

## Morfologia e Estrutura das bactérias

Instituto de Ciências  
Biomédicas USP



Profa. Elisabete Vicente  
Dep. Microbiologia  
ICB/USP  
[bevicent@usp.br](mailto:bevicent@usp.br)

- 1. Introdução:**
  - Os três domínios da vida
  - Bactérias do bem e bactérias ruins
- 2. Por que é importante o conhecimento da Morfologia e das Estruturas bacterianas?**
- 3. Morfologia bacteriana**
  - 3.1. Morfologia macroscópica**
  - 3.2. Morfologia microscópica**
- 4. Estruturas bacterianas**
  - 4.1. Membrana citoplasmática**
  - 4.2. Parede celular bacteriana**
  - 4.3. Demais estruturas bacterianas**
- 5. Questões**

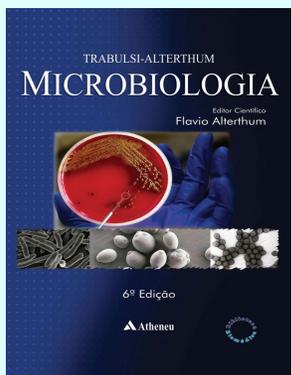


**Espaço Microbiologia  
ICB/USP**

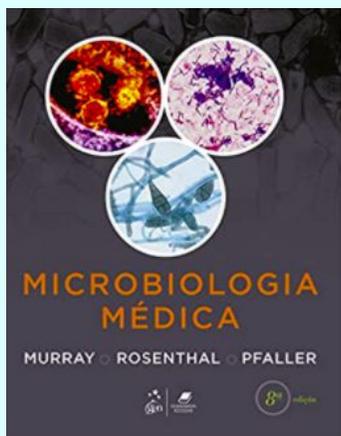
**bem vindos, bem vindos !!!!**

**Instituto de Ciências  
Biomédicas USP**

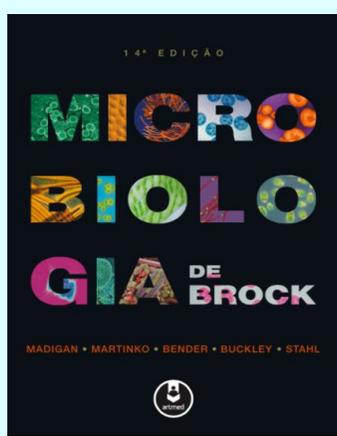
**Há vários ótimos livros de Microbiologia, abaixo seguem alguns recomendados:**



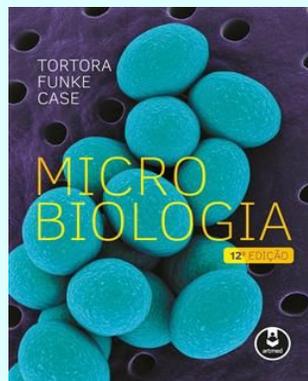
Microbiologia.  
**Trabulsi & Alterthum**  
**2015** , 6ª Ed.,  
Livraria Atheneu



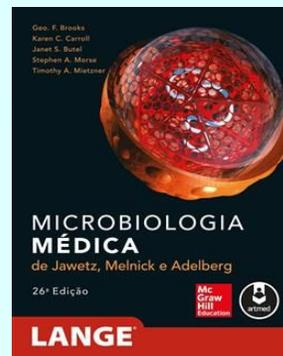
Microbiologia Médica  
**Murray, P.R.; Rosenthal, K. S.; Pfaller, M. A.**  
**2017** 8ª edição,  
Editoras: Gen/Guanabara  
Koogan.



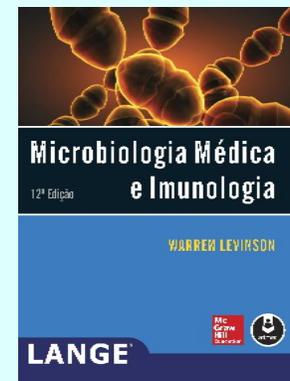
Microbiologia de **Brock**  
Eds. M. T. Madigan, J. M.  
Martinko, J. Parker.  
**2016**, 14ª. Ed.  
Editora ArtMed



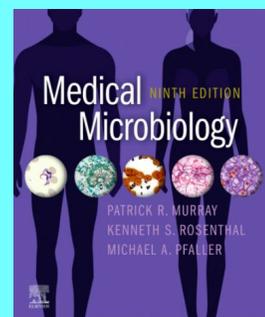
Microbiologia.  
**Tortora, Funke, Case.**  
**12ª. Ed., 2017.**  
Grupo A



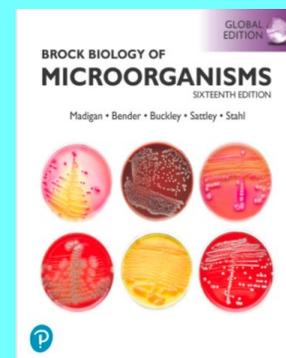
Microbiologia Médica.  
**Jawetz, Melnick,  
Adelberg.**  
**26ª. Ed., 2014.** Grupo A



Microbiologia Médica e  
Imunologia. **Levinson.**  
**12ª Ed., 2014**  
Livraria Atheneu



**Medical Microbiology**  
**2020, (English Edition)**  
**9ª. Ed. Ed Elsevier**

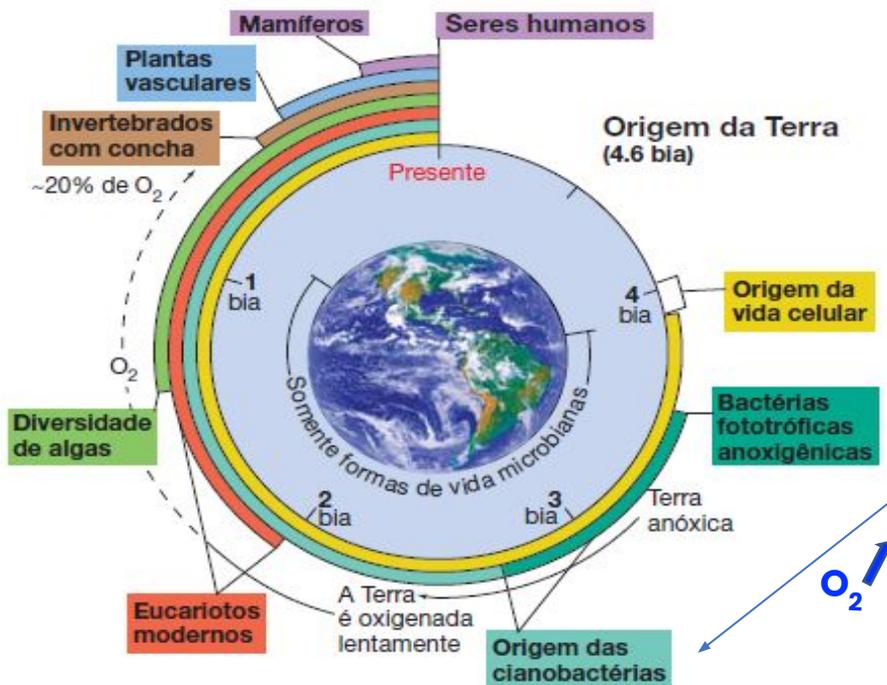


**Brock Biology of  
Microorganisms,**  
Global Edition (English  
Edition), **2021**, 16ª. Ed.  
Editora Pearson

**Para os  
desejosos de  
literatura ainda  
mais recente:**

Profa. Elisabete Vicente/  
Dep. Microbiologia ICB/USP  
[bevicent@usp.br](mailto:bevicent@usp.br)

Morfologia e Estrutura das bactérias

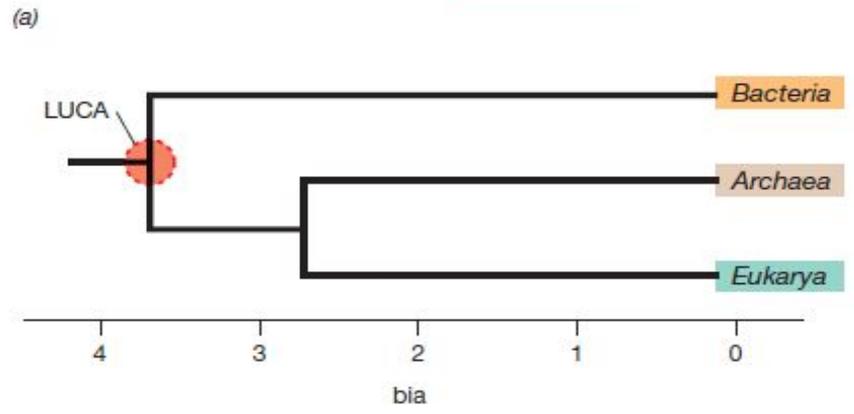


**Fig.:** Surgimento da vida no planeta Terra:

(a) O planeta Terra tem cerca de 4,6 bilhões de anos (bia). A vida logo se iniciou, há quase 1 bia já surgiram as bactérias, há cerca de 3,8 de bia.

Há cerca de 3 bia, as cianobactérias iniciaram a lenta oxigenação do planeta, mas os atuais níveis de O<sub>2</sub> somente foram alcançados há 500-800 milhões de anos, e os eucariotos (microbianos e multicelulares) surgiram depois disto;

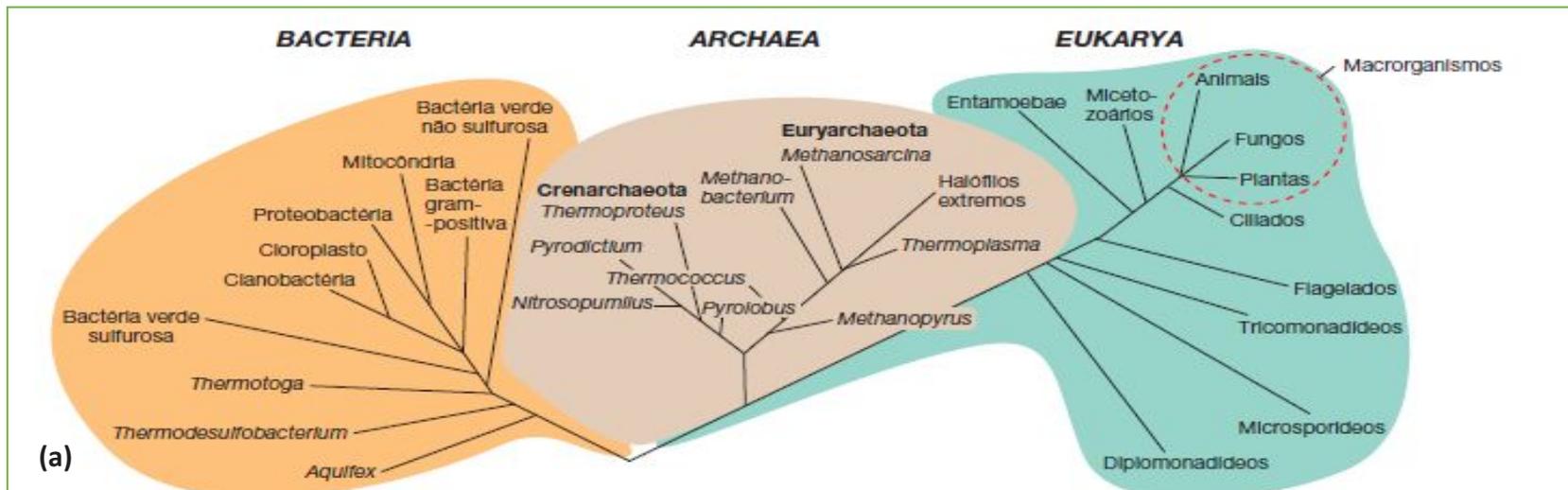
(b) Os três domínios dos organismos são: **Bactéria**, **Arqueia** e **Eucarioto**. Arqueias e Eucariotos divergiram das Bactérias muito antes do surgimento dos eucariotos.



\* **LUCA** ("last universal common ancestor" / "último ancestral universal comum")

**Morfologia e Estrutura das bactérias**

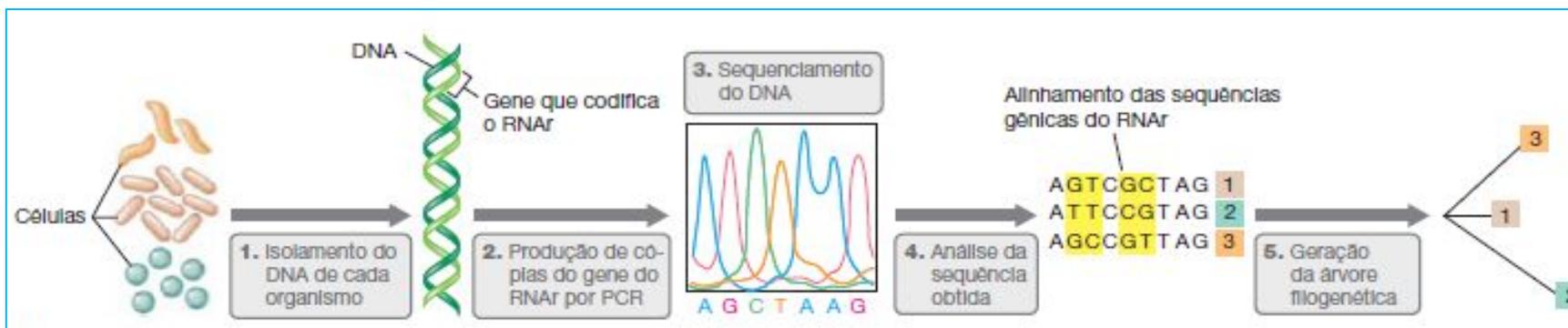
**1. Introdução: Os três domínios da vida**



**Fig.:** Classificação dos seres vivos em três domínios proposta por Woese, em 1977: a) A árvore filogenética da vida divide os seres vivos em três grupos (três domínios): **Arqueias**, **Bactéria** e **Eucariotos**. Também são mostrados alguns grupos representativos em cada domínio.

**(b) A tecnologia** que foi empregada - análise da sequência do RNA ribossomal (rRNA):

- 1) O DNA é extraído das células;
- 2) Cópias do gene que codifica o rRNA são produzidas por PCR;
- 3,4) O gene é sequenciado e a sequência obtida é alinhada com sequências de outros organismos. Um algoritmo de computador realiza comparações de pares em cada base e gera uma árvore filogenética,
- 5) Análise das relações evolutivas.



No exemplo, as diferenças na sequência são destacadas em amarelo, sendo as seguintes:

- organismo 1 versus organismo 2, três diferenças;
- organismo 1 versus organismo 3, duas diferenças;
- organismo 2 versus organismo 3, quatro diferenças.

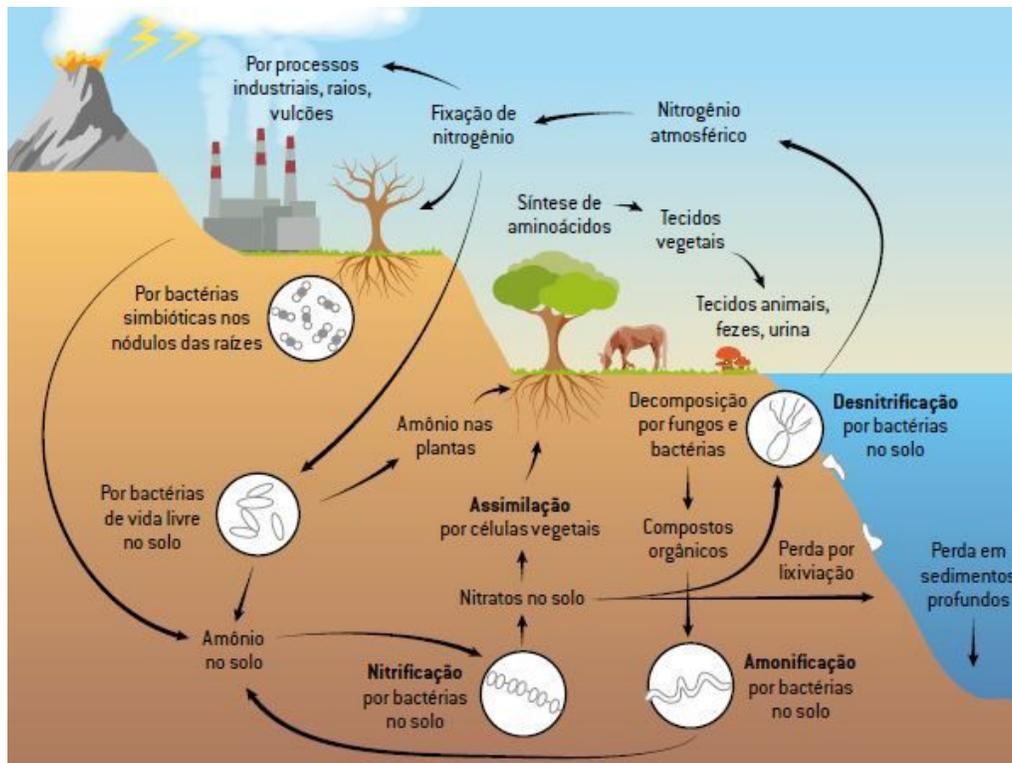
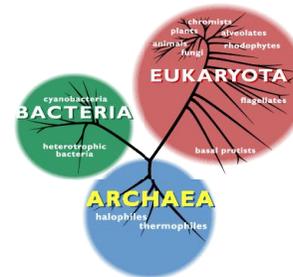
Assim, isto revela que os organismos 1 e 3 possuem parentesco mais próximo do que 2 e 3.

Adaptado de: Microbiologia de Brock, 14ª. Ed., 2014 – Cap 1

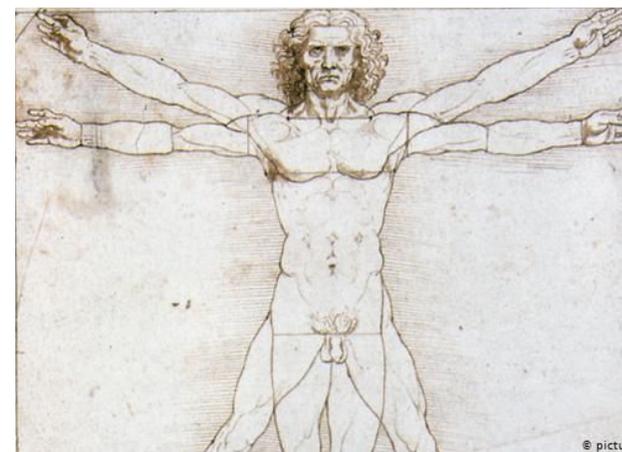
(b)

## 1. Introdução: Bactérias do bem e “bactérias ruins”

Atualmente, vivemos cercados por microrganismos - bactérias, leveduras e fungos – que estão ao nosso redor, a todo lado, e a grande maioria são microrganismos “do bem”.



Em nosso planeta, os microrganismos participam de vários ciclos que garantem a produção de O<sub>2</sub> e a reciclagem de matéria orgânica. Na figura acima, há um esquema do **ciclo do nitrogênio**.



Bactérias simbióticas mutualistas

Bactérias simbióticas comensais

Bactérias simbióticas patogênicas e patogênicas oportunistas

**Trilhões de bactérias estão presentes em nosso corpo**, e elas vivem em relação **simbiótica** (=vida em conjunto) conosco, em sua maioria,

- ou estão em relação **mutualística** (produzem vitaminas, promovem o desenvolvimento da resposta imune),
- ou são **comensais** (nada nos fazem); e,
- apenas uma pequena minoria é **patogênica** (causa doença).

Não podemos evitar o fato de que as bactérias são essenciais para a nossa boa saúde, mas também podem causar doenças devastadoras. O truque é descobrir as intervenções e os tratamentos direcionados às **bactérias ruins** e vivermos felizes com as **boas bactérias**.

## 2. Por que é importante o conhecimento da Morfologia e das Estruturas bacterianas?

Para se fazer o correto diagnóstico de uma doença infecciosa bacteriana

- Inicialmente se faz a coleta de amostras → e deste material se faz o isolamento/identificação da bactéria



Descoberta da morfologia bacteriana → Divisão das bactérias em grandes grupos

- E... depois ?

Depois, de acordo os resultados obtidos na 1ª Etapa, devem ser seguidos diferentes protocolos

(serão discutidos, mais adiante, no espaço Microbiologia), incluindo:

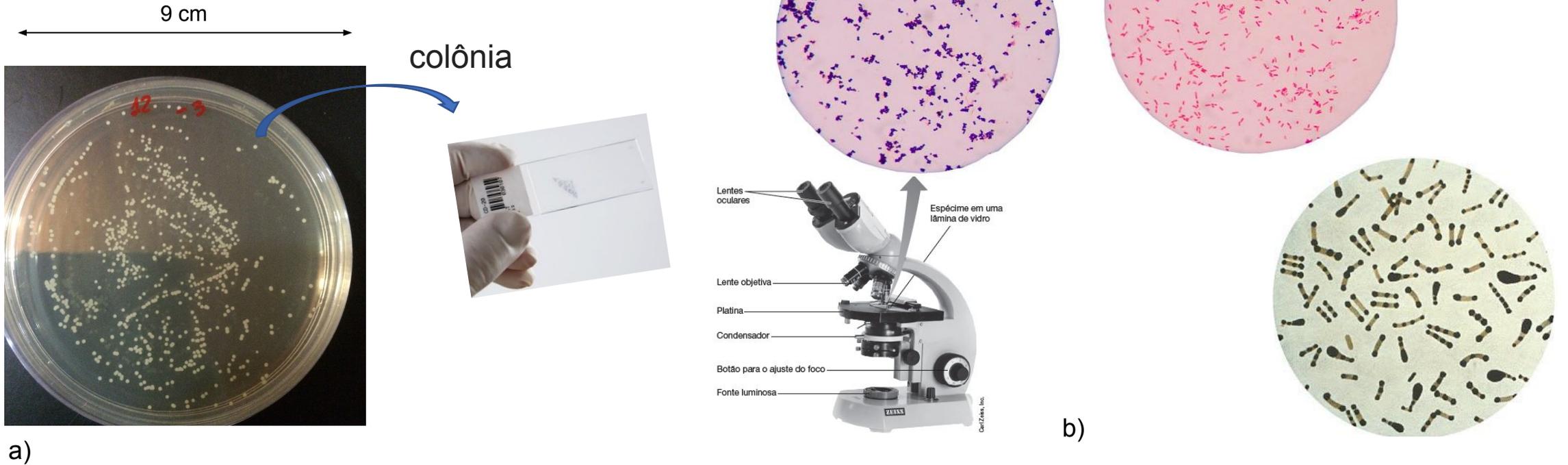
- Provas bioquímicas,
- Antibiograma,
- Sorologia,
- PCR,
- Sequenciamento de DNA bacteriano – fragmentos ou até de todo genoma,
- Outros.

Morfologia e Estrutura das bactérias

3. Morfologia bacteriana

3.1. Morfologia macroscópica

3.2. Morfologia microscópica



**Fig.:** Morfologia macroscópica e microscópica de bactérias:

a) Morfologia macroscópica – Colônias de bactérias cultivadas na superfície de meio de cultura sólido. Cada uma única colônia contém cerca de 100 bilhões ( $1 \times 10^8$ ) de células;

b) Morfologia microscópica – Exemplos de observações de células bacterianas ao Microscópio Óptico (M.O.)

### 3. Morfologia bacteriana

#### 3.1. Morfologia Macroscópica



Cultura em meio sólido de uma amostra de microrganismos coletados do solo



Cada uma única colônia contém cerca de 100 bilhões ( $1 \times 10^8$ ) de células;

Cultura em meio sólido de uma amostra de cultura bacteriana



*Staphylococcus aureus*



Colônias de **Enterobactérias** lac+ e Lac-



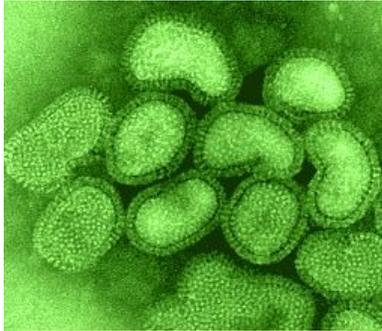
**Streptococcus** com diferentes tipos de hemólise

Na **Bacteriologia**, empregamos meios de **cultura diferenciais** sólidos, para a visualização de cores de diferentes colônias de bactérias.

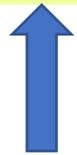
**Fig.:** Morfologia macroscópica de bactérias

### 3. Morfologia bacteriana

#### 3.2. Morfologia Microscópica



**Vírus Influenza**  
Diâmetro: 200 nm



**Microscópio Eletrônico**

**Bactérias:**

**Bacilo: 2-3 x 1 µm**

**Coco: 1 µm**

(Aumento de:  
- Lentes Objetivas 100 X e  
- Lentes Oculares 10X = **1.000 X**  
↓  
óleo de imersão)



**Microscópio Óptico**

**Fungos (10 – 40 µm):**

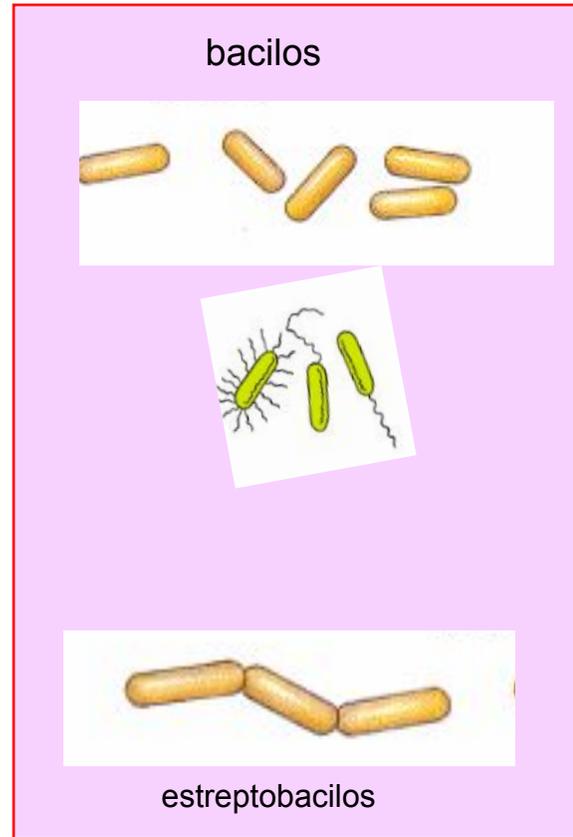
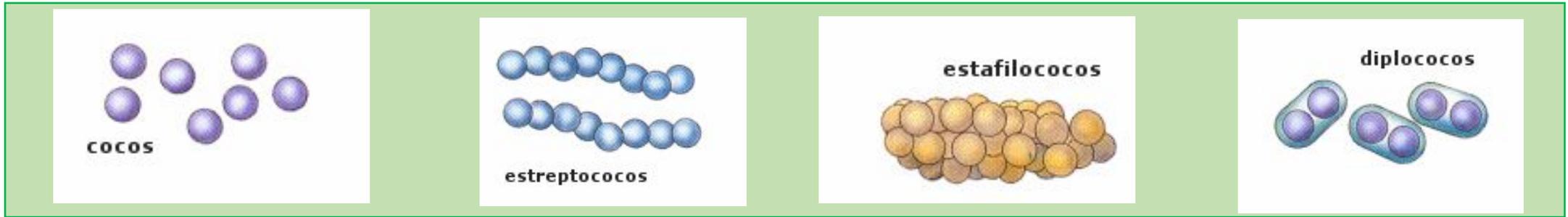
**Fungos filamentosos**

**Leveduras**

(Aumento de:  
- Lentes Objetivas 40 X e  
- Lentes Oculares 10X = **400 X**)

**Fig. : Comparação das dimensões de : Vírus, Bactéria, Eucariotos**

## 3.2. Morfologia Microscópica



### Bactérias Espiraladas

**Espiroquetas:** forma de espiral flexíveis e locomoção por contrações citoplasmáticas e rotações, como: *Treponema*, *Leptospira*, *Leptospira*

*Treponema pallidum*

*Leptospira interrogans*

*Borrelia burgdorferi*

**Espirilos:** forma de espiral com corpo rígido e locomoção com flagelos, bipolares,

espirilos

**Vibriões:** Bactérias que apresentam corpo semelhante à uma vírgula, como: *Vibrio cholerae*

vibriões

*Vibrio cholerae*

#### **4. Estruturas bacterianas**

**4.1. Membrana citoplasmática**

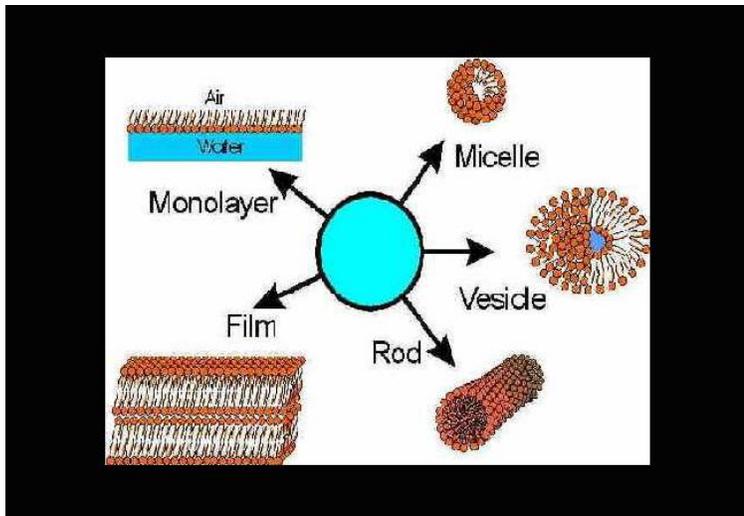
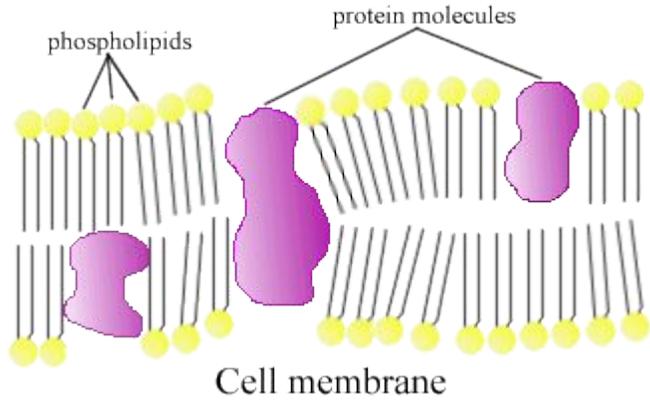
**4.2. Parede celular bacteriana**

**4.3. Demais estruturas bacterianas**

Essenciais e Não Essenciais

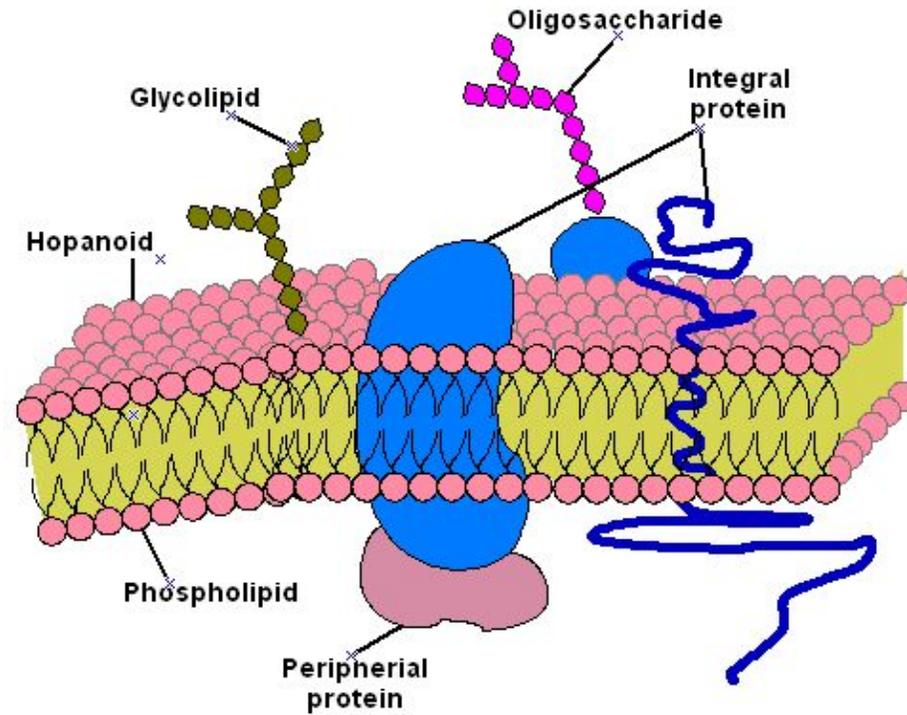
## 4. Estruturas bacterianas

### 4.1. Membrana citoplasmática



## BACTERIAL CELL

### Plasma Membrane Structure



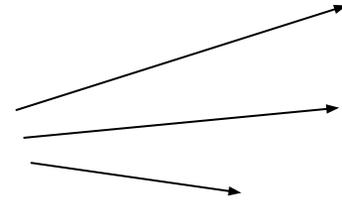
Proteínas (60%) imersas numa bicamada fosfo-lipídica (40%)

## 4. Estruturas bacterianas

### 4.1. Membrana citoplasmática – Funções

#### 1. Transporte de solutos

- Difusão facilitada
- Transporte ativo
- Translocação de grupo



#### 2. Produção de Energia

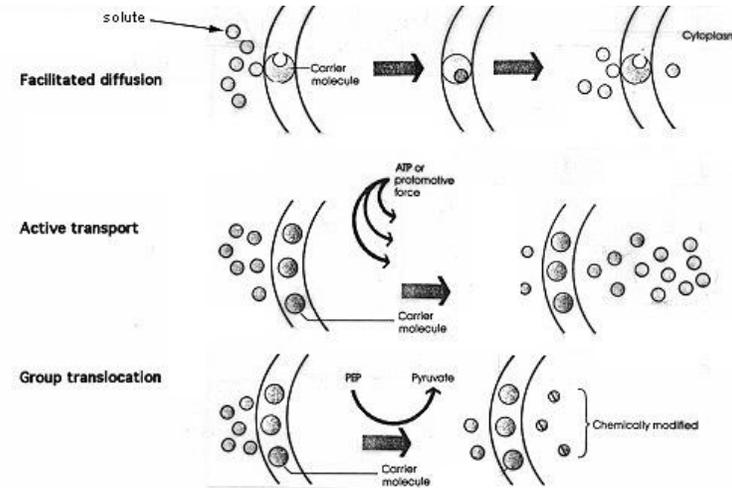
- Transporte de Elétrons
- Fosforilação oxidativa

#### 3. Biossíntese de Macromoléculas

- Lipídios de Membrana
- Peptidoglicano
- Ácido teicóico e Ácido lipoteicóico
- Polissacarídeos extracelulares (LPS)
- Duplicação do **DNA**

#### 4. Excreção de Enzimas hidrolíticas

#### 5. Taxia: Quimiotaxia / Fototaxia



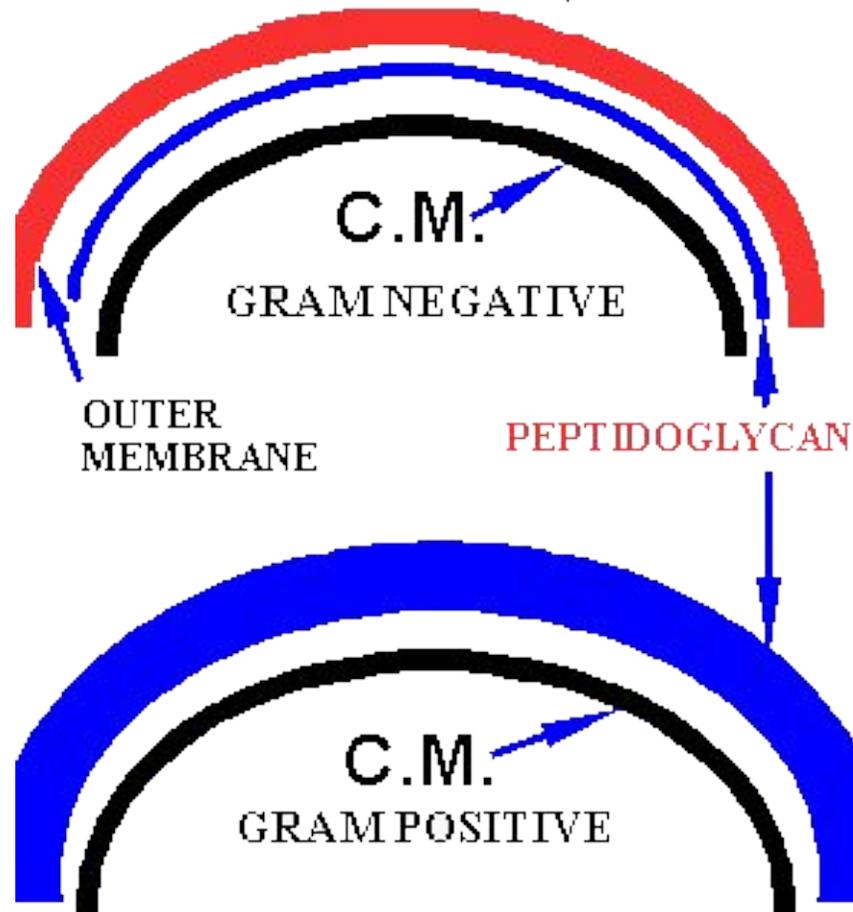
## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular

Bactérias  
Gram-positivas

e

Bactérias  
Gram-negativas



Christian Gram, em 1884  
descobriu que poderia utilizar esta característica  
para identificar as bactérias

## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular

A **coloração de Gram** é super importante porque permite a divisão da maioria das bactérias em dois tipos:

- Gram-positivas
- Gram-negativas

...e como se faz a **coloração de Gram** ?

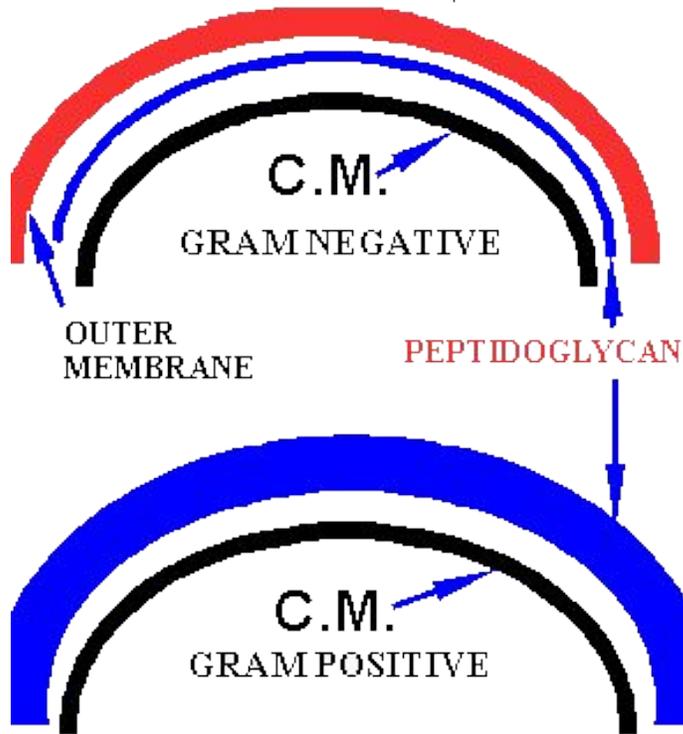
## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular

Bactérias  
Gram-positivas

e

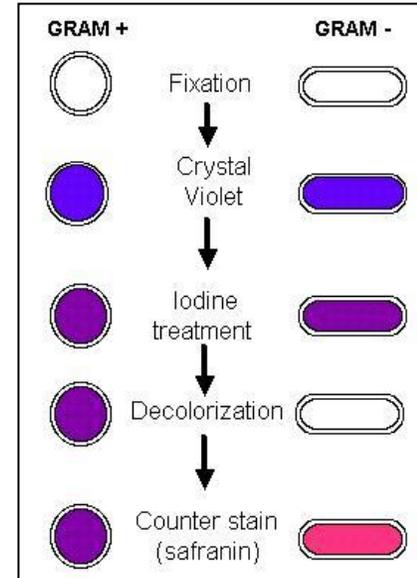
Bactérias  
Gram-negativas



## Coloração de Gram

Procedimento	Resultado
1. Cobrir o esfregaço fixado pelo calor com cristal violeta, por 1 minuto	<p>Todas as células coram-se em roxo</p>
2. Adicionar a solução de iodo, por 1 minuto	<p>Todas as células permanecem roxas</p>
3. Descorar rapidamente com álcool – cerca de 20 segundos	<p>As células gram-positivas coram-se em roxo; as células gram-negativas apresentam-se incolores</p>
4. Coloração de contraste com safranina por 1-2 minutos	<p>As células gram-positivas (G<sup>+</sup>) coram-se em roxo; células gram-negativas (G<sup>-</sup>) coram-se em róseas a vermelhas</p>

(a)



Christian Gram (1884)

## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular

#### Funções:

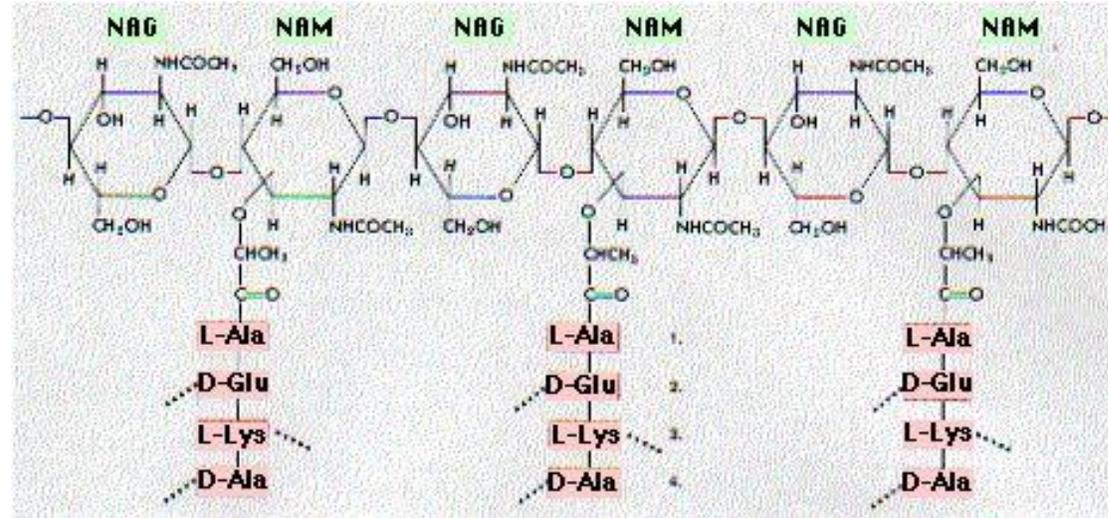
- Manutenção da forma celular;
- Suportar a elevada pressão osmótica
- Auxiliar na divisão celular

#### Estrutura:

- **Gram-positivas: 15-60% de Mureína (peptidoglicano)**
- **Gram-negativas: Somente aprox. 5% de Mureína**

## 4. Estruturas bacterianas

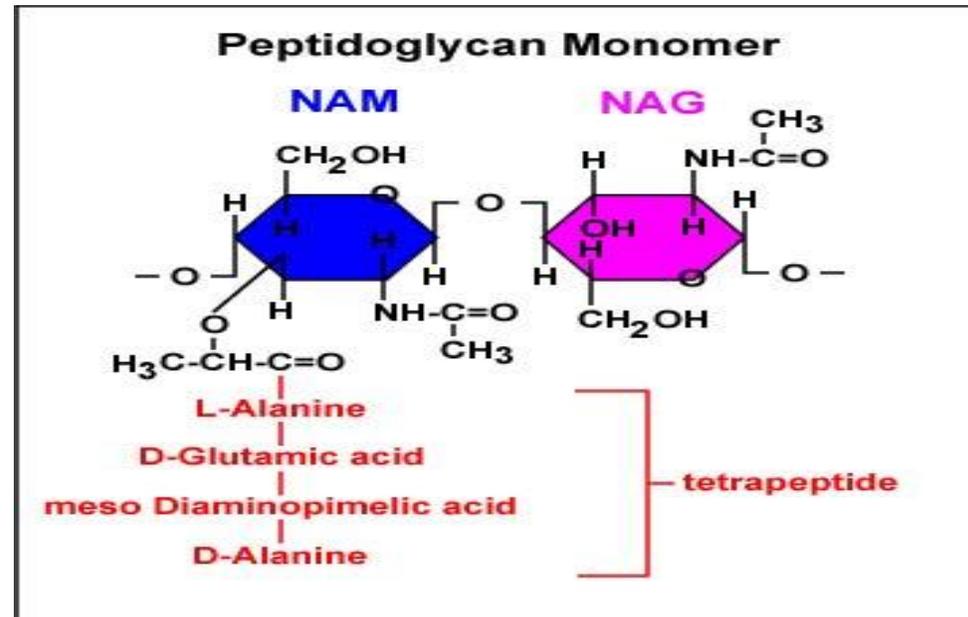
### 4.2. Parede celular



**Peptidoglicano**

ou

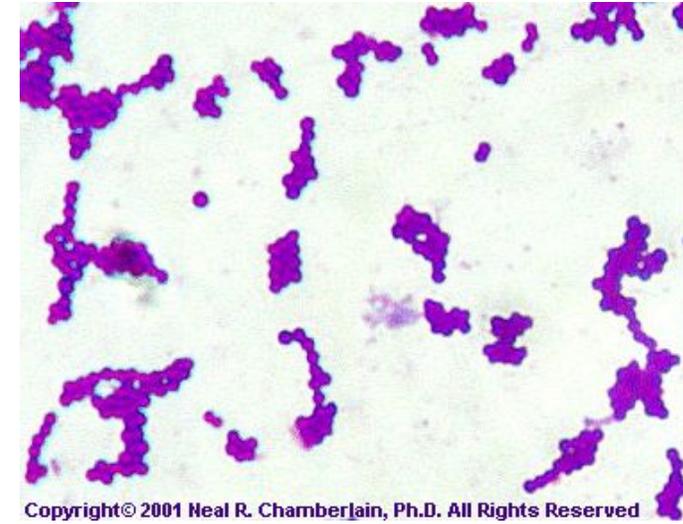
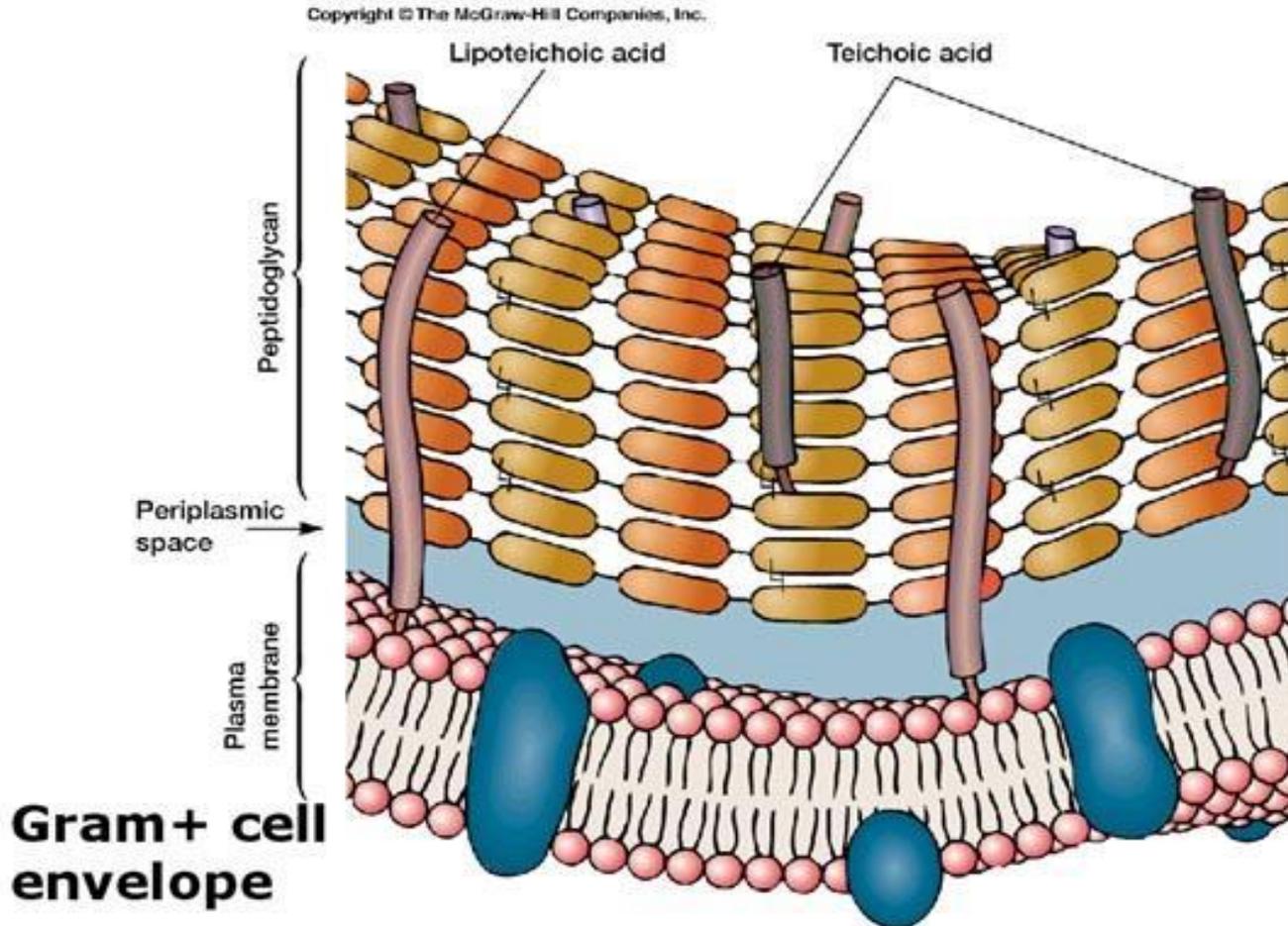
Mureína



## 4. Estruturas bacterianas

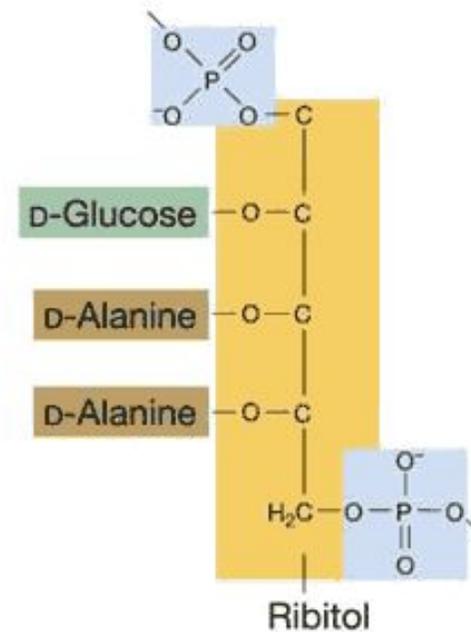
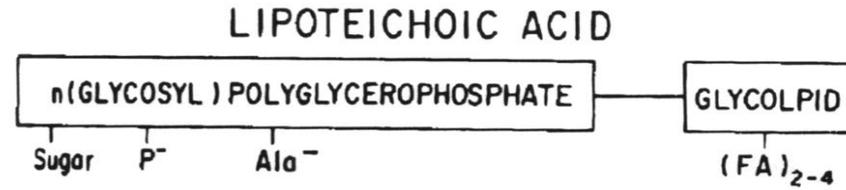
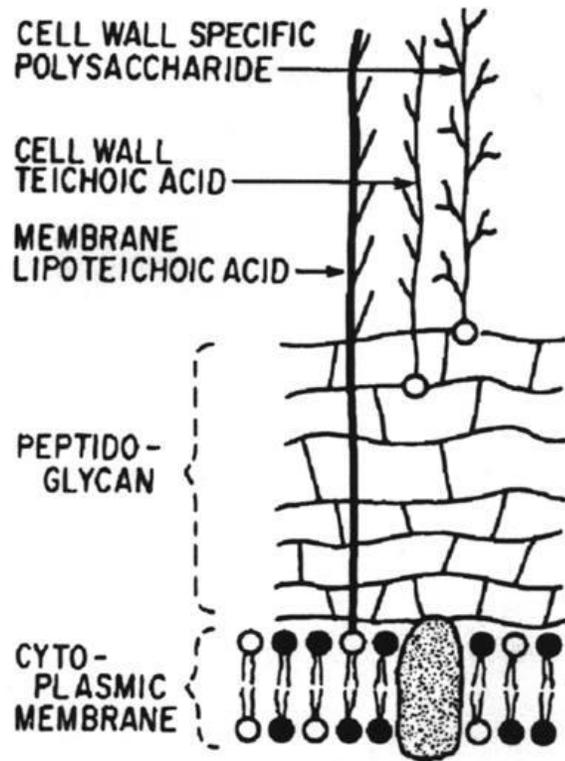
### 4.2. Parede celular

#### Bactérias Gram-positivas



## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular das bactérias Gram-positivas

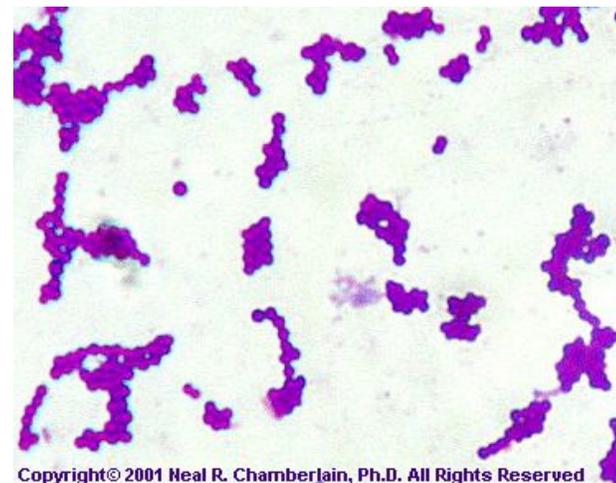
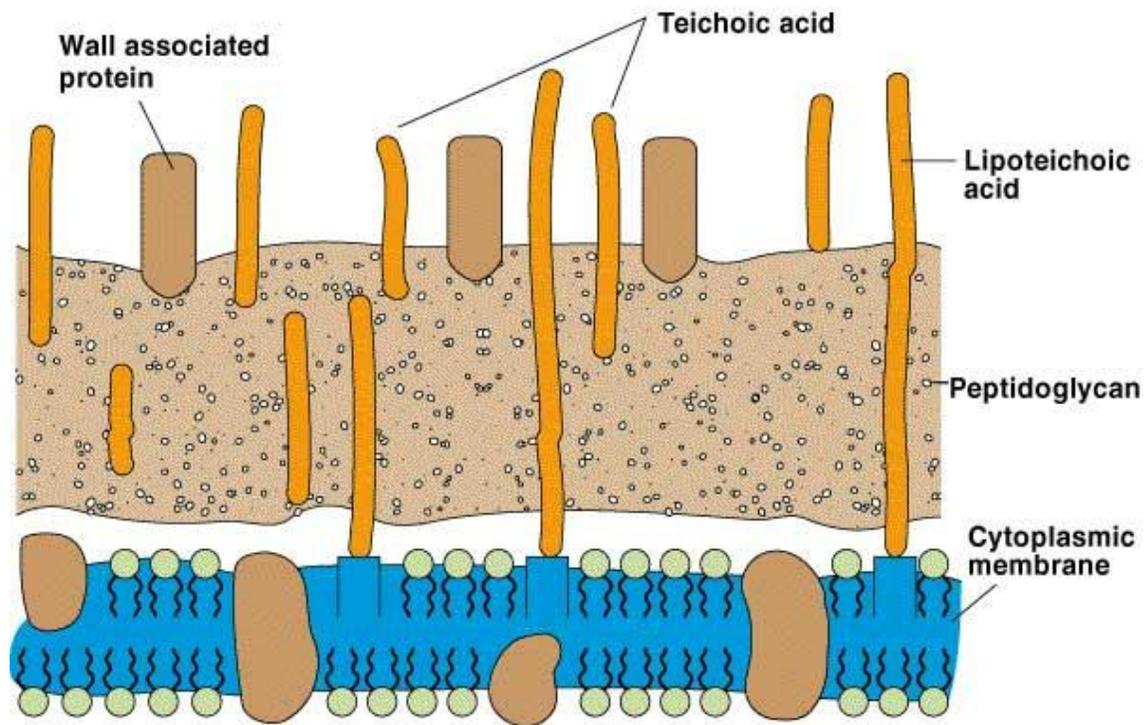


Fórmula de um ácido teicóico, contendo ribitol

## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular das bactérias Gram-positivas

- A parede celular (peptidoglicano) pode compor 15% ou até 60% do peso da bactéria
- Contém Ácido teicóico e Ácidos lipoteicóico



#### Propriedades:

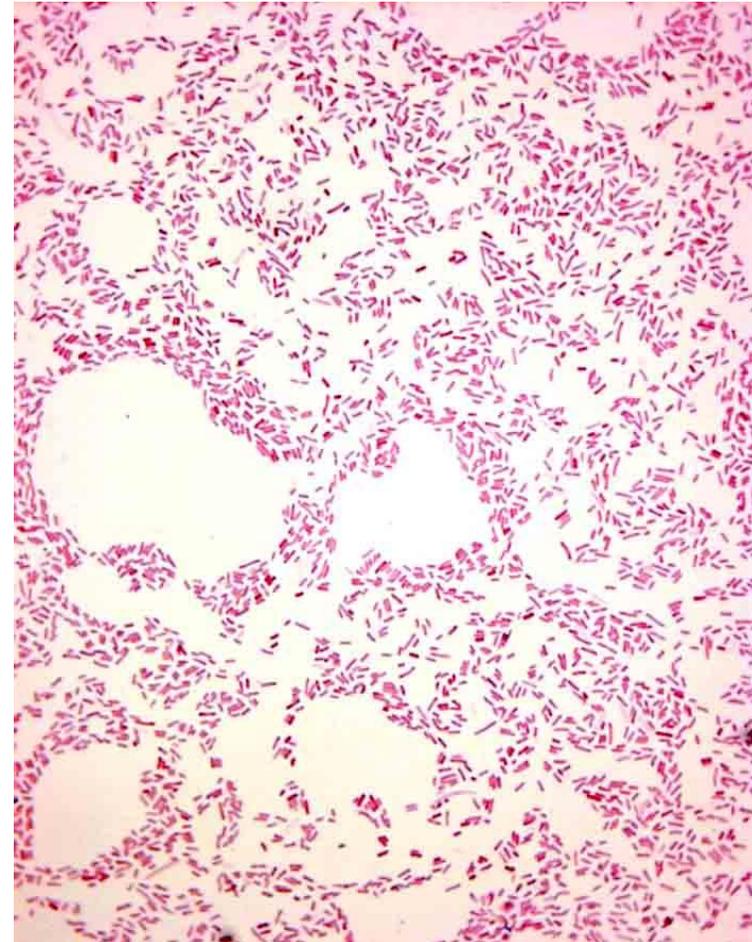
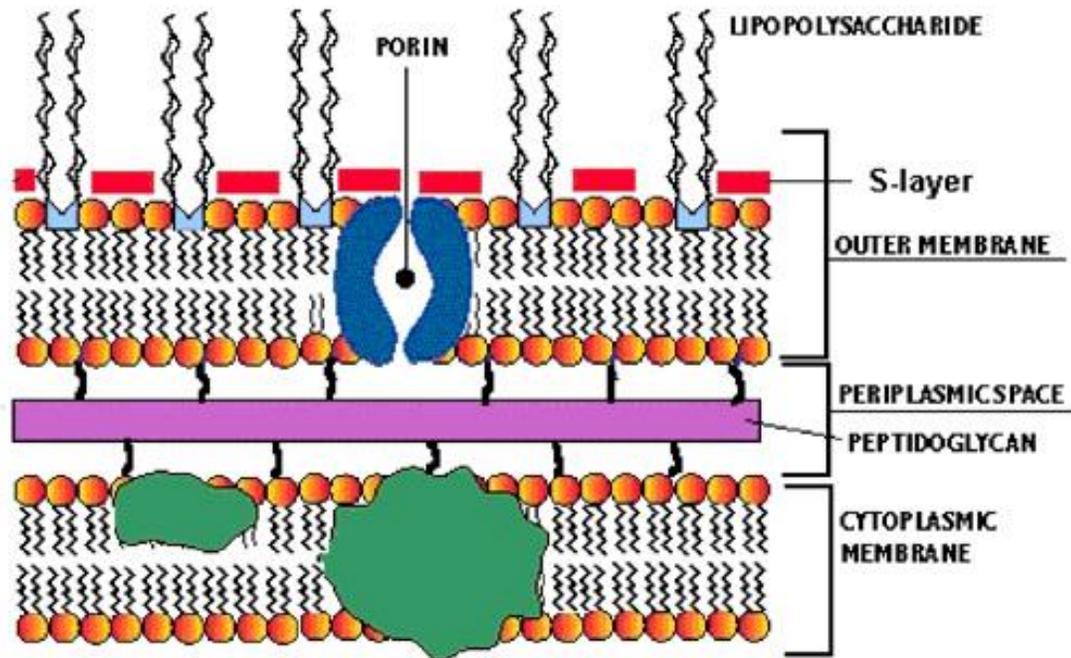
- Facilitar a entrada e saída de cátions
- Regular atividade de autolisinas
- Sítios receptores de bacteriófagos
- Adesinas ao epitélio do hospedeiro
- São antígenos celulares – permitem a identificação sorológica

## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular

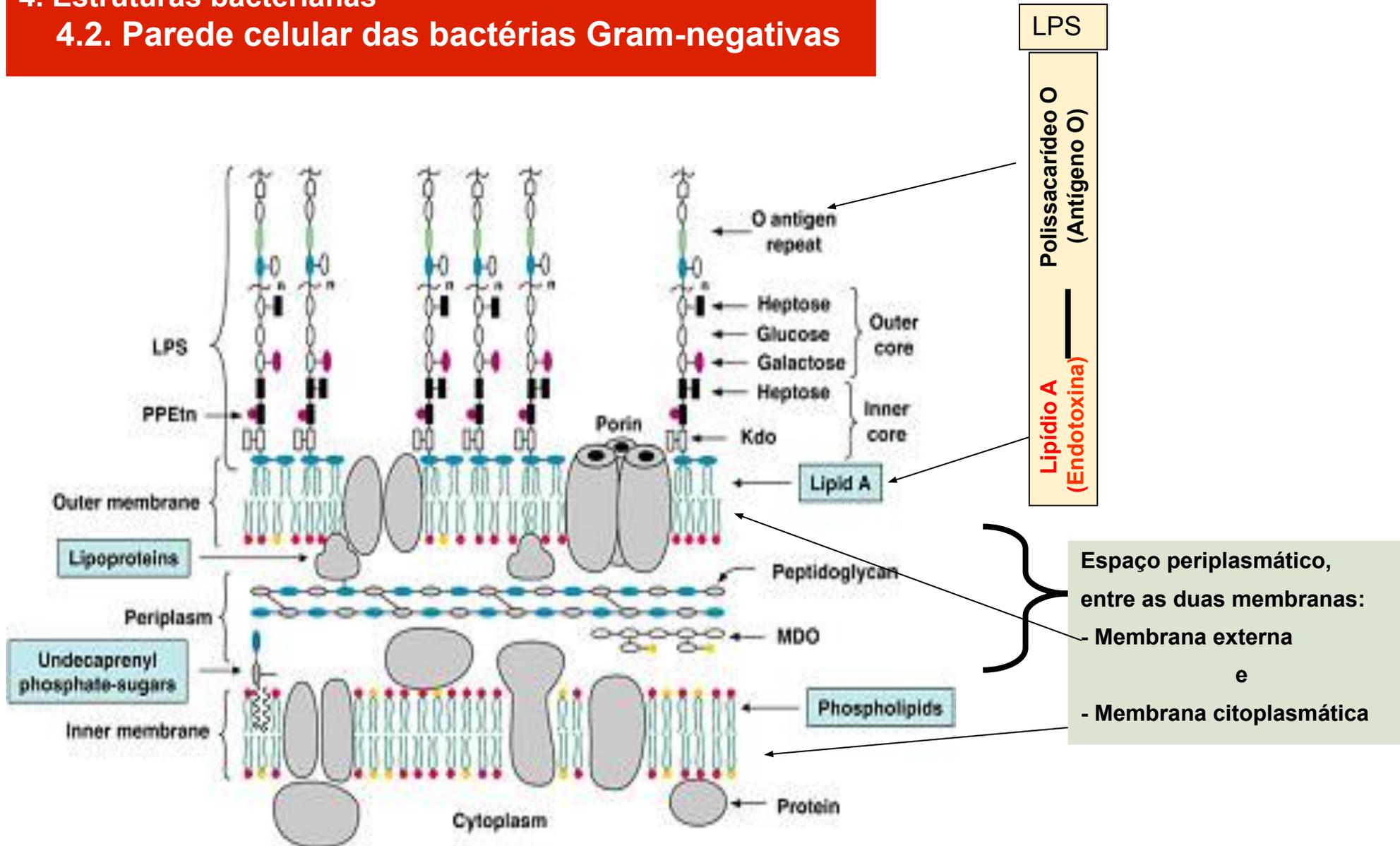
#### Bactérias Gram-negativas

Gram Negative



## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular das bactérias Gram-negativas

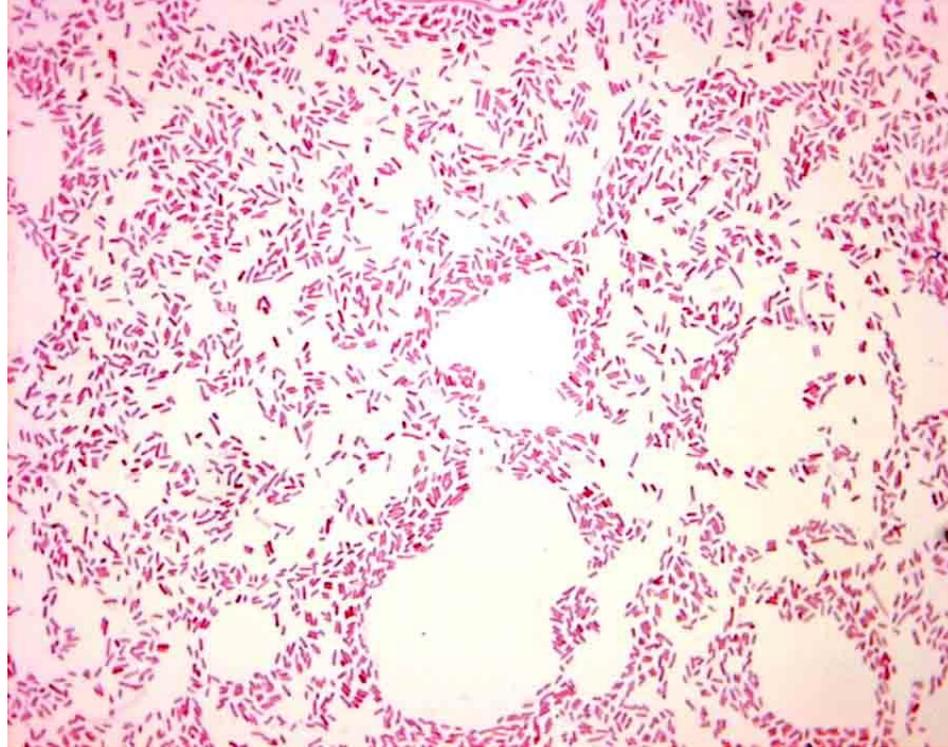


## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular das bactérias Gram-negativas

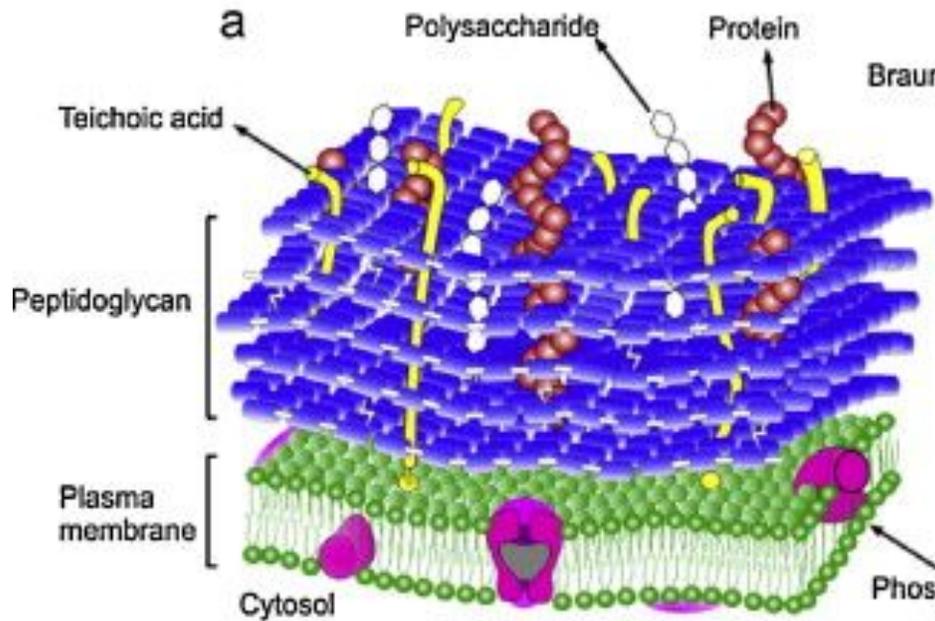
Composta de:

- Uma ou poucas camadas de peptidoglicano
- Espaço periplasmático
- Uma membrana externa que contém LPS (lipopolissacarídeo)



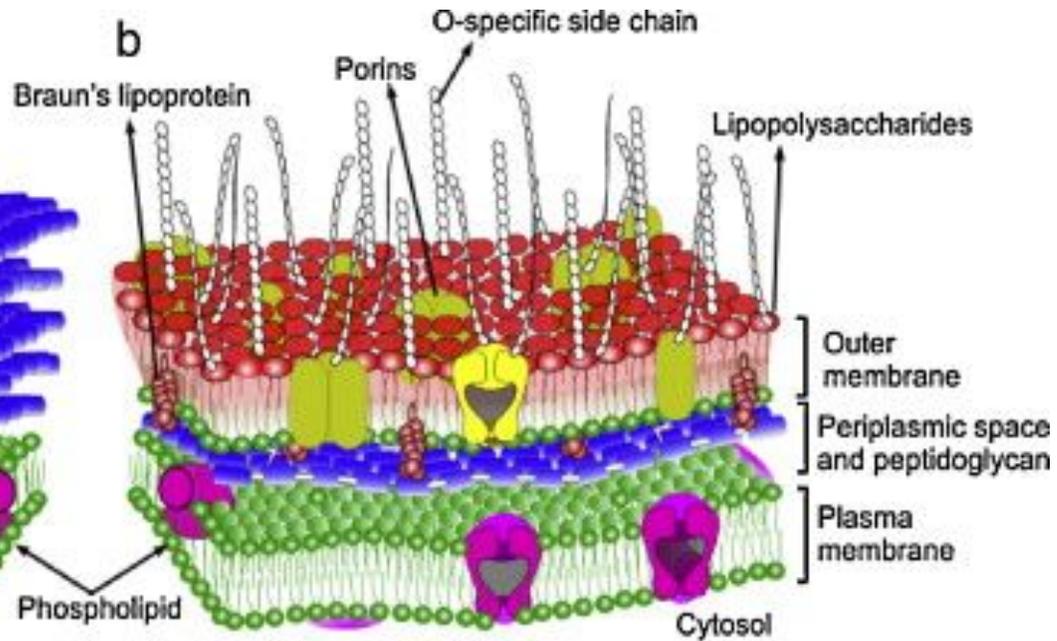
# 4. Estruturas bacterianas

## Gram-positivas

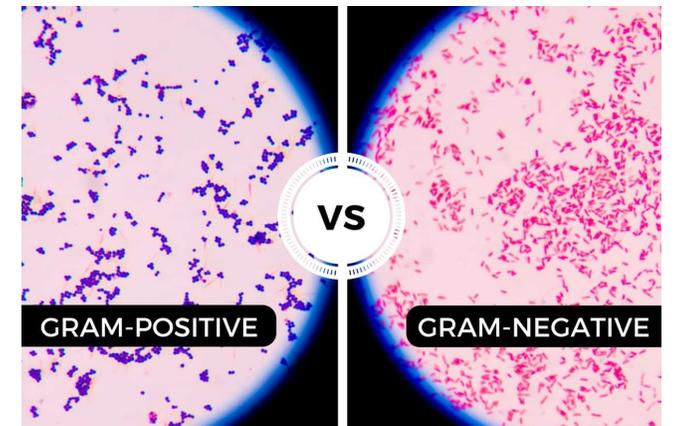


Gram positive cell wall

## Gram-negativas



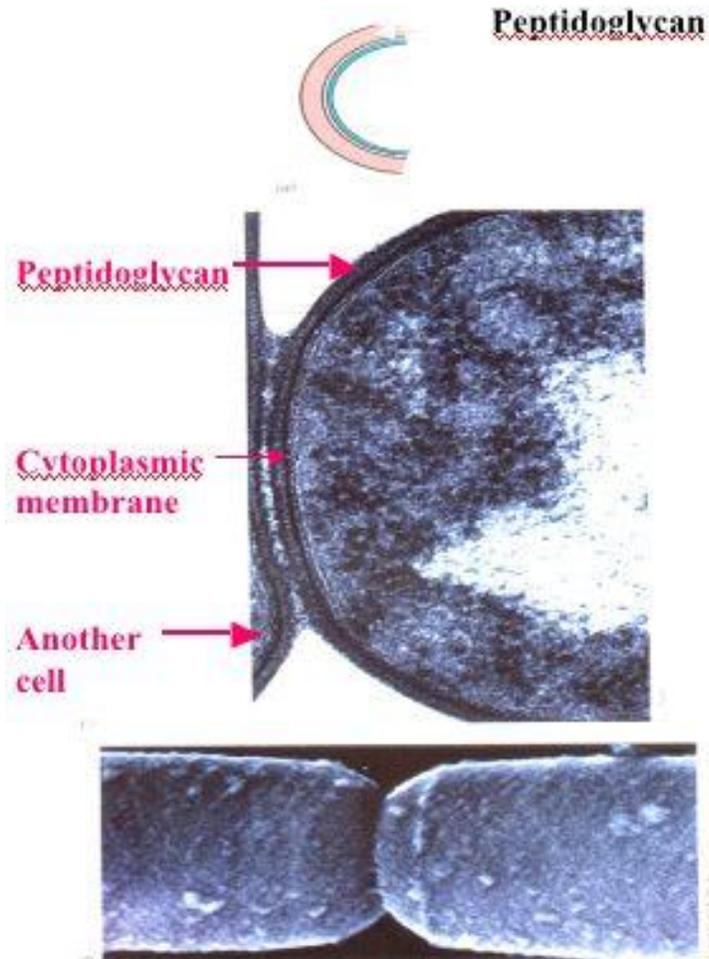
Gram negative cell wall



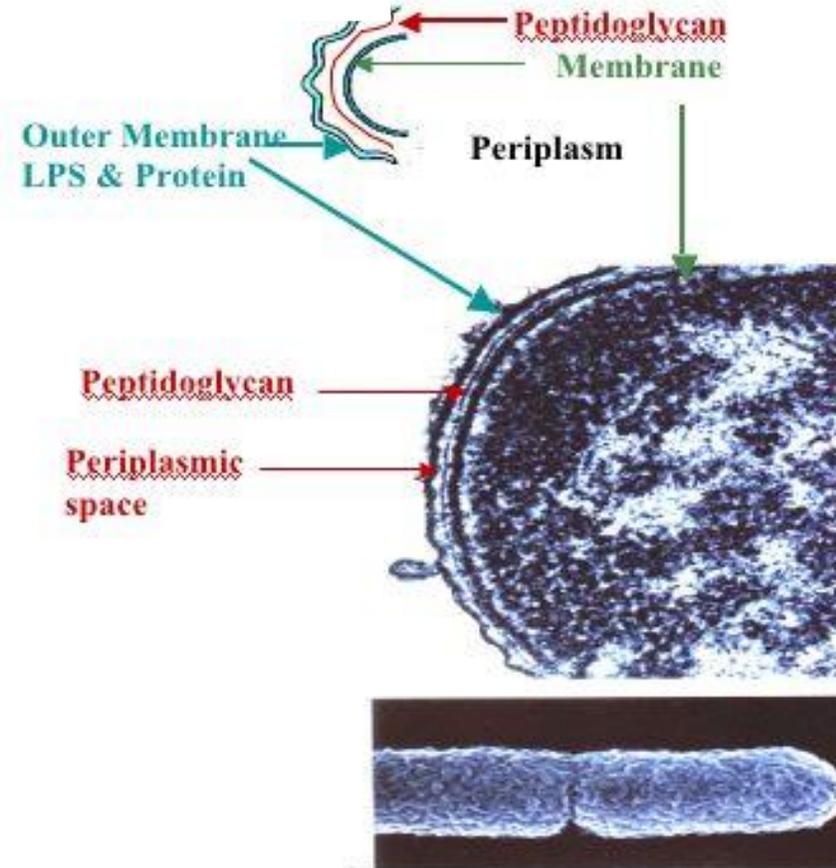
## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular das bactérias: Comparação das bactérias Gram-positivas e Gram-negativas

#### Gram-positivas

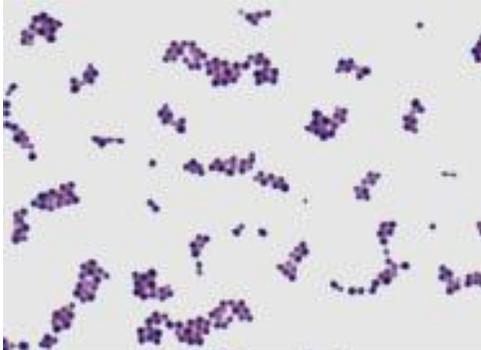


#### Gram-negativas



## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular das bactérias



#### Algumas bactérias Gram-positivas patogênicas e as infecções que elas causam incluem:

- *Bacillus cereus*, *B. anthracis* (intoxicação alimentar, antraz)
- *Staphylococcus aureus* (pneumonia, infecções de pele)
- *Streptococcus pneumoniae* (pneumonia, meningite, infecções de garganta)
- *Enterococcus* (infecções do trato urinário)
- *Clostridium* (tétano, infecções alimentares, gangrena gasosa)
- *Listeria* (intoxicação alimentar)

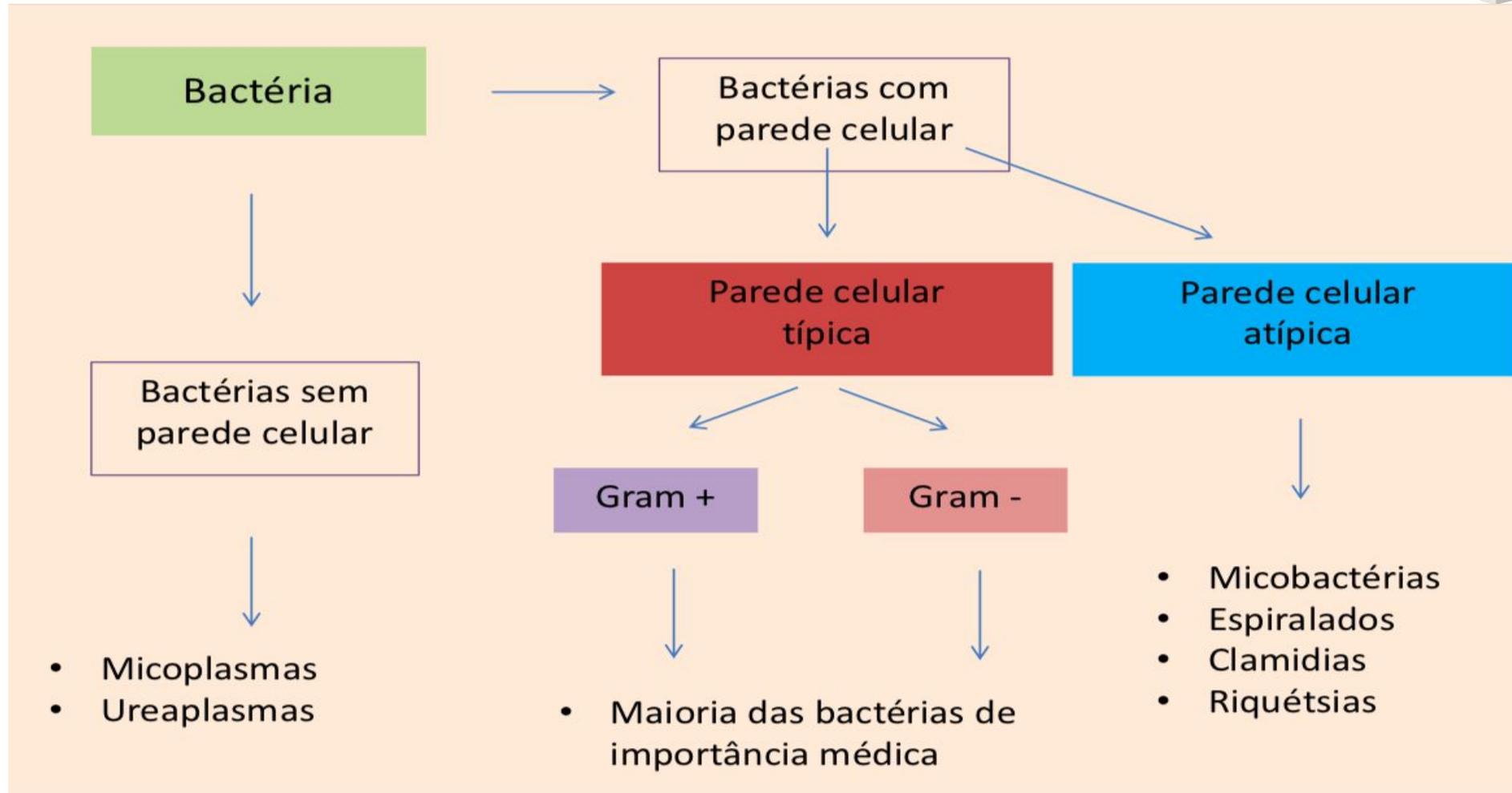
#### Algumas bactérias Gram-negativas patogênicas e as infecções que elas causam incluem:

- *Escherichia coli* (gastroenterites, intoxicação alimentar)
- *Salmonella* (Salmonelose)
- *Vibrio cholerae* (cólera)
- *Neisseria* (meningite, gonorreia)
- *Legionella* (Doença do legionário)

## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular das bactérias

Todavia,...  
algumas bactérias não se coram pela coloração de Gram



Como fazer?

Podemos visualizar ao M.O.?

## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular das bactérias

Algumas bactérias podem ser visualizadas empregando outras colorações, como **Ziehl-Neelsen**

(1/4)

#### Micobactérias:

Têm estrutura celular de Gram-positivo; mas **não** se coram pela **coloração de Gram** **porque** têm **paredes celulares ricas em lipídeos chamados ácidos micólicos**:

- *Mycobacterium tuberculosis* (tuberculose)
- *Mycobacterium leprae* (hanseníase)

#### Protocolo da Coloração de Ziehl-Neelsen

Esta coloração evidencia a característica **ácido-álcool resistência das micobactérias**. Segue o seguinte protocolo:

1. Confeccionar o esfregaço
2. Cobrir a lâmina com **fucsina fenicada**;
3. Aquecer a lâmina até à emissão de vapores (é importante não deixar ferver);
4. Aguardar 5 a 8 minutos;
5. Lavar com água corrente;
6. Cobrir a lâmina com **álcool-ácido** 3% até descorar totalmente o esfregaço;
7. Lavar com água corrente;
8. Cobrir a lâmina com **azul de metileno** durante 1 minuto;
9. Lavar com água corrente;
10. Secar;
11. Observar ao M.O.

#### Coloração empregada:

Para sua visualização de micobactérias ao M.O., emprega-se a coloração de **Ziehl-Neelsen (ZN)**.



#### Interpretação:

Após a coloração ZN, as **micobactérias** se coram em **vermelho** (**fucsina fenicada**), pois como são **bacilos álcool-ácido resistentes – BAAR**, mantêm o corante fucsina, após a descoloração com álcool-ácido. O fundo cora-se de azul, pois os debrís do escarro coram-se com o corante de contraste (**azul de metileno**).

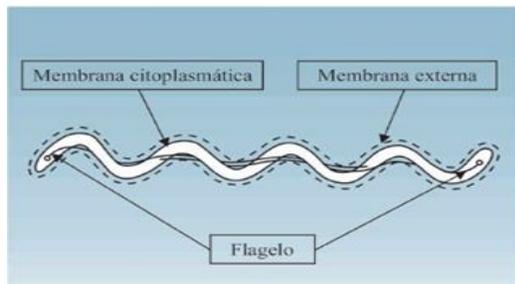
## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular das bactérias

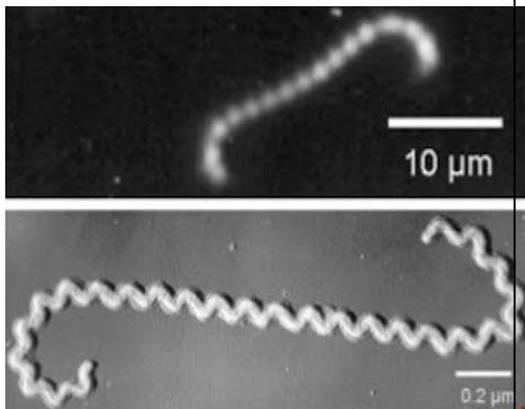
Algumas bactérias podem ser visualizadas empregando-se **colorações ou métodos especiais** (2/4)

#### Bactérias Espiraladas – Espiroquetas :

Estas bactérias têm estrutura celular de bactérias **Gram-negativas**, mas **não** se coram pela **coloração de Gram** porque são muito "finas". São bem longas, mas têm largura muito pequena:



#### • *Leptospira* (leptospirose)



Visualização de bactérias em microscópio de campo escuro (bloqueio dos raios centrais, permitindo apenas iluminação oblíqua).

#### • *Treponema pallidum* (sífilis)



Visualizado ao M.O. após espessamento com íons prata.

#### Colorações/Métodos empregados:

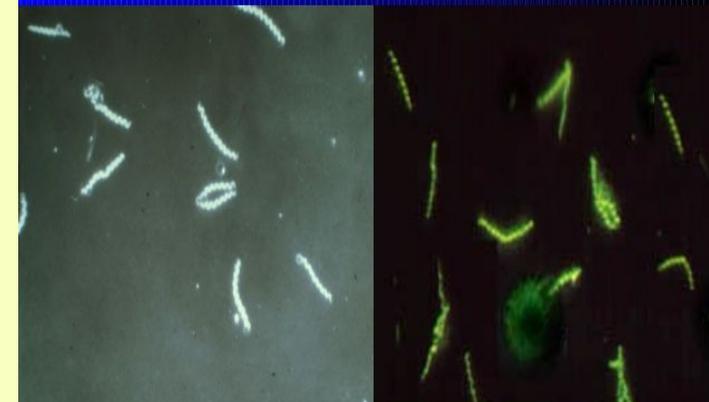
Para sua visualização de **bactérias espiraladas**, emprega-se:

- Espessamento com prata
- Microscopia de campo escuro
- Corantes fluorescentes – Imunofluorescência

#### TREPONEMA PALLIDUM

M. CAMPO ESCURO

IFD



\* IFD: Imunofluorescência Direta

## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular das bactérias

Algumas bactérias podem ser visualizadas empregando-se **métodos especiais** (3/4)

#### - *Chlamydia trachomatis* (infecção sexualmente transmissível)

Não pode ser visualizado após coloração de Gram porque é uma bactéria intracelular de **tamanho muito pequeno**.

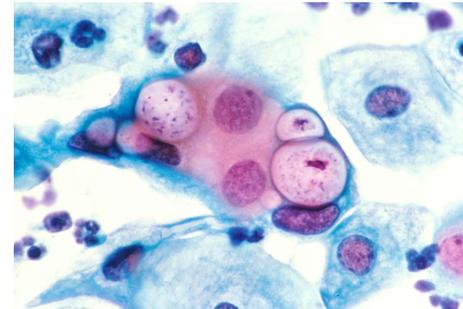
É considerada a bactéria sexualmente transmissível mais frequente em países desenvolvidos e têm grande impacto no sistema reprodutivo das mulheres.

É o agente causador de doenças do trato urogenital, linfogranuloma venéreo (LGV), tracoma, conjuntivite de inclusão e pneumonia no recém-nascido.

Um dos fatores de risco para a infecção é a prática sexual entre adolescentes. A recorrência das infecções é comum. Episódios sucessivos de infecção aumentam o risco de desenvolver sequelas e a chance de contrair a infecção pelo vírus da imunodeficiência humana.

O diagnóstico da infecção pela *Chlamydia trachomatis* ainda é crítico, devido à frequência de infecções assintomáticas.

**Colorações/Métodos empregados:**  
Visualização de efeito citopático e **Técnica de coloração com Giemsa**



Como a Clamídia é um patógeno de diminuto tamanho, não é possível observá-la como se analisa uma bactéria comum.

Assim, pode-se, como nos casos de infecção viral, apenas notar os **efeitos citopáticos** que aqui são densas inclusões citoplasmáticas granulosas.

## 4. Estruturas bacterianas

### 4.2. Parede celular das bactérias

Algumas bactérias não podem ser visualizadas ao M.O. (4/4)

- *Mycoplasma*
- *Ureaplasma*

Não podem ser visualizados após coloração de Gram simplesmente porque NÃO TEM PAREDE CELULAR.

Assim, não tem formato bem definido e tem tamanho (0,3  $\mu\text{m}$ ) menor que a maioria das bactérias

Diagnóstico:

- Atualmente é o **PCR**



Viram...!

Considerando a **Morfologia bacteriana**, a **Coloração de Gram** é muito útil, pois permite identificar se bactéria isolada é:

- Coco Gram-positivo,
- Coco Gram-negativo,
- Bacilo Gram-positivo,
- Bacilo Gram-negativo,

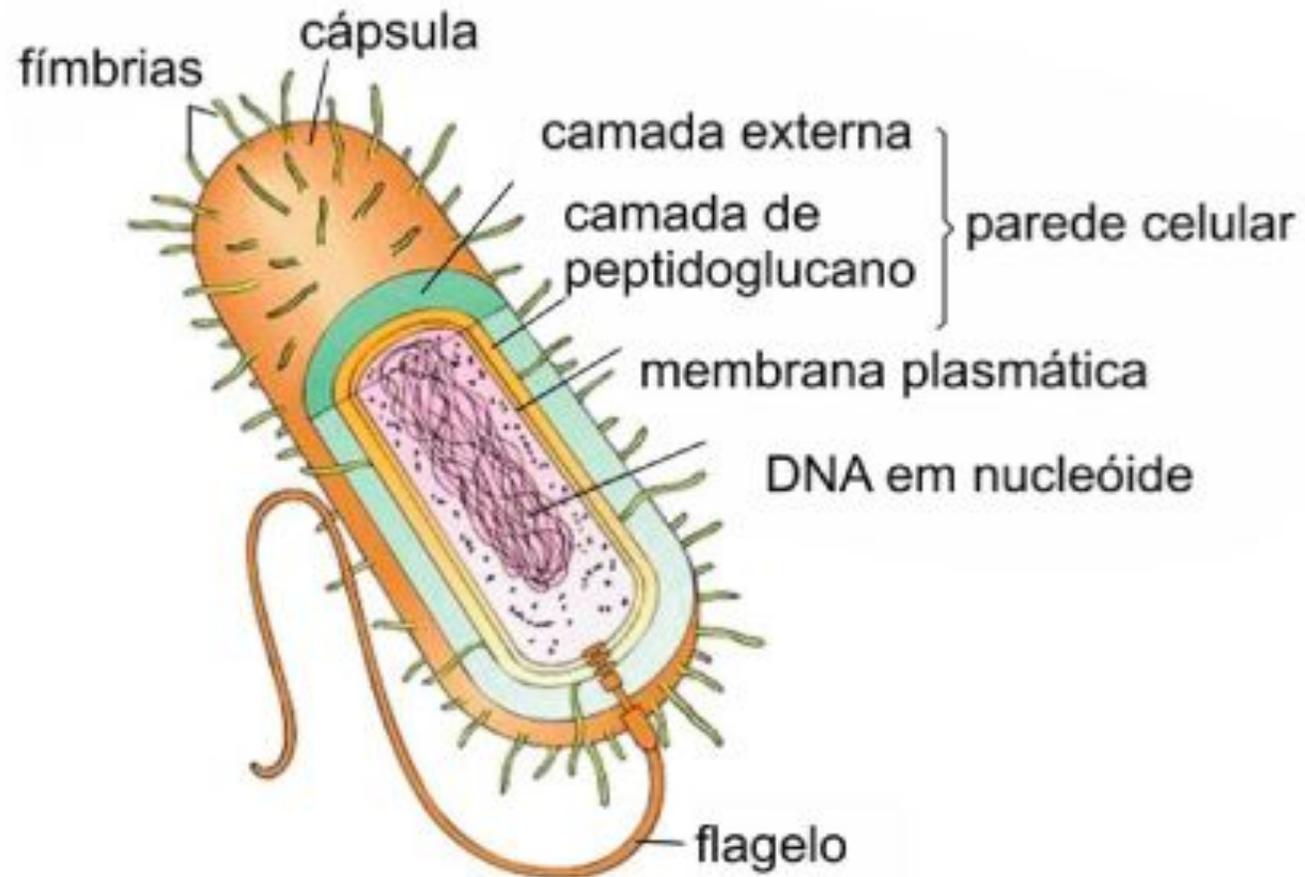
e isso ajuda muito na sua identificação final.

Todavia, *Mycobacterium* é facilmente visualizada pela coloração de **Ziehl-Neelsen**.

Mas, há algumas poucas bactérias que a visualização ao M.O. não é tão fácil se ser realizada ou não dá para ser feita.

#### 4. Estruturas bacterianas

##### 4.3. Demais estruturas bacterianas

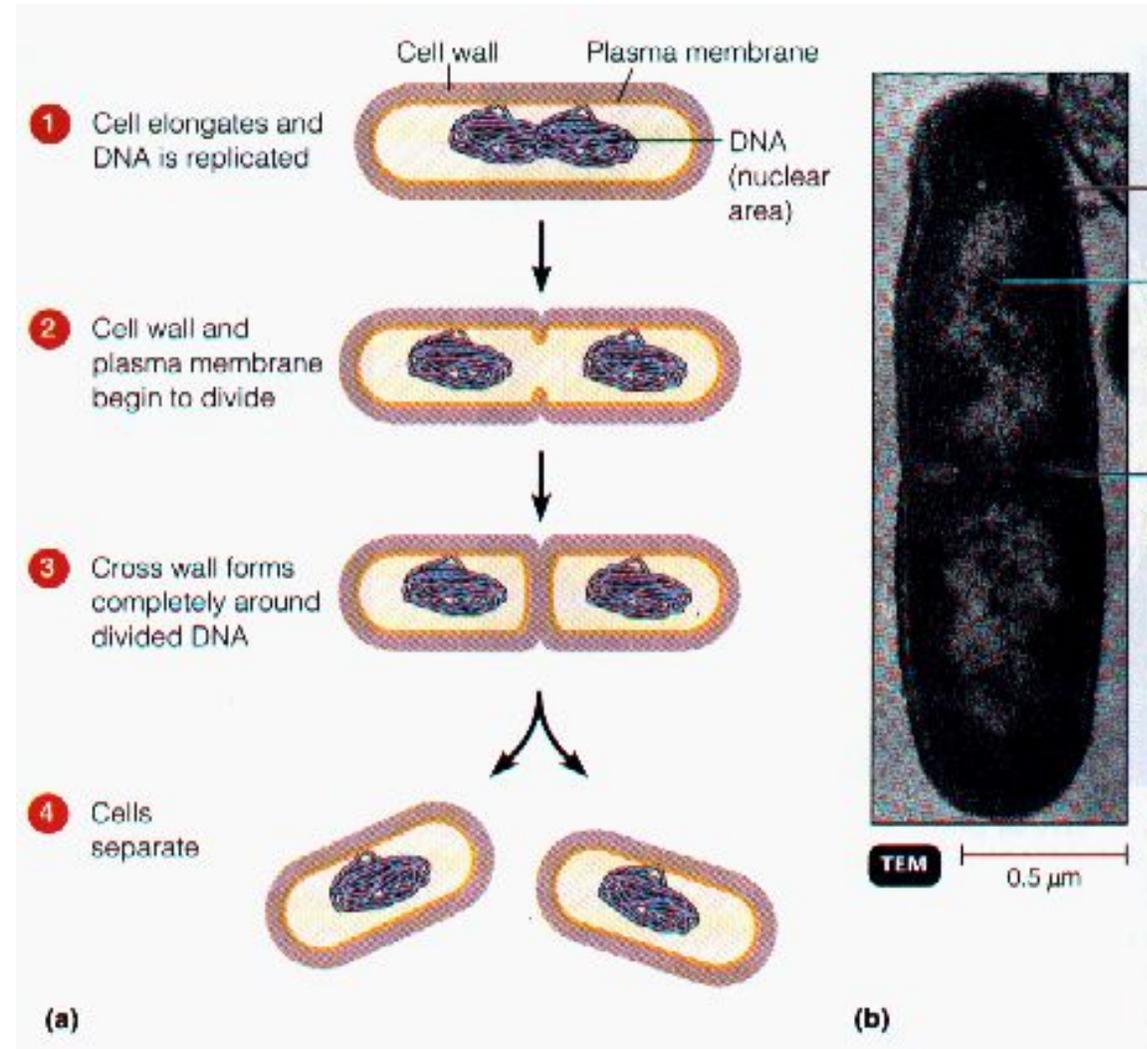


## 4.3. Demais estruturas bacterianas

### Material Genético

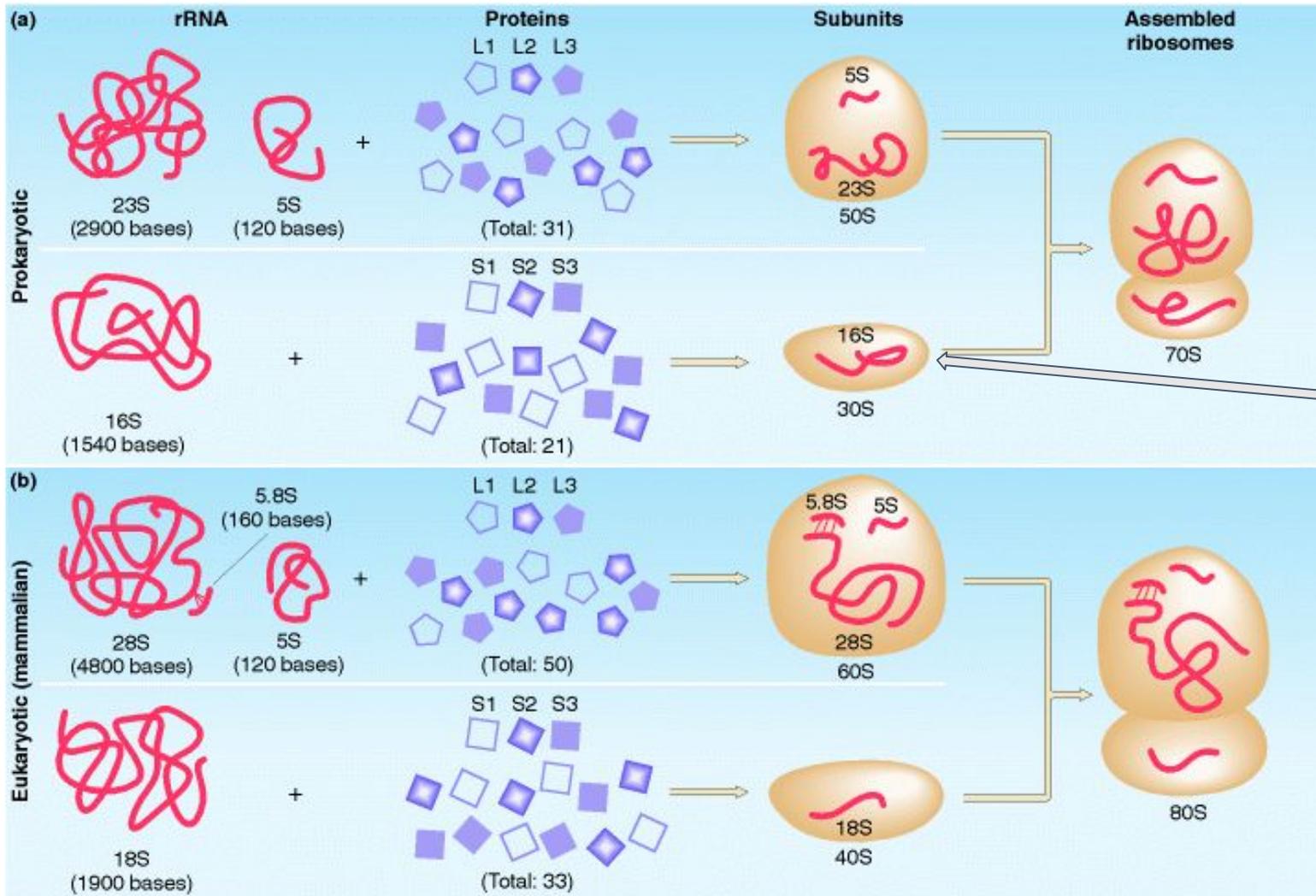
1. Nucleóide: DNA Cromossomal

2. DNA Plasmidial



## 4.3. Demais estruturas bacterianas

### Ribossomos



Procariotos

codificado pelo gene 16S RNA, cuja sequência é usada para identificação das bactérias

Eucariotos

## 4.3. Demais estruturas bacterianas

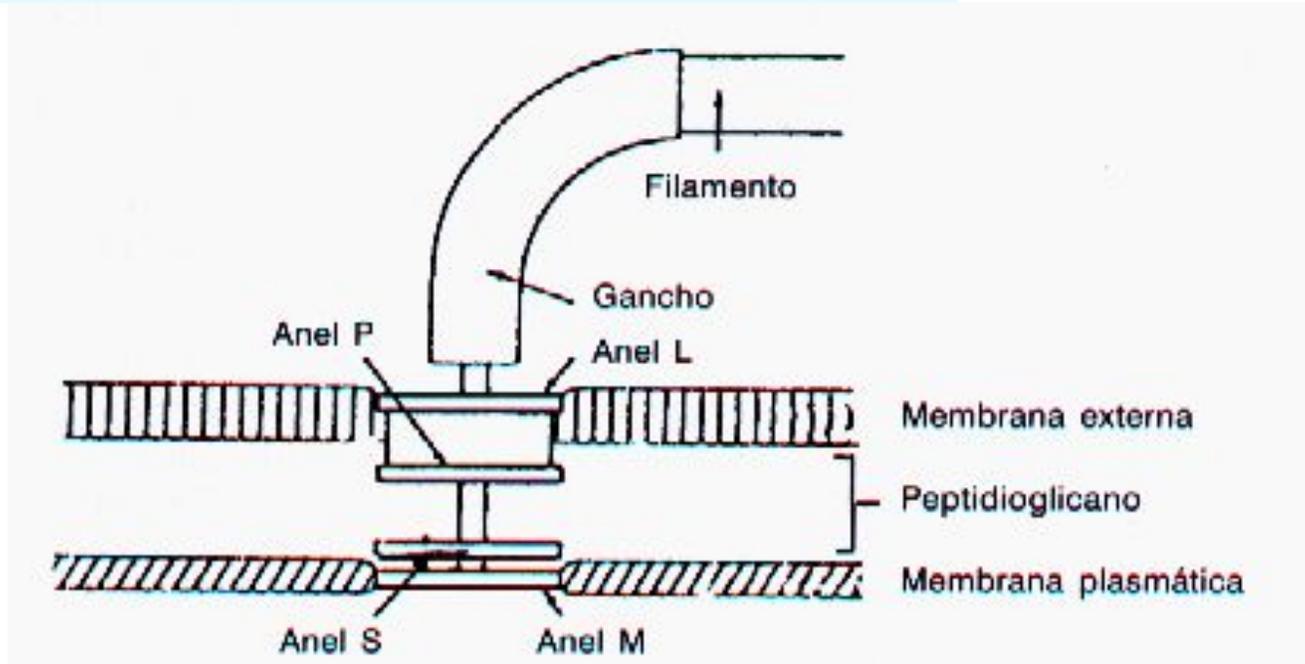
### Flagelos

#### Função:

Confere movimento à célula (**taxia**): velocidade **200 – 500  $\mu\text{m}/\text{segundo}$** .

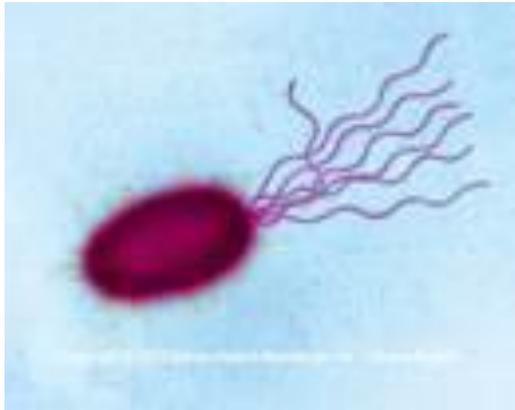
Composto por: - Uma estrutura Basal

- um Gancho
- um longo filamento de **FLAGELINA**

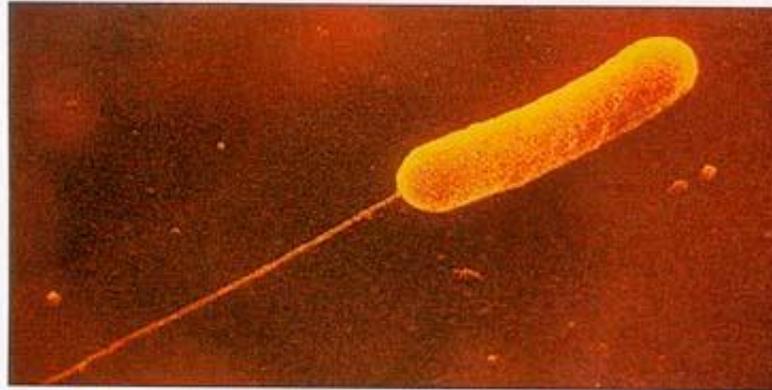


### 4.3. Demais estruturas bacterianas

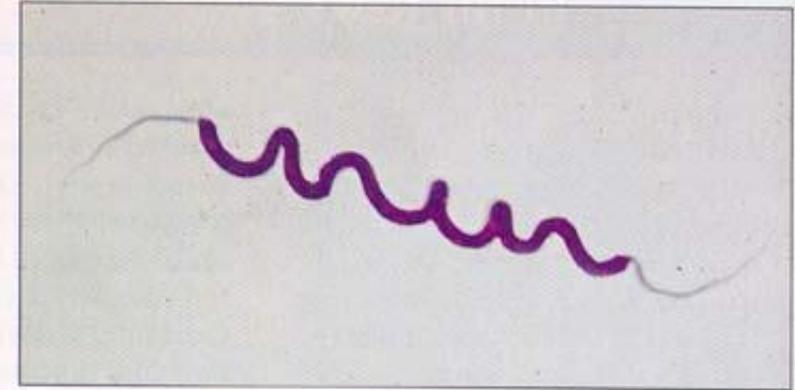
### Flagelos – Localização na célula



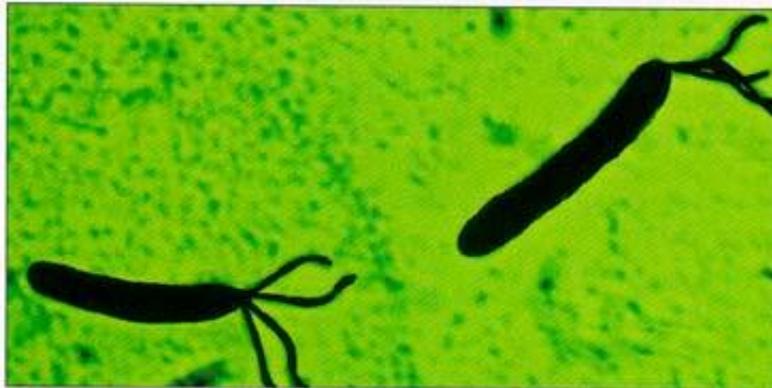
a) polar



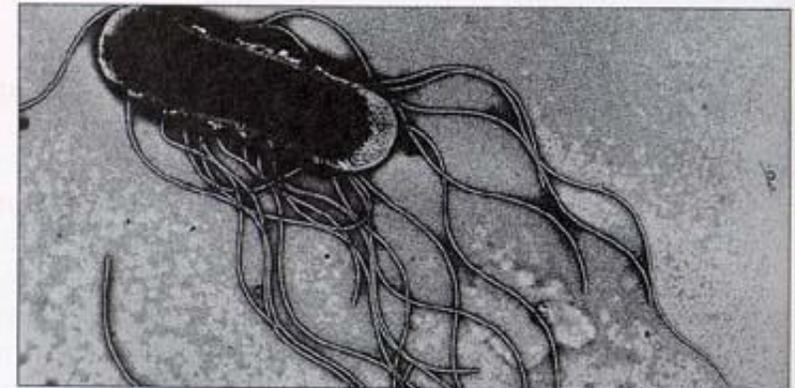
b) Monotríquio



c) Anfotríquio



e) Peritríquio



d) Lofotríquio

## 4.3. Demais estruturas bacterianas

### Pili ou Fímbrias

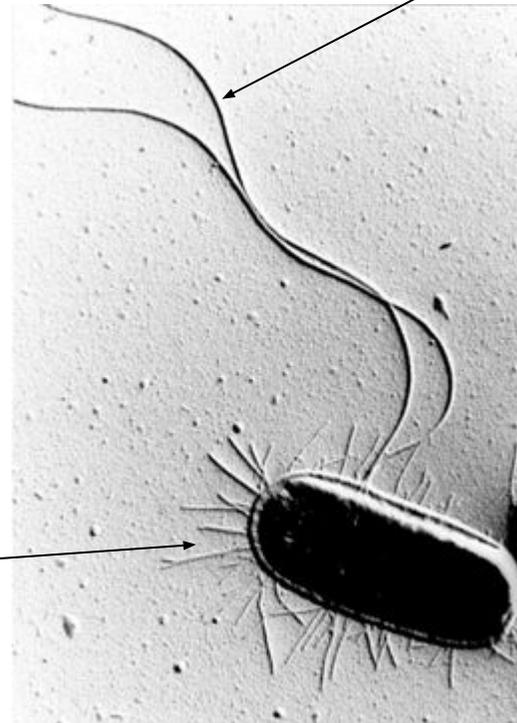
#### Função:

- Pili Sexual
- Sítios Aceptores de Vírus
- **Adesão** à células receptoras de mamíferos

#### Flagelos

(motilidade)

pili

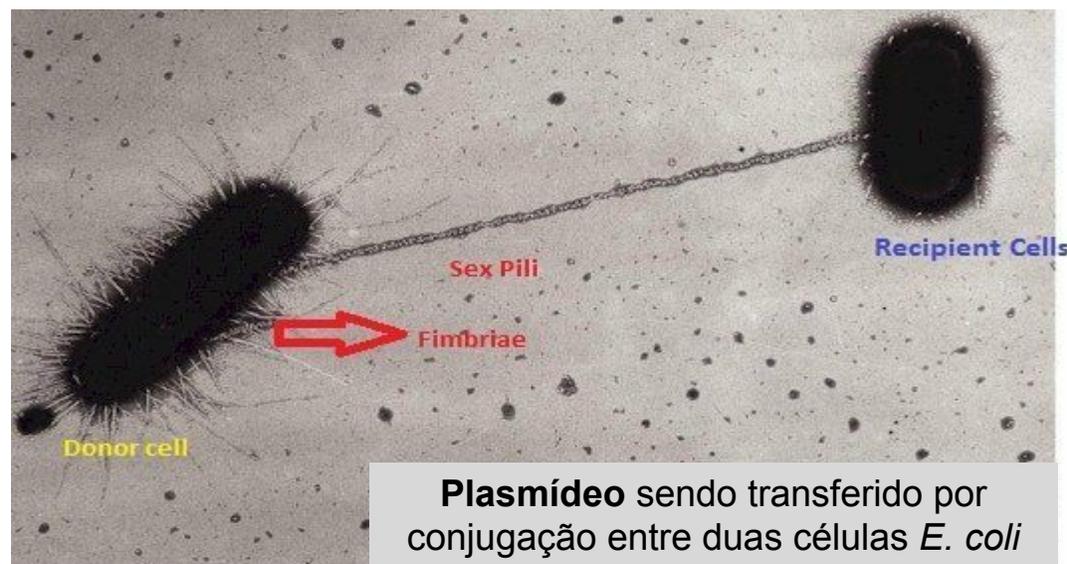
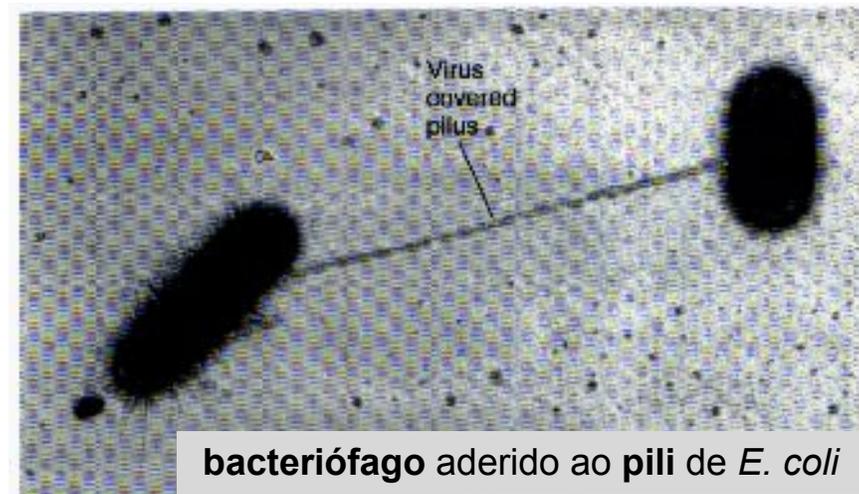
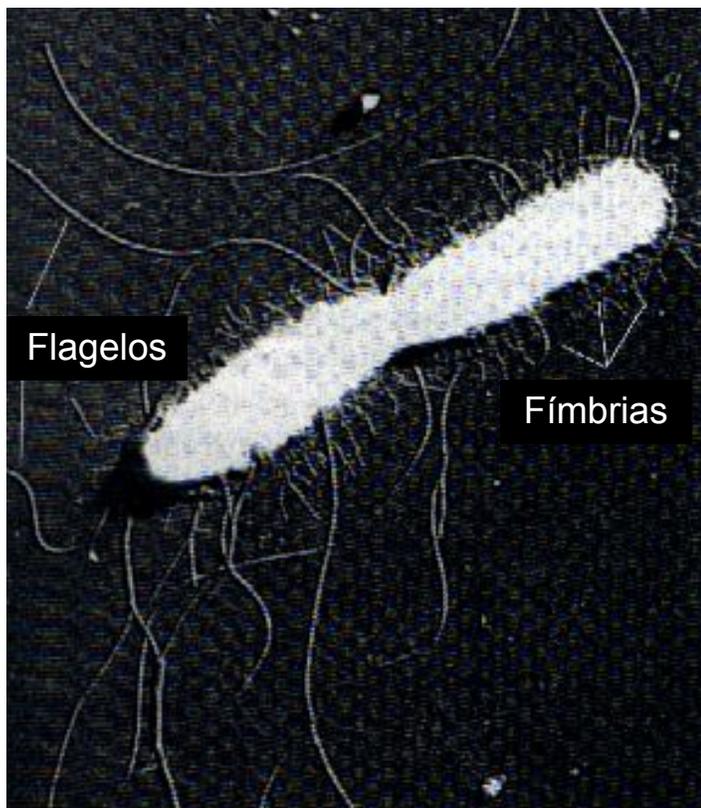


## Demais estruturas bacterianas

## Flagelo e Pili (também chamados de Fímbrias)

(Motilidade bacteriana)

(Adesão à mucosa, Conjugação bacteriana, Sítio de adesão de fagos)



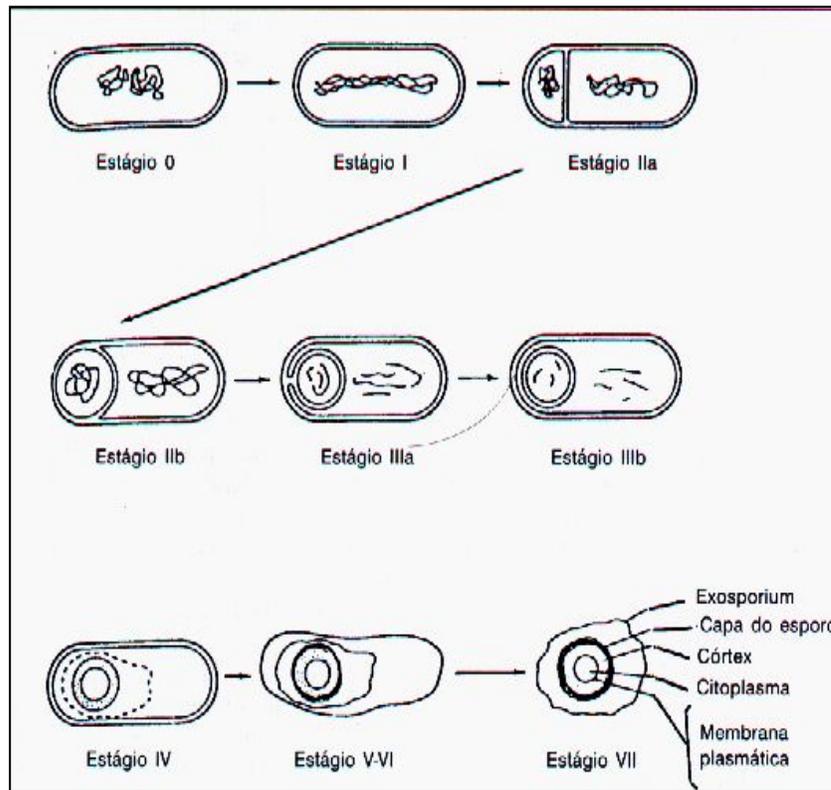
## Demais estruturas bacterianas

### Esporos bacterianos

Culturas de bactérias capazes de fazer esporulação, quando submetidas a um **agente estressante**, parte de sua população forma esporos. Como resultado, esta cultura é mais resistente à ação de vários agentes antibacterianos. Os esporos bacterianos permanecem viáveis e, mesmo após vários anos, se encontrarem boas condições para multiplicação, podem germinar produzindo novas culturas bactérias.

#### Agentes que induzem a esporulação:

- Falta de nutrientes para multiplicação (culturas envelhecidas),
- Secagem,
- Temperaturas acima da sua ideal para cultivo;
- Condições ambientais adversas (agentes químicos antibacterianos, radiações)



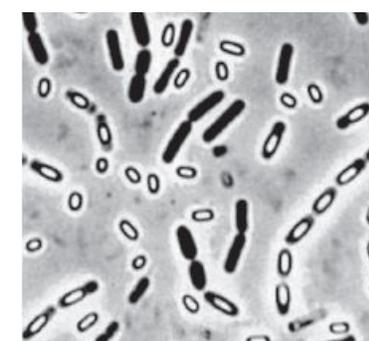
(a)



Esporos (endósporos) terminais



Esporos (endósporos) subterminais



Esporos (endósporos) centrais

(b)

**Fig.: Esporos bacterianos:** (a) Etapas da formação de esporos; (b) (Fonte: Microbiologia de Brock Fig. 2.42) Diferentes localizações de esporos em bactérias.

## Demais estruturas bacterianas

### Esporos bacterianos

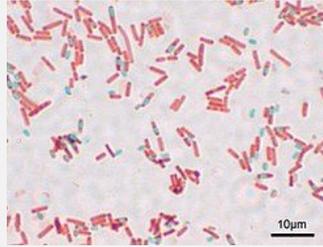
Bactérias formadoras de esporos são mais resistentes a vários agentes antimicrobianos.

Os esporos bacterianos permanecem viáveis em vários ambientes adversos após vários anos, e então, se encontrarem boas condições para multiplicação, podem germinar produzindo novas culturas bacterianas.

As bactérias formadoras de endósporos são encontradas predominantemente no solo. Poucas bactérias tem a capacidade de formação de esporos e elas geralmente são **Gram-positivas**.

#### Gênero *Bacillus*

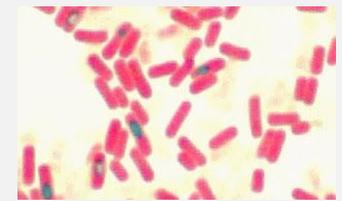
(a) As bactérias foram submetidas a coloração de esporos, Coloração de Wirtz (resultado: **bactérias vermelhas**, **esporos verde**).



*Bacillus subtilis*



*Bacillus cereus*  
(Intoxicação alimentar)



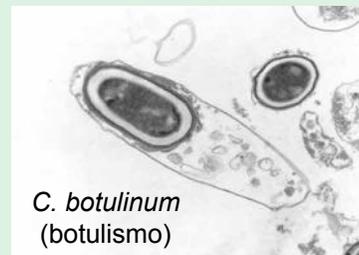
*Bacillus anthracis*  
(antraz)

#### Gênero *Clostridium*

(b)



*C. tetani* (tétano)



*C. botulinum*  
(botulismo)



*C. perfringens*  
(gangrena gasosa,  
intoxicação alimentar)



*C. difficile* (colite  
pseudomembranosa)

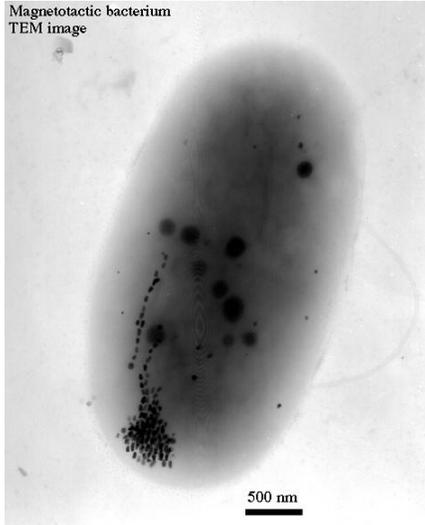
**Fig.** Exemplos de algumas bactérias formadoras de **esporos** (como são internos são também chamados de endósporos).

(a) Algumas espécies de ***Bacillus***;

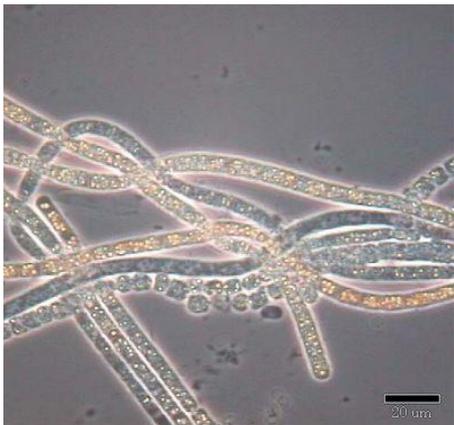
(b) Algumas espécies de ***Clostridium***.

## Demais estruturas bacterianas

### Grânulos Citoplasmáticos



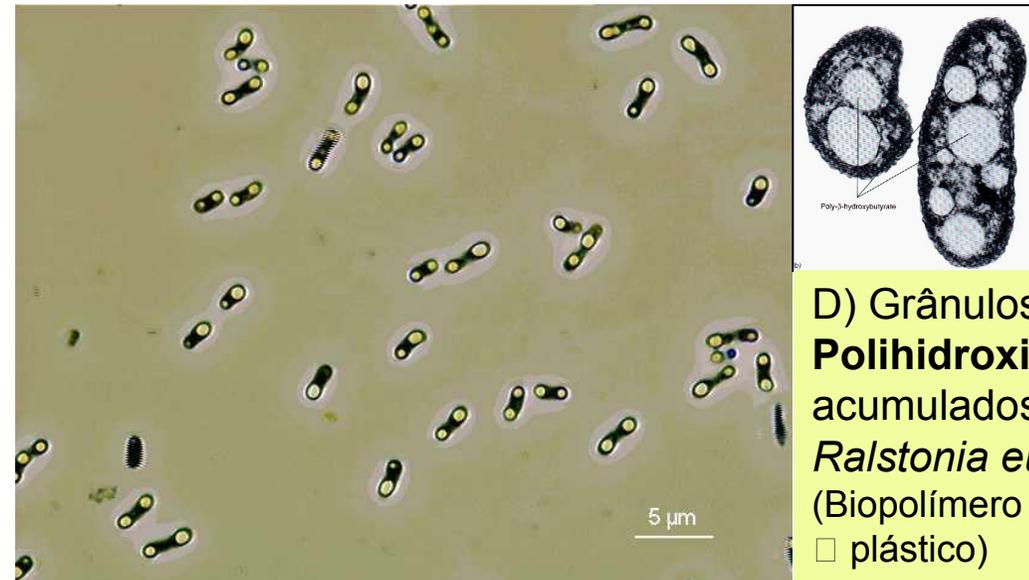
A) Grânulos de fósforo  
Bactérias magnetotáticas



B) Grânulos de enxofre  
***Beggiatoa***.

### C) Grânulos de bentonita [(Ba, Sr, Ca)6Mg(CO<sub>3</sub>)<sub>13</sub>].

A cianobactéria *Gleomargarita* (célula tem 2 µm de largura) realiza um processo de biomineralização um mineral Carbonatado que contém bário, estrôncio e magnésio.



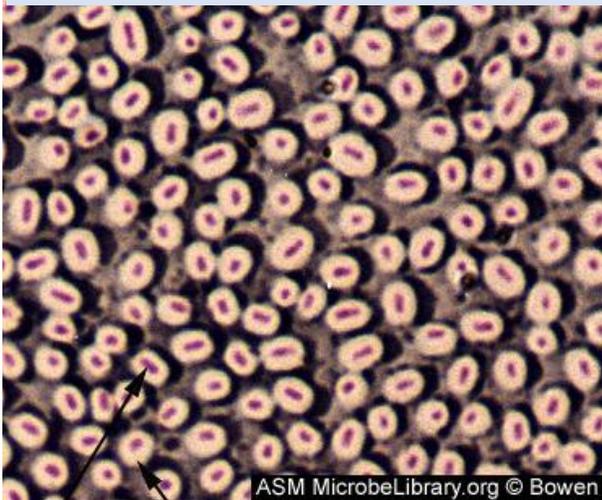
D) Grânulos de Polihidroxibutirato acumulados por *Ralstonia eutropha* (Biopolímero biodegradável □ plástico)

## Demais estruturas bacterianas

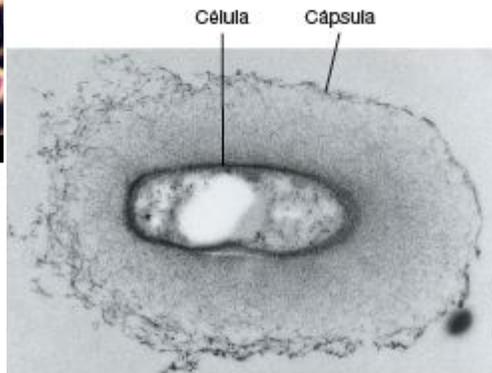
# Substâncias Poliméricas Extracelulares

### 1. Cápsula:

Estrutura morfolologicamente definida



Cell  
Capsule



Microscopia eletrônica de transmissão de uma célula de *Rhizobium* (célula tem 0,7  $\mu\text{m}$  de largura). (Fonte: Microbiologia de Brock Fig. 2.32)

### 2. Camada Mucosa, Camada S:

Substâncias poliméricas extracelulares (SPE)



Goma Xantânica e feita com substâncias poliméricas extracelulares da bactéria

*Xanthomonas campestris*



Obs: Veja "The Microbial World: Exopolysaccharides and their commercial roles"

## Demais estruturas bacterianas

## Substâncias Poliméricas Extracelulares – Biofilme bacteriano

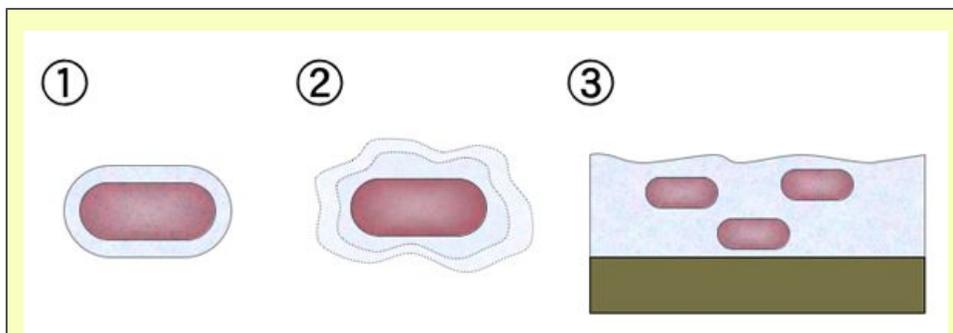


Diagrama de estruturas poliméricas extracelulares bacterianas:

- 1- cápsula,
- 2- camada mucosa ou glicocálice,
- 3- biopelícula que resulta na formação de **biofilme**.

O **glicocálice** consiste em um revestimento polissacarídico secretado por muitas bactérias; e, é um importante componente dos **biofilmes**. Ele reveste as superfícies bacterianas e possibilita uma **firme aderência** às estruturas variadas, como: pele, válvulas cardíacas e cateteres.

Exemplos da **importância clínica do biofilme bacteriano**:

- ***Pseudomonas aeruginosa*** causar infecções do trato respiratório em pacientes com fibrose cística;
- ***Staphylococcus epidermidis*** e ***Streptococcus viridans*** causar endocardites.
- ***Streptococcus mutans***, mediar a adesão à superfície dos dentes, fator importante na formação da placa dental precursora da formação da cárie dental.

A **cápsula bacteriana** é mais comumente encontrada em bactérias Gram-negativas, como:

- ***Escherichia coli*** (somente em algumas cepas)
- ***Neisseria meningitidis***
- ***Klebsiella pneumoniae***
- ***Haemophilus influenzae***
- ***Pseudomonas aeruginosa***
- ***Salmonella***

A **cápsula bacteriana** também está presente em algumas bactérias Gram-positivas, como:

- ***Bacillus megaterium***
- ***Streptococcus pyogenes***
- ***Streptococcus pneumoniae***
- ***Streptococcus agalactiae***
- ***Staphylococcus epidermidis***

# Morfologia e Estrutura das bactérias

## 5. Questões

1. Por que é importante o conhecimento da morfologia e da estrutura da célula bacteriana ?
2. Qual é a estrutura celular que permite a diferenciação das bactérias em dois grandes grupos?
3. Existe uma metodologia simples que permite a rápida diferenciação de grande parte das bactérias patogênicas? Comente.
4. Quais são as características que diferenciam as bactérias Gram-negativas das Gram-positivas?
5. O que significa LPS e em que tipo de bactérias é encontrado?
6. O ácido teicóico e o ácido lipoteicóico podem ser encontrados em que tipo de bactéria?
7. O espaço periplasmático está presente em que tipo de bactérias?
8. Está correta a afirmação de que todas as bactérias podem ser visualizadas ao microscópio óptico (M.O.) após terem sido submetidas à "Coloração de Gram" ? Comente.

9. A visualização de bactérias ao M.O. é muito importante logo nas etapas iniciais quando se deseja fazer um diagnóstico de uma infecção bacteriana. Além da "Coloração e Gram" que é muito empregada, há outra técnica de coloração bacteriana é bastante empregada? Em que caso é usada?

10. Flagelo e Pili são estruturas celulares bacterianas que desempenham funções equivalentes?

11. As bactérias são capazes de armazenar material de reserva de carbono e de energia? Comente.

12. Esporos são estruturas presentes em todas as bactérias? Comente

13. DNA cromossomal e plasmidial são estruturas presentes em todas as células?

14. Está correta a afirmação: "Cápsulas são estruturas poliméricas extracelulares rígidas, e camadas mucosas são também camadas extracelulares somente que neste último caso são menos rígidas e definidas"? Comente.



Instituto de Ciências  
Biomédicas USP



*Agradeço por sua atenção!*

*Espero que aproveitem !*

*Elisabete Vicente*

*ICB/USP\_2025*

*bevicent@usp.br*

Até a próxima ! 