

UC Hidrologia / 1º ciclo de Eng. Ambiente
 M.ª Rosário Cameira / Departamento de Eng. Biosistemas



INSTITUTO SUPERIOR DE AGRONOMIA
 Universidade de Lisboa
 Departamento de Ciências e Engenharia de Biosistemas



Hidrologia

Aula 1

0. Introdução à Hidrologia
 O que é a Hidrologia;
 Objetivo do estudo;
 Ferramentas mais utilizadas;

Secção de Eng.ª Rural
1

UC Hidrologia / 1º ciclo de Eng. Ambiente
 M.ª Rosário Cameira / Departamento de Eng. Biosistemas

0. INTRODUÇÃO À HIDROLOGIA

❑ O que é a Hidrologia?

Segundo WMO (1982) e Chow et al. (1988), Hidrologia é a ciência que trata das águas da terra, da sua distribuição e circulação, das suas propriedades físicas e químicas e da sua interação com o ambiente, incluindo a interação com os seres vivos, em particular com os humanos.

Objeto de estudo da hidrologia → Estudo do **Ciclo da Água** (ou Hidrológico)

↓

Movimento da água num **sistema fechado**, sem entradas nem saídas significativas através das suas fronteiras, numa sequência contínua de processos de **movimento**, **armazenamento** e **mudanças de estado**

↓

Sequência accionada fundamentalmente pela **radiação solar**, responsável pela **evaporação da água** e pela criação de **correntes de convecção** na atmosfera que movimentam a água evaporada

Secção de Eng.ª Rural
2

UC Hidrologia / 1º ciclo de Eng. Ambiente
M.ª Rosário Cameira / Departamento de Eng. Biosistemas

Hidrologia (sentido lato)

Meio aéreo
Meteorologia

Meio terrestre Meio oceânico
Hidrologia (sentido restrito) **Oceanografia**

↓

Sistema aberto →

Embora a Hidrologia abranja o conhecimento da água tanto nos continentes como na atmosfera e nos oceanos, o estudo dos ramos aéreo e oceânico é feito em disciplinas específicas, ficando a hidrologia propriamente dita dedicada ao ramo terrestre.

Equação da continuidade

$$\frac{dA}{dt} = i(t) - o(t)$$

Onde:
A é o volume armazenado;
t é o tempo;
i(t) é o fluxo de entrada e
o(t) é o fluxo de saída.

3

UC Hidrologia / 1º ciclo de Eng. Ambiente
M.ª Rosário Cameira / Departamento de Eng. Biosistemas

- Estatística;
- Modelos de simulação das componentes do ramo terrestre desde a precipitação aos escoamentos superficial e subterrâneo.

☐ Ferramentas mais utilizadas na hidrologia

☐ Aplicações da Hidrologia

Dimensionamento de Albufeiras e Barragens

Protecção de ecossistemas

[Sem título]

Planeamento e Gestão de Recursos Hídricos

- Abastecimento de água (doméstico, industrial e agrícola)
- Produção de energia
- Protecção contra secas e contra cheias
- Controlo da contaminação e da poluição
- Controlo da erosão
- Protecção contra secas e contra cheias
- Recreio e lazer

4

UC Hidrologia / 1º ciclo de Eng. Ambiente
M.ª Rosário Cameira / Departamento de Eng. Biosistemas

☐ Reservas hídricas na Terra

A água é o líquido mais abundante na terra

↓

1600 milhões km³

Distribuição da água na Terra

■ Água doce
■ Água salgada

■ Glaciares e neve permanente
■ Água subterrânea
■ Lagos e rios

Hipólito e Vaz (2017)

Secção de Eng^a Rural

UC Hidrologia / 1º ciclo de Eng. Ambiente
M.ª Rosário Cameira / Departamento de Eng. Biosistemas

Quadro 1. Importância das diversas reservas hídricas na Terra

| Reservatórios | Área (10 ⁶ km ²) | Volume (km ³) | Percentagem do total de água | Percentagem da água doce |
|--------------------|---|---------------------------|------------------------------|--------------------------|
| Oceanos | 361.3 | 1 338 000 000 | 96.5 | |
| Águas subterrâneas | | | | |
| Doce | 134.8 | 10 530 000 | 0.76 | 30.1 |
| Salgada | 134.8 | 12 870 000 | 0.93 | = 1.7% |
| Zona não saturada | 82.0 | 16 500 | 0.0012 | 0.05 |
| Gelo polar | 16.0 | 24 023 500 | 1.73 | 68.6 |
| Outro gelo e neve | 0.3 | 340 600 | 0.025 | 1.0 |
| Lagos | | | | |
| Doce | 1.2 | 91 000 | 0.007 | 0.26 |
| Salgada | 0.8 | 85 400 | 0.006 | = 0.1% |
| Pântanos | 2.7 | 11 470 | 0.0008 | 0.03 |
| Rios | 148.8 | 2 120 | 0.0002 | 0.006 |
| Biosfera | 510.0 | 1 120 | 0.0001 | 0.003 |
| Atmosfera | 510.0 | 12 900 | 0.001 | 0.04 |
| Água total | 510.0 | 1 385 984 610 | 100 | |
| Água doce total | 148.8 | 35 029 210 | 2.5 | 100 |

Fonte: UNESCO (1978) em Chow et al. (1988)

Secção de Eng^a Rural

UC Hidrologia / 1º ciclo de Eng. Ambiente
M.ª Rosário Carneira / Departamento de Eng. Biosistemas

Quadro 2. Balanço hidrológico mundial

| | | Oceanos | Zona Terrestre |
|-----------------------------------|------------------------|-------------|----------------|
| Área | (km ²) | 361,300,000 | 148,800,000 |
| Precipitação | (km ³ /ano) | 458,000 | 119,000 |
| | (mm/ano) | 1,270 | 800 |
| Evaporação | (km ³ /ano) | 505,000 | 72,000 |
| | (mm/ano) | 1,400 | 484 |
| Escoamento para os Oceanos | | | |
| <i>Rios</i> | (km ³ /ano) | ---- | 44,700 |
| <i>Águas subterrâneas</i> | (km ³ /ano) | ---- | 2,200 |
| <i>Escoamento total</i> | (km ³ /ano) | ---- | 47,000 |
| | (mm/ano) | ---- | 316 |

Fonte: UNESCO (1978) em Chow *et al.* (1988)

7

Secção de Eng^a Rural

UC Hidrologia / 1º ciclo de Eng. Ambiente
M.ª Rosário Carneira / Departamento de Eng. Biosistemas

Tempo de residência (t_r) da água num determinado reservatório

$$t_r = \frac{A}{i}$$

Sendo:
A o armazenamento de água no reservatório e
i a taxa de renovação

t_r representa o tempo médio que uma gota de água demora num certo reservatório antes de passar para o seguinte. É um conceito importante do ponto de vista de estimativa de disponibilidades hídricas e também no âmbito da poluição dos recursos hídricos.

Quadro 3.

Tempos médios de residência para várias reservas hídricas (adaptado de Hipólito e Vaz, 2017)

| Reservatório | Tempo de residência |
|-------------------------|---------------------|
| Oceanos e mares | 2500 a |
| Lagos e pântanos | 17 a |
| Rios | 16 d |
| Humidade do solo | 1 a |
| Água subterrânea | 1400 a |
| Gelo e neve permanentes | 10 000 a |
| Água na atmosfera | 8 d |

8

Secção de Eng^a Rural

UC Hidrologia / 1º ciclo de Eng. Ambiente
M.ª Rosário Cameira / Departamento de Eng. Biosistemas

- ◆ As grandezas hidrológicas nos diferentes intervalos de tempo, podem ser expressas em **volume** (km³, m³), ou
- ◆ em **alturas de água** uniformemente distribuídas sobre a projeção horizontal das áreas a que os volumes se referem:

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

- H, corresponde a uma altura de água (mm) **por cada m²** de superfície
- **1mm** de altura de água, num **m²** de área, equivale a um volume de **1litro**

Secção de Eng^a Rural 9/48

UC Hidrologia / 1º ciclo de Eng. Ambiente
M.ª Rosário Cameira / Departamento de Eng. Biosistemas

Exercícios

1. Considere os valores estimados da distribuição dos recursos hídricos a nível mundial apresentados no Quadro do *powerpoint* da 1ª aula.
 - a) Considerando que cerca de 70% da superfície do planeta é ocupada pelos oceanos e que o raio da Terra é, aproximadamente, de 6370 km, verifique o valor fornecido para a área dos oceanos no referido ppt
 - b) Estime a área dos continentes (153 x 10⁶ km²)
 - c) Estime a profundidade média dos oceanos (3.8 km)
 - d) Calcule a precipitação anual média, em mm, nos oceanos, nos continentes e no globo (confirme com os valores do Quadro). (1267.6, 777.9 e 1131.2 mm ano⁻¹)

2. A partir dos valores apresentados nos Quadros referidos no exercício 1,
 - a) Estime o tempo médio de residência da humidade atmosférica (8.2 d)
 - b) Admitindo que toda a água dos oceanos está envolvida no ciclo hidrológico, estime o tempo médio de residência da água dos oceanos (2650 a)
 - c) Admitindo que todo o escoamento superficial para os oceanos provém dos rios, estime o tempo médio de residência da água dos rios (17.3 d)
 - d) Admitindo que todo o escoamento de água subterrânea para os oceanos provém da água subterrânea doce, estime o tempo médio de residência respetivo (4786 a)

Ver mais enunciados no FENIX

Secção de Eng^a Rural 10

Referências Bibliográficas

- Chow, V.T., D.R. Maidment e L.W. Mays (1988). *Applied Hydrology*, McGraw-Hill Book Company.
- Hipólito, J.R. e Vaz, A.C. 2017. *Hidrologia e Recursos Hídricos*. IST Press, Lisboa. ISBN: 978-972-8469-86-3;
- WMO-World Meteorological Organization: <https://public.wmo.int/en>
- UNESCO: <https://unesdoc.unesco.org/>