	Evapotranspiração	Escoamento superficial + drenagem profunda	
P (mm/ano)	ET (mm/ano)	Q + Dr (mm/ano)	
962	577	385	
		60%	40%

mas grande variação regional

Variação temporal dos termos do balanço hídrico



Balanço Hidrológico em Portugal Continental
(Fonte: Plano Nacional da Água, 2001)



Síntese do Balanço Hídrico à Escala Mensal para Portugal Continental (Fonte: INAG, 2001)