

Morfologia e Estrutura das bactérias

- 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**
- 6. Questões com Respostas**



Instituto de Ciências
Biomédicas USP



Profa. Elisabete Vicente
Dep. Microbiologia
ICB/USP
bevicent@usp.br

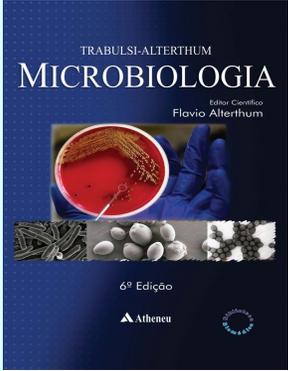


**Espaço Microbiologia
ICB/USP**

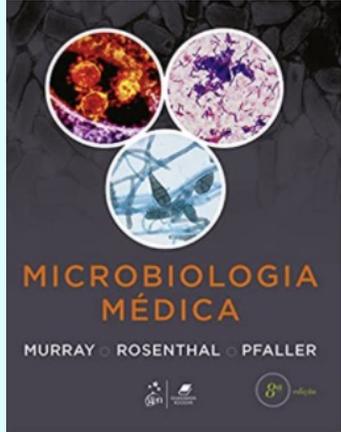
bem vindos, bem vindos !!!!

Instituto de Ciências
Biomédicas USP

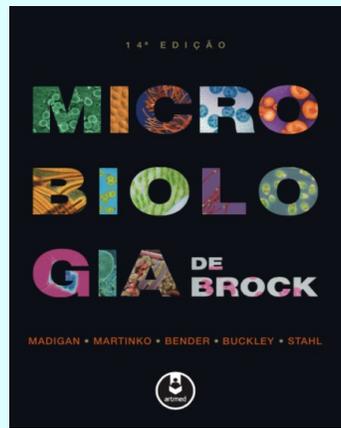
Há vários ótimos livros de Microbiologia, abaixo seguem alguns recomendados:



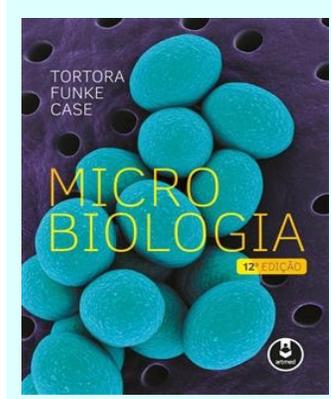
Microbiologia.
Trabulsi & Alterthum
2015 , 6ª Ed.,
Livraria Atheneu



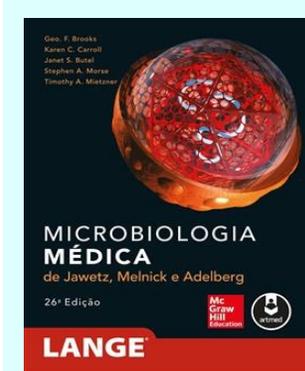
Microbiologia Médica
Murray, P.R.; Rosenthal, K. S.; Pfaller, M. A.
2017 8ª edição,
Editoras: Gen/Guanabara
Koogan.



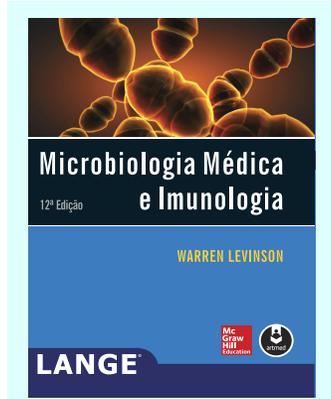
Microbiologia de **Brock**
Eds. M. T. Madigan, J. M.
Martinko, J. Parker.
2016, 14ª. Ed.
Editora ArtMed



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

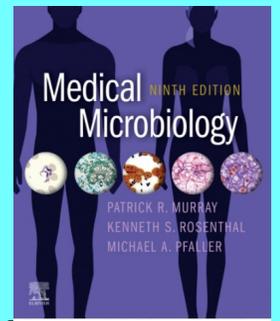


Microbiologia Médica.
**Jawetz, Melnick,
Adelberg.**
26ª. Ed., 2014. Grupo A

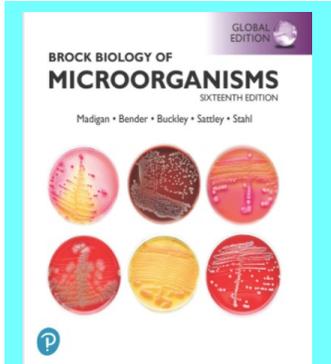


Microbiologia Médica e
Imunologia. **Levinson.**
12ª Ed., 2014
Livraria Atheneu

Para os
desejosos de
literatura ainda mais
recente:



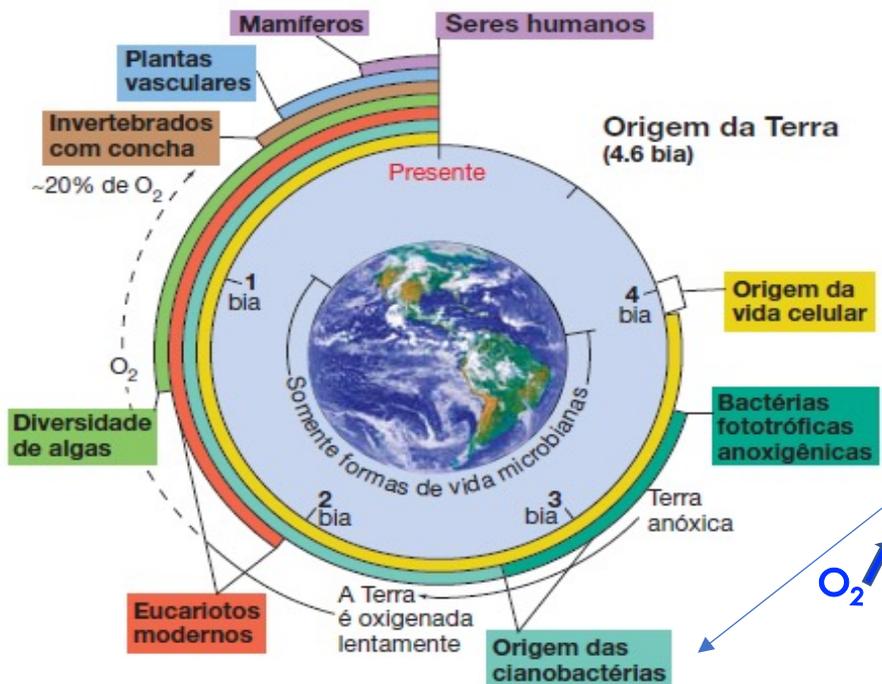
Medical Microbiology
2020, (English Edition)
9ª. Ed. Ed Elsevier



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

Profa. Elisabete Vicente/
Dep. Microbiologia ICB/USP
bevicent@usp.br

Morfologia e Estrutura das bactérias



(a)

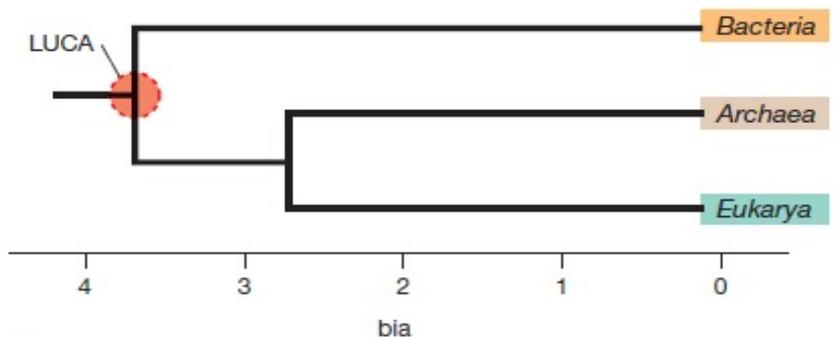


Fig.: Surgimento da vida no planeta Terra:

- (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 O₂ 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)

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

Morfologia e Estrutura das bactérias

1. Introdução: Os três domínios da vida

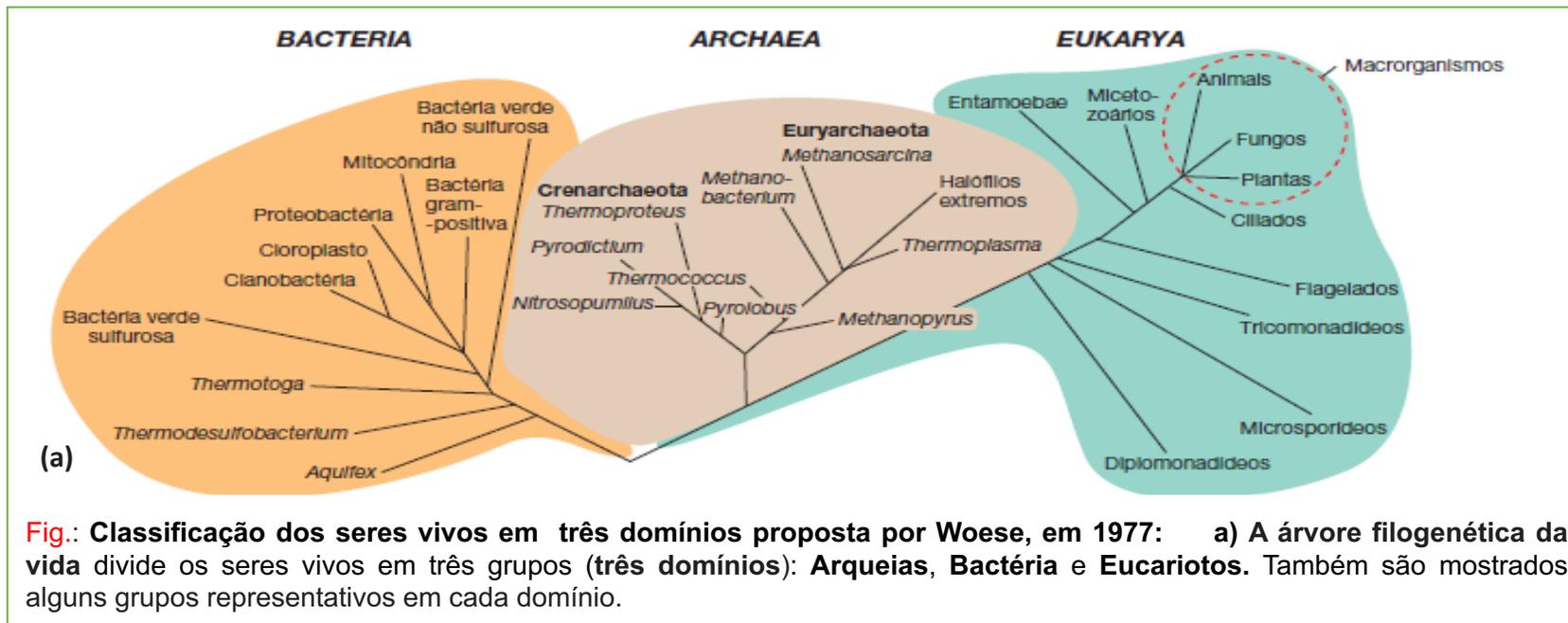


Fig.: Classificação dos seres vivos em três domínios proposta por Woese, em 1977: a) A árvore filogenética da vida divide os seres vivos em três grupos (três domínios): **Arqueias, Bactéria e Eucariotos**. Também são mostrados alguns grupos representativos em cada domínio.

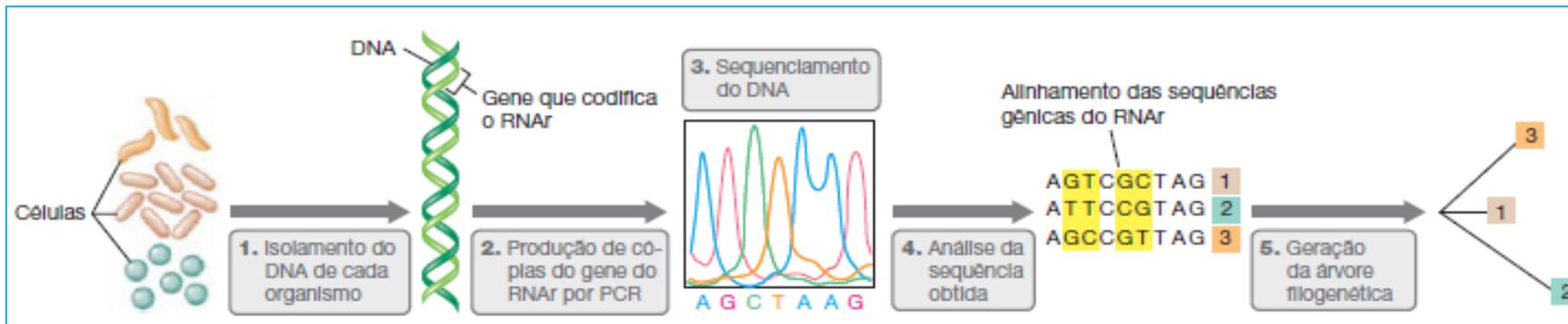
(b) A tecnologia que foi empregada - análise da sequência do RNA ribossomal (rRNA):

- 1) O DNA é extraído das células;
- 2) Cópia 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.

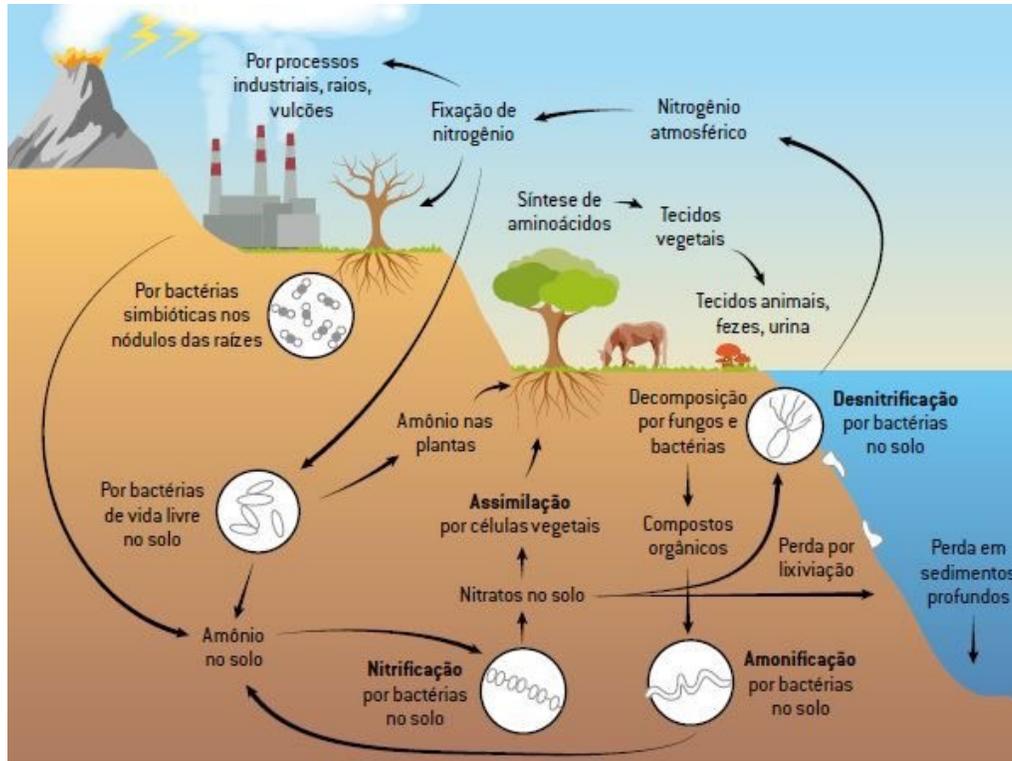
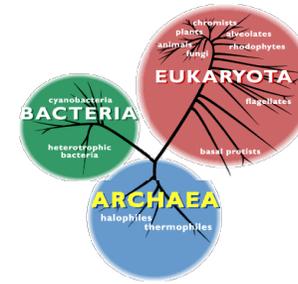
Assim, isto revela que os organismos 1 e 3 possuem parentesco mais próximo do que 2 e 3.



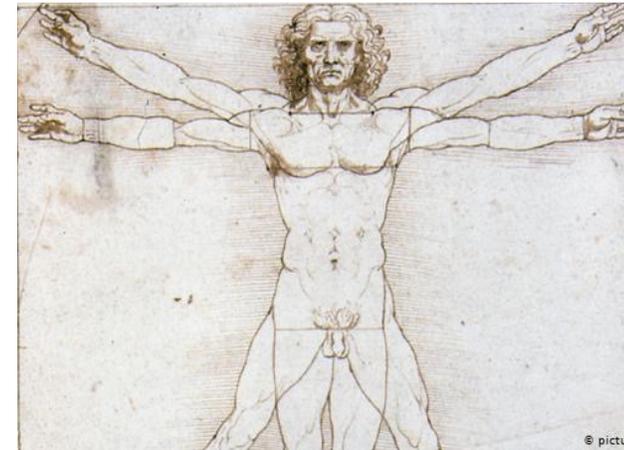
Adaptado de: Microbiologia de Brock, 14ª. Ed., 2014 – Cap 1

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 O₂ 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

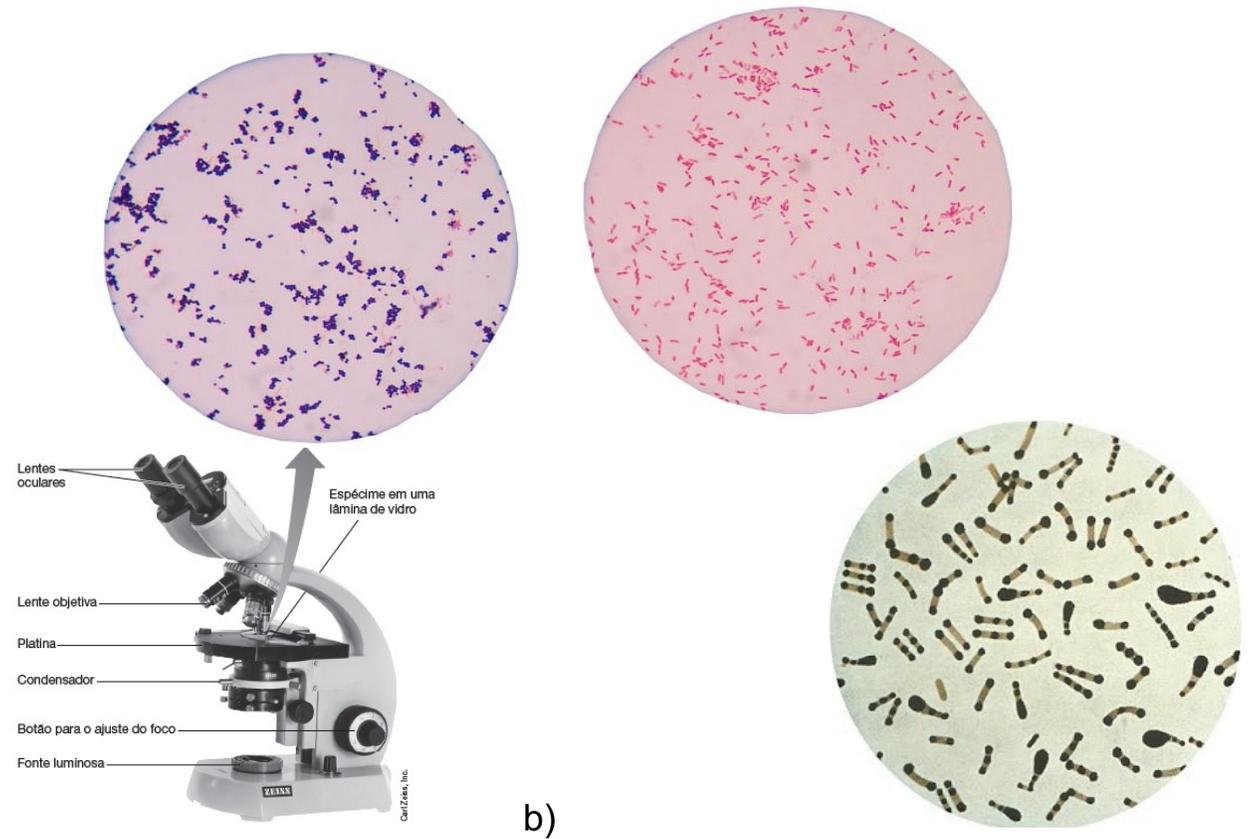
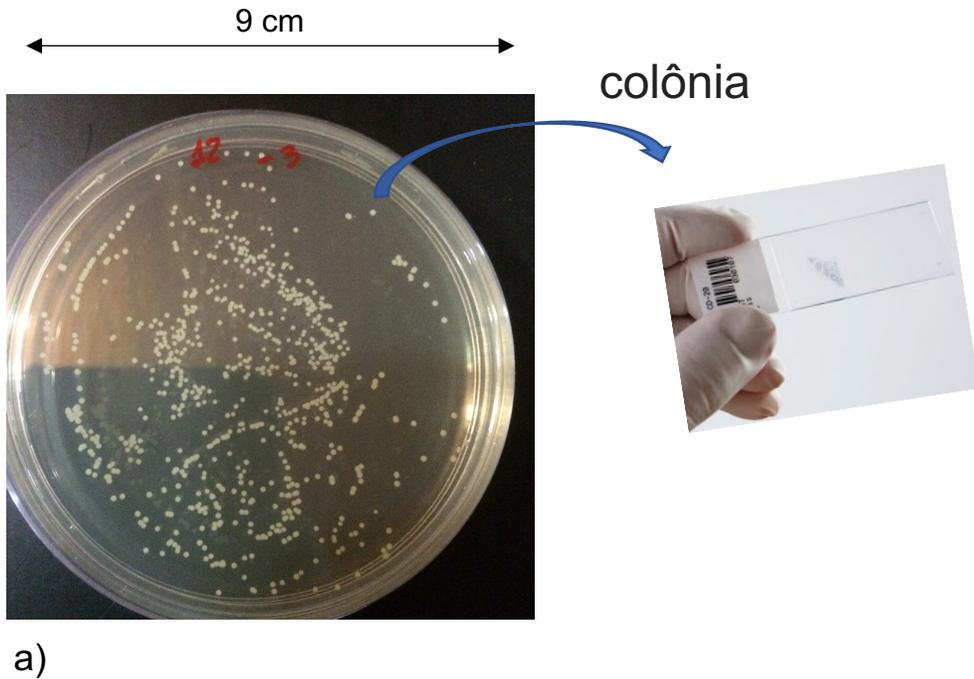


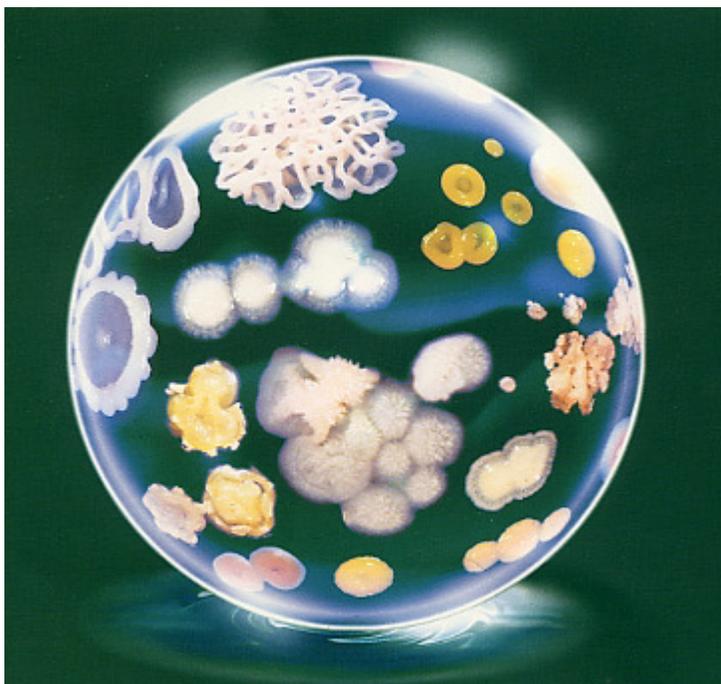
Fig.: Morfologia macroscópica e microscópica de bactérias:

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

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

3. Morfologia bacteriana

3.1. Morfologia Macroscópica

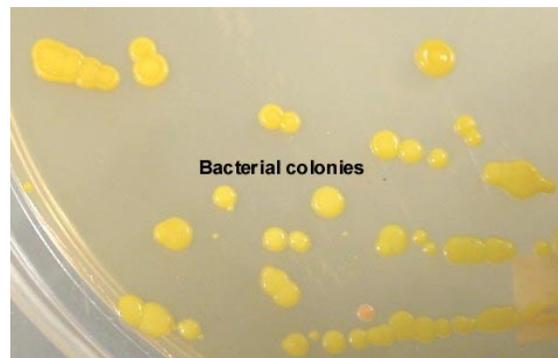


Cultura em meio sólido de uma amostra de microrganismos coletados do solo



Cada uma única colônia contem cerca de 100 bilhões (1×10^8) de células;

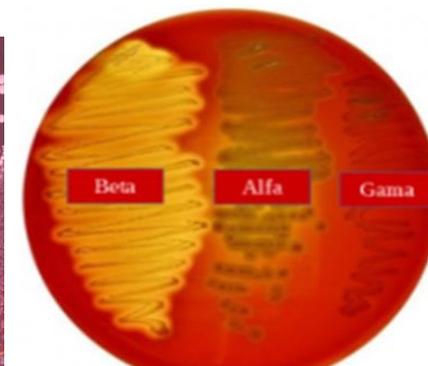
Cultura em meio sólido de uma amostra de cultura bacteriana



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.

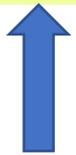
Fig.: Morfologia macroscópica de bactérias

3. Morfologia bacteriana

3.2. Morfologia Microscópica



Vírus Influenza
Diâmetro: 200 nm



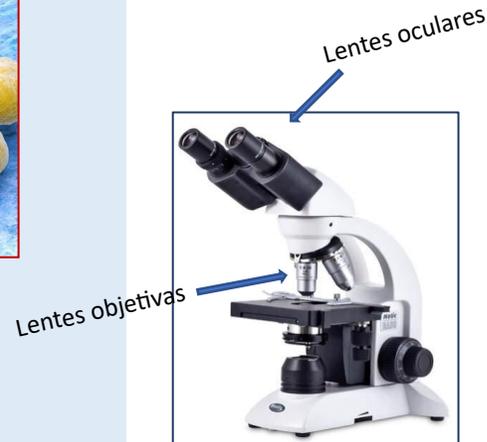
Microscópio Eletrônico

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

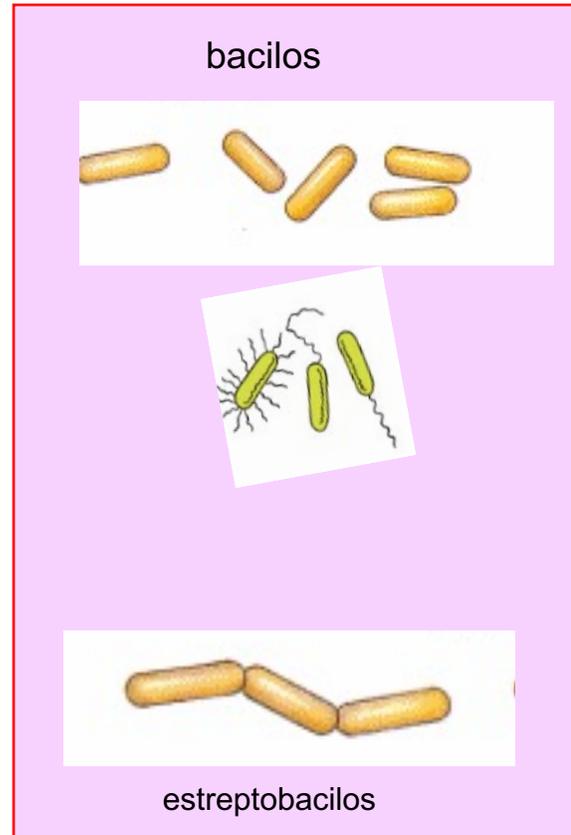
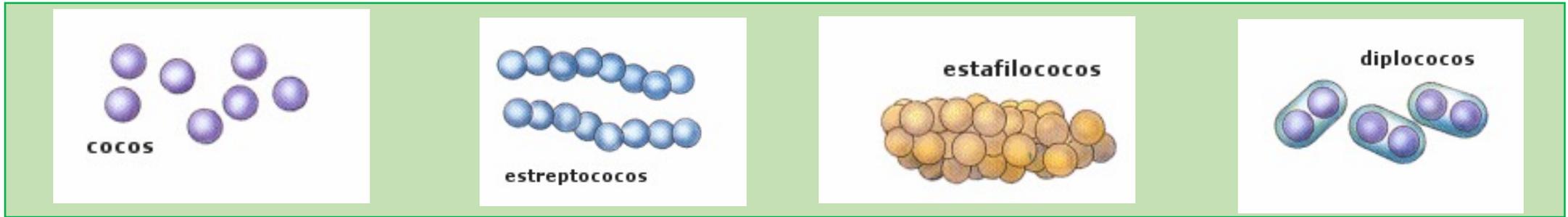


Leveduras

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

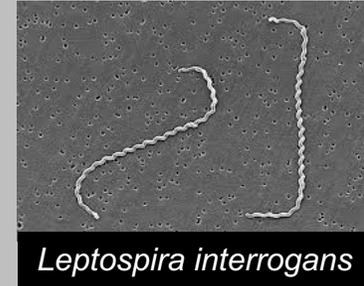
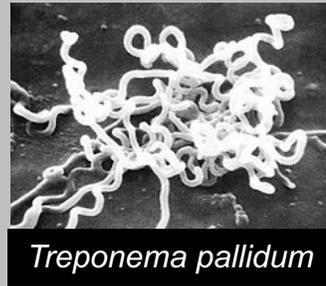
Fig. : Comparação das dimensões de : Vírus, Bactéria, Eucariotos

3.2. Morfologia Microscópica

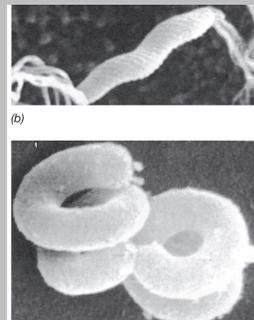
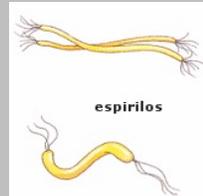


Bactérias Espiraladas

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



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



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



4. Estruturas bacterianas

4.1. Membrana citoplasmática

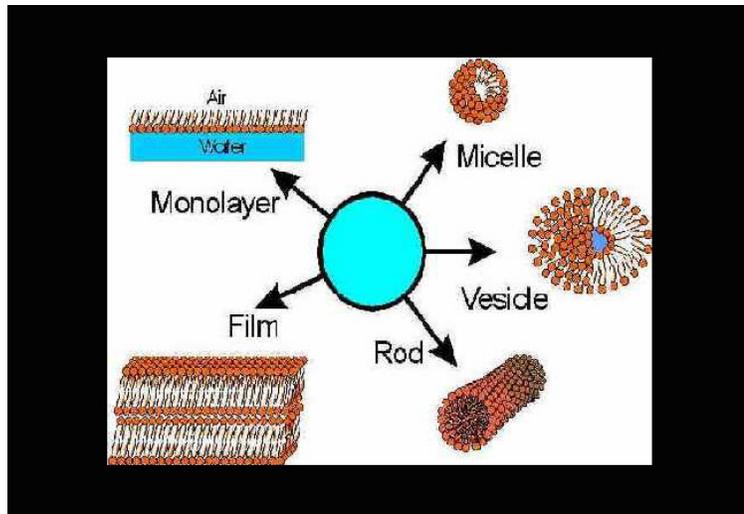
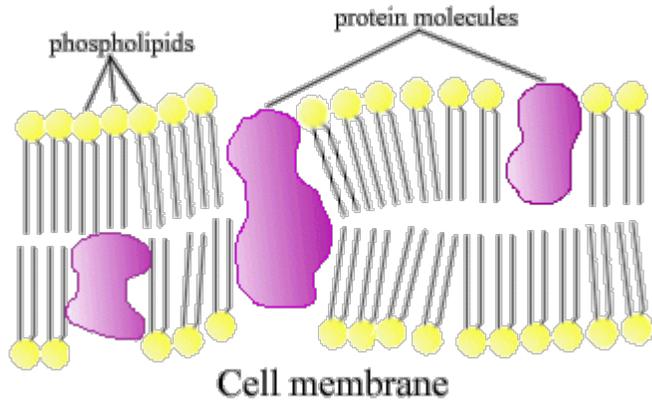
4.2. Parede celular bacteriana

4.3. Demais estruturas bacterianas

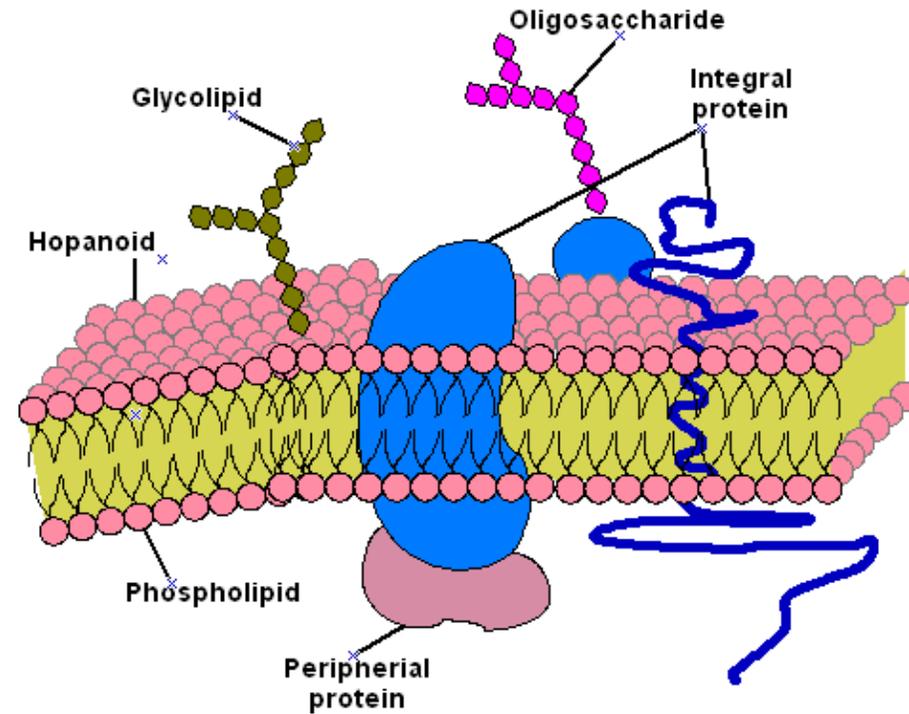
Essenciais e Não Essenciais

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

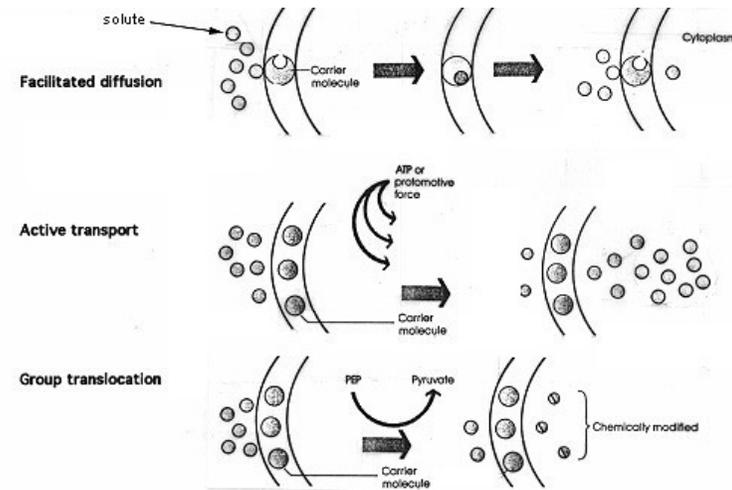
- Transporte de Elétrons
- Fosforilação oxidativa

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



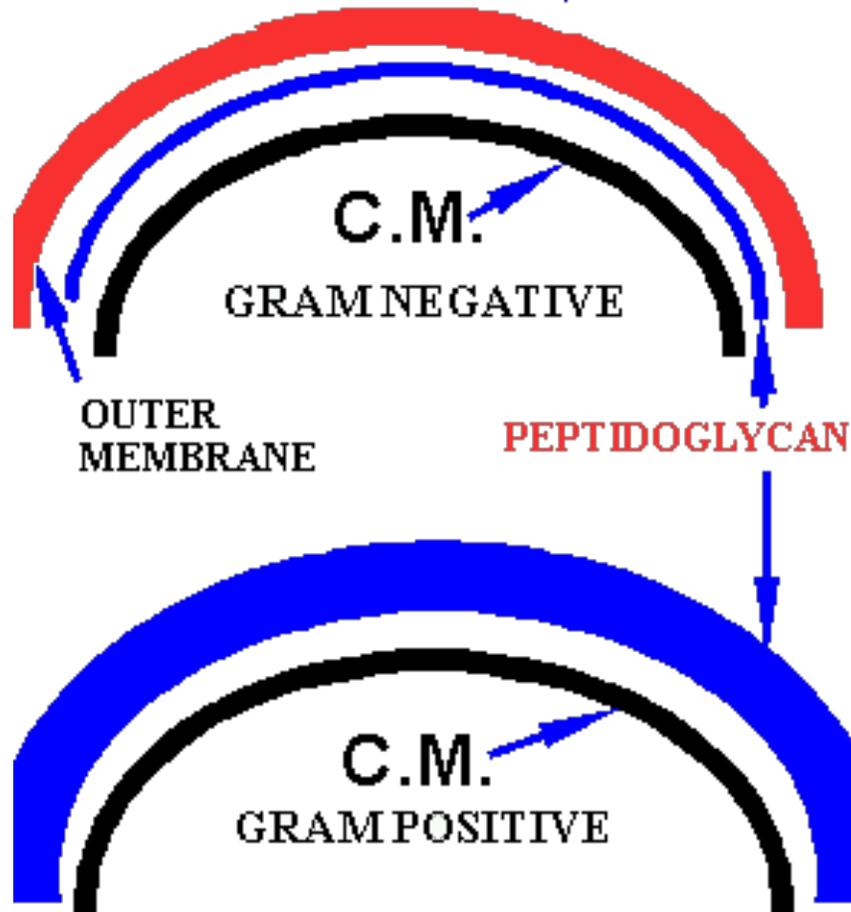
4. Estruturas bacterianas

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** ?

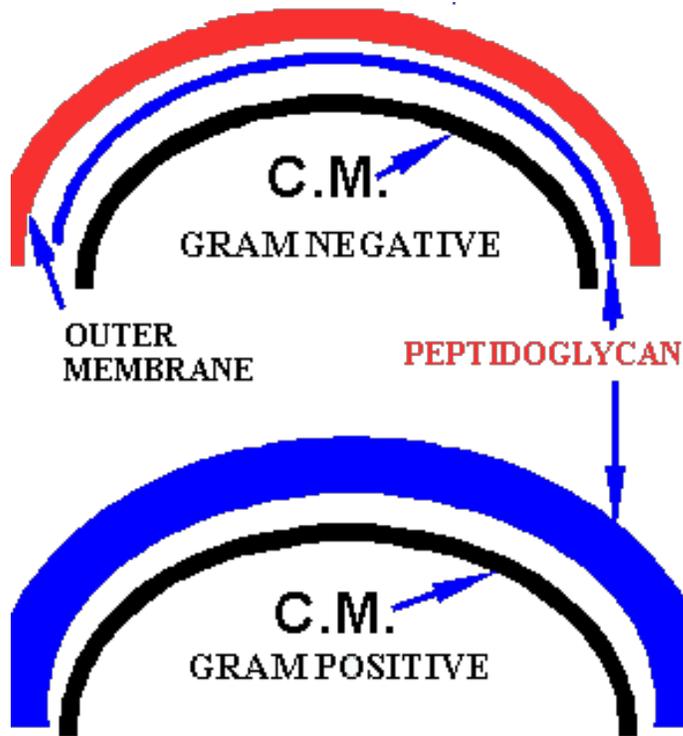
4. Estruturas bacterianas

4.2. Parede celular

Bactérias
Gram-positivas

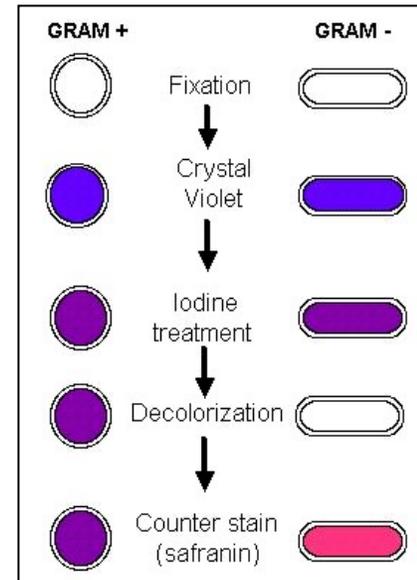
e

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⁺) coram-se em roxo; células gram-negativas (G⁻) coram-se em róseas a vermelhas</p>



Christian Gram (1884)

4. Estruturas bacterianas

4.2. Parede celular

Funções:

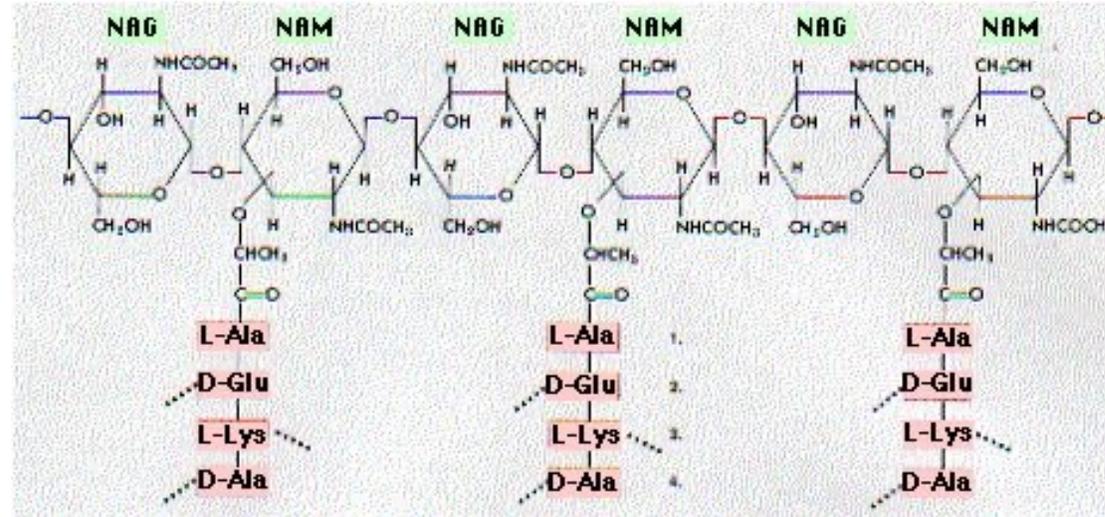
- Manutenção da forma celular;
- Suportar a elevada pressão osmótica
- Auxiliar na divisão celular

Estrutura:

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

4. Estruturas bacterianas

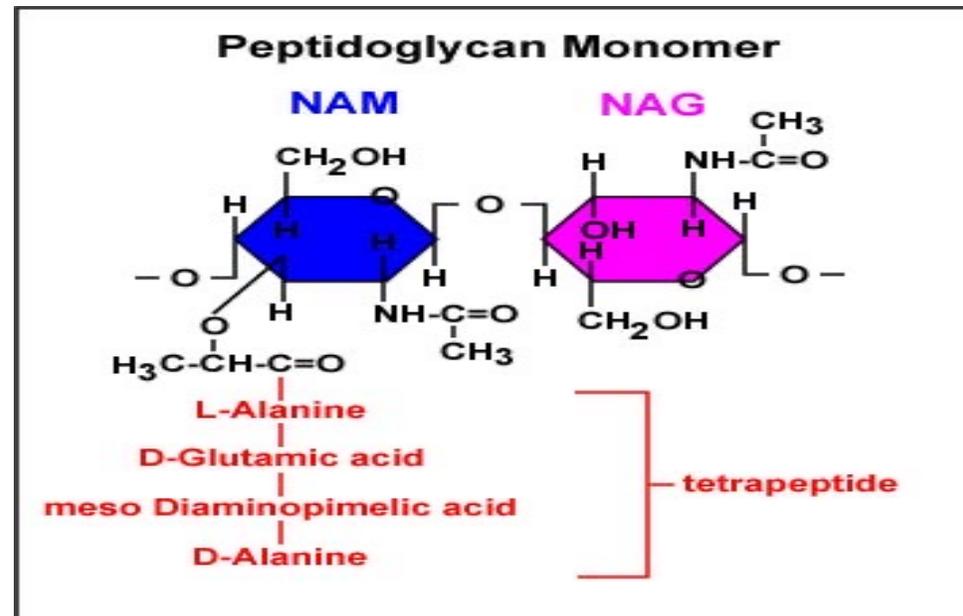
4.2. Parede celular



Peptidoglicano

ou

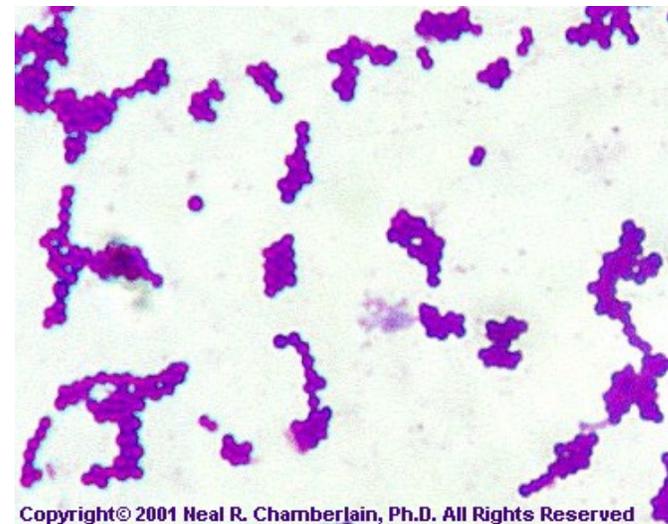
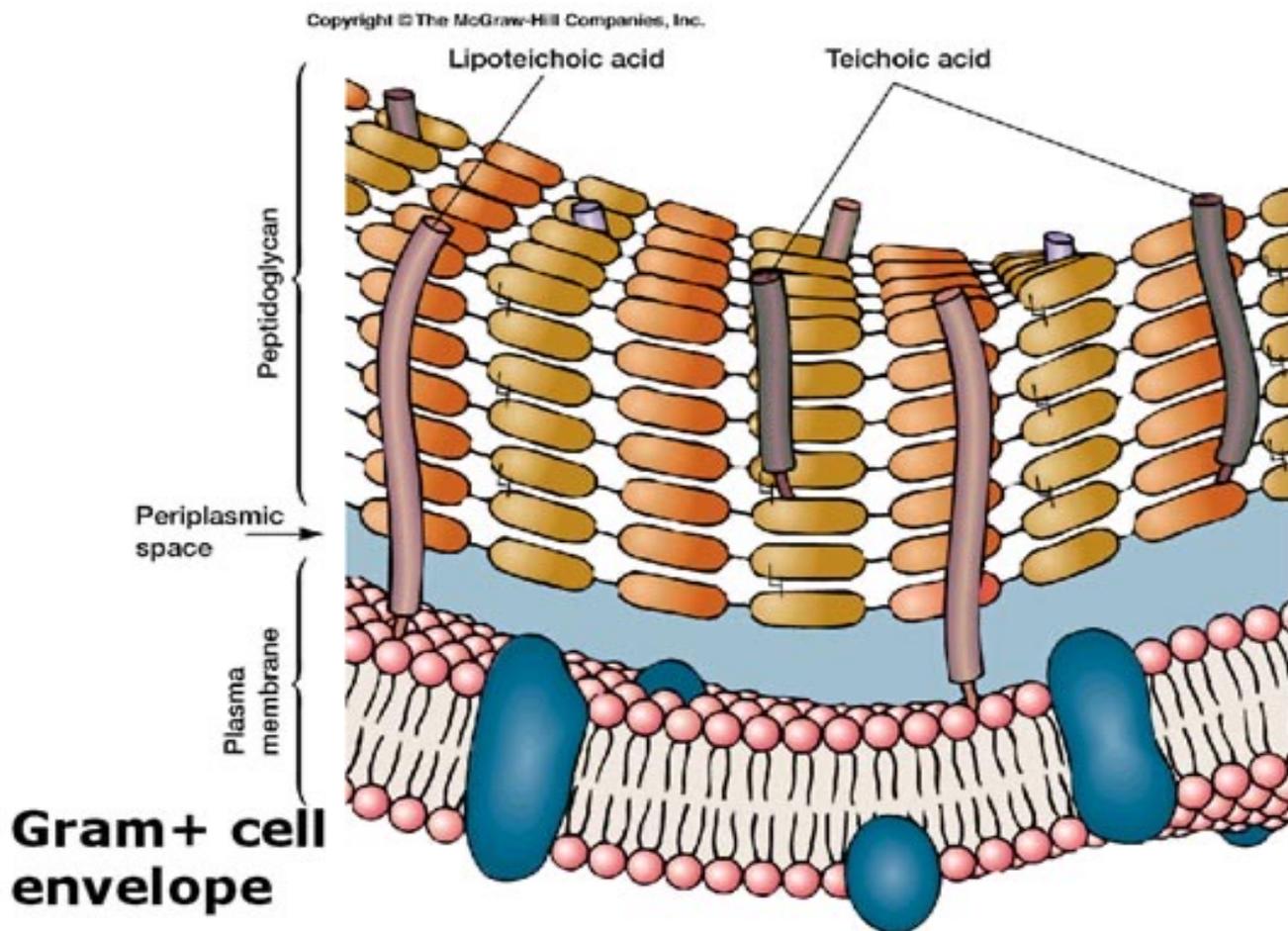
Mureina



4. Estruturas bacterianas

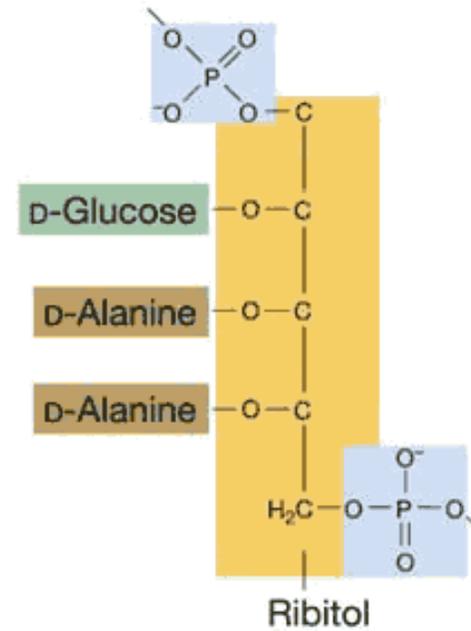
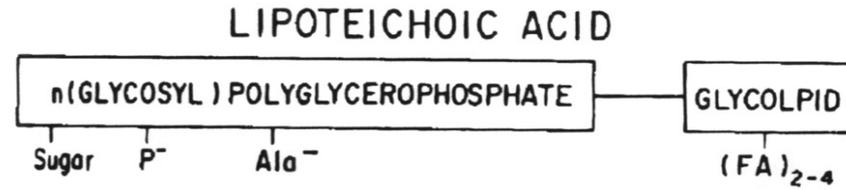
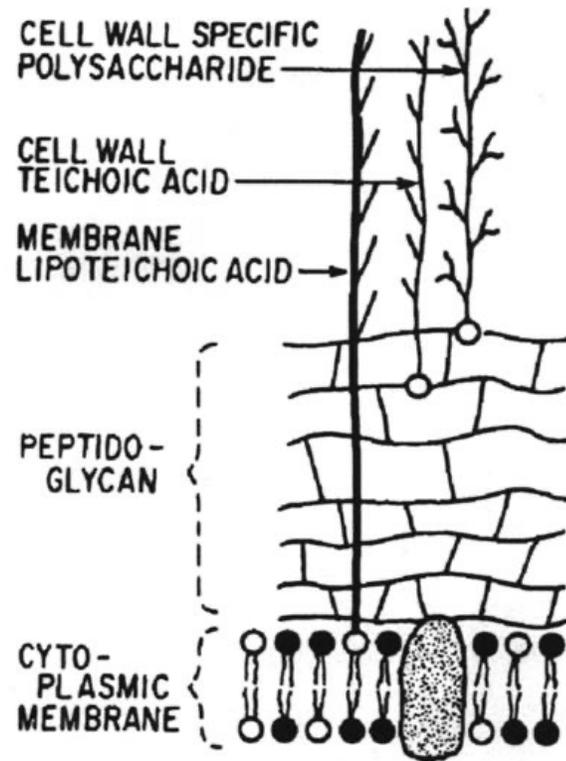
4.2. Parede celular

Bactérias Gram-positivas



4. Estruturas bacterianas

4.2. Parede celular das bactérias Gram-positivas

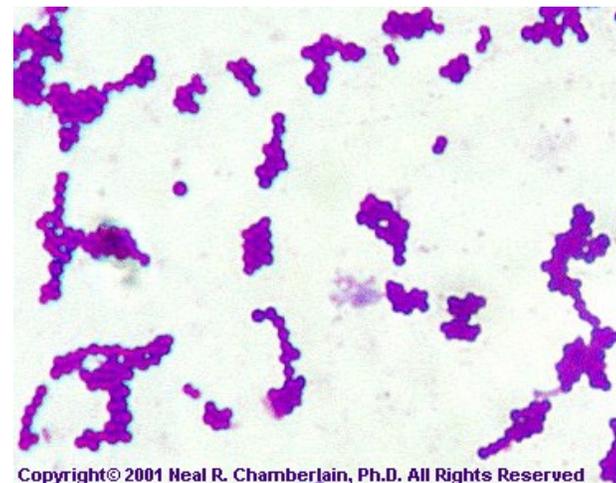
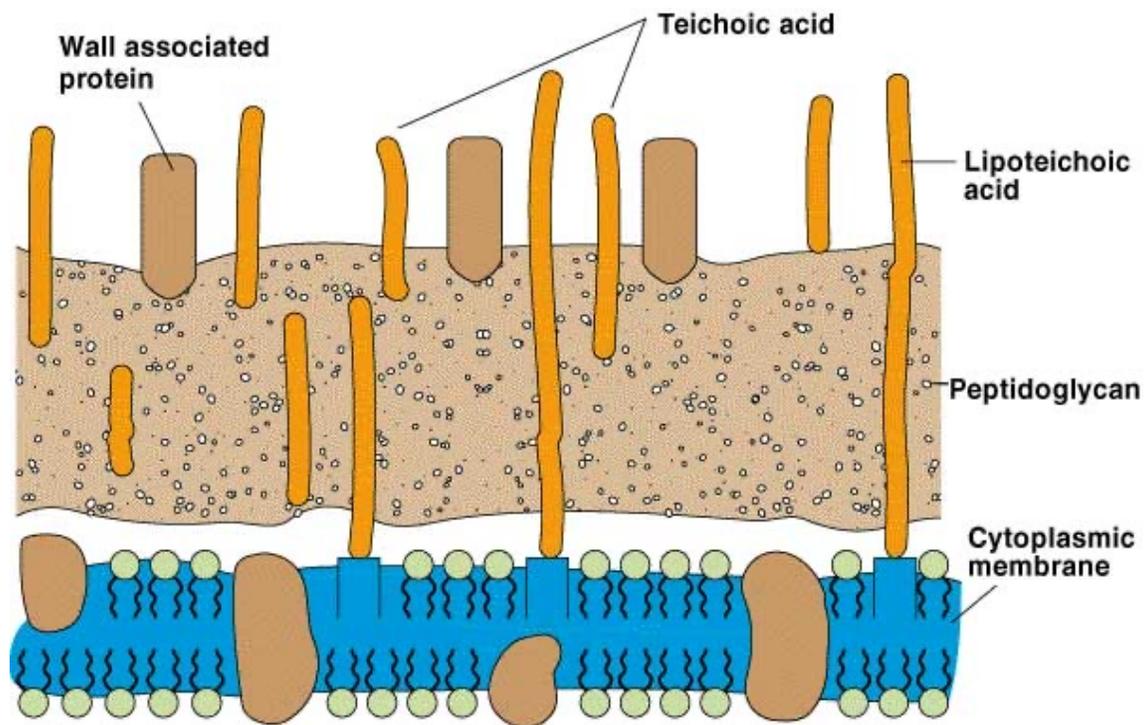


Fórmula de um ácido teicóico, contendo ribitol

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:

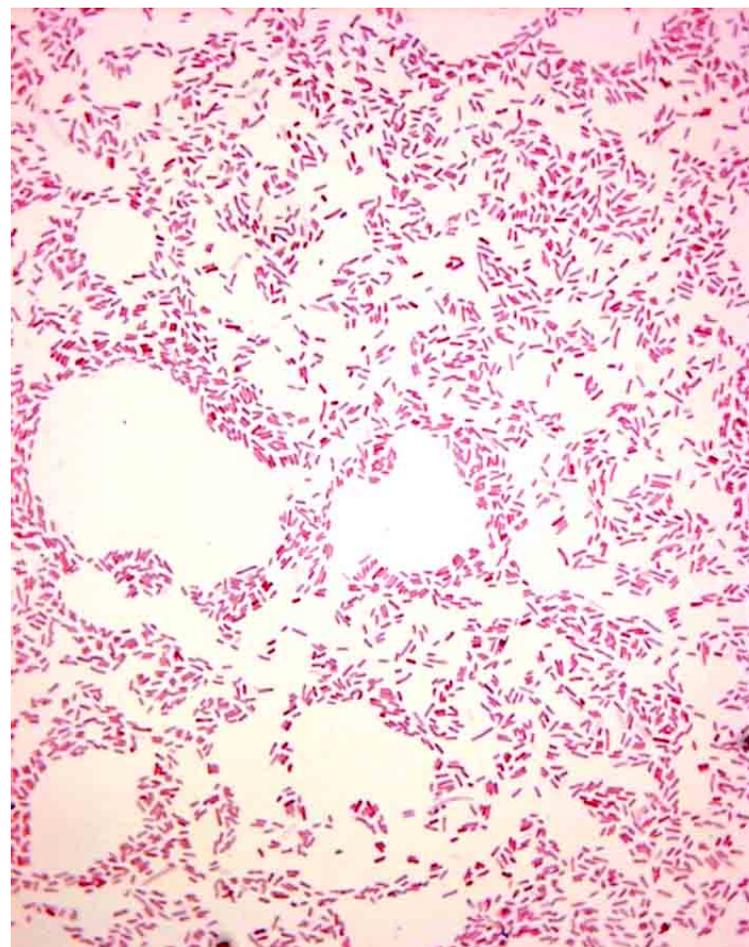
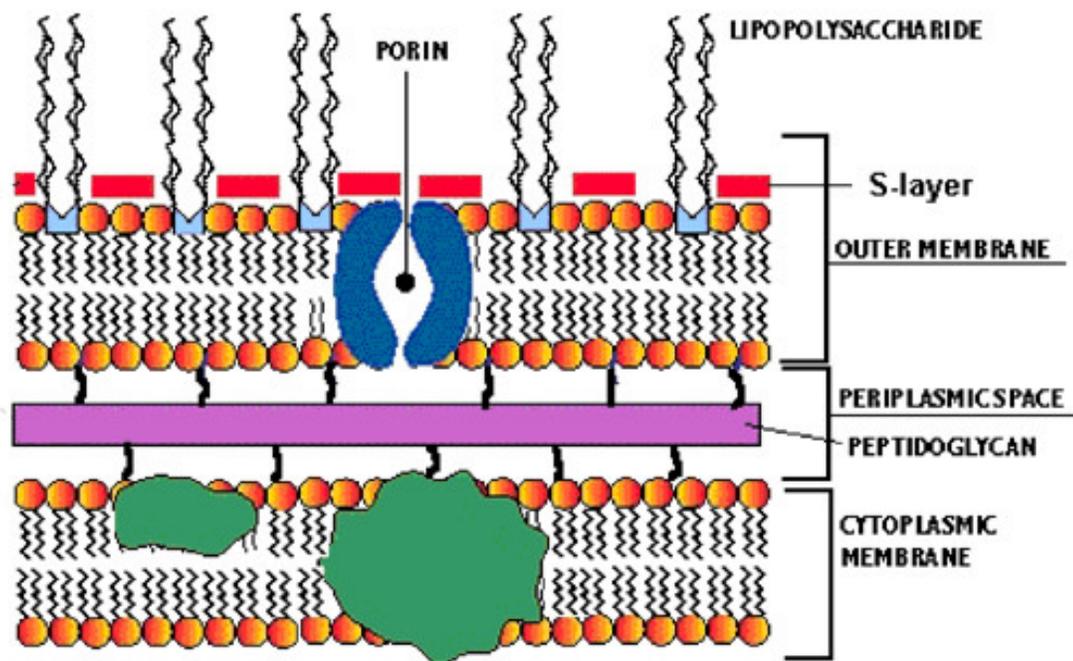
- Facilitar a entrada e saída de cátions
- Regular atividade de autolisinas
- Sítios receptores de bacteriófagos
- Adesinas ao epitélio do hospedeiro
- São antígenos celulares – permitem a identificação sorológica

4. Estruturas bacterianas

4.2. Parede celular

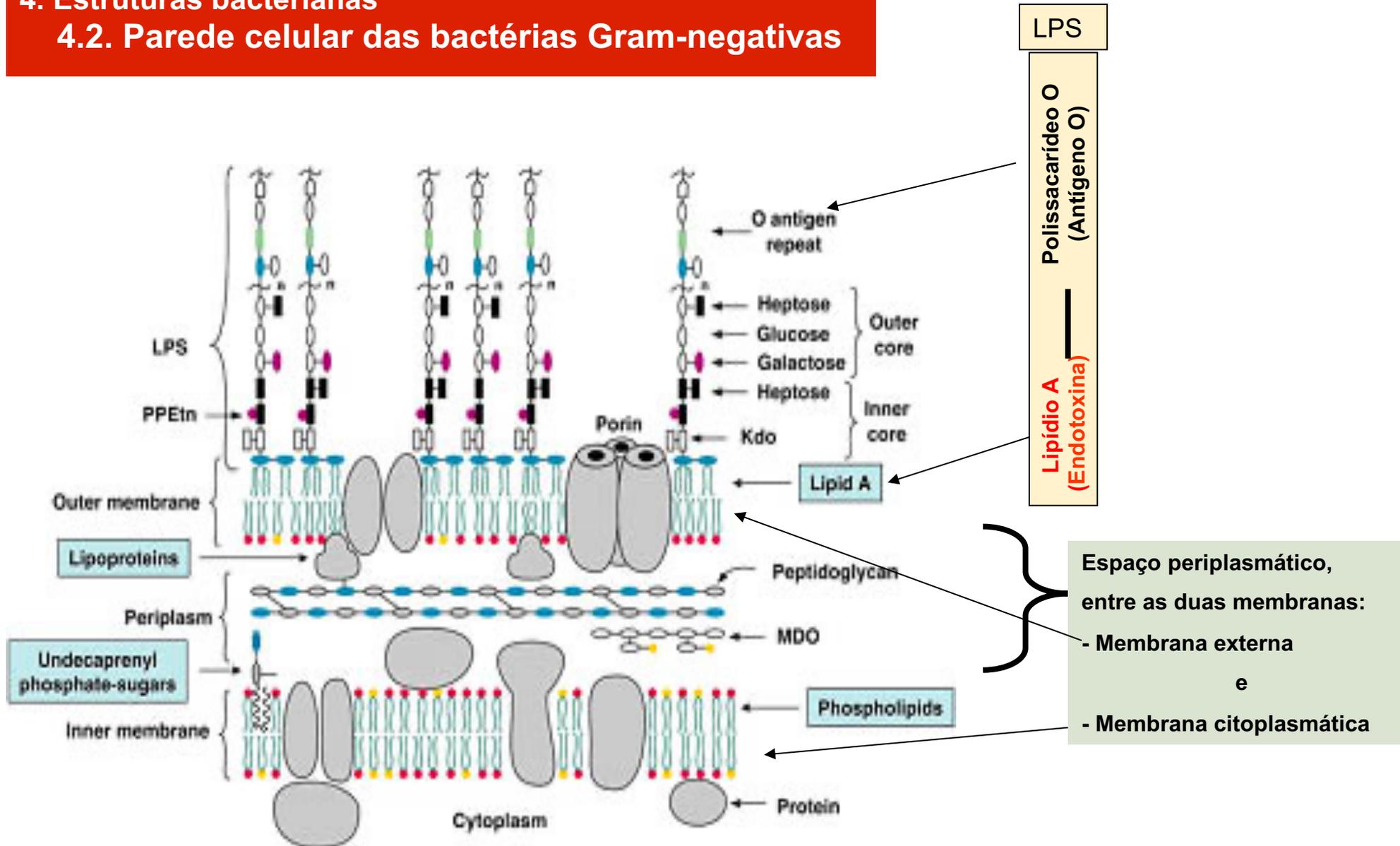
Bactérias Gram-negativas

Gram Negative



4. Estruturas bacterianas

4.2. Parede celular das bactérias Gram-negativas

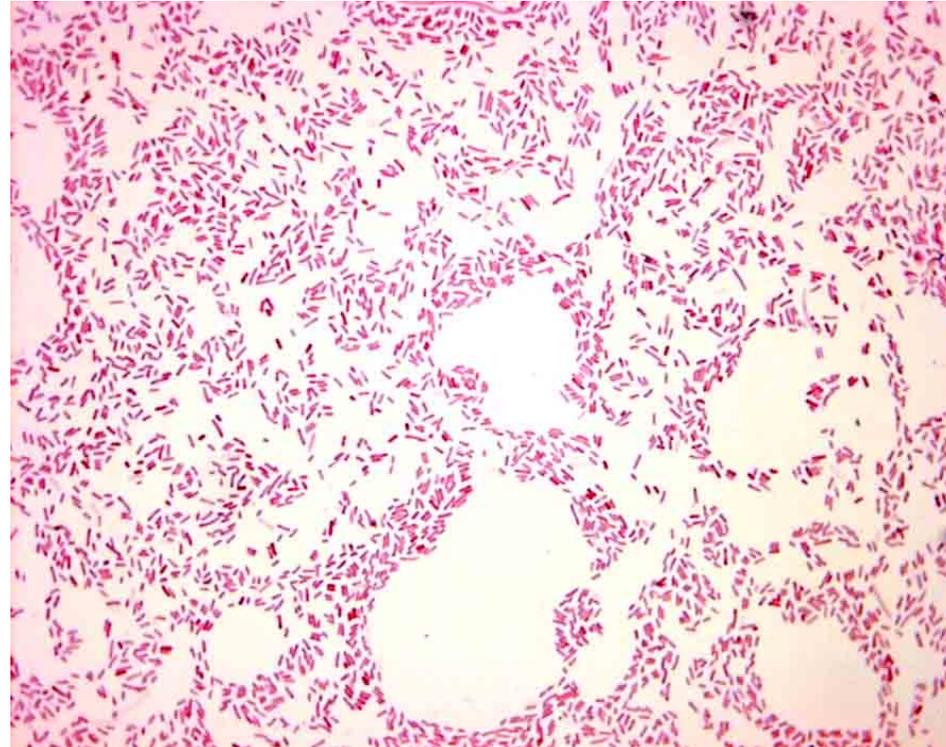


4. Estruturas bacterianas

4.2. Parede celular das bactérias Gram-negativas

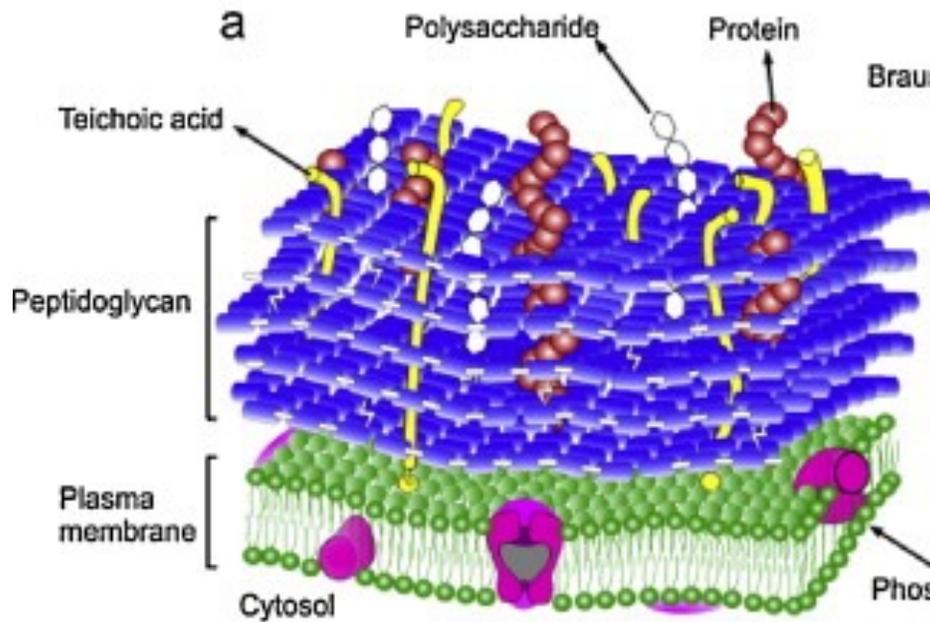
Composta de:

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



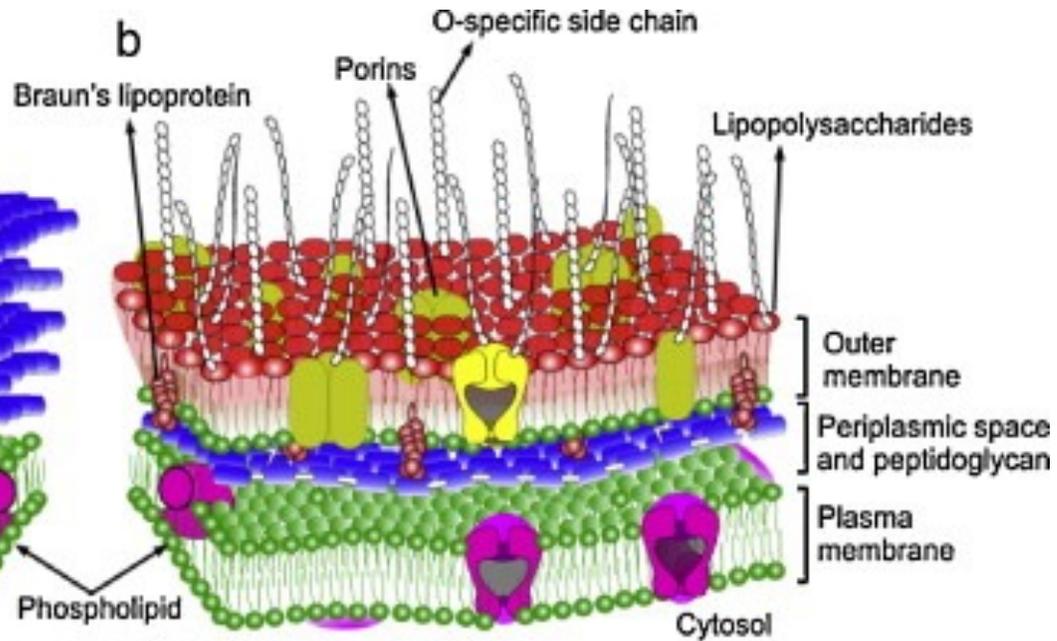
4. Estruturas bacterianas

Gram-positivas

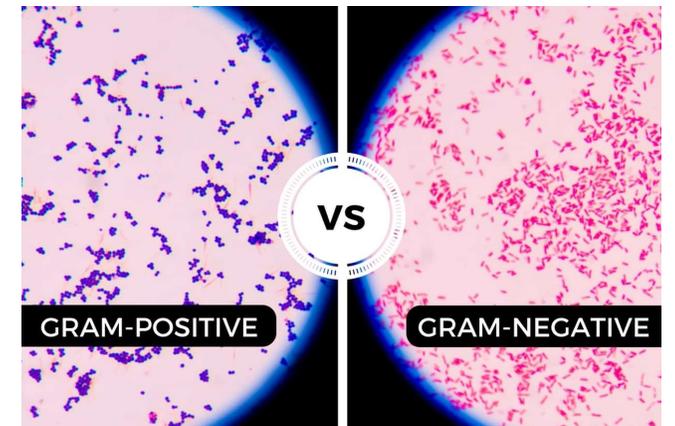


Gram positive cell wall

Gram-negativas



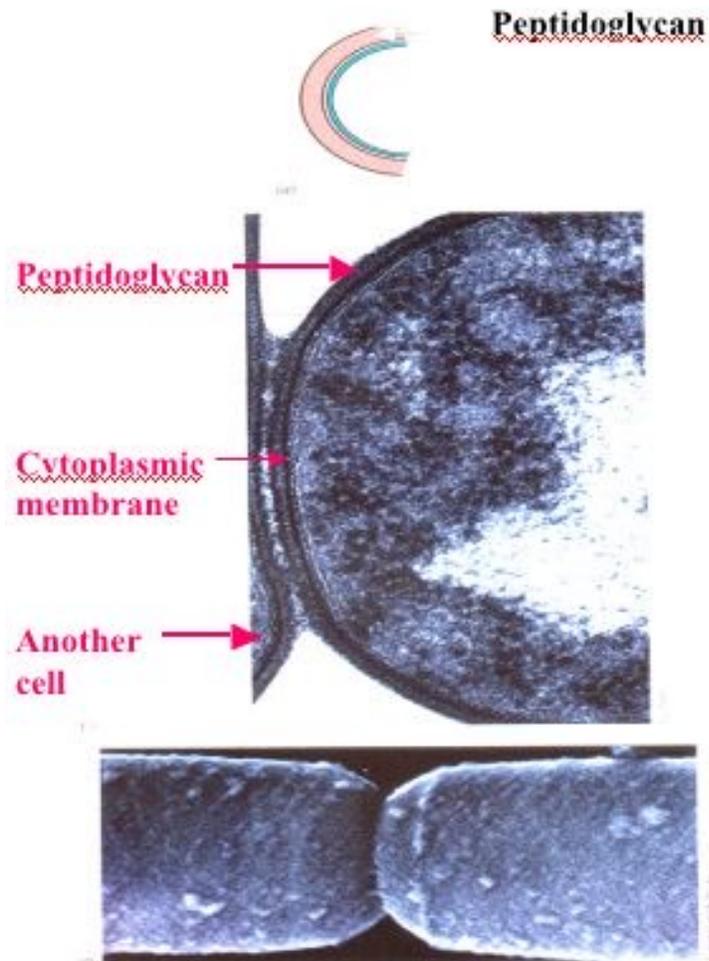
Gram negative cell wall



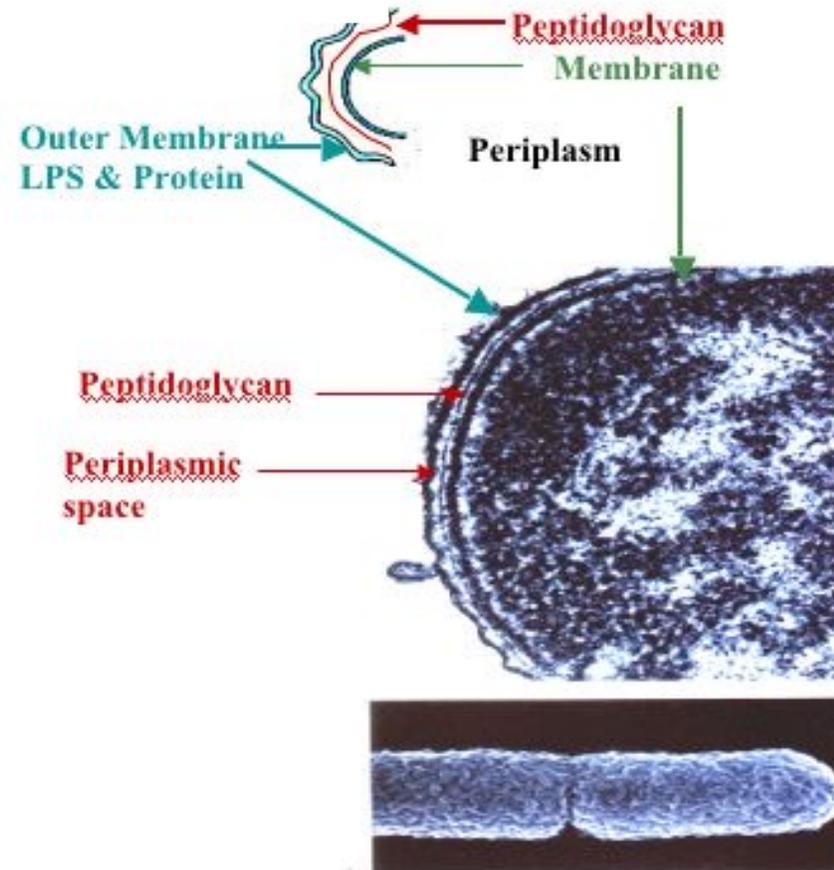
4. Estruturas bacterianas

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

Gram-positivas

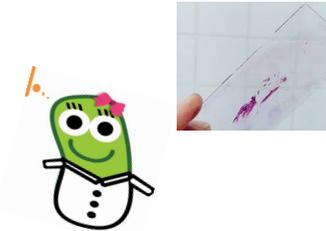
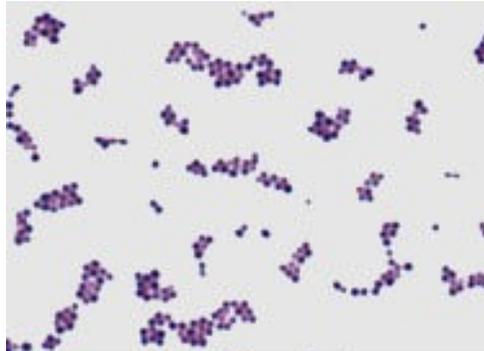


Gram-negativas



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)

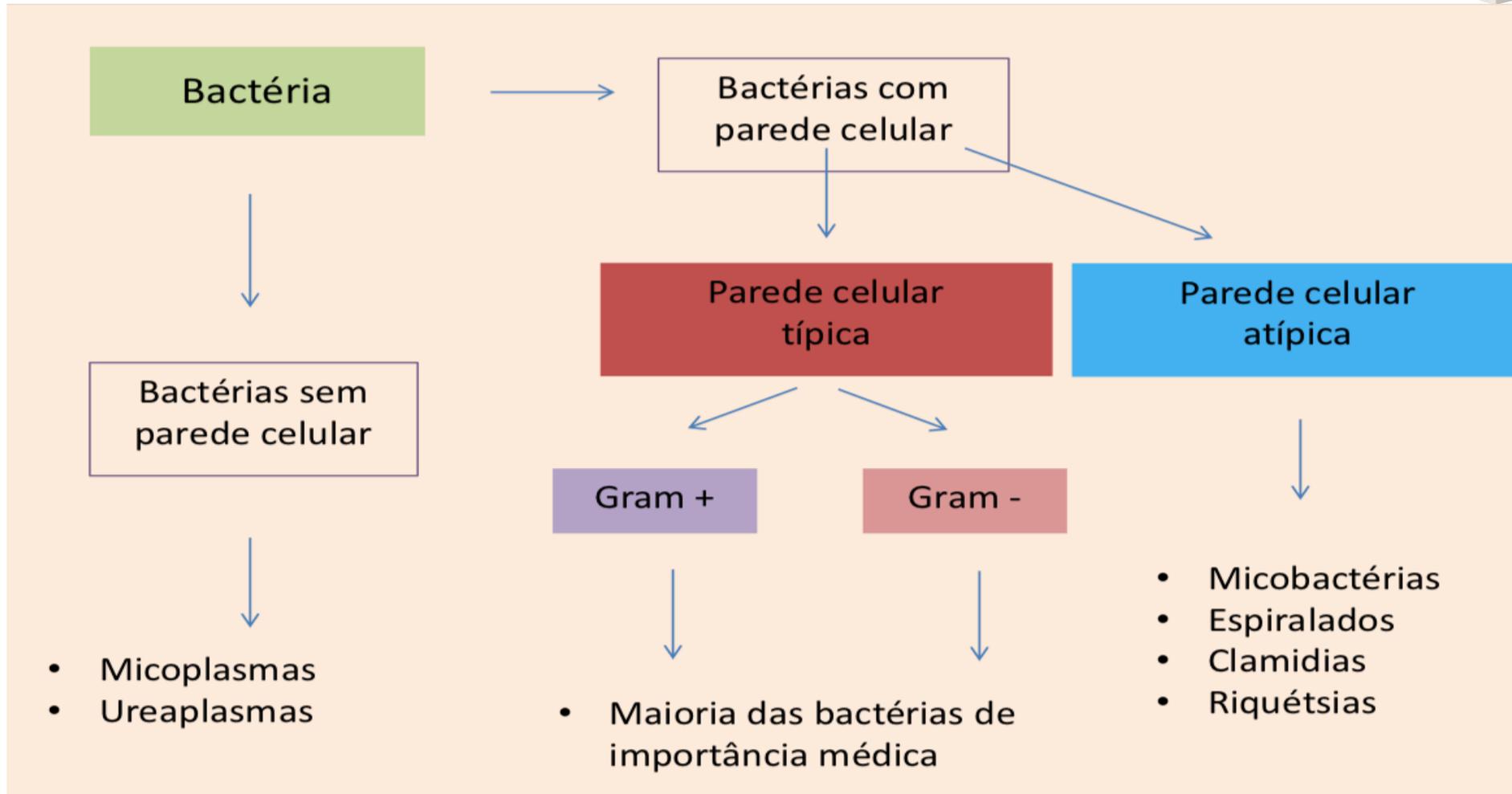
Algumas bactérias Gram-negativas patogênicas e as infecções que elas causam incluem:

- *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**
(1/5)

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)

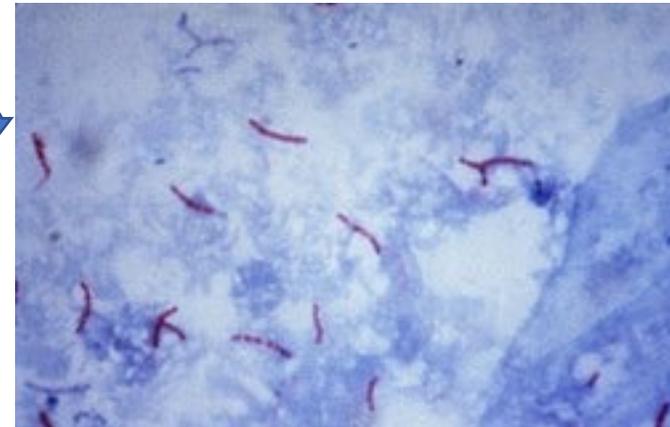
Protocolo da Coloração de Ziehl-Neelsen

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**).

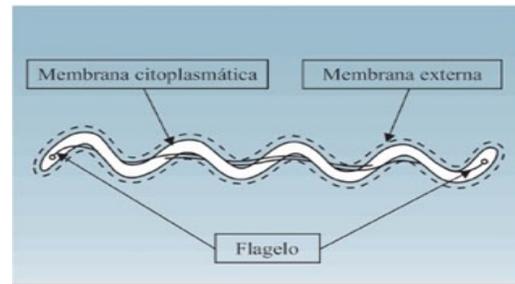
4. Estruturas bacterianas

4.2. Parede celular das bactérias

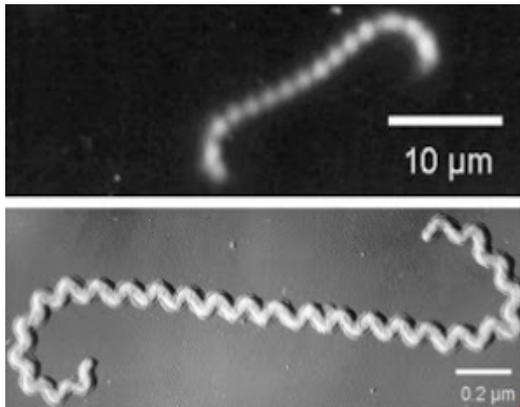
Algumas bactérias podem ser visualizadas empregando-se **colorações ou métodos especiais** (2/5)

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:



- *Lepstospira* (leptospirose)



Visualizado 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



* IFD: Imunofluorescência Direta

4. Estruturas bacterianas

4.2. Parede celular das bactérias

Algumas bactérias podem ser visualizadas empregando-se **métodos especiais** (3/5)

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

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

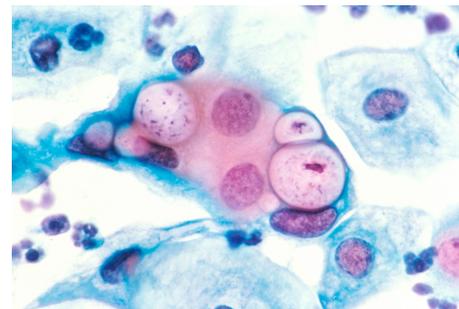
É considerada a bactéria sexualmente transmissível mais frequente em países desenvolvidos e tem grande impacto no sistema reprodutivo das mulheres.

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. (4/5)

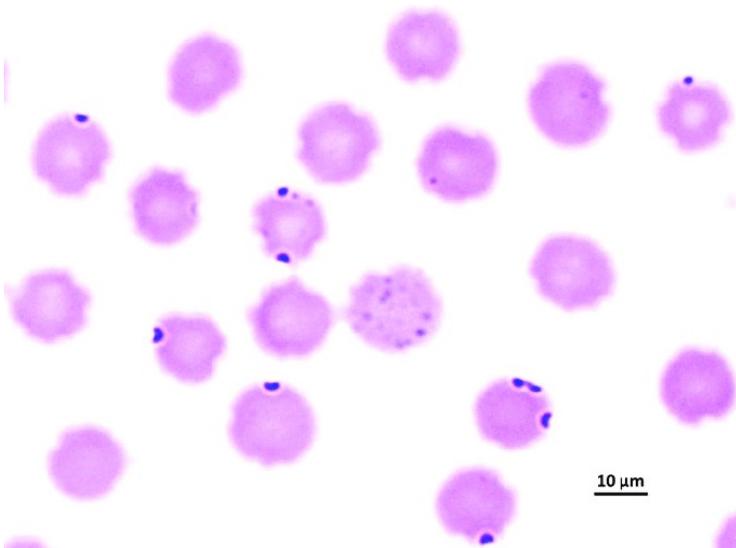
- *Mycoplasma*
- *Ureaplasma*

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

Assim, não tem formato bem definido e têm tamanho (0,3 µm) menor que a maioria das bactérias

Diagnóstico:

- Atualmente é o PCR



Células de *Mycoplasma* na superfície de eritrócitos, após coloração com [Giemsa](#). Visualização ao M.O. com aumento 100x.

Micoplasmose é uma [infecção bacteriana](#) causada por *Mycoplasma*, uma bactéria sem [parede celular](#), o que lhe confere resistência a todas [penicilinas](#), comum mundo inteiro. As micoplasmas podem causar [pneumonia](#) ou [Infecção urinária](#).

Fig. Extraída de: SUZUKI et al. [Molecular Identification of 'Candidatus Mycoplasma haemovis' in Sheep with Hemolytic Anemia](#). J. Vet. Sci. 2011

4. Estruturas bacterianas

4.2. Parede celular das bactérias

Algumas bactérias não podem ser visualizadas ao M.O. (5/5)



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 isto ajuda muito na sua identificação final.

Há outras bactérias que precisamos usar outras colorações:

- ***Mycobacterium*** (bactérias com espessa camada externa de lipídeos). **Pode ser facilmente visualizada pela coloração de Ziehl-Neelsen;**
- **Espiraladas – Espiroquetas** (bactérias muito finas), **podemos fazer:**
 - **Espessamento com prata e observar ao M.O. comum;**
 - **Observar no Microscópio de contraste de fase;**
 - **Imunofluorescência.**
- ***Chlamydia*** (bactérias muito pequenas) **podemos ver o efeito citopático corando com Giemsa**
- ***Mycoplasma* e *Ureaplasma*** (As menores bactérias conhecidas e sem parede celular). **Algumas espécies ser visualizadas na superfície celular após coloração com Giemsa**

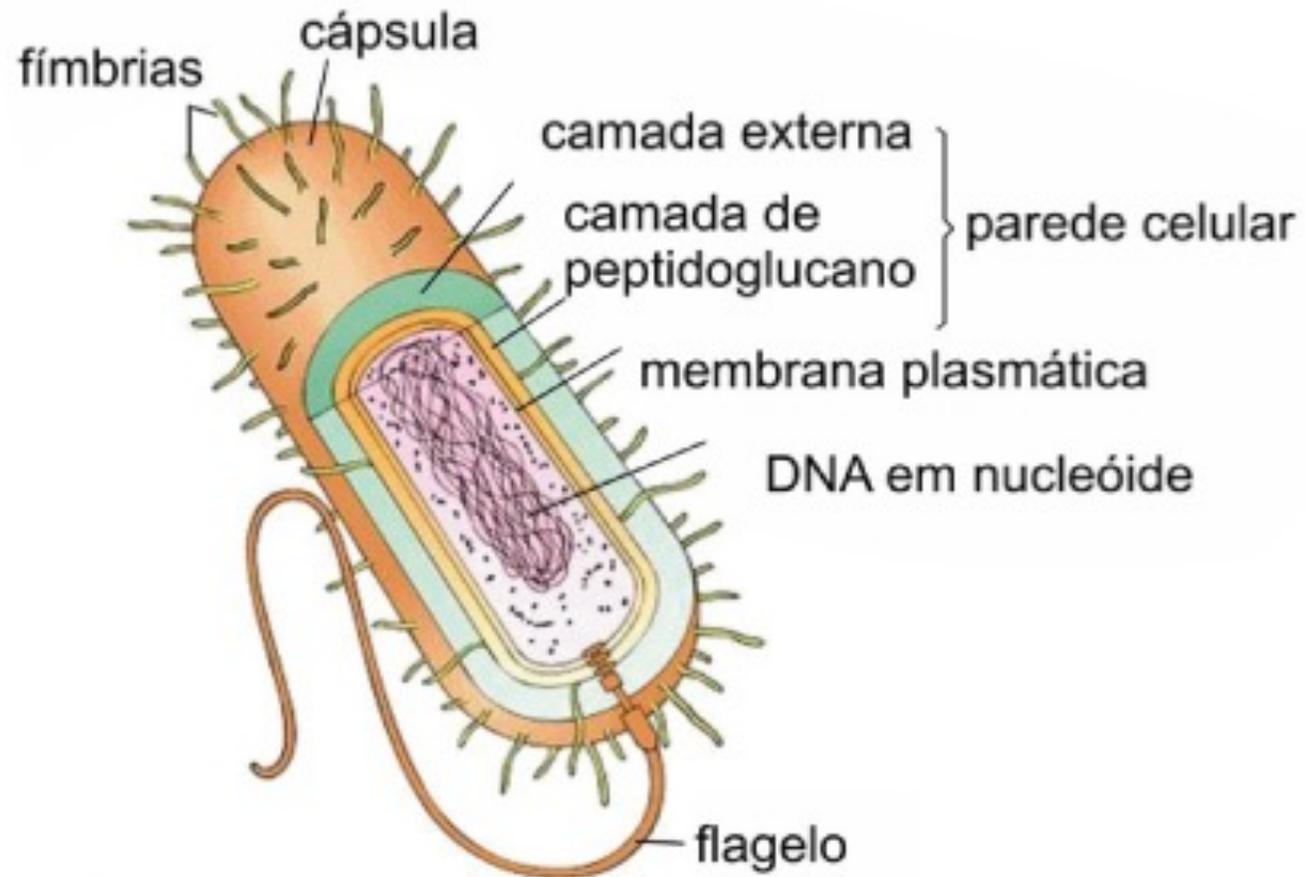
Mas, há ainda algumas poucas bactérias (gêneros bacterianos) que a visualização ao M.O. não é tão fácil ou não é possível de ser feita (Ex. ***Mycoplasma***).

Nestes casos identificação da presença da bactéria no material isolado deve ser feita empregando técnicas moleculares:

- **Técnicas Imunológicas (ELISA)**
- **PCR**
- **Kits Moleculares**

4. Estruturas bacterianas

4.3. Demais estruturas bacterianas

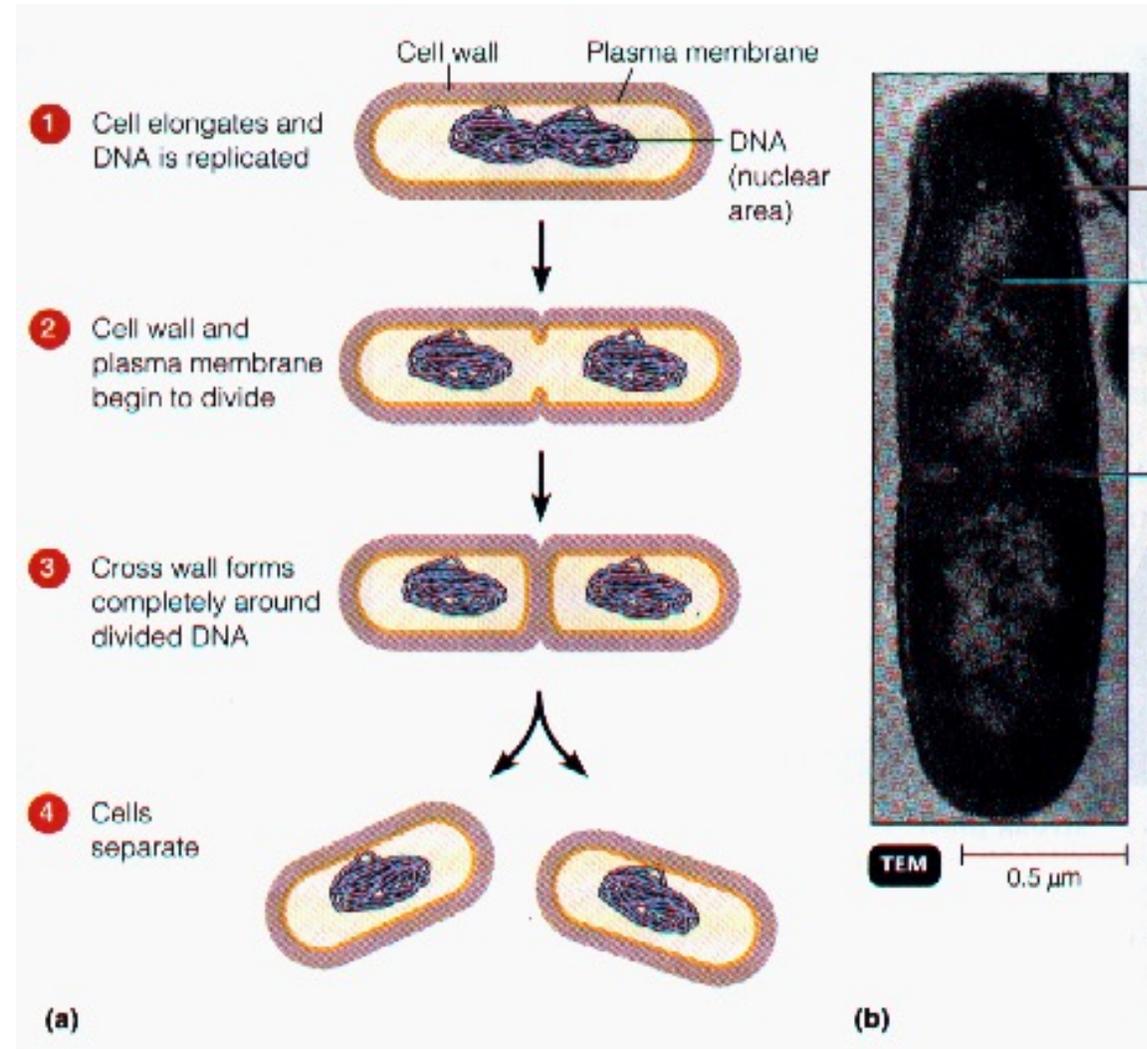


4.3. Demais estruturas bacterianas

Material Genético

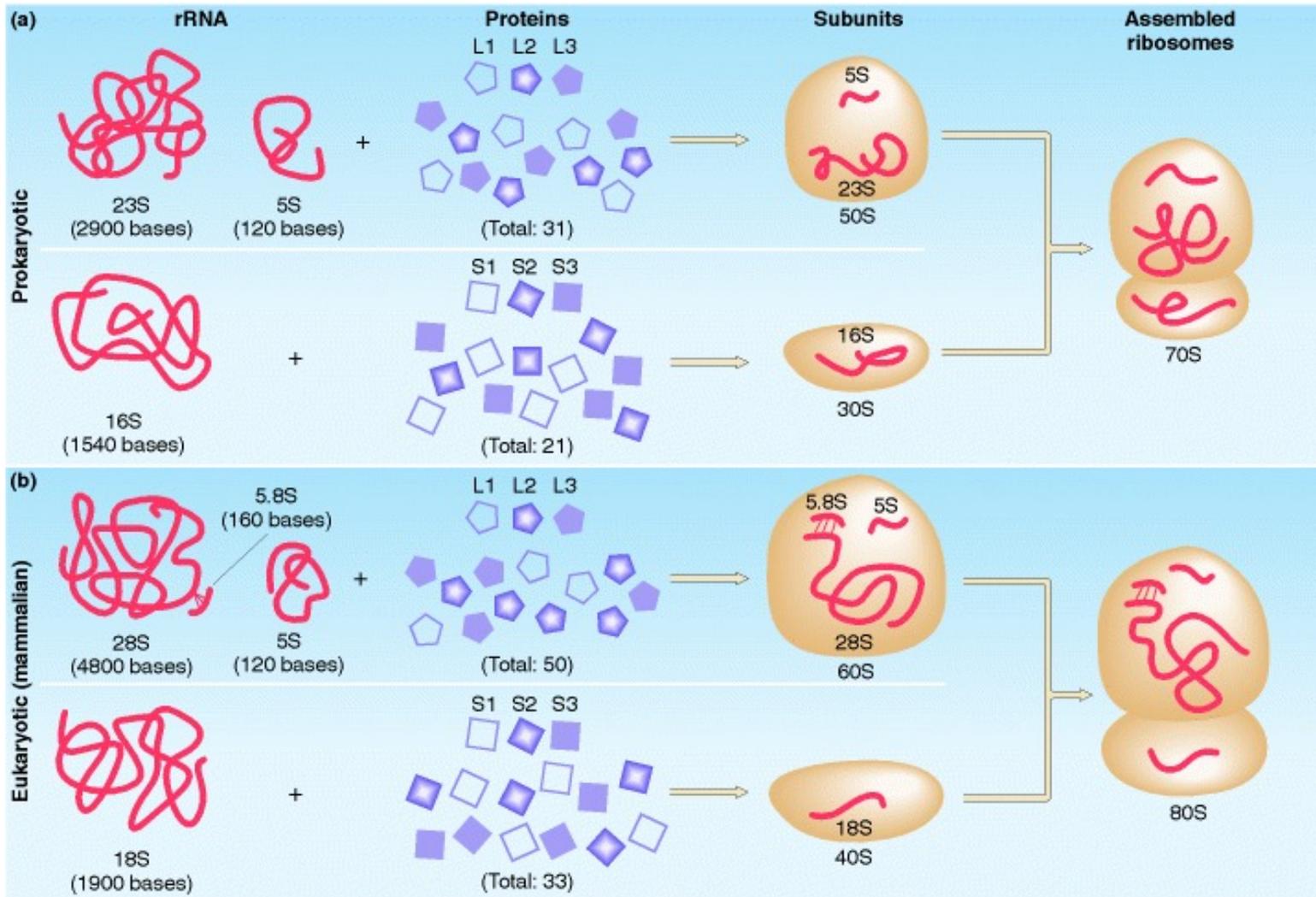
1. Nucleóide: DNA Cromossomal

2. DNA Plasmidial



4.3. Demais estruturas bacterianas

Ribossomos



Procaríotos

Eucariotos

4.3. Demais estruturas bacterianas

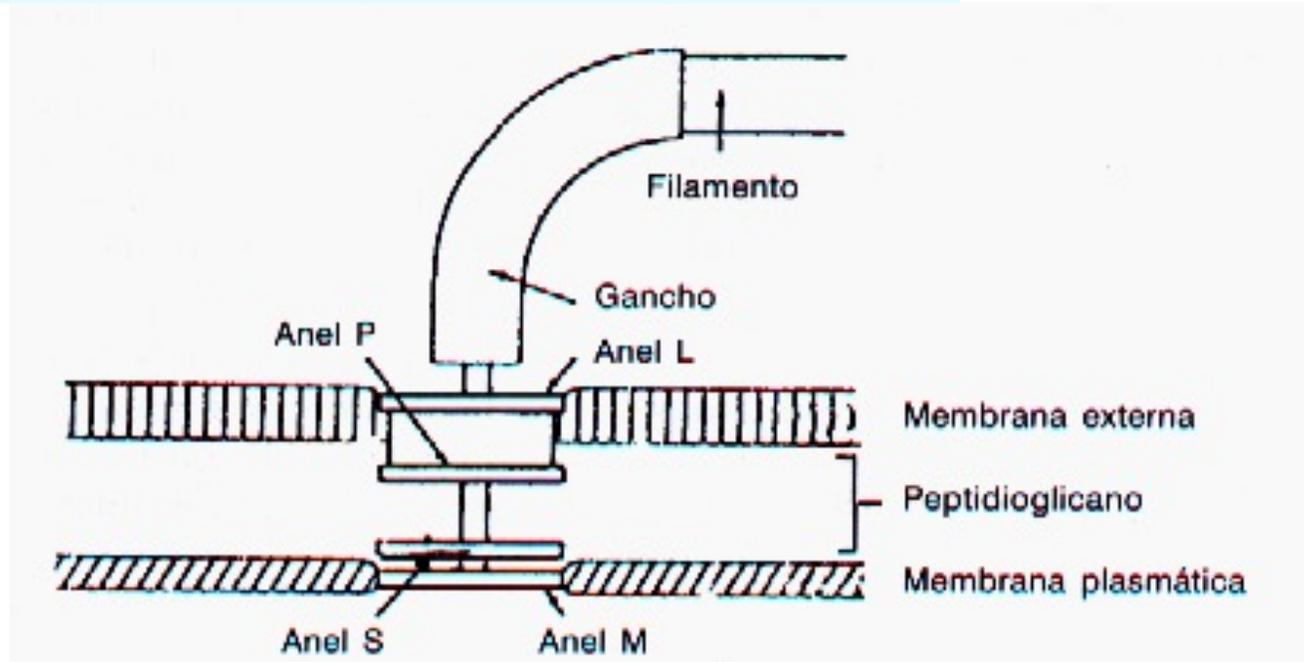
Flagelos

Função:

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

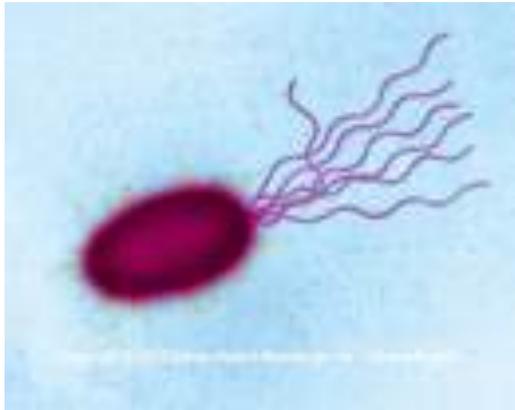
Composto por: - Uma estrutura Basal

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

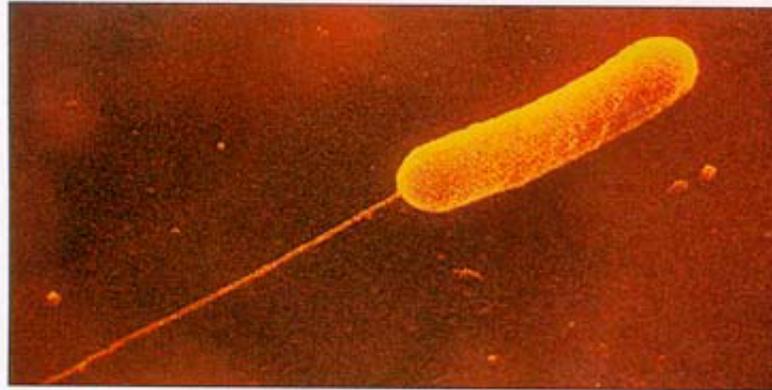


4.3. Demais estruturas bacterianas

Flagelos – Localização na célula

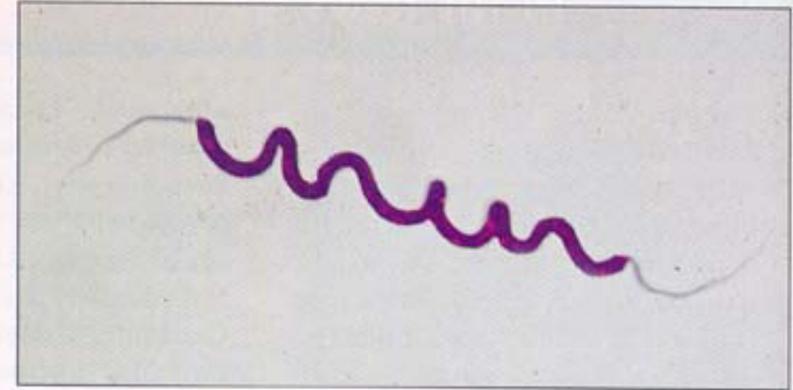


a) polar



b) Monotríquio

SEM



c) Anfitríquio

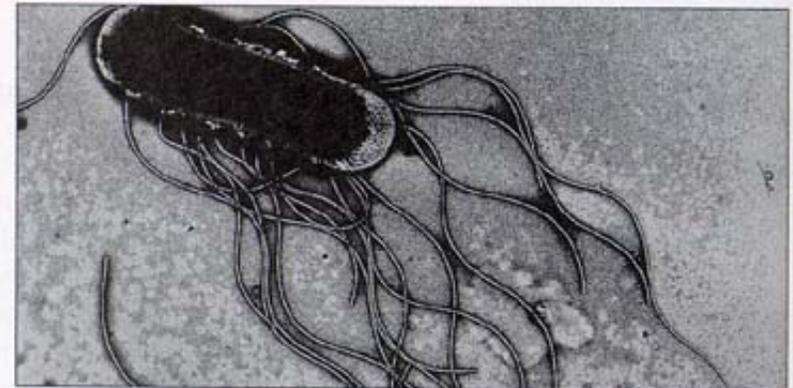
LM



e) Peritríquio

SEM

10 μ m



d) Lofotríquio

TEM

1 μ m

4.3. Demais estruturas bacterianas

Pili ou Fímbrias

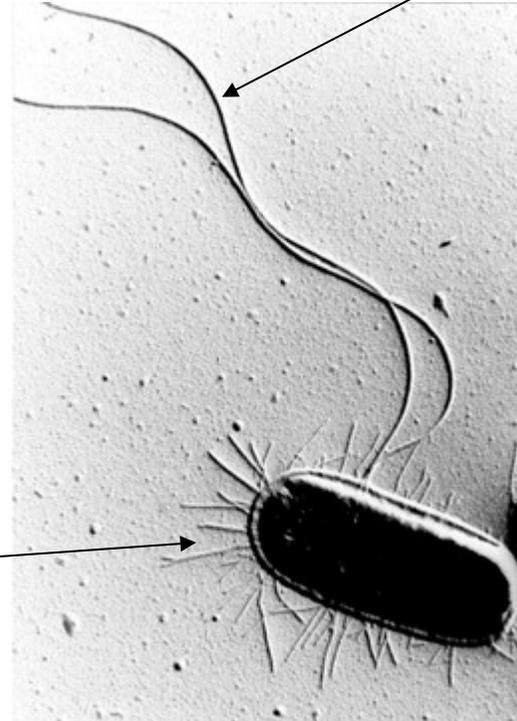
Função:

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

Flagelos

(motilidade)

pili



Demais estruturas bacterianas

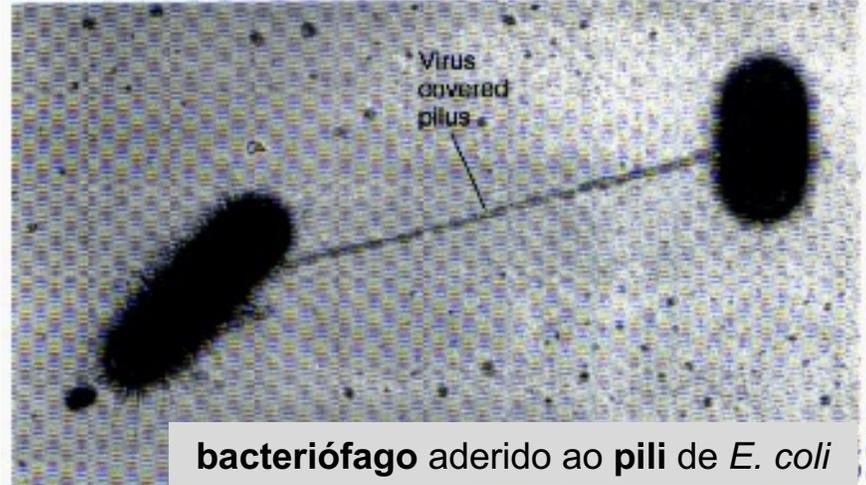
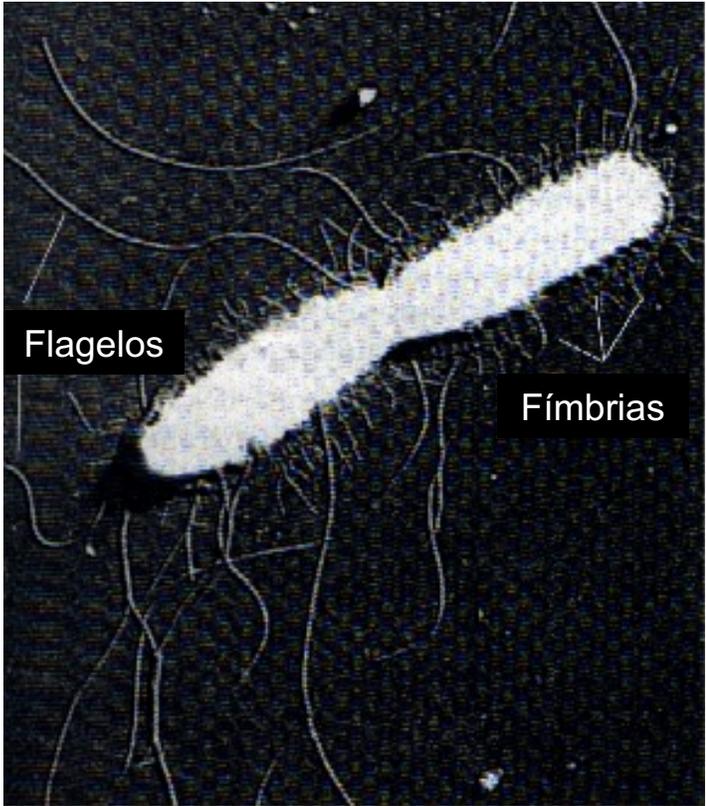
Flagelo e Pili (também chamados de Fímbrias)



(Motilidade bacteriana)



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



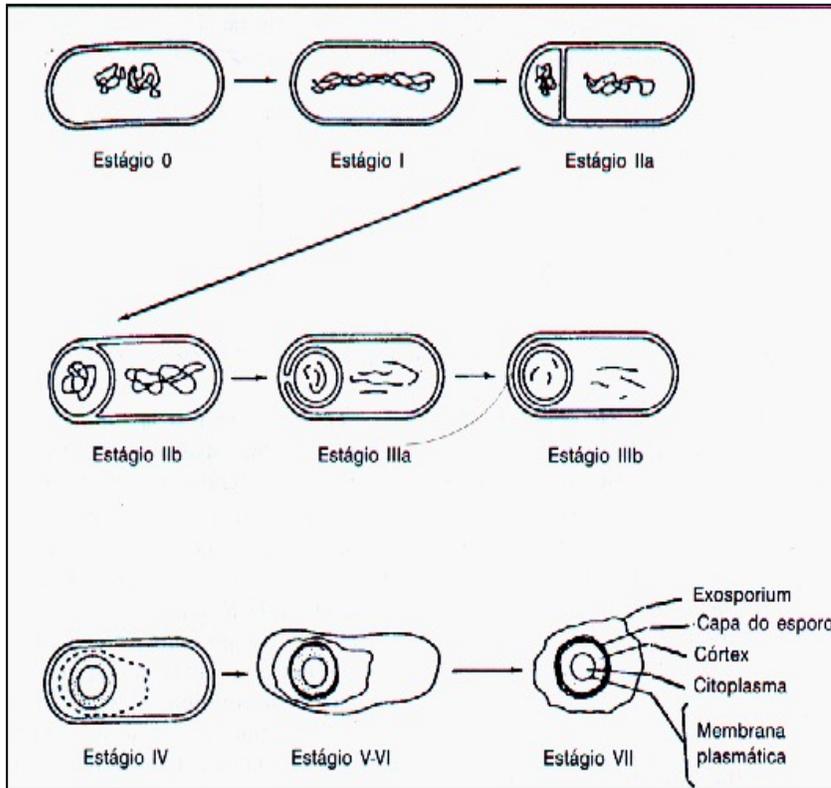
Demais estruturas bacterianas

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 bacterianas.

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)



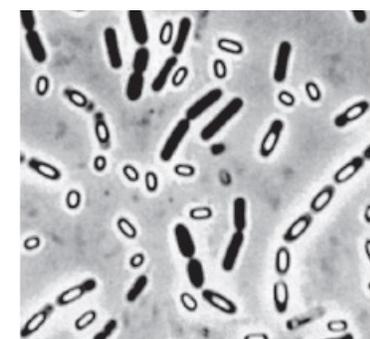
(a)



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, quando encontram boas condições para multiplicação, germinam produzindo novas culturas bacterianas.

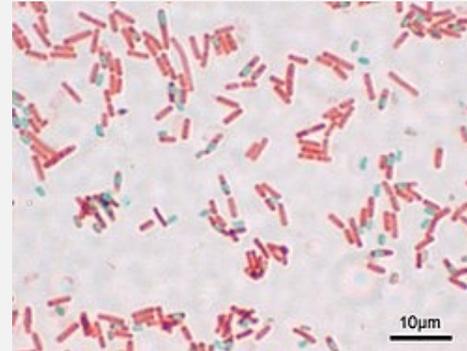
As bactérias formadoras de endósporos são encontradas predominantemente no solo.

Poucas bactérias têm 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**.

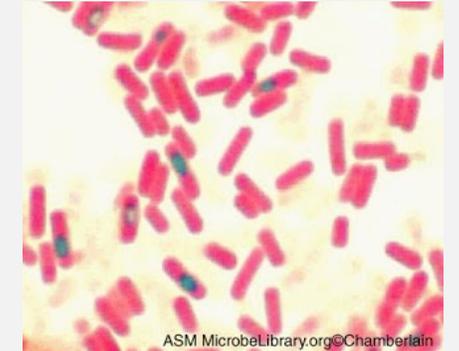
Resultado:
Bactérias vermelhas,
Esporos verde).



Bacillus subtilis



Bacillus cereus
(Intoxicação alimentar)



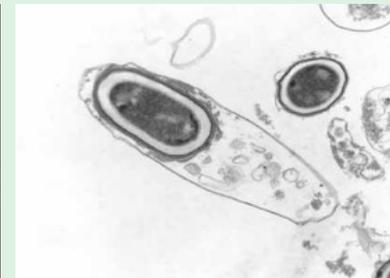
Bacillus anthracis
(antraz)

Gênero *Clostridium*

(b)



C. tetani (tétano)



C. botulinum (botulismo)



C. perfringens
(gangrena gasosa,
intoxicação
alimentar)



C. difficile (colite
pseudomembranosa)

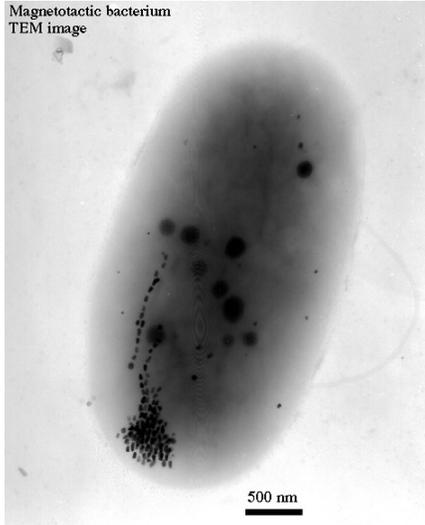
Fig. Exemplos de algumas bactérias formadoras de **esporos** (como são internos são também chamados de endósporos).

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

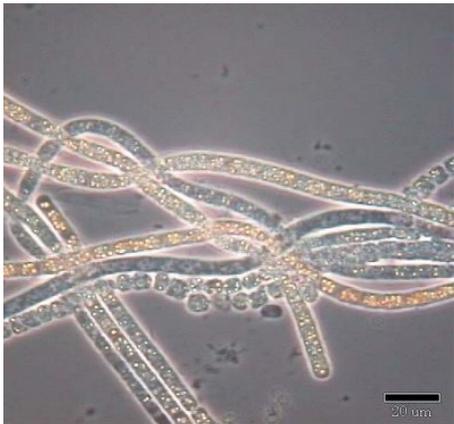
(b) Algumas espécies de ***Clostridium***.

Demais estruturas bacterianas

Grânulos Citoplasmáticos



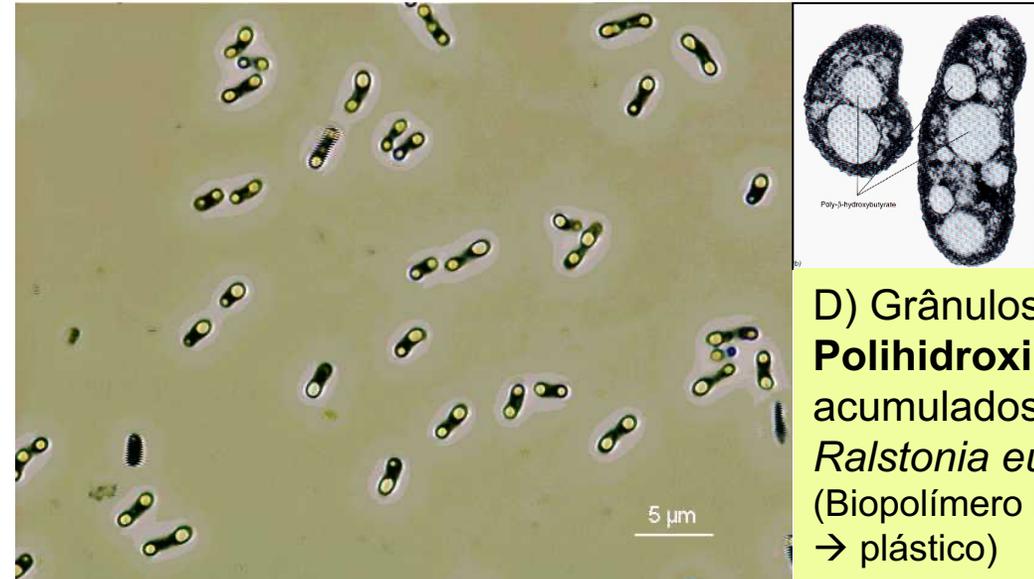
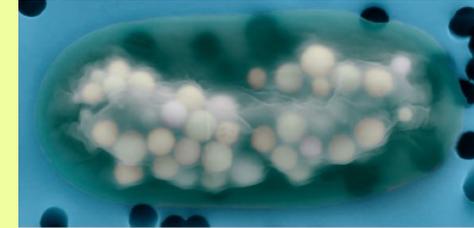
A) Grânulos de fósforo
Bactérias magnetotáticas



B) Grânulos de enxofre
Beggiatoa.

C) Grânulos de bentonita [(Ba, Sr, Ca)6Mg(CO₃)₁₃].

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



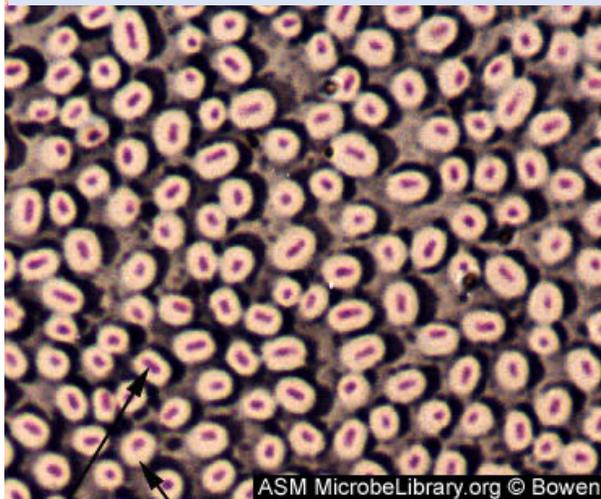
D) Grânulos de Polihidroxibutirato acumulados por *Ralstonia eutropha* (Biopolímero biodegradável → plástico)

Demais estruturas bacterianas

Substâncias Poliméricas Extracelulares

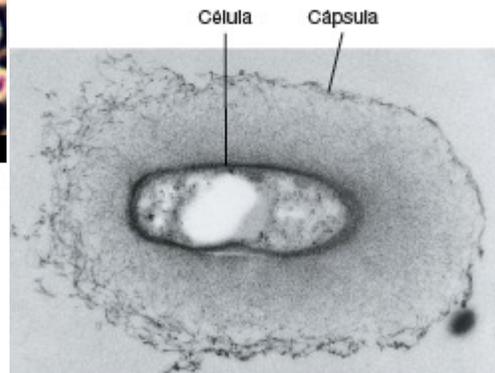
1. Cápsula:

Estrutura morfolologicamente definida



Cell
Capsule

ASM MicrobeLibrary.org © Bowen



Microscopia eletrônica de transmissão de uma célula de *Rhizobium* (célula tem 0,7 μm 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

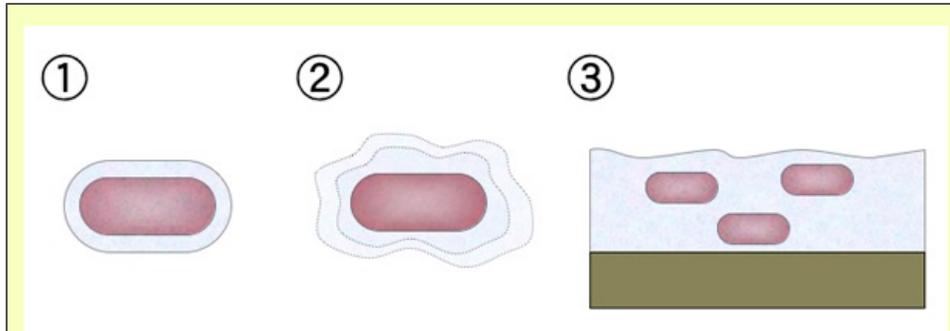


Diagrama de estruturas poliméricas extracelulares bacterianas:

- 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 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 estrutura poliméricas extracelulares rígidas, e camada mucosa são também são camadas extracelulares somente que neste ultimo caso são menos rígidas e definidas"? Comente.



Confira a seguir
suas respostas!



Instituto de Ciências
Biomédicas USP



Agradeço por sua atenção!

Espero que aproveitem !

Elisabete Vicente

ICB/USP_2022

bevicent@usp.br



Morfologia e Estrutura das bactérias

6. Questões com Respostas

1. Por que é importante o conhecimento da morfologia e da estrutura da célula bacteriana ?

O conhecimento da morfologia bacteriana é a primeira etapa dos procedimentos a serem executados visando a identificação de um isolado bacteriano. O conhecimento das estruturas (Exs.: tipo de parede celular ou presença/ausência de plasmídeo, capacidade de esporulação, etc) também é muito importante.

2. Qual é a estrutura celular que permite a diferenciação das bactérias em dois grandes grupos?

A tipo de parede celular que pode ser Gram-positiva ou Gram-negativa.

3. Existe uma metodologia simples que permite a rápida diferenciação de grande parte das bactérias patogênicas?

A coloração de Gram e de grande ajuda na etapa inicial da identificação da maioria das bactérias. Entretanto há algumas bactérias que esta coloração não e adequada.

Exs.: - A coloração de Ziehl-Neelsen permite a identificação presuntiva (preliminar imediata) de *Mycobacterium tuberculosis* e *M. leprae*.

- Bactérias espiraladas, como *Leptospira* e *Treponema*, podem ser visualizadas ao M.O. após terem sido incubadas com íons prata e sofrer espessamento.

4. Quais são as características que diferenciam as bactérias Gram-negativas das Gram-positivas?

O tipo de parede celular. Externamente à membrana citoplasmática, as bactérias Gram-positivas tem uma espessa camada de Peptideoglicano (também chamada de Mureína) e as bactérias Gram-negativas tem uma fina camada de Peptideoglicano e externamente ainda à esta fina camada têm uma membrana externa.

5. O que significa LPS e em tipo de bactérias é encontrado?

LPS = Lipopolissacarídeo. Está presente na membrana externa de bactérias Gram-negativas

6. O ácido teicóico e o ácido lipoteicóico podem ser encontrados em que tipo de bactéria?

Está presente na parede celular de bactérias Gram-positivas.

7. O espaço periplasmático está presente em que tipo de bactérias?

Está presente em bactérias Gram-negativas e é o espaço que se encontra entre a membrana citoplasmática (também chamada de membrana plasmática ou de membrana interna) e a membrana externa.

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.

Não. Há bactérias que a coloração de Gram não pode ser realizada: São exemplos: 1) bactérias do gênero *Mycobacterium* (têm uma espessa camada externa de lipídeos e daí não se coram); 2) bactérias que são muito pequenas, como as espiraladas (o M.O. não tem resolução suficiente); 3) bactérias que não tem parede celular a ser corada, como as do gênero *Mycoplasma*.

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 de Gram" que é muito empregada, há outra técnica de coloração bacteriana é bastante empregada? Em que caso é usada?

São exemplos: 1) Coloração de Ziehl-Neelsen, para BAAR, 2) Coloração de Wirtz, para esporos bacterianos, Giemsa que é uma coloração não diferencial, para visualização de bactérias espiraladas espessamento com prata e emprego de corantes fluorescente. Há ainda vários outros tipos.

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

Flagelo é uma estrutura bacteriana relacionada com a motilidade. Pili (também chamado Fimbria) é uma estrutura relacionada com adesão, e intercâmbio genético entre bactérias mediada por plasmídeos (conjugação) ou entrada de bacteriófagos.

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

Sim. São exemplos acúmulos de vários tipos de grânulos: grânulos de poli-fosfato, grânulos de polihidroxialcanoatos (PHAs), grânulos de policarbonatos, grânulos de enxofre.

12. Esporos são estruturas presentes em todas as bactérias?

Não. Esporos são estruturas presentes em apenas algumas bactérias (alguns gêneros bacterianos).

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

DNA cromossomal é uma estrutura essencial e esta presente em todas as bactérias. DNA plasmidial (Plasmídeos) estão presentes apenas em alguns isolados bacterianos. Há espécies bacterianas (como *E. coli*) que alguns isolados têm plasmídeos e outros isolados não os têm.

14. Esta 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"?

Sim.

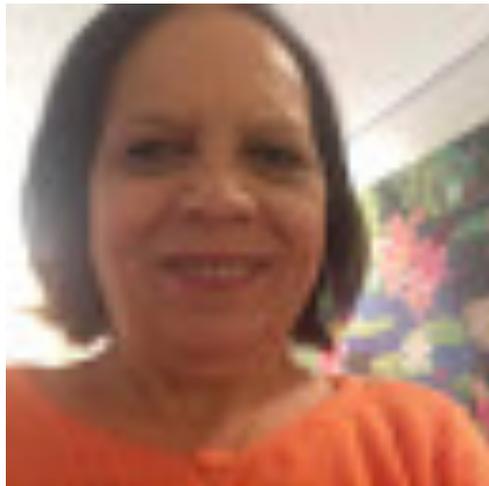


Parabéns! você
concluiu este
Capítulo!

Morfologia e Estrutura das bactérias



Instituto de Ciências
Biomédicas USP



Agradeço por sua atenção!

Espero que aproveitem !

Elisabete Vicente

ICB/USP_2022

bevicent@usp.br



E ai

concorda com
as respostas.

Fique a vontade
para
aprofundar.

Até a próxima !