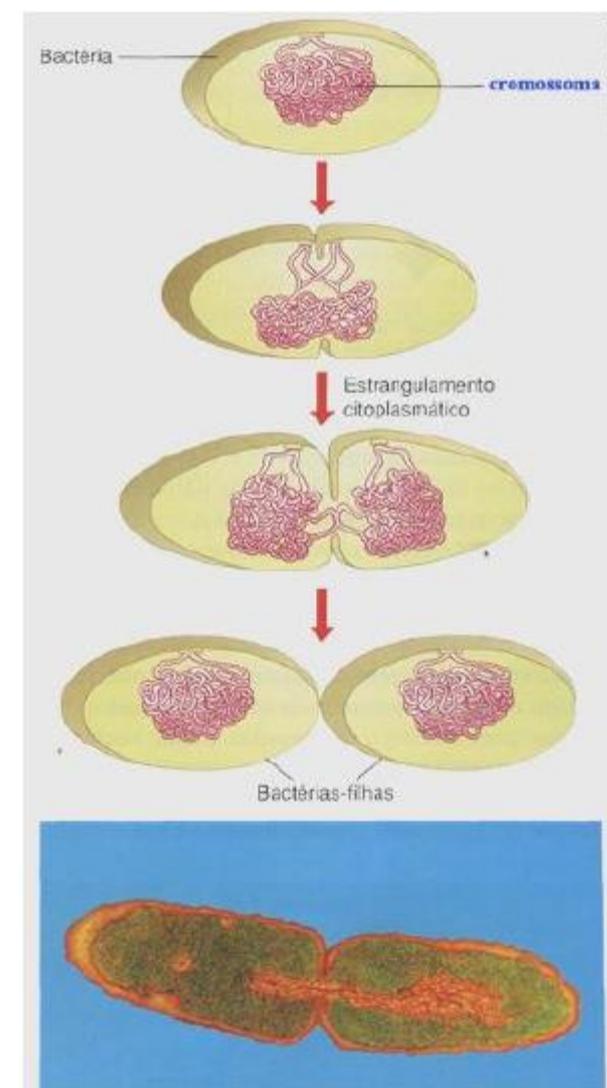




# Crescimento e Metabolismo Bacteriano

**“O crescimento microbiano é definido não em termos de tamanho celular, mas como o aumento do número de células, que ocorre por divisão celular”**



**✓ A divisão celular nas bactérias geralmente ocorre por Divisão Binária e às vezes por Brotamento.**

# Fatores Necessários para o Crescimento Bacteriano

## FÍSICOS

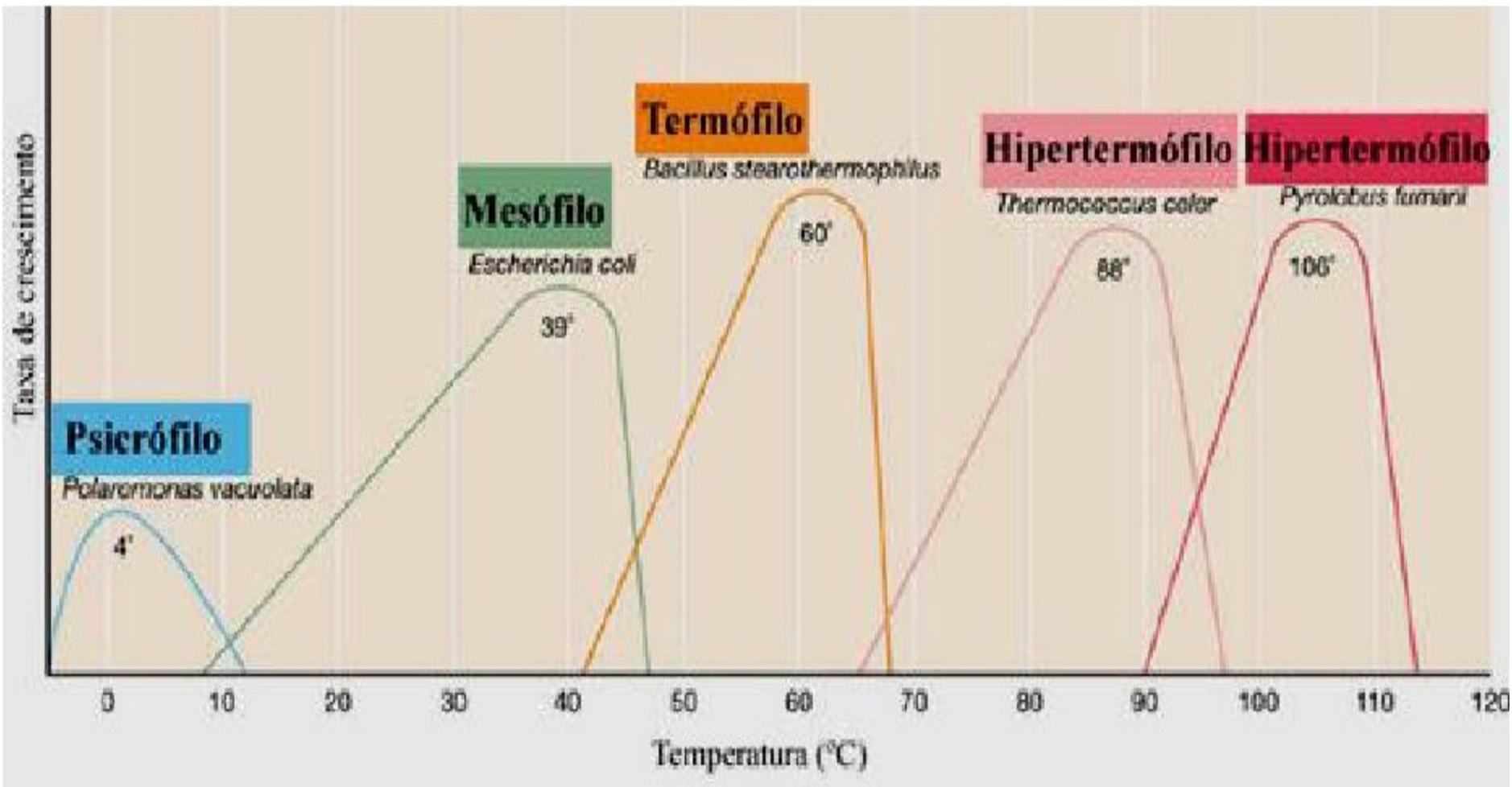
- ✓ Temperatura
- ✓ pH
- ✓ Pressão Osmótica
- ✓ Atmosfera Gasosa

## QUÍMICOS

- ✓ Carbono
- ✓ Nitrogênio
- ✓ Enxofre e Fósforo
- ✓ Oligoelementos

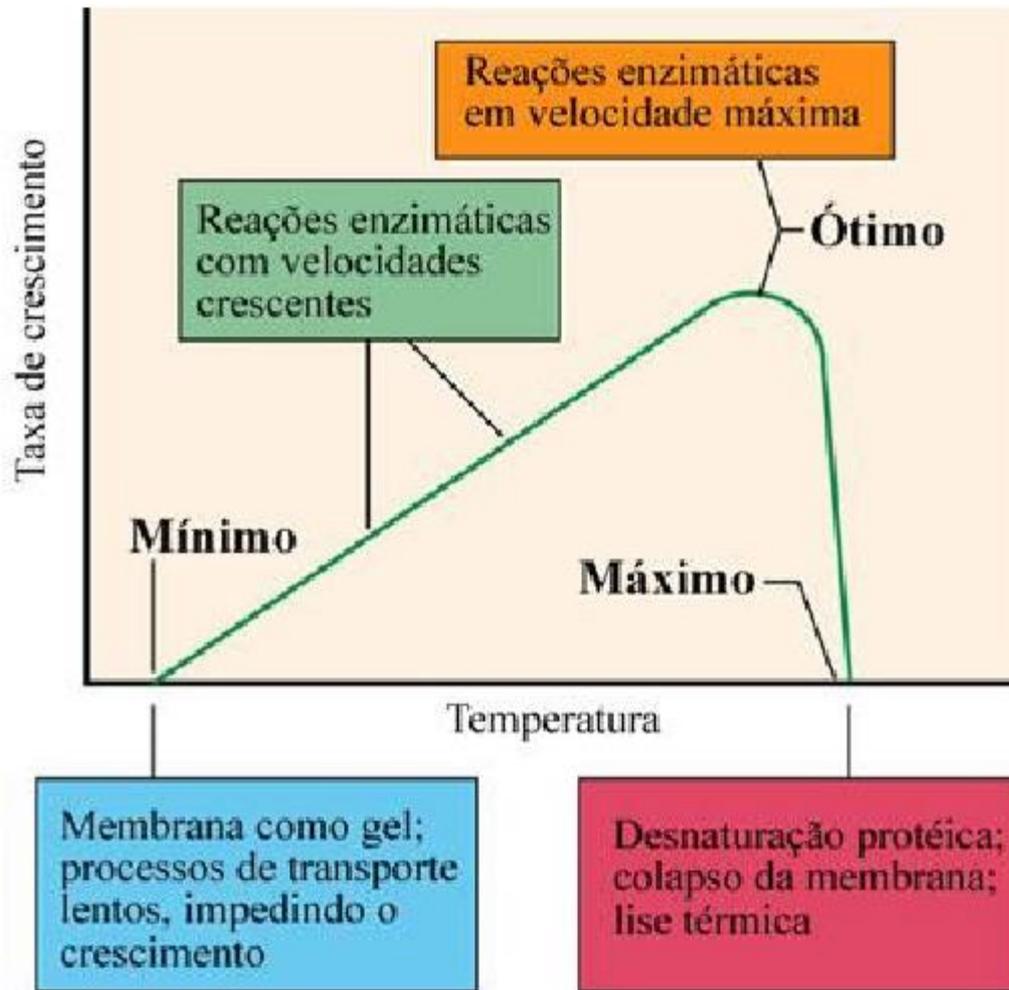
# Fatores Físicos

## Temperatura



# *Temperatura Ótima de Crescimento*

A temperatura na qual uma espécie de microrganismo cresce mais rapidamente



# pH

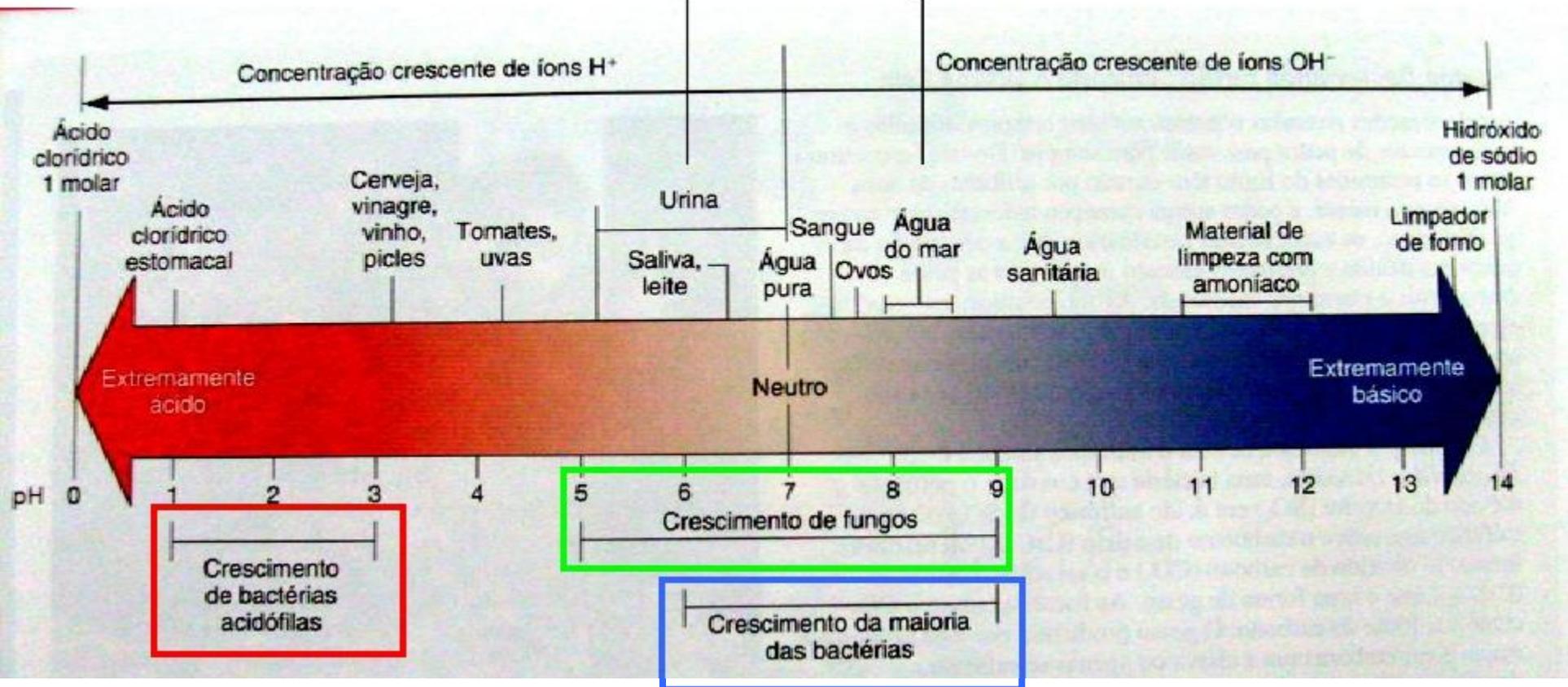
- **Bactérias crescem melhor em pH neutro (6,5 – 7,5).**
- **Bactérias acidófilas – crescem em pH ácido.**
- **Fungos crescem em pH mais ácido do que as bactérias - geralmente 5 – 6.**
- **Culturas em laboratório – produzem ácidos que interferem com seu próprio crescimento.**
- **Sais de fosfato são utilizados para a manutenção do pH do meio – não são tóxicos e fornecem nutriente essencial para o crescimento.**

# pH

*E. coli*



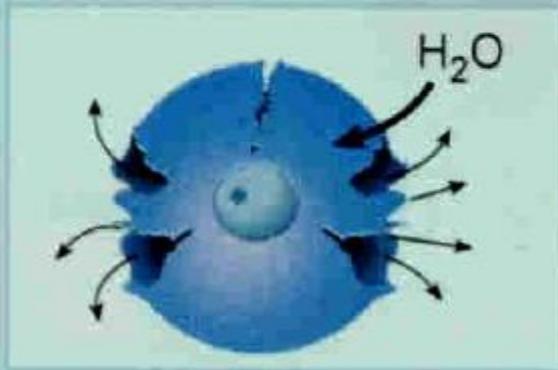
*Vibrio cholerae*



# Pressão Osmótica

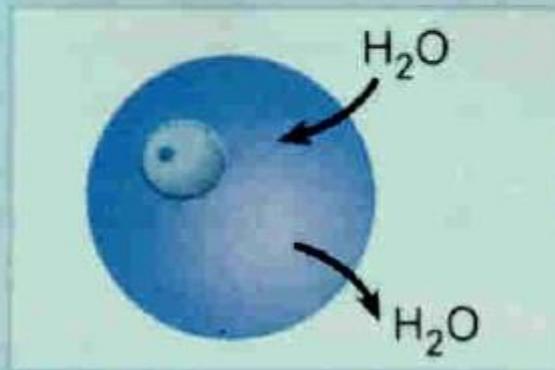
**Solução hipotónica**

*Lise celular*



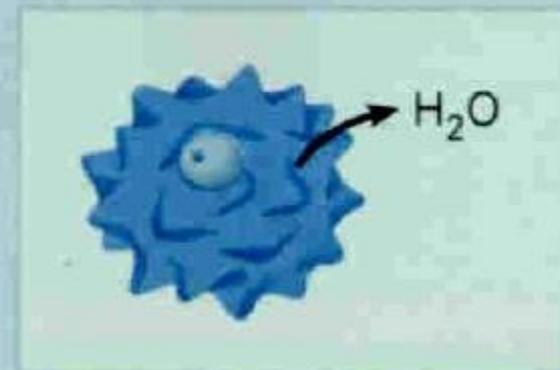
**Solução isotónica**

*Célula normal*



**Solução hipertónica**

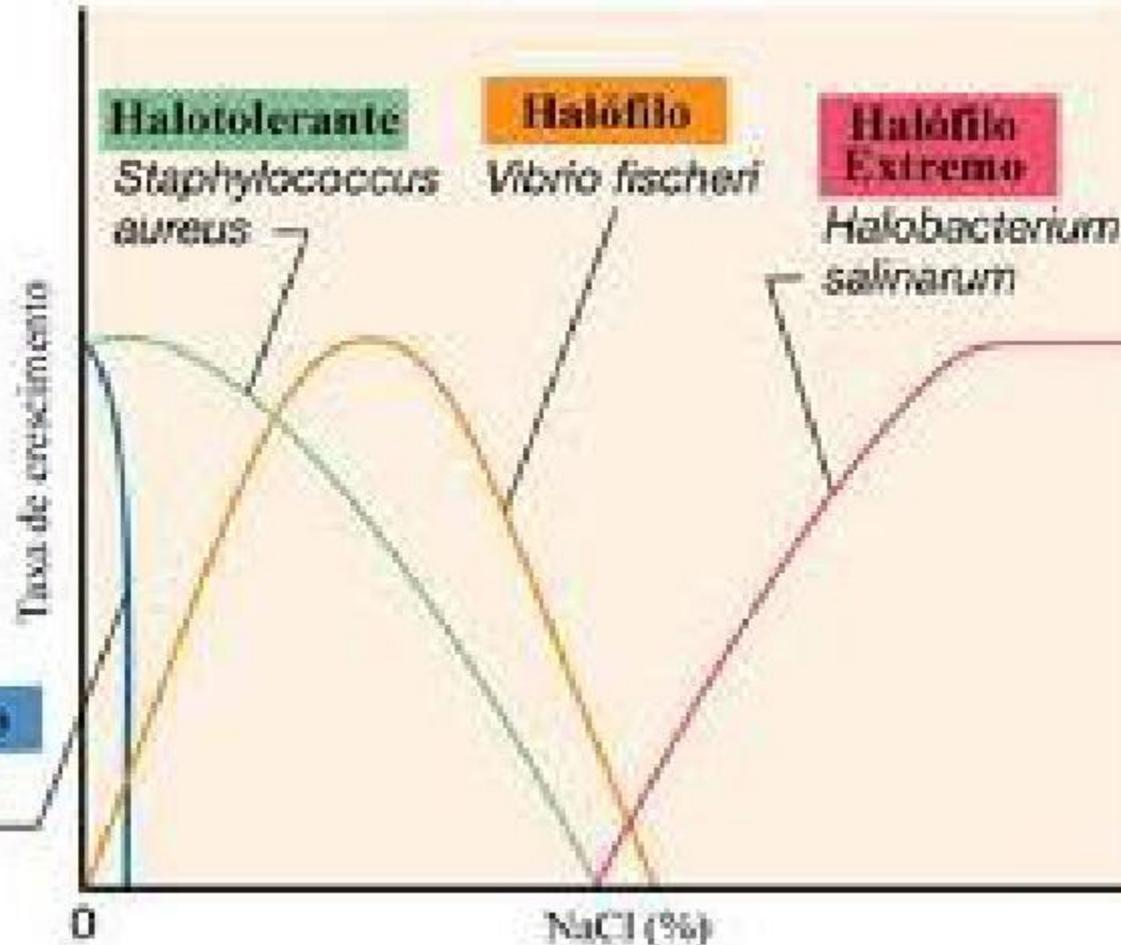
*Célula plasmolisada*



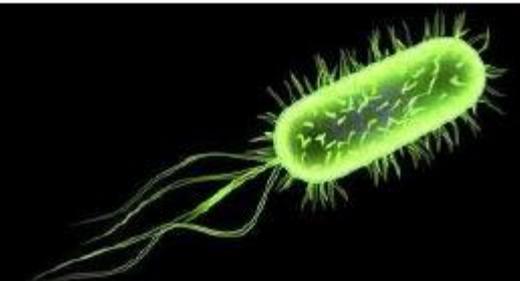
# Pressão Osmótica

## Não Halófilo

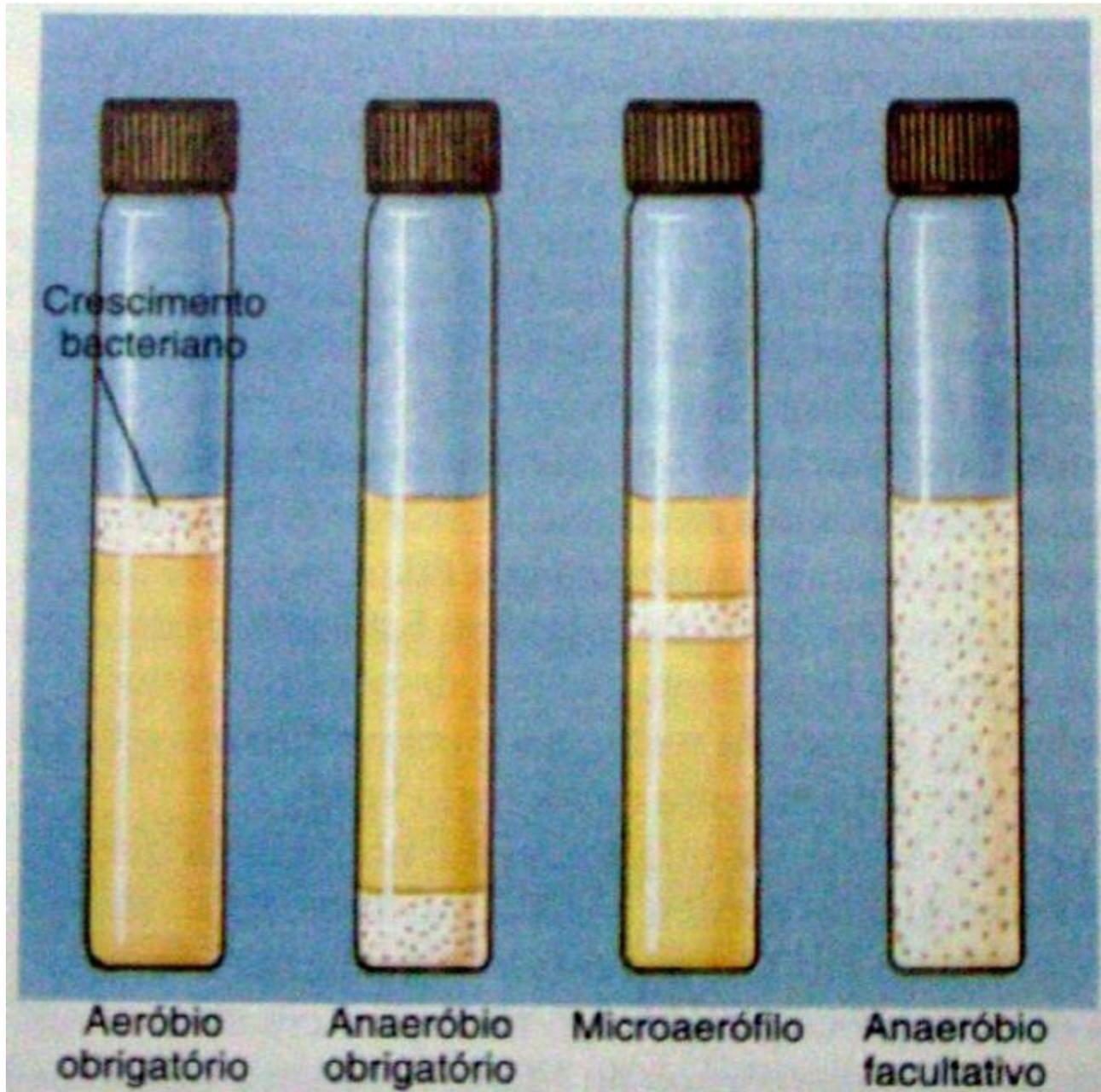
Altas concentrações de soluto dissolvido (sal/açúcar) exercem pressão osmótica suficiente para matar ou inibir crescimento microbiano



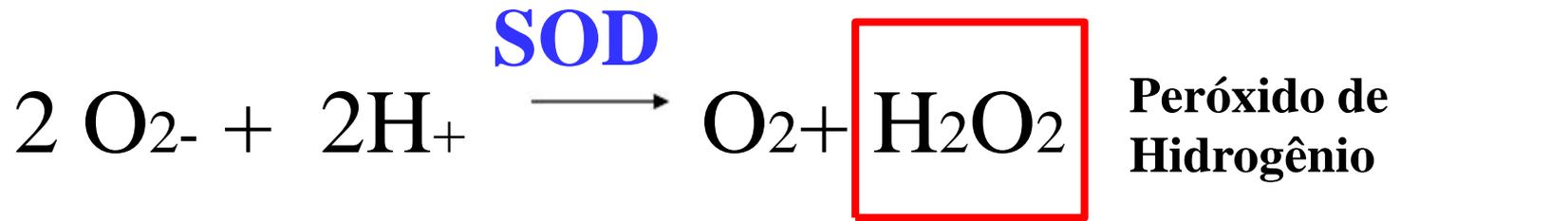
Não halófilo  
*Escherichia coli*



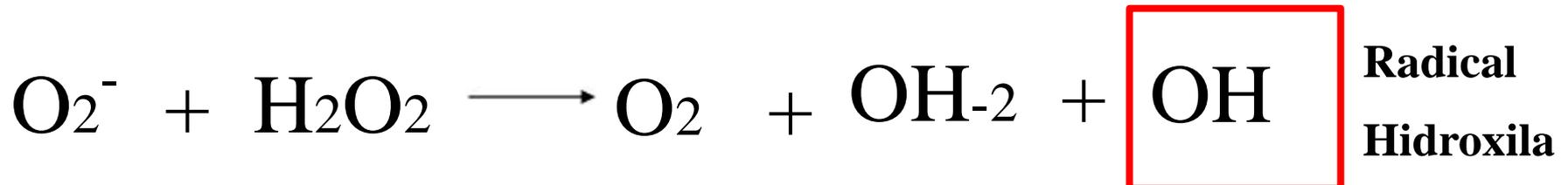
# Atmosfera Gasosa



# Formas Tóxicas do Oxigênio (O<sub>2</sub>)



Forma bolhas



# Aeróbio Obrigatório



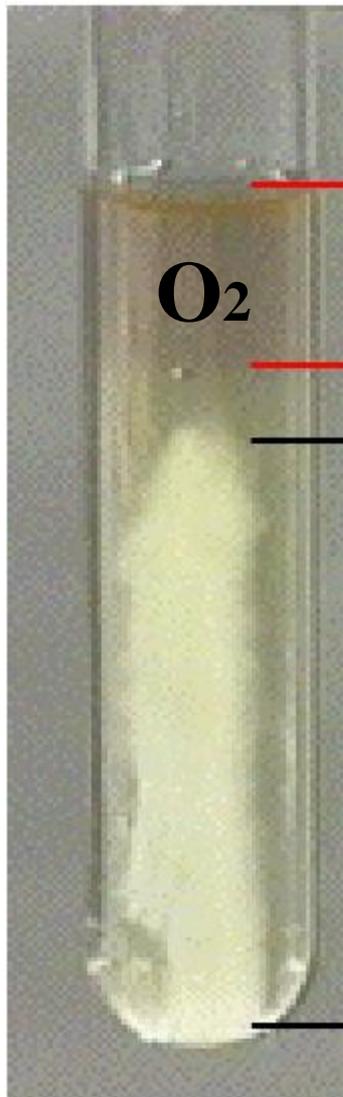
**Crescimento  
Bacteriano**



*Pseudomonas aeruginosa*

São aqueles microrganismos que só crescem na presença de oxigênio por utilizarem este composto como receptor final de elétrons. Esses microrganismos são capazes de crescer em uma atmosfera padrão de 21% de oxigênio.

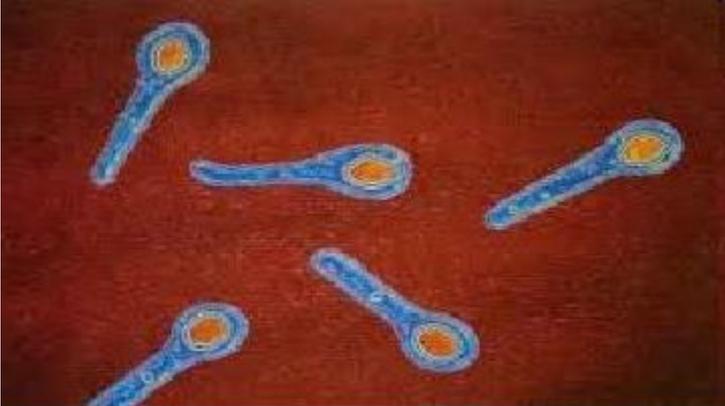
# Anaeróbico Obrigatório



Ausência

Crescimento Bacteriano

Crescimento Bacteriano



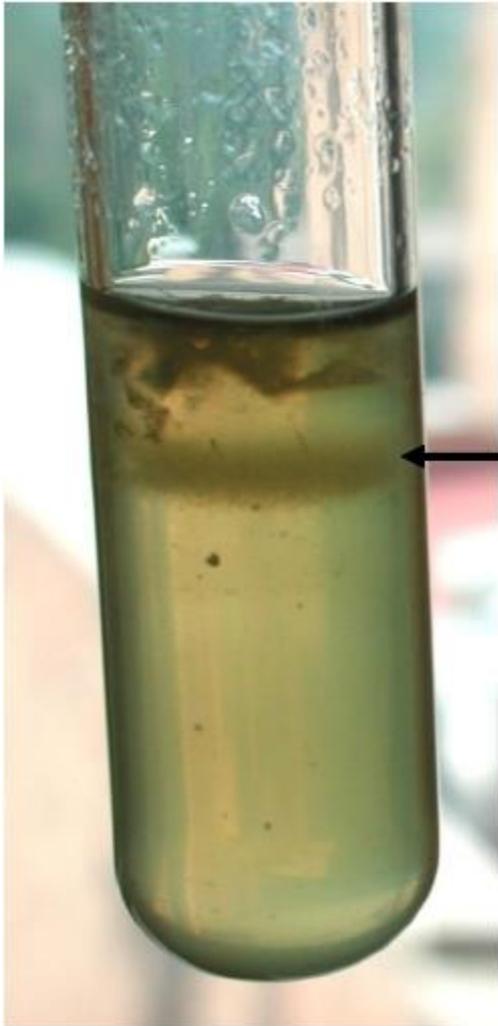
*Clostridium tetani*



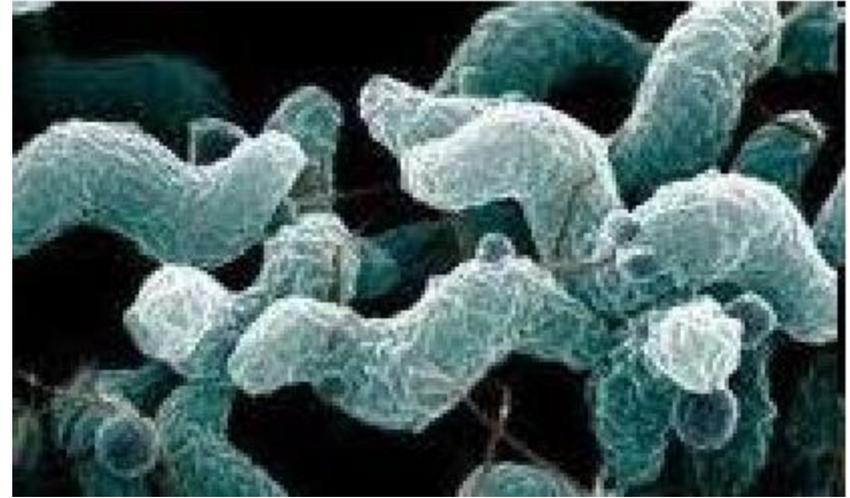
Tétano

São aqueles microrganismos que podem ser mortos pelo oxigênio, e que não utilizam ele para suas reações de produção de energia.

# Microaerófilo



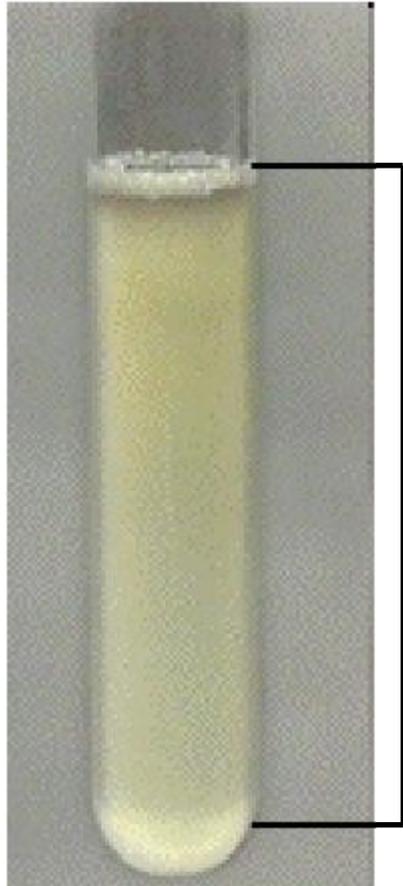
**Crescimento  
Bacteriano**



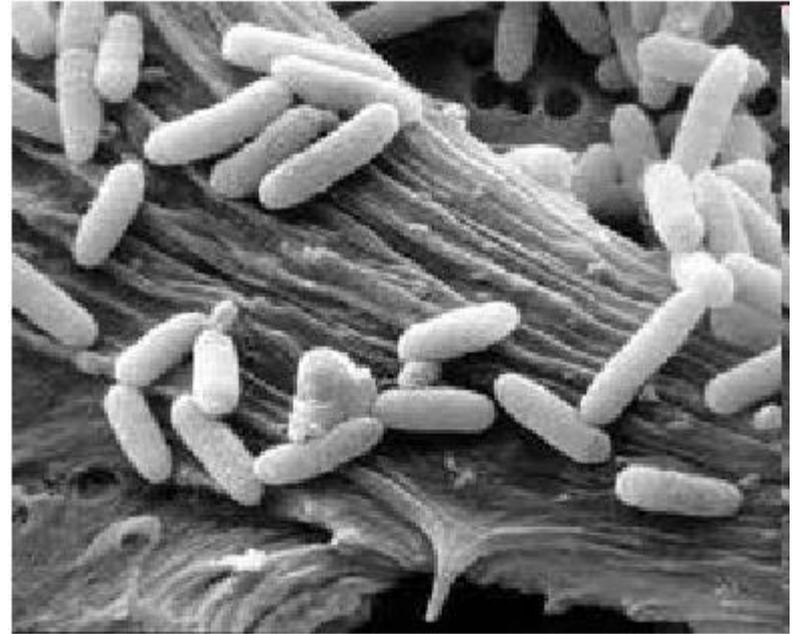
*Campylobacter jejuni*

São microrganismos que só crescem em atmosfera contendo concentração de oxigênio menor que a encontrada no ar atmosférico.

# Anaeróbio Facultativo



← **Crescimento  
Bacteriano**



*Escherichia coli*

**São aqueles microrganismos que crescem na presença do ar atmosférico, mas podem também crescer na sua ausência. Eles não requerem o oxigênio para o crescimento, embora possam utilizá-los para a produção de energia em suas reações químicas.**

# *Fatores Químicos*

## **Carbono**

Necessário para a síntese de todos os compostos orgânicos necessários para a viabilidade celular.

### **Fonte de Carbono**

**Compostos Orgânicos**

**CO<sub>2</sub>**

**Bactérias  
Heterotróficas**

**Bactérias  
Autotróficas**

# Nitrogênio

Parte essencial dos aminoácidos



**Proteínas**

→ Fontes de Nitrogênio

# Enxofre e Fósforo

## Enxofre

→ Aminoácidos: Cisteína, Cistina e Metionina

Vitamina: Tiamina e Biotina

## Fósforo

→ Síntese de ácidos nucleicos

Fosfolipídios das membranas celulares

ATP

# Oligoelementos

- Elementos traço
- Elementos minerais são essenciais para atividade de algumas enzimas (cofatores)
- Geralmente presentes na água!
- Podem ser adicionados ao meio de cultura

Molibdenio → fixação do nitrogênio

# Meios de Cultura

Material nutriente preparado para o crescimento de microrganismos em laboratório.



Os microrganismos introduzidos em um meio de cultura são chamados de **inóculo**.

Os microrganismos que crescem dentro ou sobre um meio de cultura são denominados de **cultura**.

# Quanto ao Estado Físico:

Líquido



Caldo  
Estéril



Caldo com  
crescimento  
bacteriano



Aspecto  
Turvo

Sólido

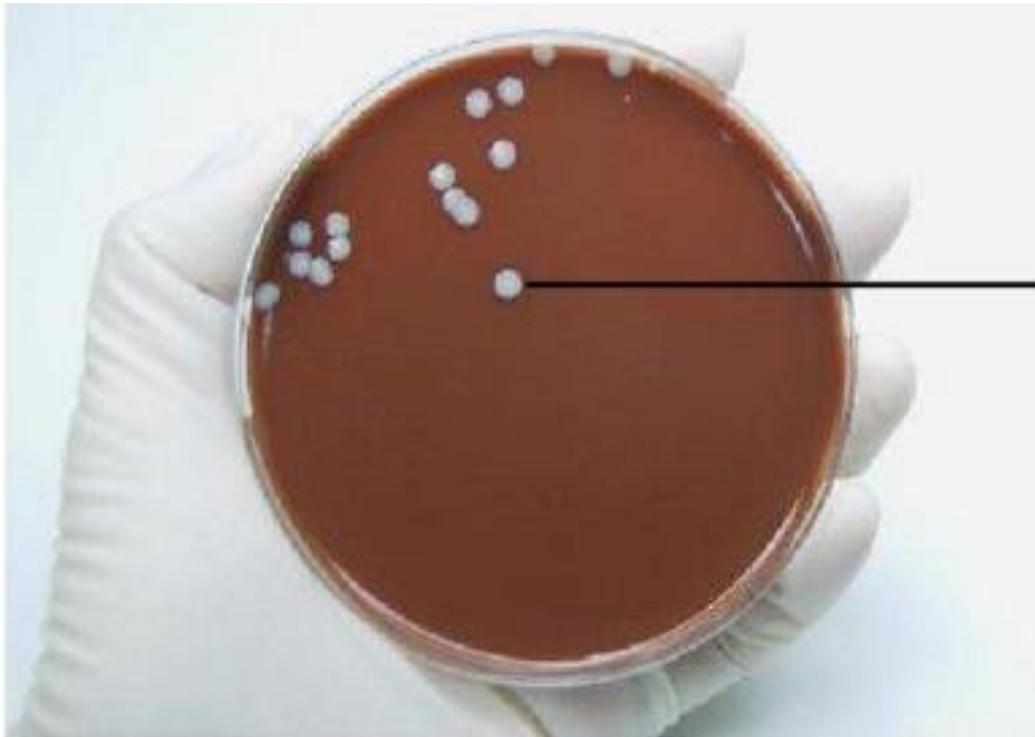


Ágar 2%

# Colônia

**Massa visível de células bacterianas teoricamente originada do crescimento uma única célula.**

**Unidade Formadora de Colônia ⇒ UFC**



**Colônia**

**As colônias bacterianas frequentemente tem aparência diferente ⇒ o que permite distinguir um microrganismo do outro.**

## Quanto à Composição:

# Meio Quimicamente Definido

Meio de cultura cuja composição exata é conhecida.

Componentes	Quantidades
Glicose	5,0 g
Fosfato de amônio monobásico ( $\text{NH}_4\text{H}_2\text{FO}_4$ )	1,0 g
Cloreto de sódio (NaCl)	5,0 g
Sulfato de magnésio ( $\text{MgSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ )	0,2 g
Fosfato de potássio dibásico ( $\text{K}_2\text{HPO}_4$ )	1,0 g
Água	1 litro

# Meio Complexo

Meio de cultura cuja composição química exata não é conhecida.

Freqüentemente utilizado para o isolamento de bactérias heterotróficas na rotina dos laboratórios de microbiologia.

Componentes	Quantidades
Peptona (proteína parcialmente digerida)	5,0 g
Extrato de Carne	3,0 g
Cloreto de sódio	8,0 g
Ágar	15,0 g
Água	1 litro

# Meio Enriquecido

É um caldo ou meio sólido que contém um suprimento de nutrientes especiais que promovem o crescimento de organismos fastidiosos (*Haemophilus* ssp., *Neisseria* ssp.)

## Ágar Chocolate



À base do meio, é adicionado sangue de cavalo, carneiro ou coelho em temperatura alta, o que faz com que as hemácias litem, liberando hemina e hematina, compostos fundamentais para o crescimento dos microrganismos exigentes.

# Crescimento de Anaeróbios

## Meio Redutor

Para cultivar os anaeróbios obrigatórios, todo o oxigênio molecular deve ser removido pela adição de agentes que se ligam ao oxigênio (ex., Tioglicolato de sódio, o aminoácido cisteína ou o sulfeto de sódio) ao meio de cultura, impede que o oxigênio cause efeitos tóxicos aos anaeróbios.

# Jarra de Anaeróbiose

Os meios de cultura contendo bactérias anaeróbias devem ser incubados em jarras seladas contendo substâncias químicas que removam o oxigênio do ar e gerem dióxido de carbono.



5% O<sub>2</sub> e 18% CO<sub>2</sub>

H<sub>2</sub>O

Envelope contendo:

Bicarbonato de sódio +  
Boroidreto de sódio

CO<sub>2</sub>

H<sub>2</sub> + O<sub>2</sub> → H<sub>2</sub>O

Catalisador  
(Paládio)

# Câmara de Anaerobiose

As culturas são introduzidos na câmara através de um vedador de ar, e o técnico faz uso de luvas acopladas para manipular as culturas.



**85% N<sub>2</sub>, 10% H<sub>2</sub> e 5% CO<sub>2</sub>**

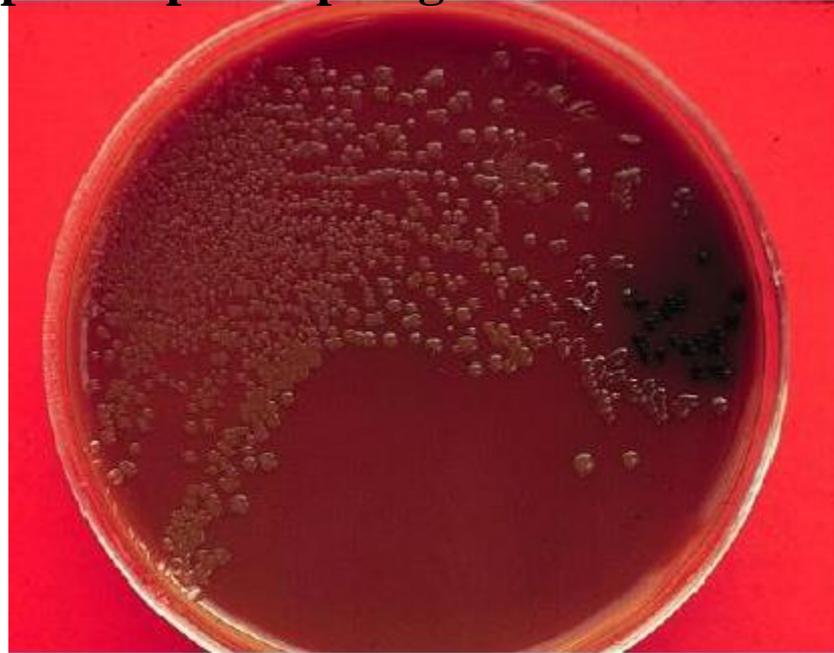
# *Meio Seletivo e Diferencial*

- **Seletivo:** Favorecer o crescimento da bactéria de interesse e impedir o crescimento de outras.
- **Diferencial:** facilita a identificação da bactéria de interesse quando outras estão presentes no meio de cultura.

# Meio Seletivo

## Ágar Thayer-Martin

Seletivo para espécies patogênicas de *Neisseria*



➤ É um meio de cultivo destinados para o isolamento de *Neisseria gonorrhoeae* e *Neisseria meningitidis*, pois contém em sua formula antibióticos que inibem o crescimento de *Neisserias* saprófitas e outras bactérias, quando em amostras colhidas de sítios contaminados.

# Ágar Cetrimida

Utilizado para o isolamento seletivo da *Pseudomonas aeruginosa* proveniente de amostras clínicas e outros materiais.



A cetrimida (brometo de cetiltrimetilamina) é um composto amônio quaternário, que inibe uma vasta variedade de outros organismos, incluindo outras espécies de *Pseudomonas* e organismos relacionados.

# Meio Diferencial

## Ágar Sangue

(5% de Sangue de Carneiro)

$\alpha$ -Hemólise:  
Hemólise  
Parcial



$\beta$ -Hemólise:  
Hemólise  
Total

$\gamma$ -Hemólise:  
Ausência de  
Hemólise

# Meio Seletivo e Diferencial

## Ágar MacConkey

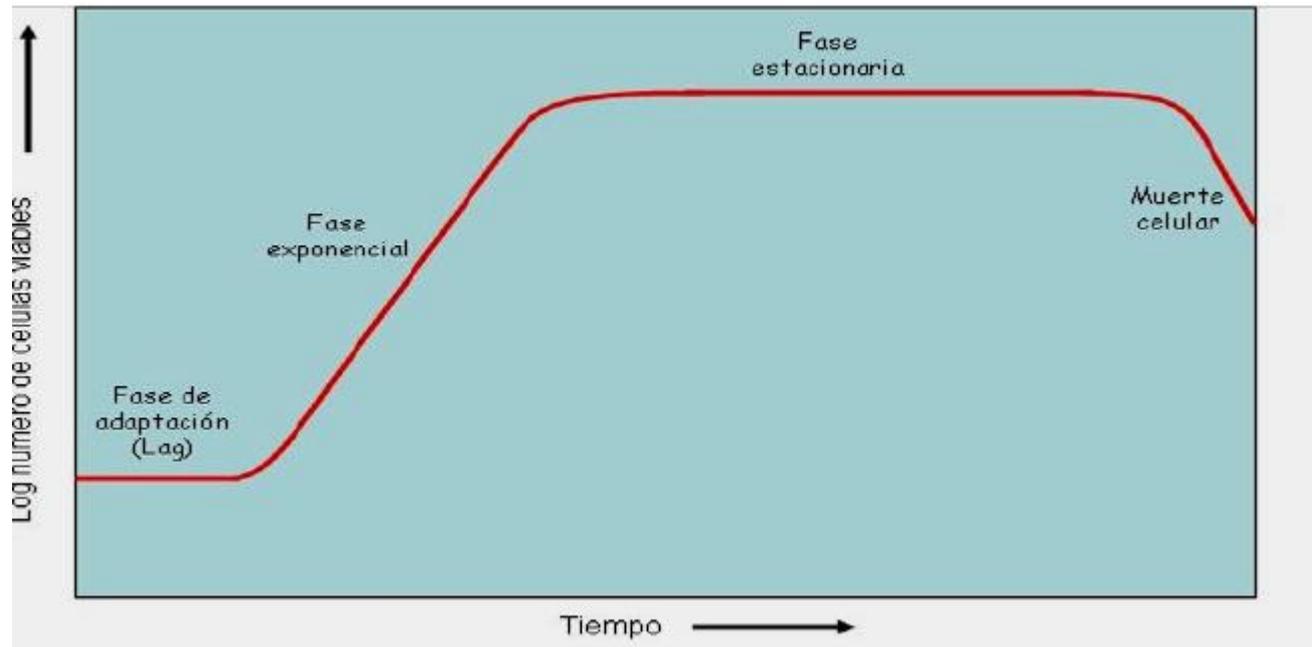
- Sais biliares e cristal violeta – Impede o crescimento de bactérias Gram-positivas
- Carboidrato – Lactose
- Indicador de pH – Vermelho neutro

**Lac -**

**Lac +**



# Fases do Crescimento Bacteriano



## Fases do Crescimento

## Principais Características

Fase lag	Intensa atividade de preparação para o crescimento populacional, mas sem aumento da população.
Fase log	Aumento exponencial da população.
Fase estacionária	Período de equilíbrio: as mortes microbianas são equilibradas pela produção de novas células.
Fase de declínio	A população se reduz em uma taxa logarítmica.

# Medida do Crescimento Microbiano

## Diretos



- ✓ Contagem em Placa
- ✓ Filtração
- ✓ Contagem Direta ao Microscópio

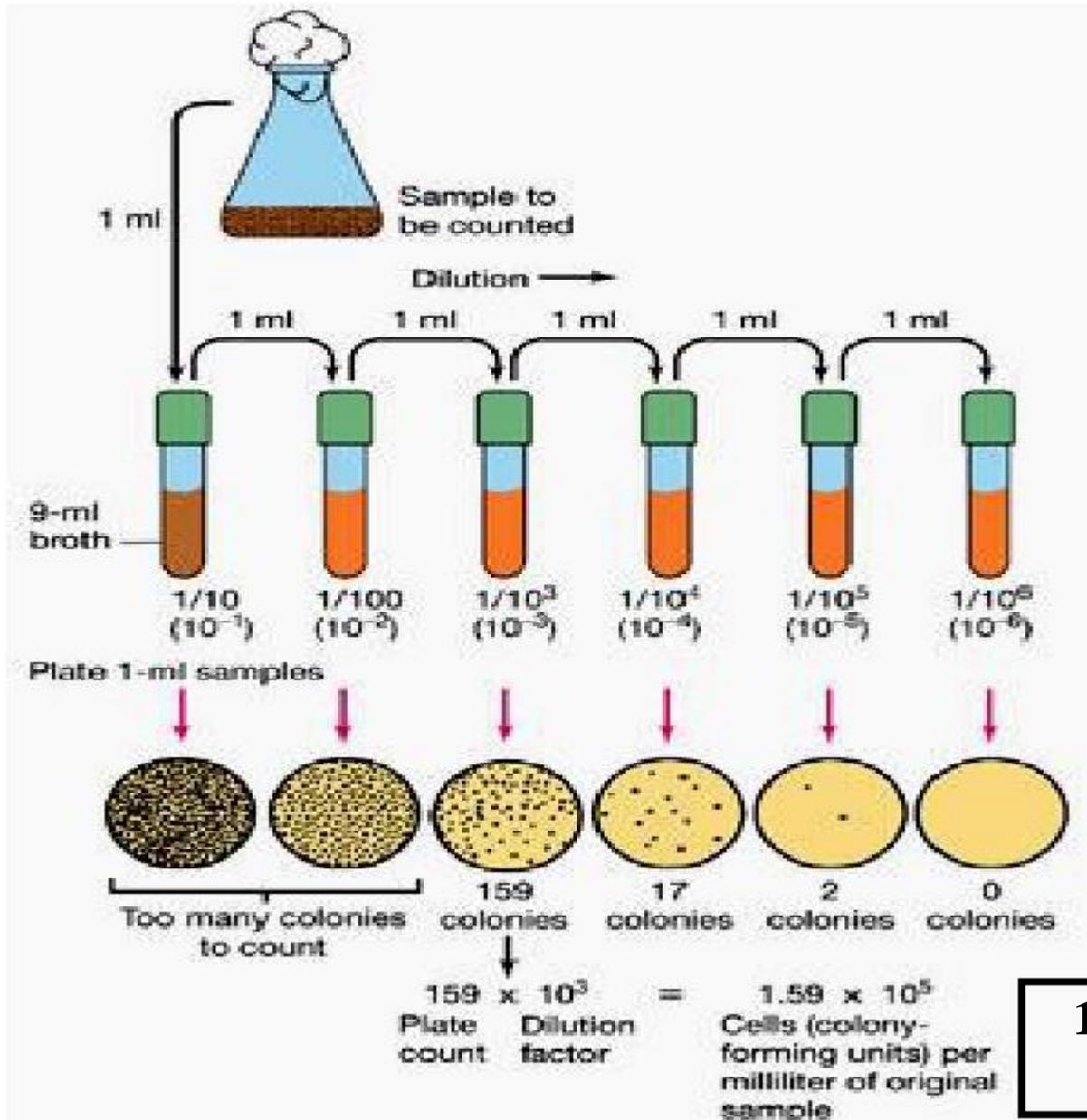
## Indiretos



- ✓ Turbidimetria
- ✓ Atividade Metabólica
- ✓ Peso Seco

# Contagem em Placa

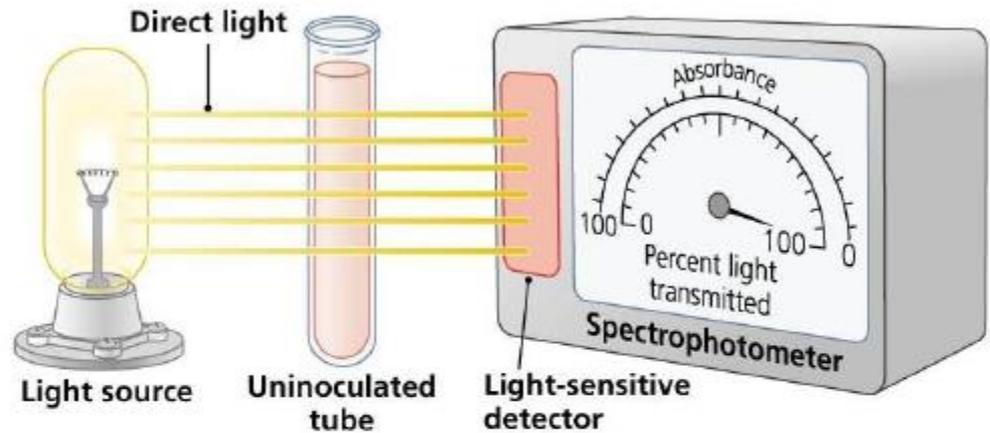
## Diluição Seriada



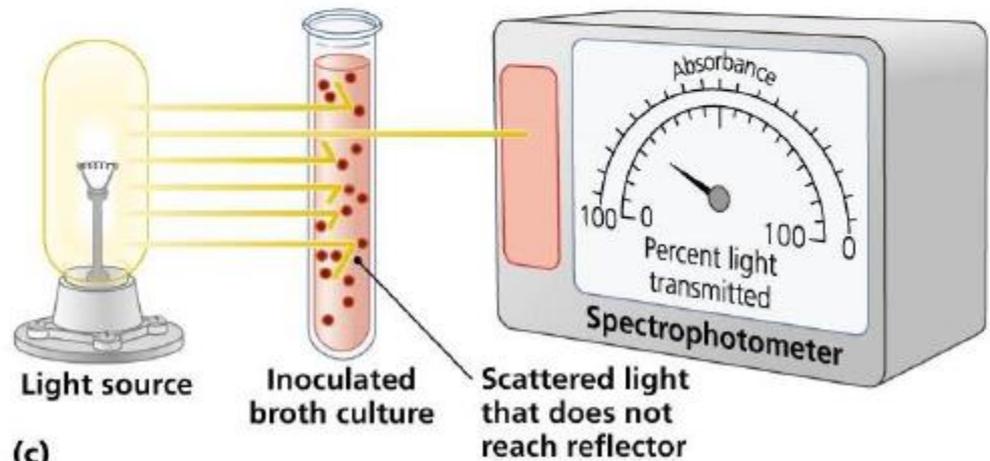
# Turbidimetry



(a)

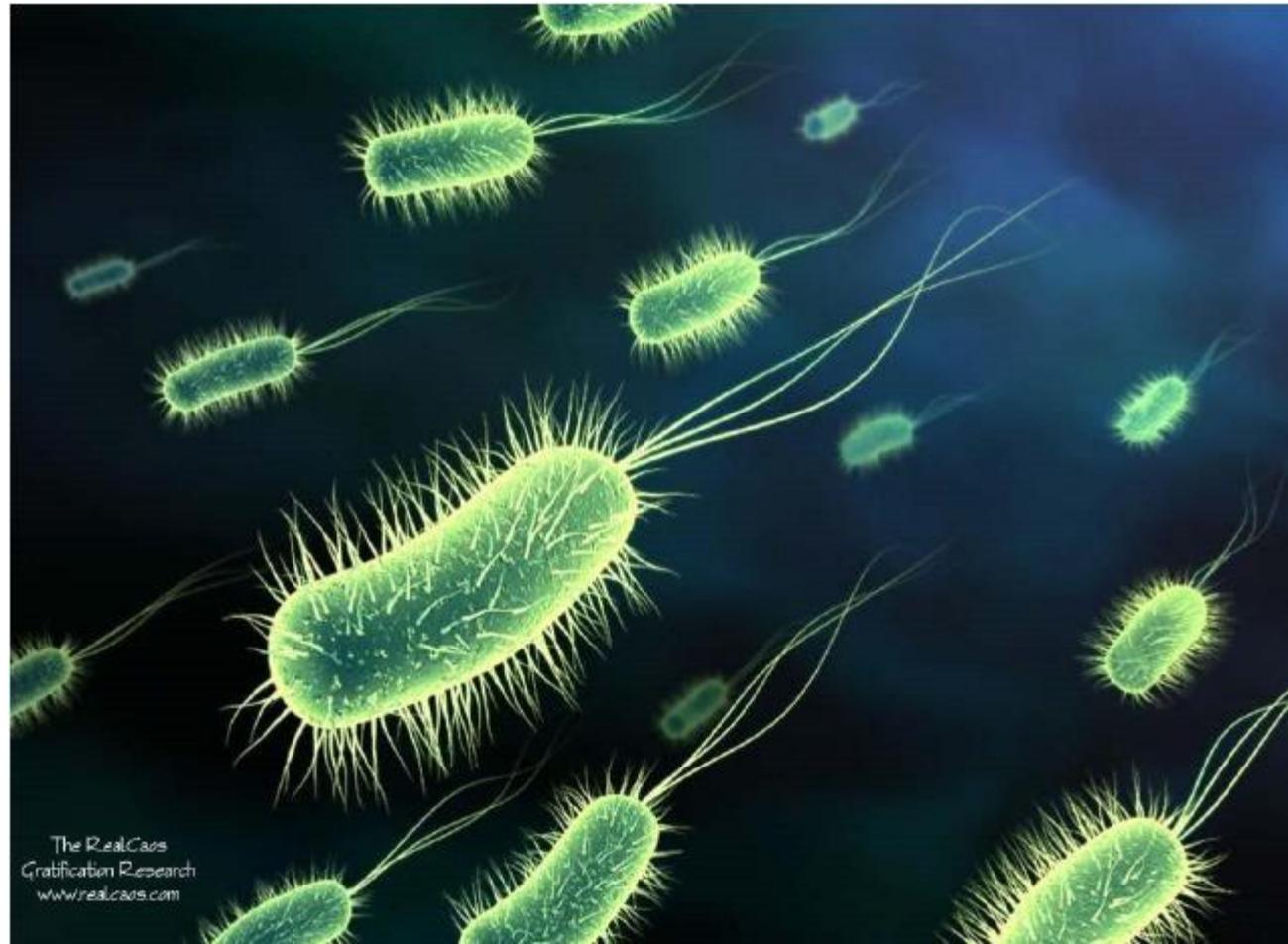


(b)

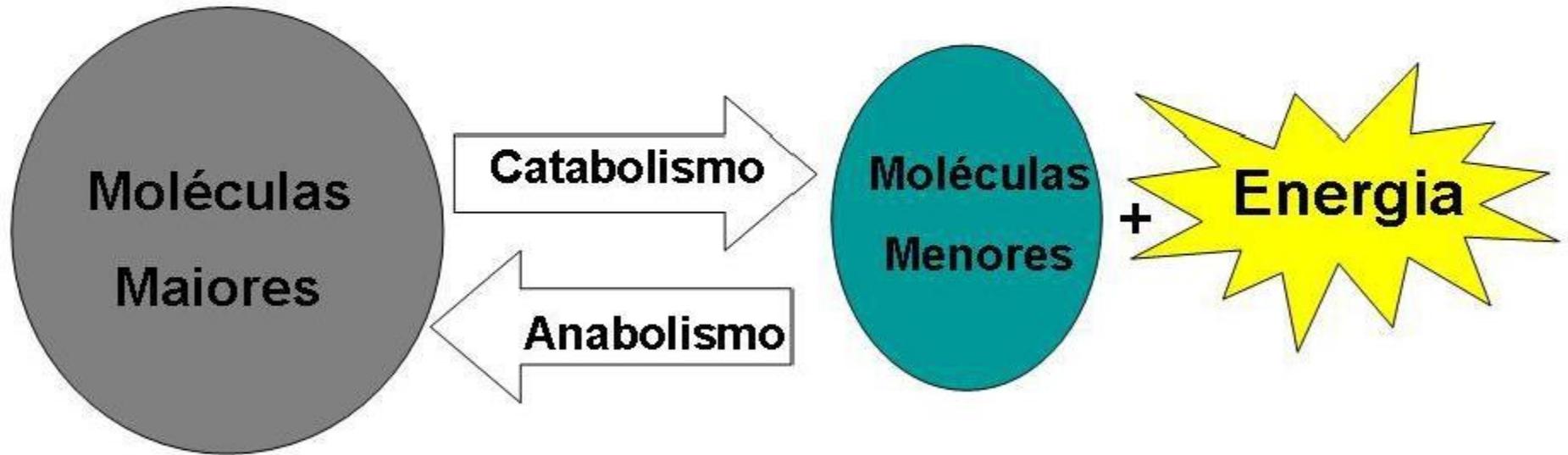


(c)

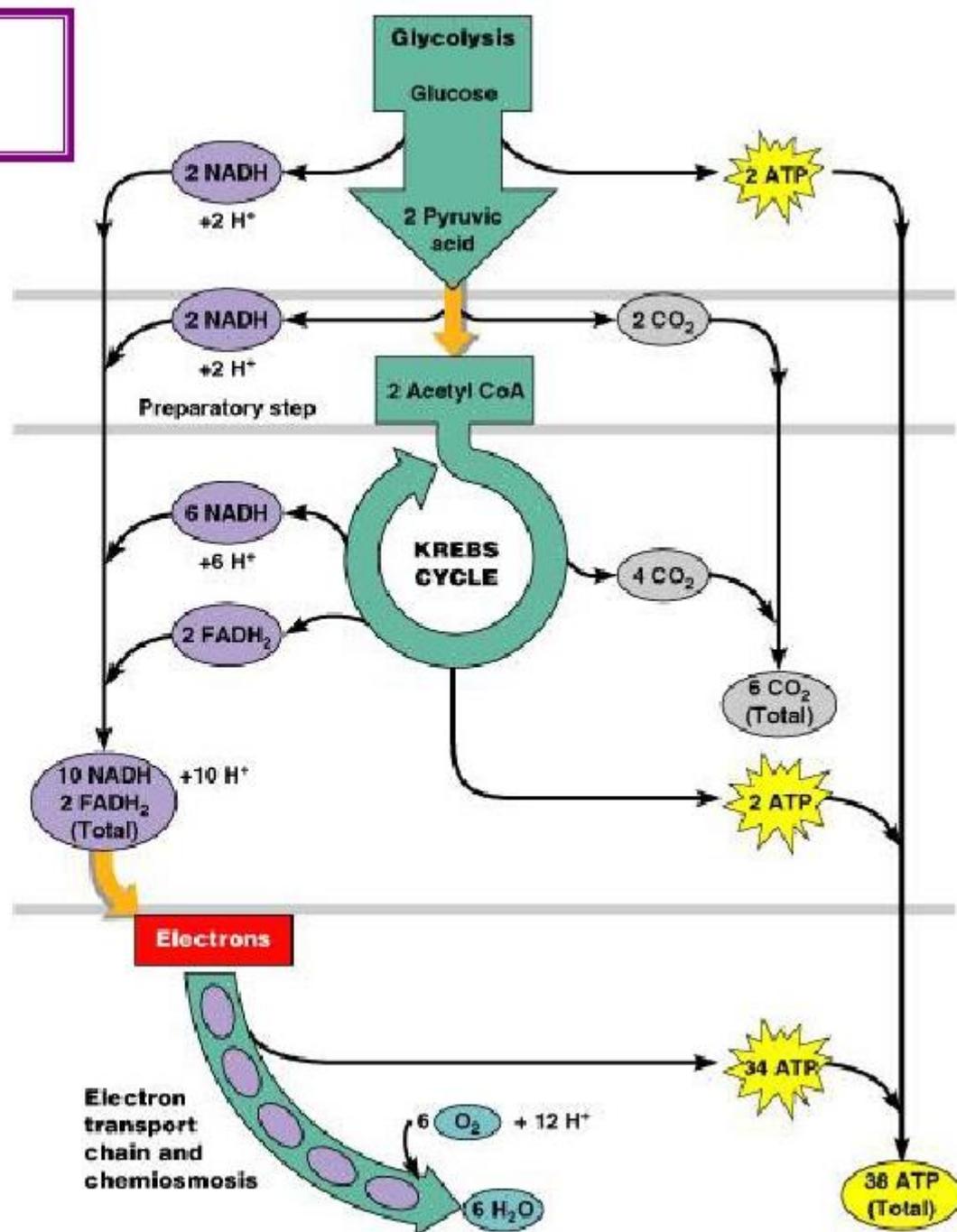
# Metabolismo



# Catabolismo e Anabolismo



# Respiração



38 ATP

# Fermentação



Ácido láctico

*Streptococcus,  
Lactobacillus e  
Bacillus*



*Saccharomyces  
(Levedura)*

Glicose

Ácido pirúvico

Fermentação  
ácido-homoláctica

Fermentação  
alcoólica

Álcool etílico  
e CO<sub>2</sub>

Fermentação  
Ácido-mista

Ácido acético,  
Ácido succínico,  
Álcool etílico,  
CO<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>

*Escherichia,  
Salmonella*

Fermentação  
Butírica-butírica

*Clostridium*  
Ácido butírico,  
Butanol, Álcool  
isopropílico,  
Acetona e CO<sub>2</sub>

Fermentação  
butilénoglicólica  
Fermentação  
propiónica

Butanodiol  
e CO<sub>2</sub>

*Klebsiella,  
Enterobacter*

Ácido propiónico,  
Ácido acético  
e CO<sub>2</sub>

*Propionibacterium*



2 ATP

# Para Pensar:

## *Embriaguez Involuntária*

Um homem foi preso na Virgínia por dirigir bêbado. Ele alegou uma defesa bastante incomum: embriaguez involuntária — devida a leveduras fermentando a comida no seu estômago, produzindo portanto álcool que foi absorvido pela sua corrente sanguínea. O juiz não levou muito em consideração a sua desculpa e o considerou culpado. O nível de álcool no sangue deste réu em particular foi considerado mais alto que o normalmente encontrado em pessoas com tais infecções. Entretanto, há casos documentados no Japão e nos Estados Unidos de pessoas que são incapazes de permanecer sóbrias devido a infecções no estômago por cepas peculiares da levedura *Candida albicans*.