

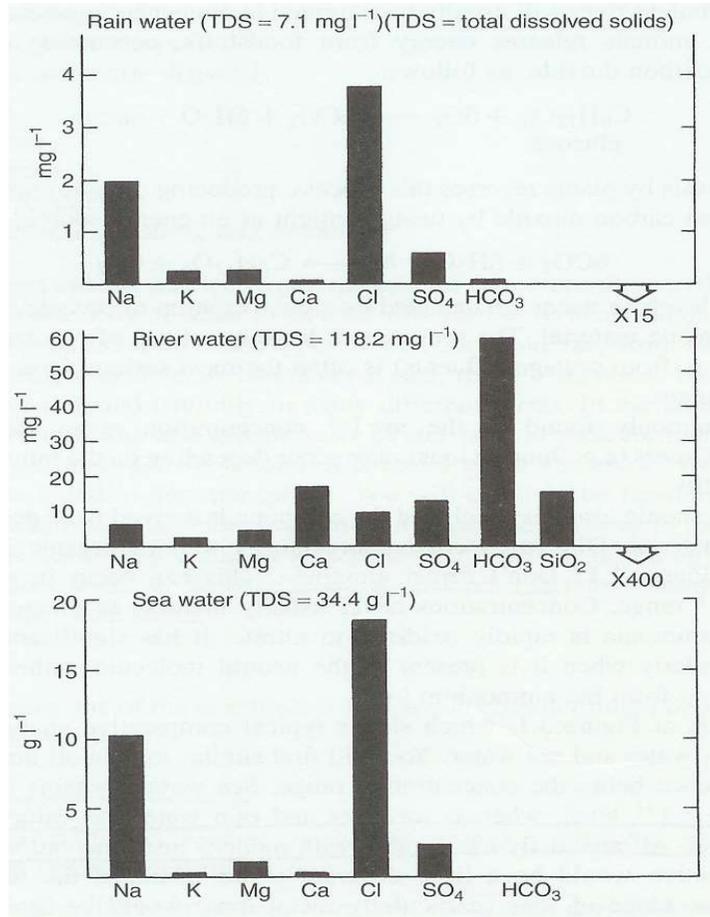
# Recuperação Ambiental



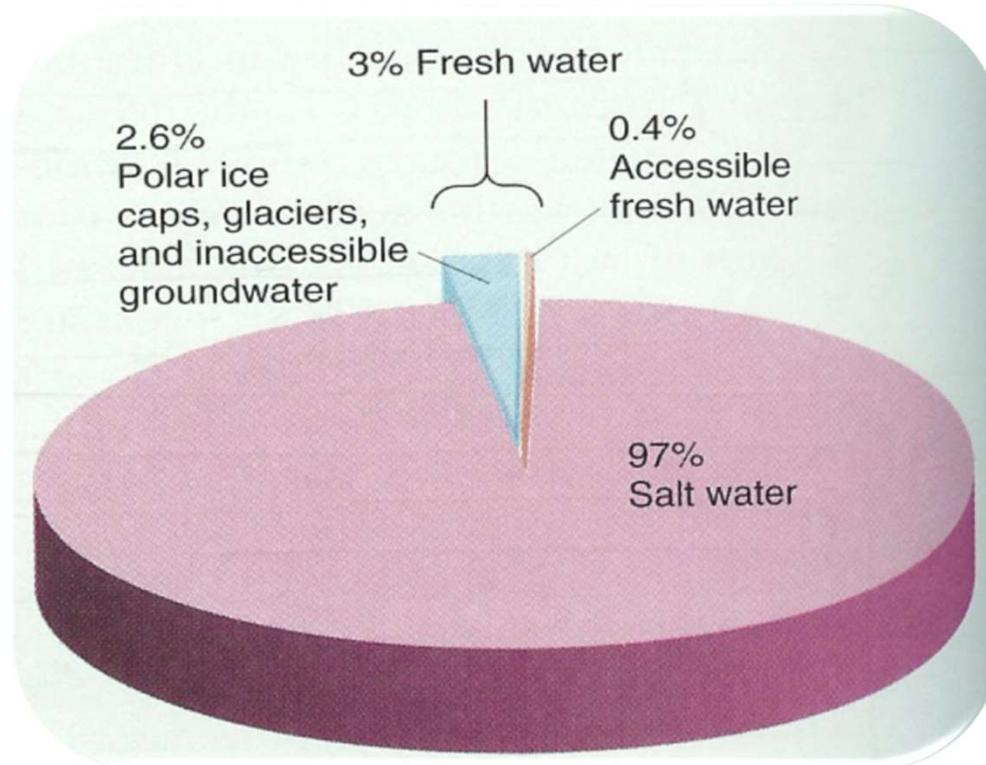
## *Iões nas águas naturais*

Concentration range (mg l <sup>-1</sup> )	Cations	Anions
0–100	Ca <sup>2+</sup> , Na <sup>+</sup>	Cl <sup>-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
0–25	Mg <sup>2+</sup> , K <sup>+</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>
0–1	Fe <sup>2+</sup> , Mn <sup>2+</sup> , Zn <sup>2+</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>
0–0.1	Other metal ions	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>

# Iões nas águas naturais



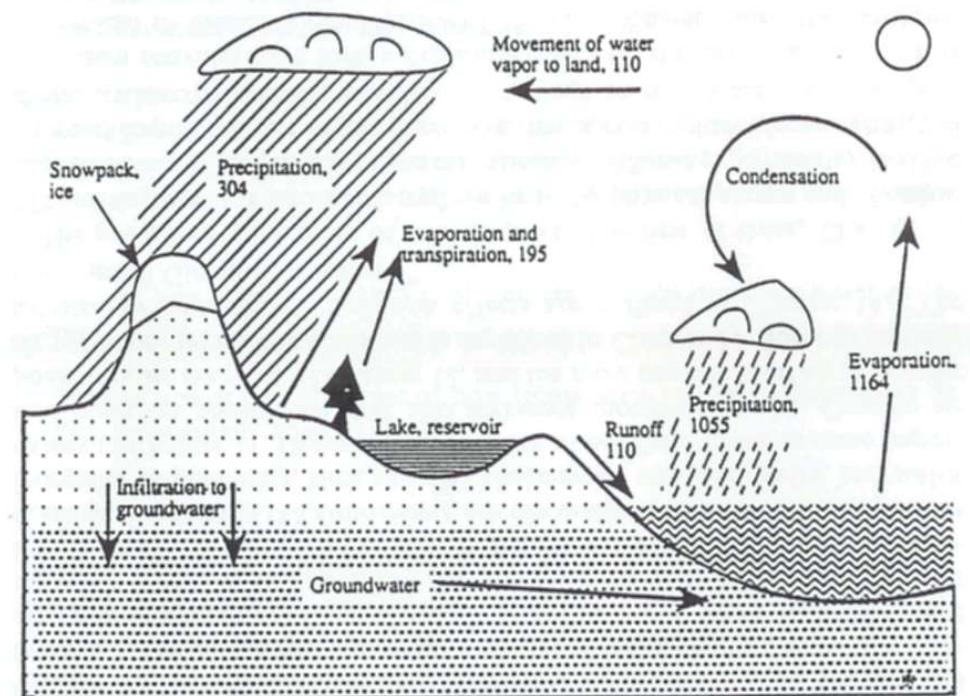
# Água | Disponibilidade



# Ciclo hidrológico

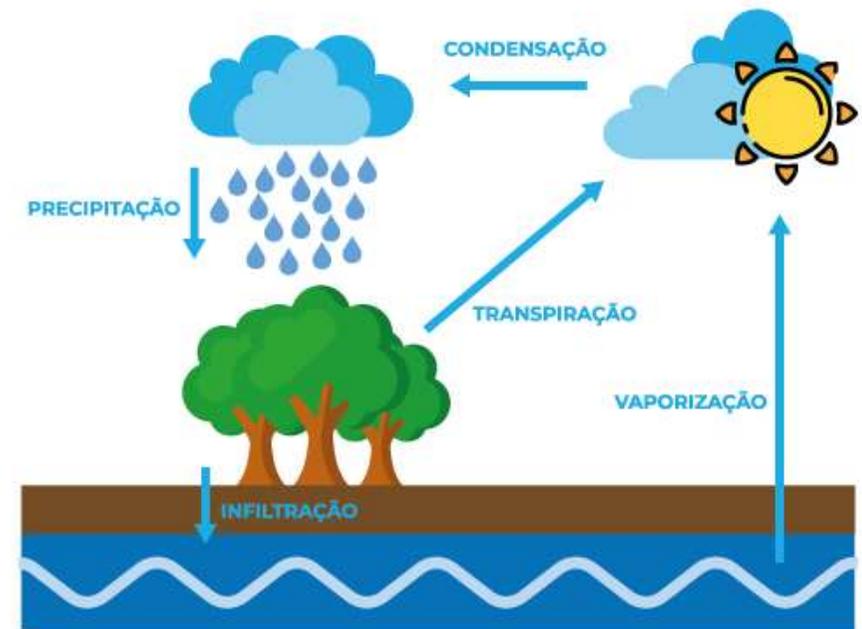
É o processo de reciclagem global da água.

- ↪ É dependente da energia solar, com duas componentes: **evaporação** e **precipitação**.
- ↪ A água evapora-se dos oceanos, rios e lagos, da terra e das plantas.
- ↪ Evapora-se mais água dos oceanos do que aquela que aí retorna pela precipitação, enquanto na terra acontece exactamente o oposto.
- ↪ Na atmosfera, a água encontra-se suspensa sob a forma de vapor de água.



# Ciclo hidrológico

- ↪ Quando a humidade excede a saturação dá-se a formação de nuvens, neblinas e nevoeiros.
- ↪ A precipitação, na forma de chuva, neve ou granizo, devolve a água aos lagos, aos rios, aos oceanos e à terra, completando o ciclo hidrológico.
- ↪ A água que cai na terra pode evaporar-se novamente ou pode infiltrar-se juntando-se aos lençóis subterrâneos, ou correr para os lagos e rios voltando, eventualmente, aos oceanos.
- ↪ A perda de água apenas por evaporação através das plantas – **transpiração**
- ↪ A perda total de água por evaporação, que ocorre nos sistemas terrestres através das folhas das plantas e do solo – **evapotranspiração**



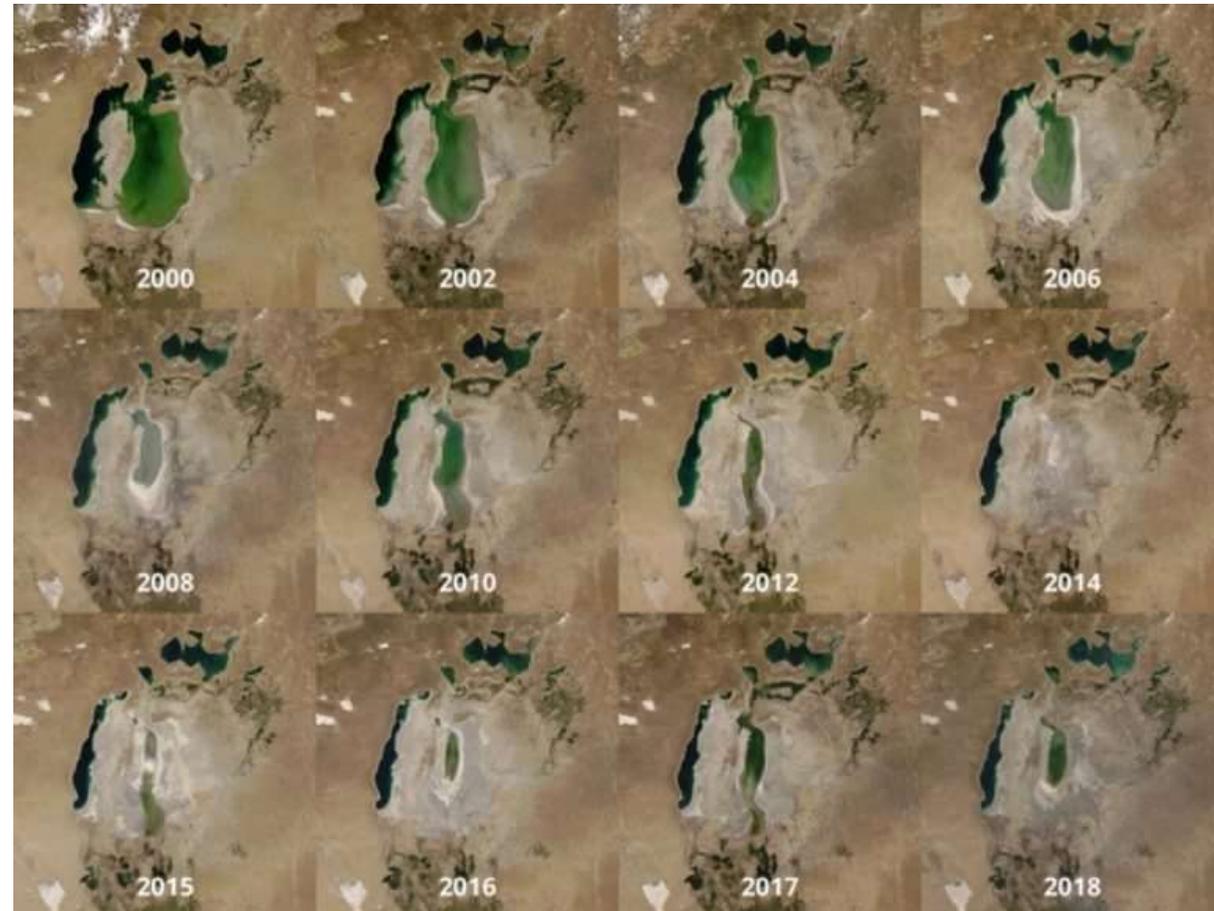
# Mar Aral



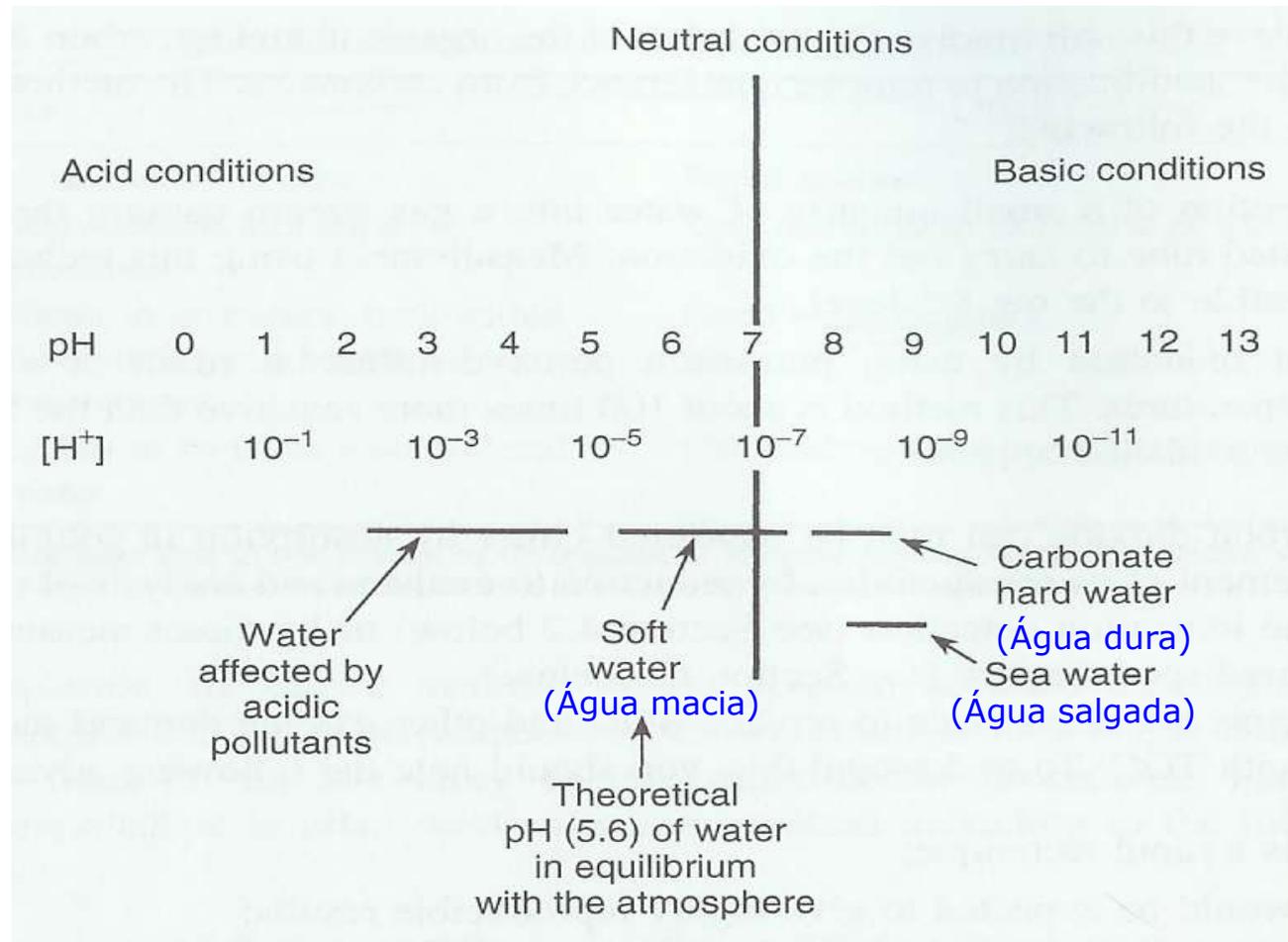
## Mar Aral

O **mar de Aral** é um lago de água salgada no interior da Sibéria, na Ásia, situado entre 53° e 56° de latitude norte e entre 58° e 62° de longitude leste. É compartilhado entre o Cazaquistão ao norte e o Uzbequistão ao sul.

O nível do Mar de Aral baixou de 22 m desde 1960 e perdeu 60% da sua superfície. Em 1990 mais de 90% das terras húmidas ao redor da região secaram.



# pH



# pH < 0

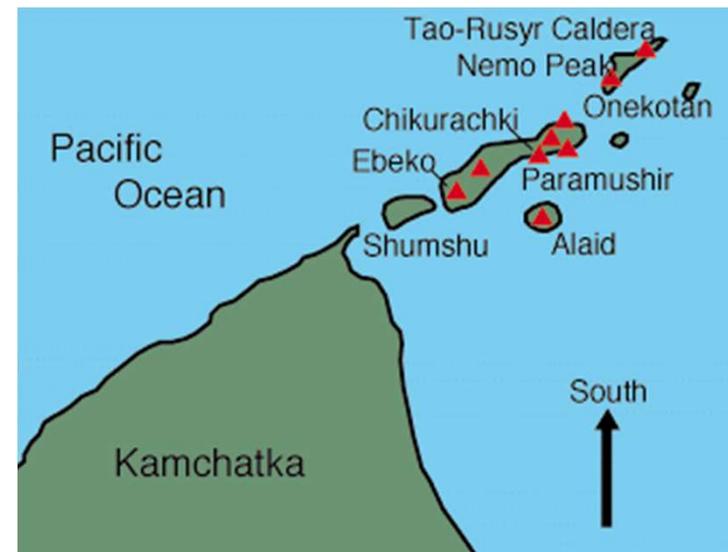
## Mina de Richmond (Califórnia, USA)

O pH atinge valores de -3,6 porque as elevadas temperaturas (até 47°C) da água da mina causam evaporação, concentrando o ácido.



## Vulcão Ebeko (Rússia)

O pH atinge valores de -1,7 devido à presença de ácido clorídrico e ácido sulfúrico em águas quentes.



# Acidez

(capacidade da água para dar protões )

---

. As espécies responsáveis pela acidez são os ácidos fortes e fracos, os sais de ácidos fortes e bases fracas, a hidrólise de  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Al}^{3+}$ , e a oxidação e hidrólise de  $\text{Fe}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ .

. Acidez não é desejável porque:

- ❖ Confere à água capacidade para atacar materiais geológicos, acompanhado de elevados valores de sólidos dissolvidos totais, incluindo o aumento da dureza da água;
- ❖ Aumenta a solubilidade de substâncias perigosas, como metais pesados;

# *Acidez*

## *(capacidade da água para dar protões )*

---

- ❖ Torna a água corrosiva e tóxica para os peixes e outras formas aquáticas;
- ❖ Limita o uso da água sem um tratamento prévio devido ao teor elevado de sólidos dissolvidos totais, de metais (incluindo o cálcio e o magnésio), e baixo pH.

Recorre-se com frequência à diluição da água e sua neutralização.

# *Alcalinidade*

*(capacidade da água para aceitar protões )*

---

. As espécies responsáveis pela alcalinidade são os iões bicarbonato, carbonato e hidróxido.

. É importante distinguir basicidade (pH elevado) de alcalinidade (capacidade de aceitar  $H^+$ )

**Exemplo:** comparar uma solução de NaOH (0,001 M) com uma solução de  $HCO_3^-$  (0,1 M)

# *Alcalinidade*

*(capacidade da água para aceitar prótons )*

---

NaOH

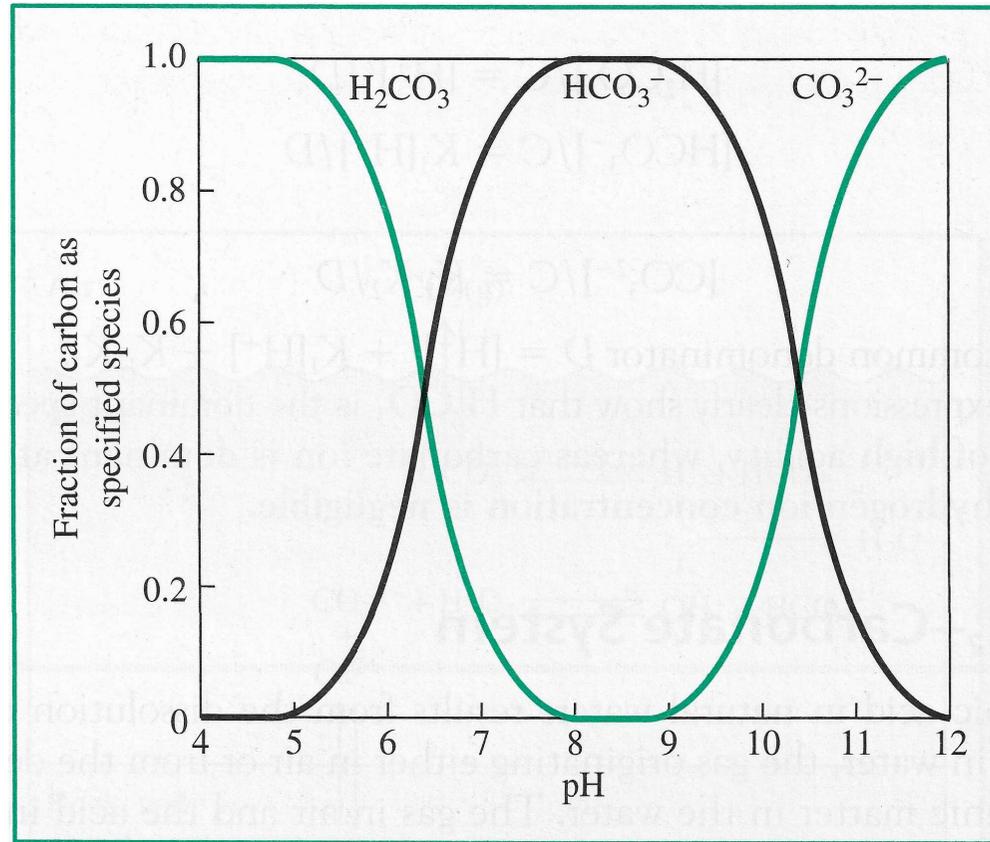
pH = 11

1L neutraliza  **$1 \times 10^{-3}$**  moles de ácido

**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>**

pH = 8,34

1L neutraliza 0,1 moles de ácido



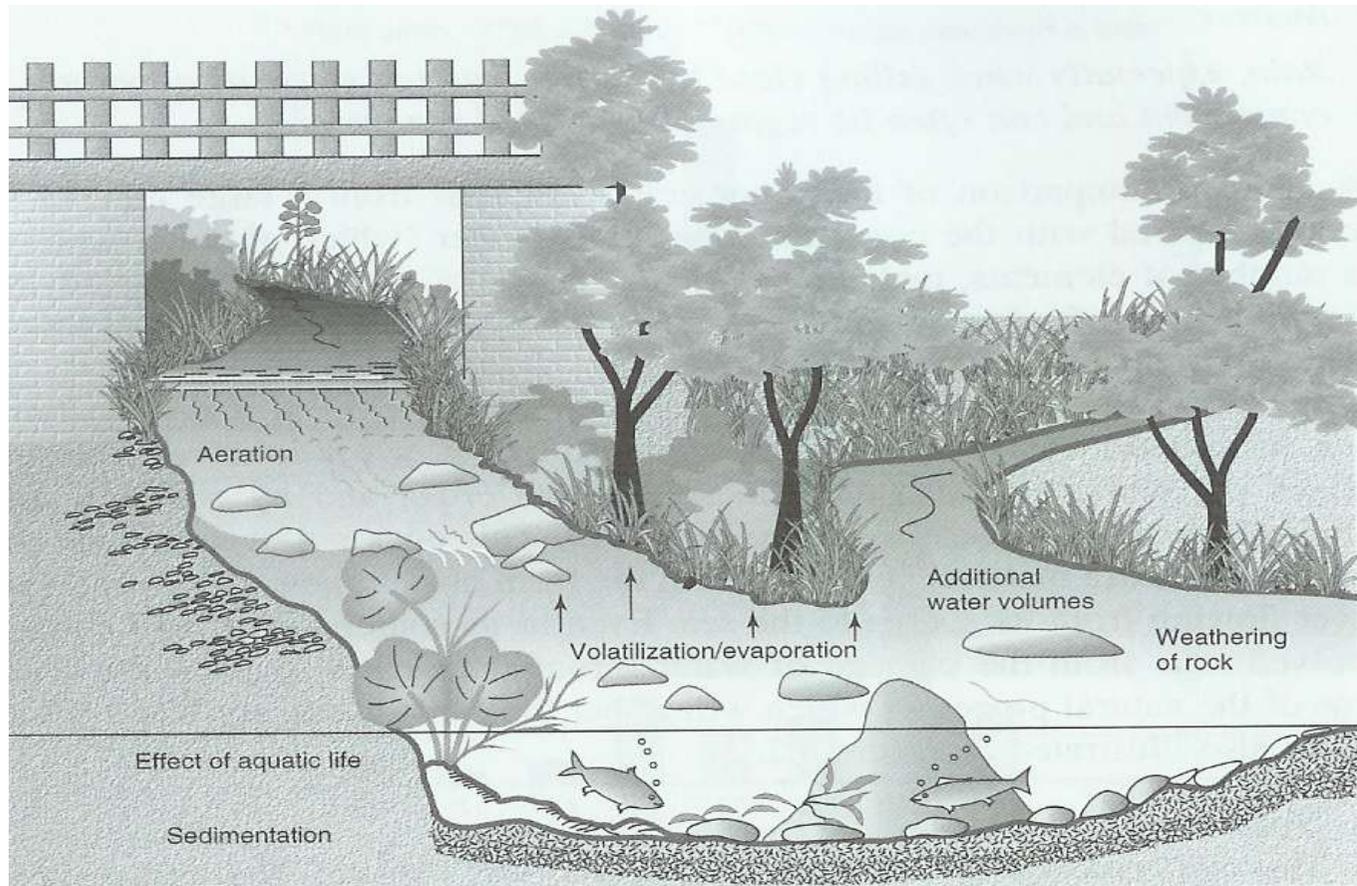
# Condutividade

---

- Intervalos típicos da condutividade para diferentes águas -

Água	Intervalo de condutividade ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )
Químicamente pura	0,05
Destilada	0,1-4
Água de chuva	20-100
Água blanda	40-150
Água dura	200-500
Gama de ríos	100-1.000
Água subterrânea	200-1.500
Água de estuario	200-2.000
Água de mar	40.000

# Processos naturais que afetam os constituintes das águas



### *Erosão das rochas*

A composição pode ser afetada pelo contacto da água com material rochoso. Pode levar ao aumento da quantidade de sais inorgânicos. As argilas, que aparecem com frequência no fundo dos rios, são permutadores naturais de iões.

### *Sedimentação do material em suspensão*

Há medida que o rio segue o seu curso torna-se menos turbulento e com menor capacidade de suportar material em suspensão.

### *Efeito na vida aquática*

Consumo e produção de oxigénio e dióxido de carbono pelas plantas. Absorção de nutrientes (incluindo nitrato e fosfato) necessário ao crescimento.

Se o processo de decomposição de matéria orgânica é feito na presença de oxigénio produz dióxido de carbono e água como produtos finais. Ao mesmo tempo a concentração de oxigénio decresce.

Se no processo de decomposição de matéria orgânica a concentração de oxigénio é baixo, então os produtos finais incluem amónia e metano.

A vegetação densa pode ser eficaz na filtração de sólidos suspensos.

### ***Arejamento***

A produção de oxigénio pelas plantas não é o único meio pelo qual o oxigénio entra na água. Existe contínua transferência de gases entre a atmosfera e a água.

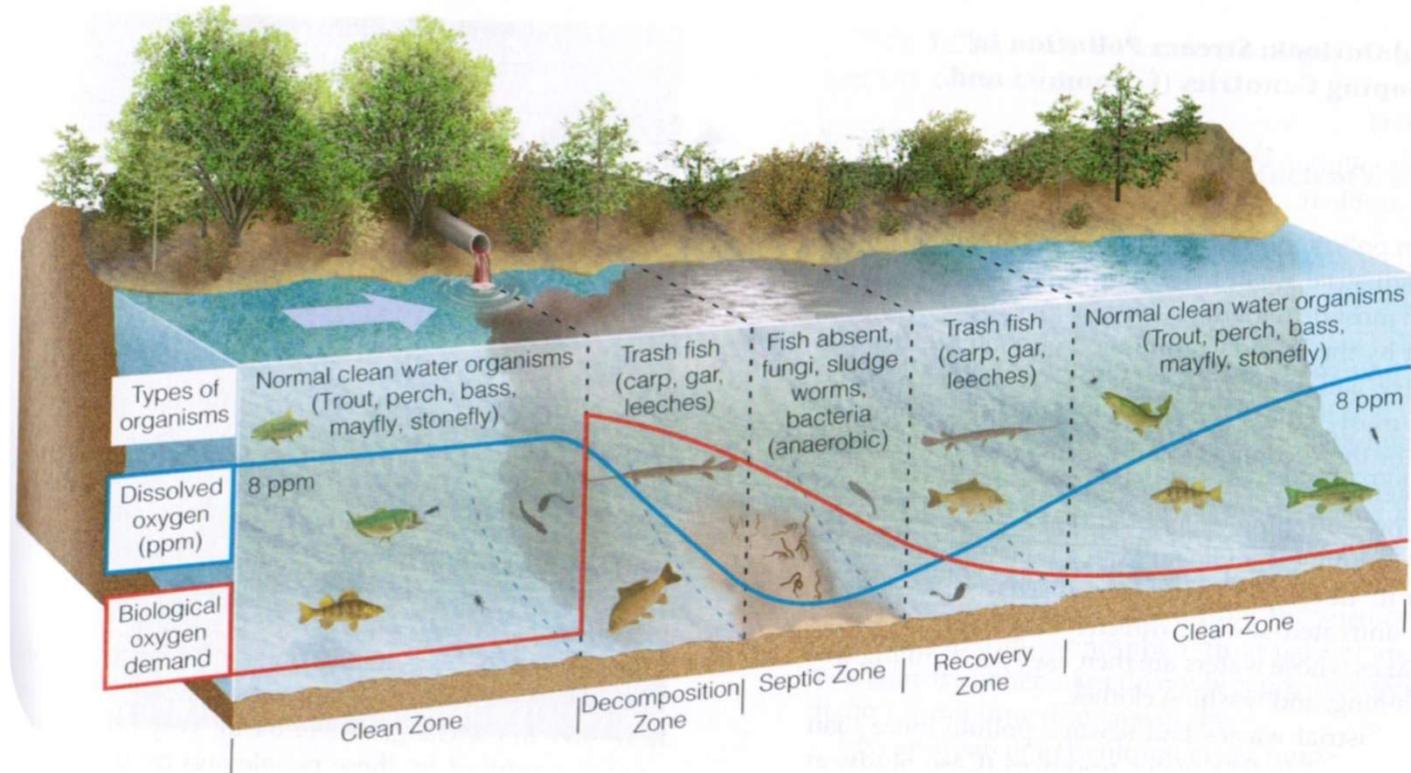
### ***Volatilização e evaporação***

Os compostos orgânicos de baixo peso molecular tendem a ter elevadas pressão de vapor e serão rapidamente removidos da água. Uma percentagem significativa de água pode também ser perdida por evaporação (a velocidade de evaporação dependendo da temperatura ambiente), e isto terá como efeito o aumento da concentração de material dissolvido no rio.

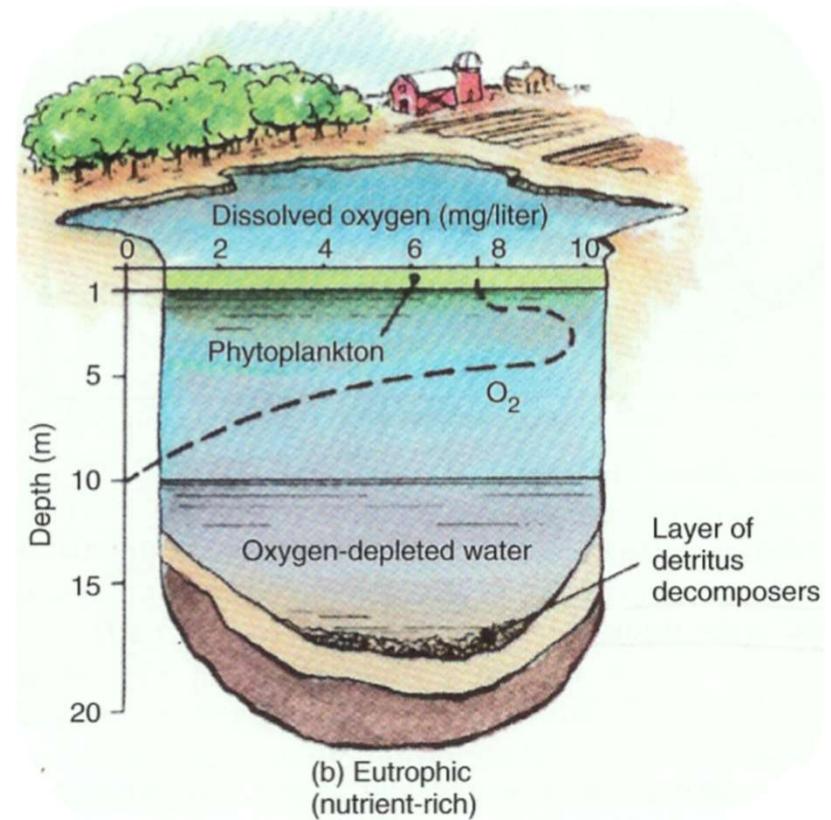
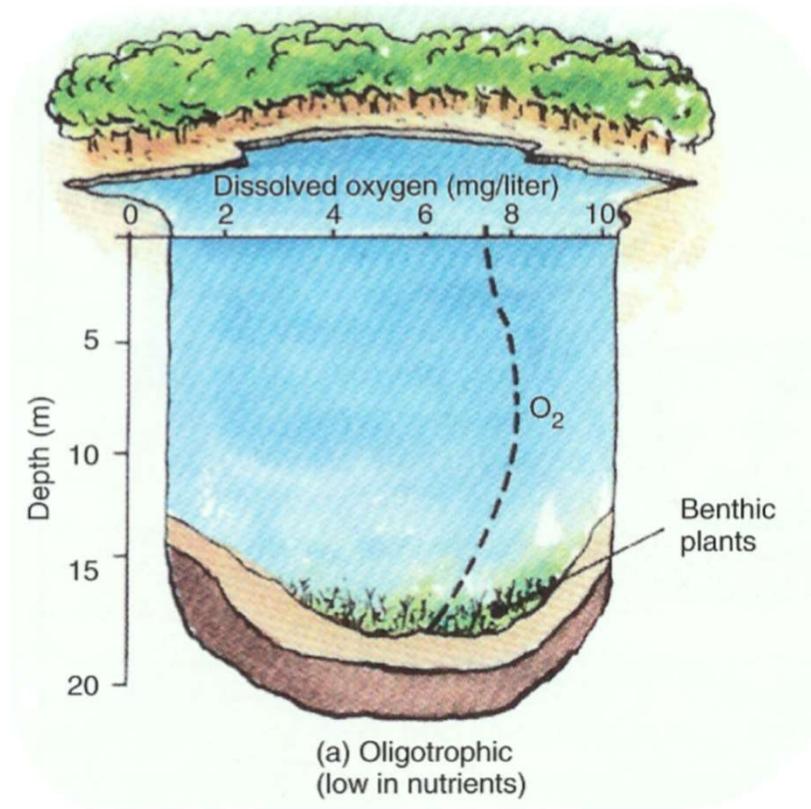
### ***Volumes de água adicionais***

Qualquer entrada de água no rio irá alterar as concentrações analíticas e trazer novos constituintes ao rio.

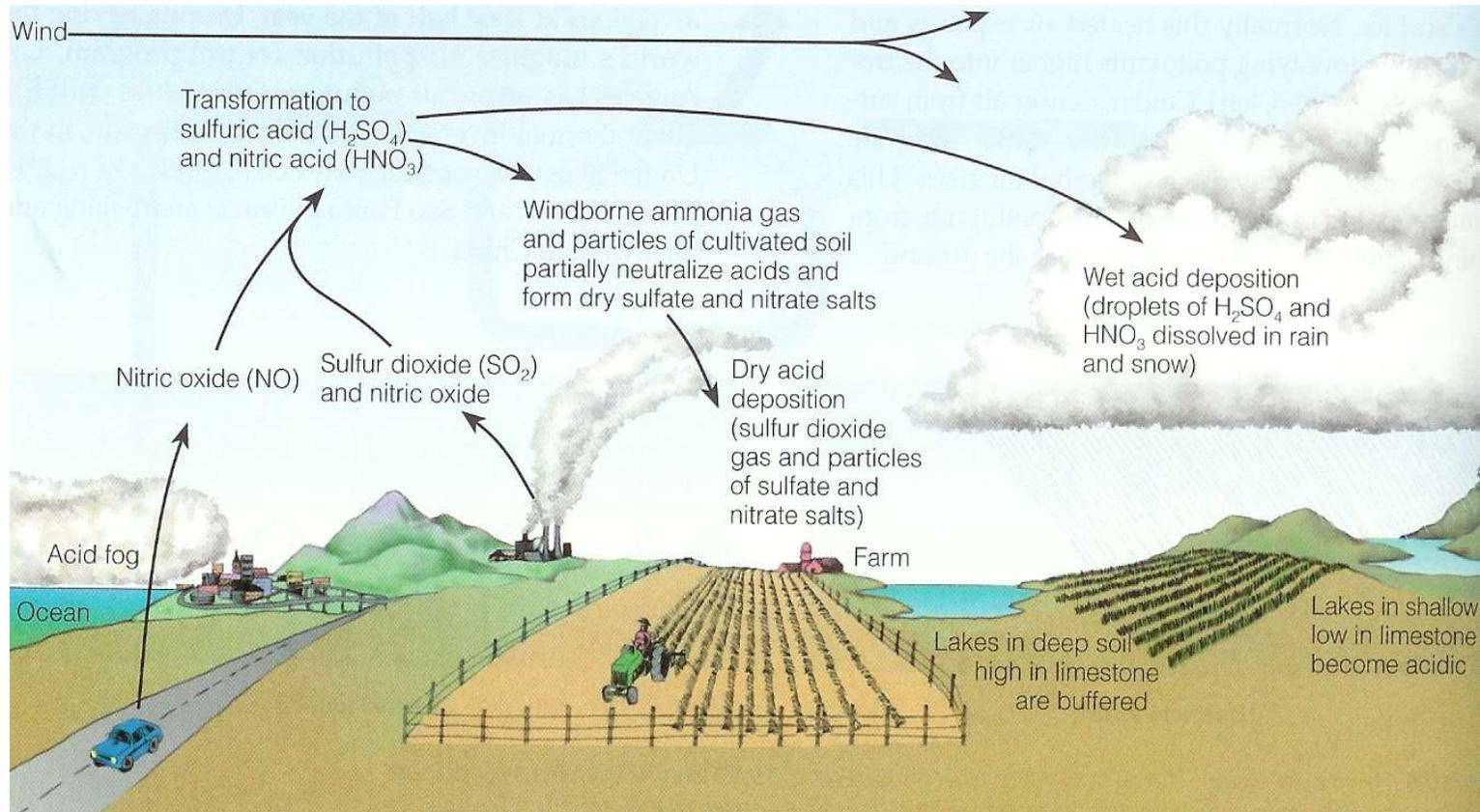
# Qualidade da água



# Eutrofização



# “Chuva Ácida” ou Deposição Ácida



# *Acidificação das águas naturais*

---

Torna disponível metais tóxicos

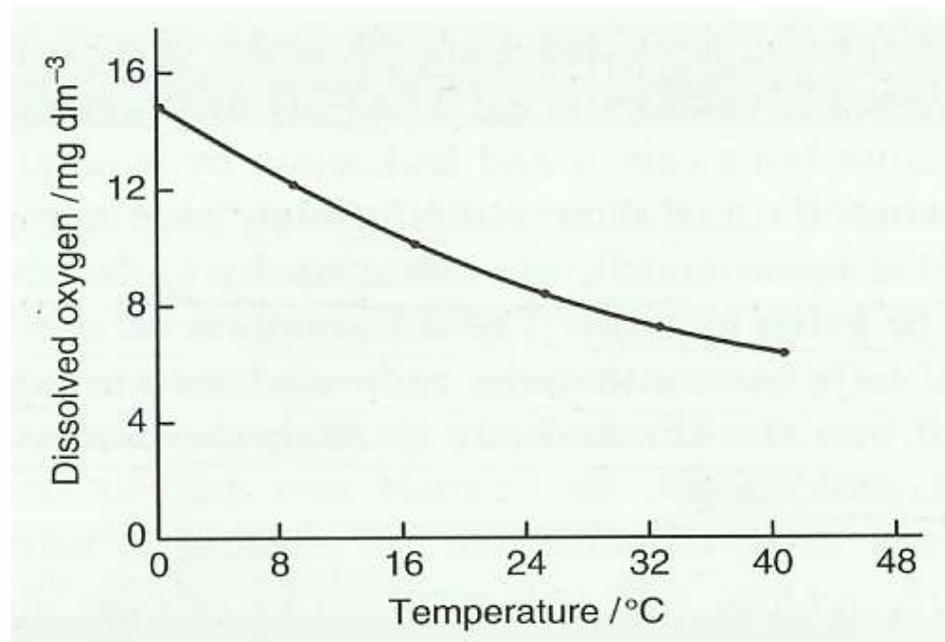


Mina de S. Domingos, 2005 (Autora: Sofia Capelo)

## *Solubidade dos gases vs. Temperatura*

---

A solubilidade dos gases diminui com o aumento de temperatura.



# Temperatura & Salinidade vs. Oxigênio

A influência do íão cloreto na solubilidade do oxigênio

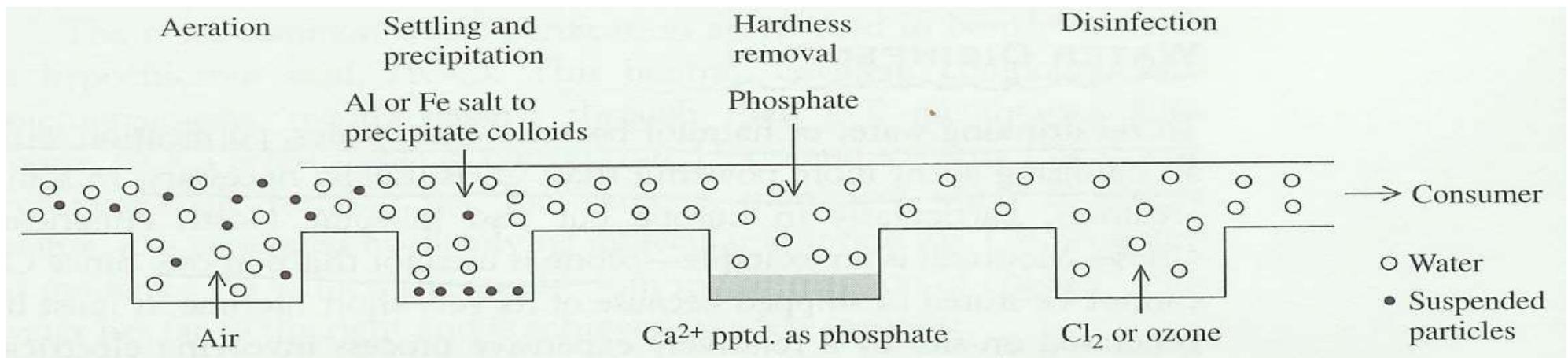
Temperature, °C	Chloride concentration, mg/L				
	0	5000	10,000	15,000	20,000
0	14.6	13.8	13.0	12.1	11.3
1	14.2	13.4	12.6	11.8	11.0
2	13.8	13.1	12.3	11.5	10.8
3	13.5	12.7	12.0	11.2	10.5
4	13.1	12.4	11.7	11.0	10.3
5	12.8	12.1	11.4	10.7	10.0
6	12.5	11.8	11.1	10.5	9.8
7	12.2	11.5	10.9	10.2	9.6
8	11.9	11.2	10.6	10.0	9.4
9	11.6	11.0	10.4	9.8	9.2
10	11.3	10.7	10.1	9.6	9.0
11	11.1	10.5	9.9	9.4	8.8
12	10.8	10.3	9.7	9.2	8.6
13	10.6	10.1	9.5	9.0	8.5
14	10.4	9.9	9.3	8.8	8.3
15	10.2	9.7	9.1	8.6	8.1
16	10.0	9.5	9.0	8.5	8.0
17	9.7	9.3	8.8	8.3	7.8
18	9.5	9.1	8.6	8.2	7.7
19	9.4	8.9	8.5	8.0	7.6
20	9.2	8.7	8.3	7.9	7.4
21	9.0	8.6	8.1	7.7	7.3
22	8.8	8.4	8.0	7.6	7.1
23	8.7	8.3	7.9	7.4	7.0
24	8.5	8.1	7.7	7.3	6.9
25	8.4	8.0	7.6	7.2	6.7
26	8.2	7.8	7.4	7.0	6.6
27	8.1	7.7	7.3	6.9	6.5
28	7.9	7.5	7.1	6.8	6.4
29	7.8	7.4	7.0	6.6	6.3
30	7.6	7.3	6.9	6.5	6.1

\*After G. C. Whipple and M. C. Whipple, Solubility of Oxygen in Sea Water, *J. Amer. Chem. Soc.*, **3**: 362 (1911).

# Estação de Tratamento de água (ETA)



ETA de Monte Novo, Évora

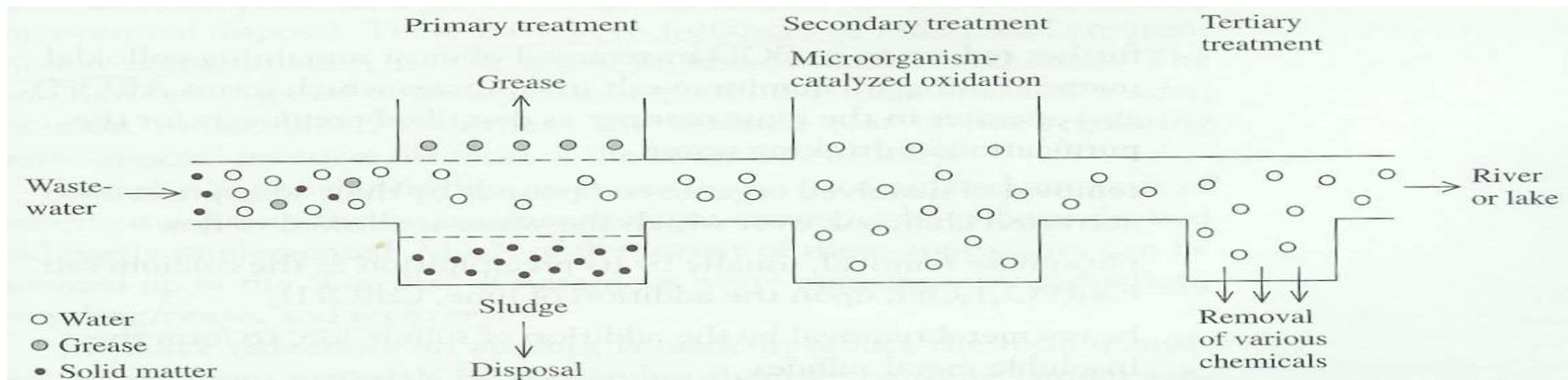


# Tratamento de água residual (ETAR)



ETAR de Évora

Visita virtual: [Sabe o que acontece numa ETAR? | Sabe o que acontece numa ETAR? Se nunca teve a oportunidade de visitar uma ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais, faça uma visita guiada vendo... | By EPAL | Facebook](#)



# ETAR

## Tratamento de águas residuais (ETAR)

### Primário

Remoção por operações físicas dos sólidos em suspensão

### Secundário

Remoção de coloides e substâncias dissolvidas por processos biológicos

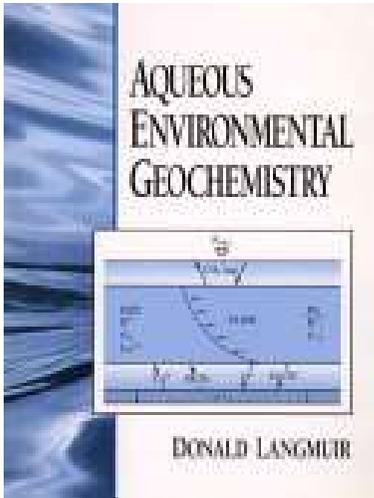
### Terciário

Remoção de micro poluentes e nutrientes



## Bibliografia Recomendada e Comentada

---

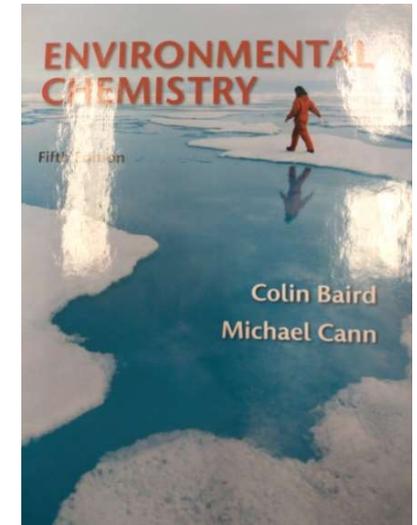


Donald Langmuir, **Aqueous Environmental Geochemistry**, Prentice Hall, 1997.

(Livro em inglês, bem escrito em especial para perceber conceitos como acidez e alcalinidade)

Colin Baird and Michael Cann, **Environmental Chemistry**, 5th Edition, WH Freeman and Company, New York, 2012.

(Livro em inglês, muito bom para adquirir conhecimentos básicos sobre química ambiental)



---

*Obrigada!*