

# CONTROLE DO CRESCIMENTO MICROBIANO PARTE 2

Prof. José Antonio Santos Souza

19/09/2025

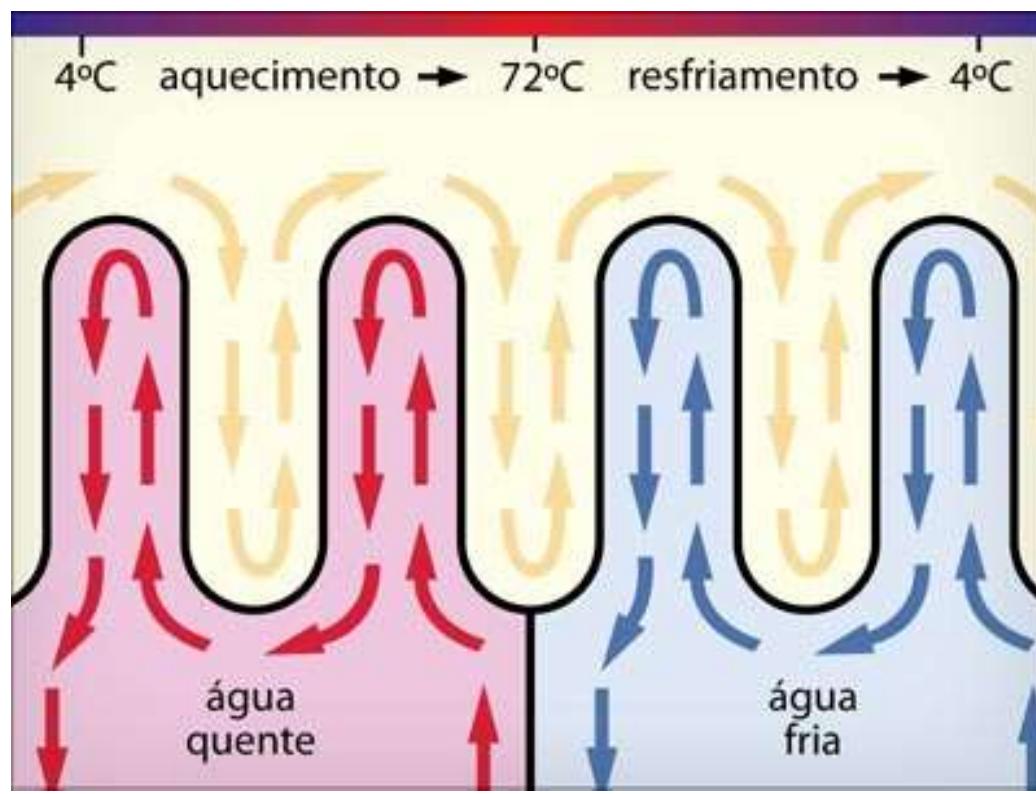
# CALOR ÚMIDO

## PASTEURIZAÇÃO

- Não elimina todos os microrganismos;
- Elimina os principais patogênicos: *Mycobacterium tuberculosis*, *Salmonella*, *E. coli*;
- **Lenta** (62-65° C – 30 minutos);
- **Rápida** (72-75° C – 15 a 20 segundos);
- ***Ultra High Temperatura*** (135-145° C – 2 a 5 segundos);
- Usado para leite, bebidas, etc.

# CALOR ÚMIDO

## PASTEURIZAÇÃO



# CALOR SECO

- Morte pela oxidação (espécies reativas de oxigênio) dos constituintes celulares;
- Desnaturação do DNA e de proteínas;
- **Menos eficiente que o calor úmido (ar conduz menos temperatura).**

# CALOR SECO

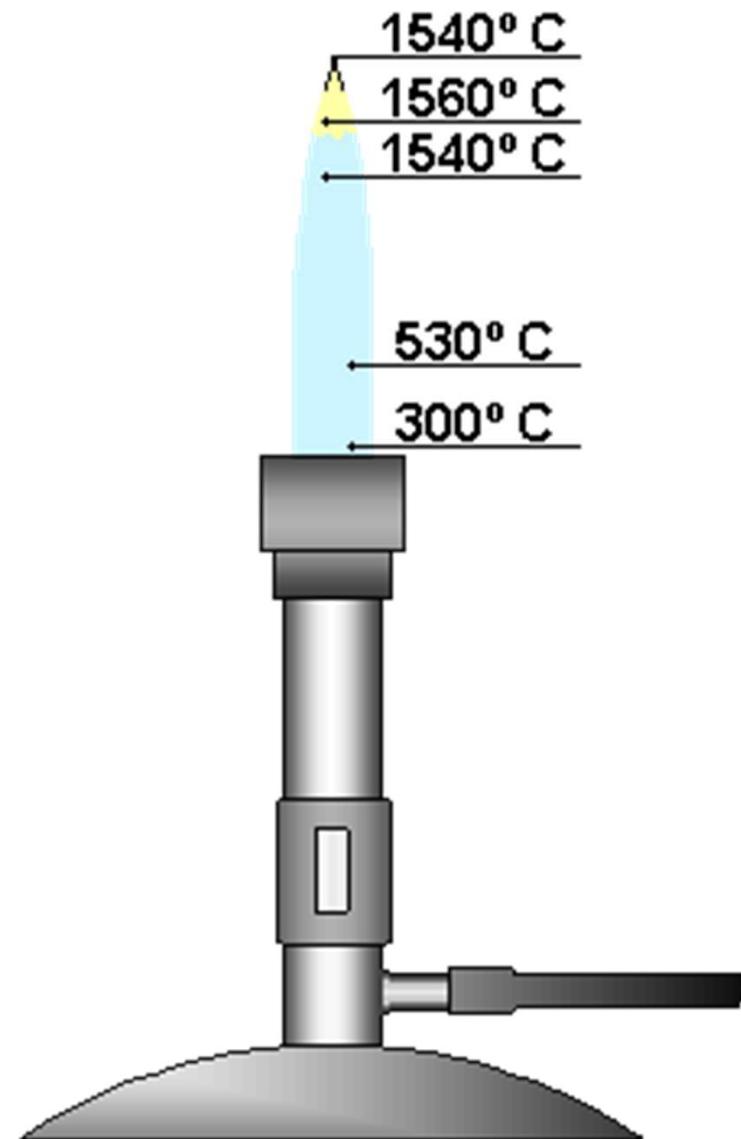
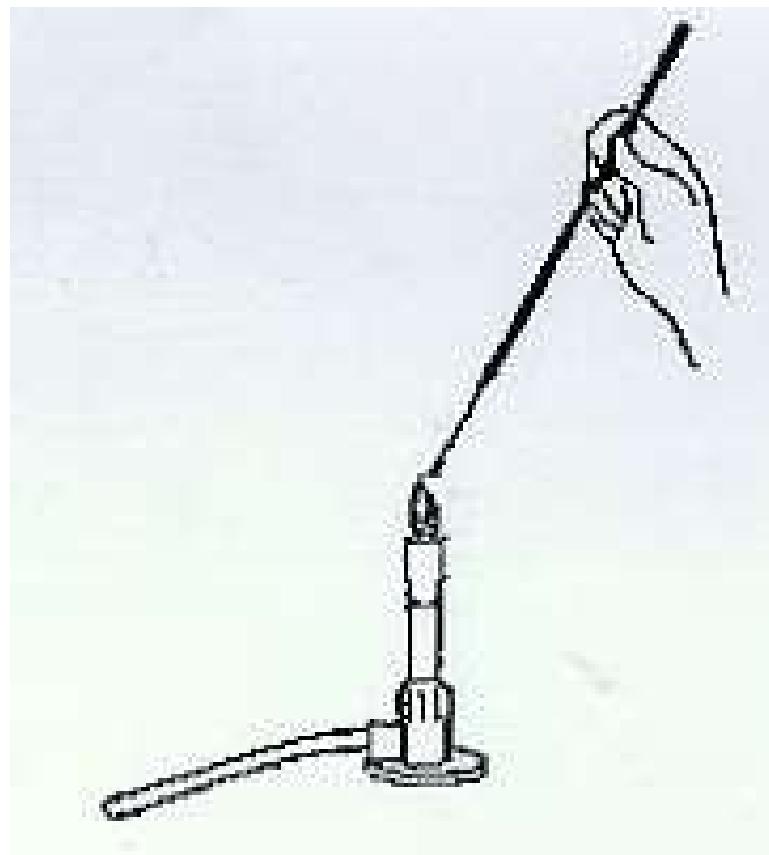
- Incineração: Destroi o produto e os microrganismos;
- Flambagem: Submetido diretamente ao fogo, seco ou embebido em álcool;
- Estufa ou forno esterilizante (forno Pasteur):  $160^{\circ}\text{ C}$  por 2 h ou  $180^{\circ}$  por 1 h.

# CALOR SECO

- Incineração: Destroi o produto e os microrganismos.



# Flambagem



# **CALOR SECO**

## **Estufa ou forno esterilizante (Forno Pasteur)**



Estufa ou forno esterilizante:  
160° C por 2 horas ou 180° por 1 hora

# Temperaturas utilizadas no Controle do Crescimento bacteriano

Temperatura	Tempo exposição	Ação
160º C	2 horas	Morte de esporos no ar seco (forno)
121º C	15 minutos	Morte de esporos por Autoclavagem em 15 Psi de pressão
100º C	2 horas por 3 dias	Morte de esporos em água fervente
82º C	3 segundos	Morte de bactérias patogênicas por pasteurização
72º C	15 -17 segundos	Morte de bactérias patogênicas por pasteurização
63º C	30 minutos	Morte de bactérias patogênicas por pasteurização
5º C		Temperatura do refrigerador
- 10º C		Temperatura do freezer



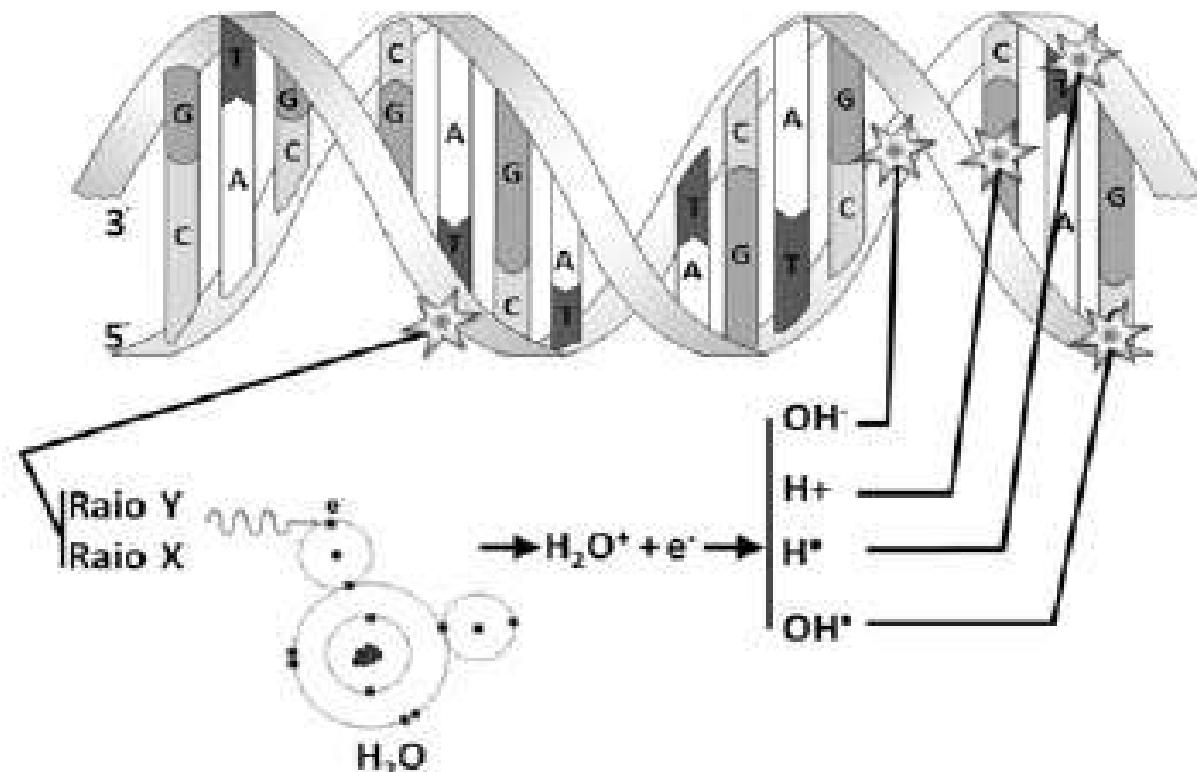
# RADIAÇÃO

**Radiação ionizante – Altamente penetrante**

- **Efeito direto:** ionizam as moléculas do microrganismo (DNA, proteínas);
- **Efeito indireto:** ionizam moléculas de água e oxigênio criando as Espécies Reativas de Oxigênio (EROs);
- Exemplo: Cobalto-60 (radiação gama), raio X.

# Radiação Ionizante

## EFEITO DIRETO E INDIRETO DA RADIAÇÃO IONIZANTE



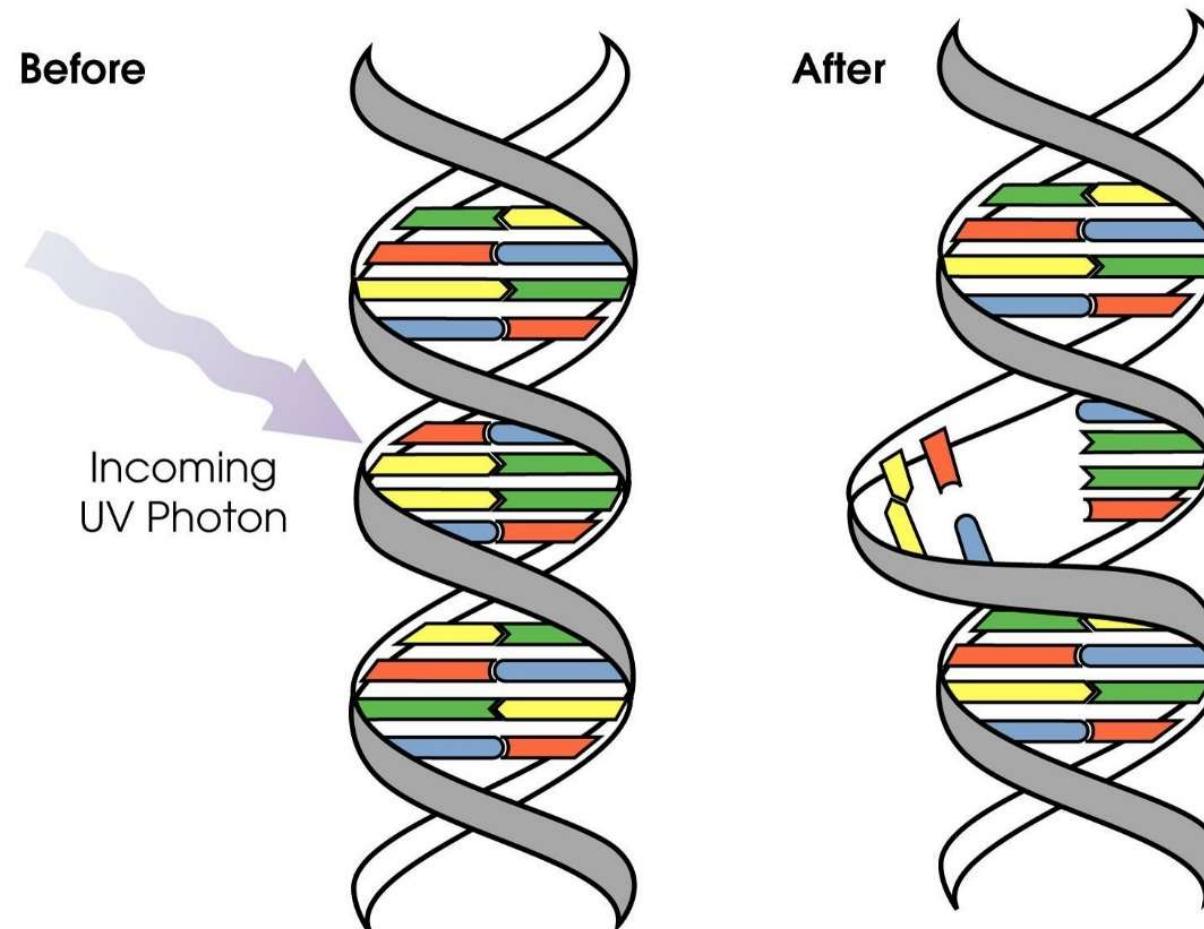
Via direta

Via  
indireta

**Figura 1.** A lesão direta do DNA ocasiona a quebra de suas ligações estruturais. Na lesão indireta, há deslocamento de elétron ( $e^-$ ) da molécula de água ( $H_2O$ ), que se torna um ion água positivo ( $H_2O^+$ ). O elétron reagirá com outra molécula de água formando  $H_2O^-$ , que se dissocia em ion hidroxila ( $OH^-$ ) e radical livre hidrogênio ( $H^\bullet$ ). O ion água positivo ( $H_2O^+$ ) se dissocia em ion hidrogênio positivo ( $H^+$ ) e radical livre hidroxila ( $OH^\bullet$ ). Os ions e radicais livres são altamente reativos com as estruturas celulares.

# Radiação não-ionizante

- **Raios UV** – produz dímeros de pirimidina (**timina**) no DNA, provocando mutações.





# Lâmpada UV

---

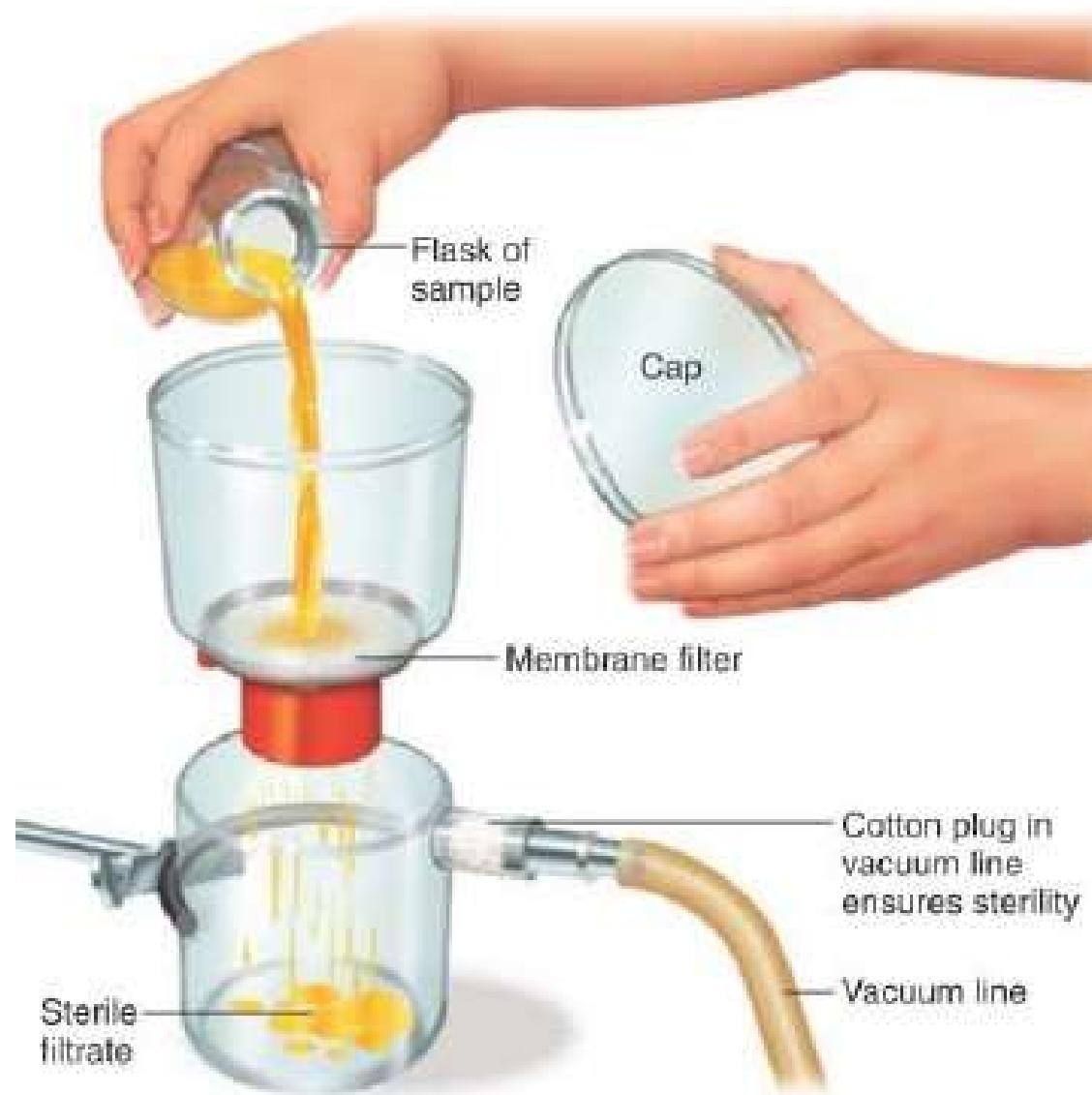
*Radiação não-ionizante*

# FILTRAÇÃO

Filtros especiais com poros que retém os microrganismos de soluções termosensíveis.



# FILTRAÇÃO

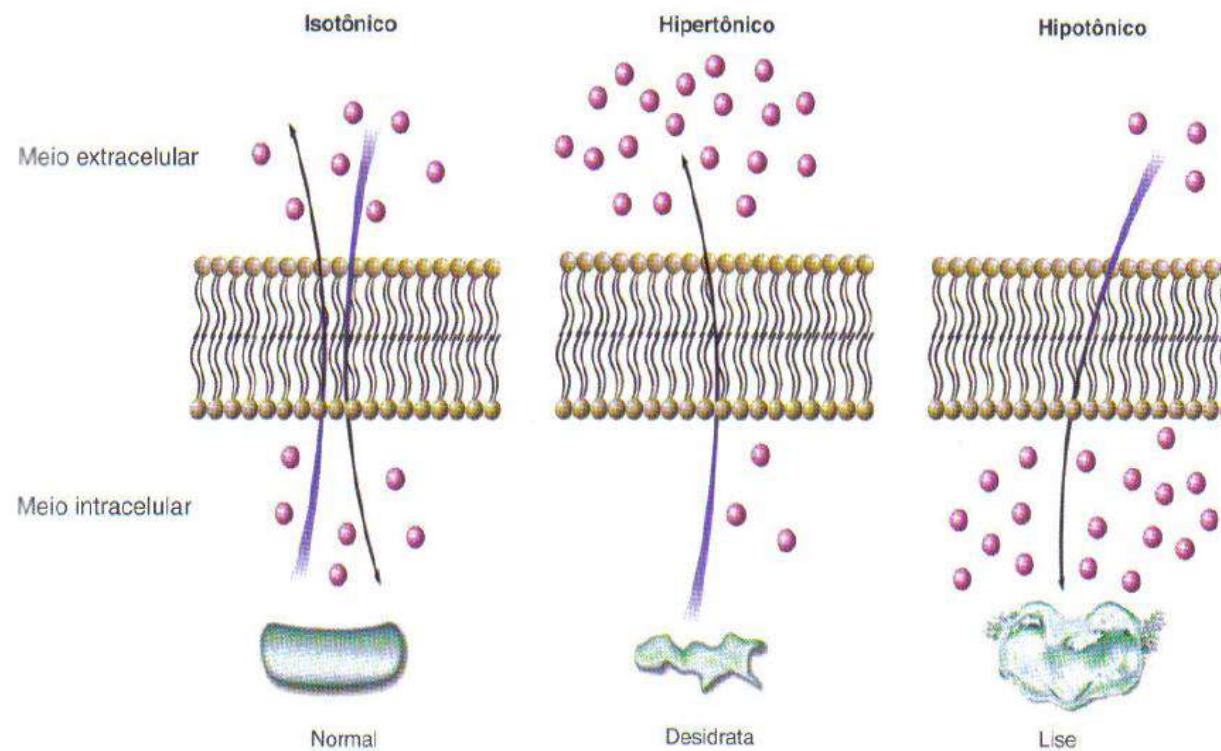


# FILTRAÇÃO



# Pressão Osmótica

- Aumento da concentração de sal ou açúcar;
- Mecanismo de ação: retirada de água condensando o citoplasma, retraindo a membrana e desnaturando proteínas.



# Agentes químicos

- Podem ser esterilizantes (matam microrganismos) ou desinfetantes (reduz a carga microbiana);
- Principais grupos químicos: álcoois, aldeídos, fenóis, halogênios, agentes de superfície, metais pesados, oxidantes, entre outros.

# Agentes químicos

- **Desinfetantes**: penetram na matéria orgânica sem perder sua ação germicida; ausência de ação corrosiva;
- **Antissépticos**: não são irritantes, não interferem na cicatrização e não são absorvidos pela pele.

# Álcoois

- Bactericida, fungicida, destrói vírus envelopado e é inofensivo contra endósporos;
- Os mais comuns são o **etanol** e o **isopropanol** (melhor);
- Atuação: desnaturação de proteínas, lise de membranas pelo aumento da solubilidade de lipídeos e na parede celular bacteriana, inibindo sua síntese e provocando sua destruição.



# Álcoois

- Álcool 70%: melhor concentração, pois a água facilita a entrada do álcool para a desnaturação das proteínas do microrganismo.
- Indicado para **desinfecção de superfícies e artigos que não toleram outros tipos de desinfecção ou esterilização**.



# Fenóis

- Ação: Ruptura da membrana plasmática, desnaturação de proteínas e inibição de enzimas.
- **Raramente usado como desinfetante ou antisséptico por suas características irritantes e odor desagradável.**
- **Desinfetante fraco**, atividade bactericida em 0,2 a 1%.

# Halogênios

- **Iodo e Cloro:** agentes oxidantes, inibem a função de proteínas;
- **Iodo:** antisséptico efetivo;
  - Bactericida, fungicida;
  - Usado com álcool (álcool-iodado).
- **Cloro:** na forma de hipoclorito ( $\text{NaOCl}$ ); desinfecção de água e utensílios.



# Agentes oxidantes

- Mecanismo de ação: liberação de O<sub>2</sub>; oxida os sistemas enzimáticos;
- **Peróxidos:** H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 23% - age sobre microrganismos anaeróbios;
- **Ácido peracético:** efetivo contra bactérias, fungos e vírus;
- **Ozônio:** empregado na desinfecção de água.



# Agentes de superfície

## Sabões e detergentes não-iônicos:

- Remoção mecânica dos microrganismos;
- Inibição enzimática, desnaturação proteica e ruptura da membrana plasmática.

## Detergentes aniônicos:

- Lauril sulfato de sódio.

## Detergentes catiônicos:

- Cepacol (cloreto de benzalcônio).



# Aldeídos

- Glutaraldeído;
- Desinfecção de equipamentos cirúrgicos (**2% por 30 min**) e esterilização (**2% por 10 h**);
- Atuação: Inativam proteínas e danificam DNA e RNA;
- Está sendo substituído pelo ácido peracético 0,2%;
- Ação contra bactérias e fungos;
- **Tóxico para os tecidos.**



# Metais pesados

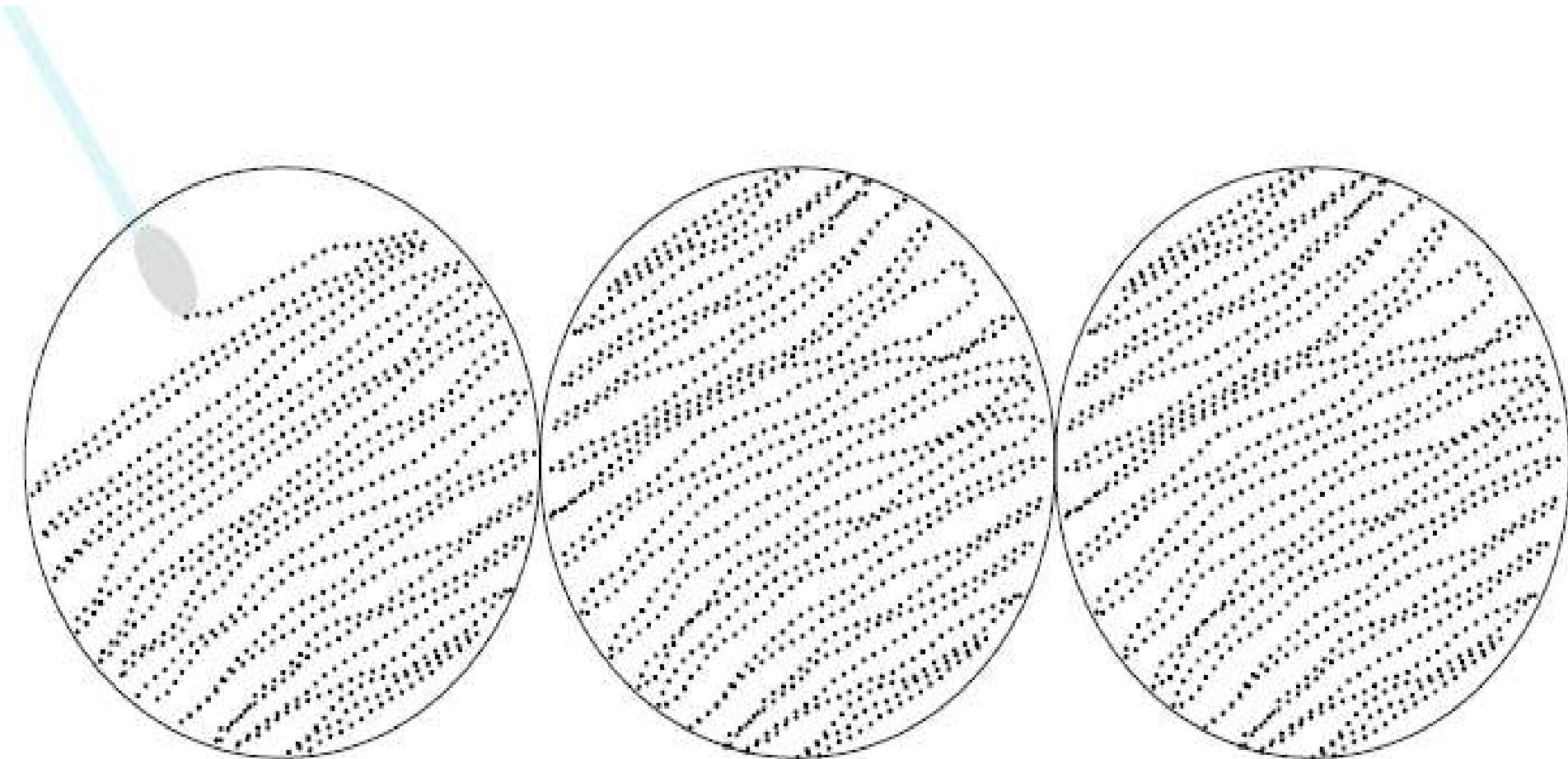
- Desnaturação proteica;
- Podem ser utilizados como **antissépticos**;
- Bacteriostáticos;
- **AgNO<sub>3</sub>**: pode ser utilizado para prevenir infecções oculares (colírio);
- **Cloreto de mercúrio**: antisepsia de pele e mucosas; **não é mais usado, por ser tóxico!**
- **CuSO<sub>4</sub>**: algicida.

# Agente químico ideal

- **Amplio espectro;**
- **Toxicidade seletiva;**
- **solúvel em água, estabilidade, odor relativo;**
- **Não corrosivo;**
- **Disponibilidade e preço razoável;**
- **Não poluir o meio ambiente.**



# Determinação do espectro de ação de um desinfetante

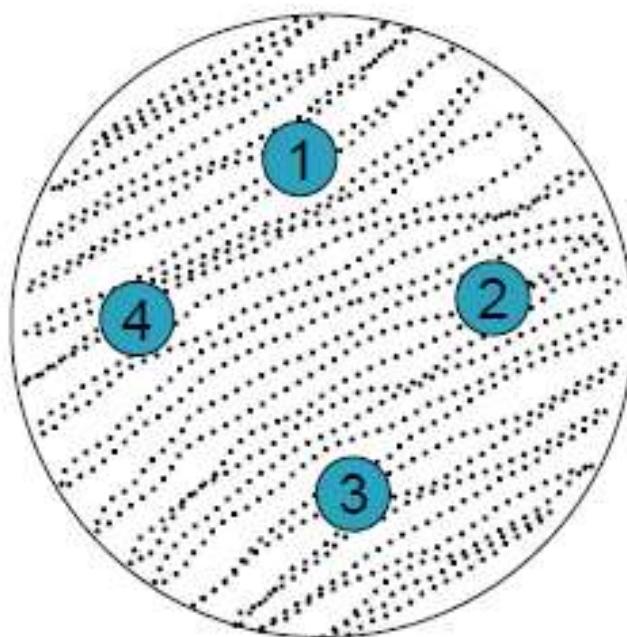


*Staphylococcus aureus*

*Escherichia coli*

*Pseudomonas aeruginosa*

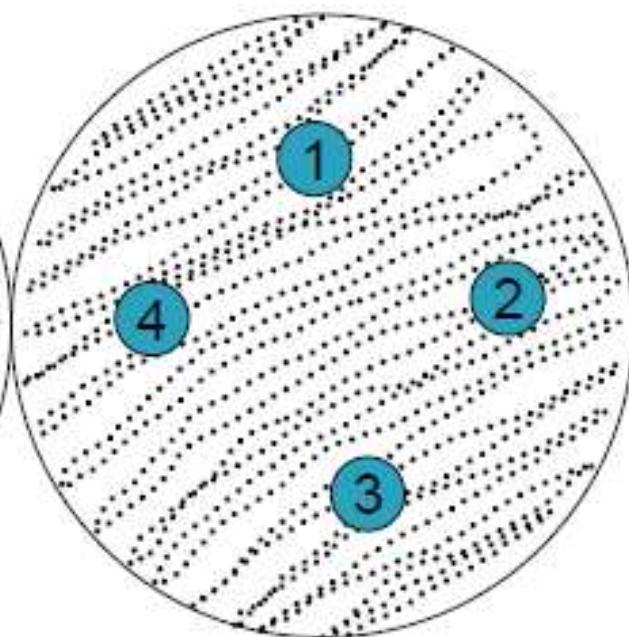
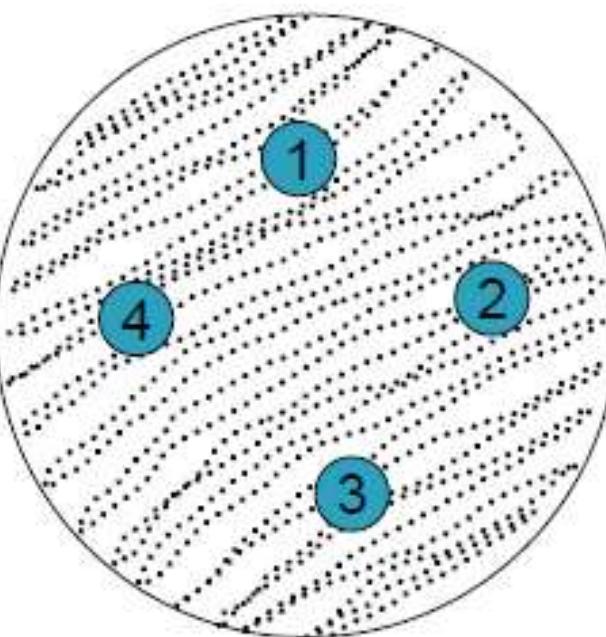
# Determinação do espectro de ação de um desinfetante



*Staphylococcus aureus*

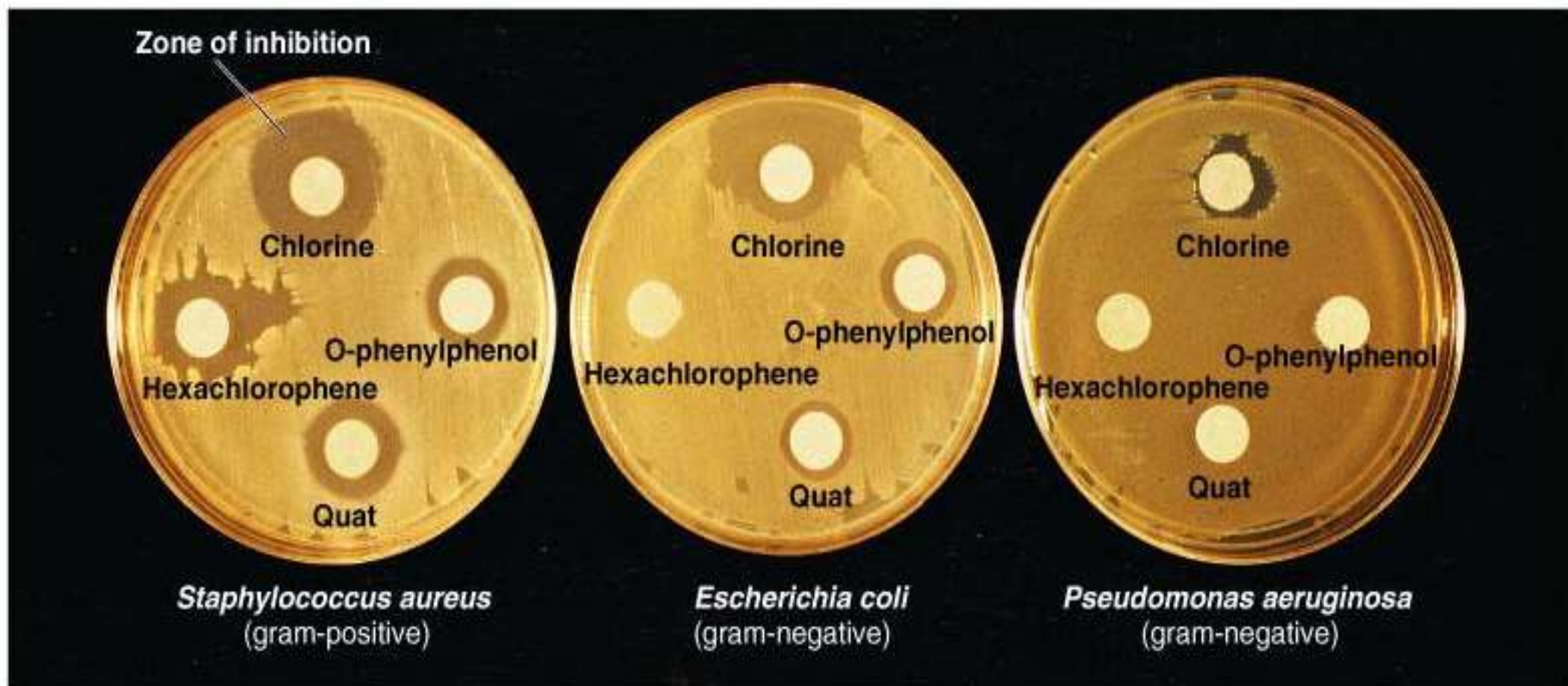
*Escherichia coli*

*Pseudomonas aeruginosa*



= Disco impregnado com desinfetante

# Determinação do espectro de ação de um desinfetante



# Agentes Antimicrobianos utilizados *In vivo*

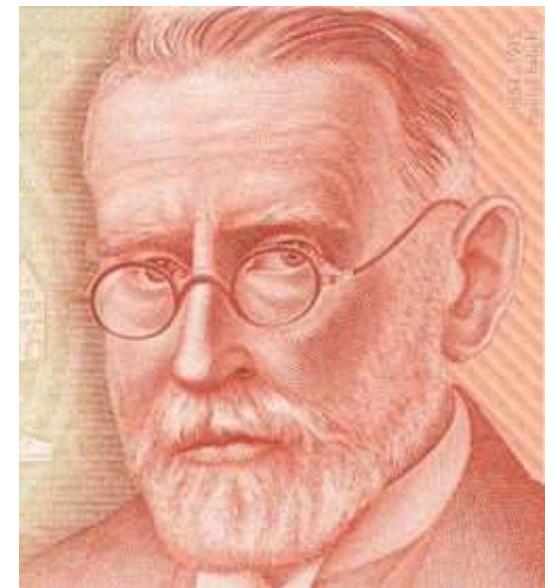
Agentes  
Sintéticos

Antibióticos

# Fármaco antimicrobiano sintético

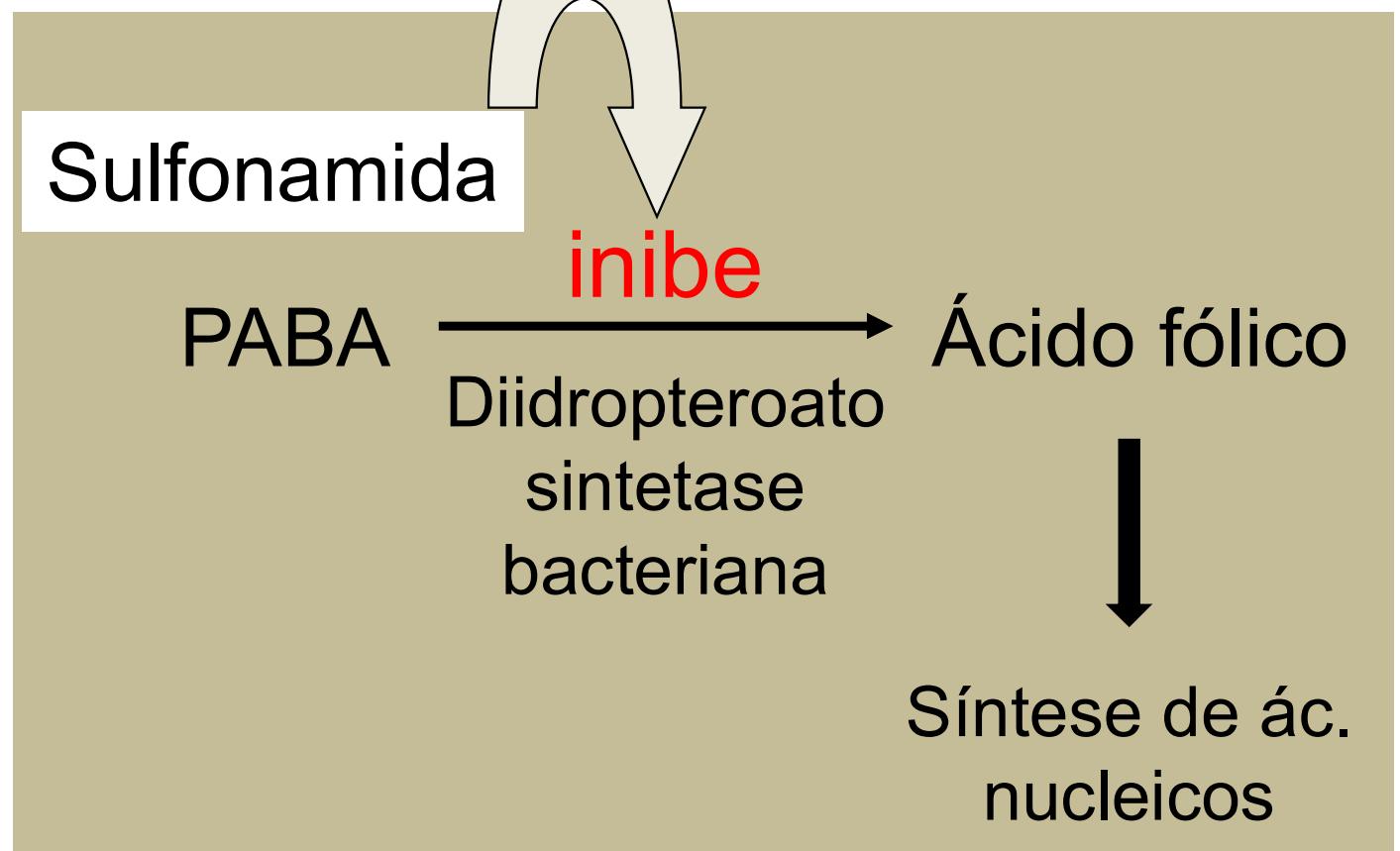
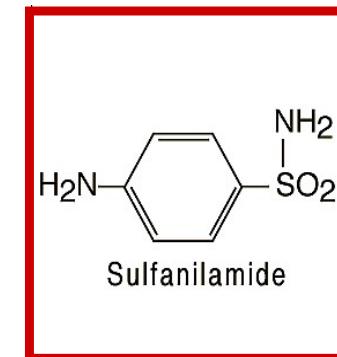
- **SALVARSAN**

- ❖ Primeiro agente quimioterápico à base de arsênio.
- ❖ Tratamento da sífilis.
- ❖ Doloroso, efeitos colaterais desagradáveis.
- ❖ Paul Erlich – Nobel de 1908.



# Fármaco antimicrobiano sintético

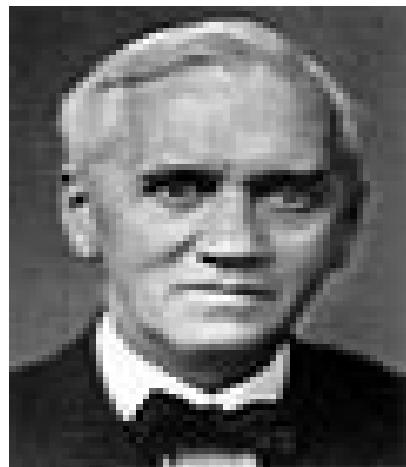
- **SULFONAMIDAS**



# ANTIBIÓTICOS

Agentes antimicrobianos produzidos por microrganismos (bactérias e fungos) exibindo função de inibir ou matar outros microrganismos.

**Ganhadores do Prêmio Nobel em Fisiologia e Medicina de 1945**  
“Descoberta da Penicilina e seus efeitos curativos em várias doenças infeciosas”.



*Sir Alexander Fleming*



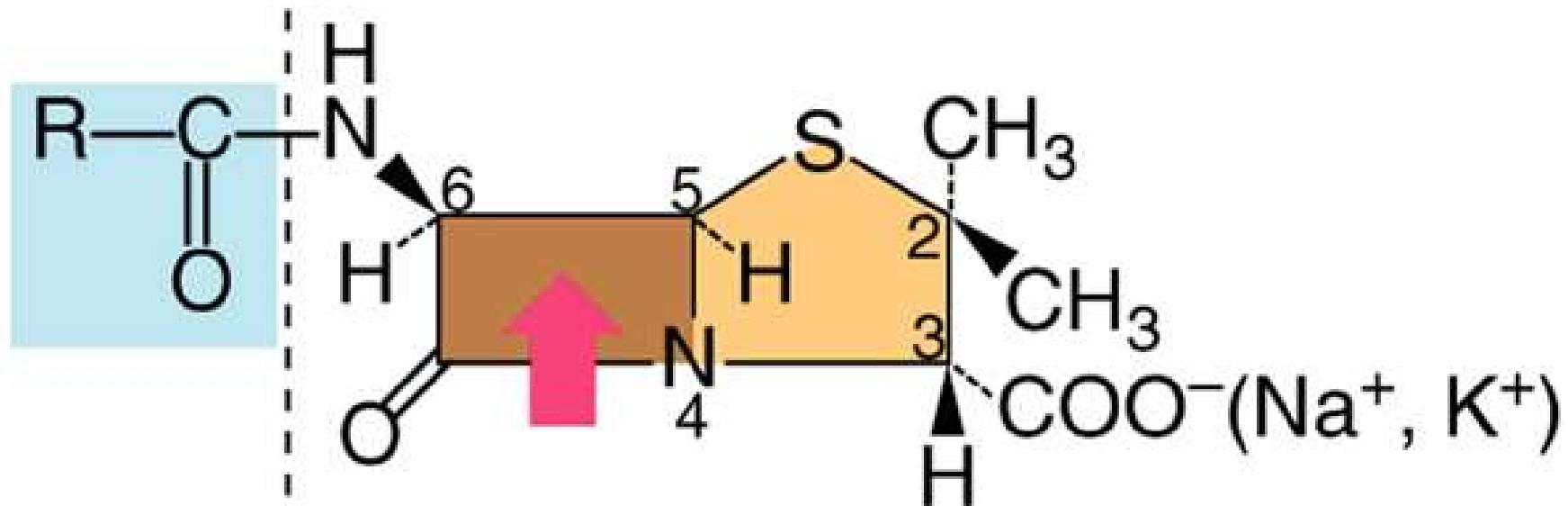
*Ernst B. Chain*



*Sir Howard Florey*

# ANTIBIÓTICOS

- betalactâmicos



Anel

$\beta$ -lactâmico

Anel

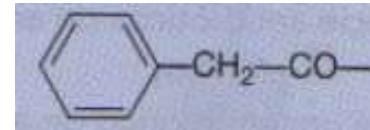
tiazolidina

Ácido 6-aminopenicilânico

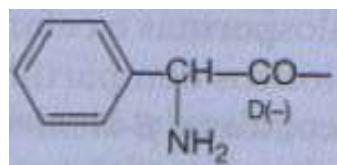
Grupo N-Acil

# Antibióticos

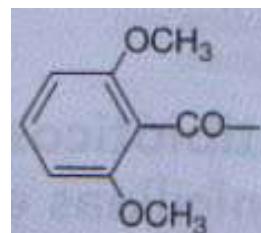
## $\beta$ -lactâmicos



Penicilina natural (penicilina G):  
atividade contra Gram (+)  
**sensível a  $\beta$ -lactamase**

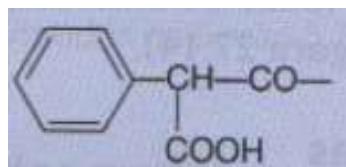


### PENICILINA SEMISINTÉTICAS:

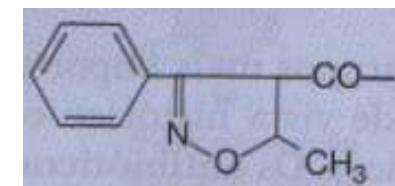


**Ampicilina:** Espectro de ação aumentado contra Gram (-)  
Estável em meio ácido,  
**sensível à  $\beta$ -lactamase**

**Meticilina:** estabilidade em meio ácido, **resistente a  $\beta$ -lactamase**



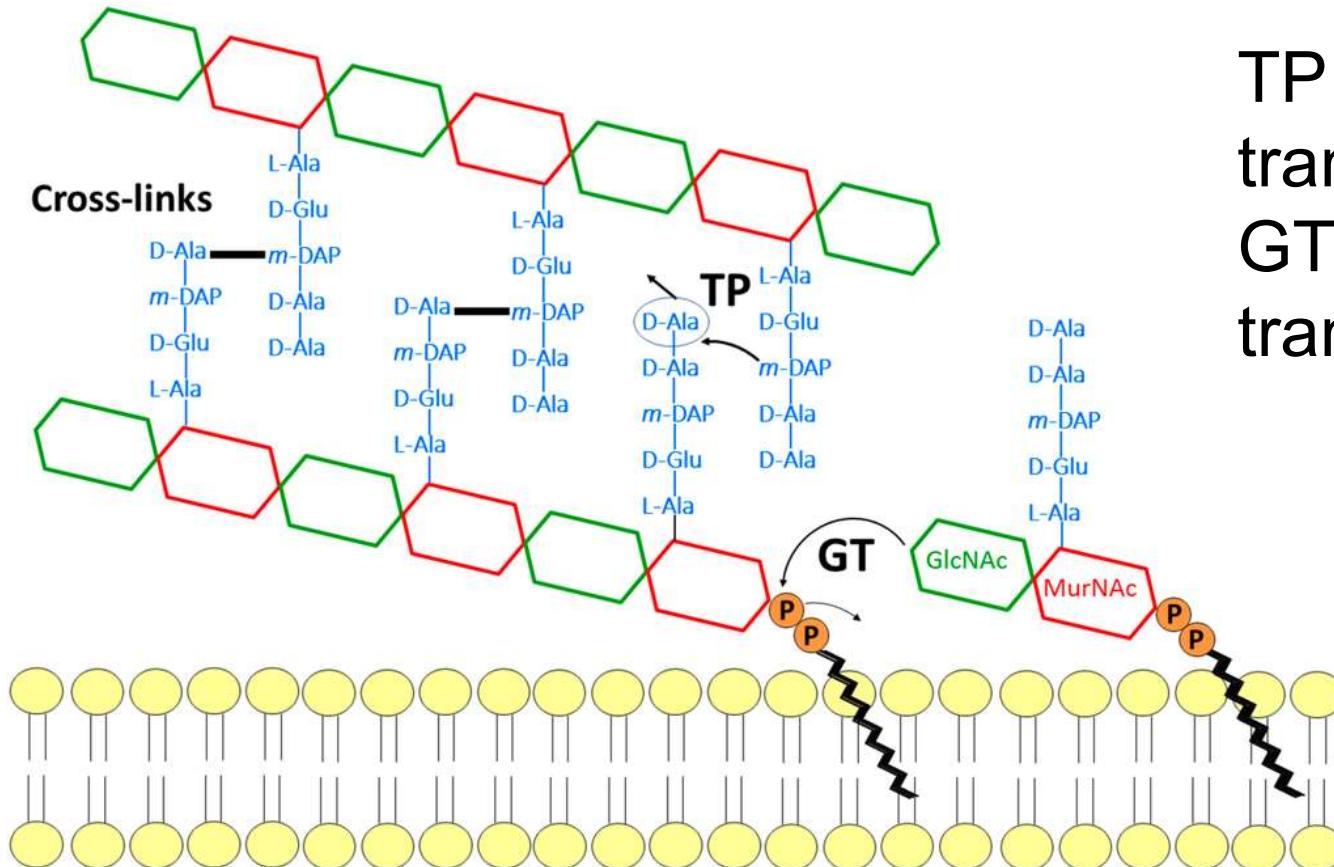
**Carbenicilina:** Espectro de ação aumentado contra *Pseudomonas aeruginosa*, estável em meio ácido, mas ineficaz por meio oral,  
**sensível à  $\beta$ -lactamase**



**Oxacilina:** estabilidade em meio ácido, **resistente a  $\beta$ -lactamase**

# Antibióticos: $\beta$ -lactâmicos

- Atuam inibindo a síntese da parede celular bacteriana, interferindo na enzima transpeptidase, impedindo as ligações entre os peptídeos durante a síntese de peptideoglicano.

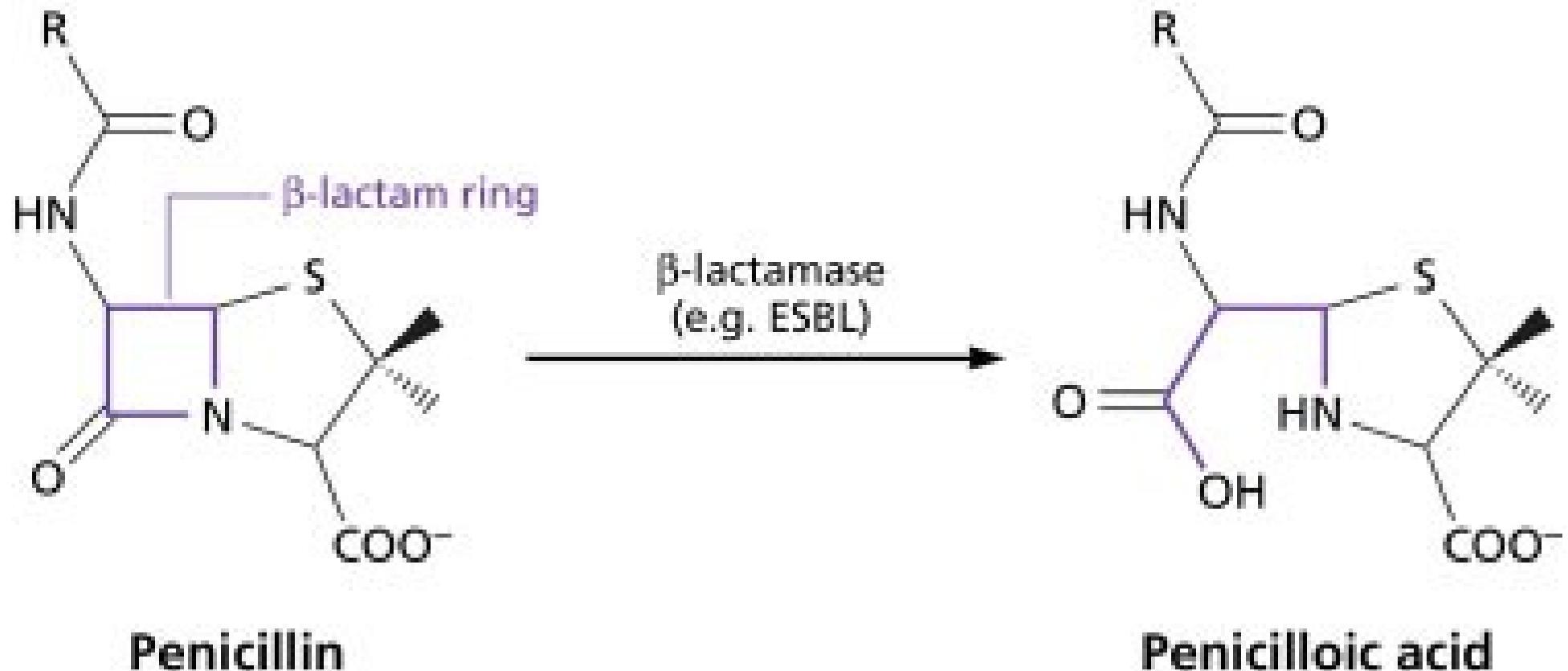


TP – enzima  
transpeptidase

GT – enzima glucoronil  
transferase

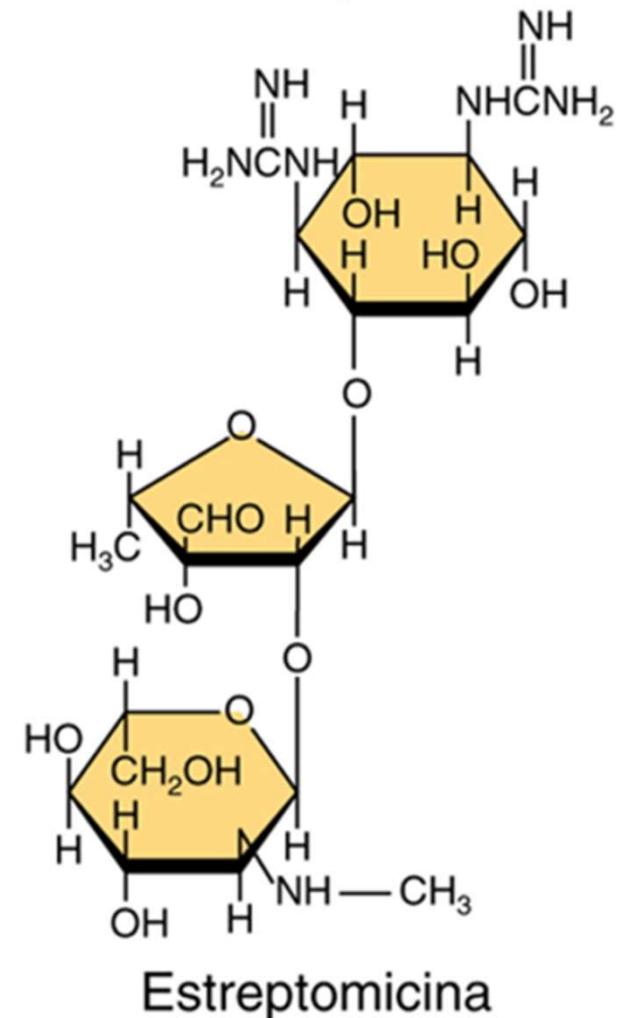
# Enzima $\beta$ -lactamase

## Penicillin Resistance



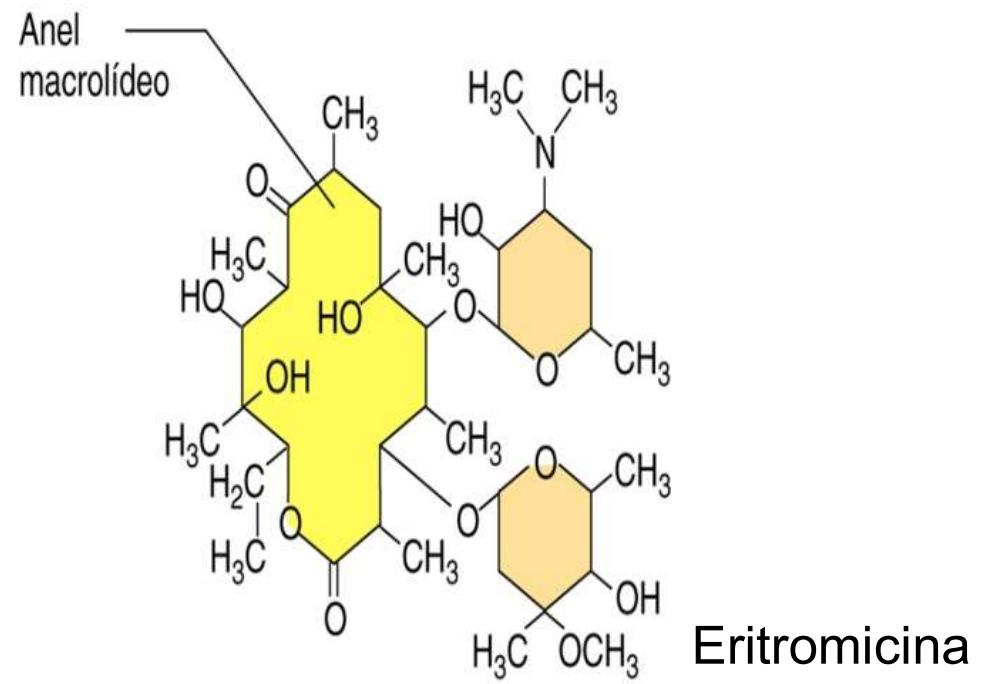
# Aminoglicosídeos

- Inibem a síntese de proteínas;
- **Usado mais contra Gram-negativas;**
- Efeitos colaterais: podem afetar o Sistema Nervoso;
- Estreptomicina (produzida por *Streptomyces griseus*).



# Macrolídeos

- Ativos contra Gram-positivas e Gram-negativas;
- **Pacientes alérgicos à penicilina;**
- **Eritromicina** (produzida por *Streptomyces erythreus*);
- Inibem a síntese proteica.



# Antibiograma

## Teste de Difusão em Discos

ou

## Teste de Sensibilidade aos Antibióticos

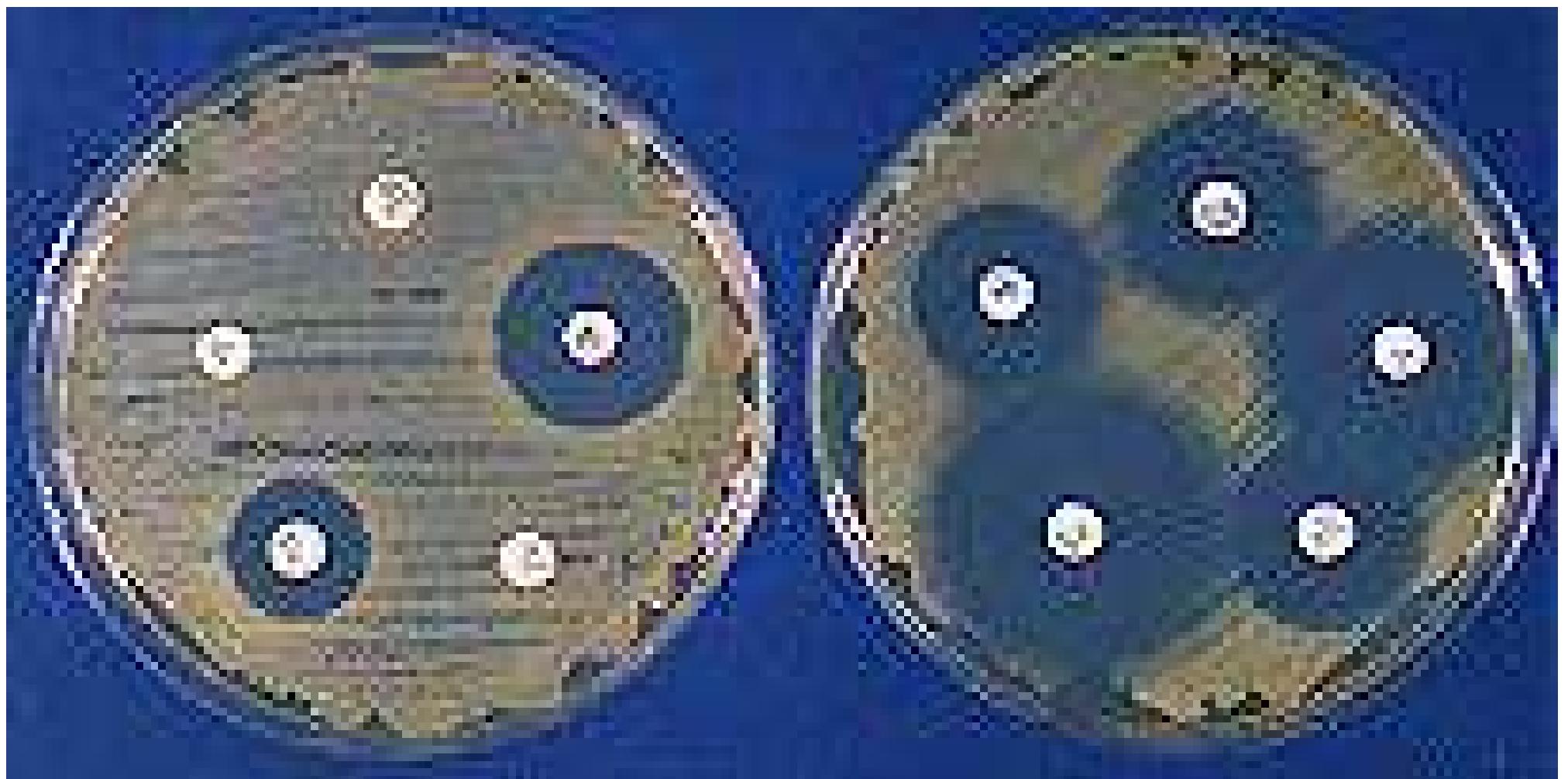
Padrões definidos pelo Instituto de  
Padrões Clínicos e Laboratoriais  
(CLSI)



O organismo teste exibe sensibilidade a alguns antibióticos, indicada pela inibição do crescimento bacteriano ao redor dos discos (zonas de inibição), após a incubação

# Antibiograma

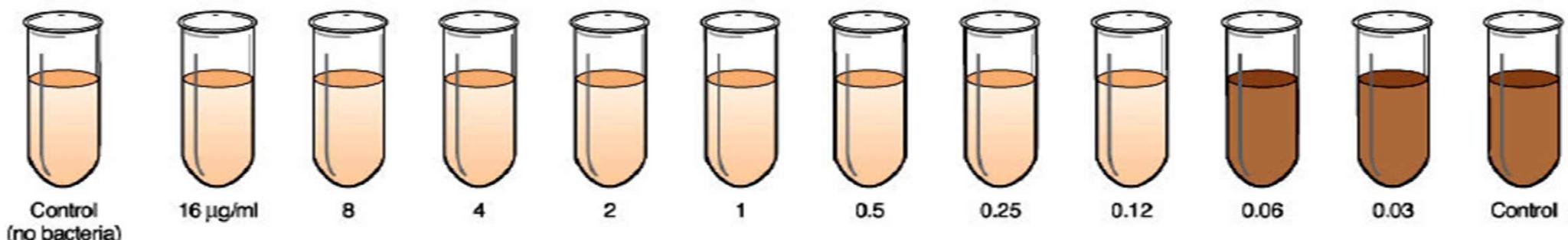
## Teste de Difusão em Discos



# Concentração Inibitória Mínima (CIM)

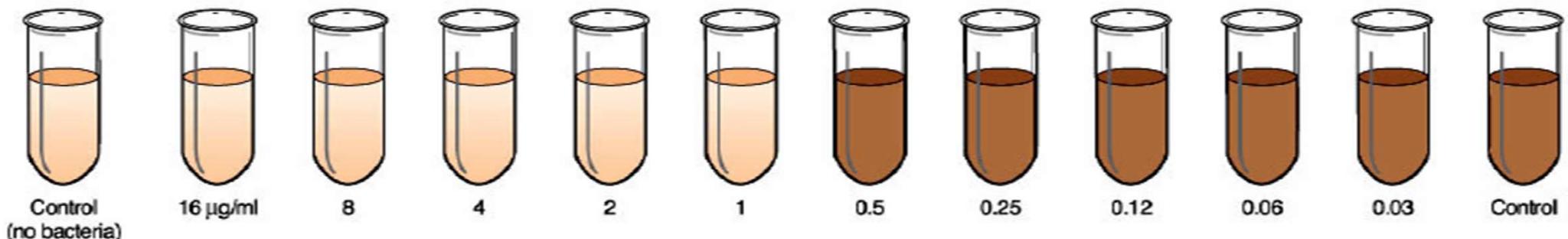
Copyright © The McGraw-Hill Companies, Inc. Permission required for reproduction or display.

Organism A



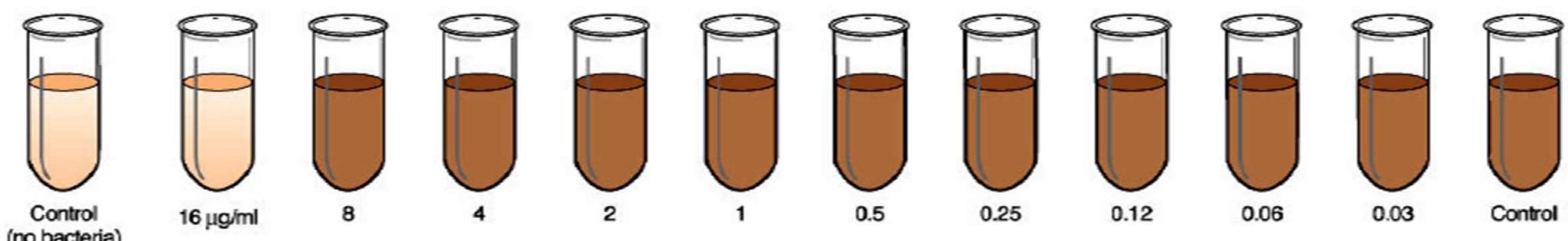
CIM = 0,12 µg/mL

Organism B



CIM = 1,0 µg/mL

Organism C



CIM = 16 µg/mL

OBIGADO!



jose.ssouza@ub.edu.br