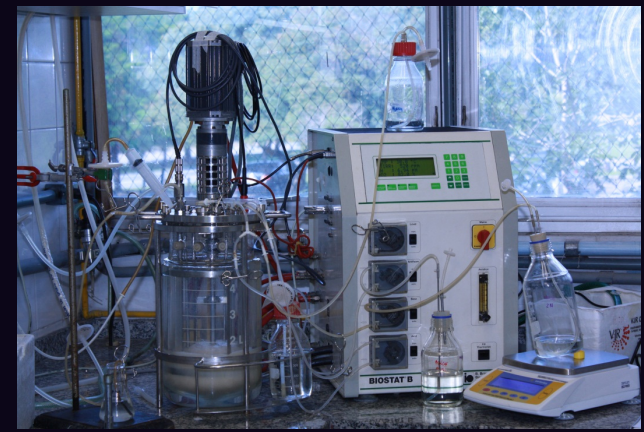
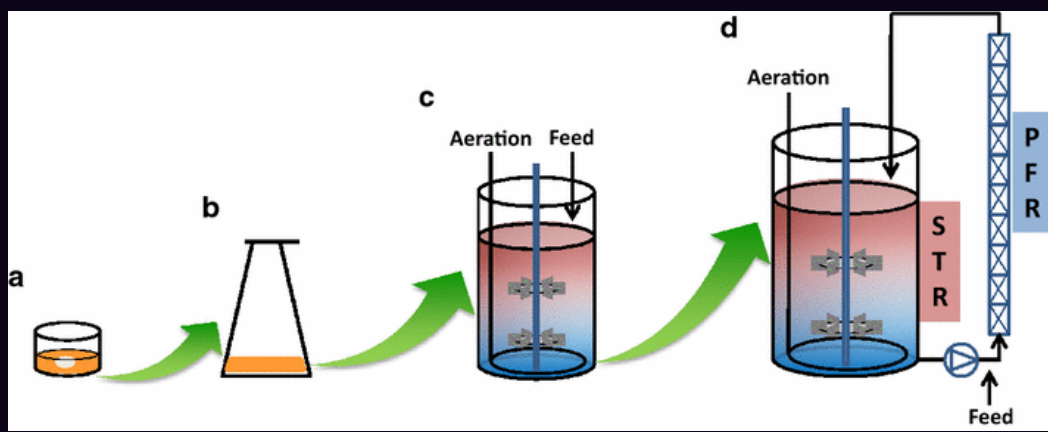


Fisiologia bacteriana: crescimento e nutrição

LUIZIANA FERREIRA DA SILVA
Departamento de Microbiologia
ICB-USP



Tópicos

- Tipos de metabolismo
- Divisão celular
- Curva de crescimento
- Nutrição microbiana e Meios de cultura
- Efeitos de fatores ambientais no crescimento
- Diversidade metabólica

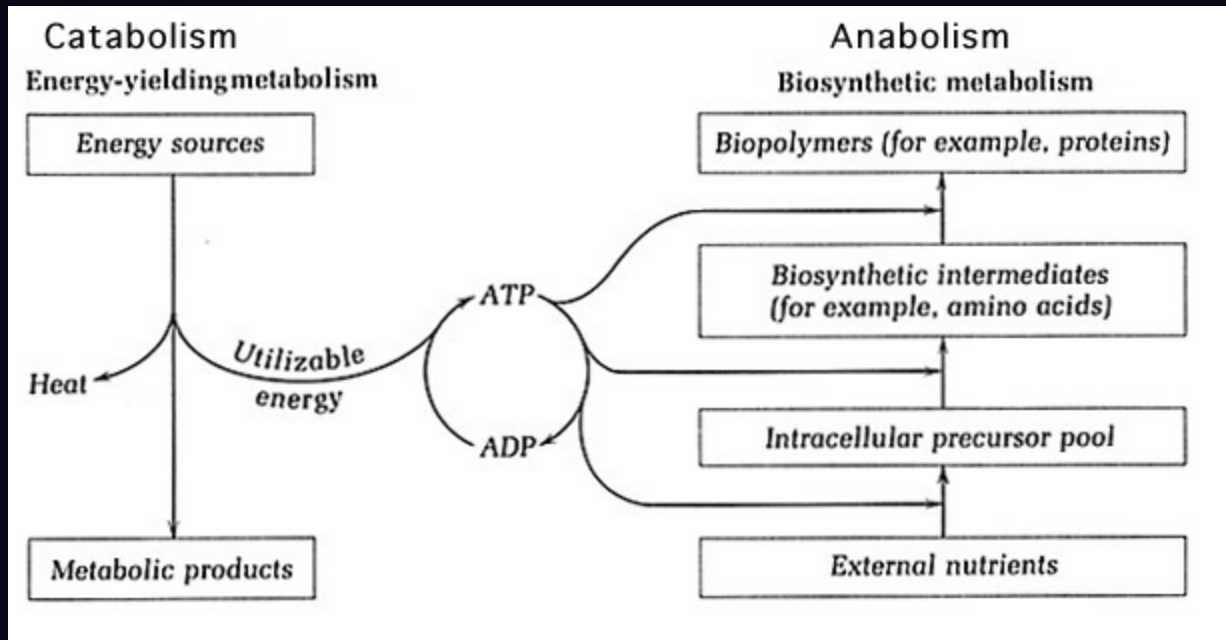
Diversidade Bioenergética

- Micro-organismos têm uma diversidade grande de estratégias bioenergéticas.
- Conseguem usar diferentes compostos químicos para geração de energia.
 - compostos inorgânicos
 - compostos orgânicos e
 - podem usar a Luz como fonte de energia.

Diversidade Bioenergética

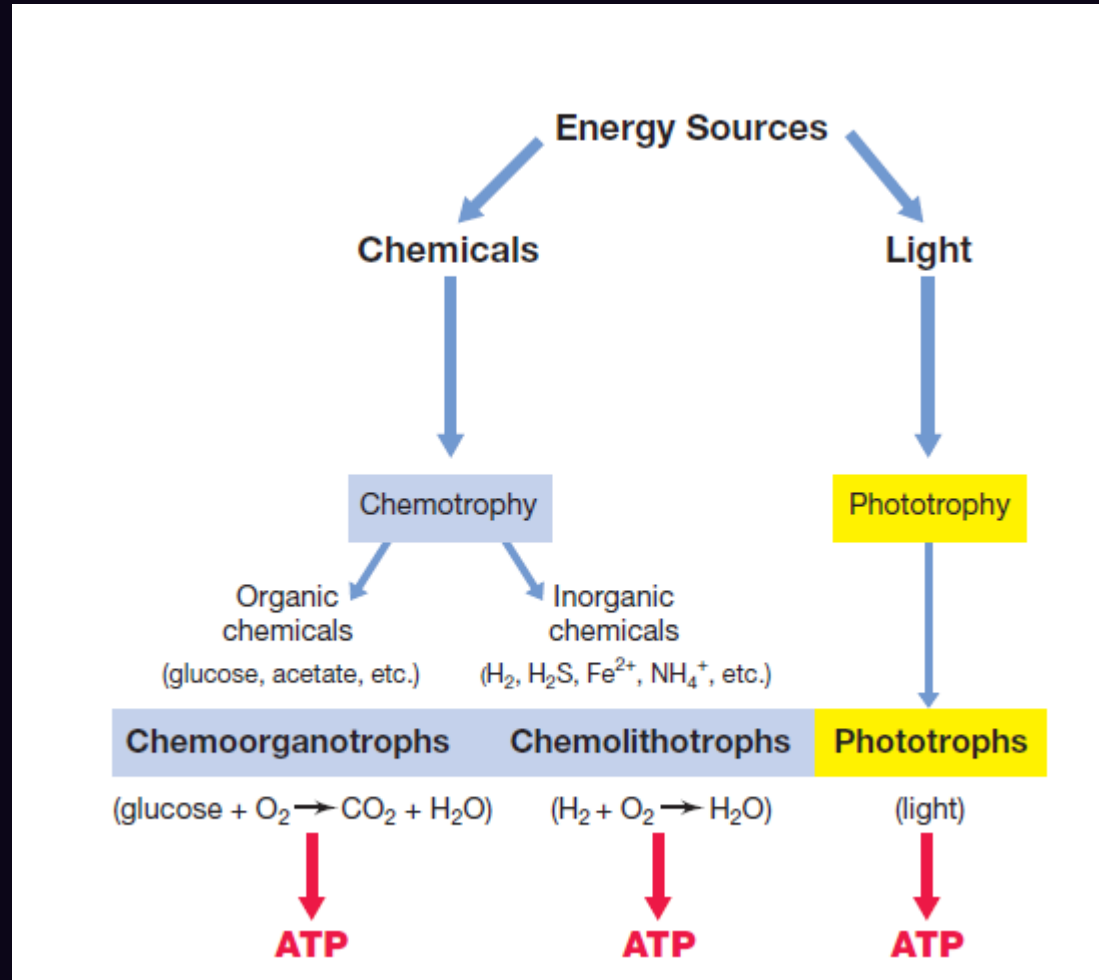
- O processo de oxidação dos compostos orgânicos ou inorgânicos e a fotossíntese geram elétrons que são usados para a geração da força próton motiva por intermédio da ATPase.
 - Catabolismo – geração de energia
 - Anabolismo – consumo de energia
- Apesar das diferentes vias metabólicas, diferentes aceptores de e^- , diferentes doadores de e^- . O transporte de e^- e a força próton motiva vinculam todos esses processos.

Catabolismo e Anabolismo

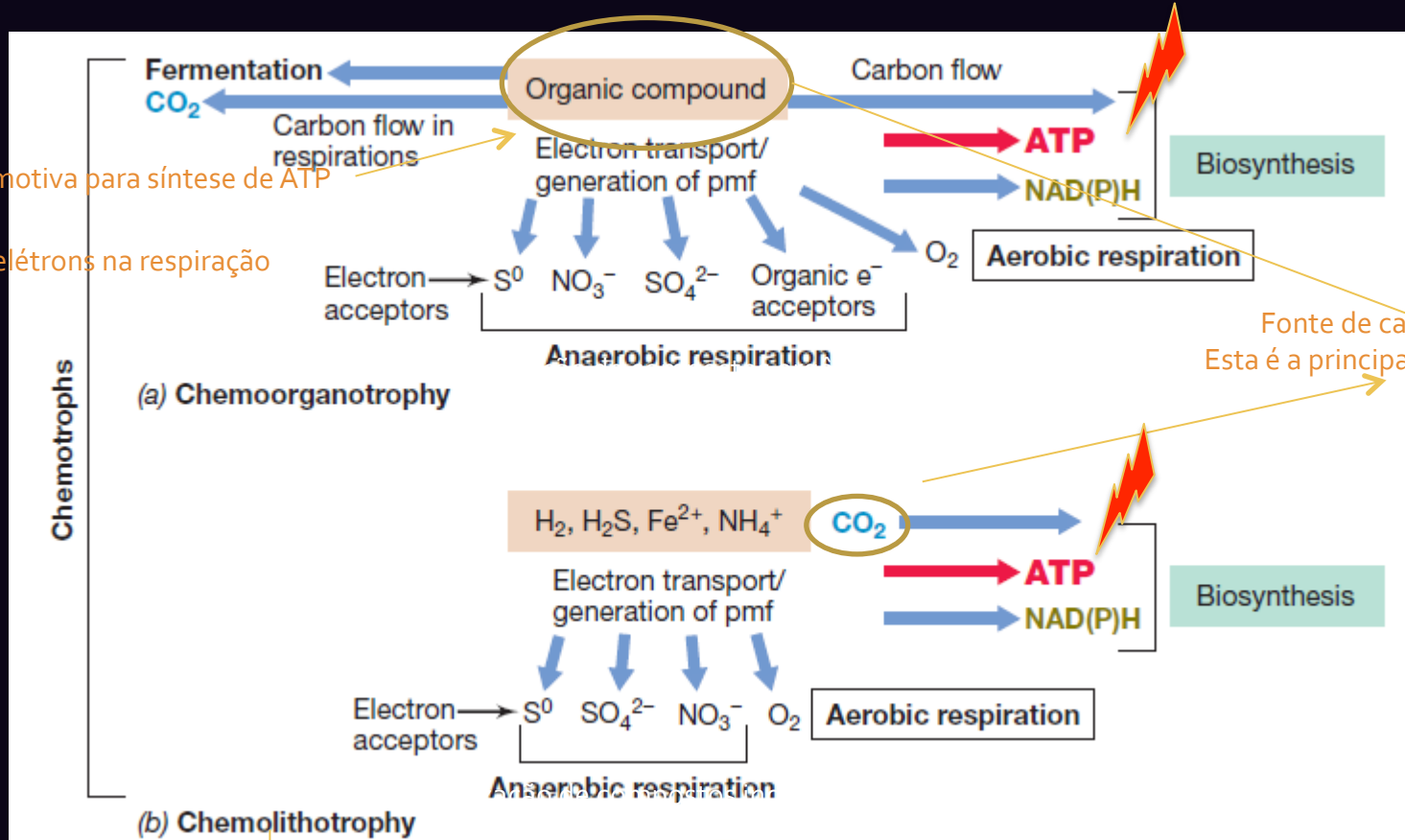


Fontes de Energia

- Sergei Winogradsky com estudos de bactérias oxidantes de enxofre e de fixação de nitrogênio prôpos a **quimiolitotrofia**
 - Oxidação de compostos inorgânicos para obtenção de energia
- Winogradsky isolou a primeira bactéria fixadora de nitrogênio *Clostridium pasteurianum*



Diversidade Catabólica



Força próton motiva para síntese de ATP



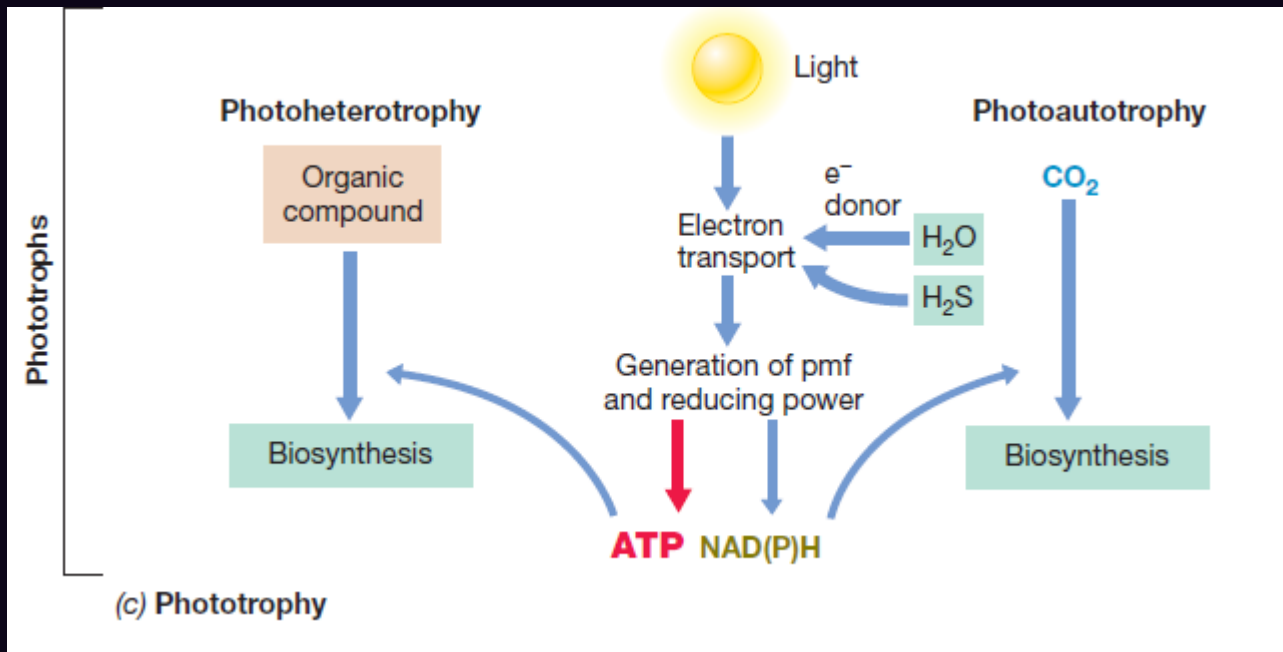
Aceptores de elétrons na respiração

Fonte de carbono
Esta é a principal diferença

autotróficos

Diversidade Catabólica

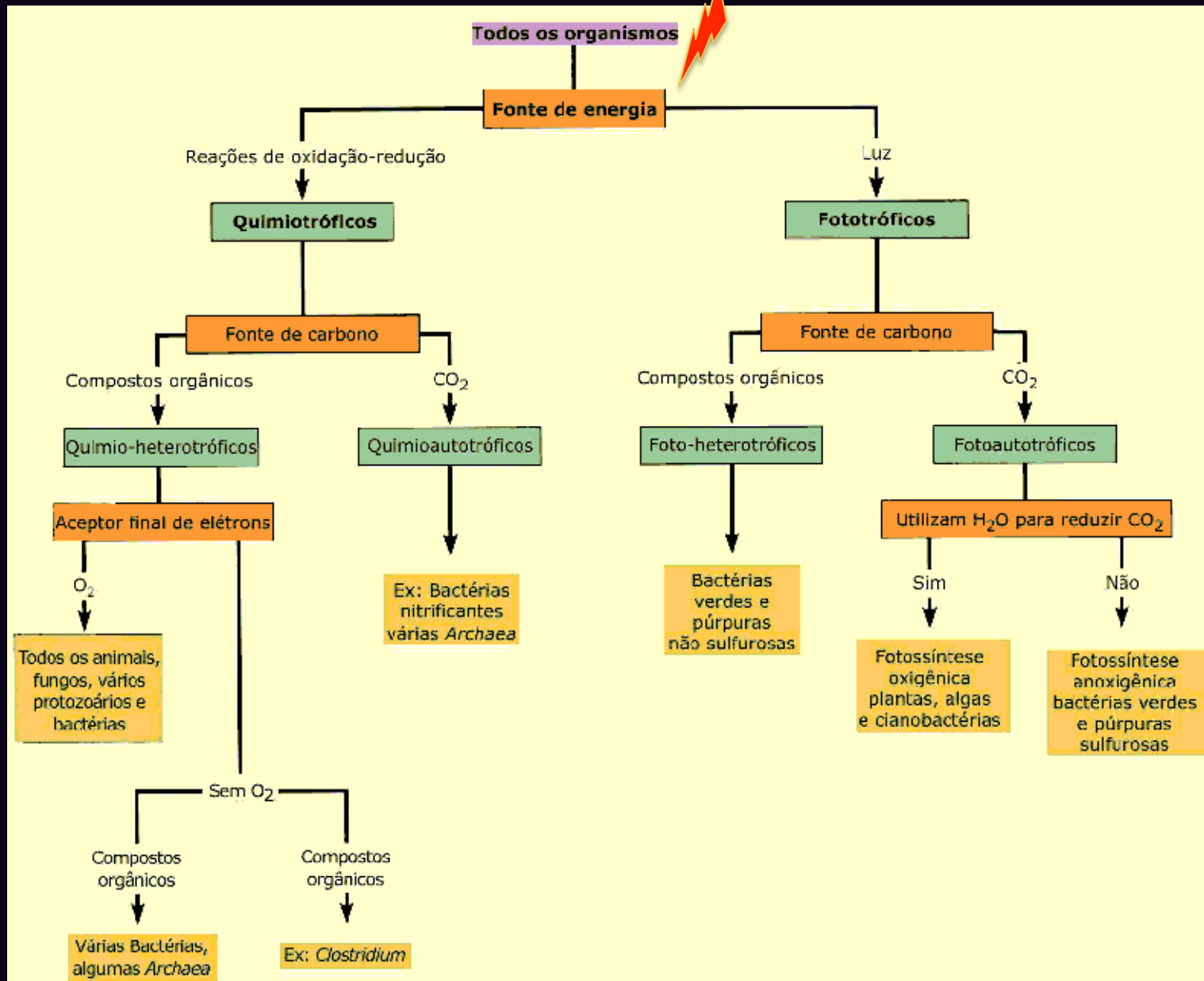
Utilização da luz como fonte de energia



Fotossíntese oxigênica – Libera oxigênio como as cianobactérias

Fotossíntese anoxigênica, processo simples encontrados em bactérias púrpuras e verdes, não há produção de O₂

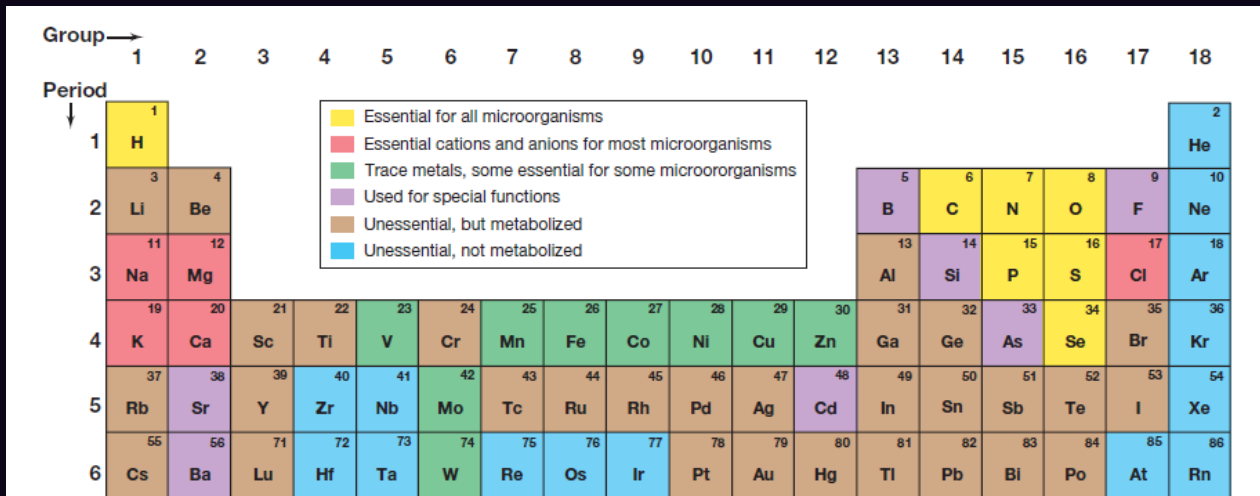
Classificação dos seres vivos, de acordo com a utilização das fontes de energia e carbono



Nutrição microbiana

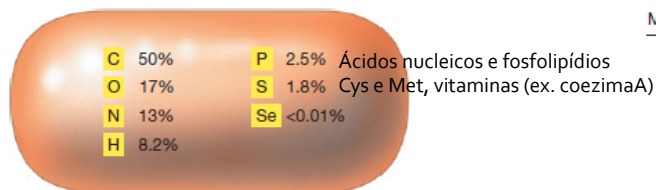
- Macronutrientes – compostos químicos usados em grande quantidade
- Micronutrientes – compostos químicos usados em menor quantidade
- Principais elementos são C, O, H, N, P, S. No entanto, + 50 elementos são metabolizados pelas células

Nutrição microbiana



(a)

Essential elements as a percent of cell dry weight



(b)

Macromolecular composition of a cell

Macromolecule	Percent of dry weight
Protein	55
Lipid	9.1
Polysaccharide	5.0
Lipopolysaccharide	3.4
DNA	3.1
RNA	20.5

(c)

Macronutrientes

C → CO₂ e compostos orgânicos

base de todas as moléculas orgânicas

H → H₂O e compostos orgânicos

compõem proteínas, ácidos nucleicos e peptideoglicano

O → H₂O e O₂

O₂: Aceptor de elétrons da cadeia de transporte e regulador do metabolismo

N → NH₃, NO₃ e comp. org.

componente de proteínas e ácidos nucleicos, além de vitaminas e outros compostos celulares

P → PO₄

importante na composição de ácidos nucleicos e fosfolipídeos

S → H₂S, SO₄, comp. org.

SO₄: aceptor final de elétrons da cadeia de transporte anaeróbia. Reduzido: incorporado a aminoácidos (cisteína e metionina) e a vitaminas (biotina e tiamina)

K → K⁺

ativador de várias enzimas, tais como aquelas envolvidas na tradução

Mg → Mg⁺²

estabilização de ribossomos, membranas e ácidos nucleicos e para o funcionamento de diferentes enzimas como aquelas envolvidas na transferência de fosfato

Ca → Ca⁺²

tem papel na estabilização da parede celular e de termorresistência nos esporos, atividade enzimática

Na → Na⁺

microrganismos marinhos e certas *archaea* halófilas. Organismos marinhos – reflexo do habitat

Fe → Fe⁺³, comp. org.

presente em proteínas envolvidas na respiração celular (essencial nos citocromos, cluster Fe-S,..).

Exemplos de micronutrientes

Table 4.1 *Micronutrients (trace elements) needed by microorganisms^a*

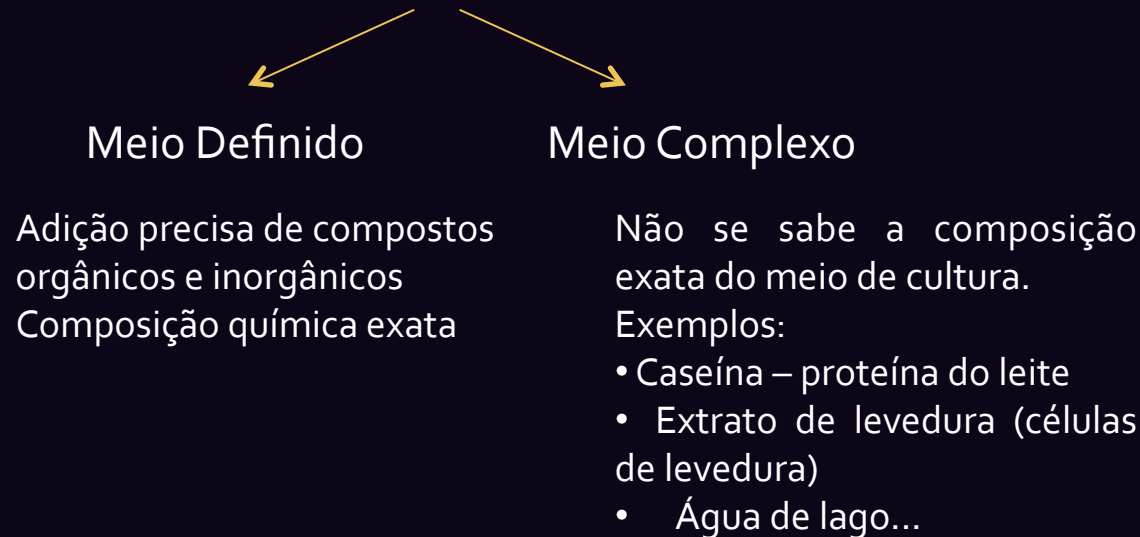
<i>Element</i>	<i>Cellular function or molecule of which a part</i>
Boron (B)	Autoinducer for quorum sensing in bacteria; also found in some polyketide antibiotics
Chromium (Cr)	Possible but not proven component for glucose metabolism (necessary in mammals)
Cobalt (Co)	Vitamin B ₁₂ ; transcobalamin (only in propionic acid bacteria)
Copper (Cu)	In respiration, cytochrome c oxidase; in photosynthesis, plastocyanin, some superoxide dismutases
Iron (Fe) ^b	Cytochromes; catalases; peroxidases; iron-sulfur proteins; oxygenases; all nitrogenases
Manganese (Mn)	Activator of many enzymes; component of certain superoxide dismutases and of the water-splitting enzyme in oxygenic phototrophs (photosystem II)
Molybdenum (Mo)	Certain flavin-containing enzymes; some nitrogenases, nitrate reductases, sulfite oxidases, DMSO-TMAO reductases; some formate dehydrogenases
Nickel (Ni)	Most hydrogenases; coenzyme F ₄₃₀ of methanogens; carbon monoxide dehydrogenase; urease
Selenium (Se)	Formate dehydrogenase; some hydrogenases; the amino acid selenocysteine
Tungsten (W)	Some formate dehydrogenases; oxotransferases of hyperthermophiles
Vanadium (V)	Vanadium nitrogenase; bromoperoxidase
Zinc (Zn)	Carbonic anhydrase; alcohol dehydrogenase; RNA and DNA polymerases; and many DNA-binding proteins

^aNot every micronutrient listed is required by all cells; some metals listed are found in enzymes or cofactors present in only specific microorganisms.

^bNeeded in greater amounts than other trace metals.

Fatores de Crescimento e Meio de Cultura

- Alguns organismos necessitam também de algumas substâncias definidas como **FATORES DE CRESCIMENTO**: vitaminas, aa, purinas, pirimidinas (**compostos orgânicos**).
- Meio de Cultura
 - Condições nutricionais para o crescimento de um micro-organismo
 - 2 classes de meio de cultura



Exemplos de meio de Cultura

Quimiolitotrófico autotrófico

Table 4.2 Examples of culture media for microorganisms with simple and demanding nutritional requirements^a

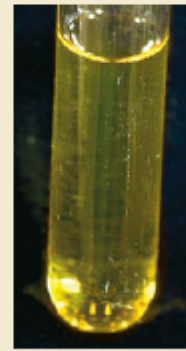
Defined culture medium for <i>Escherichia coli</i>	Defined culture medium for <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	Complex culture medium for either <i>E. coli</i> or <i>L. mesenteroides</i>	Defined culture medium for <i>Thiobacillus thioiparus</i>
<p>K₂HPO₄ 7 g KH₂PO₄ 2 g (NH₄)₂SO₄ 1 g MgSO₄ 0.1 g CaCl₂ 0.02 g Glucose 4–10 g Trace elements (Fe, Co, Mn, Zn, Cu, Ni, Mo) 2–10 μg each Distilled water 1000 ml pH 7</p>	<p>K₂HPO₄ 0.6 g KH₂PO₄ 0.6 g NH₄Cl 3 g MgSO₄ 0.1 g Glucose 25 g Sodium acetate 25 g Amino acids (alanine, arginine, asparagine, aspartate, cysteine, glutamate, glutamine, glycine, histidine, isoleucine, leucine, lysine, methionine, phenylalanine, proline, serine, threonine, tryptophan, tyrosine, valine) 100–200 μg of each Purines and pyrimidines (adenine, guanine, uracil, xanthine) 10 mg of each Vitamins (biotin, folate, nicotinic acid, pyridoxal, pyridoxamine, pyridoxine, riboflavin, thiamine, pantothenate, p-aminobenzoic acid) 0.01–1 mg of each Trace elements (as in first column) 2–10 μg each Distilled water 1000 ml pH 7</p>	<p>Glucose 15 g Yeast extract 5 g Peptone 5 g KH₂PO₄ 2 g Distilled water 1000 ml pH 7</p>	<p>KH₂PO₄ 0.5 g NH₄Cl 0.5 g MgSO₄ 0.1 g CaCl₂ 0.05 g KCl 0.5 g Na₂S₂O₃ 2 g Trace elements (as in first column) Distilled water 1000 ml pH 7 Carbon source: CO₂ from air</p>

Meio Complexo

Meio Definido



(a)



(b)

E. coli tem capacidade biossintética maior que *L. mesenteroides*

Capacidade Biossintética: quando o organismo consegue sintetizar fatores importantes para o seu crescimento

^aThe photos are tubes of (a) the defined medium described, and (b) the complex medium described. Note how the complex medium is colored from the various organic extracts and digests that it contains. Photo credits: Cheryl L. Broadie and John Vercillo, Southern Illinois University at Carbondale.

Meios de Cultura

- Exigências nutricionais extremamente diferentes
- Para o cultivo é necessário saber os componentes essenciais
- Em alguns casos é necessária a adição de soro, sangue (*Neisseria gonorrhoeae*) e etc.. (Mimetiza o meio natural de crescimento do organismo)

Cultivo de micro-organismos em Laboratório

- Meio devidamente preparado e esterilizado (autoclave, fluxo, filtração)
- Três tipos de meio de cultura

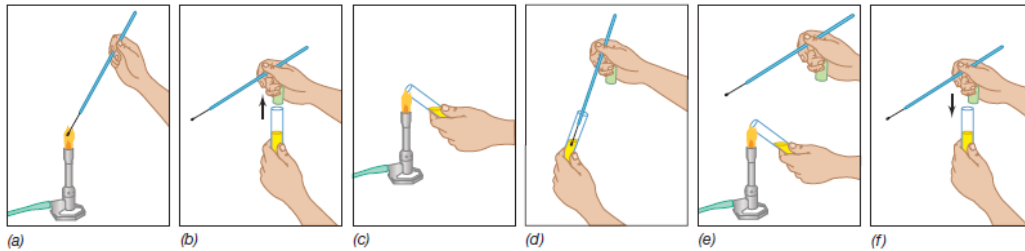
Líquido
0% agar

Sólido
1.5% agar

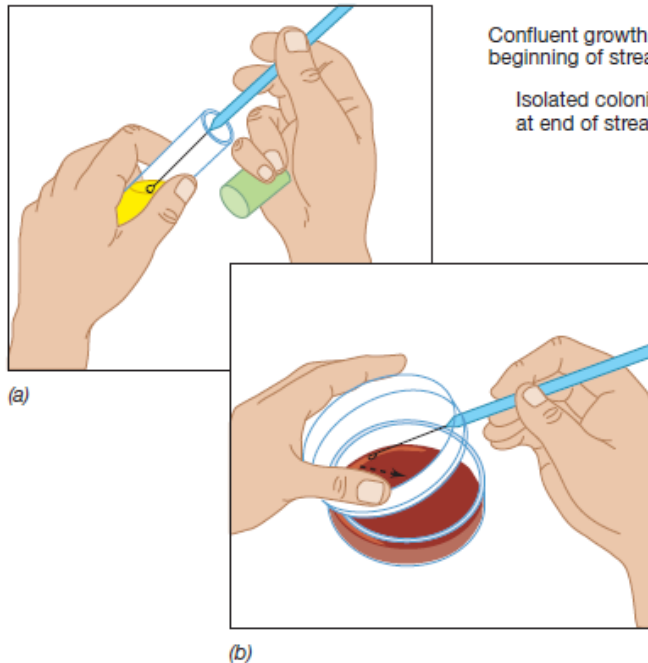
Semisólido
>0.6 e <1.5% agar



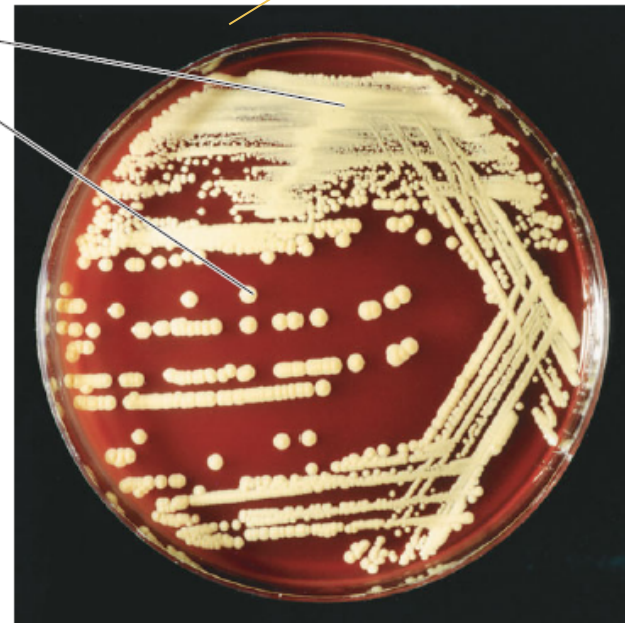
Obtenção de culturas puras por sementeira por esgotamento



- Avaliar a pureza da amostra
- A quantidade de diferentes microorganismos
- Obtém **colônias Isoladas**



Confluent growth at beginning of streak
Isolated colonies at end of streak



James A. Shapiro, University of Chicago

células
proveniente de uma
célula

Meio de Cultura sólido

Tomar cuidado em meio de cultura sólido em placas de Petri

- Efeito de borda
- Umidade
- Temperatura
- Inclinação da placa

.....

P. aeruginosa
Agar Trypticase-soja

Serratia marcescens
Agar MacConkey

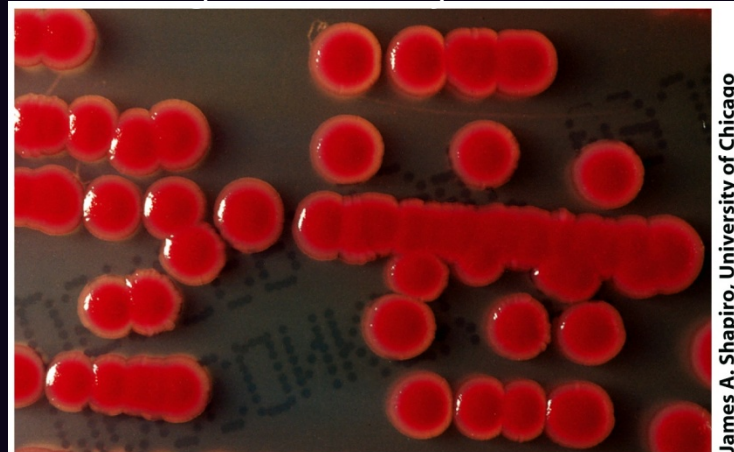


Figure 5-2b Brock Biology of Microorganisms 11/e
© 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

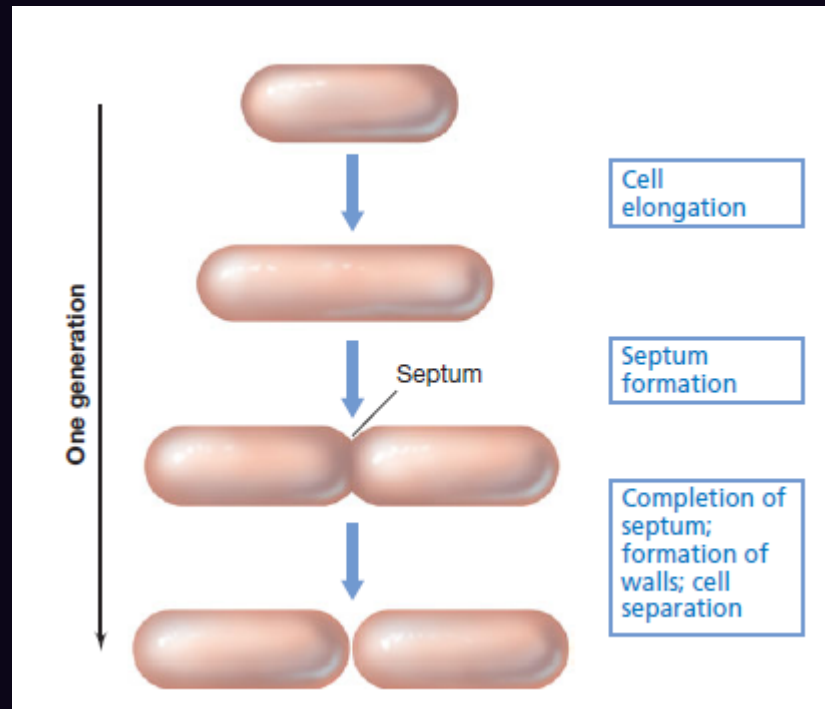
James A. Shapiro, University of Chicago



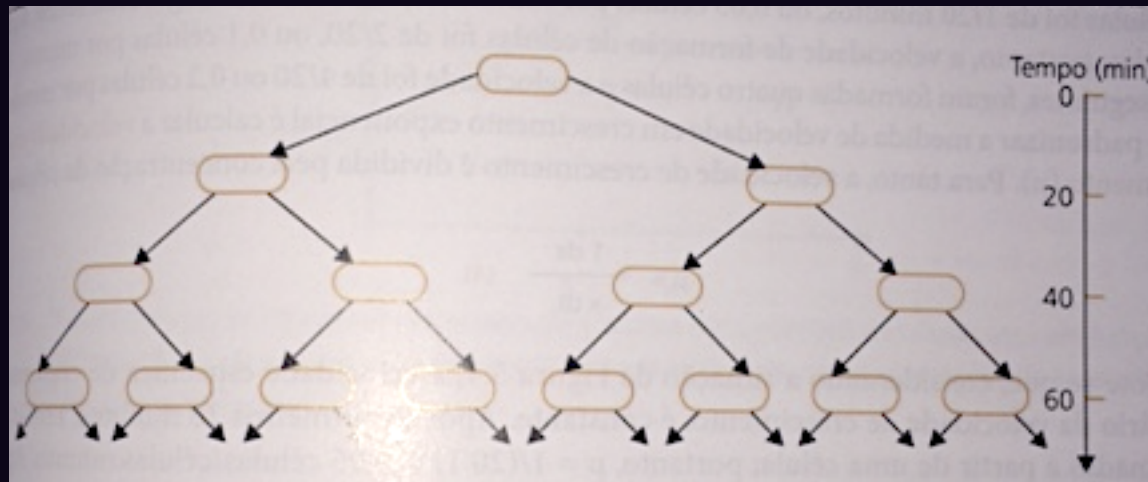
Figure 5-2c Brock Biology of Microorganisms 11/e
© 2006 Pearson Prentice Hall, Inc.

James A. Shapiro, University of Chicago

Crescimento bacteriano e Duplicação Celular

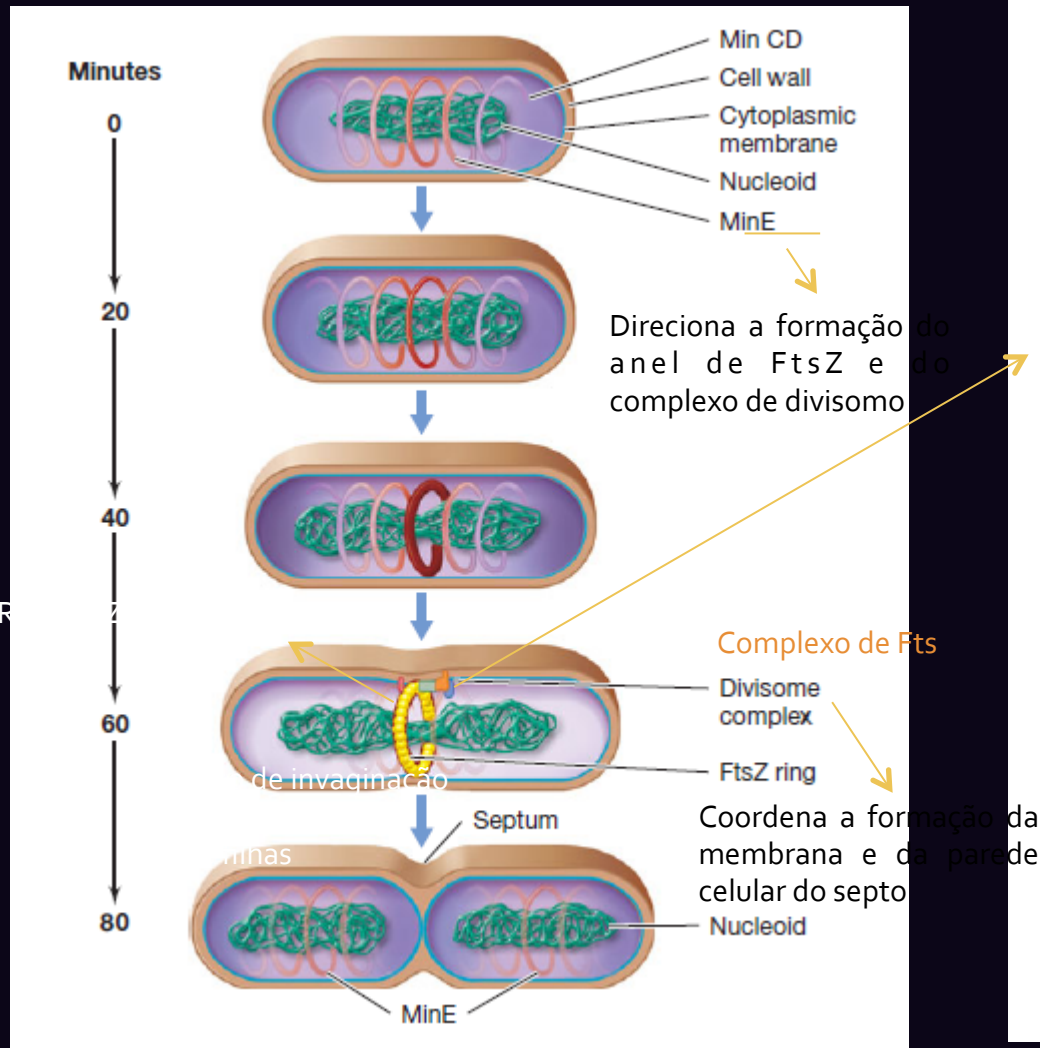


Crescimento bacteriano e Duplicação Celular



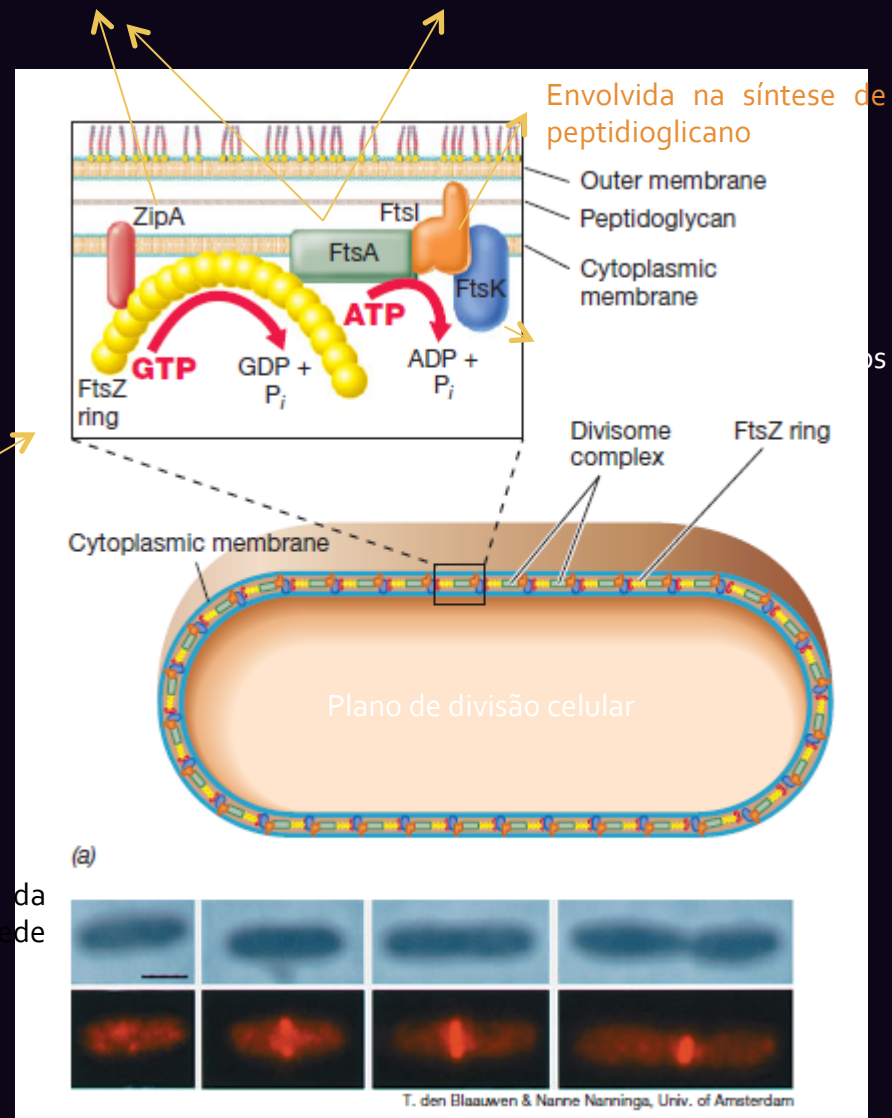
Duplicação bacteriana a intervalos de tempo constantes

Barbosa, Torres, Gomez, 2018



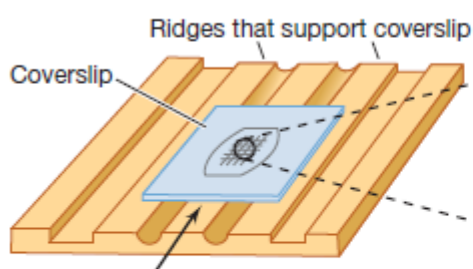
Conecta o anel a membrana citoplasmática

Tb recruta outras proteínas do divisomo

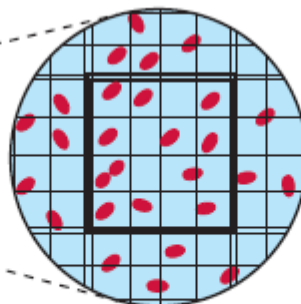


Formas de medir o crescimento microbiano

- Contagem usando células secas coradas em lâminas
- Contagem de células em meio líquido utilizando câmera de contagem de Petroff-Hausser e microscópio
 - Relação entre a média dos números de células por quadrante com a concentração de células por mililitro de suspensão
 - Não consegue distinguir células vivas das mortas
 - Células pequenas são difíceis de ver no microscópio
 - Usar amostras concentradas
 - Impurezas podem ser confundidos como células
 -



Sample added here. Care must be taken not to allow overflow; space between coverslip and slide is 0.02 mm ($\frac{1}{50}$ mm). Whole grid has 25 large squares, a total area of 1 mm² and a total volume of 0.02 mm³.



Microscopic observation; all cells are counted in large square (16 small squares): 12 cells. (In practice, several large squares are counted and the numbers averaged.)

To calculate number per milliliter of sample:
12 cells × 25 large squares × 50 × 10³

Number/mm² (3×10^2)

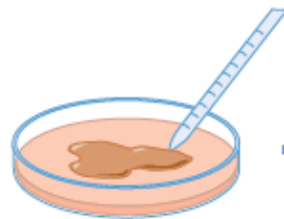
Number/mm³ (1.5×10^4)

Number/cm³ (ml) (1.5×10^7)

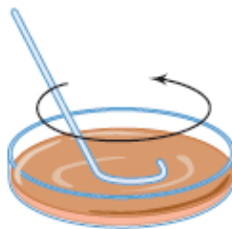
Métodos de contagem de células viáveis

- Contagem de células viáveis (contagem em placa) conta o número de células capazes de se dividir.
 - Semeadura por espalhamento – colônias
 - Semeadura em profundidade – colônias e células abaixo da superfície
 - Número de colônias \propto n. células. Cada colônia veio de uma única célula (ou **UFC : unidades formadoras de colônias**)

Spread-plate method

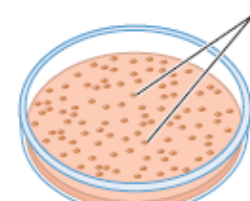


Sample is pipetted onto surface of agar plate (0.1 ml or less)

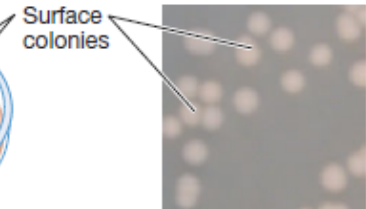


Sample is spread evenly over surface of agar using sterile glass spreader

Incubation

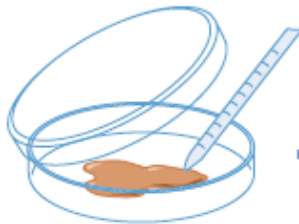


Typical spread-plate results

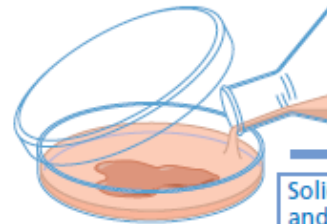


Deborah C. Jung

Pour-plate method

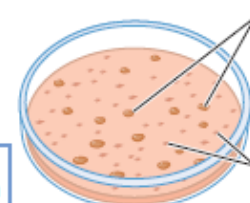


Sample is pipetted into sterile plate

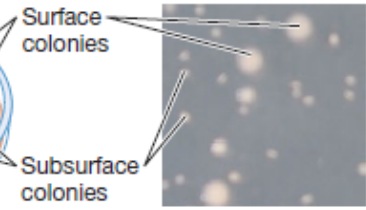


Sterile medium is added and mixed well with inoculum

Solidification and incubation



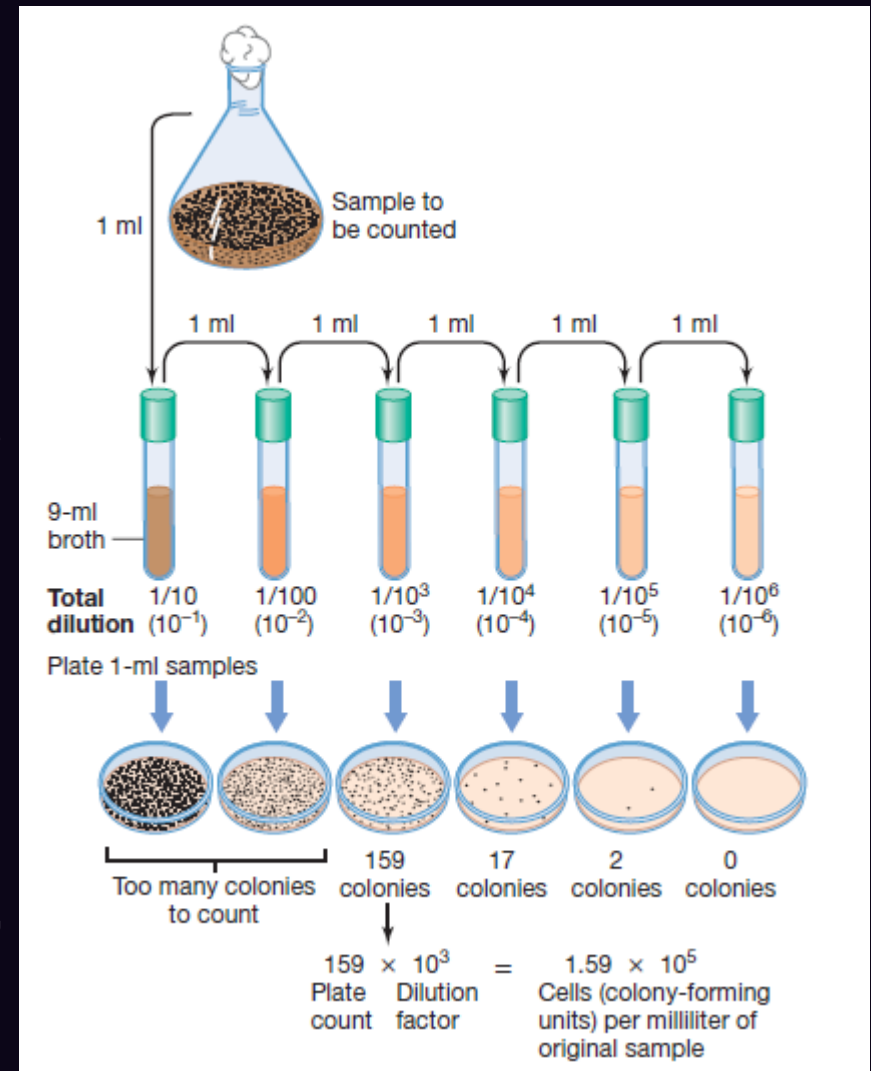
Typical pour-plate results



Deborah C. Jung

Diluição antes da semeadura

- Placas confiáveis tem entre 30-300 colônias
- Presença de muitas colônias, pode haver sobreposição de colônias
- Poucas colônias, não é confiável estatisticamente
- Importante fazer replicas para diminuir erros nas medidas
- Contagem é feita em “unidade formadora de colônia”
- Método bastante usado
 - Analisar contaminações
 - Sensível
 - Medir a quantidade de células de um organismo específico proveniente de uma amostra mista – selecionando o meio de cultura na placa de petri
 - Identificação de bactérias entéricas em água de piscina (própria ou não ao banho)

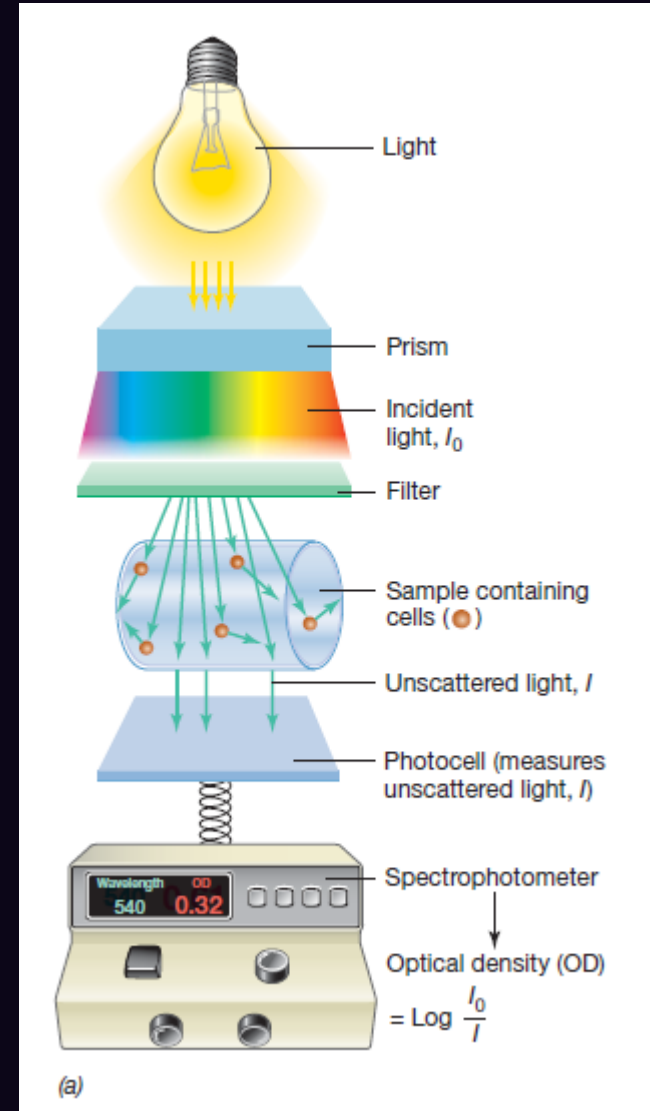


Diluição antes da semeadura

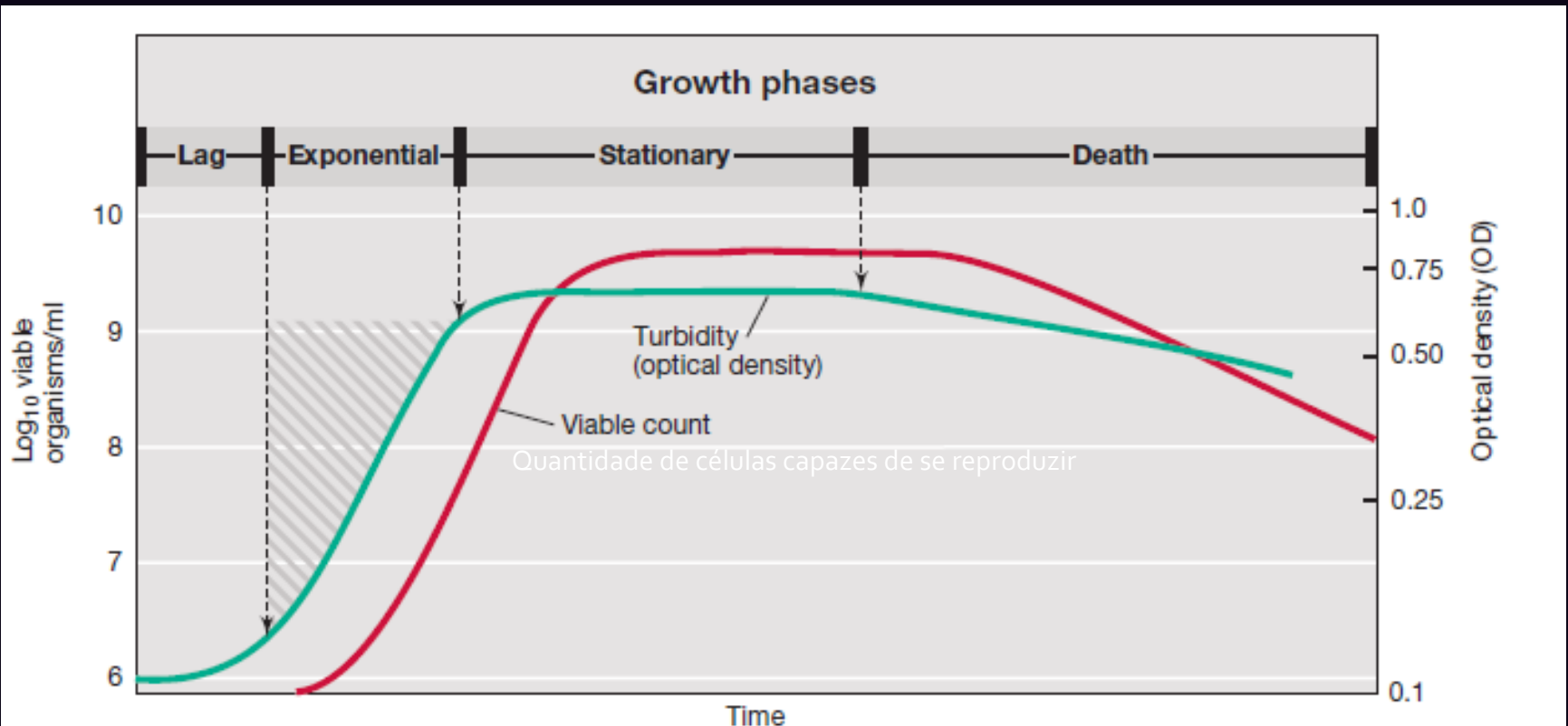
- A contagem em placa é inadequada para avaliar a quantidade de células totais em uma amostra natural (como vc mimetiza o meio natural?)
 - Solo
 - Mar
 - ...
- Grande anomalia da contagem de placa
 - Limita a técnica

D.O – medida de turbidez

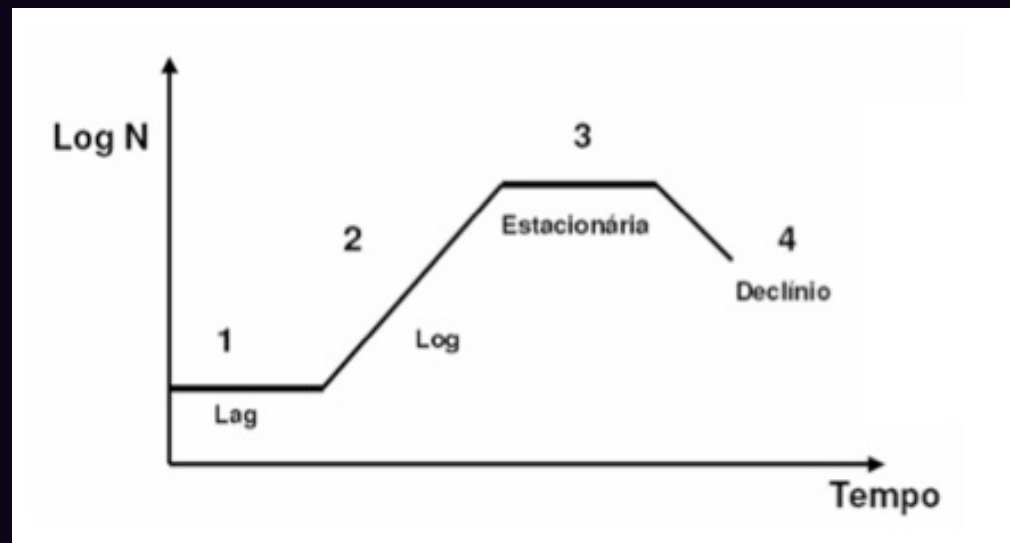
- Tomar cuidado com:
 - Caminho ótico
 - Comprimento de onda
 - 480nm
 - 540nm
 - 600nm - OD_{600} of 1.0 = 8×10^8 cells/ml
 - 660nm



Ciclo de crescimento microbiano



Curva de crescimento



Fases de crescimento

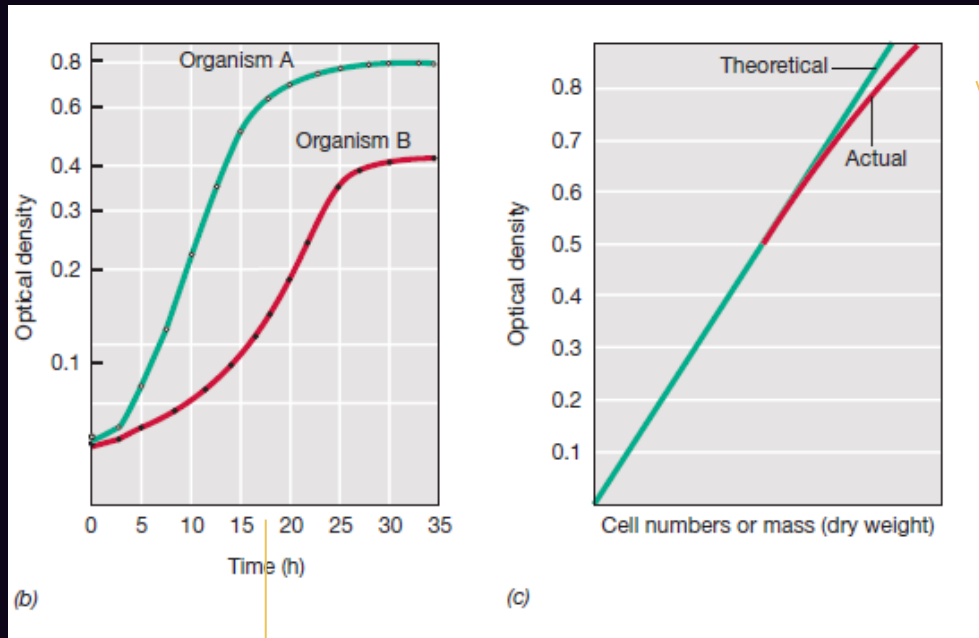
- Fase lag
 - Adaptação do organismo ao meio de cultura
- Fase exponencial
 - Condições mais saudáveis
 - Neste estágio são feitos ensaios enzimáticos, expressão gênica e etc
- Fase estacionária
 - Limitações dos nutrientes
 - Acúmulo de produtos secretados pelos micro-organismos – inibe o crescimento
 - Pode ocorrer divisão celular quando uma célula morre -Crescimento críptico
- Fase de Morte
 - Morte celular
 - Lise celular



Fase lag – Fase de adaptação

- Tempo pode ser curto ou longo depende:
 - Da origem do inóculo (adaptação prévia do aparato enzimático ao meio)
 - Das condições do meio de cultura atual
- Transferência de um meio para outro pode requerer a síntese de diferentes enzimas e essa adaptação pode demorar (transferência de meio 2xTY para M9).
 - Exemplo:
 - Inóculo na fase exponencial não tem fase lag
 - Inóculo na fase estacionária tem fase lag

Medida da quantidade de células por D.O. • Problema:



Exemplo da medida do crescimento de dois organismos

D.O é subestimada em quantidade de células elevadas

Muitas células – a luz dispersa por uma célula pode ser dispersa por outra, dando a impressão de que não houve dispersão

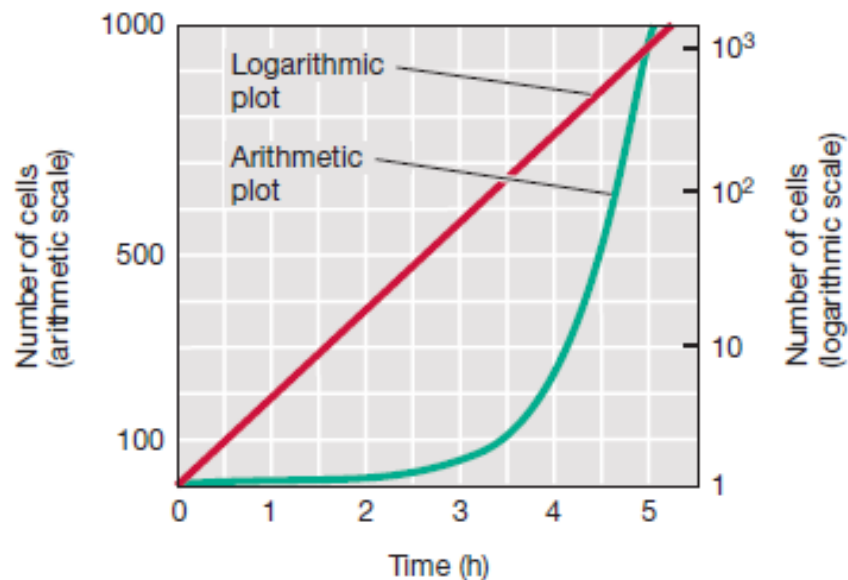
- Agregados celulares
- biofilme

Crescimento

Time (h)	Total number of cells	Time (h)	Total number of cells
0	1	4	256 (2^8)
0.5	2	4.5	512 (2^9)
1	4	5	1,024 (2^{10})
1.5	8	5.5	2,048 (2^{11})
2	16	6	4,096 (2^{12})
2.5	32	.	.
3	64	.	.
3.5	128	10	1,048,576 (2^{19})

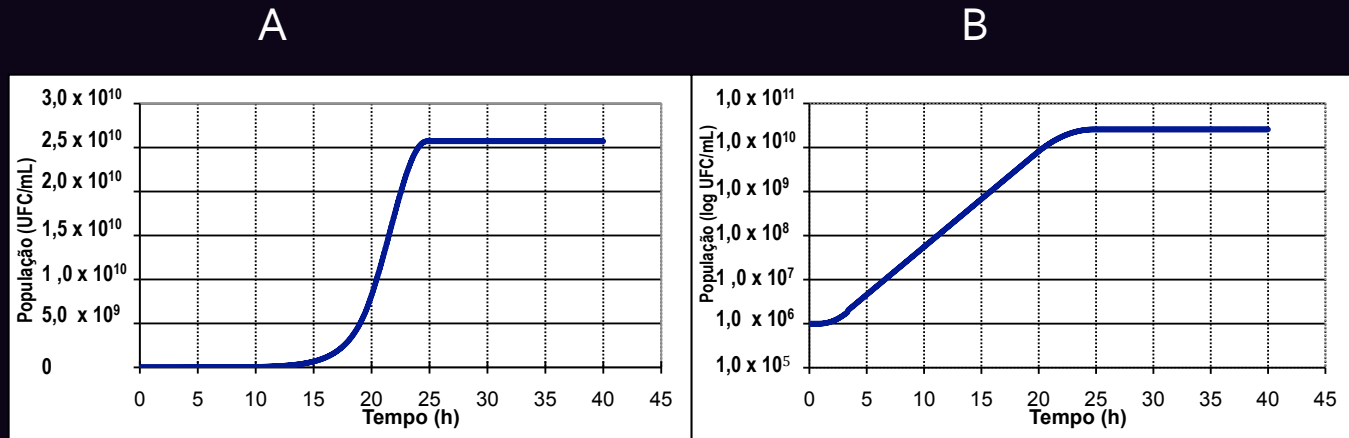
Crescimento iniciado com 1 única célula, que tem um tempo de duplicação (ou tempo de geração) igual a 30 minutos

(a)

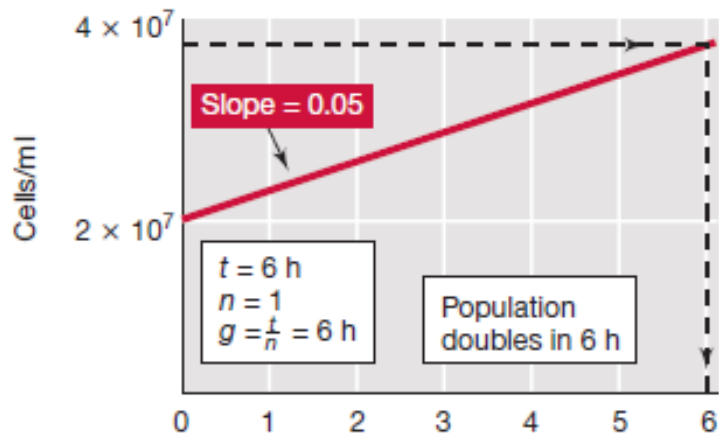


(b)

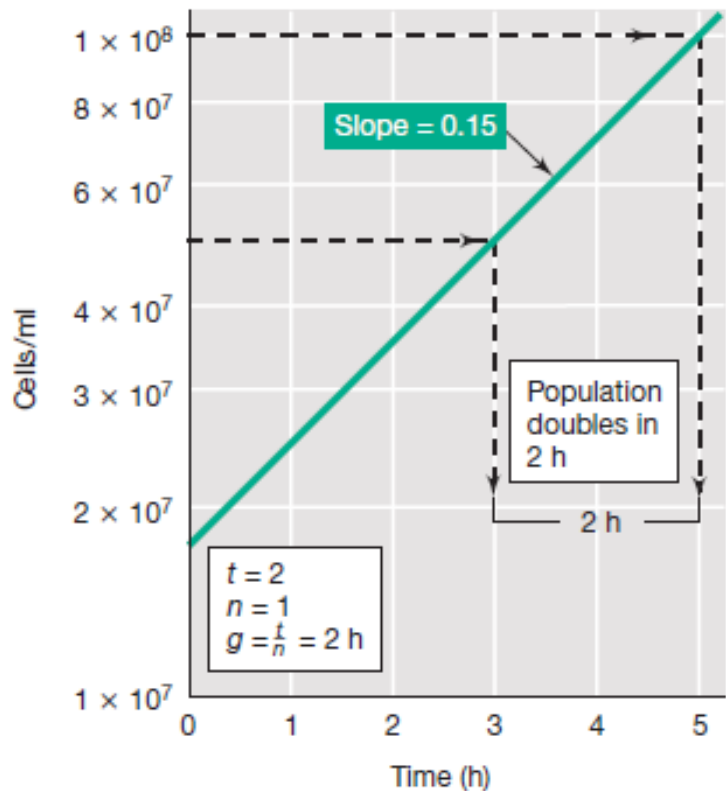
Curva de crescimento



Crescimento de uma população bacteriana em curvas construídas a partir dos mesmos dados, em gráfico linear (A) e monolgarítmico (B). A escala em (A) pode sugerir, erroneamente, tempo maior para a fase lag e menor para a fase exponencial



(a)



(b)

- n = número de gerações formadas no intervalo de tempo T
- g = tempo de geração

• Em uma escala logarítmica a inclinação da curva está diretamente relacionada ao g

- Quanto maior a inclinação menor o g

Maior velocidade = menor g

Menor velocidade de crescimento = maior g

Fatores do ambiente que afetam o crescimento microbiano

- Estado Químico e Físico do Ambiente
 - Temperatura
 - pH
 - Quantidade de água
 - Oxigênio
 - Outros fatores
 - Pressão
 - Radiação

Efeito da Temperatura

Processo geralmente irreversível
Exemplo febre

- Temperatura

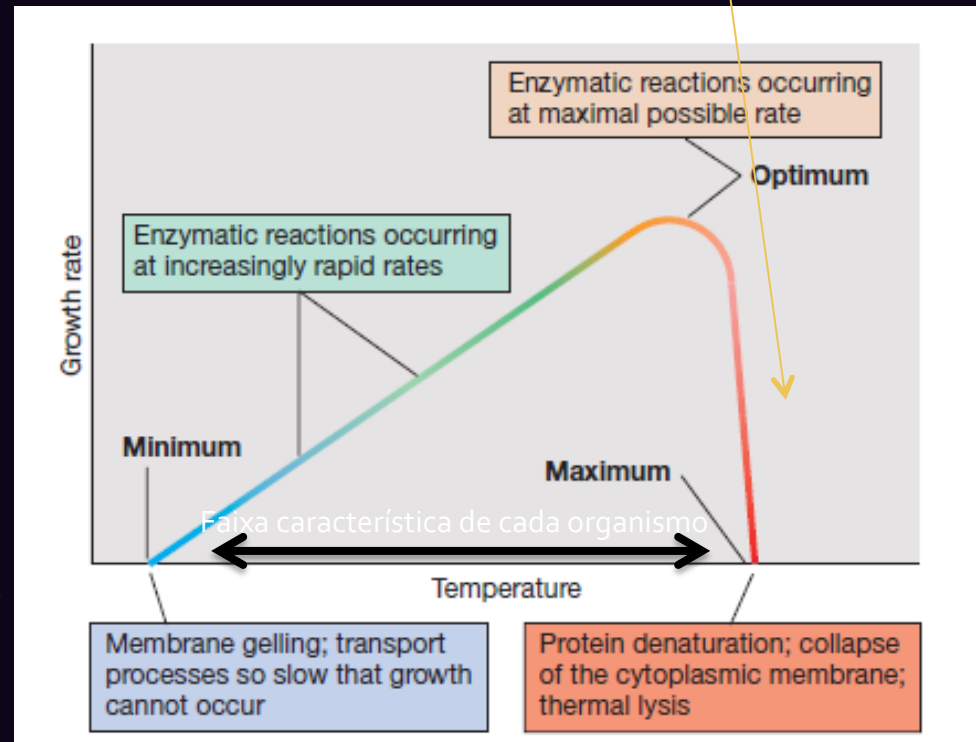
- Mínima

- Gelificação da membrana, quando a membrana para funcionar, como no transporte de nutrientes a bactéria para de crescer.

- Ótima

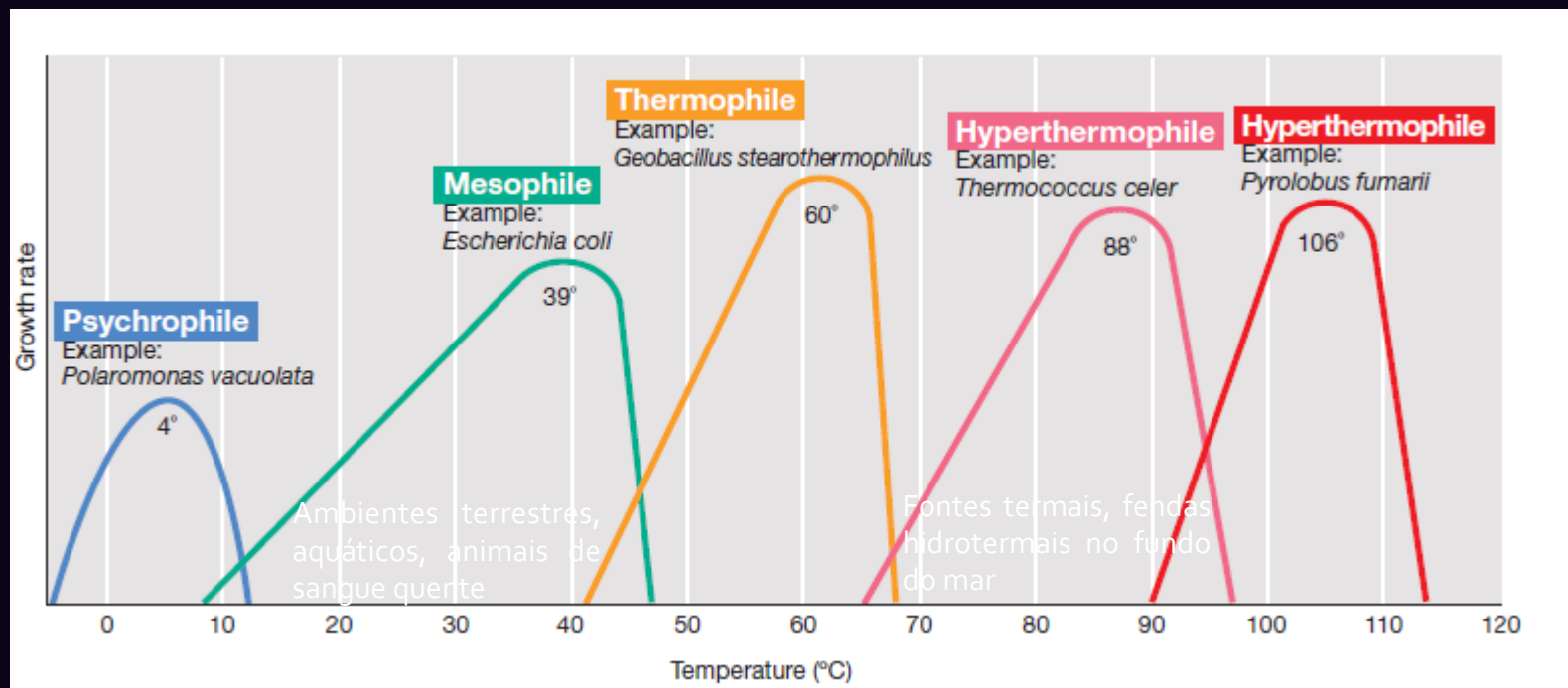
- Condição em que todos os componentes estão na sua atividade máxima

- Máxima



Efeito da Temperatura

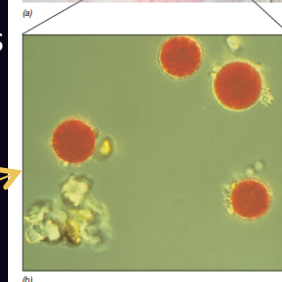
- Classes térmicas dos organismos



Micro-organismos Psicrófilos

- Organismos extremófilos – vivem em condições extremas, muito frio ou muito quente
- São encontrados em ambientes constantemente frios
- Encontra em sulcos de água dentro do gelo (-12°C).
- Ambientes frios na Terra
 - Ártico
 - Antártida
 - No fundo do mar (1-5 °C)
- Essas algas formam massas densas no interior do gelo
- Possuem vários pigmentos carotenoides (coloração verde, marrom, laranja)

Algas da neve
Chlamydomonas nivalis

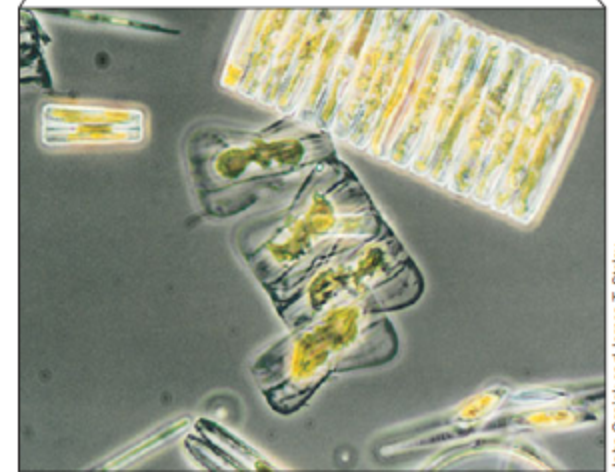


Alga verde que esporula (temp.) e fica vermelha



John Gosink and James T. Staley

(a)



John Gosink and James T. Staley

(b)

Micro-organismos Psicrófilos

- Como eles são tolerantes a baixas temperaturas?
 - Armazenar células -80°C adicionando crio protetores
 - Membrana tem maior quantidade de ácidos graxos insaturados (maior quant. Ligações duplas) – ponto de congelamento diminui
 - *Psychroflexus* tem 4 a 5 lig. duplas – áci. graxos são mais flexíveis que ác. Graxos saturados
 - Enzimas tem (observações)
 - maior n. de aa polares
 - Menor n. aa hidrofóbicos
 - Menor quantidade de interações fracas
 - Menos interações inter-domínios

Micro-organismos Psicrotolerantes

- Organismo capazes de crescer a 0°C (lento), com temperatura ótima de $20-40^{\circ}\text{C}$.
- São mais abundantes que os psicrófilos
- Encontrados solos, água de clima temperado, carne, leite, ...

Crescimento microbiano em altas Temperaturas

- Organismo procariotos com temp. ótima > 45°C
(termófilos) > 80°C
(hipertermófilos)
- Vulcões
- Fontes termais



(a)



(b)

Fontes
termais
ferventes

Table 5.1 Presently known upper temperature limits for growth of living organisms

Group	Upper temperature limits (°C)
Macroorganisms	
<i>Animals</i>	
Fish and other aquatic vertebrates	38
Insects	45–50
Ostracods (crustaceans)	49–50
<i>Plants</i>	
Vascular plants	45 (60 for one species)
Mosses	50
Microorganisms	
<i>Eukaryotic microorganisms</i>	
Protozoa	56
Algae	55–60
Fungi	60–62
Prokaryotes	
<i>Bacteria</i>	
Cyanobacteria	73
Anoxygenic phototrophs	70–73
Chemoorganotrophs/chemolithotrophs	95
<i>Archaea</i>	
Chemoorganotrophs/chemolithotrophs	122

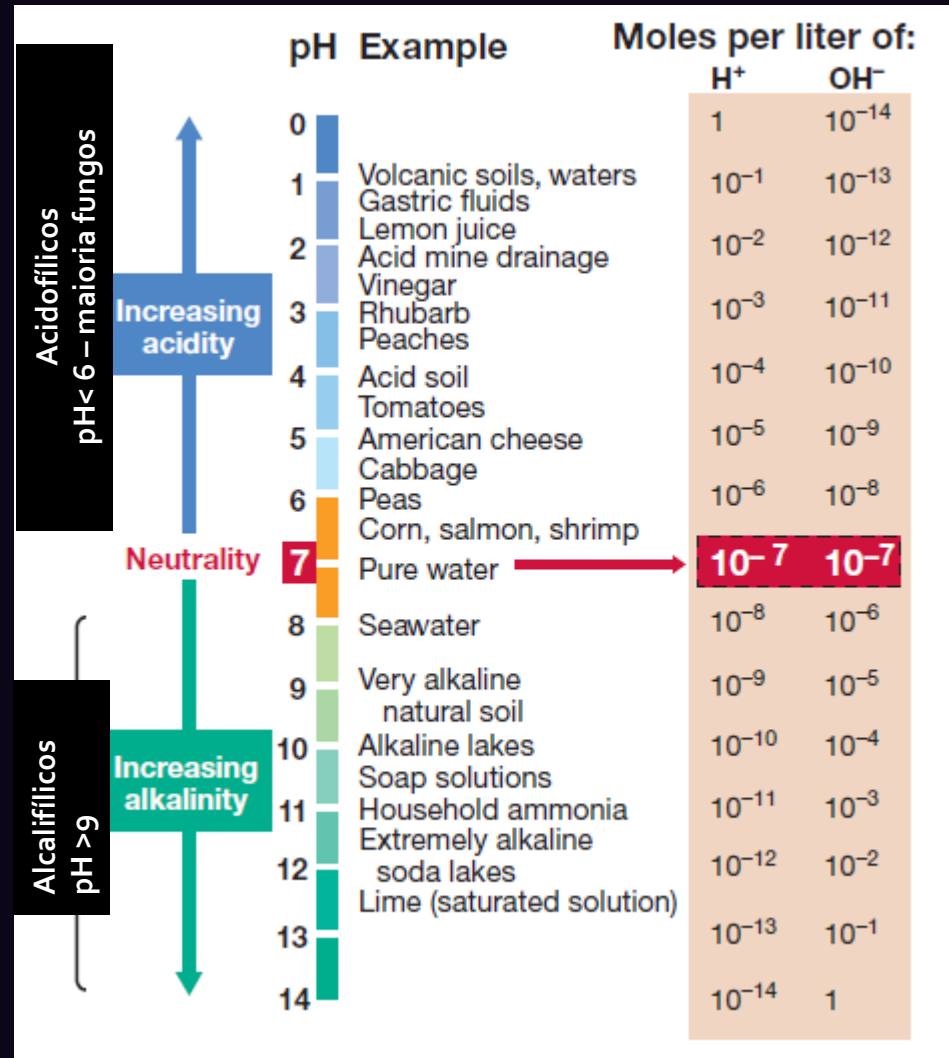
Figure 5.22 Growth of hyperthermophiles in boiling water.

Características dos Termófilos

- Proteínas termoestáveis
- Pouca diferença na seq. de aa
- Membrana rica em ácidos graxos saturados(mais contato com as cadeias saturadas)
 - hipóteses
 - Mudanças pontuais chave na sequência de aa que aumenta sua estabilidade
 - Aumento de compostos como diglicerol fosfato, manosilglicerato e outros que podem aumentar a estabilidade da proteína
- Exemplo de aplicabilidade biotecnológica é a *Thermus aquaticus* (Taq polimerase) no PCR

Efeito do pH

- Faixa de pH que crescem que variam de 2-3 unidades
- pH ótimo
- Maioria crescem em pH 4-9
- Poucos em pH <3 e >9
- Estabilidade da membrana é dependente de altas [] de H⁺
- Acidofílicos
 - Maior quantidade de fungos (pH 5 ou menos)
 - Obrigatórios, não crescem em pH neutro
 - *Acidithiobacillus*
 - Vários gêneros de *Archaea*
 - *P. oshimae* – *Archaea*- pH ótimo 0.7 e em pH 4 lise celular.
 - pH intracelular é 4.5



Efeito do pH

- Alcalifílicos
 - pH ótimo >9
 - pH intracelular mais elevado encontrado foi de 9.5
 - Encontrados
 - Lagos e solos ricos em carbonato de sódio
 - Exemplos
 - *Bacillus firmus* cresce na faixa de pH 7.5-11
- Crescimento em laboratório se usa tampões
 - Evita que o pH mude em função do metabolismo do organismo que consome e produz substâncias ácidas e/ou básicas

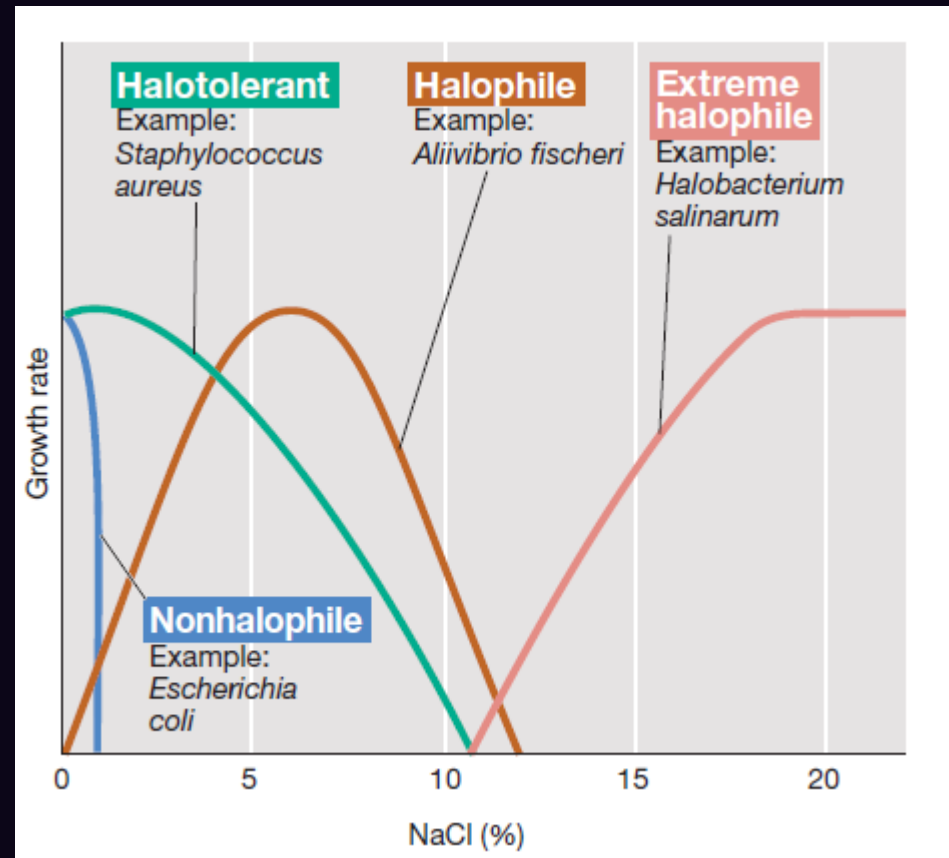
Table 5.2 Relationships of microorganisms to pH

Physiological class (optima range)	Approximate pH optimum for growth	Example organism ^a
Neutrophile (pH >5.5 and <8)	7	<i>Escherichia coli</i>
Acidophile (pH <5.5)	5	<i>Rhodospila globiformis</i>
	3	<i>Acidithiobacillus ferrooxidans</i>
	1	<i>Picrophilus oshimae</i>
Alkaliphile (pH ≥8)	8	<i>Chloroflexus aurantiacus</i>
	9	<i>Bacillus firmus</i>
	10	<i>Natronobacterium gregoryi</i>

^a *Picrophilus* and *Natronobacterium* are Archaea; all others are Bacteria.

Efeito Osmótico

- Halófilos discretos (1-6% NaCl)
- Halófilos moderados (7-15% NaCl)
- Halófilos extremos são um problema na indústria alimentícia que usa alta concentração de saise de açures (osmófilos) como conservantes
- Não halófilos crescem em ambientes com pouco sal.



Efeito do Oxigênio

Table 5.5 Oxygen relationships of microorganisms

Group	Relationship to O ₂	Type of metabolism	Example ^a	Habitat ^b
Aerobes Ar tem 21% O ₂				
Obligate	Required	Aerobic respiration	<i>Micrococcus luteus</i> (B)	Skin, dust
Facultative	Not required, but growth better with O ₂	Aerobic respiration, anaerobic respiration, fermentation	<i>Escherichia coli</i> (B)	Intestino grosso
Microaerófilos	Required but at levels lower than atmospheric	Aerobic respiration	<i>Spirillum volutans</i> (B)	Lake water
Anaerobes				
Aerotolerant	Not required, and growth no better when O ₂ present	Fermentation	<i>Streptococcus pyogenes</i> (B)	Trato respiratório superior
Obligate	Harmful or lethal	Fermentation or anaerobic respiration	<i>Methanobacterium formicicum</i> (A)	Sedimentos de lagos anóxicos

Capazes de respirar usando O₂

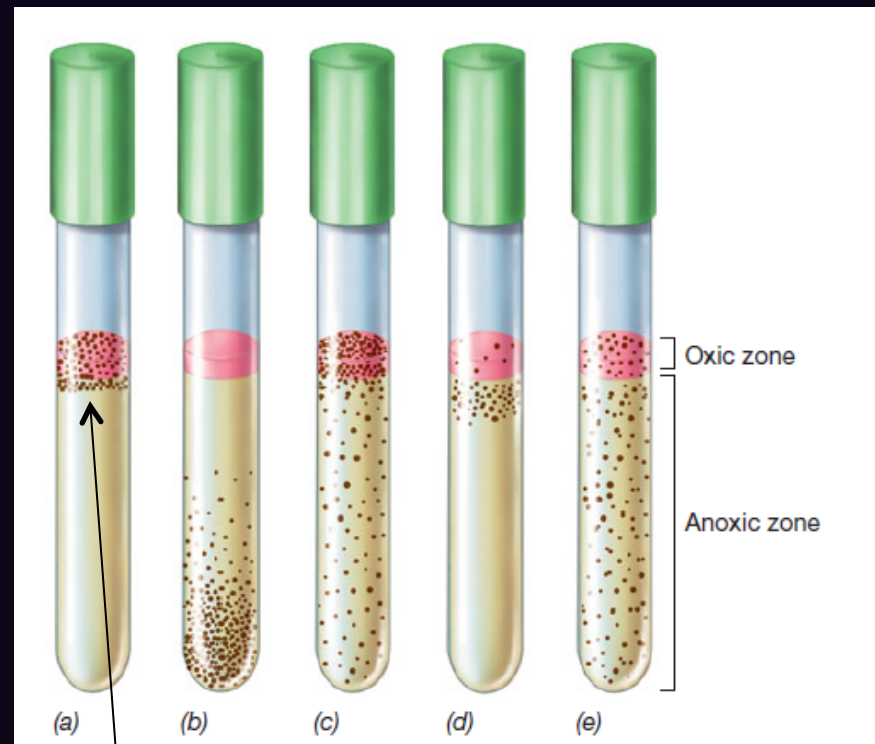
Respiração sem O₂

Efeito do Oxigênio no crescimento no laboratório

- Aeróbios
 - Necessita de agitação (aeração forçada)
 - Adicionar O_2
- Anaeróbios
 - Remover o O_2 através da adição de agentes redutores como tioglicolato (reduz o O_2 a água)
 - Casos de anaeróbios obrigatórios a remoção total de O_2 é complicada, crescer em ambientes específicos

Aerobes
Obligate
Facultative
Microaerophilic
Anaerobes
Aerotolerant
Obligate

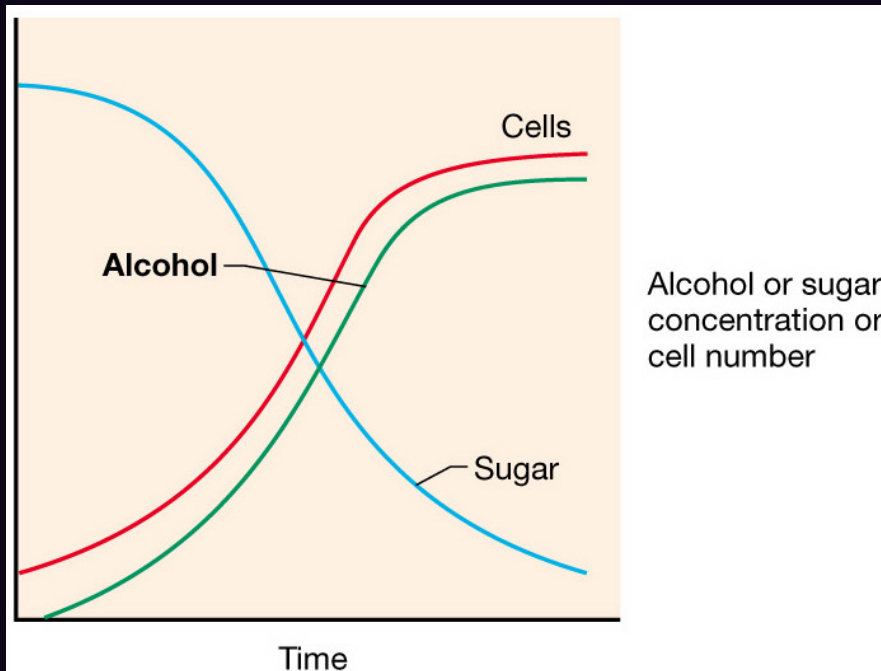
Teste do efeito do Oxigênio nos organismos



O_2 consegue penetrar apenas na superfície, o resto do meio é sem O_2 por causa do tioglicolato

Metabólitos Primário e Secundário

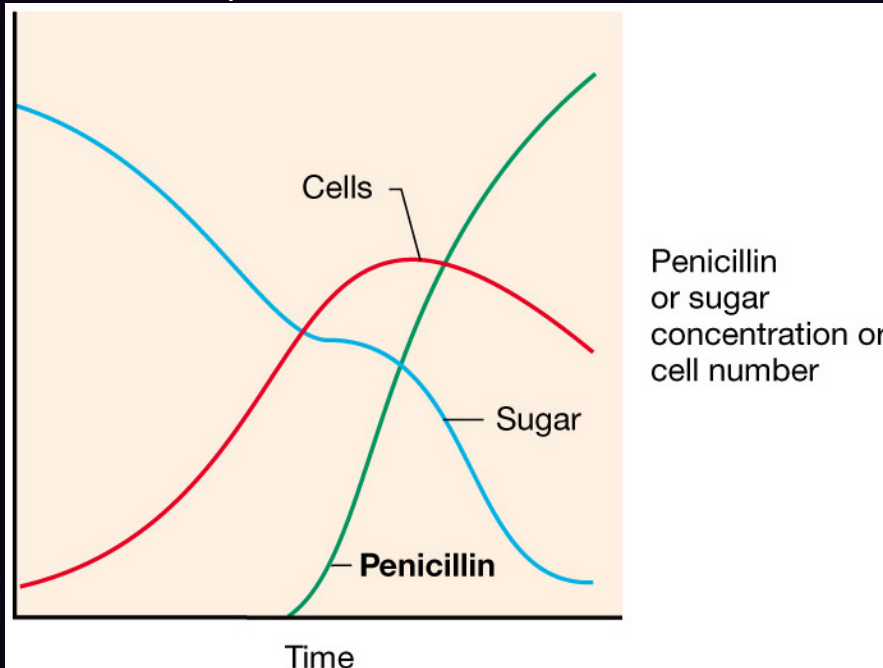
Crescimento Primário
Metabólito constantemente sintetizado



- Geralmente não são produzidos em grandes quantidades
- Faz parte do metabolismo

Metabólito Secundário

Crescimento Secundário
Metabólico sintetizado próximo ao final da fase
exponencial-fase estacionária



- Não são essenciais ao crescimento nem a reprodução

- Depende das condições do meio de cultura

- Grupo de compostos relacionados

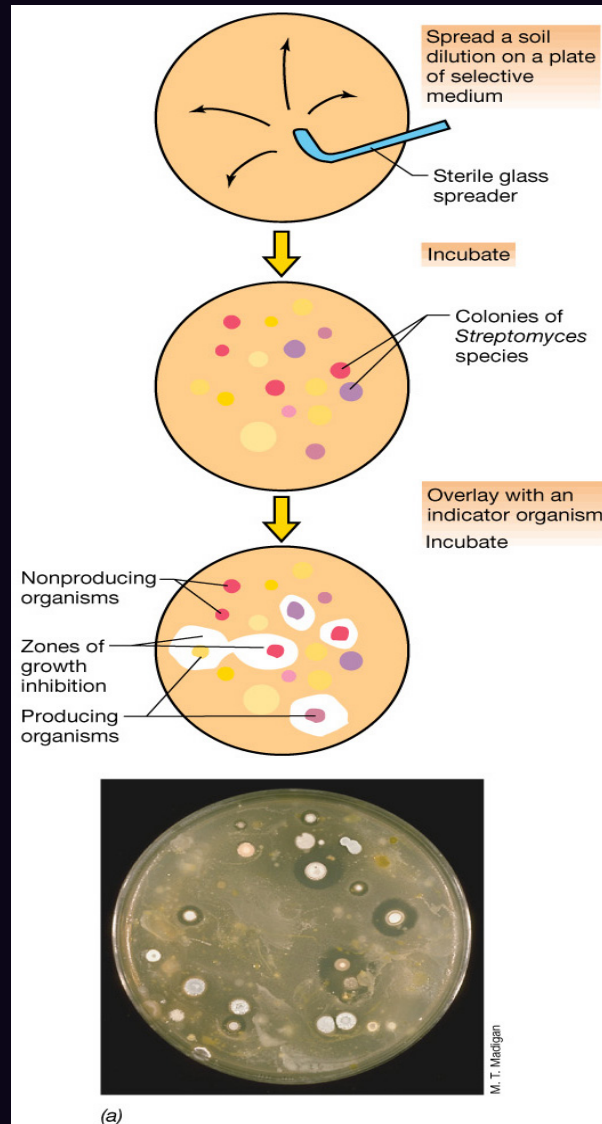
Ex. *Streptomyces* pode produzir 30 antibióticos diferentes relacionados

- Superprodução

genum Geralmente são produzidos durante a esporulação

Ex. Antibióticos são produzidos por fungos e bactérias formadoras de esporo (bactérias do grupo actinomicetos)

Busca por novos antibióticos



Semear uma população de organismos desconhecidos

Deixa crescer células isoladas

Semear bactérias testes (conjunto de bactérias relacionadas a patógenos em que o antibiótico pode ser utilizado)

Analisar halos onde não há crescimento de bactérias testes

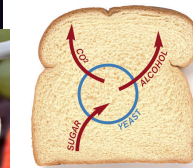
Bioprodutos microbianos

REPORTAGENS



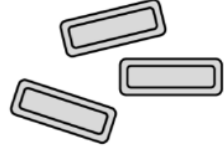
Biodiversidade brasileira é fonte de microorganismos produtores de plásticos e elastômeros biodegradáveis

Luiziana da Silva, Maria Filomena Rodrin & José Gr



Saccharomyces cerevisiae

Zymomonas mobilis



Glycolysis/fermentation

Ethanol



CHEESE PRODUCTION

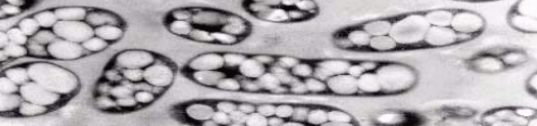
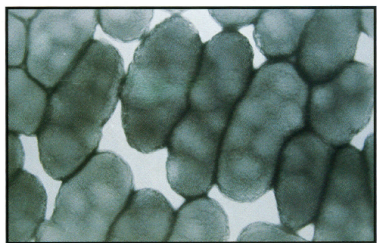


Figura 1. Grânulos de polímero biodegradável do tipo poli-3-hidroxi-butarato (P3HB) no interior de bactérias (preparação e fotomicrografia eletrônica realizadas por Rita de Cássia Paro Alli, Agrupamento de Biotecnologia, DQ, IPT)



Acima, a bactéria *Ralstonia eutropha*, que transforma açúcar em polímero. Ao lado, utensílios fabricados com bioplástico



HOW DID THEY MAKE INSULIN FROM RECOMBINANT DNA?

