

Ecologia Microbiana

Microbiologia do Solo

Microbiologia da Água

## MICROBIOLOGIA DO SOLO

⇒ Solo (ambiente complexo)

- Seres microscópicos: grande número
- Formas macroscópicas: minhocas, nematóides, ácarcs, insetos, raízes plantas
- Peso da microflora: 0,5 a 4 toneladas / hectare (camada solo 15 cm)

⇒ Microrganismos

- Transformam restos animais / vegetais
- Reciclam vários elementos
- Alguns podem ser patogênicos

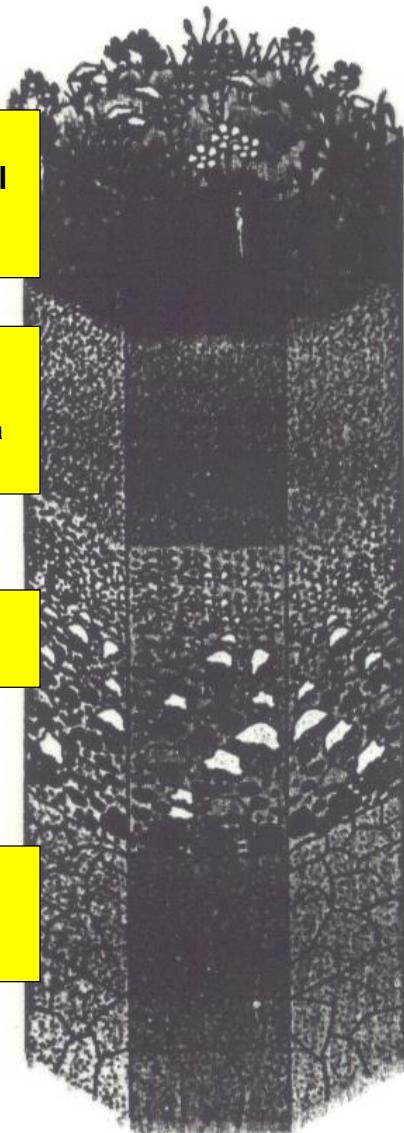
# Camadas do solo (horizontes)

**Camada A:**  
Solo superficial  
(rico em matéria orgânica)

**Camada B:**  
Subsolo  
(pobre em matéria orgânica)

**Camada C:**  
Matriz

**Camada D:**  
Rochas não-desgastadas

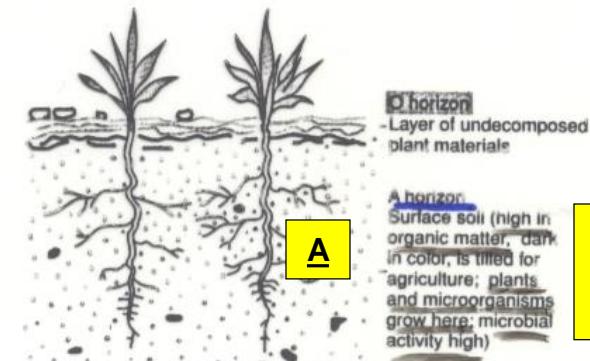


**Camada A:**  
Solo superficial. "Debris" orgânico em vários estágios da decomposição, incluindo húmus; organismos vivos incluindo a flora microbiana do solo, raízes de plantas e insetos; minerais.

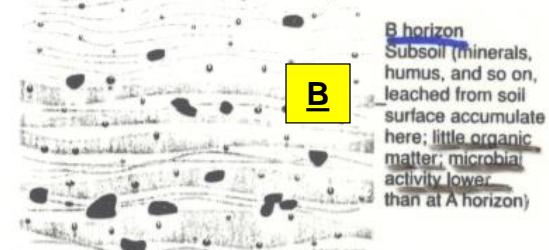
**Camada B:**  
Subsolo. Partículas finas e minerais.

**Camada C:**  
Matriz. Material mineral desgastado excluindo rochas; materiais inorgânicos parcialmente degradados.

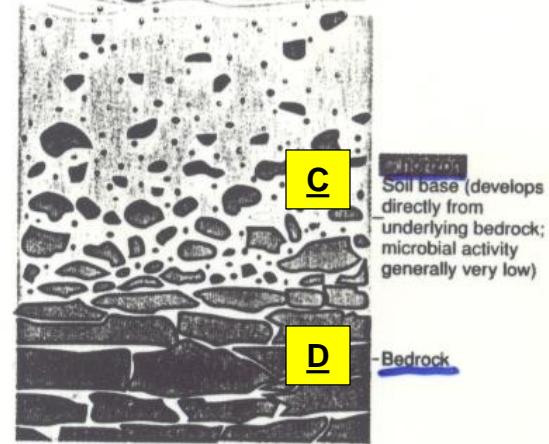
**Camada D:**  
Rochas não-desgastadas.



**Alta atividade microbiana**



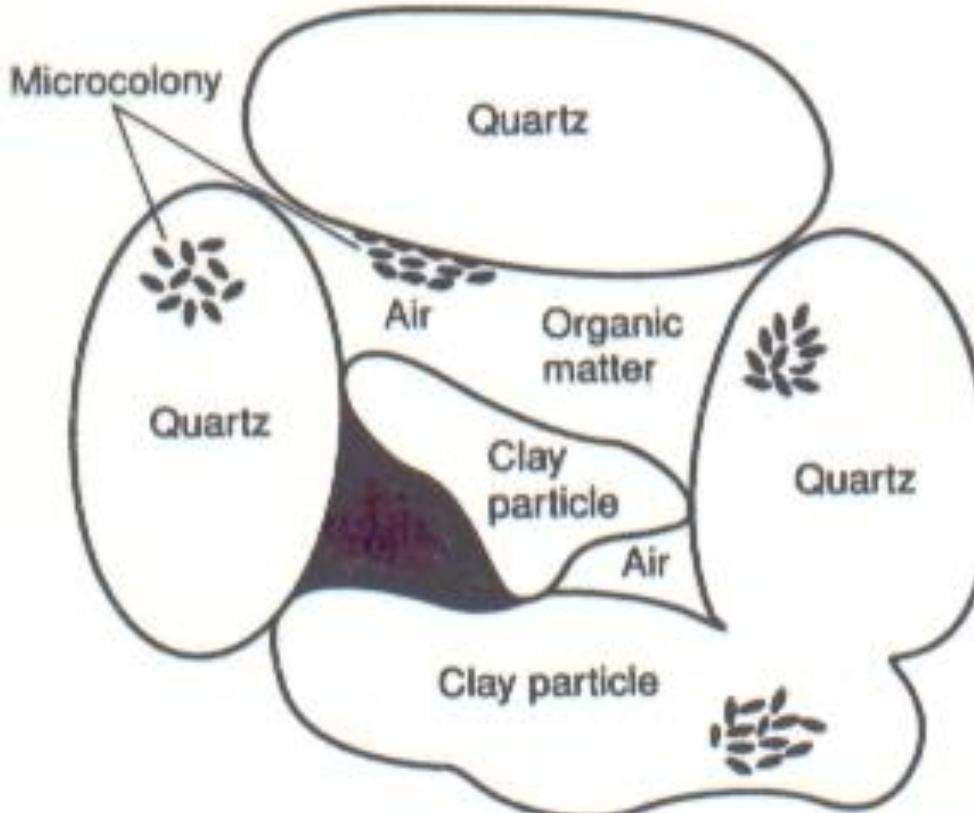
**Baixa atividade microbiana**



**Atividade microbiana muito baixa**

Figure 14.19 Profile of a mature soil. The soil horizons are soil zones as defined by soil scientists.

**"O solo é a região da crosta terrestre onde a geologia e a biologia se encontram"**



**Figure 14.20** A soil aggregate composed of mineral and organic components, showing the localization of soil microorganisms. Very few microorganisms are found free in the soil solution; most of them occur as microcolonies attached to the soil particles.

## MICRORGANISMOS DO SOLO

⇒ Quantidade / tipo – dependem de vários fatores:

- Quantidade / tipo nutriente disponível
- Umidade disponível
- Grau de aeração
- Temperatura
- pH
- Outros fatores
  - Adubos (esterco)
  - Esgoto
  - Enchentes
  - Presença raízes / extensão sistema radicular

**Tabela 28.2** Número de bactérias e fungos em um pedaço de solo fértil de Riverside, Califórnia, em relação ao pH.

pH do solo	Bactéria (milhões/g)	Fungos (milhares/g)
7,5	95	180
7,2	58	190
6,9	57	235
4,7	41	966
3,7	3	280
3,4	1	200

Fonte: J. P. Martin e D. D. Focht, "Biological Properties of Soils", in L. F. Elliott e F. J. Stevenson, eds., *Soils for Management of Organic Wastes and Waste Waters*, Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1977.

## ISOLAMENTO / CONTAGEM MICRORGANISMOS DO SOLO

- ⇒ Determinar a magnitude e diversidade da população microbiana
- ⇒ Uma única técnica laboratorial não revela a população microbiana total de uma amostra de solo
  - Técnica da cultura em placa  
(diluições) – quantitativa
  - Técnica de enriquecimento  
(organismo específico)
  - Exame microscópico direto  
(população total?)

## Técnica da cultura em placas de Petri – diluições (quantitativa)

**Tabela 28.1** Número aproximado de organismos comumente encontrados nos solos\*.



Organismo**	Número estimado/grama	
Bactérias (exceto actinomicetes)	3.000.000 a	500.000.000
Actinomicetes	1.000.000 a	20.000.000
Fungos (exceto leveduras)	5.000 a	900.000
Leveduras	1.000 a	100.000
Algues	1.000 a	500.000
Protozoários	1.000 a	500.000
Nematódeos	50 a	200

\* Os valores para bactérias, actinomicetes, fungos e leveduras são baseados nas contagens em placas e referem-se a células viáveis, esporos ou fragmentos de micélios capazes de crescer em meios em placa.

\*\* Além destes, há um grande número de fungos filamentosos (mixomicetes), vírus ou bacteriófagos, plantas, insetos e outros artrópodes, minhocas terrestres, micoplasmas e outros organismos.

Fonte: J. P. Martin e D. D. Focht, "Biological Properties of Soils", in L. F. Elliott e F. J. Stevenson, eds., *Soils for Management of Organic Wastes and Waste Waters*, Madison, Wis., American Society of Agronomy, 1977.

## Técnica de enriquecimento

### (isolamento de microrganismo específico)

**Figura 28.4 Técnica de enriquecimento.** Esta metodologia tem a finalidade de aumentar o crescimento de determinado tipo de microrganismo – neste exemplo, o microrganismo metaboliza o ácido P-hidroxibenzólico –, assim irá superar o crescimento de outros tipos de microrganismos presentes no inóculo inicial.



Ácido p-hidroxibenzóico – fenol cujos ésteres podem ser usados em protetores solares, repelentes de insetos e pastas de dentes.

# Microbiologia do Solo:

## reciclagem de nutrientes

## MICRORGANISMOS X RECICLAGEM

⇒ Planeta Terra – sistema fechado

⇒ Vida depende reciclagem dos compostos químicos



⇒ Mineralização – reações bioquímicas pelas quais os compostos orgânicos são quebrados em compostos inorgânico ou seus elementos constituintes

## TRANSFORMAÇÕES BIOQUÍMICAS

- Nitrogênio / Compostos nitrogenados

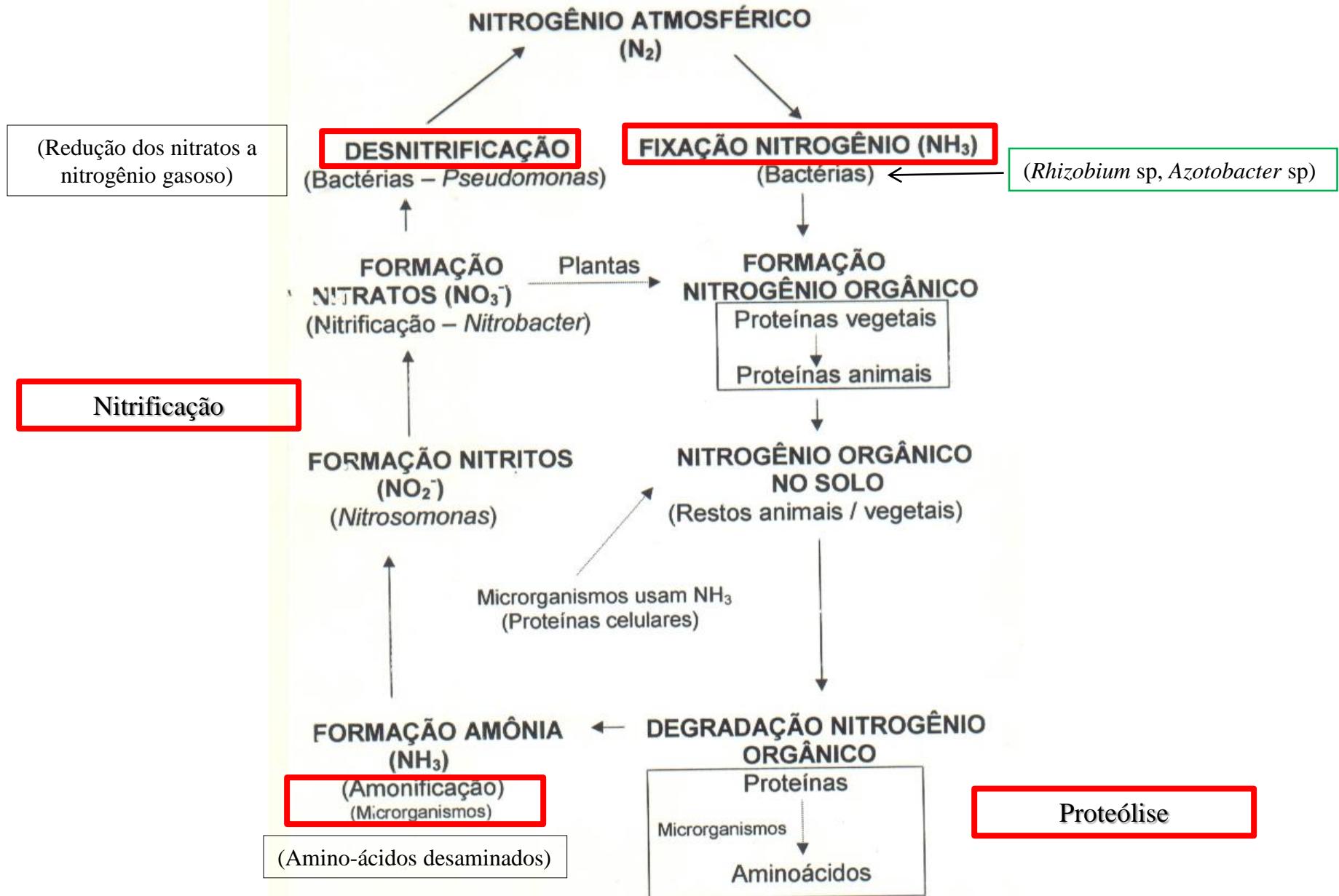
- Fixação do nitrogênio
- Proteólise
- Amonificação
- Nitrificação
- Desnitrificação

- CO<sub>2</sub> / Compostos carbonados

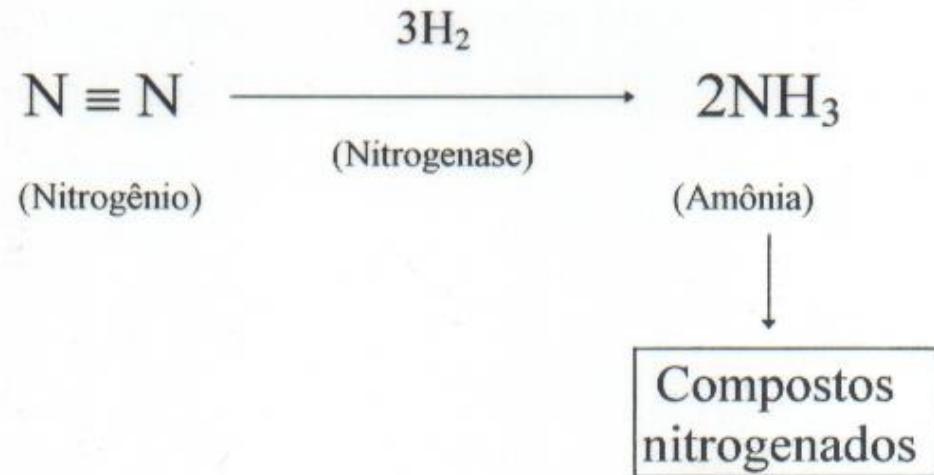
- Fixação CO<sub>2</sub>
- Degradação celulose

- Enxofre / Compostos sulfurados

# CICLO DO NITROGÊNIO



## Fixação Nitrogênio

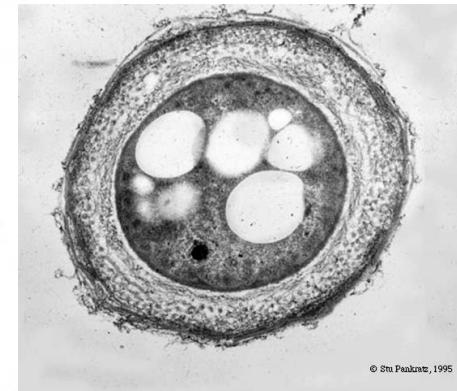


- Assimbiótica (*Azotobacter* sp)
  - Simbiótica (*Rhizobium* sp)

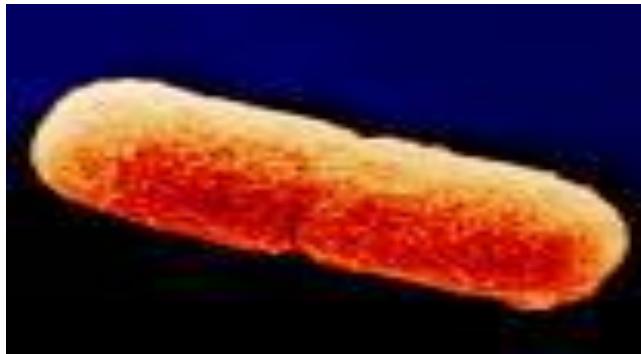
## Fixação assimbiótica

### Azotobacter sp

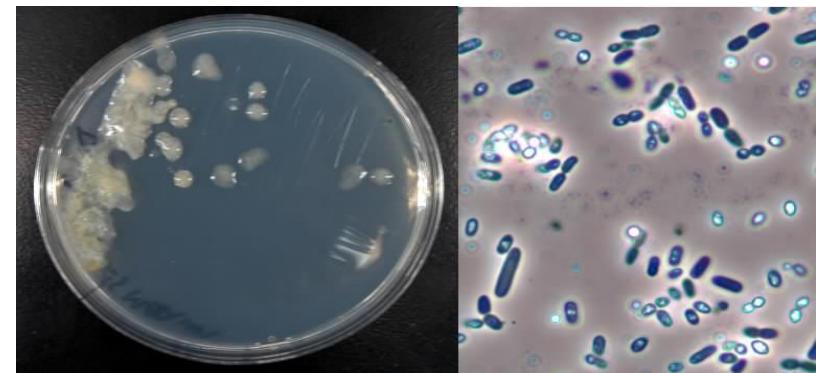
- Bactéria
- Forma de bastonete
- Móvel
- Gram -
- Vive livre no solo
- Normalmente ocorrem aos pares



Cisto de Azotobacter sp



Bastonete de Azotobacter sp



Colônia e bastonetes de Azotobacter sp

## Fixação simbiótica

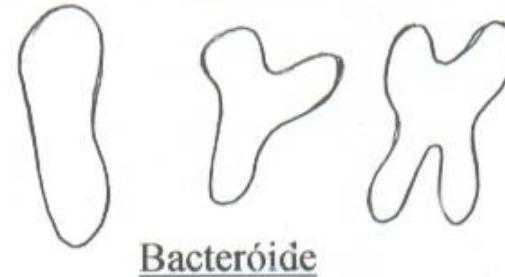
- *Rhizobium* sp x Leguminosas

- Associação *Azolla* sp x *Anabaena* sp

---

### *Rhizobium* sp

- Bactéria
- Forma de bastonete
- Móvel
- Ocorre em associação com leguminosas



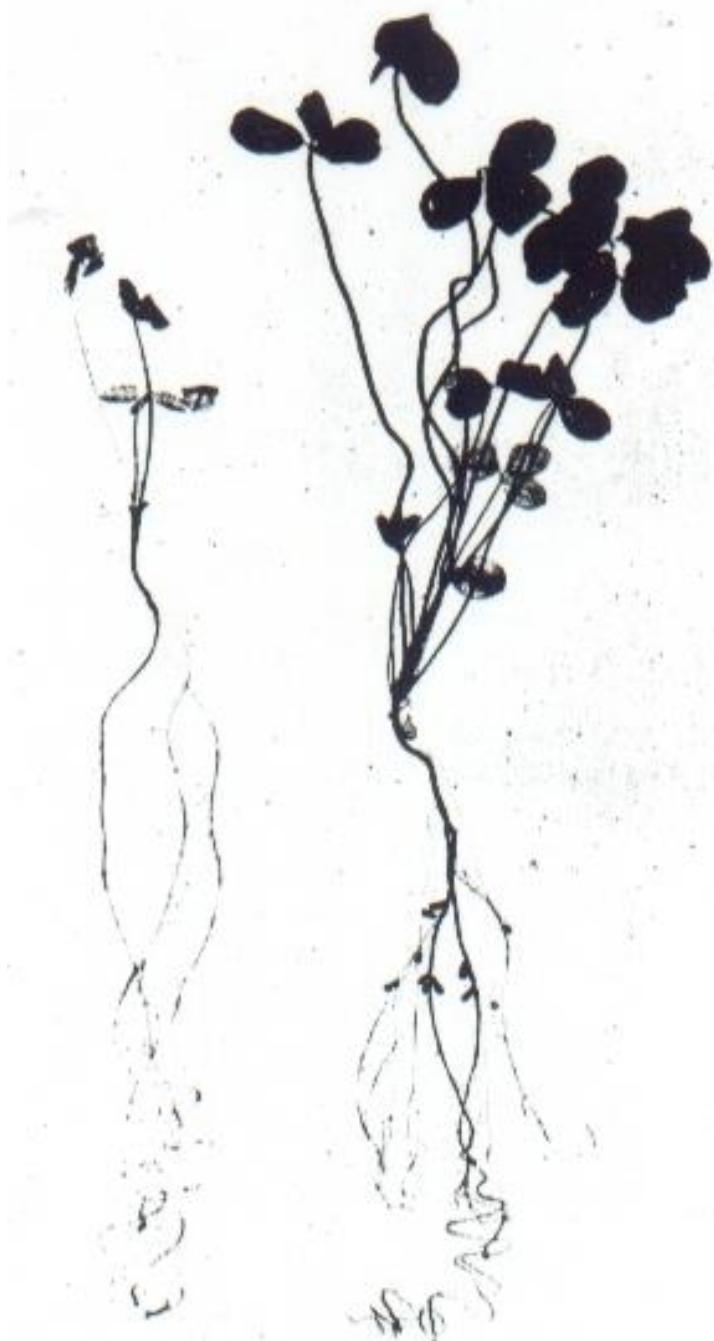
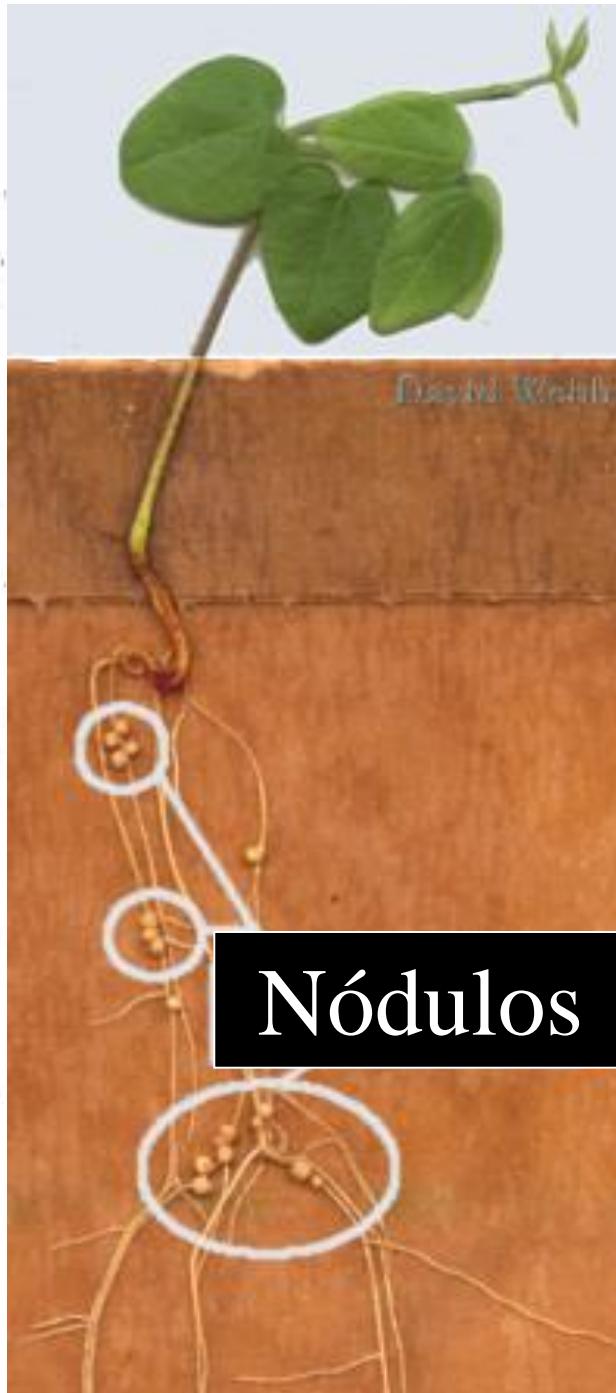
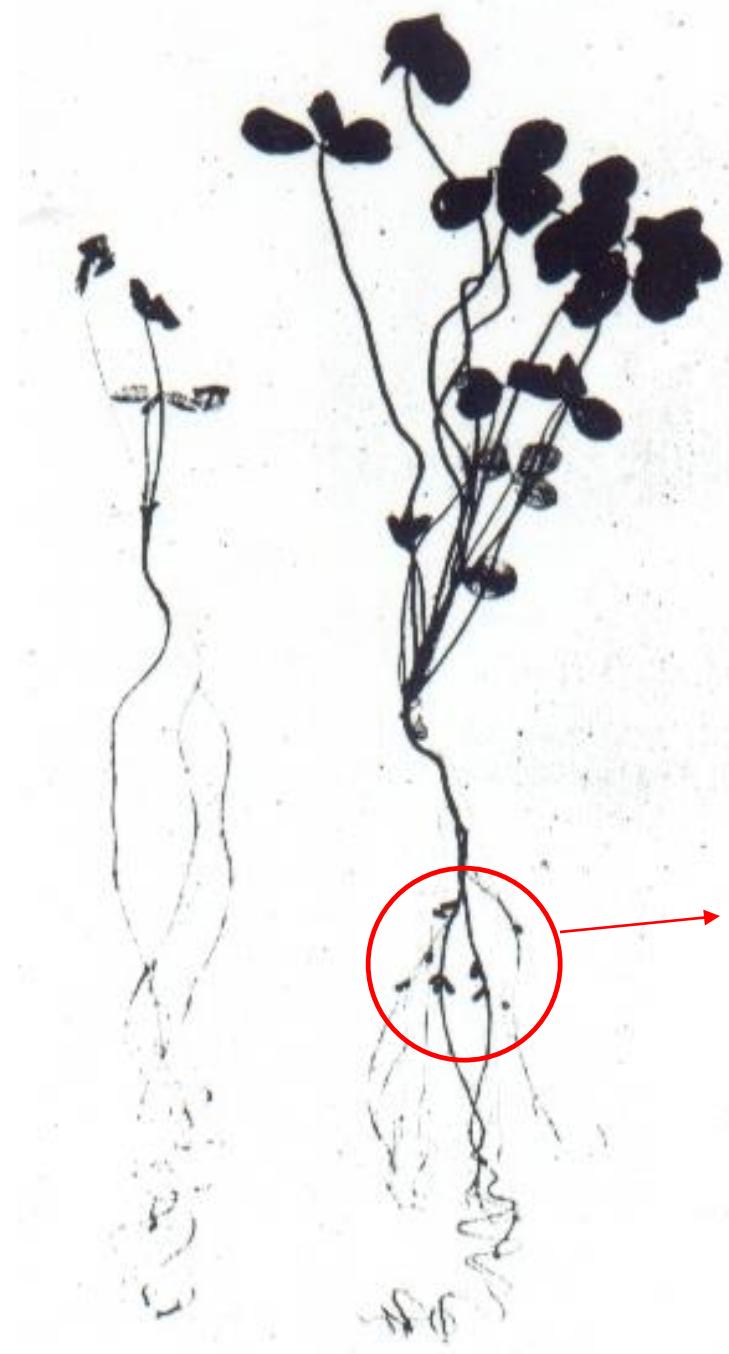
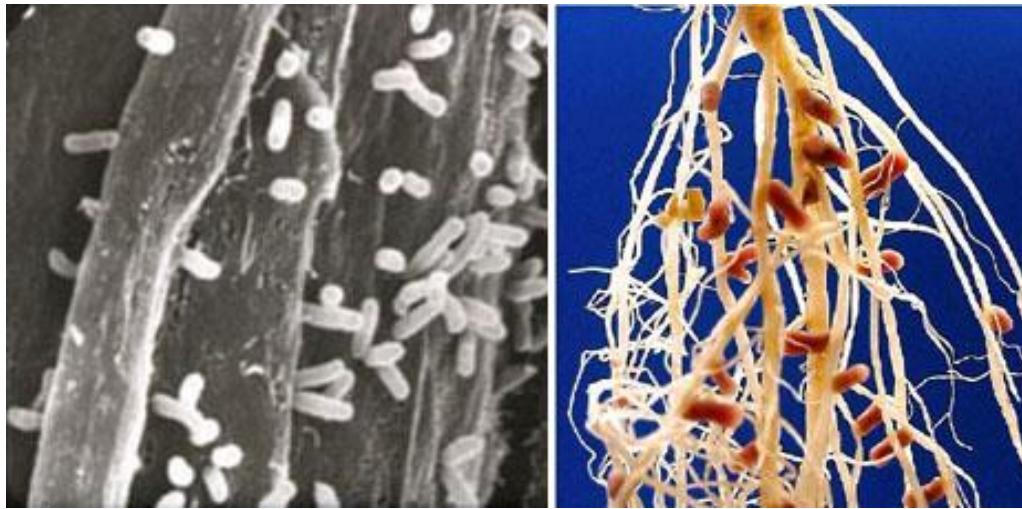
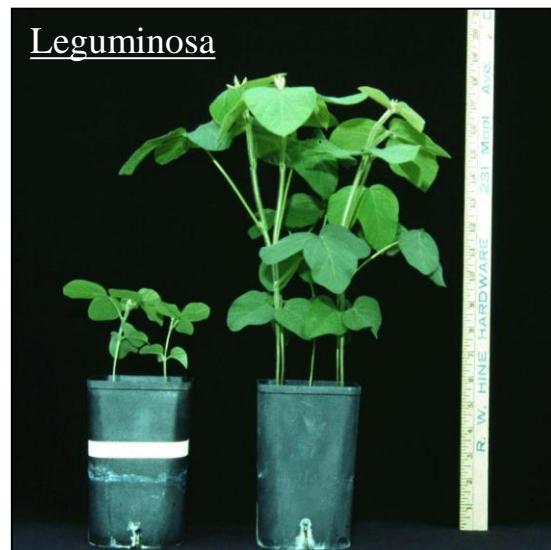


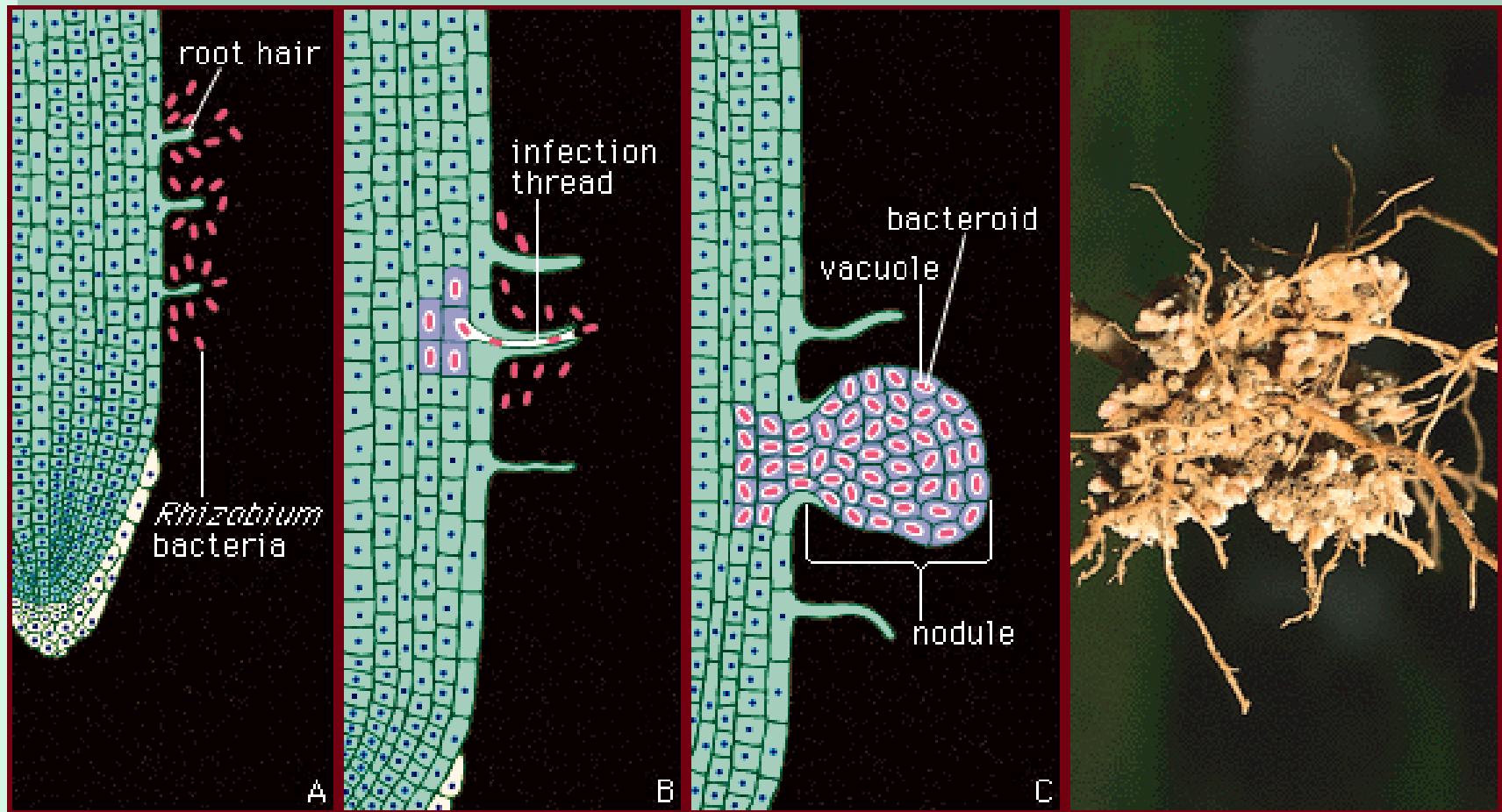
Fig. 24-5. Efeito da nodulação sobre o crescimento da planta. Dois trevos vermelhos cultivados num meio deficiente em nitrogênio combinado. A planta da esquerda, sem nódulos, mostra crescimento muito pobre, devido à deficiência de nitrogênio. A planta da direita, com nódulos, mostra crescimento normal. Cortesia de Dr. H. G. Thornton e da Rothamsted Experimental Station.





**Left.** Nitrogen-fixing *Rhizobium* bacteria colonized on the root hairs of clover plants. **Right.** Nodules containing *Rhizobium* bacteria on the plant roots through the combined interaction between the plant and the bacterium. In the nodule the bacteria fix nitrogen.





©1996 Encyclopaedia Britannica, Inc.

## Rhizobium sp x leguminosas

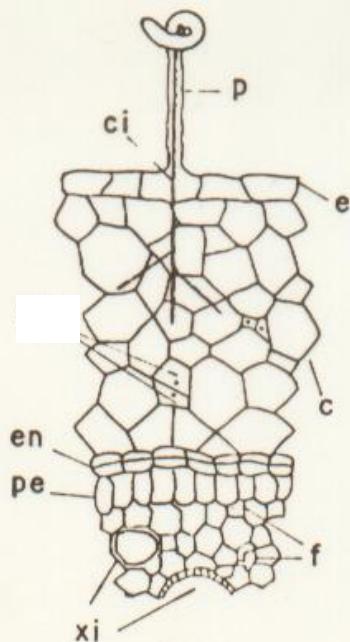


Figura 6.5. Crescimento do cordão de infecção com origem no pélio absorvente (ex. feijão). Pélio absorvente (P); cordão de infecção (ci); epiderme (e); córtex (c); endoderme (en); pericílio (pe), floema (f) e xilema (xi). (modificado de Shaw et al., 1982).

### Crescimento do cordão de infecção

### Liberação do rizóbio do cordão de infecção

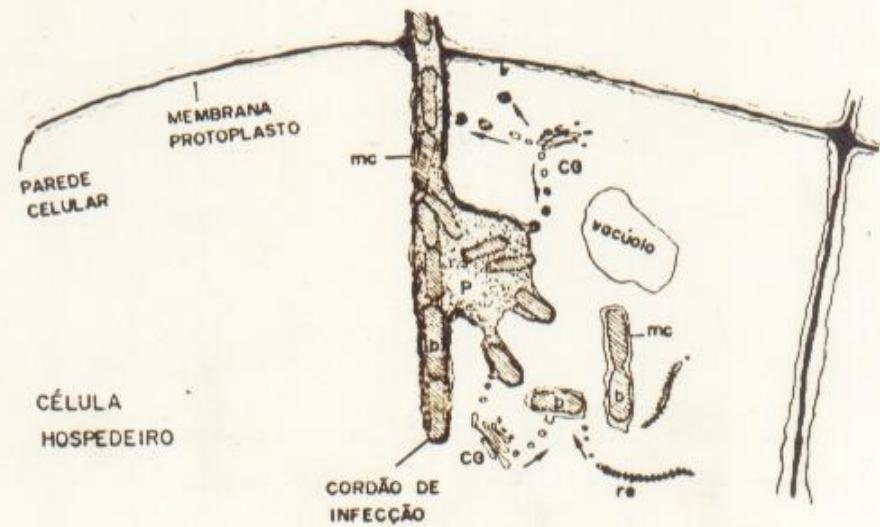
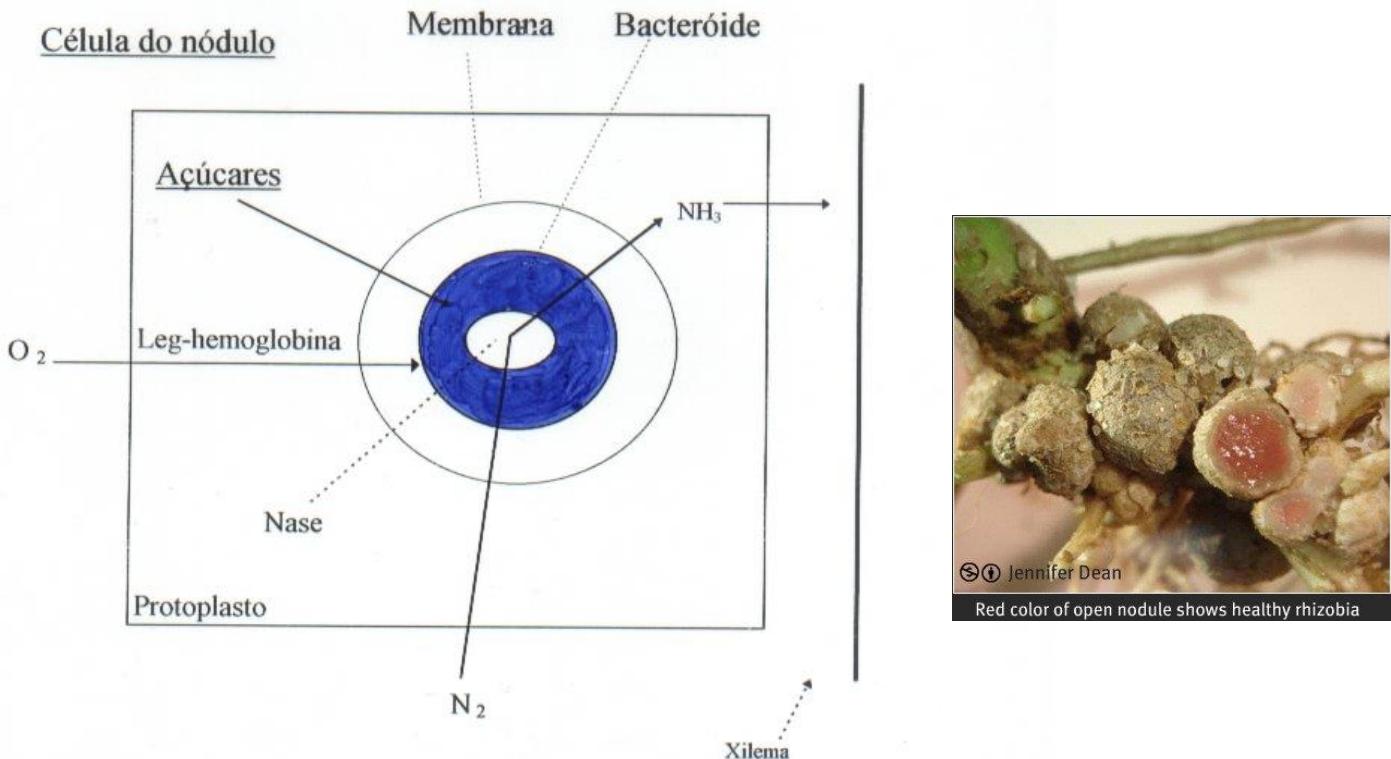


Figura 6.6. Representação da liberação do rizóbio do cordão de infecção em células de raízes de soja (modificado de Bergensen, 1982). b. bactérias; P. matriz de polissacarídeos; CG. complexo de Golgi; RE. retículo endoplasmático.

## Mecanismos fixação / assimilação N<sub>2</sub>



Nase = Nitrogenase

(Nódulos leguminosas)

- ROSADOS → ATIVOS (LEG-HEMOGLOBINA)
- COL. CLARA → INEFETIVOS
- COL. ESCURA → DETERIORADOS



# Microbiologia da água

- Água {
  - Recurso natural renovável
  - Reservas limitadas
- 1.385.984 Km<sup>3</sup> de água existem na Terra
  - 97,47% oceanos
  - 2,53% água doce
    - 69% geleiras/neve
    - 30% lençol freático
    - 1% rios, riachos, lagos, solo, vapor, água biológica

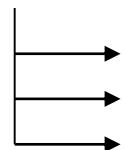
Do total de água existente



0,784%

Disponível para as necessidades imediatas da  
civilização

→ 0,784%



73% Agricultura

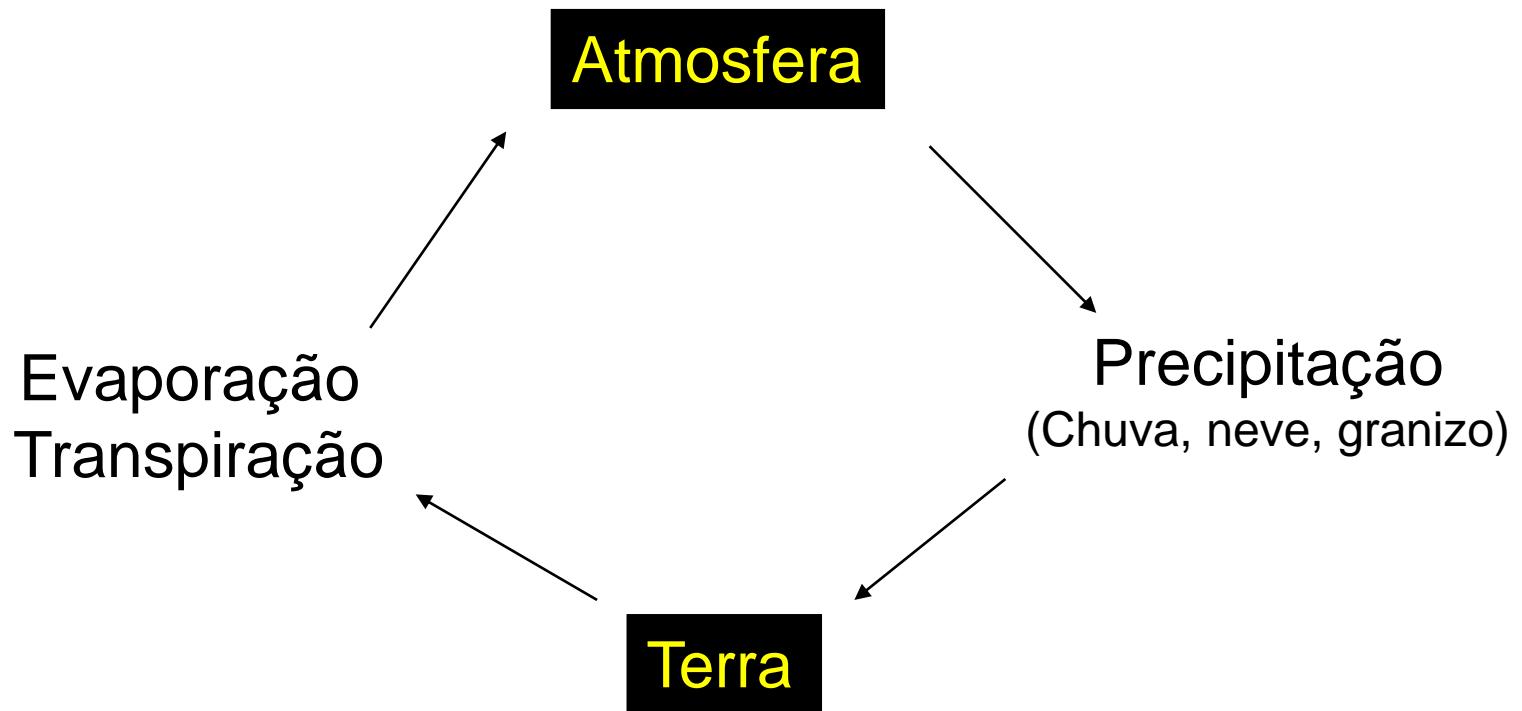
21% Indústria

6% Demanda da população mundial

# Água

- Água atmosférica - nuvens (chuva/neve/granizo)
- Água superficial - porções de água  
(lagos, rios, ribeirões, oceanos)
- Água de lençol freático - água subterrânea  
(presente em todos os poros do solo  
e espaço interno / entre materiais rochosos)

# Ciclo hidrológico



# Ciclo hidrológico



# Microbiologia aquática\*

Estudo dos microrganismos  
de água doce, do mar e  
estuários



\*A água pode servir como habitat para muitos  
microrganismos

# O ambiente aquático

Condições físicas/químicas  Tipo microrganismo

Temperatura  $\Rightarrow$  0 a 40°C

- Abaixo superfície  $\rightarrow$  90% ambiente marinho < 5°C (psicrófilo)

# O ambiente aquático

Pressão hidrostática  $\Rightarrow$  aumenta na proporção de 1 atmosfera (14,7 lb/pol<sup>2</sup>)\* a cada 10 m (organismos barófilos)

→ Bactérias barófilas → 1.000 a 10.000 m profundidade no Oceano Pacífico

---

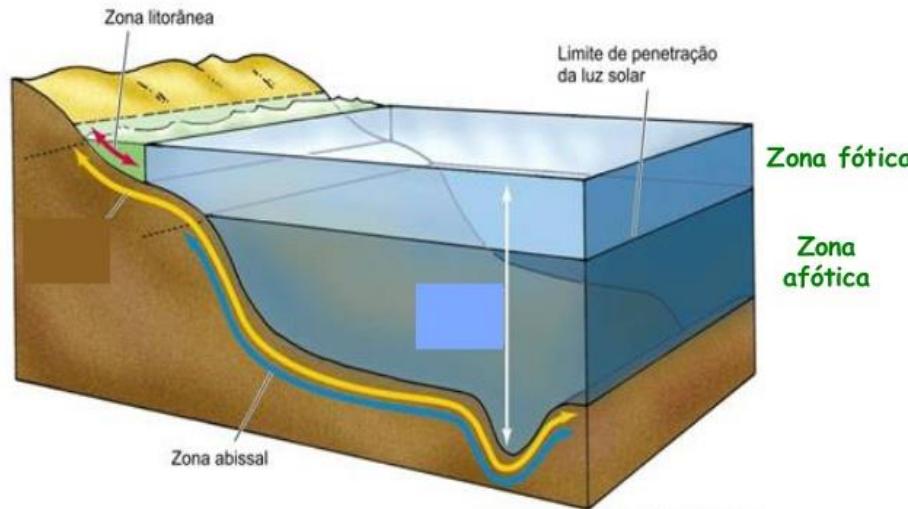
P. hidrostática – pressão do fundo de uma coluna vertical de água

\*1 atmosfera = 1,03 Kg / cm<sup>2</sup>

# O ambiente aquático

- **Luz** ⇒ algas e cianobactérias
  - Zona fótica - região na qual ocorre a fotossíntese (50 a 125 m profundidade)

## Penetração de luz



# O ambiente aquático

- **Salinidade** ⇒ concentração NaCl

Água doce → quase 0



Microrganismos inibidos > 1% NaCl

Grande Lago Salgado (Utah) → 32%

Água do mar → 2,75%



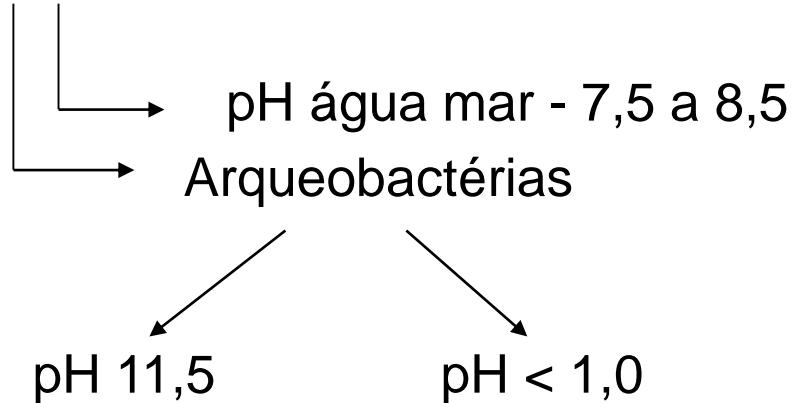
(3,3 a 3,7% → NaCl + outros sais)

Organismos halofílicos (2,5 a 4,0% NaCl)



# O ambiente aquático

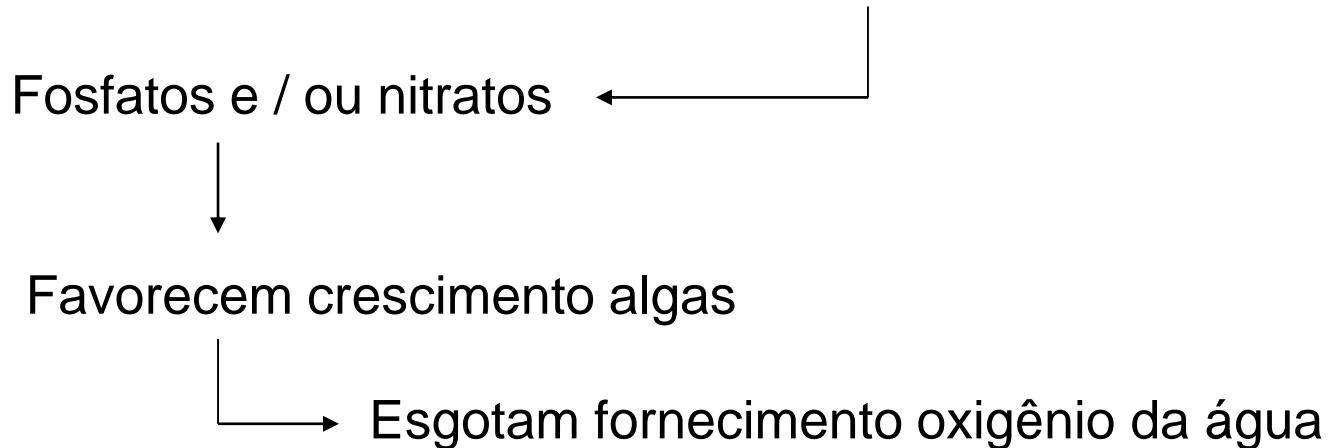
- pH ⇒ crescem bem → 6,5 a 8,5



(Lagos salgados África)

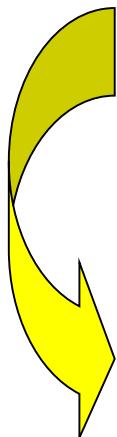
# O ambiente aquático

- Nutrientes ⇒ orgânicos e inorgânicos



# Distribuição dos microrganismos no ambiente aquático

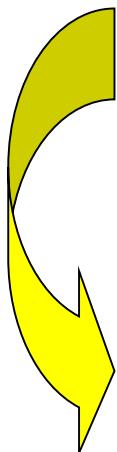
- Plâncton- vida microbiana que flutua e se movimenta na região superficial



- {
  - Fitoplâncton - algas e cianobactérias
  - Zooplâncton - protozoários

# Distribuição dos microrganismos no ambiente aquático

## Organismos bênticos (bentos)

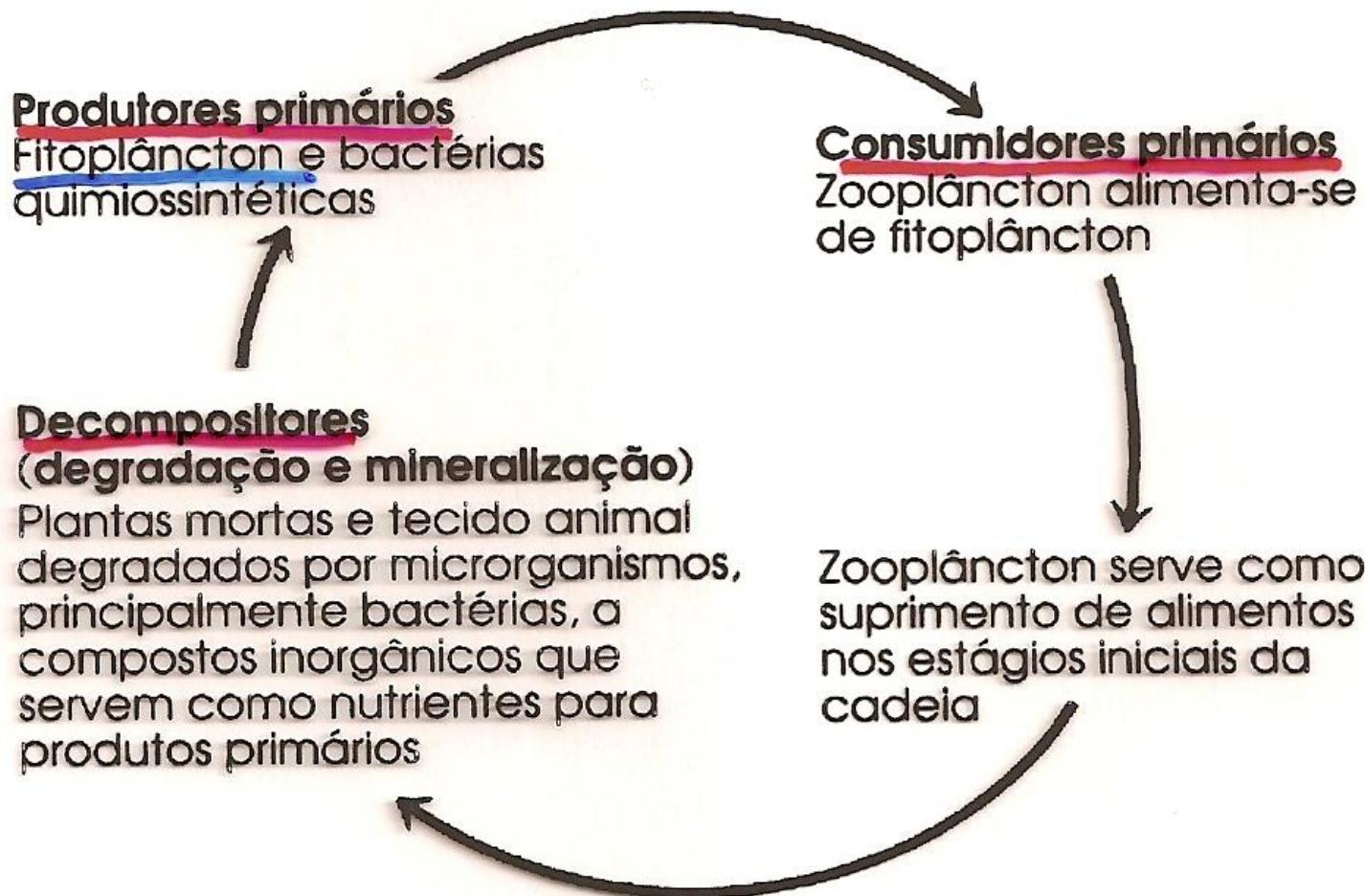


Microrganismos que habitam o fundo de um corpo de água

Região mais rica  
(número/tipos microrganismos)

# Papel dos microrganismos aquáticos

## Cadeia alimentar



# Análise microbiológica e tratamento de água

# Água

## Doenças

✓ Desinterias



Bactérias  
Amebas

(*Shigella*)

✓ Tifo (*Salmonella*)

✓ Febre paratifóide

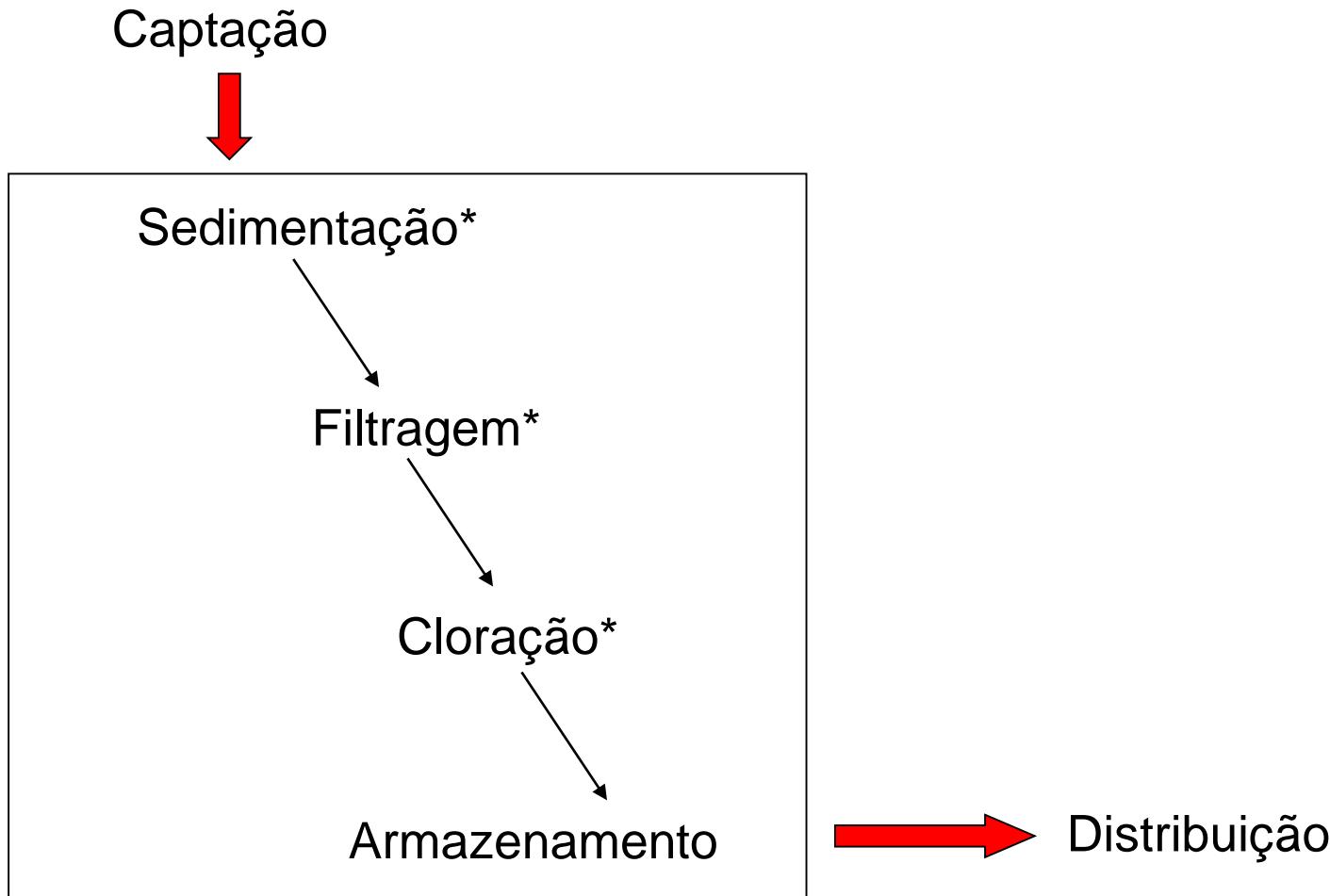
✓ Hepatite infecciosa

Contaminação fecal

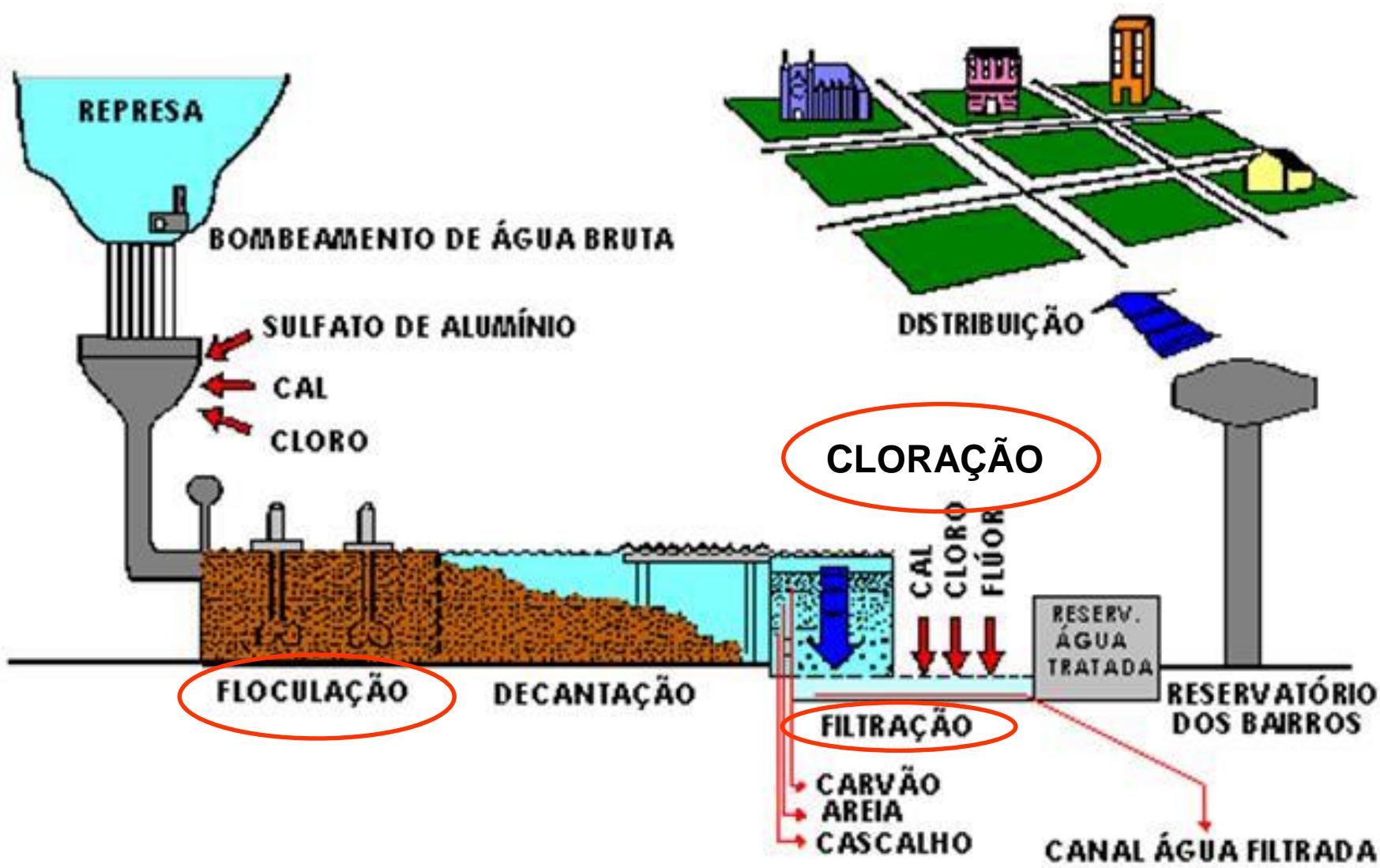


Prática – Análise microbiológica

# Água-Tratamento



# Água-Tratamento



# Tratamento de Água da ESALQ

## Sedimentação

### 1. Água bruta + sulfato de alumínio + cal



# Sedimentação

## 2. Tanque de floculação



# Sedimentação

## 3. Tanque de decantação



# Filtragem

## 1. Filtro de areia



## Cloração, pH e fluor



# Armazenagem



