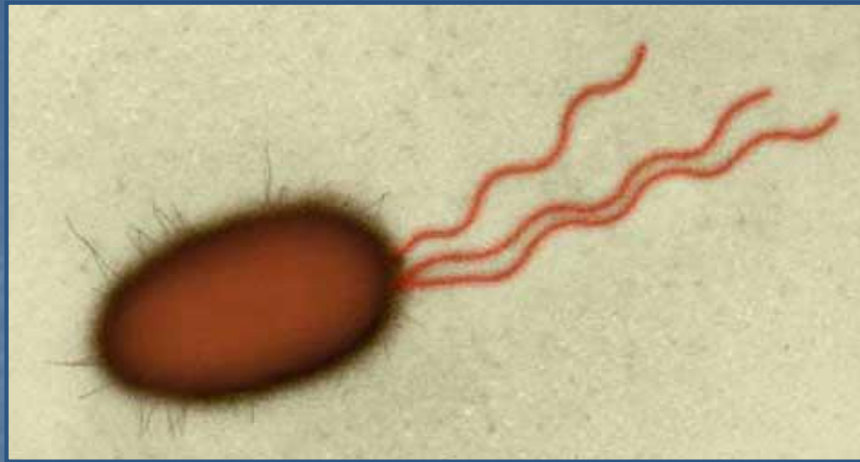
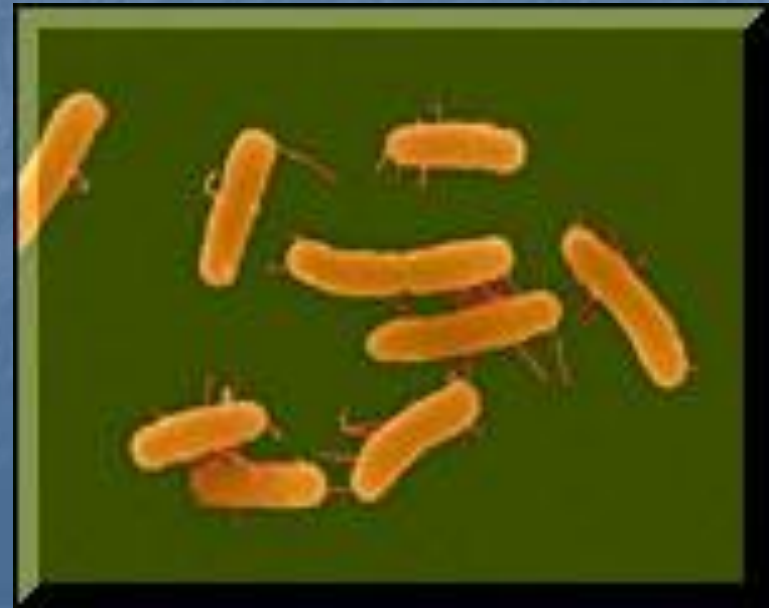




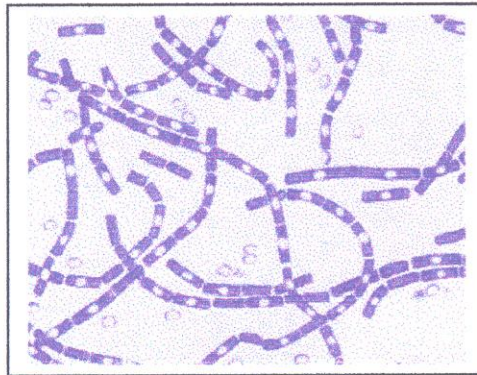
Escherichia coli

BACTÉRIAS



BACTÉRIAS - IMPORTÂNCIA

- Reciclagem matéria orgânica
- Fixação de nitrogênio
- Produção vinagre
- Produção de antibióticos (estreptomicina)
- Doenças – infecção garganta, tétano, peste, cólera, tuberculose / doenças em plantas e animais



***Bacillus anthracis* (anthrax)**

Células com extremidades quadradas e endósporos
(Carbúnculo animais – Robert Koch – 1876)

BACTÉRIAS DE IMPORTÂNCIA



Febre maculosa (*Borrelia*)

Leptospirose (*Leptospira*)



Meio rural

Tétano (*Clostridium tetani*)

Clostridium botulinum
Salmonella
Staphylococcus aureus



Alimentos e outros



Mycobacterium leprae

M. tuberculosis

Streptococcus (faringite)

Ar e secreções

Sífilis

Gonorréia

Sexo

Superbactéria 'KPC' - *Klebsiella pneumoniae* – Carbapenemase
(resistência a antibióticos)

BACTÉRIAS DE IMPORTÂNCIA

Outros exemplos

Pseudomonas

Xanthomonas

Erwinia



Clavibacter

Xylella

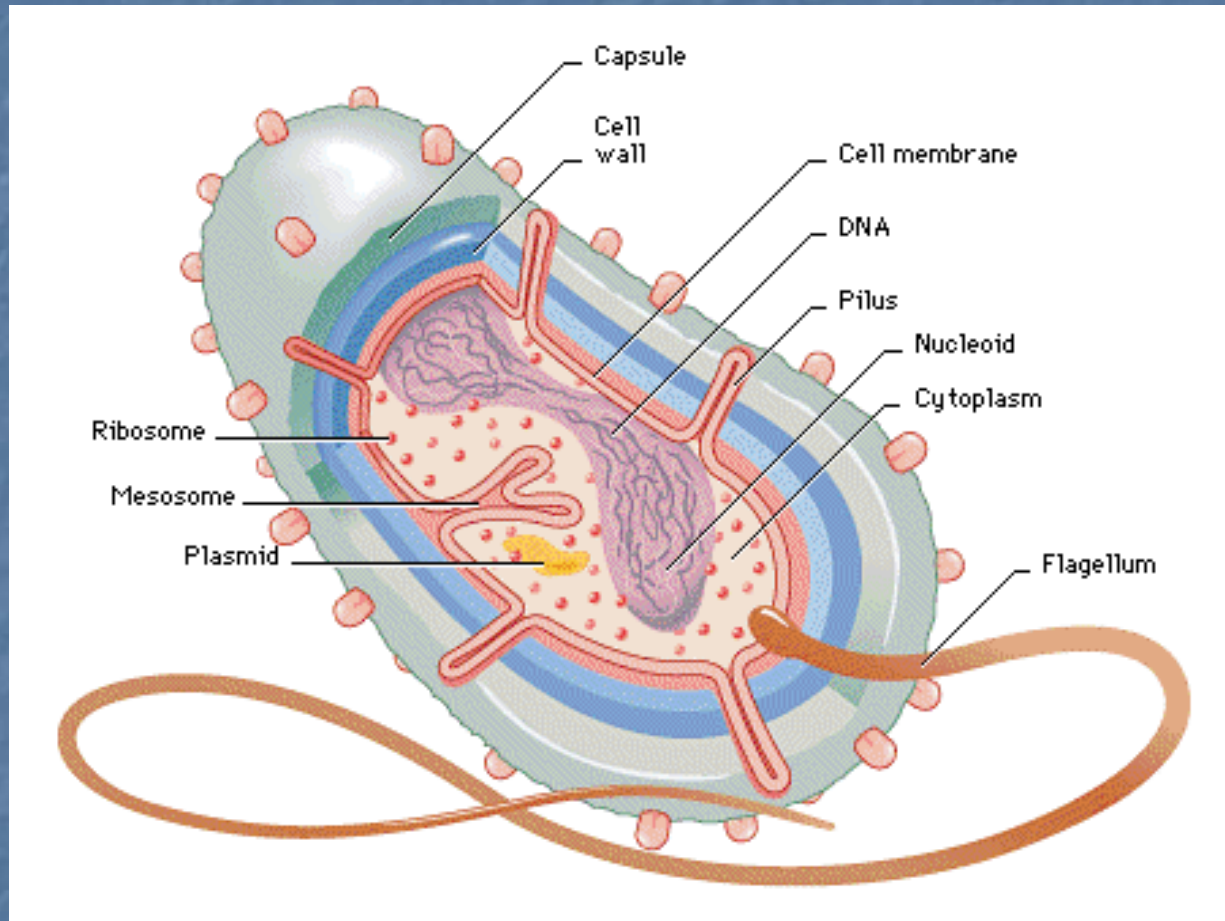
Ralstonia



Leaf scald (*Xanthomonas albilineans*) symptoms on sugarcane.
Courtesy Tom Isakeit, TAEX, Weslaco, 1996.



CÉLULA BACTERIANA



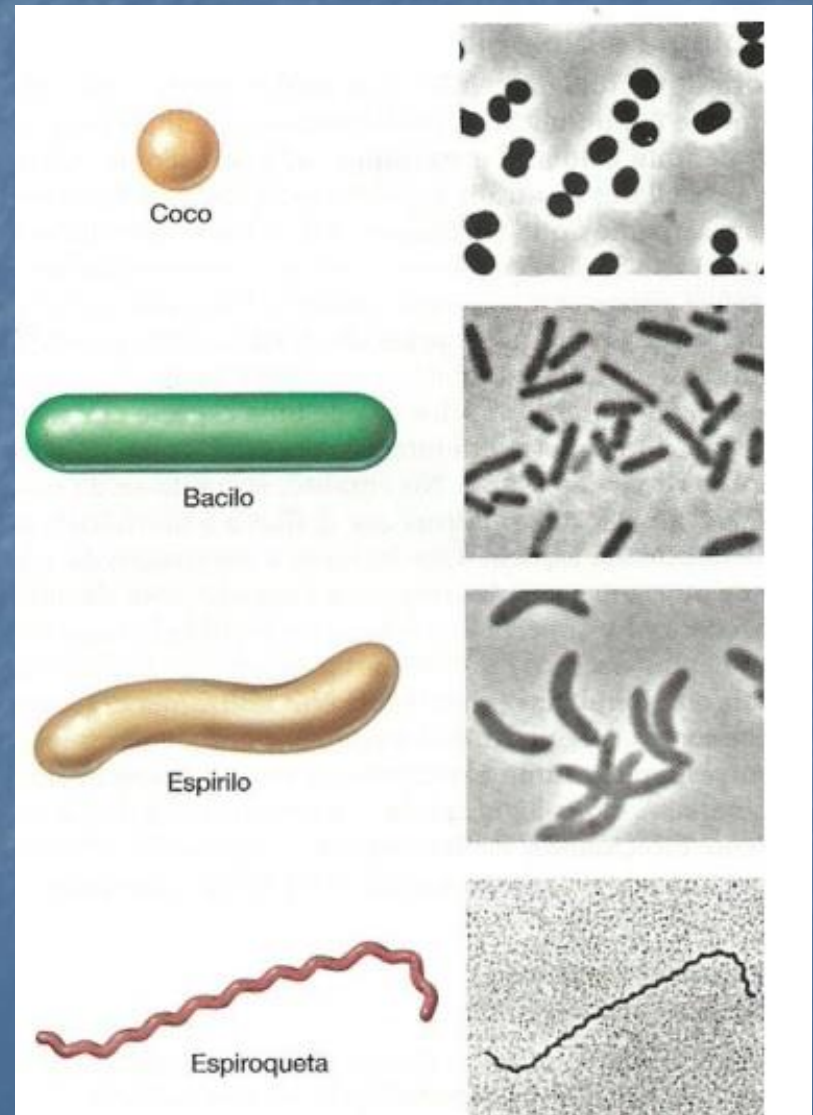
Estruturas celulares e funções

BACTÉRIAS - CLASSIFICAÇÕES

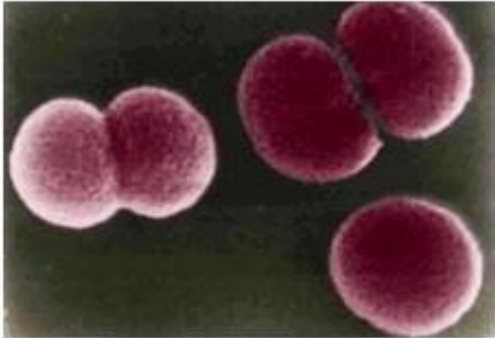
- As bactérias podem ser classificadas de acordo com tamanho, morfologia e arranjo.
- Tamanho:
 - Variam de 0,3 por 0,8 μm até 10 por 25 μm .
 - ($1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$, 10^{-3} mm)

BACTÉRIAS - MORFOLIGIAS

- **Esférica:** Cocos Grupo homogêneo em relação ao tamanho, sendo células menores ($0,75$ a $1,0\ \mu\text{m}$).
- **Cilíndrica:** Bacilos Forma de bastão, podendo ser longos ou delgados, pequenos ou grossos, extremidade reta, ou arredondada ($2,0\ \mu\text{m}$).
- **Espirilada:** Espirilos e Espiroquetas. ($4,6\ \mu\text{m}$)
 - Espirilos: possuem corpo rígido e se movem às custas de flagelos externos.
 - Espiroquetas: são flexíveis e locomovem-se provavelmente às custas de contrações do citoplasma



COCOS - ARRANJO



- **Diplococos:** cocos agrupados aos pares. Ex: *Neisseria*



- **Tétrades:** agrupados de 4 cocos
- **Sarcina:** 8 cocos em forma cúbica

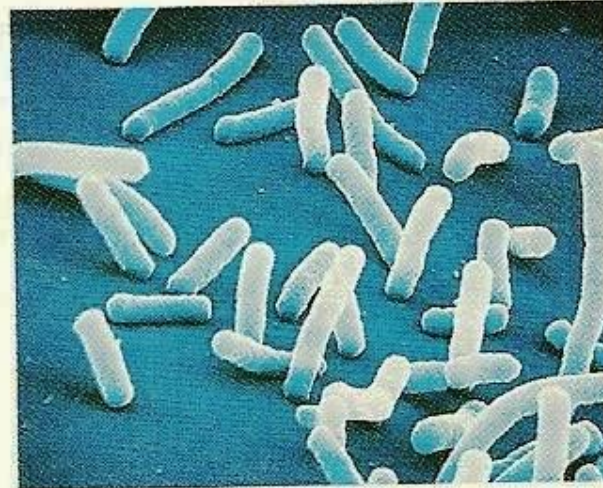


- **Estreptococos:** cocos agrupados em cadeia. Ex: *Streptococcus*

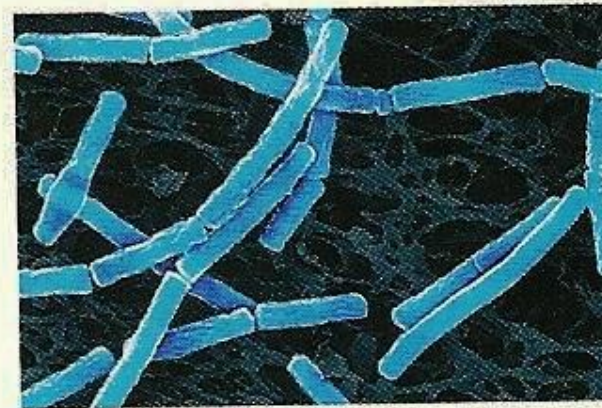


- **Estafilococos:** cocos em arranjos irregulares. Ex: *Staphylococcus*

BACILOS - ARRANJO

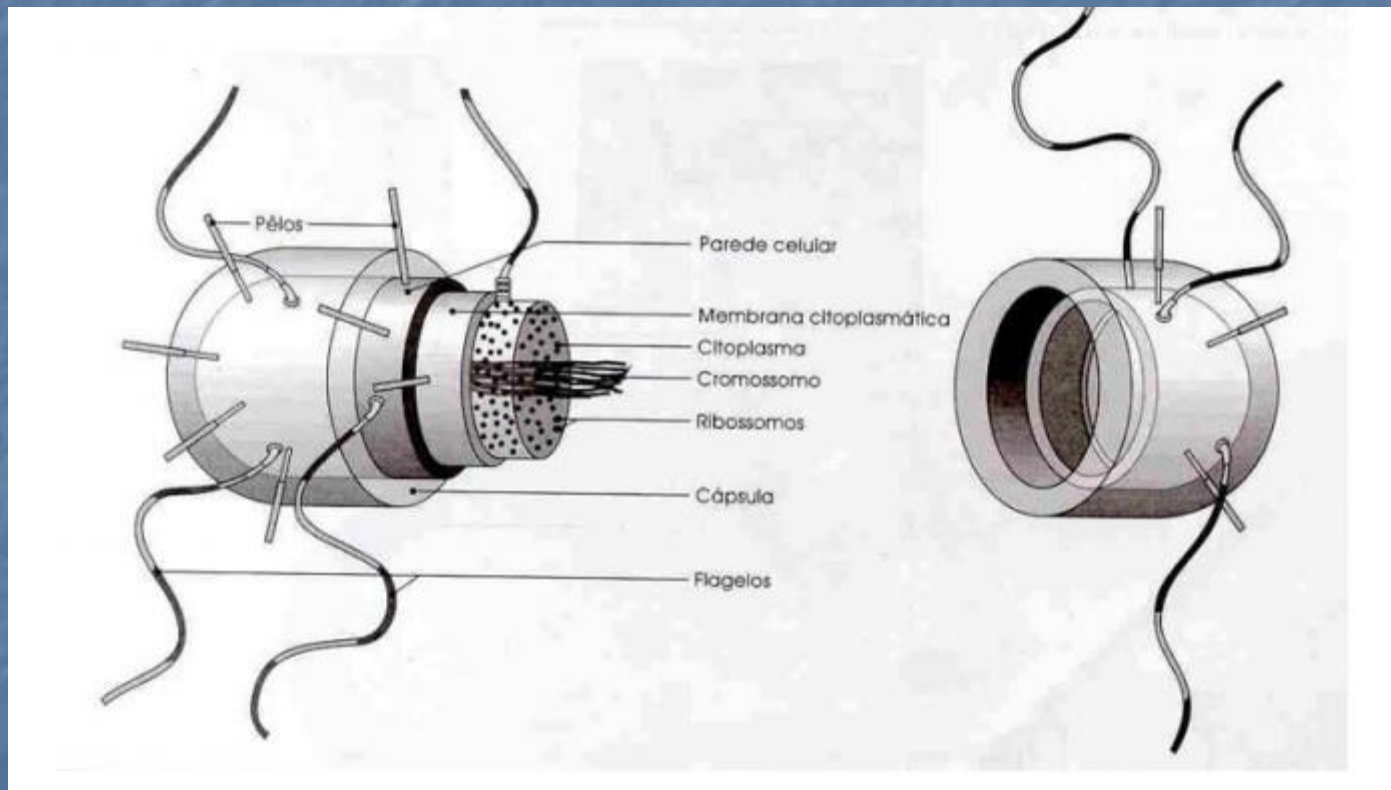


MEV 2 μm



MEV 5 μm

CITOLOGIA BACTERIANA



ESTRUTURAS DE SUPERFÍCIE CELULAR

- Camada externa à parede celular, de consistência viscosa e de natureza polissacarídica ou polipeptídica.
- Proteção da célula bacteriana contra desidratação.
- Aderência – auxiliam na ligação da bactéria à superfície.
- Proteção - resistência à fagocitose pelas células de defesa do corpo (fator de virulência).
 - Cápsula – matriz mais compacta, fortemente ligada à parede celular
 - Camada limosa – liga-se frouxamente à superfície.

Estruturas externas

- **Flagelos**

- **Fímbrias**

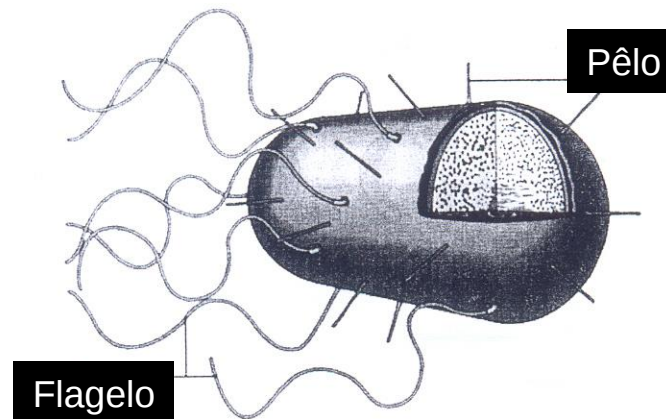
Flagelos – filamento fino helicoidal (propulsiona a bactéria)

- 15 a 20 μm comprimento
- 12 a 20 nm diâmetro ($1\text{nm} = 1/1000 \mu\text{m}$)

Pêlos (fímbrias) – estrutura filamentosa (adesão na superfície / função sexual)

- menores, mais retos, mais numerosos
- mais finos (3 a 10 nm diâmetro)

Célula de *Escherichia coli*
mostrando os pêlos e os flagelos



Flagelos

- Responsáveis pela mobilidade
- Não visíveis através de microscopia de luz
- Velocidades:

Spirillum $\Rightarrow$ 50 m/s (180 Km/h)

Vibrio $\Rightarrow$ 200 m/s (720 Km/h)

Tipo fixação + número flagelos $\Rightarrow$ característica útil na classificação

DISPOSIÇÃO DOS FLAGELOS

FLAGELOS

A - Polar



1 - Monotríquia

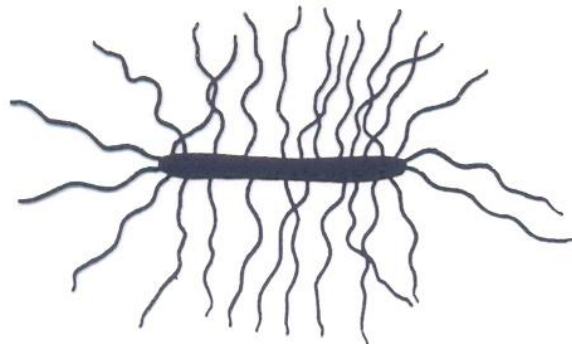


2 - Anfitríquia



3 - Lofotríquia

B - Peritríquia



BACTÉRIAS - MOVIMENTAÇÃO

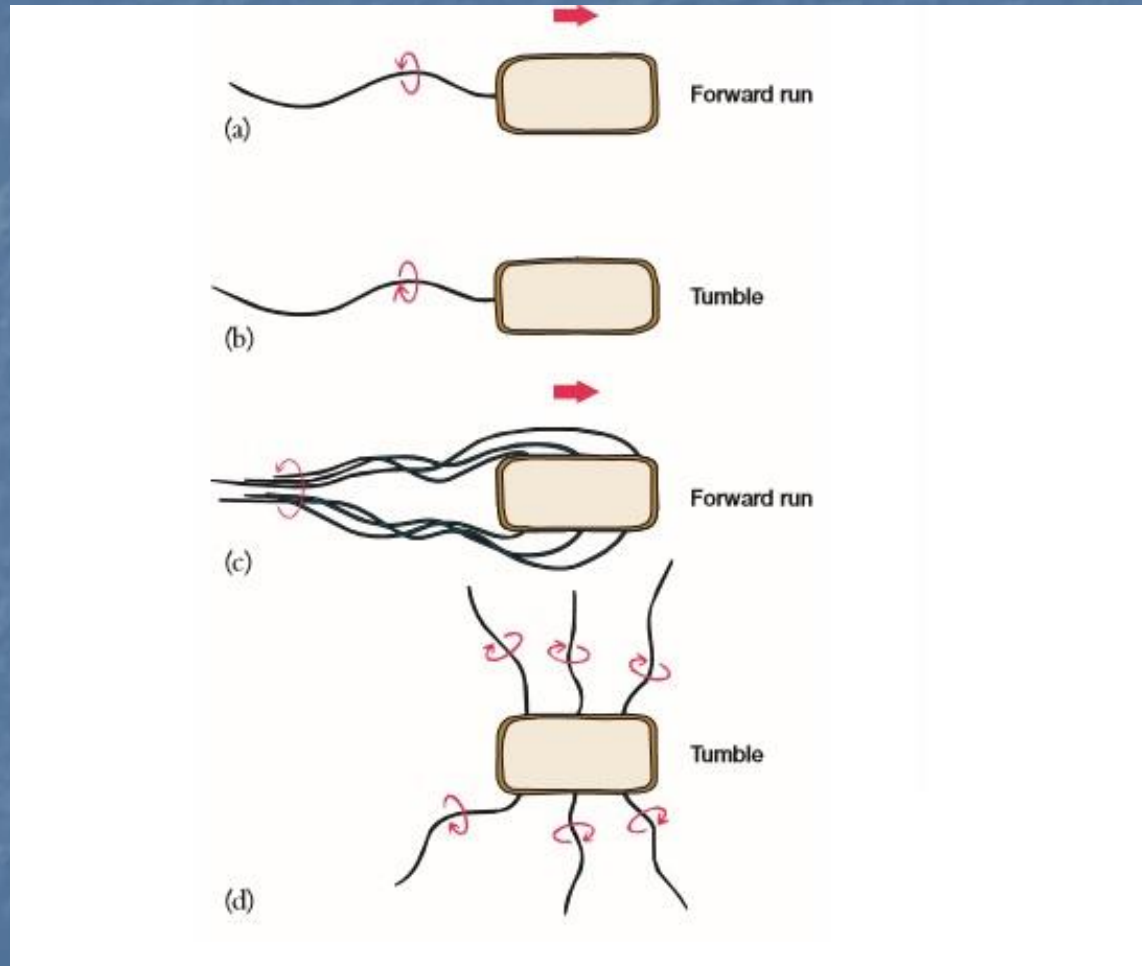


Figure 3.35 Flagellar Motility. The relationship of flagellar rotation to bacterial movement. Parts (a) and (b) describe the motion of monotrichous, polar bacteria. Parts (c) and (d) illustrate the movements of peritrichous organisms.

BACTÉRIAS – FIXAÇÃO DE FLAGELOS

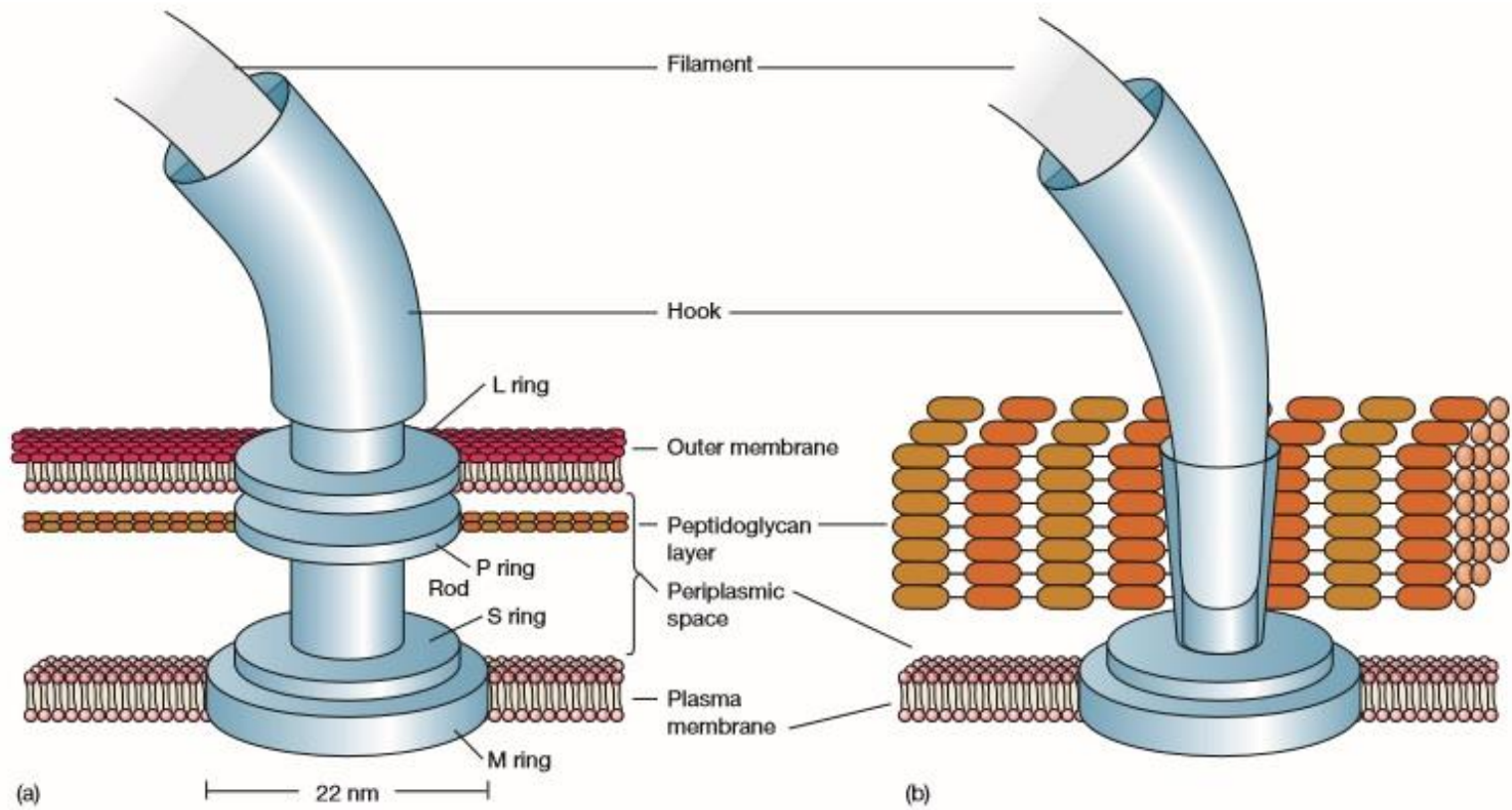
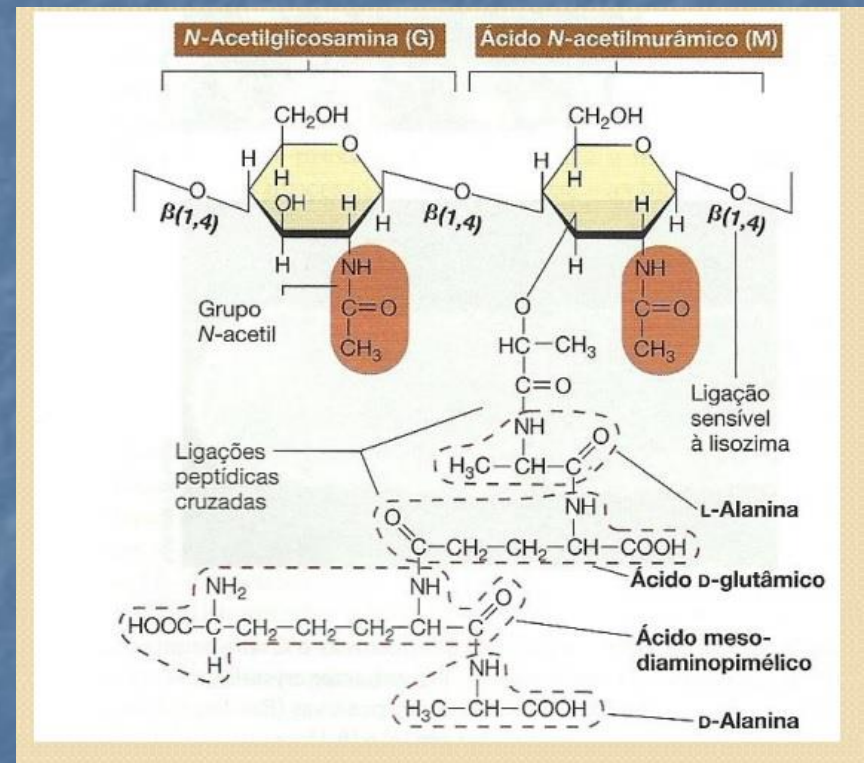


Figure 3.33 The Ultrastructure of Bacterial Flagella. Flagellar basal bodies and hooks in (a) gram-negative and (b) gram-positive bacteria.

PAREDE CELULAR

- Confere rigidez estrutural à célula.
- Proteção contra lise osmótica.
- Sítio receptor para proteínas e outras moléculas que interagem com a bactéria.
- Constituída de peptidioglicano.



PAREDE CELULAR

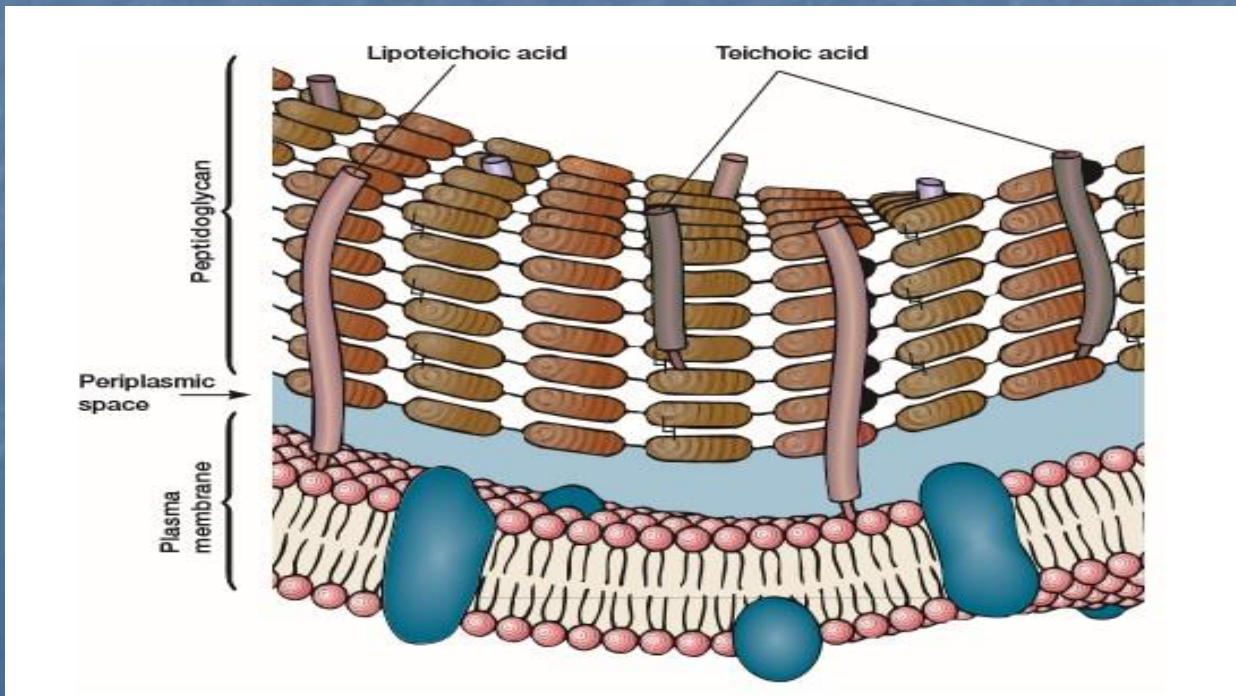
- **Diferenças estruturais e de composição química da parede celular permitem dividir as bactérias em dois grandes grupos:**

GRAM POSITIVA

GRAM NEGATIVA

PAREDE CELULAR DAS BACTÉRIAS GRAM +

- Muitas camadas de peptidoglicano (cerca de 90% da parede).
- Ácido teicoico (polissacarídeo ácido com resíduo de glicerol fosfato ou ribitol fosfato).



PAREDE CELULAR DAS BACTÉRIAS GRAM -

- Poucas camadas de peptidoglicano (cerca de 10%).

- Membrana externa:

- Lipopolissacarídeo (LPS):

LPS presente exclusivamente em bactérias Gram negativas .

LPS envolvidos com propriedades antigênicas .

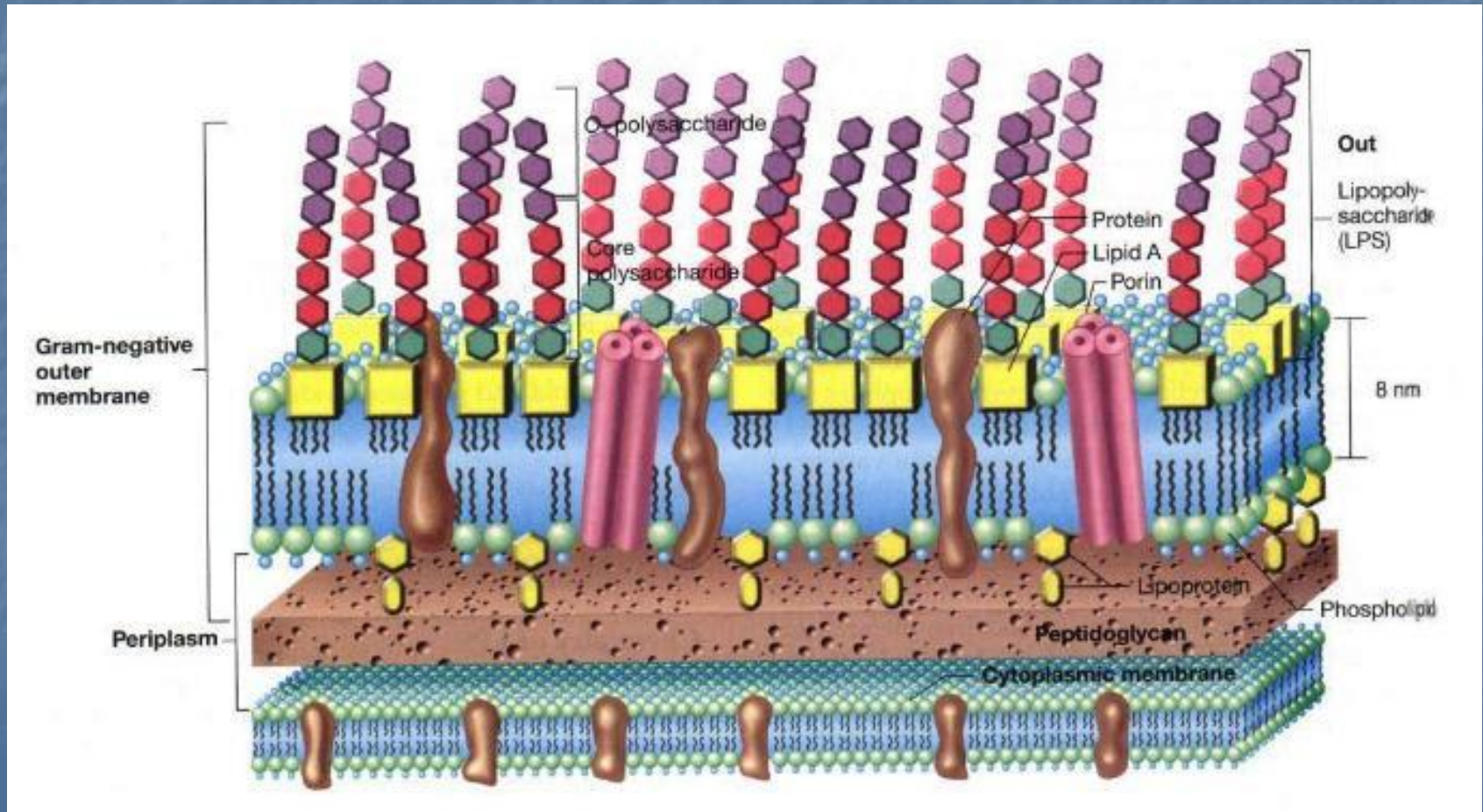
LPS possível papel reconhecimento hospedeiro (reação compatível-incompatível).

LPS podem atuar sítios adsorção bacteriófagos / receptores bacteriocinas.

- Proteínas: porinas, lipoproteínas .

- Espaço periplasmático – entre a membrana externa e membrana citoplasmática.

PAREDE CELULAR DAS BACTÉRIAS GRAM -

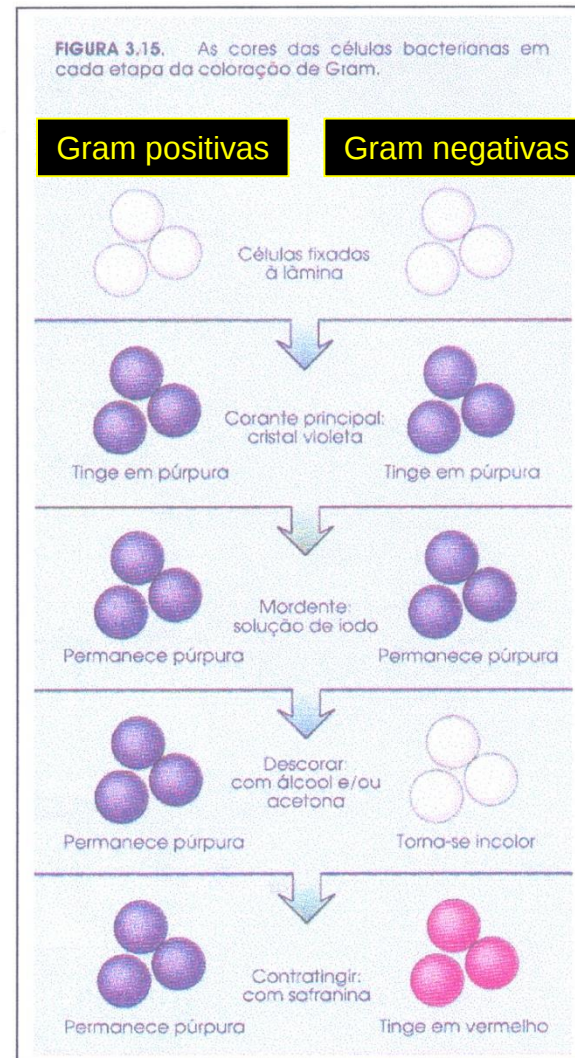


BACTÉRIAS

Coloração de Gram

(Christian Gram –
1884 – Dinamarca)

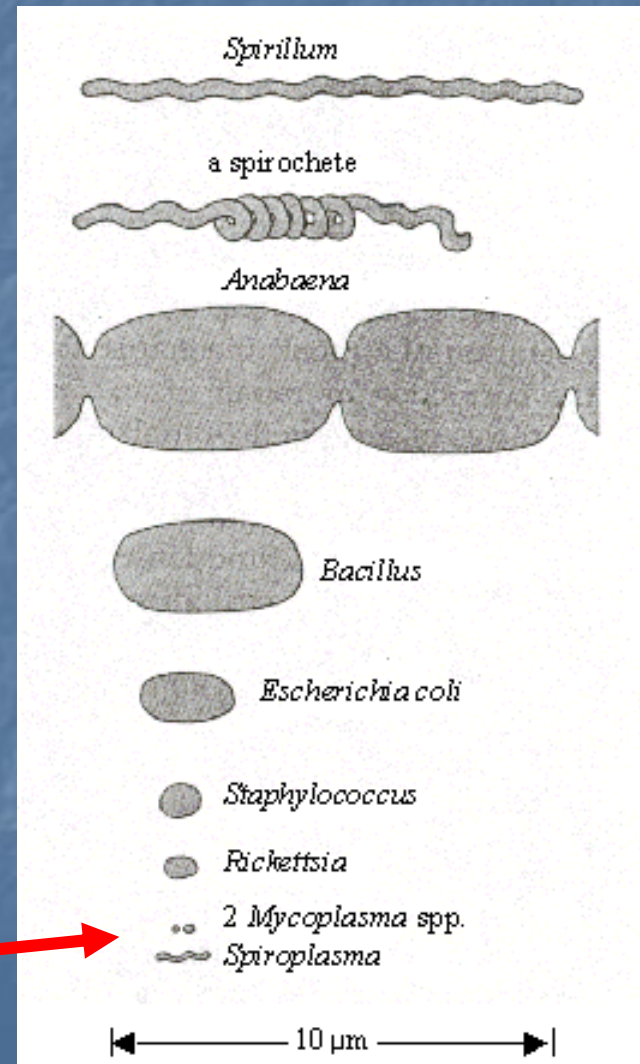
Coloração diferencial em que as bactérias são classificadas em Gram-positivas ou Gram-negativas, dependendo da capacidade de reter ou não o corante principal (cristal violeta), quando submetido a um tratamento com um agente descorante.

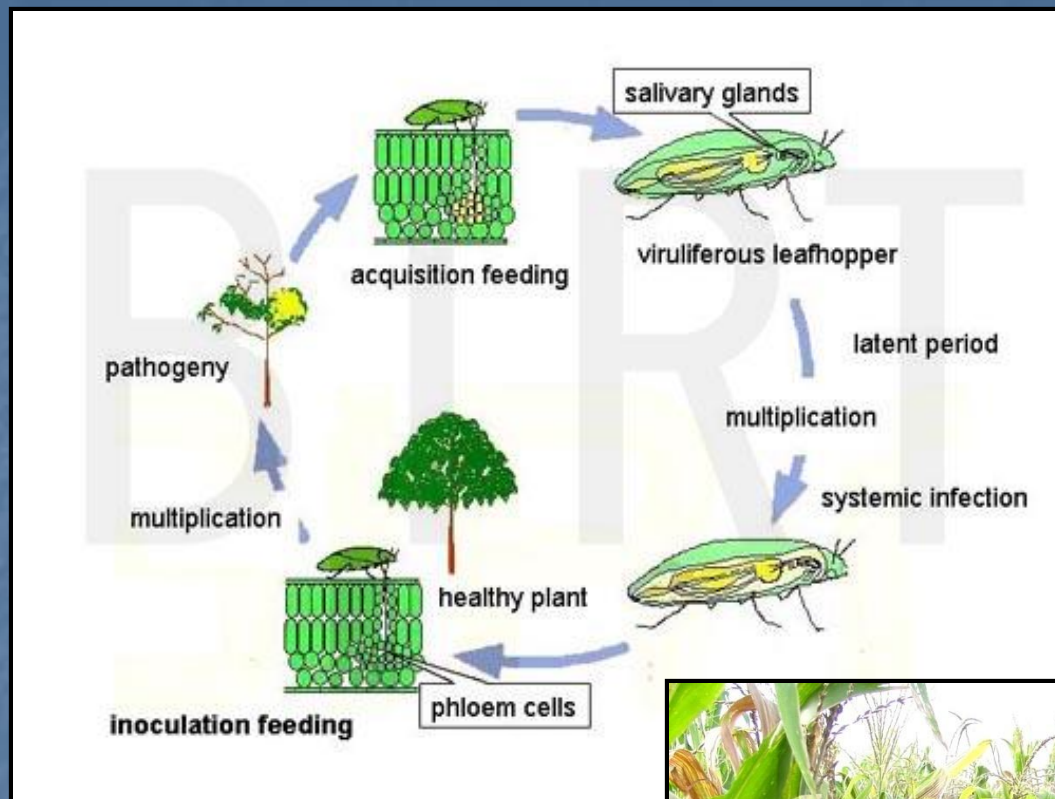


Atenção: há bactérias sem
parede celular, embora
compreendam um grupo bem
pequeno

Mollicutes: bactérias sem parede celular!!!

Micoplasmas, fitoplasmas
e espiroplasmas





Enfezamento do milho

(causado por fitoplasma)



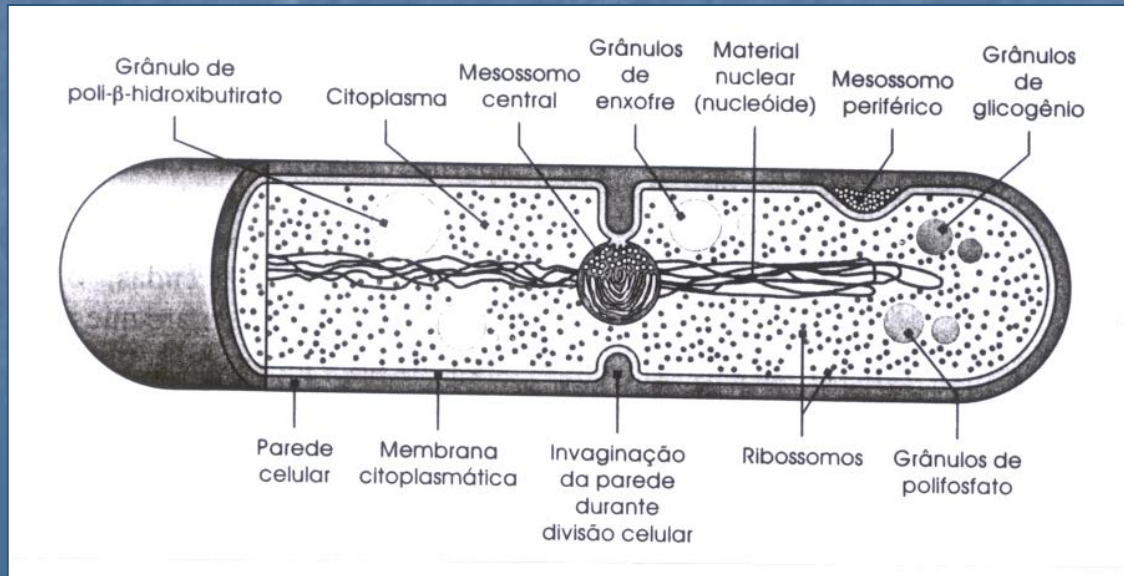
PRINCIPAIS DIFERENÇAS ENTRE BACTÉRIAS GRAM POSITIVAS, GRAM NEGATIVAS E MICOPLASMAS

Table 19.9 Some Characteristic Differences between Gram-Negative and Gram-Positive Bacteria

Property	Gram-negative Bacteria	Gram-positive Bacteria	Mycoplasmas
Cell wall	Gram-negative type wall with inner 2–7 nm peptidoglycan layer and outer membrane (7–8 nm thick) of lipid, protein, and lipopolysaccharide. (There may be a third outermost layer of protein.)	Gram-positive type wall with a homogeneous, thick cell wall (20–80 nm) composed mainly of peptidoglycan. Other polysaccharides and teichoic acids may be present.	Lack a cell wall and peptidoglycan precursors; enclosed by a plasma membrane
Cell shape	Spheres, ovals, straight or curved rods, helices or filaments; some have sheaths or capsules.	Spheres, rods, or filaments; may show true branching	Pleomorphic in shape; may be filamentous, can form branches
Reproduction	Binary fission, sometimes budding	Binary fission	Budding, fragmentation, and/or binary fission
Metabolism	Phototrophic, chemolithoautotrophic, or chemoorganoheterotrophic	Usually chemoorganoheterotrophic	Chemoorganoheterotrophic; most require cholesterol and long-chain fatty acids for growth.
Motility	Motile or nonmotile. Flagellation can be varied—polar, lophotrichous, peritrichous. Motility may also result from the use of axial filaments (spirochetes) or gliding motility.	Most often nonmotile; have peritrichous flagellation when motile	Usually nonmotile
Appendages	Can produce several types of appendages—pili and fimbriae, prosthecae, stalks	Usually lack appendages (may have spores on hyphae)	Lack appendages
Endospores	Cannot form endospores	Some groups can form endospores.	Cannot form endospores

Estruturas internas

- Membrana citoplasmática
- Citoplasma
- Material genético
- Endósporos
- Ribossomos
- Inclusões ou Grânulos
- Plasmídios
- Mesossomos
- Pigmentos



MEMBRANA PLASMÁTICA

- Composição

- . localizada internamente à parede em contato com citoplasma
- . Camada bilipídica com característica anfipática
- . composição básica: fosfolipídios (20-30%) e proteínas (50-70%)
- . Proteínas integrais e periféricas
- . esteróis ausentes membranas bactérias com parede celular
- . bactérias sem parede: presença esteróis confere integridade à membrana

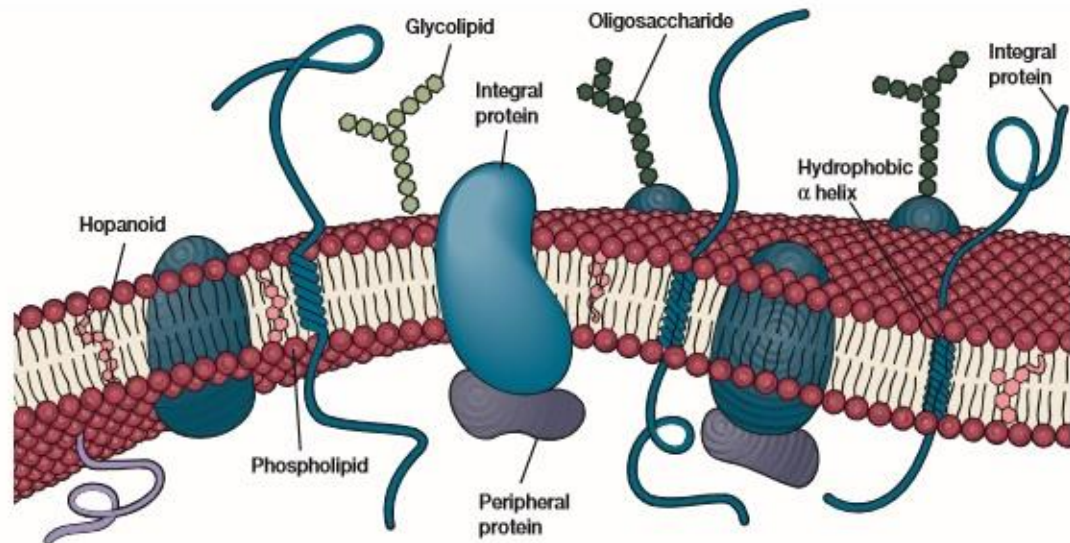
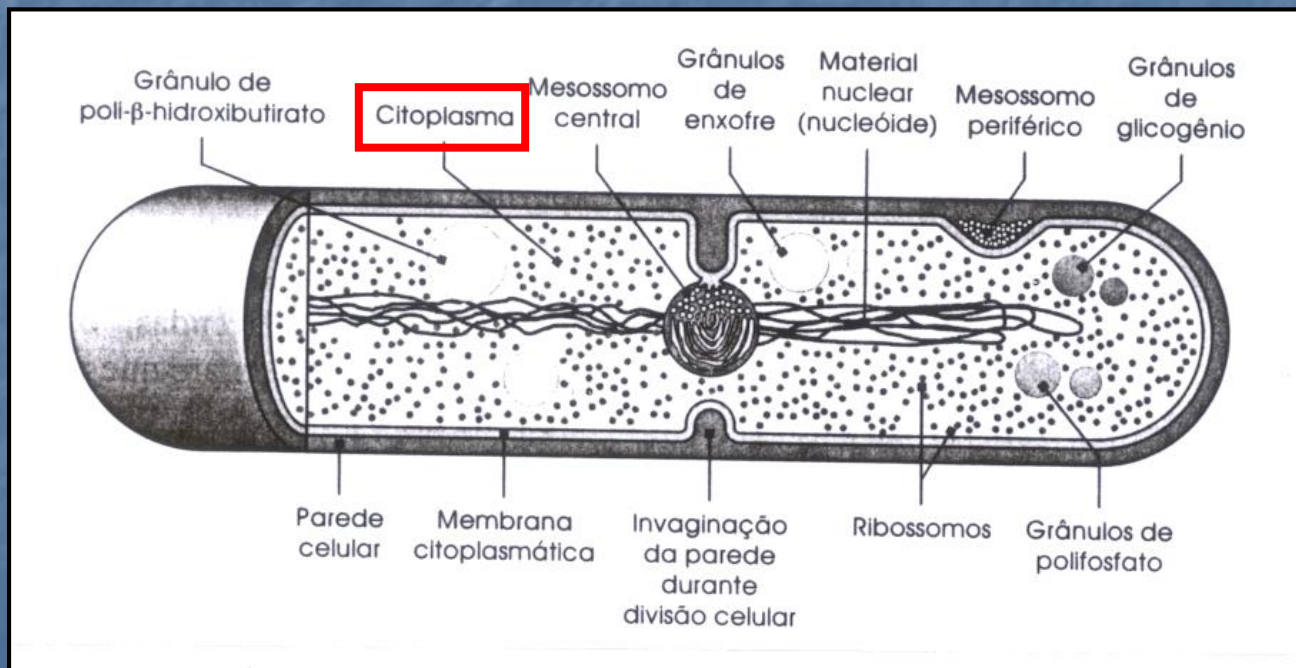


Figure 3.7 Plasma Membrane Structure. This diagram of the fluid mosaic model of bacterial membrane structure shows the integral proteins (blue) floating in a lipid bilayer. Peripheral proteins (purple) are associated loosely with the inner membrane surface. Small spheres represent the hydrophilic ends of membrane phospholipids and wiggly tails, the hydrophobic fatty acid chains. Other membrane lipids such as hopanoids (pink) may be present. For the sake of clarity, phospholipids are shown in proportionately much larger size than in real membranes.

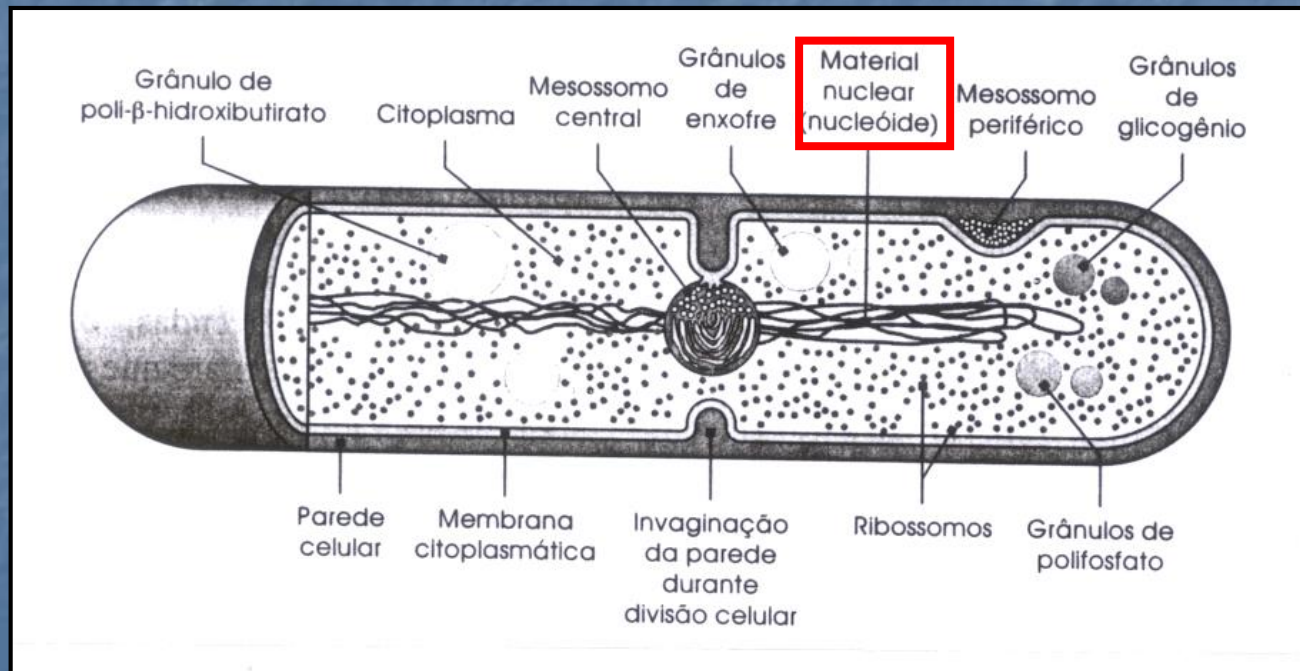
CITOPLASMA

- parte da célula envolvida pela membrana citoplasmática
- fluido denso : água (80%) / ac. nucléicos / carboidratos / proteínas / lipídios / íons
- sede de reações para síntese componentes celulares
- ausência estruturas membranosas (mitocôndria/Golgi/retículo/cloroplasto)



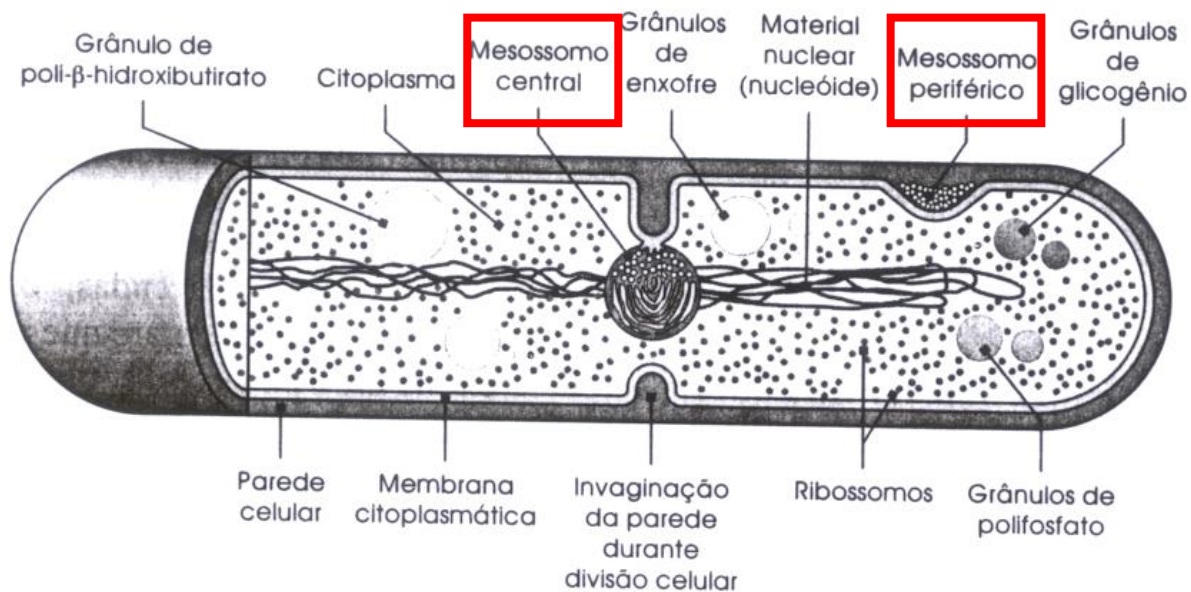
NUCLEÓIDE

- não delimitado por membrana
- único cromossomo circular enrolado e altamente condensado
- tamanho variável em torno de 5.500 kb
- ligado à membrana celular no local de replicação



MESOSSOMOS

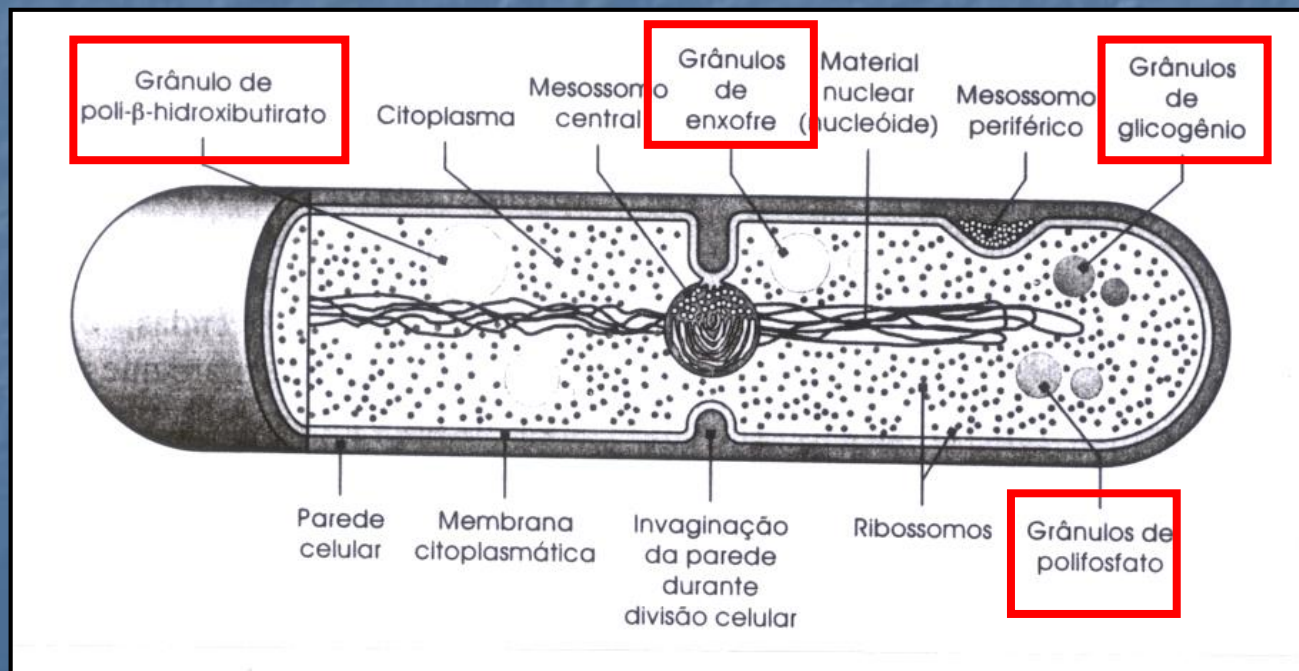
- extensões da membrana celular para interior citoplasma
- localizados próximo membrana (periféricos) ou região central (centrais)
- evidências de ligação entre mesossomos centrais e material genético
- função I: provável papel replicação DNA e divisão celular
- função II: possível atuação na secreção enzimas/atividades respiratórias



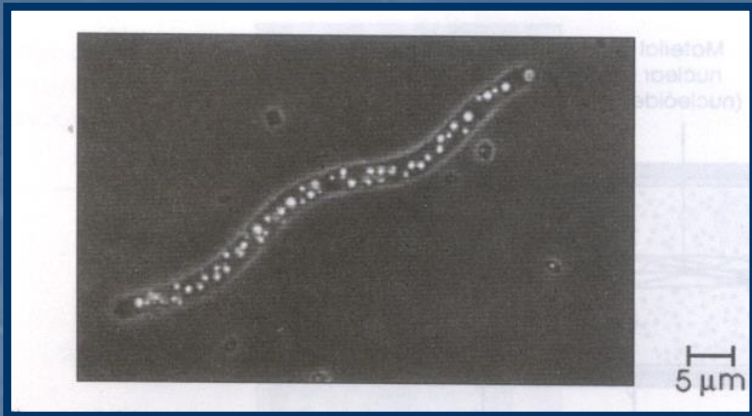
Mesossomo periférico –
produção de penicilinas

INCLUSÕES OU GRÂNULOS

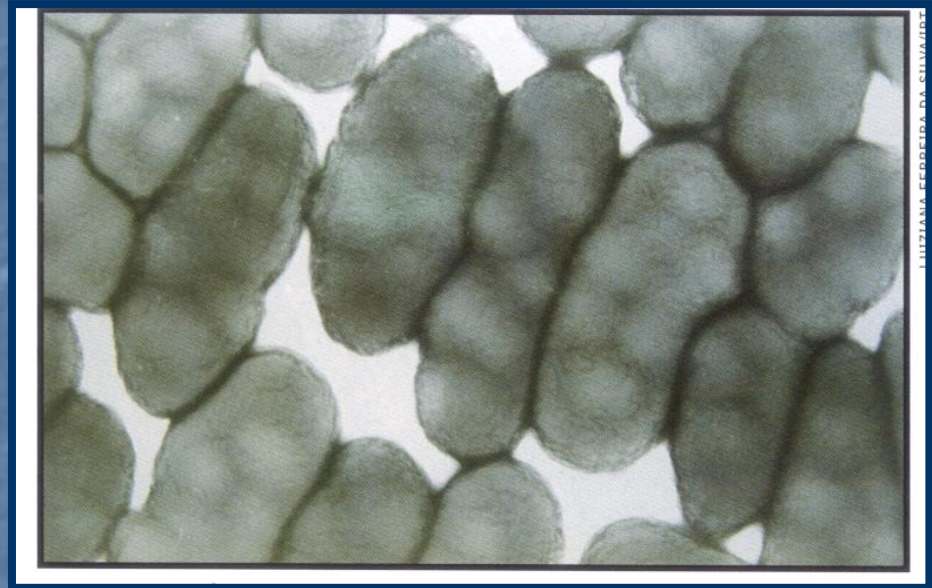
- são estruturas que atuam como depósitos de material de reserva
- reserva: enxofre / glicogênio / poli- β -hidroxibutirato / polifosfato
- poli- β -hidroxibutirato (PHB – material lipídico) – fonte carbono / energia



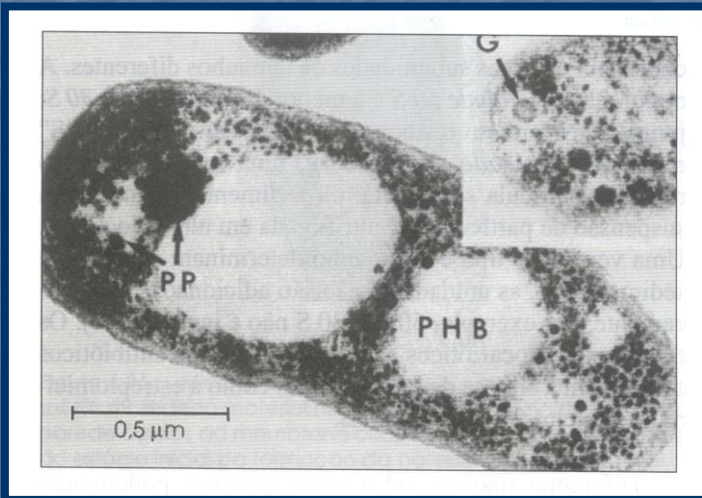
INCLUSÕES OU GRÂNULOS



Grânulos de enxofre em *Thiospirillum janense*
(bactérias que oxidam H_2S)



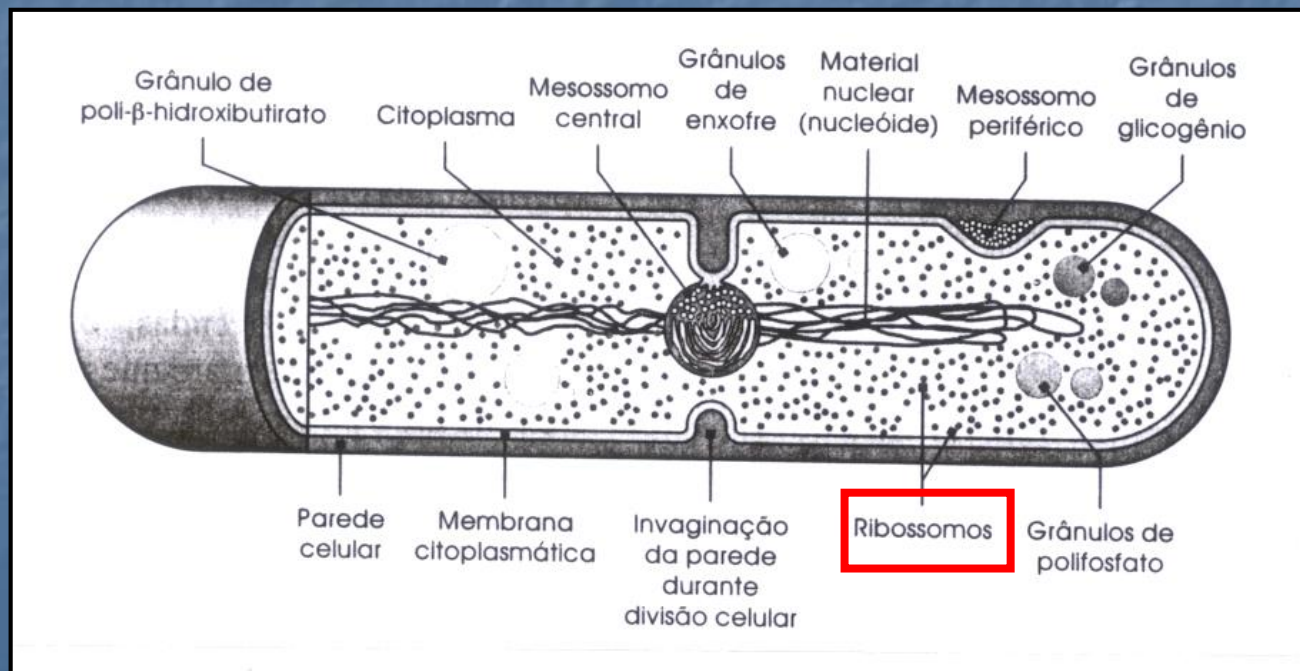
Grânulos de PHB (polihidroxibutirato) em *Ralstonia eutropha*
(PHB usado para produção de plástico biodegradável)



Pseudomonas pseudoflava:
grânulos Polifosfato (volutina) (PP) /
PHB / Glicogênio (G)

RIBOSSOMOS

- partículas densas compostas de ácido nucléico (60% rRNA) e proteína (40%)
- estruturas responsáveis pela síntese de proteínas
- dispersos no citoplasma ou associados internamente à membrana
- ribossomo bacteriano é referido como 70S (S=índice sedimentação)
- locais visados pelos antibióticos que inibem síntese proteínas (tetra/neo/estrepto)



PLASMÍDIOS

Moléculas extracromossomais circulares de DNA encontradas em muitas espécies bacterianas.

Podem ser removidos das células sob condições de estresse;

Conferem vantagens seletivas;

A replicação pode ocorrer durante a replicação bacteriana ou na conjugação;

Tipos de plasmídios:

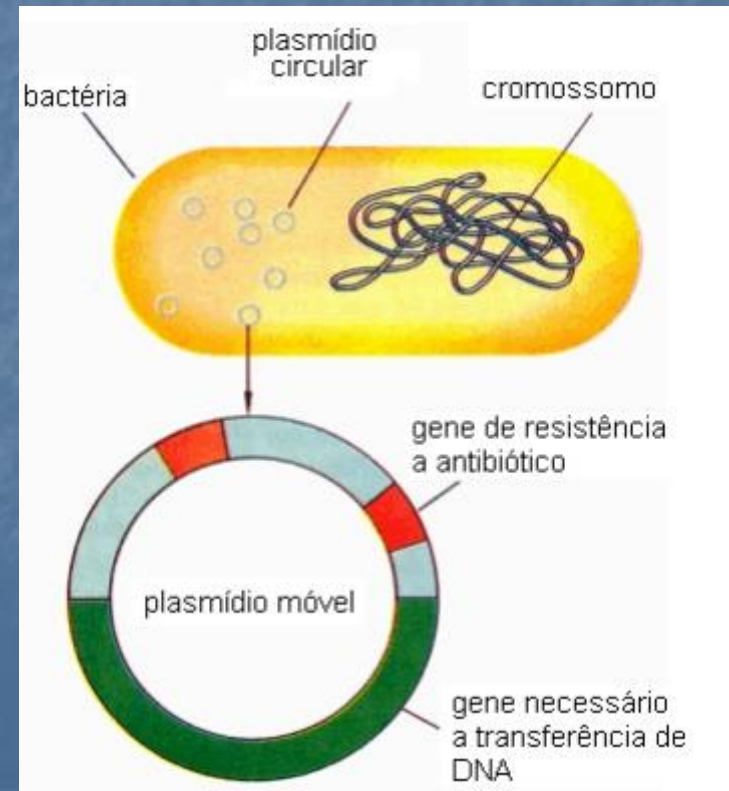
- Plasmídio de tipo sexual: são importantes para a transferência de plasmídios a uma célula receptora. São capazes de se integrar no cromossomo.

- Plasmídios R: conferem resistência a antibióticos. Possuem o determinante de resistência e o fator de transferência de resistência RTF. Ex. *Staphylococcus aureus*.

- Plasmídios Col ou bacteriocinogênicos: plasmídios capazes de produzir inibidores de crescimento de outras bactérias. Ex. *Escherichia coli* e *Pseudomonas*.

- Plasmídios virulentos: favorecem a infecção em mamíferos.

- Plasmídios de degradação: codificam enzimas degradativas. Ex. *Pseudomonas*.

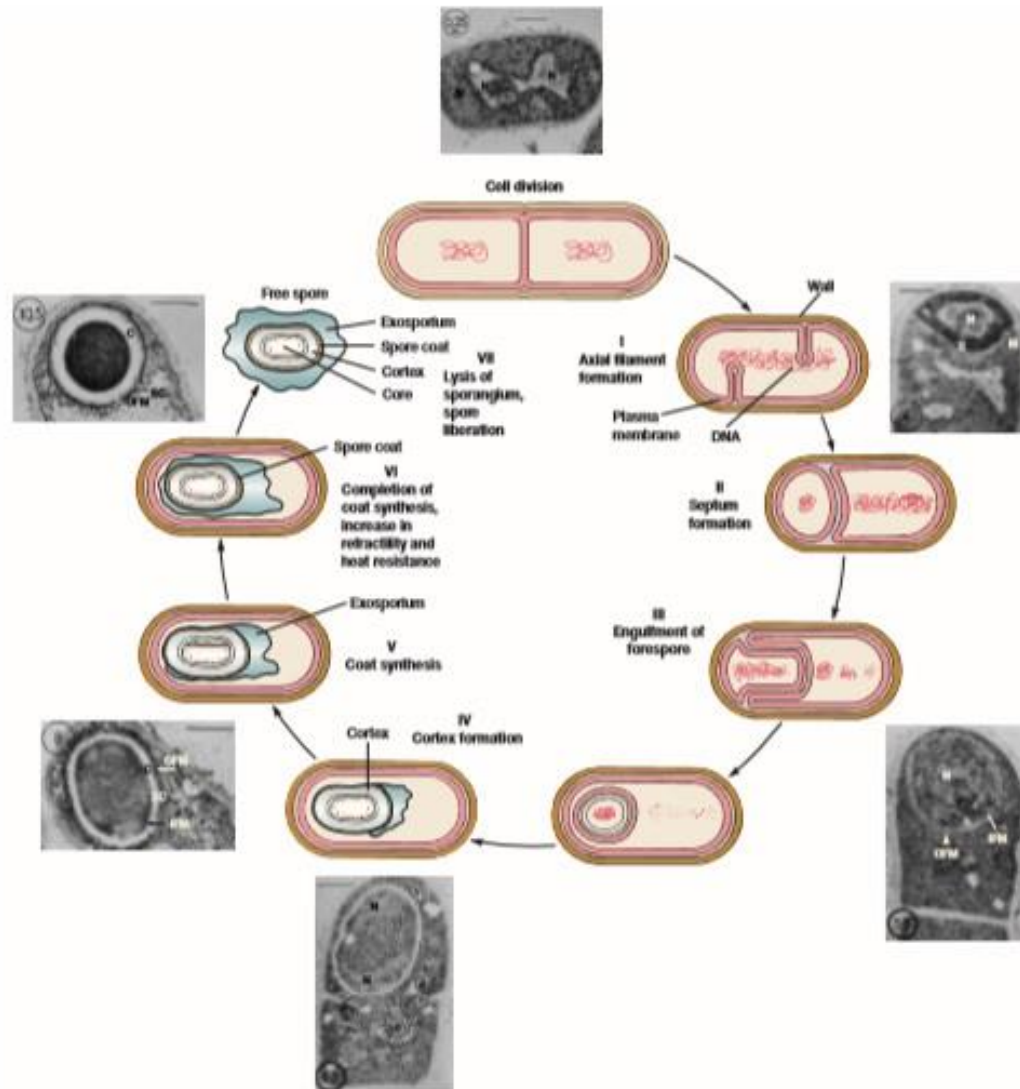


ENDÓSPORO*

- maioria das bactérias não formam endósporo
- célula dormente alta/e resistente fatores adversos ambiente
- resistência condicionada baixo teor água / ácido dipicolínico (5-10% peso seco) +cálcio
- fatores: calor / dessecação / produtos tóxicos / radiação UV
- caráter taxonômico: forma do endósporo / localização na célula
- encontrados nos gêneros *Bacillus* e *Clostridium*

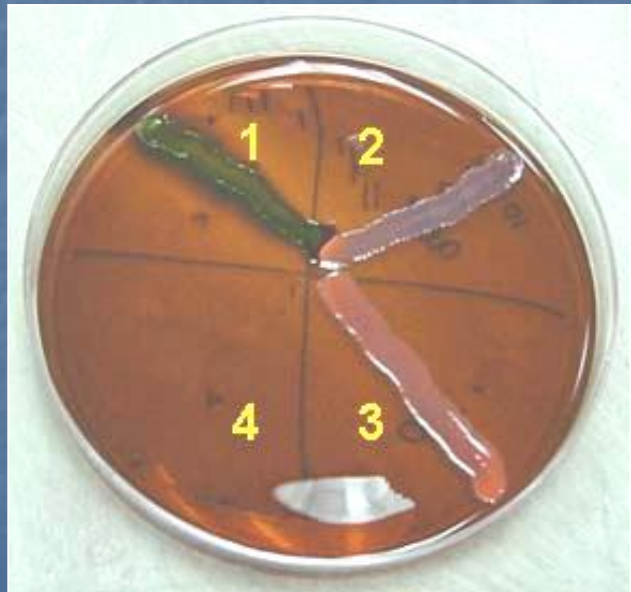
* (Formas latentes de bactérias)

ENDOSPORO



PIGMENTOS

- compostos coloridos produzidos por algumas bactérias
- em meio cultura cores diversificadas: amarela, marrom, verde, azul, vermelho
- caracteres usados na identificação bactérias



Meio "ágar eosina-azul de metileno" (EMB)

Quadrante 1: Crescimento de *Escherichia coli* (Gram-negativa) em meio eosina-azul de metileno. A coloração verde metálica indica que *E. coli* é capaz de fermentar lactose.

Quadrante 3: Crescimento de *Aerobacter aerogenes* (Gram-negativa). A coloração rosa indica que esta bactéria é capaz de fermentar lactose.

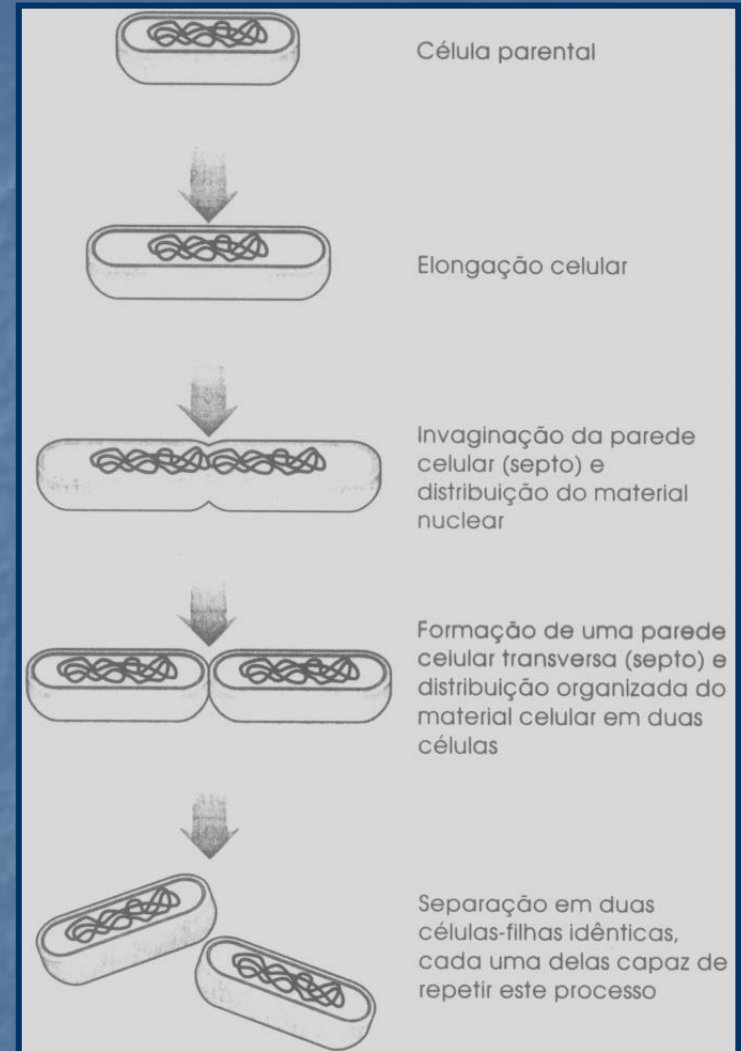
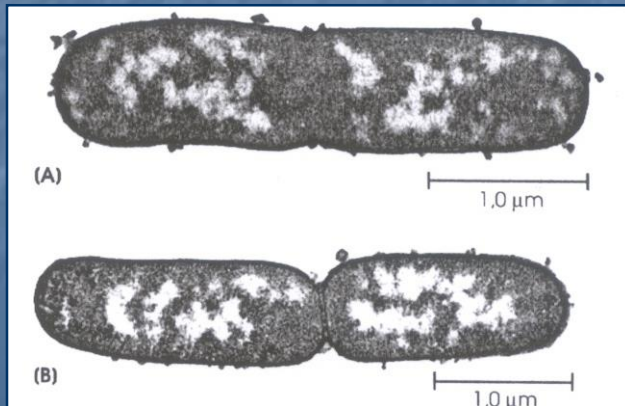
Reprodução celular

- processo:

- . reprodução assexuada

- fissão binária transversa:

- . única célula origina duas células filhas idênticas

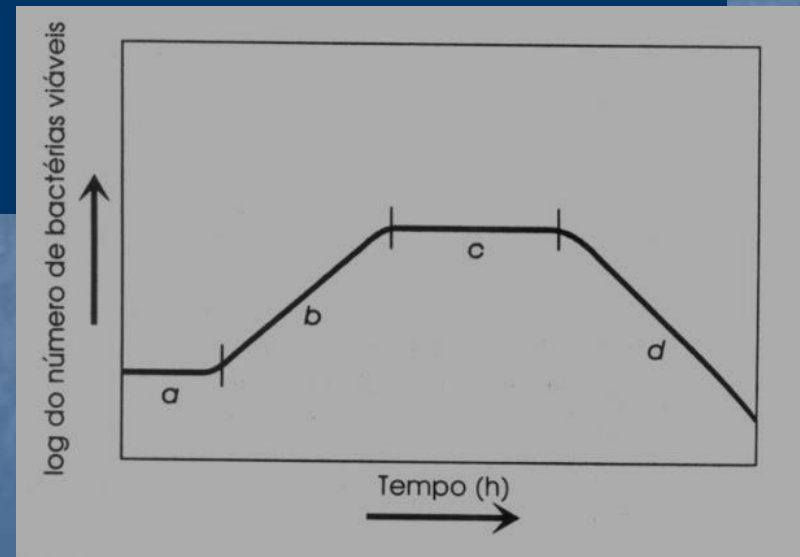


Crescimento da população

- Tempo de geração: tempo para célula se duplicar ou população dobrar tamanho
- Duração: variável minutos a horas dependendo fatores
- Fatores: espécie bacteriana / condições nutricionais / ambiente físico
- Matemática do crescimento: $N=2^n$ onde: N=total células; n= número gerações

Crescimento da população

- Tempo de geração: tempo para célula se duplicar ou população dobrar tamanho
- Duração: variável minutos a horas dependendo fatores
- Fatores: espécie bacteriana / condições nutricionais / ambiente físico
- Matemática do crescimento: $N=2^n$ onde: N=total células; n= número gerações
- Fases curva :
 - * Fase lag: população constante e ativa
 - * Fase log: população cresce exponencialmente
 - * Fase estacionária: população constante
 - * Fase declínio: queda população



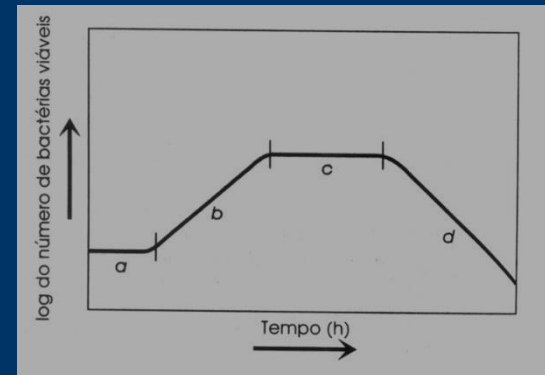
Crescimento da população

- Tempo de geração: tempo para célula se duplicar ou população dobrar tamanho
- Duração: variável minutos a horas dependendo fatores
- Fatores: espécie bacteriana / condições nutricionais / ambiente físico
- Matemática do crescimento: $N=2^n$ onde: N=total células; n= número gerações
- Fases curva :

- * Fase lag: população constante e ativa
- * Fase log: população cresce exponencialmente
- * Fase estacionária: população constante
- * Fase declínio: queda população

- Medida crescimento:

- . contagem microscópica (lâminas graduadas)
- . contagem em placa (UFC)
- . espectrofotômetro (medida de turbidez do meio)
- . dosagem componentes celulares (ác.nucléicos / proteínas / nitrogênio)
- . análise produtos de metabolismo (ác. orgânicos)



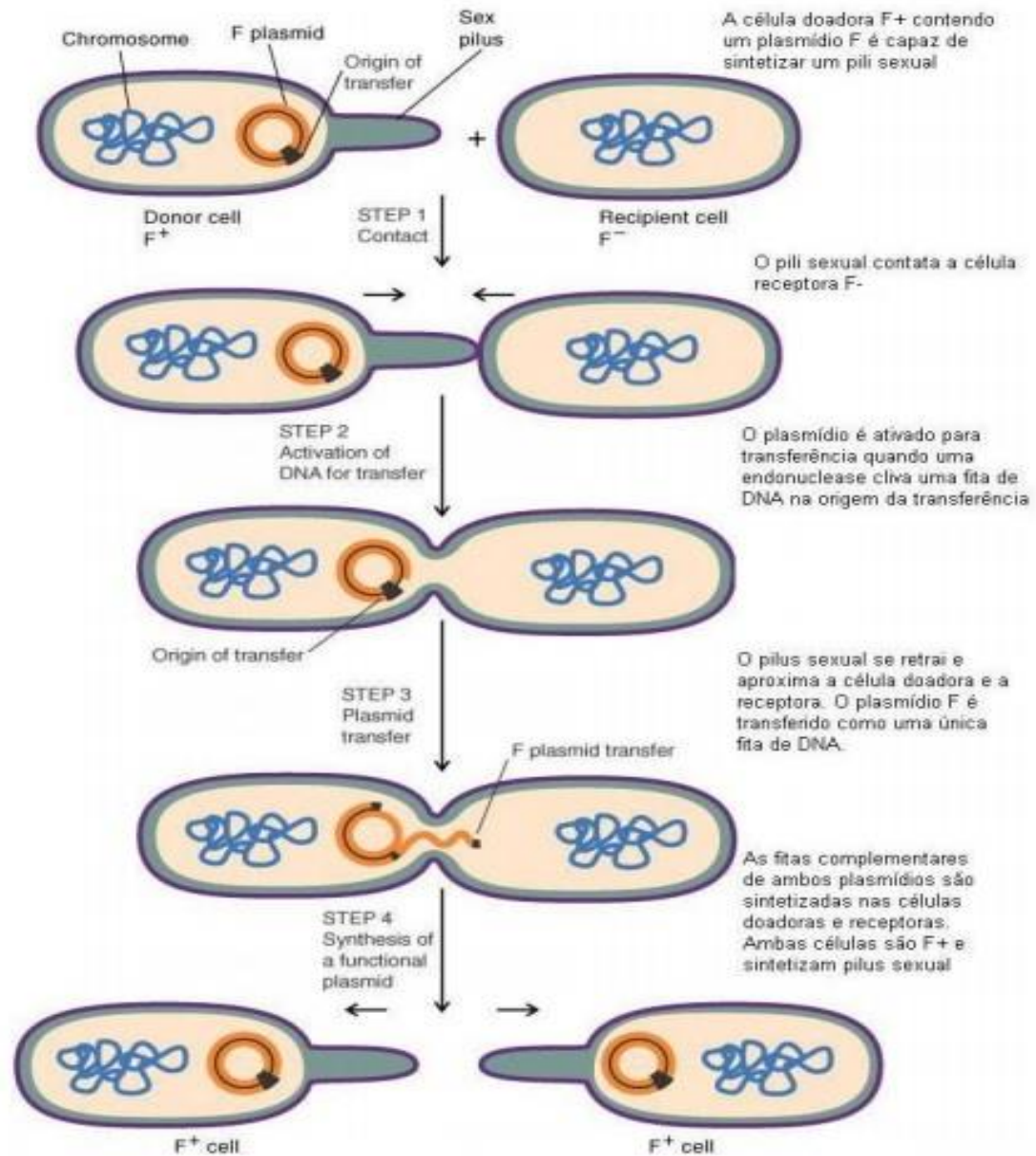
Mecanismos de variabilidade em bactérias

- 
1. Conjugação (reprodução sexuada)
 2. Transformação
 3. Transdução

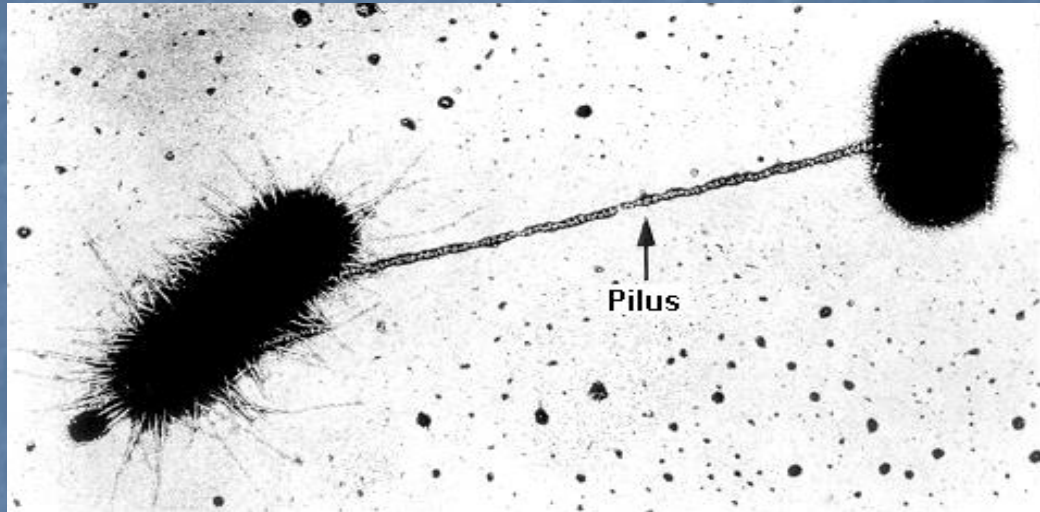
Além da mutação, que é comum aos demais seres vivos...

CONJUGAÇÃO

Conjugação:
Processo de
transferência
de DNA de
uma bactéria
para outra,
envolvendo
o contato
entre duas
células.

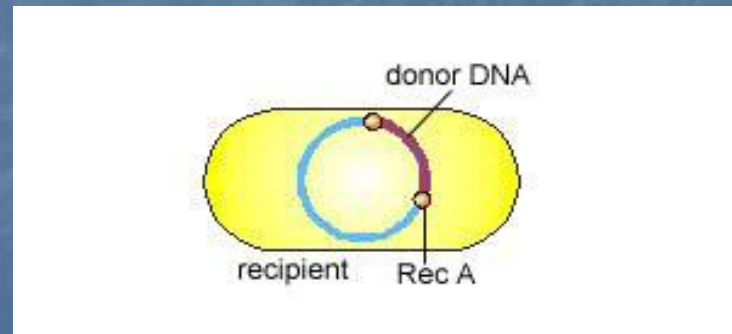
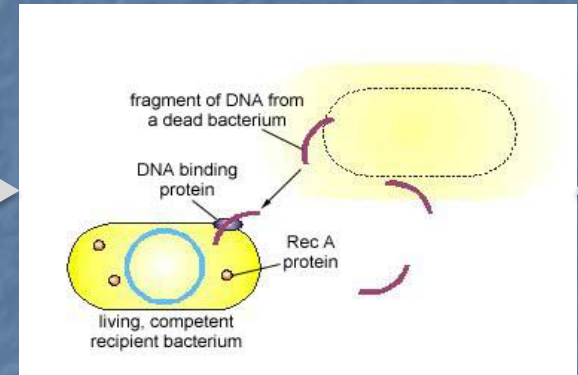
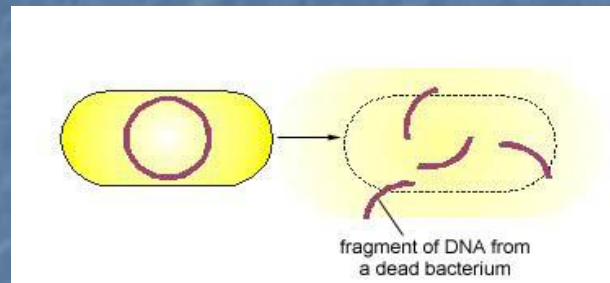


CONJUGAÇÃO



TRANSFORMAÇÃO

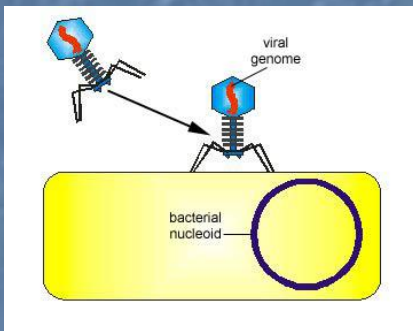
Transformação:
transferência de
um pedaço de
DNA de uma
célula morta
para uma célula
viva



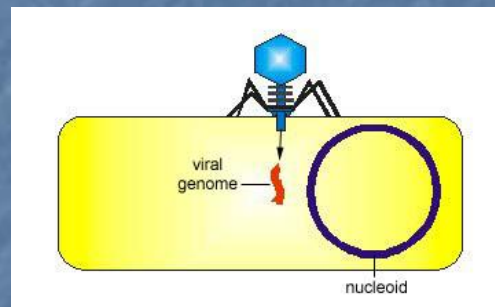
TRANSDUÇÃO

Transdução: Incorporação de DNA de outra célula bacteriana tendo como vetor um bacteriófago ou fago

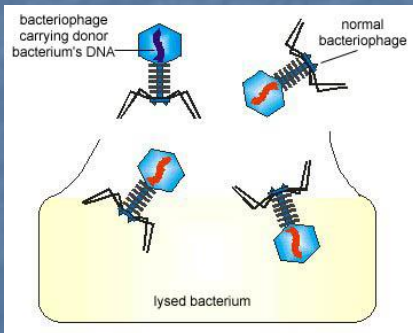
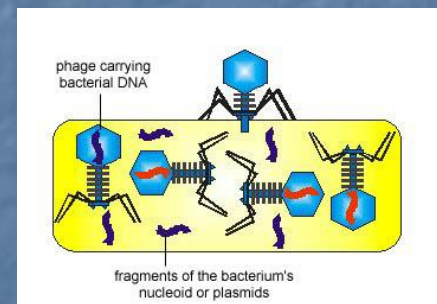
1



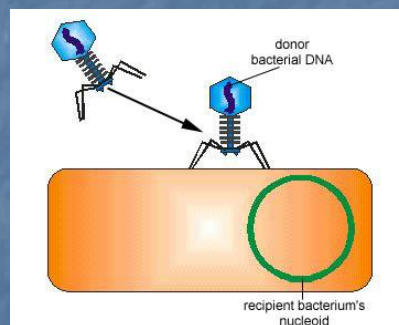
2



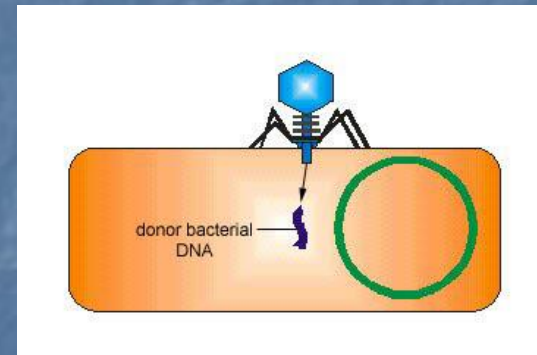
3



4

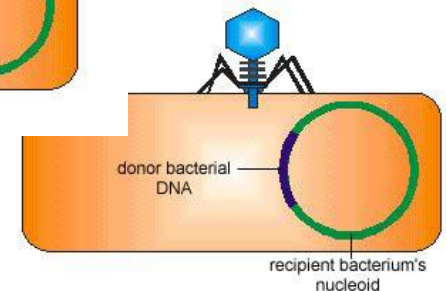


5



6

7



Principais grupos de eubactérias Gram-positivas

Tabela 9.3 Resumo dos principais grupos de eubactérias Gram-positivas.

Grupo	Principais características	Gêneros representativos
Cocos	Aeróbios, anaeróbios facultativos ou anaeróbios; saprófitas ou parasitas; alguns são resistentes à radiação; alguns são importantes patógenos humanos	<i>Deinococcus</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Sarcina</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Streptococcus</i>
Bactérias esporuladas	Bastonetes ou cocos que formam endósporos resistentes ao calor; aeróbios, anaeróbios facultativos ou anaeróbios; vivem no solo, na água, em insetos, animais e humanos; alguns são patogênicos	<i>Bacillus</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Desulfotomaculum</i> , <i>Sporosarcina</i>
Bacilos regulares	Aeróbios ou anaeróbios facultativos; vivem no solo, na água, em produtos alimentares, no homem e em animais; alguns causam doença humana	<i>Brocothrix</i> , <i>Caryophanon</i> , <i>Erysipelothrix</i> , <i>Kurthia</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Listeria</i>
Bacilos irregulares	Células que exibem saliências, possuem forma de Y ou V, ou têm um ciclo coco-bacilo; aeróbios, anaeróbios facultativos ou anaeróbios; alguns são patogênicos para os seres humanos, animais ou plantas	<i>Actinomyces</i> , <i>Arachnia</i> , <i>Arthrobacter</i> , <i>Bifidobacterium</i> , <i>Brevibacterium</i> , <i>Cellulomonas</i> , <i>Corynebacterium</i> , <i>Propionibacterium</i>
Micobactérias	Bastonetes aeróbios álcool-ácido resistentes; saprófitas ou parasitas; alguns são patogênicos para o homem	<i>Mycobacterium</i>
Actinomicetos	Bactérias aeróbias do solo que formam um micélio composto de hifas ramificadas; multiplicam-se por fragmentação ou por produção de conidiósporos ou esporangiósporos; alguns produzem antibióticos	<i>Actinoplanes</i> , <i>Frankia</i> , <i>Micropolyspora</i> , <i>Nocardia</i> , <i>Pseudonocardia</i> , <i>Streptomyces</i>

*

* *Clostridium botulinum* – botulismo; *Bacillus anthracis* - anthrax

Principais grupos de eubactérias Gram-negativas

Tabela 9.2 Resumo dos principais grupos de eubactérias Gram-negativas.

Grupo	Principais características	Gêneros representativos
Espiroquetas	Helicoidais; flexíveis; possuem flagelo periplásmico; vivem na água e lodo, em insetos, animais e seres humanos; vários são patógenos humanos	<i>Borrelia</i> , <i>Cristispira</i> , <i>Leptospira</i> , <i>Spirochaeta</i> , <i>Treponema</i>
Bacilos encurvados aeróbios ou microaerófilos	Helicoidais, em forma de vibrião ou de anel; móveis com flagelo polar ou imóveis; vivem na água ou no solo ou são parasitas de animais; alguns são patógenos humanos	<i>Aquaspirillum</i> , <i>Azospirillum</i> , <i>Bdellovibrio</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Flectobacillus</i> , <i>Oceanospirillum</i> , <i>Spirosoma</i>
Cocos e bacilos aeróbios	Bastonetes ou cocos; alguns vivem na água ou no solo; alguns são patógenos humanos, de animais ou plantas	<i>Acetobacter</i> , <i>Agrobacterium</i> , <i>Azotobacter</i> , <i>Bordetella</i> , <i>Brucella</i> , <i>Francisella</i> , <i>Legionella</i> , <i>Methylococcus</i> , <i>Moraxella</i> , <i>Nelisseria</i> , <i>Rhizobium</i> , <i>Xanthomonas</i>
Bacilos anaeróbios facultativos	Bastonetes retos ou vibriões; muitos habitam o intestino do homem ou de animais e alguns são patógenos; outros vivem no solo ou na água ou nas plantas	<i>Enterobacter</i> , <i>Erwinia</i> ; <i>Escherichia</i> , <i>Haemophilus</i> , <i>Pasteurella</i> , <i>Proteus</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Serratia</i> , <i>Shigella</i> , <i>Vibrio</i> , <i>Yersinia</i>
Bactérias anaeróbias	Bastonetes retos, encurvados ou helicoidais e cocos; alguns estão presentes no ambiente e formam H_2S ; outros vivem no trato intestinal e causam infecções teciduais	<i>Bacteroides</i> , <i>Desulfovibrio</i> , <i>Fusobacterium</i> , <i>Megasphaera</i> , <i>Veillonella</i>
Riquétsias e clamídias	Forma de bastonetes a cocóides; necessitam de hospedeiros vivos para se desenvolver; muitos são patógenos para o homem ou animais	<i>Chlamydia</i> , <i>Coxiella</i> , <i>Rickettsia</i> , <i>Rochalimaea</i>
Fototróficos anoxigênicos	Anaeróbios que usam a luz como fonte de energia e não produzem o oxigênio; bactérias "púrpuras" e "verdes"; vivem em ambientes aquáticos; não-patogênicos	<i>Chlorobium</i> , <i>Chromatium</i> , <i>Rhodomicrobium</i> , <i>Rhodopseudomonas</i> , <i>Rhodospirillum</i>
Fototróficos oxigênicos	Usam a luz como fonte de energia e produzem o oxigênio; comumente denominados cianobactérias; vivem no solo e na água; não-patogênicos	<i>Anabaena</i> , <i>Cylindrospermum</i> , <i>Gloeocapsa</i> , <i>Gloeotrichia</i> , <i>Oscillatoria</i>
Bactérias deslizantes	Bastonetes ou filamentos sem flagelos que deslizam através de superfícies úmidas; alguns possuem um ciclo de vida complexo e formam corpos de frutificação; vivem no solo e na água; não-patogênicos	<i>Beggiatoa</i> , <i>Chondromyces</i> , <i>Cytophaga</i> , <i>Flexibacter</i> , <i>Herpetosiphon</i> , <i>Saprospira</i> , <i>Simonsiella</i> , <i>Stigmatella</i>
Bactérias com bainha	Bastonetes em cadeia ou filamentos envolvidos por uma bainha tubular; saprófitas aquáticos; não-patogênicos	<i>Crenothrix</i> , <i>Leptothrix</i> , <i>Sphaerotilus</i>
Bactérias gemulantes e/ou apendiculadas	Reproduzem-se assimetricamente por brotamento e/ou formam prostecas ou pedúnculos; saprófitas aquáticos e do solo; não-patogênicos	<i>Ancalomicrobium</i> , <i>Blastocaulis</i> /Planctomyces, <i>Caulobacter</i> , <i>Gallionella</i> , <i>Hyphomicrobium</i>
Quimiolitotróficos	Obtêm energia pela oxidação da amônia; nitrato, compostos sulfurados reduzidos, ferro ou manganês; muitos são autotróficos; ocorrem no solo e na água; não-patogênicos	<i>Nitrobacter</i> , <i>Nitrococcus</i> , <i>Nitrosolobus</i> , <i>Nitrosomonas</i> , <i>Siderocapsa</i> , <i>Thiobacillus</i> , <i>Thiospira</i>

Eubactéria Gram-
negativa

Fototróficos
oxigênicos

- Usam a luz como fonte de energia
- Possuem clorofila *a*
- Produzem oxigênio
- Denominados de “cianobactérias”
- Vivem no solo e na água
- Não-patogênicos

