

Citología Bacteriana

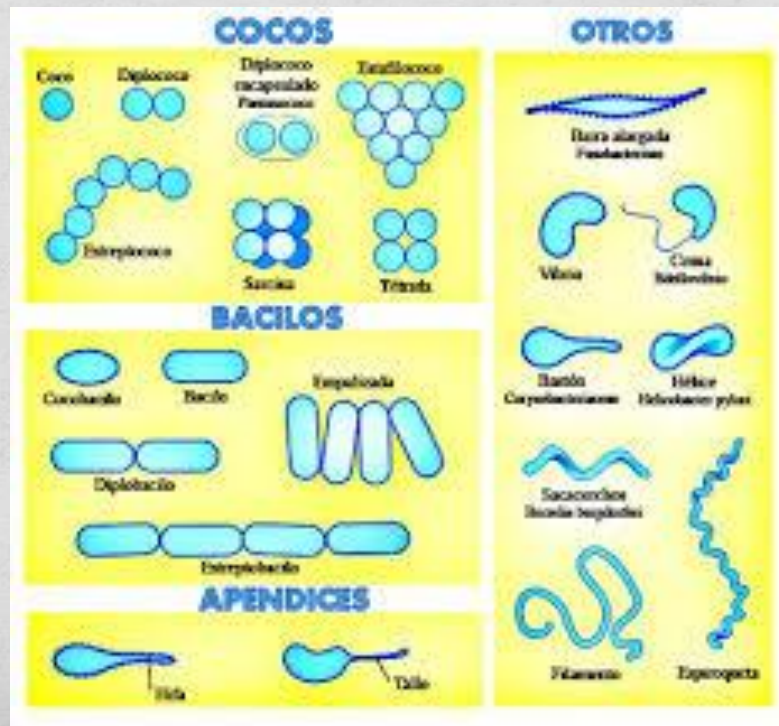


Microbiología

Prof^a. Larissa Picada Brum

Noções de morfologia

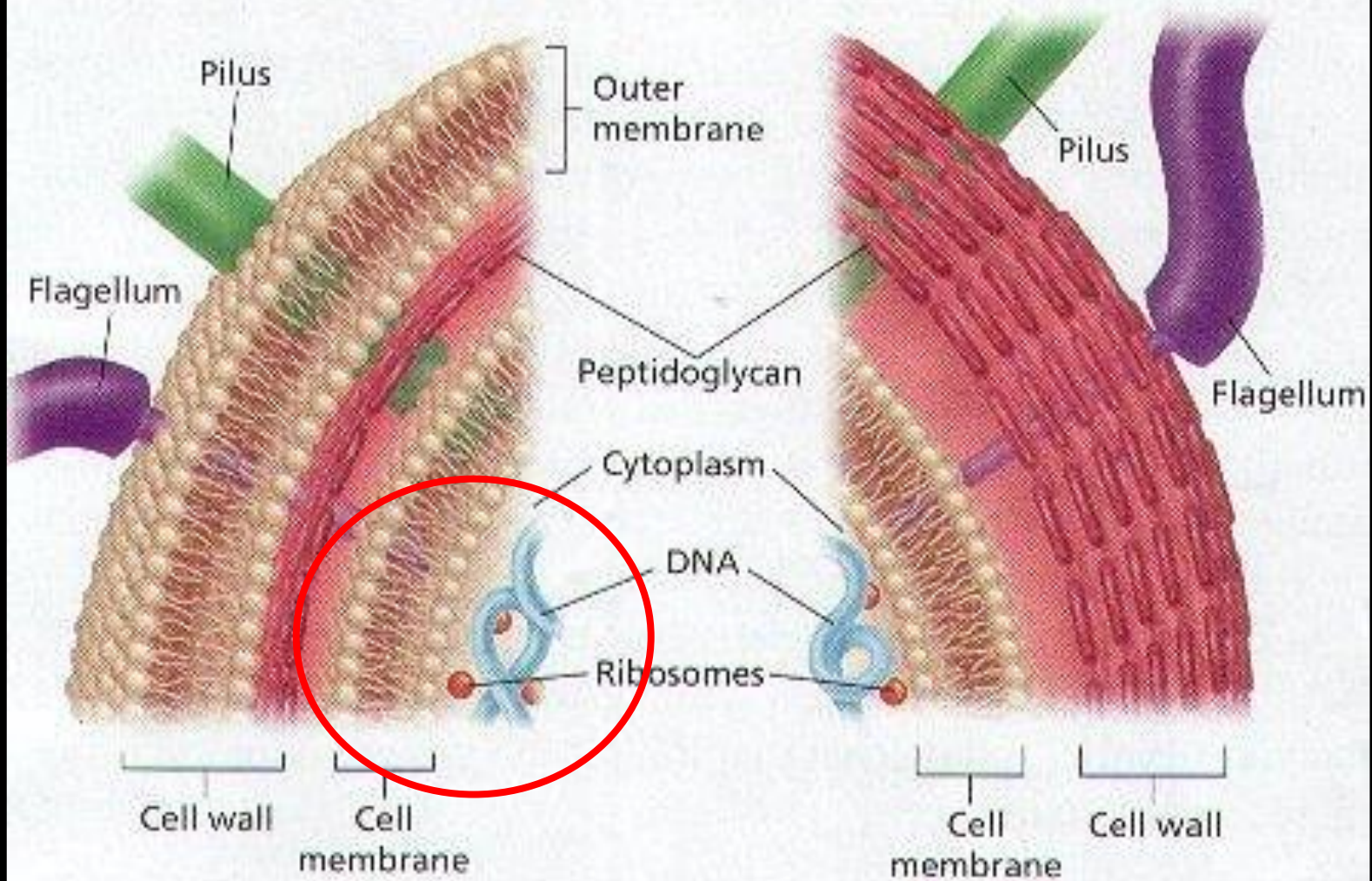
- As bactérias – na ordem dos 0,5 a 5 micrómetros.
- As células bacterianas são caracterizadas morfologicamente pelo seu tamanho, forma e arranjo.



- **Membrana Citoplasmática:** tem espessura de aproximadamente 8nm.
- É constituída principalmente de lipídeos (fosfolípidos) e proteínas (60%), desempenhando função importante na permeabilidade seletiva da célula (funciona como uma barreira osmótica).
- Responsável pela separação do meio externo da célula e meio interno (citoplasma).
- Ela difere da membrana citoplasmática das células eucarióticas por:
 - **Não apresentar esteróides em sua composição.**
 - **Ser sede de numerosas enzimas do metabolismo respiratório.**
 - **Controlar a divisão bacteriana através dos mesossomos.**

GRAM-NEGATIVE

GRAM-POSITIVE



- **Mesosomos:** são invaginações da membrana citoplasmática. Podem colocar-se próximos à membrana citoplasmática ou mergulhados no citoplasma.
- Os mesossomos estão ligados ao material nuclear da célula, estando envolvidos na replicação de DNA e na divisão celular.
- Os mesossomos periféricos não estão associados com o material nuclear.
- Parecem estar envolvidos na secreção de certas enzimas a partir da célula, tais como as penicilinasas que destroem a penicilina.
- E ainda participarem da respiração.

CÁPSULA

PAREDE

MESOSSOMAS

NUCLEÓIDE

MEMBRANA PLASMÁTICA

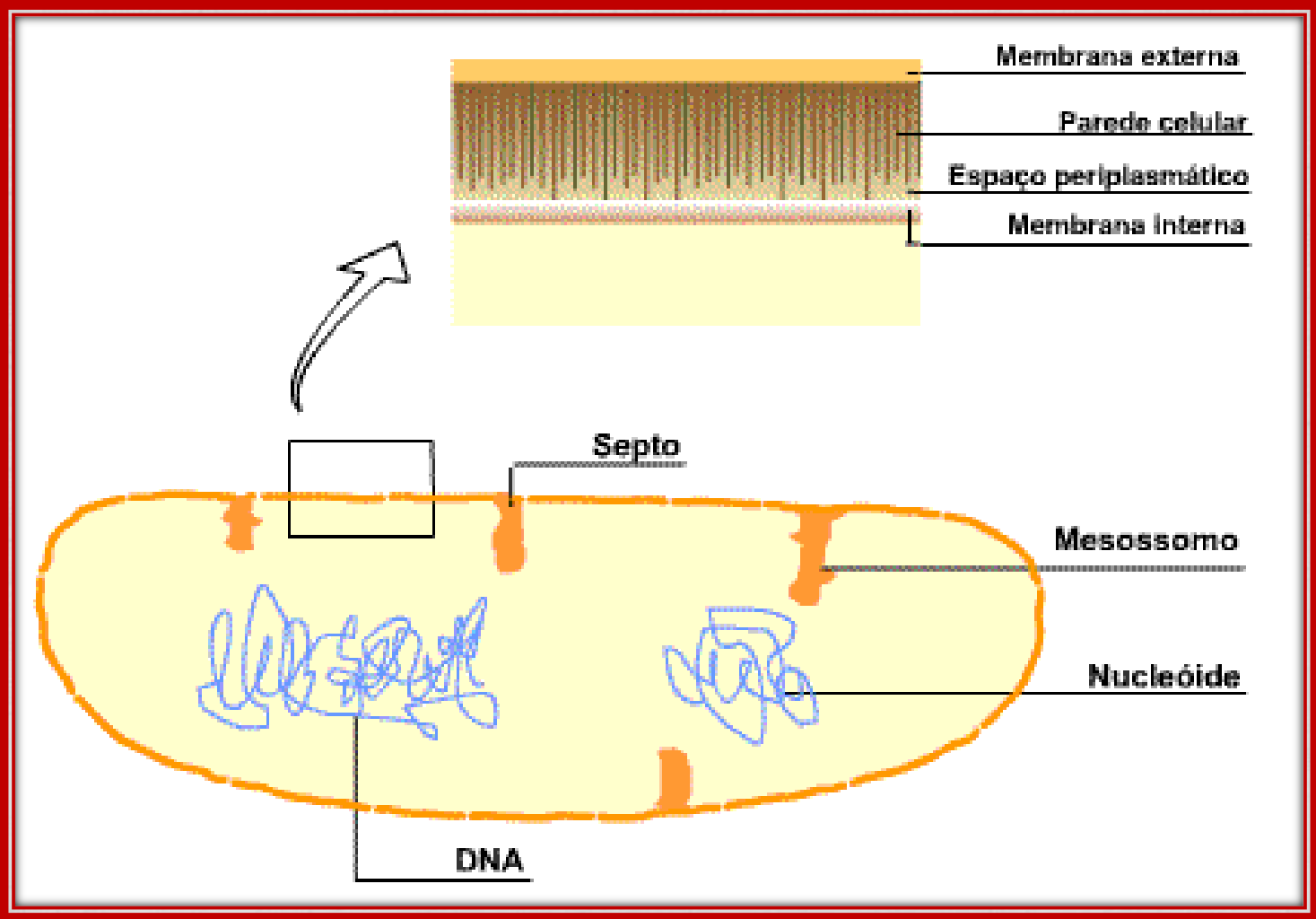


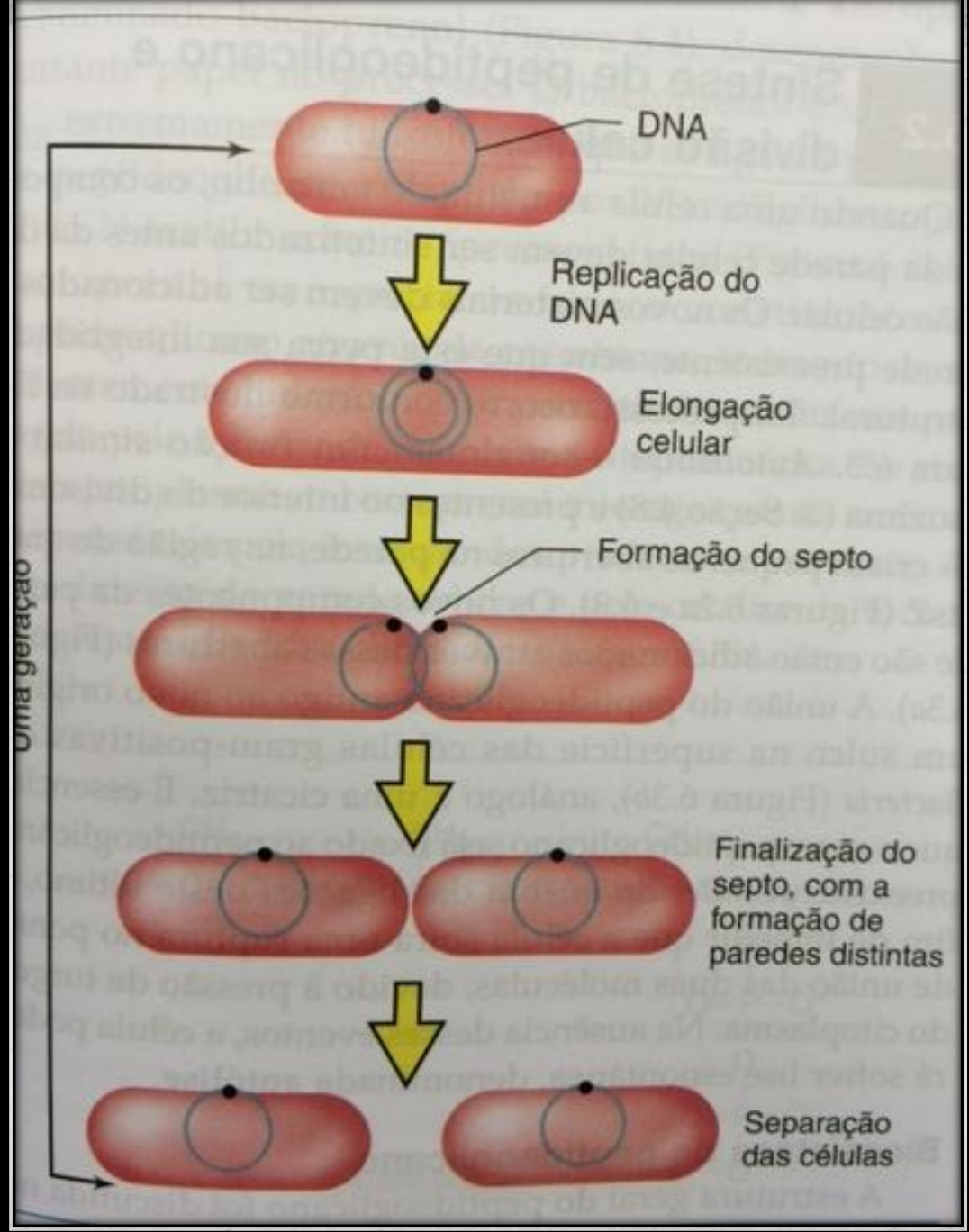
PLAMÍDEO

POLIRRIBOSSOMAS

CITOSOL

GRÂNULO





- **Hialoplasma:** é um líquido com consistência de gel, semelhante ao dos eucariotas, com **sais, glicose** e outros açúcares, **proteínas funcionais** e várias outras moléculas orgânicas. Contém também **RNA da transcrição gênica**, e cerca de **20 mil ribossomas**.
- Os ribossomas procariotas são bastante diferentes dos eucariotas (essas diferenças foram usadas para desenvolver **antibióticos** usados para só afetar os ribossomas das bactérias).

Estruturas celulares internas

- **Ribossomos:** relacionados a replicação, transcrição de RNA e síntese de proteína.

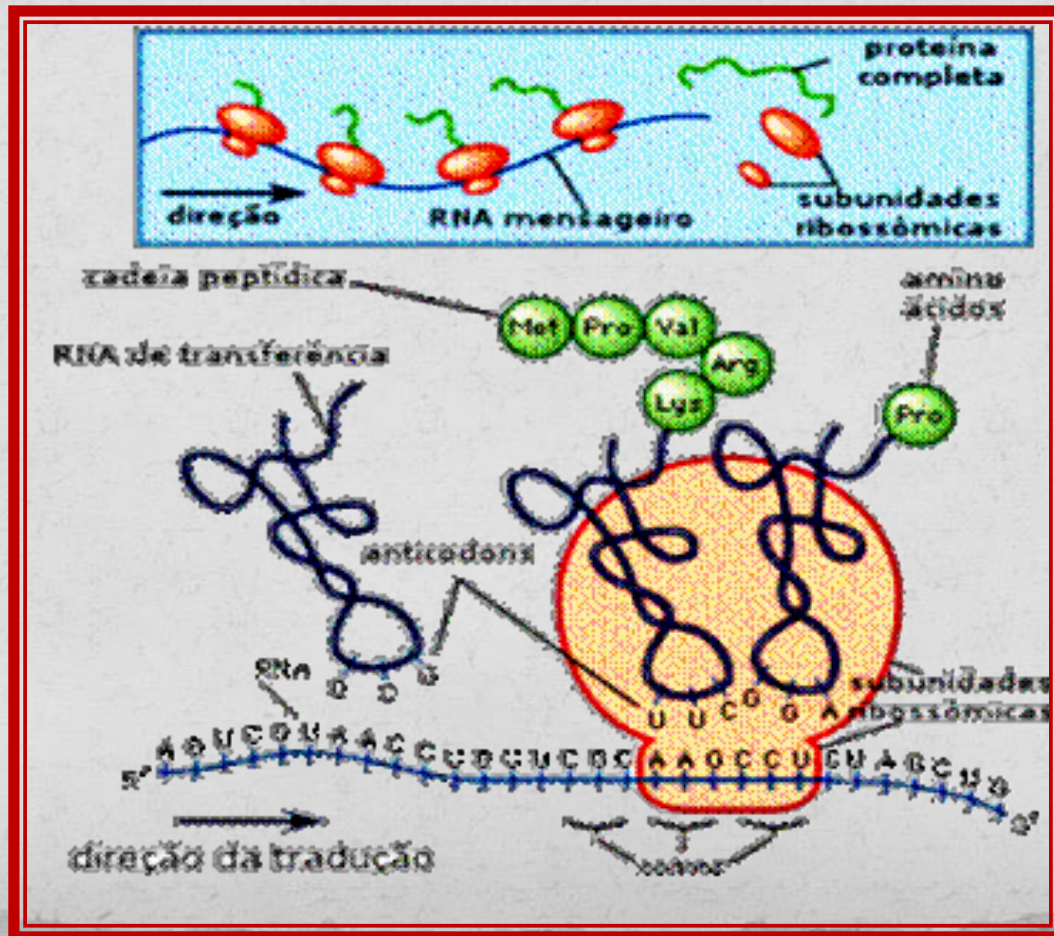
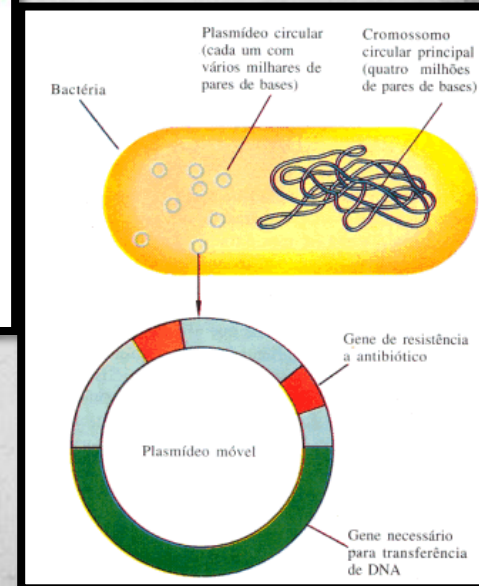
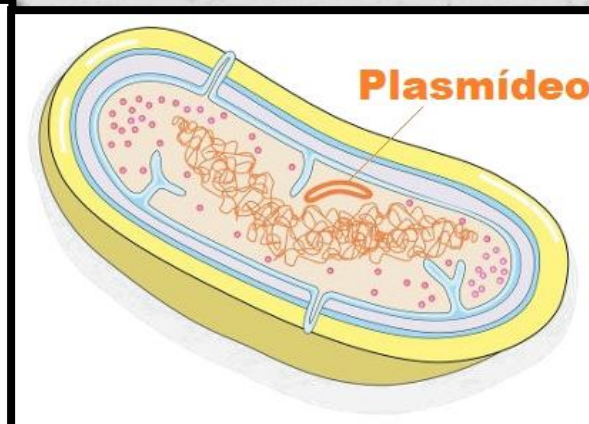
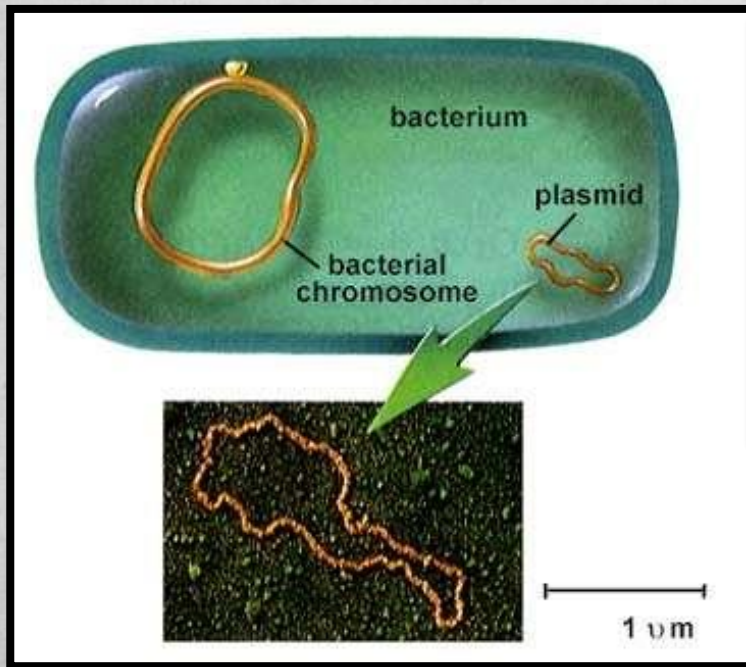


TABELA 2.1 Componentes estruturais de células bacterianas

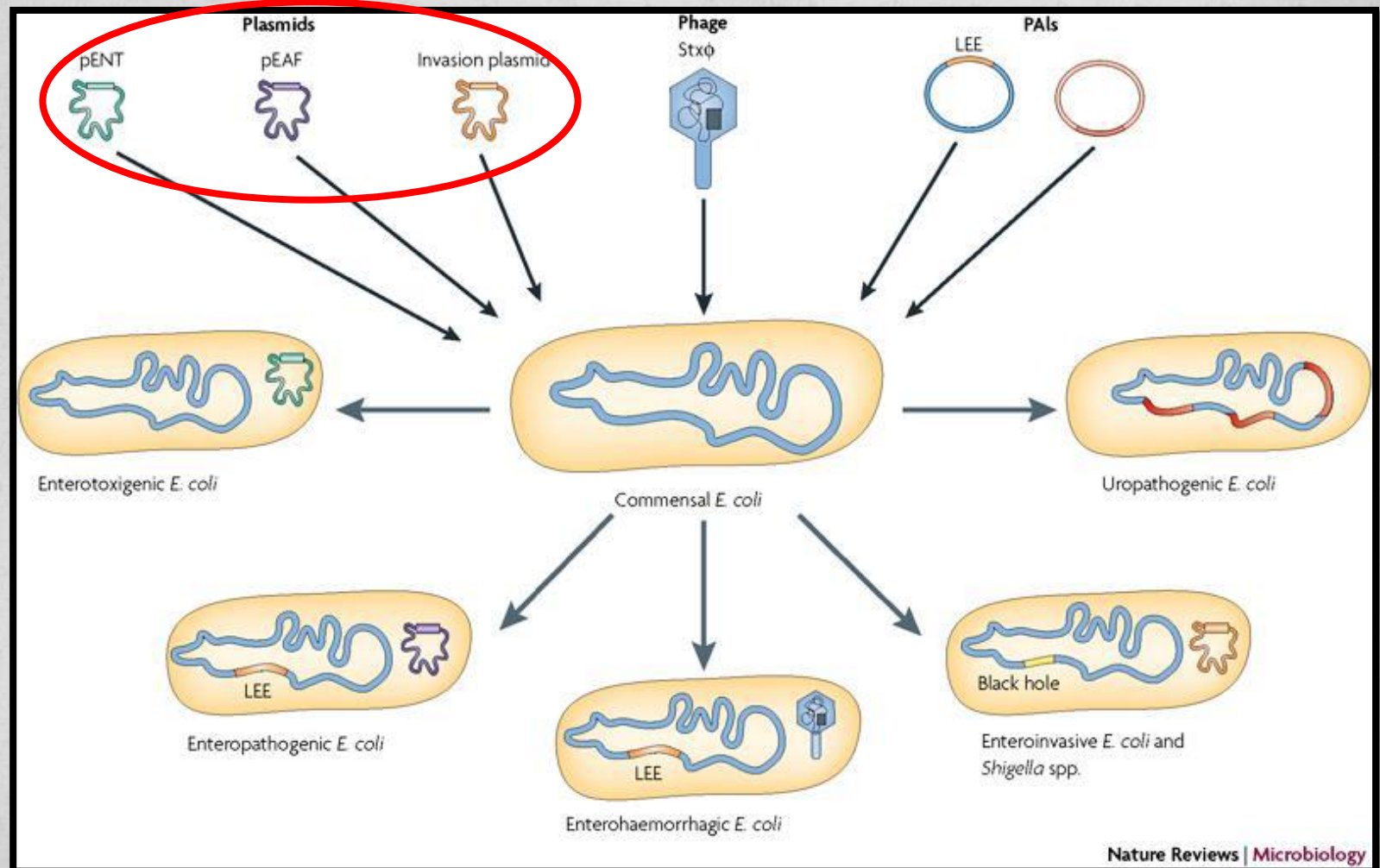
Estrutura	Composição química	Comentários
Cápsula	Geralmente polissacarídica; polipeptídica no caso de <i>Bacillus anthracis</i>	Freqüentemente associada à virulência, interfere na fagocitose e pode prolongar a sobrevivência no ambiente.
Parede celular	Peptidoglicano e ácido teicóico em bactérias Gram-positivas. Lipopolissacarídeo (LPS), proteína, fosfolípideo e peptidoglicano em bactérias Gram-negativas	O peptidoglicano é responsável pela forma do microrganismo. O LPS é responsável pelo efeito endotóxico. As porinas, estruturas protéicas, regulam a passagem de pequenas moléculas através da camada fosfolipídica.
Membrana celular	Bicamada fosfolipídica	Membrana com permeabilidade seletiva, envolvida no transporte ativo de nutrientes, na respiração, na excreção e na quimiorrecepção.
Flagelos	Proteína chamada flagelina	Estrutura filamentosa que confere motilidade.
<i>Pilus</i> (plural: <i>pili</i>)	Proteína chamada pilina	Também conhecida como fimbria. Estrutura filamentosa, fina, reta, presente em várias bactérias Gram-negativas. Existem dois tipos de <i>pili</i> : <i>pili</i> para adesão e <i>pili</i> para conjugação.
Cromossomo	DNA	Estrutura simples, circular, sem membrana nuclear.
Ribossomo	RNA e proteínas	Envolvido na síntese protéica.
Inclusões ou grânulos de reserva	Composição química variável	Presente em algumas células bacterianas; podem ser compostos de polifosfatos (grânulos de volutina ou metacromáticos), poli-beta-hidroxi-butilato (reserva de energia), glicogênio.

- **Grânulos de reserva:** mais comuns polímeros de glicose, fosfato inorgânico e lipídeos.
- **Nucleóide ou ácido nucleico:** as bactérias apresentam um cromossomo circular constituído por uma única molécula de DNA não delimitado por membrana nuclear.
- O cromossomo bacteriano contém todas as informações necessárias à sobrevivência da célula e é capaz de auto-duplicação.

- **Plasmídeo:** são moléculas (sequências) de DNA menores de que o genoma/DNA celular, são também circulares, e seus genes não codificam características essenciais para bactéria, porém muitas vezes conferem vantagens seletivas à bactéria que as possuem, são capazes de auto-duplicação independente da replicação do cromossomo, muito utilizadas em tecnologias de DNA recombinante.



Gerando diversidade genética nas bactérias



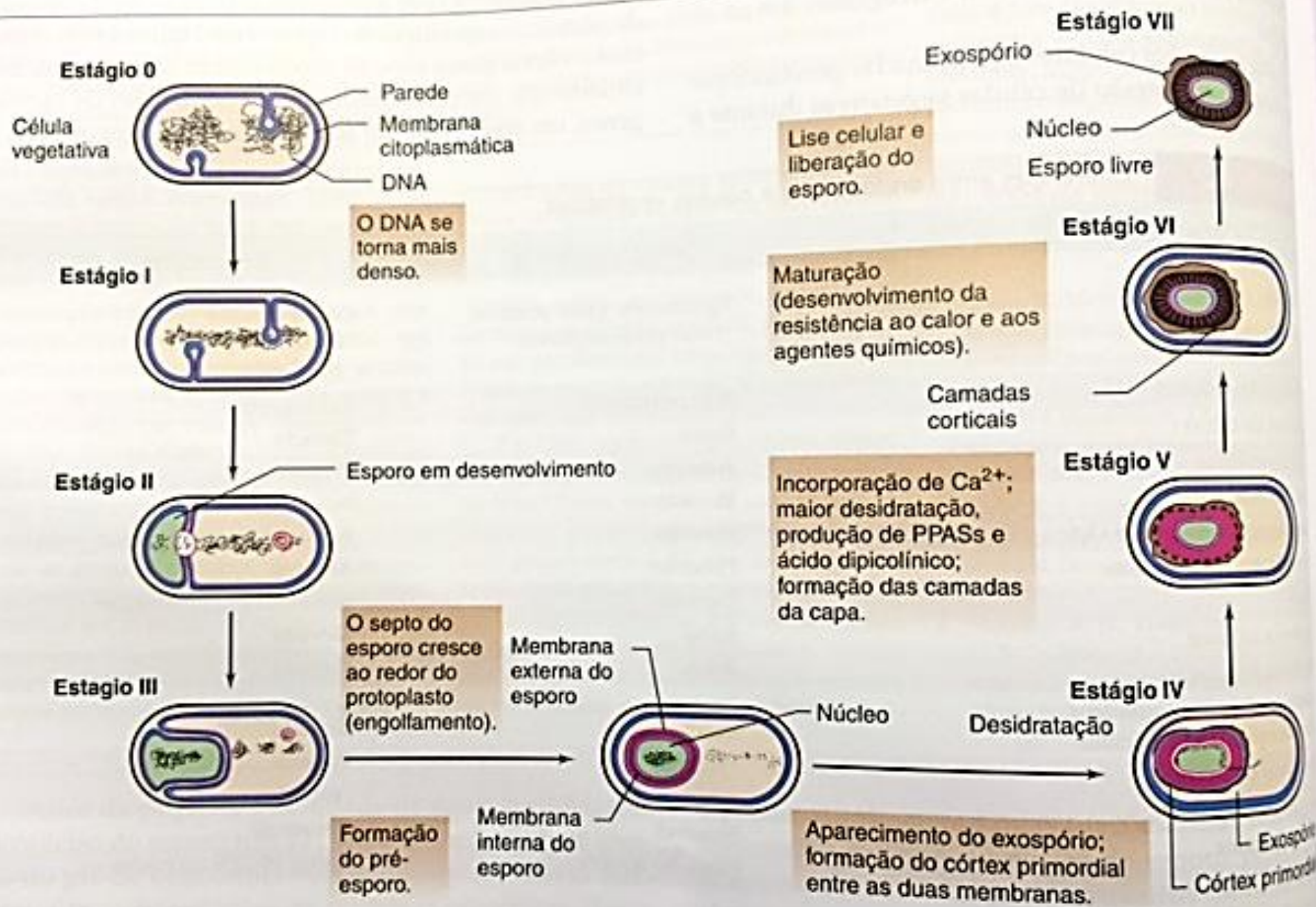
Ex: *E. coli* comensal, “transforando-se” em cepas patogênicas, através da incorporação de plasmídeos e fagos

Esporos

- **Os esporos** se formam dentro da célula, são chamados de endosporos, são exclusivos de bactérias.
- Eles possuem parede celular espessa, são altamente refratáveis e altamente resistentes a agentes físicos (dessecação e aquecimento) e químicos (antisépticos) devido a sua **parede ou capa impermeável composta de ácido dipicolínico**.
- Eles surgem quando a célula bacteriana se encontra meio desfavorável ao seu desenvolvimento.
- Exemplos de bactérias que os possuem são principalmente as pertencentes ao gênero (***Bacillus*** e ***Clostridium***), mas nem todas as possuem.
- Na forma esporulada (no ambiente) elas não multiplicam-se.

Esporos

- A formação do esporo dá-se pela invaginação de uma dupla camada de membrana celular que se fecha para envolver um cromossomo e uma pequena quantidade de citoplasma, garantindo a sobrevivência da espécie.
- Na fase esporulada, as bactérias não realizam atividade biossintética e reduzem sua atividade respiratória. Nesta fase também não ocorre a multiplicação e crescimento bacteriano.
- As bactérias podem permanecer vivas na forma de esporos durante anos, se mantidos a temperaturas usuais e em estado seco.



Estágio 0

Célula vegetativa

Parede
Membrana citoplasmática
DNA

O DNA se torna mais denso.

Estágio I

Estágio II

Esporo em desenvolvimento

Estágio III

O septo do esporo cresce ao redor do protoplasto (engolfamento).

Membrana externa do esporo

Núcleo

Formação do pré-esporo.

Membrana interna do esporo

Aparecimento do exosporio; formação do córtex primordial entre as duas membranas.

Estágio IV

Desidratação

Exosporio
Córtex primordial

Estágio VII

Exosporio

Núcleo
Esporo livre

Lise celular e liberação do esporo.

Estágio VI

Maturação (desenvolvimento da resistência ao calor e aos agentes químicos).

Camadas corticais

Estágio V

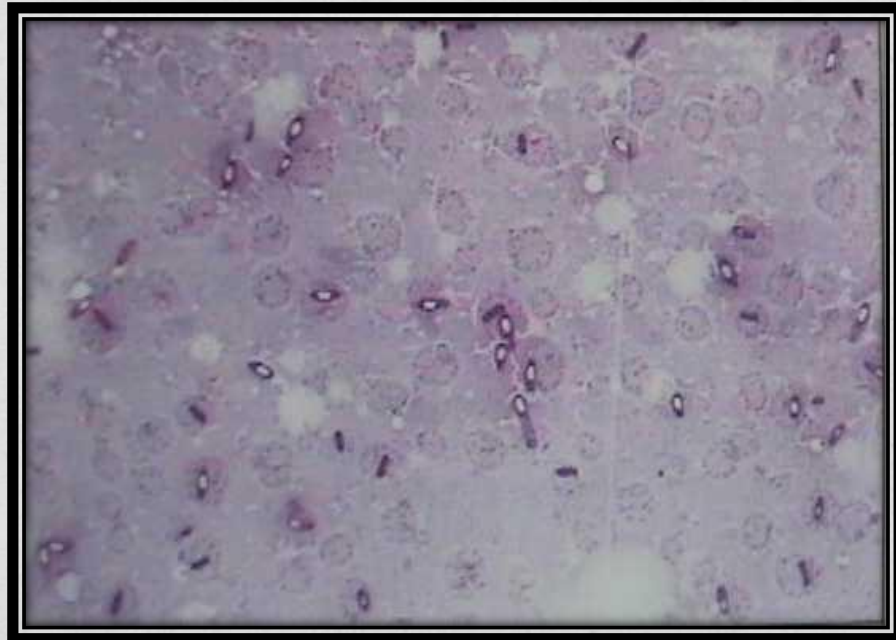
Incorporação de Ca^{2+} ; maior desidratação, produção de PPASs e ácido dipicolínico; formação das camadas da capa.

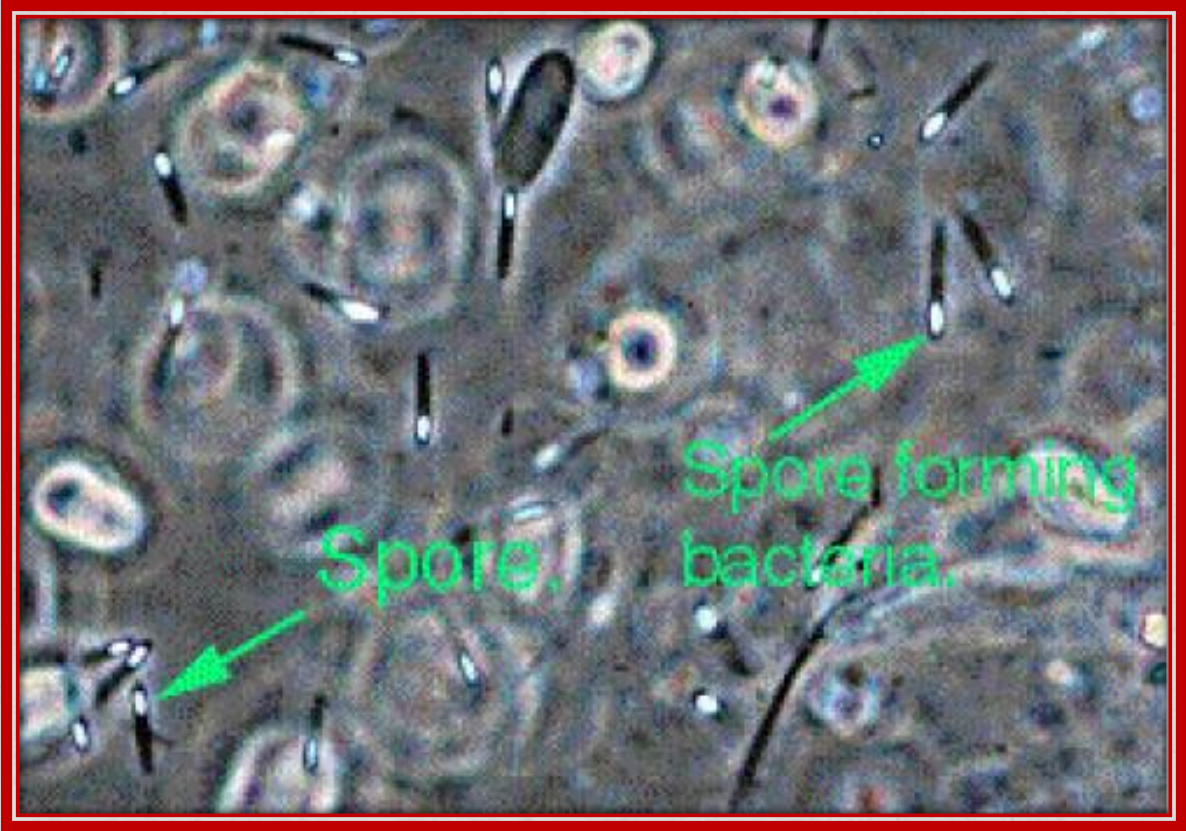
Tabela 4.2

Diferenças entre endósporos e células vegetativas

Característica	Célula vegetativa	Endósporo
Estrutura	Tipicamente gram-positiva; raras gram-negativas	Córtex espesso Capa do esporo Exospório
Aspecto microscópico	Não refringente	Refringente
Conteúdo de cálcio	Baixo	Elevado
Ácido dipicolínico	Ausente	Presente
Atividade enzimática	Elevada	Baixa
Metabolismo (captação de O ₂)	Elevado	Baixo ou ausente
Síntese de macromoléculas	Presente	Ausente
mRNA	Presente	Baixo número ou ausente
Resistência ao calor	Baixa	Elevada
Resistência à radiação	Baixa	Elevada
Resistência a agentes químicos (por exemplo, H ₂ O ₂) e ácidos	Baixa	Elevada
Capacidade de se corar	Presente	Presente, apenas com métodos especiais
Ação da lisozima	Sensível	Resistente
Conteúdo de água	Elevado, 80-90%	Baixo, 10-25% no núcleo
Pequenas proteínas solúveis em ácido (produtos dos genes <i>ssp</i>)	Ausentes	Presentes
pH citoplasmático	Na faixa de pH 7	Na faixa de pH 5,5-6 (no núcleo)

- Os esporos têm pouca atividade metabólica, podendo permanecer latente por longos períodos, representando uma forma de sobrevivência e não de reprodução.





Spore.

Spore forming bacteria.

coloração	morfologia	respiração	morfologia/reprodução	gênero	espécie
Gram-positivas	cocos	aeróbios	grupos	<i>Staphylococcus</i>	<i>S. aureus</i>
			cadeias/pares	<i>Streptococcus</i>	<i>S. faecalis</i>
		anaeróbios		<i>Peptococcus</i>	<i>P. magnus</i>
	bacilos	aeróbios	esporulados	<i>Bacillus</i>	<i>B. anthracis</i>
			não-esporulados	<i>Listeria</i>	<i>L. monocytogenes</i>
		anaeróbios	esporulados	<i>Clostridium</i>	<i>C. tetani</i>
			não-esporulados	<i>Propionibacterium</i>	<i>P. acnes</i>

Fig. 3.1 A utilização das características bacterianas para classificação das bactérias, tomando por exemplo os organismos Gram-positivos.

Obtenção de energia bacteriana

Introdução:

O metabolismo bacteriano necessita de nutrientes para sobrevivência, como qualquer organismo vivo.

- Quando se pensa em dois tipos nutritivos em seres superiores temos seres autotróficos, nutrindo-se exclusivamente de substâncias inorgânicas ou fotossintetizantes, os que obtêm energia a partir da luz solar. E heterotróficos utilizam fontes de carbono e materiais orgânicos como fonte de energia e nutrientes.
- Quanto as bactérias temos uma variedade de tipos intermediários de obtenção de energia.

- ❑ Os microrganismos são os mais versáteis e diversificados em suas exigências nutricionais. Alguns podem crescer com algumas poucas substâncias inorgânicas como sua única exigência nutricional, enquanto, outros se assemelham aos organismos superiores na sua necessidade de compostos orgânicos complexos. Contudo, todos os organismos vivos compartilham algumas necessidades nutricionais em comum, tais como a necessidade de carbono, nitrogênio, enxofre, fósforo, vitaminas e água.
- ❑ A água é importante para os microrganismos, porque a maioria deles pode absorver os nutrientes somente quando as substâncias químicas estão dissolvidas nela. Estas exigências químicas (fatores nutricionais), juntamente com as condições físicas (pH, temperatura, atmosfera, pressão osmótica e pressão hidrostática) são particulares para cada microrganismo e, devem ser fornecidas aos organismos para que ocorra seu desenvolvimento.

- A maioria das bactérias requer carbono e nitrogênio em quantidades relativamente grandes. No meio de cultura, as peptonas são as principais fonte de nitrogênio.
- As peptonas (mistura de peptídeos e de aminoácidos obtidos pela digestão de carne e de outras fontes proteicas suprem outros nutrientes como fosfatos, sulfatos, potássio, cálcio, e ferro.
- Elas necessitam também de vitaminas, minerais. enxofre entre outros.
- De muitos fatores dependem o crescimento bacteriano assim como: meio, presença de íons hidrogênio, temperatura, umidade, pressão osmótica, composição atmosférica.
- pH para o crescimento em geral é neutro, por isso em geral os meios são tamponados.
- Temperatura: em geral crescem á 37°C, denominadas de mesófilas, 15°C as psicotróficas, 45°C as termófilas.

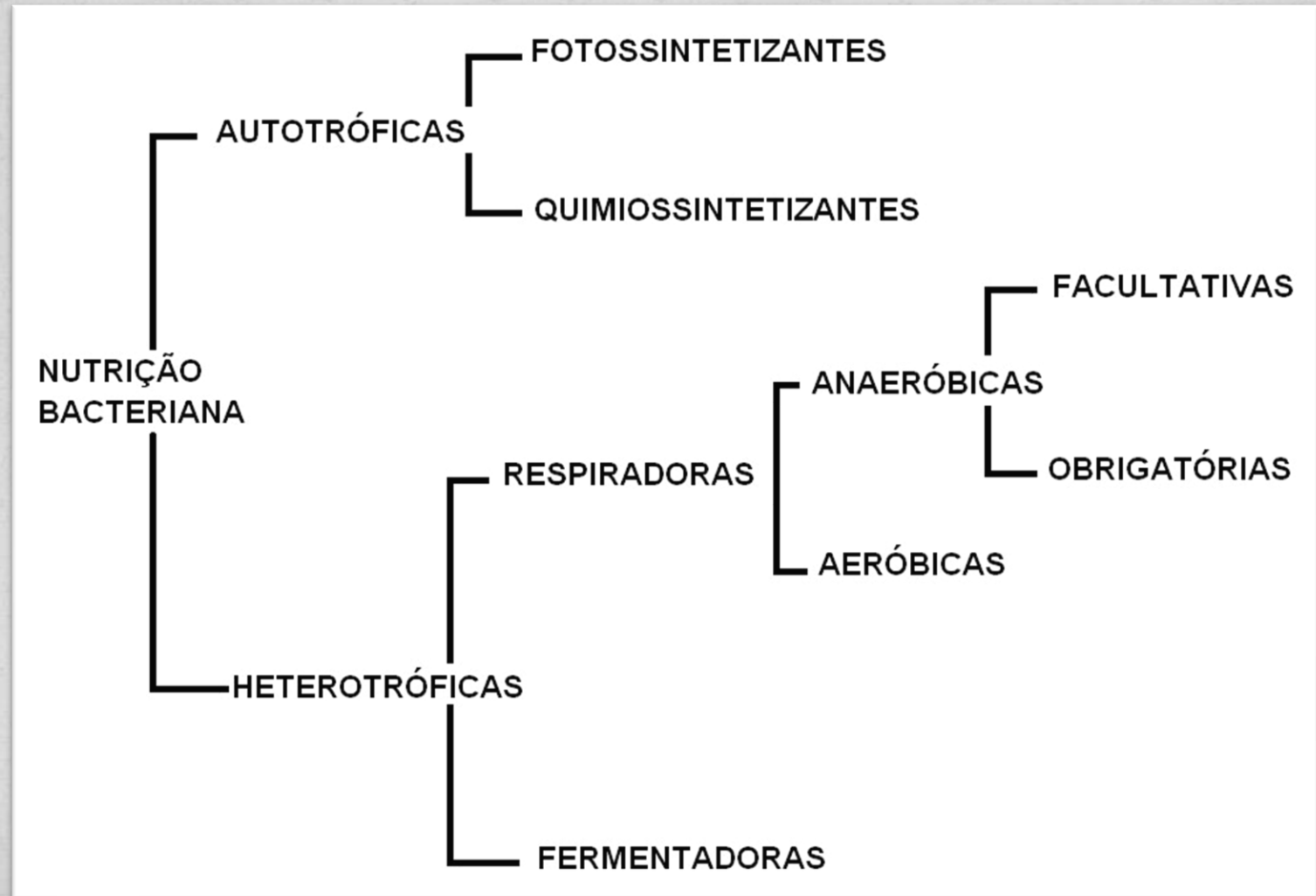
Composição Química da Célula Bacteriana

Compostos	Massa úmida	tipos diferentes
Aguá	70	1
Proteínas	15	2000
Lipídios	2	1
Lipopolissacarídios	1	4
Peptídeo glicano	0,7	1
Glicogênio	1	1
Dna	1	1
Rna	5	500
Metabólitos	3	350
Íons orgânicos	0,3	20

Tabela 5.1 Macronutrientes encontrados na natureza e em meios de cultura

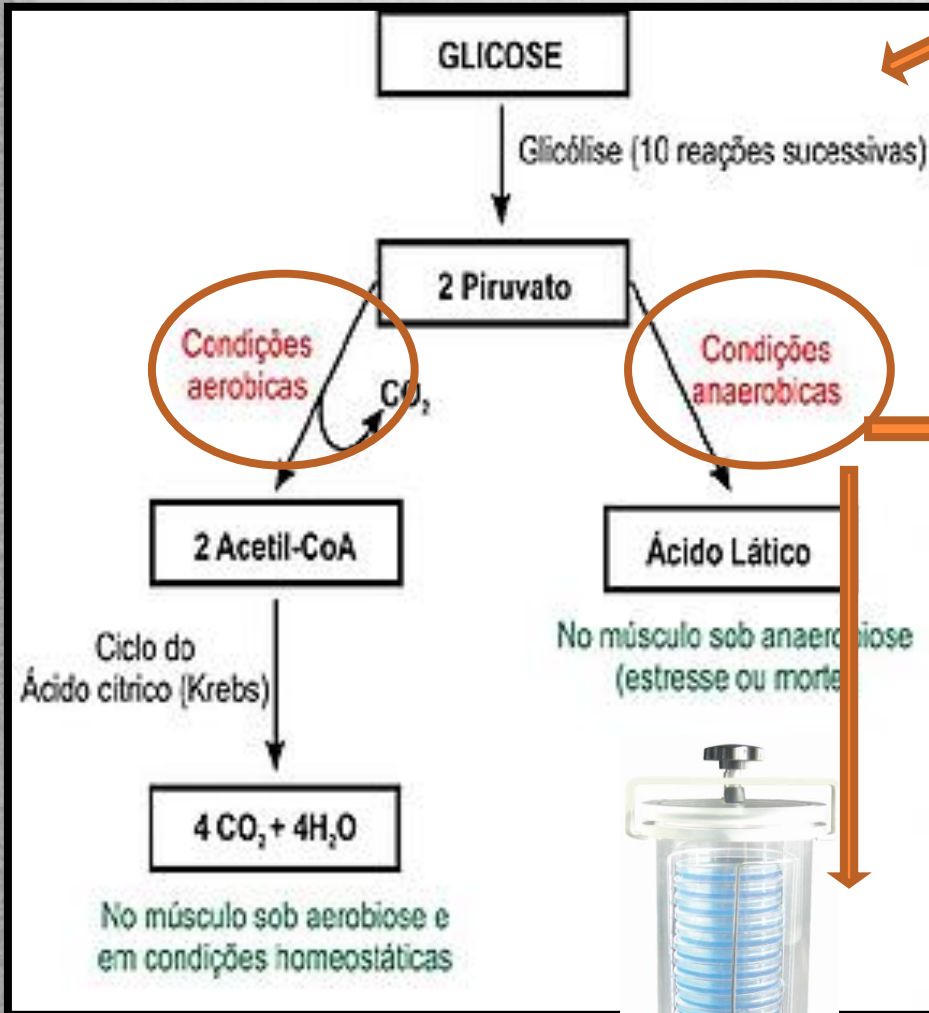
Elemento	Forma usual do nutriente, encontrada na natureza	Forma química, fornecida nos meios de cultura
Carbono (C)	CO ₂ , compostos orgânicos	Glicose, malato, acetato, piruvato, aminoácidos, centenas de outros compostos ou misturas complexas (extrato de levedura, peptona e assim por diante)
Hidrogênio (H)	H ₂ O, compostos orgânicos	H ₂ O, compostos orgânicos
Oxigênio (O)	H ₂ O, O ₂ , compostos orgânicos	H ₂ O, O ₂ , compostos orgânicos
Nitrogênio (N)	NH ₃ , NO ₃ ⁻ , N ₂ , compostos orgânicos nitrogenados	<i>Inorgânica:</i> NH ₄ Cl, (NH ₄) ₂ SO ₄ , KNO ₃ , N ₂ <i>Orgânica:</i> aminoácidos, bases nitrogenadas dos nucleotídeos, muitos outros compostos orgânicos que contêm N
Fósforo (P)	PO ₄ ³⁻	KH ₂ PO ₄ , Na ₂ HPO ₄
Enxofre (S)	H ₂ S, SO ₄ ²⁻ , compostos orgânicos sulfurados, sulfetos metálicos (FeS, CuS, ZnS, NiS etc.)	Na ₂ SO ₄ , Na ₂ S ₂ O ₃ , Na ₂ S, cisteína, outros compostos orgânicos sulfurados
Potássio (K)	K ⁺ em solução ou em vários sais de K	KCl, KH ₂ PO ₄
Magnésio (Mg)	Mg ²⁺ em solução ou em vários sais de Mg	MgCl ₂ , MgSO ₄
Sódio (Na)	Na ⁺ em solução, como NaCl, ou outros sais de Na	NaCl
Cálcio (Ca)	Ca ²⁺ em solução, como CaSO ₄ , ou outros sais de Ca	CaCl ₂
Ferro (Fe)	Fe ²⁺ ou Fe ³⁺ em solução, como FeS, Fe(OH) ₃ , ou muitos outros sais de Fe	FeCl ₃ , FeSO ₄ , várias soluções com ferro quelado (Fe ³⁺ -EDTA, citrato de Fe ³⁺ e assim por diante)

CLASSIFICAÇÃO DAS BACTÉRIAS QUANTO A NUTRIÇÃO



Condições necessárias para o crescimento e multiplicação bacteriana:

Fonte de energia



Condições ambientais



Presença de oxigênio, temperatura e umidade



Sobrevivência, multiplicação, patogenicidade, produção de metabólitos

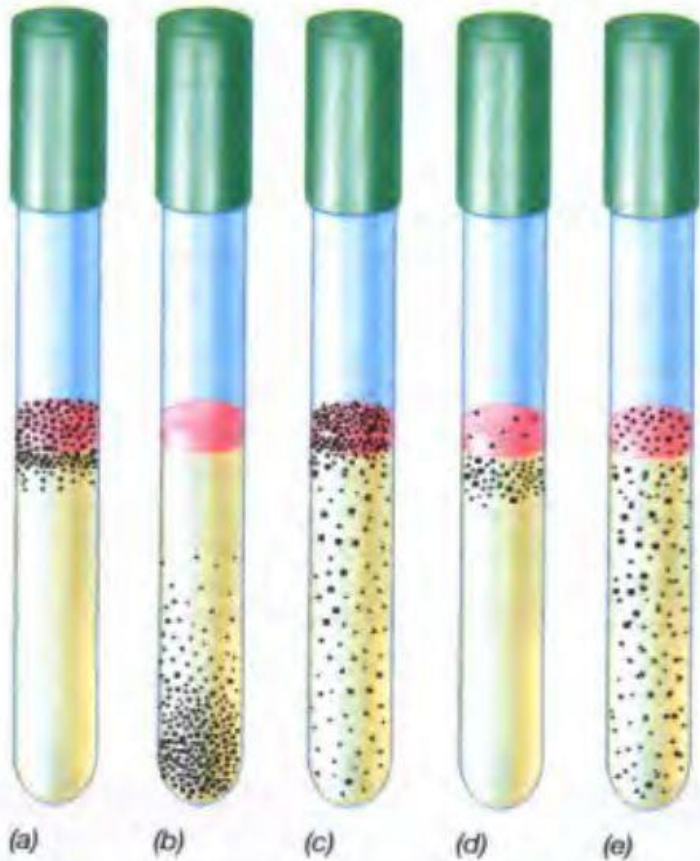
Quanto a RESPIRAÇÃO:

1~ Aeróbias – receptor final de elétrons é o oxigênio, vivem em meios com presença de oxigênio. Exigem presença de oxigênio para sobrevivência e multiplicação.

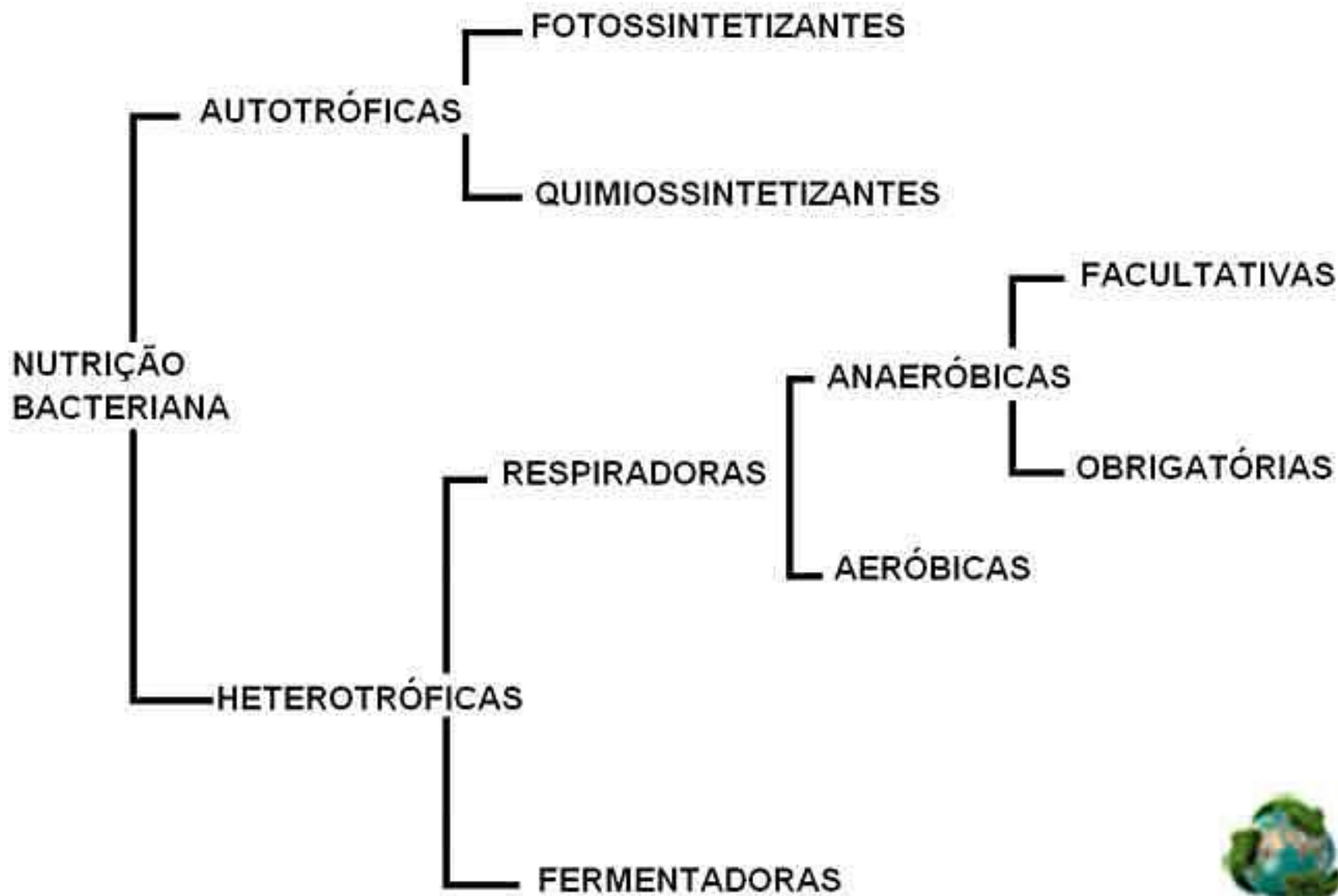
2~ Anaeróbias – vivem e multiplicam-se sem a presença de oxigênio, essa molécula não é o aceptor final dos elétrons. Obtém energia por rotas como a fermentação.

3~ Anaeróbias facultativas ~ bactérias que na presença de oxigênio são aeróbias e se ele não estiver presente atuam como anaeróbias.

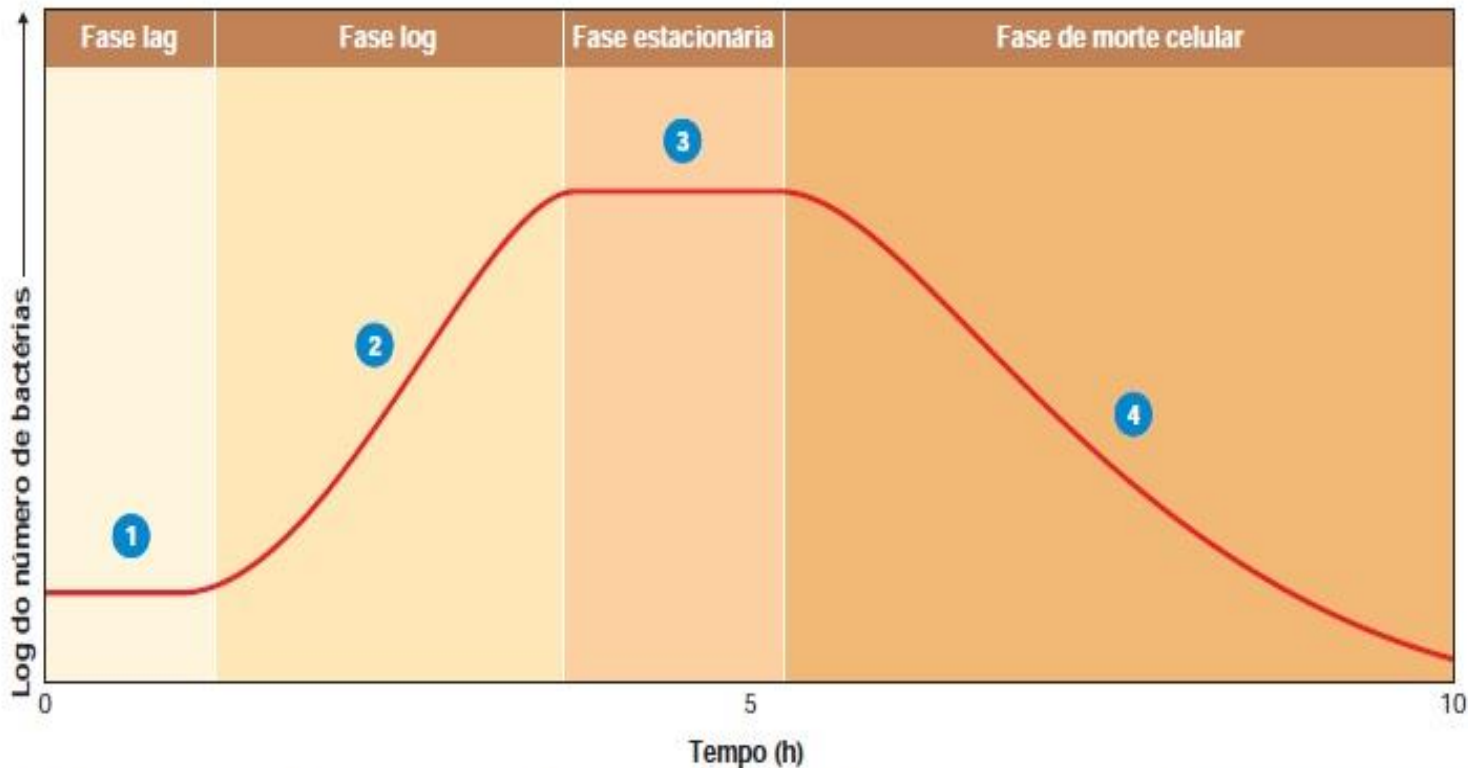
Requerimientos de O₂



- a. Aerobios estrictos
- b. Anaerobios obligados
- c. Anaerobios facultativos
- d. Microaerófilos
- e. Anaerobios aerotolerantes



Crescimento e multiplicação:



- 1** Intensa atividade de preparação para o crescimento populacional, mas sem aumento da população.
- 2** Aumento logarítmico ou exponencial da população.
- 3** Período de equilíbrio; as mortes microbianas são equilibradas pela produção de novas células.
- 4** A população se reduz em uma taxa logarítmica.

Conceito-chave

As populações bacterianas seguem uma série de fases de crescimento: as fases lag, log, estacionária e de morte celular.

Nutrientes Utilizados

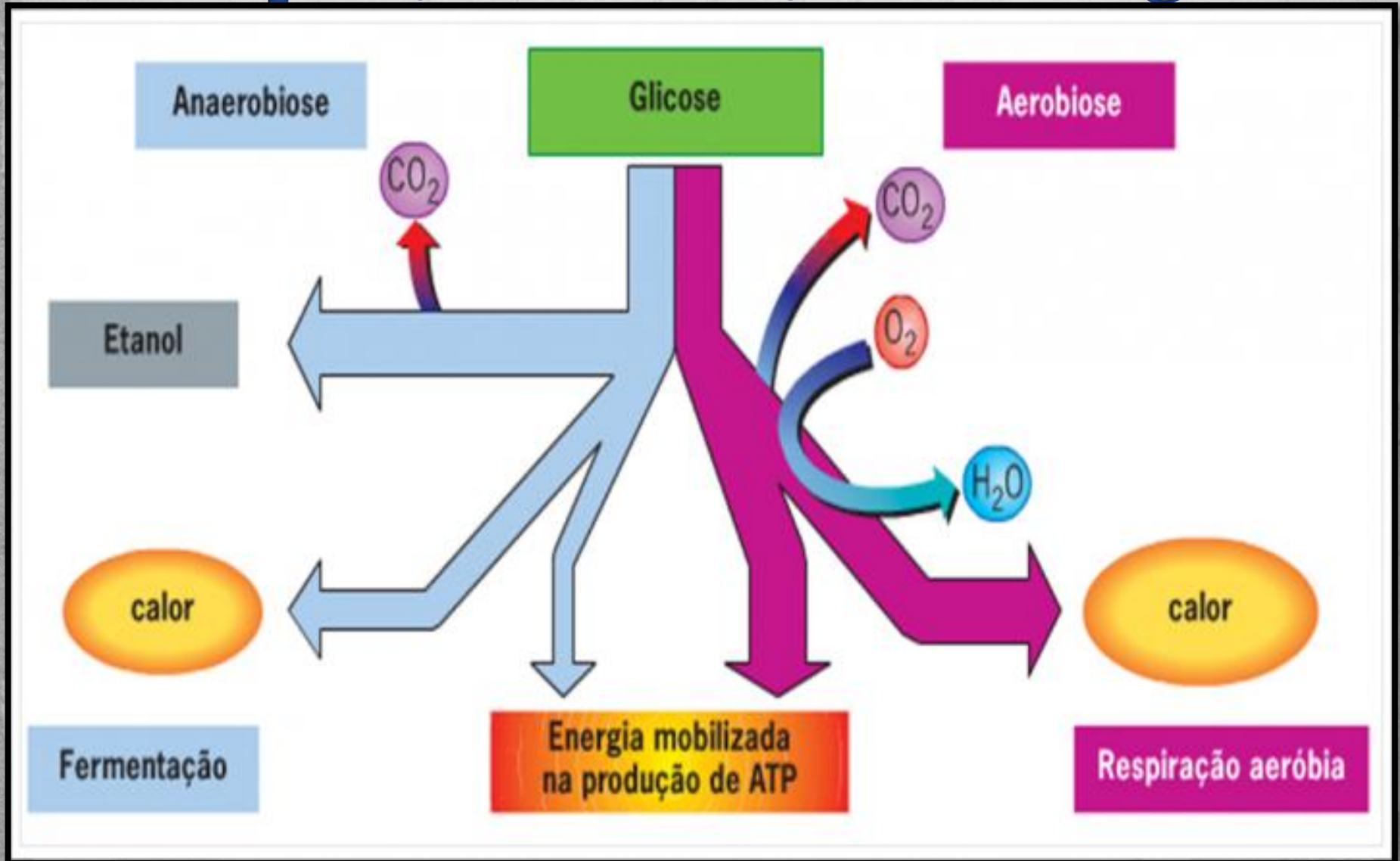
- **Fatores de crescimento:** macro e micronutrientes.
- **Fatores ambientais:** umidade, calor e oxigênio.
- **Exoenzimas:** localizam –se no meio externo das G⁺, no espaço periplasmático das G⁻.
- **Obtenção de energia para crescerem (ATP):** glicose (açúcares), aminoácidos e lipídios.

Obs: As substâncias preferencialmente oxidadas por microrganismos são os açúcares, seguidos de proteínas, peptídeo e, mais raramente, as gorduras.

Fontes de energia

- A glicose: muitas rotas, através de glicólise, piruvato a acetil-coA, ciclo de Krebs, cadeia de t. de elétrons, oxidação de proteínas , peptídeos e aminoácidos.
- Outras fontes: material plástico, ou seja fontes de carbono ou hidrogênio, oxigênio, nitrogênio, enxofre e fósforo em ordem de importância.
- Tipos, quanto as fontes de energia:
 - Bactérias heterotróficas → exigem fonte de carbono, que por meio de compostos orgânicos obtêm do meio de crescimento sua energia.

Respiração e obtenção de energia



- **Bactérias autotróficas** → podem ser fotossintetizantes, capazes de sintetizar todas suas estruturas orgânicas a partir de dióxido de carbono, estes obtém energia a partir da luz ou de compostos inorgânicos. Ex: Cianobacterias possuem clorofila, outras bacteriofila.



Revelado mistério da morte de centenas de elefantes em Botsuana

<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-54239993>

Entendendo como se obtém a energia bacteriana...

- 2 Tipos de bactérias em relação a forma de obter nutrientes:
 - 1-Heterotróficas- exigem fonte de carbono a partir de material orgânico (natural ou muitos sintéticos).
 - Podem ser saprófitas, e algumas são espécies conhecidas como podem causar infecção, ou alimentam-se infectando seres vivos ou decompondo cadáveres.
 - As bactérias decompositoras são responsáveis pela reciclagem da matéria orgânica na natureza, pois catabolizam as moléculas (carboidratos, lipídios, Aa) tornando-as disponíveis na natureza para outras formas de vida.
 - Esse grupo de bactérias também são responsáveis pelo surgimento de inúmeras infecções em plantas e animais.

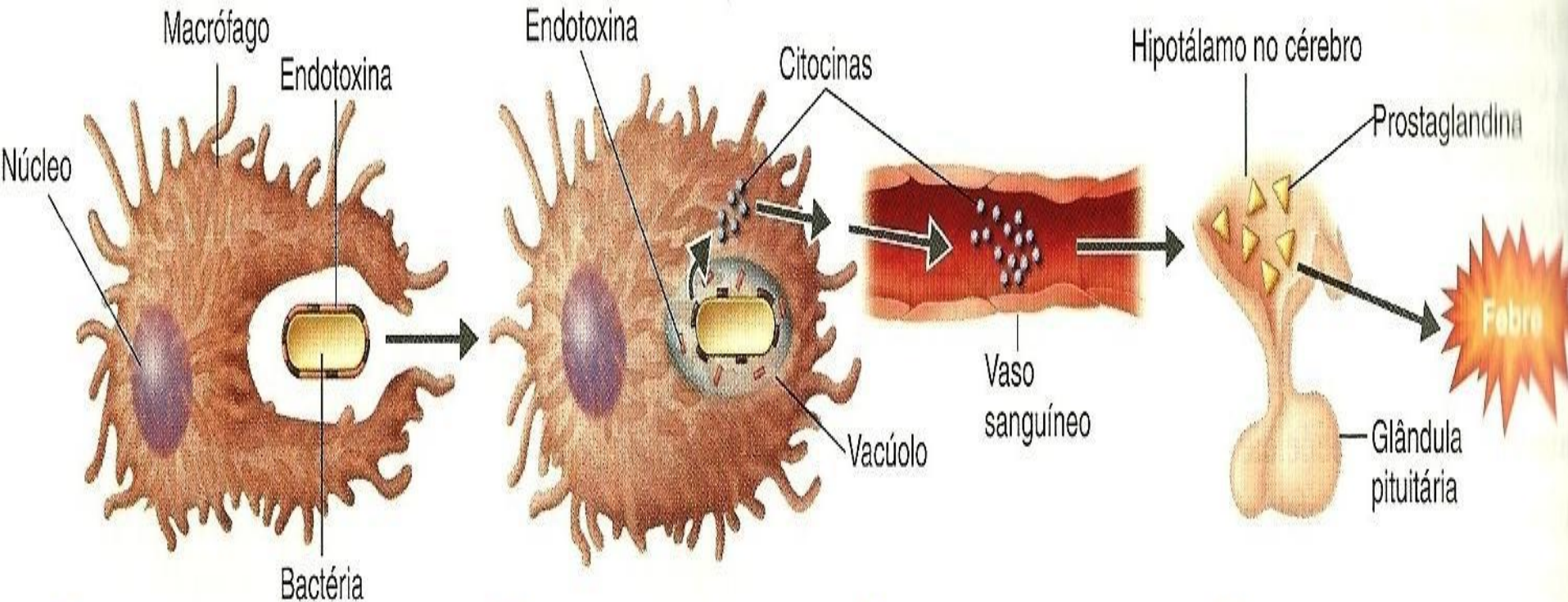
2~Autotróficas:

- Bactérias fotossintetizantes: possuem bacterioclorofila, que capta a energia da luz para a síntese de glicose.
- Bactérias quimiossintetizantes: obtêm a energia para a síntese de glicose a partir de reações químicas como oxidação de compostos inorgânicos simples, como sulfatos e nitratos **ou orgânicos** .

Obs: as bactérias obtêm esses nutrientes ou do animal, local, ambiente e meios de cultura onde estejam colonizando.

A energia é necessária para:

- O transporte de nutrientes, o movimento dos flagelos, mas sobretudo para as biossínteses.
- Uma boa parte das reações biológicas, ocorre na ausência de oxigênio, por desidrogenação.
- A fonte de energia para a maioria das bactérias é a glicose cuja degradação fornece energia para a síntese de **adenosina trifosfato (ATP)**.

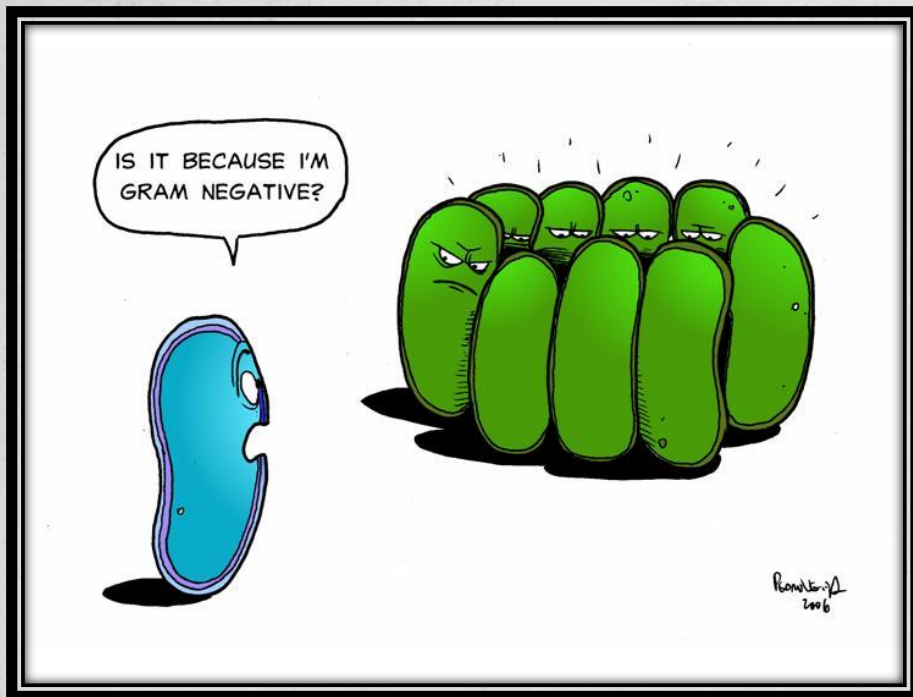


1 Um macrófago ingere uma bactéria gram-negativa.

2 A bactéria é degradada em um vacúolo, liberando endotoxinas que induzem a produção das citocinas IL-1 e TNF- α pelo macrófago.

3 As citocinas são liberadas na corrente sanguínea pelos macrófagos e são transportadas até o hipotálamo, no cérebro.

4 As citocinas induzem a produção de prostaglandinas pelo hipotálamo, alterando o "termostato" corporal para temperaturas mais altas, produzindo febre.



Muito
obrigada

