

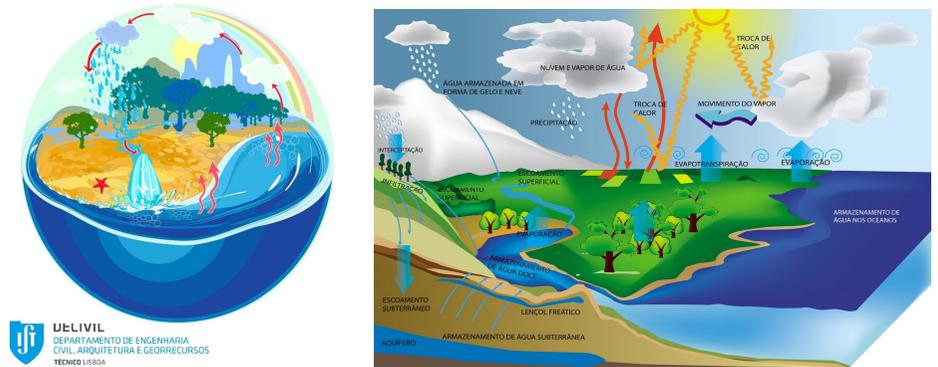
HIDROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS

Ciclo hidrológico - distribuição global da água



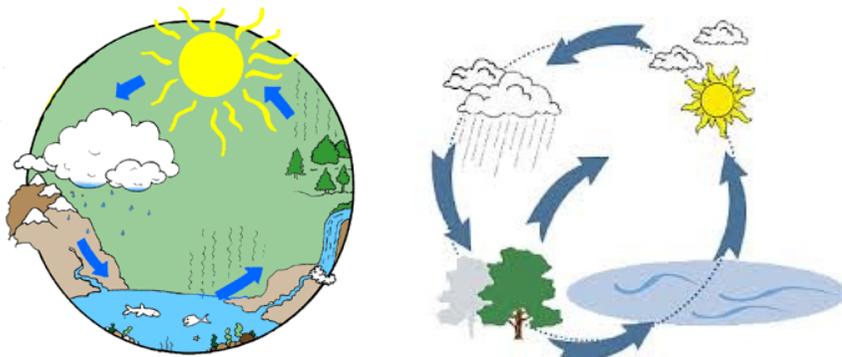
Ciclo hidrológico – distribuição global da água

CICLO HIDROLÓGICO: sequência fechada dos processos envolvidos no movimento contínuo da água entre a Terra e a atmosfera. Ao longo deste ciclo, a água **EVAPORA-SE** a partir dos oceanos e da superfície da Terra, entra na circulação atmosférica sob a forma de vapor, retorna à superfície como **PRECIPITAÇÃO** líquida ou sólida, é **intercetada por obstáculos que a impedem de atingir o solo, produz ESCOAMENTO** sobre o terreno, **INFILTRA-SE** para o interior solo, possibilita a **RECARGA DOS AQUÍFEROS**, concentra-se sob a forma de escoamento canalizado na rede fluvial que a encaminha para os oceanos de onde se evapora novamente.

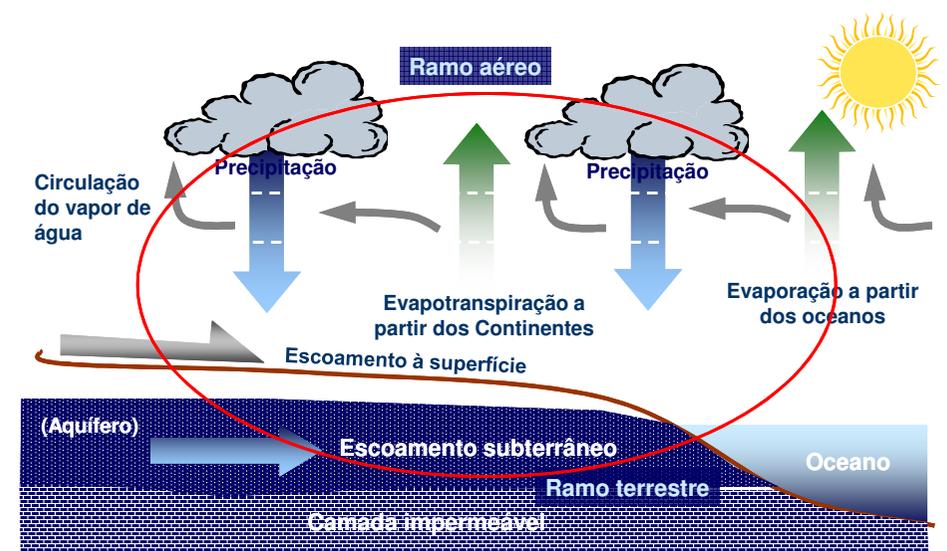


Ciclo hidrológico – distribuição global da água

O **CICLO HIDROLÓGICO** constitui uma **IMENSA MÁQUINA** accionada fundamentalmente pela **ENERGIA SOLAR** e com movimentos determinados pela **GRAVIDADE**, que, mediante um sistema contínuo de **CIRCULAÇÃO**, leva a cabo a **RENOVAÇÃO DA ÁGUA DOCE**, imprescindível à vida na terra.



Ciclo hidrológico – distribuição global da água

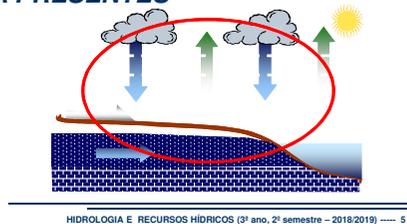


PRINCIPAIS PROCESSOS ENVOLVIDOS NO CICLO HIDROLÓGICO

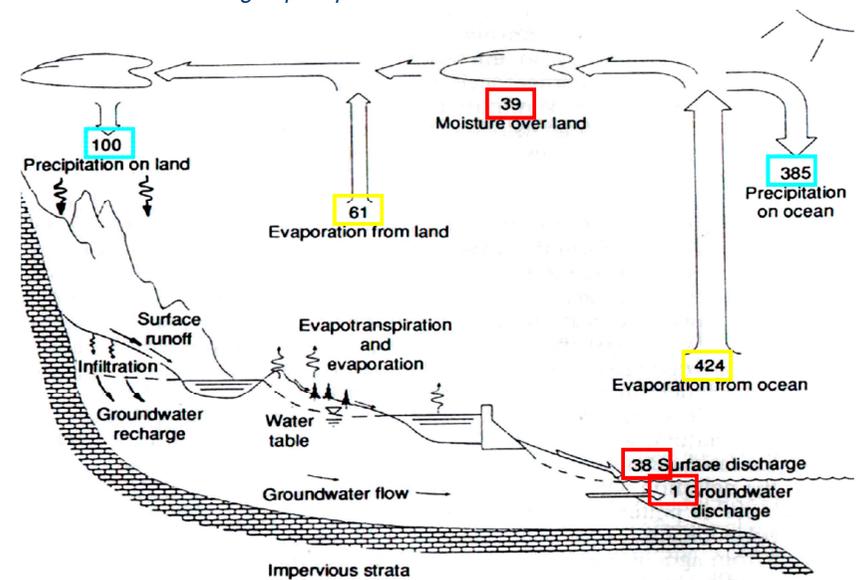
- Transferência de água do globo terrestre para a atmosfera (evaporação, sublimação e transpiração das plantas e animais).
- Condensação parcial do vapor de água da atmosfera (nuvens e nevoeiros)
- Transporte do vapor de água pela circulação atmosférica.
- Transferência de água da atmosfera para a superfície do globo (precipitação, orvalho, geada).
- Retenção e escoamento na superfície dos continentes e no seu interior (rios, lagos, glaciares, aquíferos).

FORMAS DE ENERGIA PRESENTES

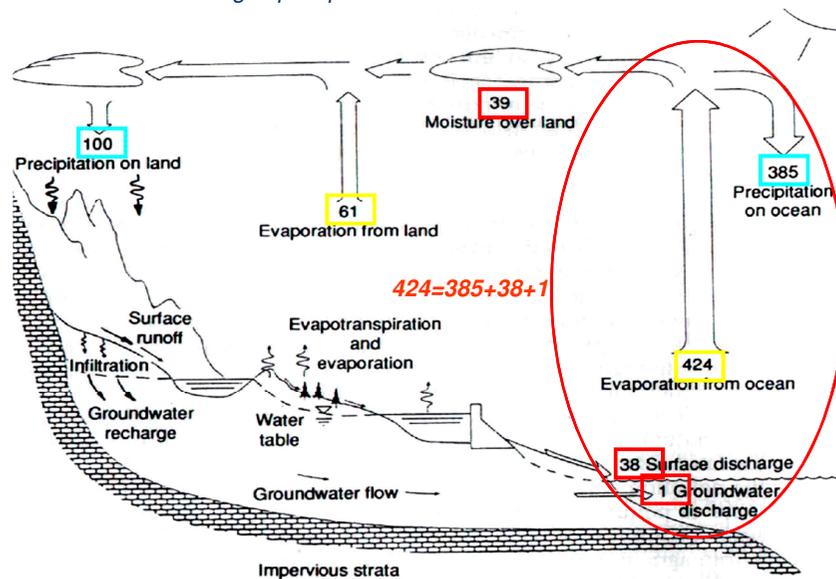
- Energia radiante, de origem solar.
- Energia geopotencial, gravítica.
- Energia termodinâmica.



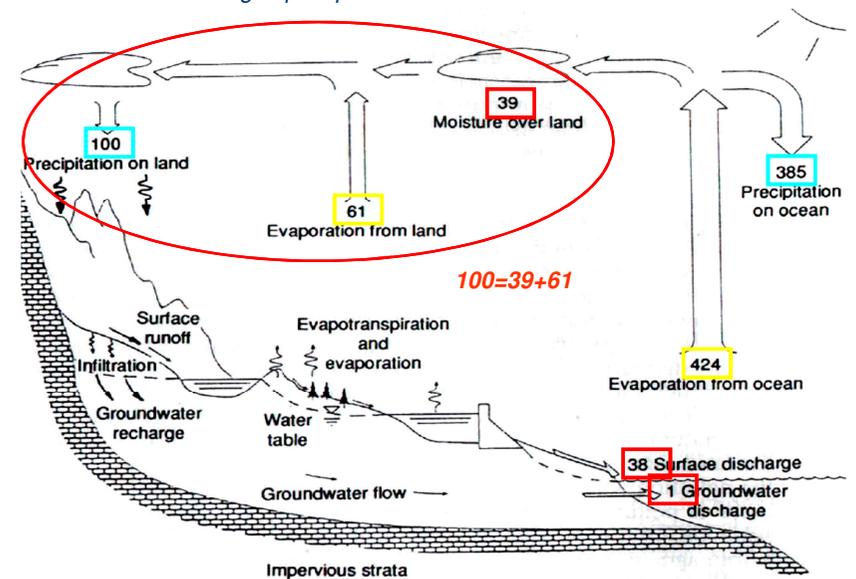
A ÁGUA NO MUNDO ATUAL: volumes de água expressos em percentagem da água precipitada sobre os continentes



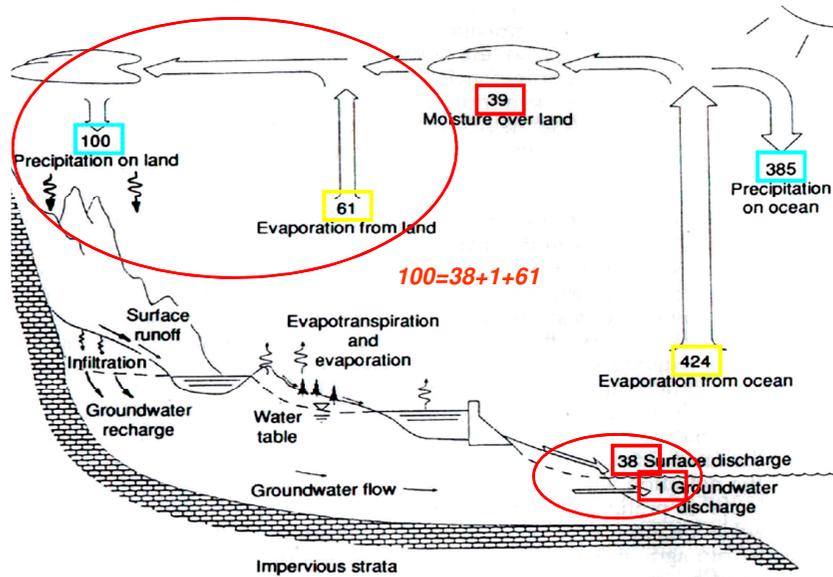
A ÁGUA NO MUNDO ATUAL: volumes de água expressos em percentagem da água precipitada sobre os continentes



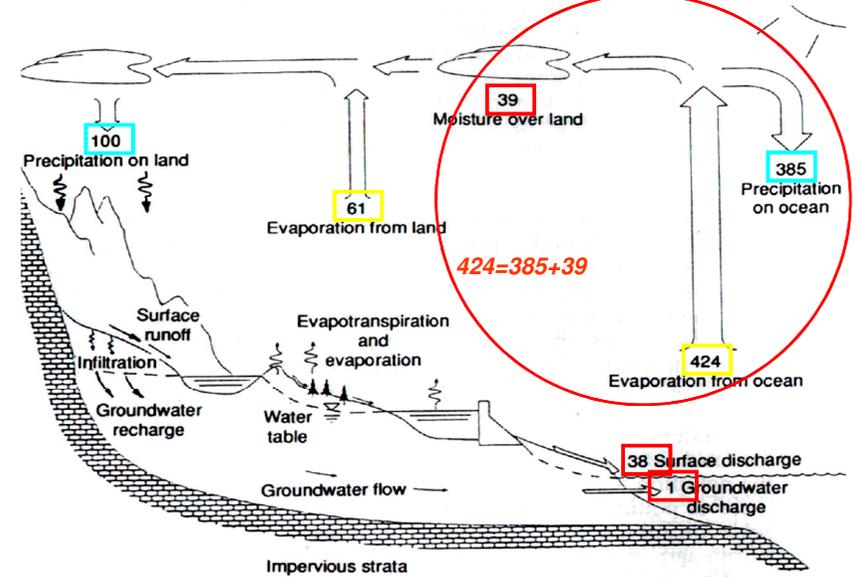
A ÁGUA NO MUNDO ATUAL: volumes de água expressos em percentagem da água precipitada sobre os continentes



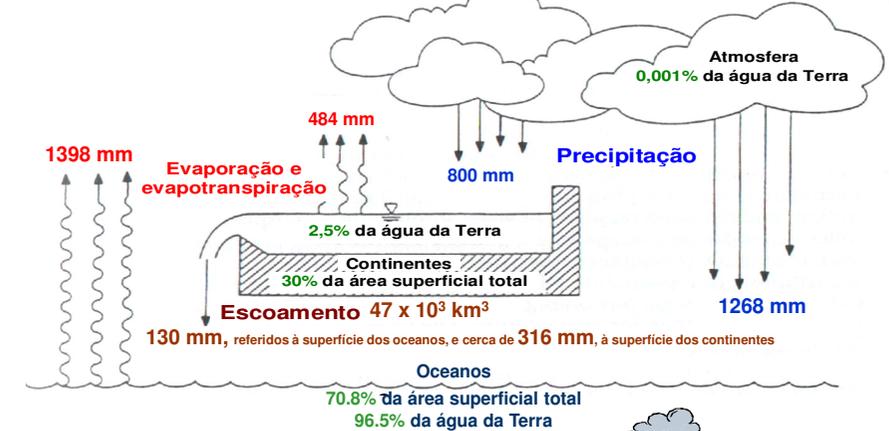
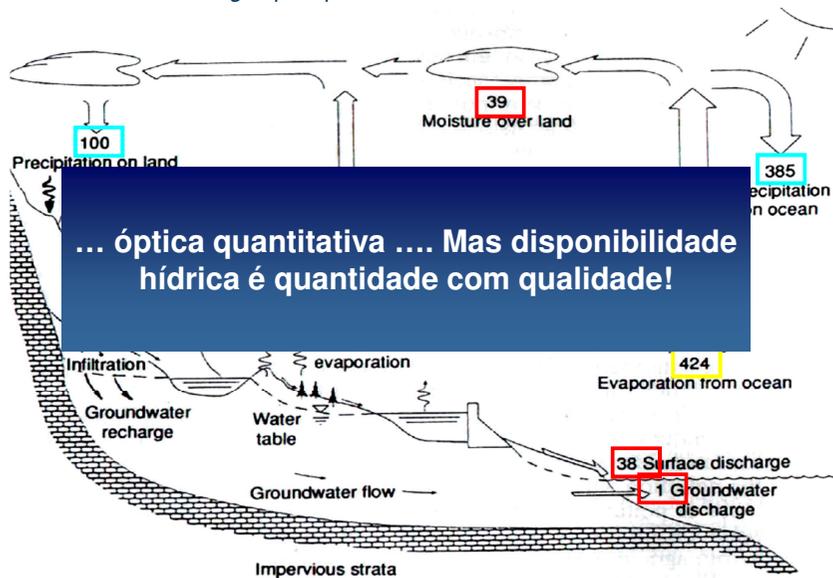
A ÁGUA NO MUNDO ATUAL: volumes de água expressos em percentagem da água precipitada sobre os continentes



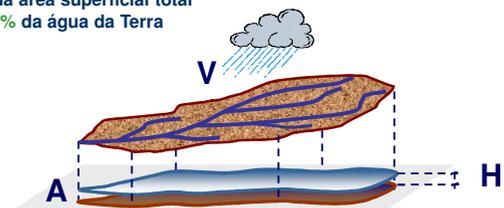
A ÁGUA NO MUNDO ATUAL: volumes de água expressos em percentagem da água precipitada sobre os continentes



A ÁGUA NO MUNDO ATUAL: volumes de água expressos em percentagem da água precipitada sobre os continentes

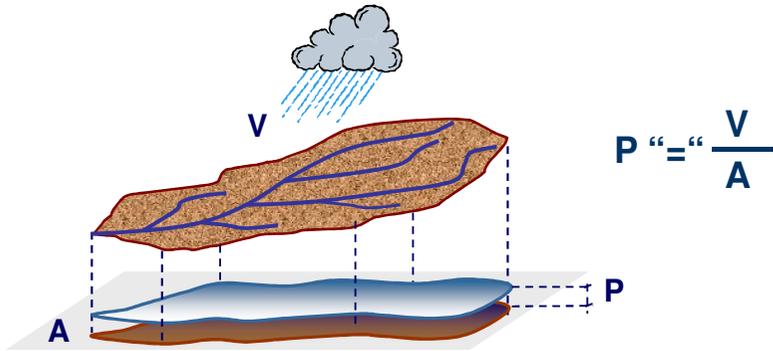


Nota: valores das grandezas hidrológicas apresentados em mm!!



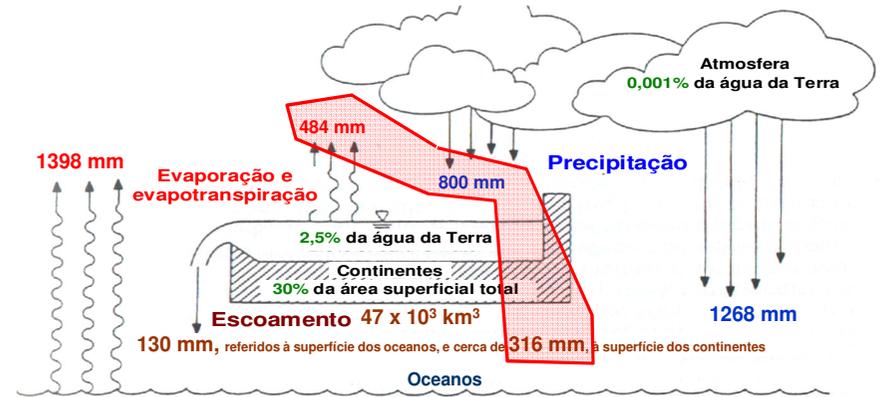
Ciclo hidrológico – distribuição global da água

As grandezas hidrológicas nos diferentes intervalos de tempo a que se podem referir são expressas frequentemente em alturas de água uniformemente distribuídas sobre a projeção horizontal das áreas a que os volumes daquelas grandezas se referem.



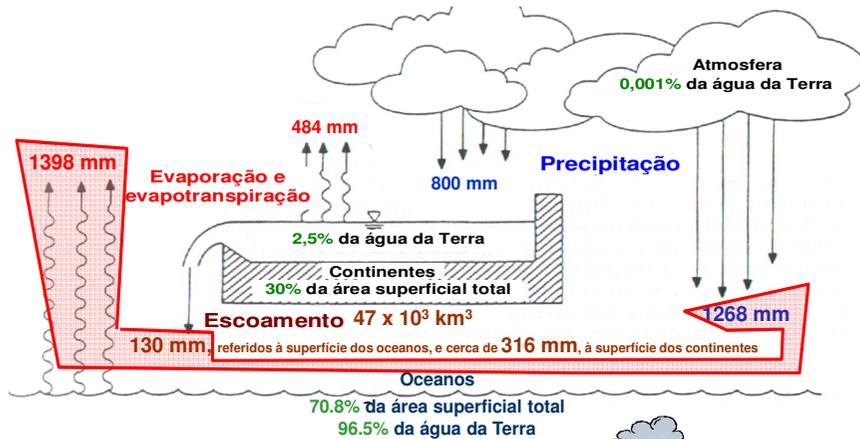
O facto de se exprimir a generalidade das grandezas hidrológicas em termos das alturas de água que lhes correspondem tem a vantagem de oferecer uma avaliação física mais perceptível, tornando mais facilmente apreensível a informação transmitida

Ciclo hidrológico – distribuição global da água



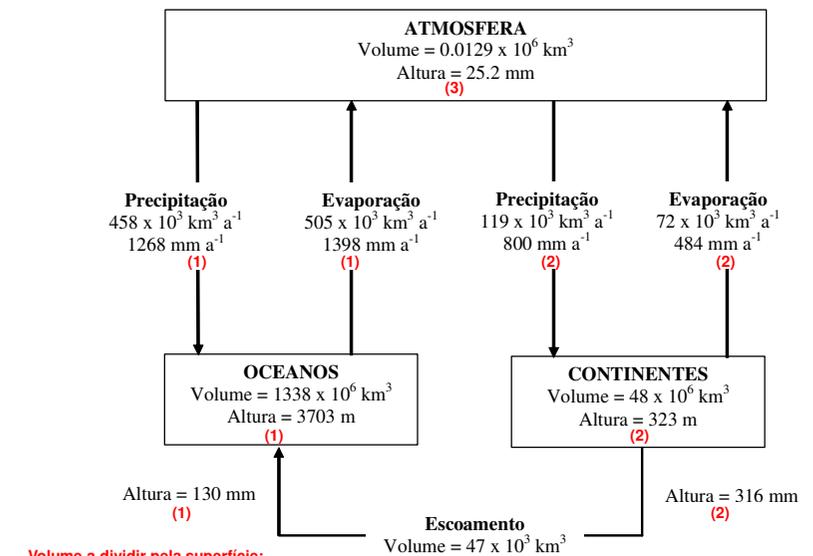
Nota: valores das grandezas hidrológicas apresentados em mm!!

Ciclo hidrológico – distribuição global da água



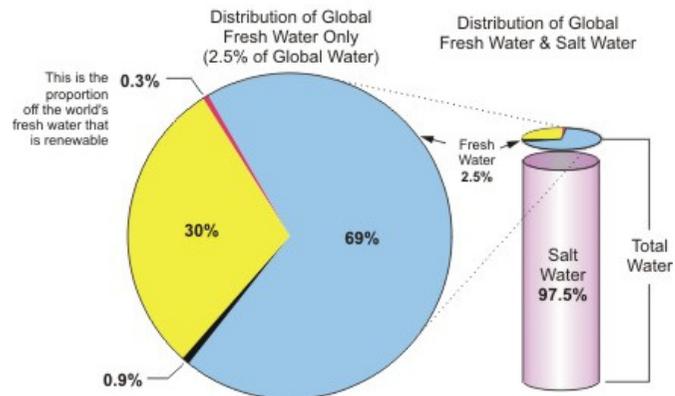
Nota: valores das grandezas hidrológicas apresentados em mm!!

Ciclo hidrológico – distribuição global da água



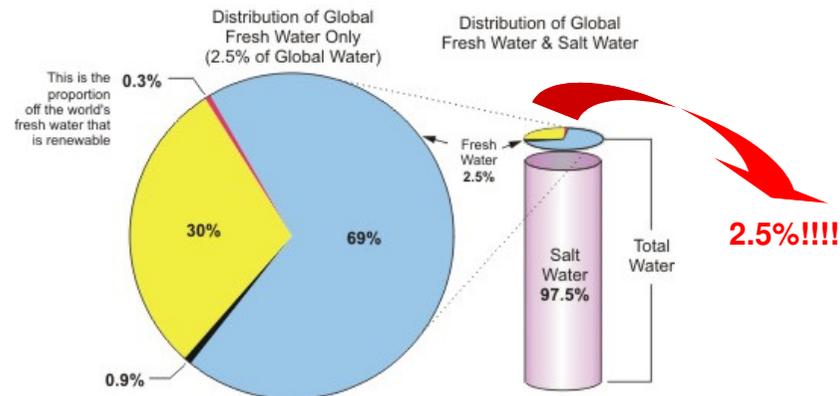
Volume a dividir pela superfície:
(1) Dos oceanos (aprox. 361132000 km²)
(2) Dos Continentes (aprox. 148940000 km²)
(3) Da Terra (aprox. 510072000 km²)

THE WORLD'S WATER



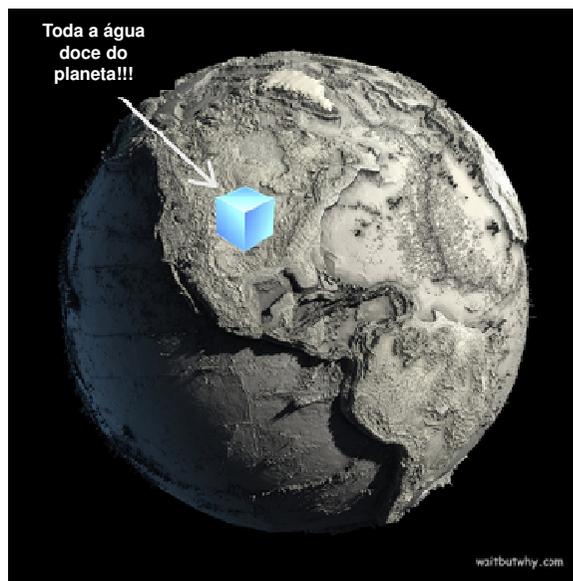
- 0.3% freshwater lakes and river flows (93,000 cubic kilometers)
- 0.9% other, including soil moisture, ground ice/permafrost and swamp water (342,000 cubic kilometers)
- 30% fresh groundwater (10,530,000 cubic kilometers)
- 69% glaciers and permanent snow cover (24,060,000 cubic kilometers)

THE WORLD'S WATER



- 0.3% freshwater lakes and river flows (93,000 cubic kilometers)
- 0.9% other, including soil moisture, ground ice/permafrost and swamp water (342,000 cubic kilometers)
- 30% fresh groundwater (10,530,000 cubic kilometers)
- 69% glaciers and permanent snow cover (24,060,000 cubic kilometers)

Ciclo hidrológico – distribuição global da água



Ciclo hidrológico – distribuição global da água

Estimativa da distribuição da água na Terra e tempo médio de residência ¹					
Reservatório	Área (10 ⁵ km ²)	Volume (10 ⁶ km ³)	Fracção do total (%)	Fracção da água doce (%)	Tempo médio de residência (a)
Oceanos	361.3	1338	96.5	-	2500
Solo	82.0	0.0165	0.0012	0.05	1
Sub-solo	134.8	23.4	1.7	30.1	1400
Doce		10.53	0.76		
Calotes polares e glaciares	16.2	24.1	1.74	68.7	9700
Lagos, mares interiores e pântanos	4.7	0.19	0.014		10
Doce	3.9	0.1	0.008	0.29	
Rios		0.0021	0.0002	0.006	0.044 (16 d)
Biosfera	510.0	0.0011	0.0001	0.003	(horas a dias)
Atmosfera	510.0	0.0129	0.001	0.04	0.022 (8 d)
Total		1386	100		
Doce		35	2.53	100	

¹ Dingman, S. L. (1994). Physical Hydrology, MacMillan, NY.

² Cerca de 70.8% da superfície da Terra (510072000 km²).

Estimativa da distribuição da água na Terra e tempo médio de residência ¹					
Reservatório	Área (10 ⁶ km ²)	Volume (10 ⁶ km ³)	Fracção do total (%)	Fracção da água doce (%)	Tempo médio de residência (a)
Oceanos	361.3 ²	1338	96.5	-	2500
Solo	82.0	0.0165	0.0012	0.05	1
Sub-solo	134.8	23.4	1.7		1400
Doce		10.53	0.76	30.1	
Calotes polares e glaciares	16.2	24.1	1.74	68.7	9700
Lagos, mares interiores e pântanos	4.7	0.19	0.014		
Doce	3.9	0.1	0.008	0.29	= ~ 99%!!!!
Rios		0.0021	0.0002	0.006	0.044 (16 d)
Biosfera	510.0	0.0011	0.0001	0.003	(horas a dias)
Atmosfera	510.0	0.0129	0.001	0.04	0.022 (8 d)
Total		1386	100		
Doce		35	2.53	100	

1 Dingman, S. L. (1994). Physical Hydrology, MacMillan, NY.

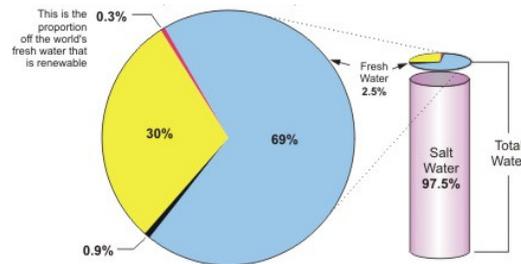
2 Cerca de 70.8% da superfície da Terra (510072000 km²).

Estimativa da distribuição da água na Terra e tempo médio de residência ¹					
Reservatório	Área (10 ⁶ km ²)	Volume (10 ⁶ km ³)	Fracção do total (%)	Fracção da água doce (%)	Tempo médio de residência (a)
Oceanos	361.3 ²	1338	96.5	-	2500
Solo	82.0	0.0165	0.0012	0.05	1
Sub-solo	134.8	23.4	1.7		1400
Doce		10.53	0.76	30.1	
Calotes polares e glaciares	16.2	24.1	1.74	68.7	9700
Lagos, mares interiores e pântanos	4.7	0.19	0.014		10
Doce	3.9	0.1	0.008	0.29	
Rios		0.0021	0.0002	0.006	0.044 (16 d)
Biosfera	510.0	0.0011	0.0001	0.003	(horas a dias)
Atmosfera	510.0	0.0129	0.001	0.04	0.022 (8 d)
Total		1386	100		
Doce		35	2.53	100	

1 Dingman, S. L. (1994). Physical Hydrology, MacMillan, NY.

2 Cerca de 70.8% da superfície da Terra (510072000 km²).

Tempo médio de renovação



O **HOMEM** tem vindo a atuar nas diferentes fases do ciclo hidrológico, sendo causa de degradação progressiva da qualidade do recurso água sem que denote a percepção de que, embora a quantidade de tal recurso **PERMANEÇA SENSIVELMENTE INALTERADA** desde os primórdios da sua formação, a perda da sua **QUALIDADE** passou a impor **SEVERAS RESTRIÇÕES À UTILIZAÇÃO**. Em vez de perceber o papel do ciclo hidrológico como sistema que assegura a **RENOVAÇÃO DA ÁGUA DOCE** e de entender e integrar a vulnerabilidade da sua dependência deste sistema como orientações únicas para a sua interação com o recurso, o **HOMEM APARENTA, ASSIM, PROSSEGUIR COMO SE A ÁGUA FOSSE INFINITAMENTE CAPAZ DE SE REGENERAR.**



RECURSOS HÍDRICOS: ÁGUA EM MOVIMENTO NO CLICO HIDROLÓGICO QUE PODE SER UTILIZADA PELO HOMEM.

A **“RENOVABILIDADE” DOS RECURSOS HÍDRICOS É A QUE DECORRE, A QUE É POSSIBILITADA, PELA NATUREZA FECHADA DO CICLO HIDROLÓGICO** (em termos de conservação da quantidade, mas também e cada vez com mais ênfase da qualidade).

Tipo de “reservatório”	Tempo médio de residência (período de renovação)
Oceanos	2500 anos
Calotes polares	9700 anos
Glaciares em montanhas	1600 anos
Água subterrânea	1400 anos
Lagos	17 anos
Pântanos	5 anos
Humidade do solo	1 anos
Rios	16 dias
Atmosfera	8 dias
Biosfera	horas a dias

RECURSOS HÍDRICOS

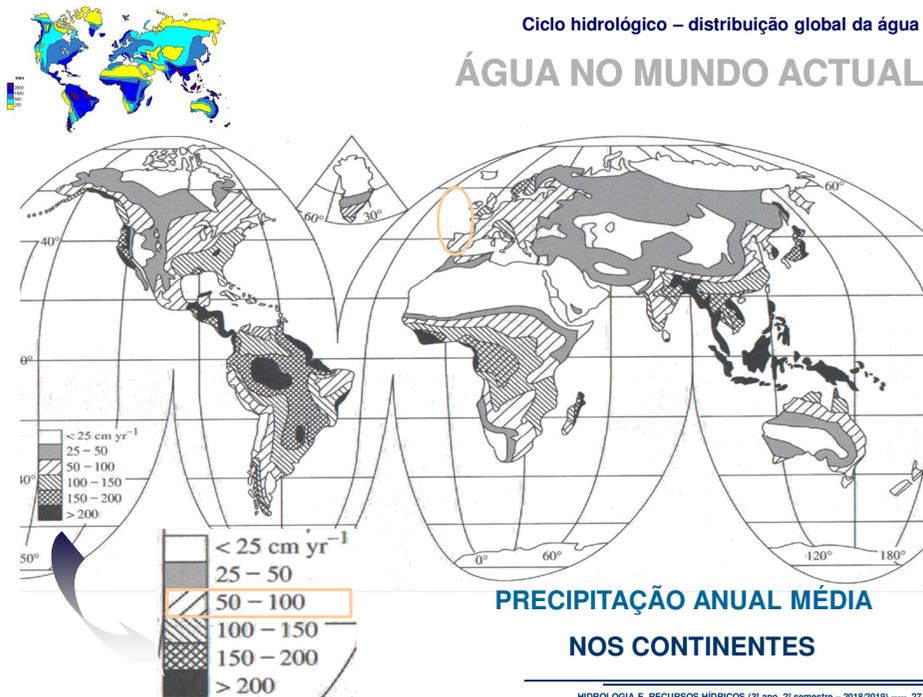
POTENCIAIS - extração máxima teoricamente possível da água do ciclo hidrológico.

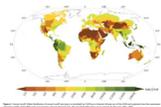
UTILIZÁVEIS OU DISPONÍVEIS - podem ser aumentados à custa de intervenções no ciclo hidrológico - **OBJETO DAS AÇÕES DE PLANEAMENTO** e têm sempre associado uma **GARANTIA DE FORNECIMENTO** ou **RISCO DE INSUFICIÊNCIA**.

(... toda a água que passa numa dada seção de um curso de água constitui o recurso potencial do qual só parte pode ser utilizada).

“o ciclo hidrológico constitui um agente dinâmico modelador da crosta terrestre pela erosão, transporte e sedimentação dos materiais arrancados e dissolvidos, contribuindo para modificar o ambiente. Além disso, condiciona toda a fisiografia da Terra, a paisagem, a forma e até mesmo a urbanística. É, portanto, um fator essencial do ambiente”, Peixoto, 1978/79, p. 87

As **INTERACÇÕES** do Homem com a água podem ser **TANTO MAIS NEFASTAS** quanto a **DISTRIBUIÇÃO DO RECURSO NA TERRA É MUITO IRREGULAR**. A esta **IRREGULARIDADE ESPACIAL**, associa-se muito frequentemente uma **IRREGULARIDADE NO TEMPO** em que períodos com abundantes disponibilidades hídricas alternam de modo não determinístico com períodos com escassez de recursos.





Ciclo hidrológico – distribuição global da água

ÁGUA NO MUNDO ACTUAL



ESCOAMENTO ANUAL MÉDIO
NOS CONTINENTES

Ciclo hidrológico – distribuição global da água

	PRECIPITAÇÃO (mm)	EVAPOTRANSPIRAÇÃO (mm)	ESCOAMENTO (mm)
EUROPA	790	507	283
ÁSIA	740	416	324
ÁFRICA	740	587	153
A. DO NORTE	756	418	338
A. DO SUL	1600	915	685
AUSTRÁLIA E OCEANIA	791	511	280
ANTÁRTIDA	165	0	165
Espanha	630	420	210
PORTUGAL	950	640	310*

(Gerir o recurso significa atuar ao nível do escoamento requerendo, como tal, a compreensão dos processos que conduzem a tal escoamento).

PRECIPI-
TAÇÃO

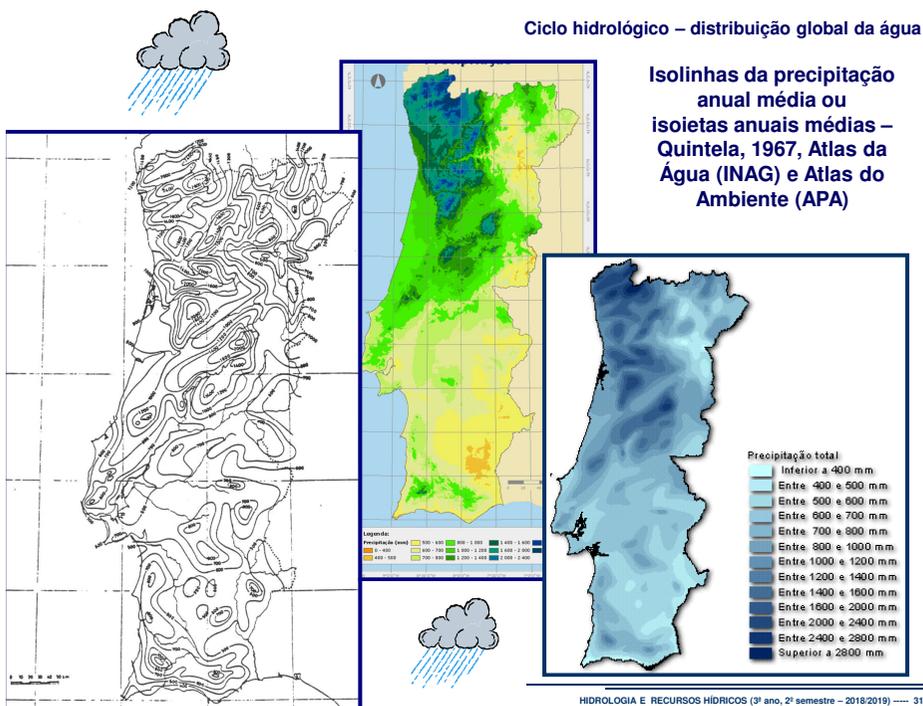
EVAPOTRANS-
PIRAÇÃO

ESCOA-
MENTO

* Excluindo as aflúncias provenientes de Espanha (que têm vindo a sofrer alguma diminuição)

Ciclo hidrológico – distribuição global da água

Isolinhas da precipitação
anual média ou
isoietas anuais médias –
Quintela, 1967, Atlas da
Água (INAG) e Atlas do
Ambiente (APA)

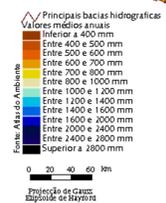


Ciclo hidrológico – distribuição global da água

Disponibilidades hídricas em Portugal

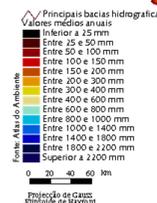
Precipitação
anual média
(mm)

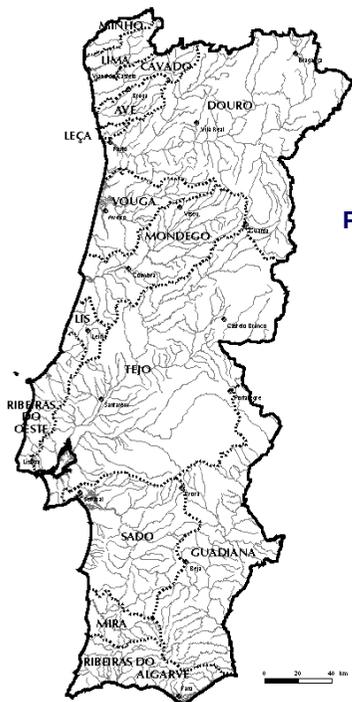
Precipitação:
de 400 mm
a mais de
2800 mm



Escoamento
anual médio
(mm)

Escoamento:
de 25 mm
a mais de
2200 mm





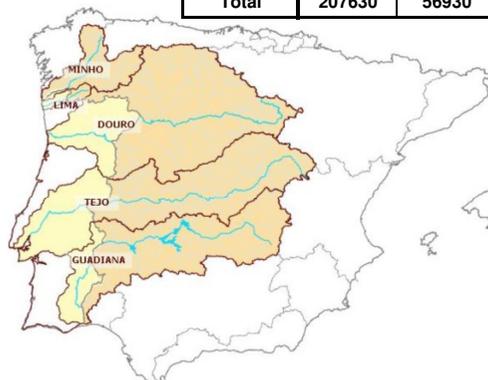
Principais bacias hidrográficas de Portugal Continental



Bacias hidrográficas internacionais

Cerca de 46% da área total da Península Ibérica é ocupada por bacias hidrográficas partilhadas entre Portugal e Espanha.

Rio	Área da bacia hidrográfica				
	Em km ²			Em percentagem	
	Espanha	Portugal	Total	Espanha	Portugal
Minho	16230	850	17080	95	5
Lima	1300	1180	2480	52	48
Douro	79000	18600	97600	81	19
Tejo	55800	24800	80600	69	31
Guadiana	55300	11500	66800	83	17
Total	207630	56930	264560	78	22



... sendo a área de Portugal Continental de cerca de 89015 km², conclui-se que cerca de **64% do território se localiza em bacias hidrográficas internacionais**

CONVENÇÃO DE ALBUFEIRA (1998 / 2008)

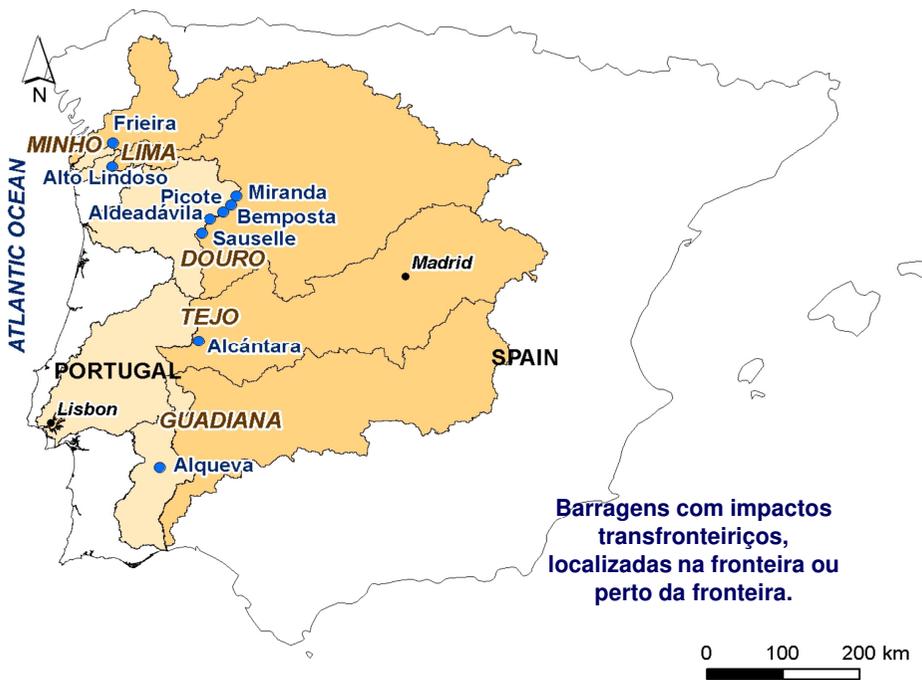


Cooperação para a Proteção e Uso Sustentável das Águas das Bacias Hidrográficas Luso-Espanholas

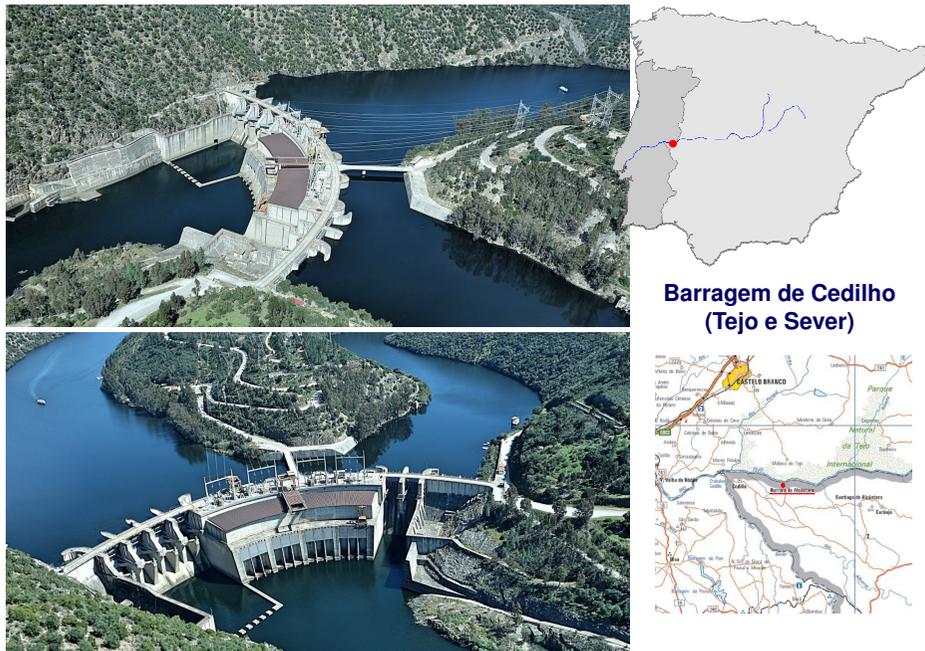
www.cadc-albufeira.eu



... sendo a área de Portugal Continental de cerca de 89015 km², conclui-se que cerca de **64% do território se localiza em bacias hidrográficas internacionais**

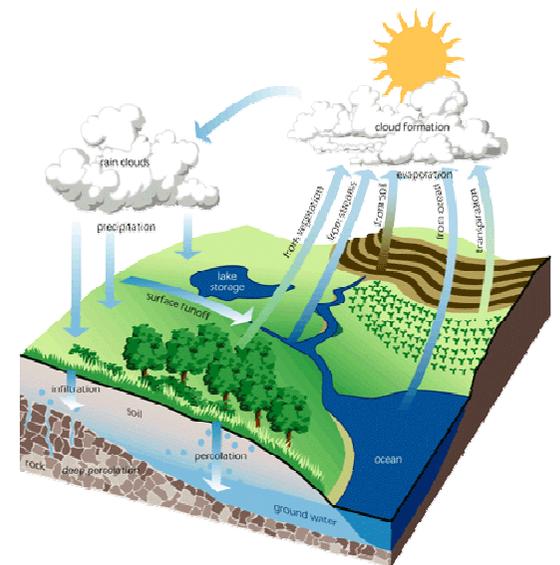


Ciclo hidrológico – distribuição global da água



Exercícios

EXERCÍCIOS



1 O volume total da água doce existente no globo terrestre é de cerca de $35 \times 10^6 \text{ km}^3$.

Desse volume, sensivelmente 30% reside em média 1400 anos nos aquíferos subterrâneos e 0,006% reside em média 16 dias nos rios.

Calcule o volume médio de renovação anual nos dois reservatórios e, com base no resultado obtido, refira de qual dos reservatórios se poderá utilizar de modo permanente maior quantidade de água.

(R: volumes médios de renovação anual dos aquíferos subterrâneos e dos rios – aprox. 7500 e $47906 \text{ km}^3/\text{ano}$, respetivamente).

A precipitação anual média sobre os continentes, que ocupam 29,2% da superfície do globo, é cerca de 800 mm e a evapotranspiração real anual média a partir dos mesmos, de sensivelmente 484 mm. Atendendo a que o nível médio do mar não varia quando se desprezam os efeitos das mudanças climáticas e sabendo que a evaporação anual média a partir os oceanos é de cerca de 1398 mm, determine a precipitação sobre os oceanos.

(R: Escoamento referido à superfície dos oceanos: 130.3 mm; precipitação sobre os oceanos: 1267.7 mm)