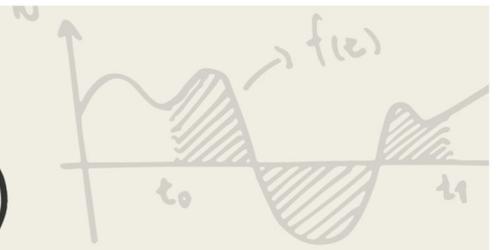


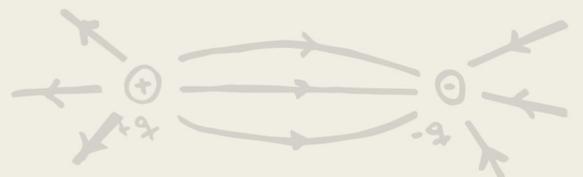
meSalva!



MICROBIOLOGIA



AFIXOS
CONTROLADO →
MENTE
SUFIXO
CAFETERIA
SINAL DE
REGIÇÃO

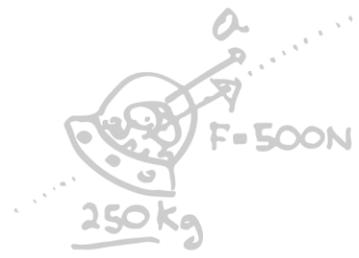


MÓDULOS CONTEMPLADOS

- ✓ IMIC - Introdução à Microbiologia
- ✓ VIRU - Vírus
- ✓ DVRI - Doenças Virais I
- ✓ DVII - Doenças Virais II
- ✓ BACI - Procaríotos
- ✓ DBAI - Doenças Bacterianas I
- ✓ DBII - Doenças Bacterianas II
- ✓ PRTZ - Protozoários
- ✓ DPTZ - Doenças de Protozoários
- ✓ ALGS - Algas
- ✓ EXAP - Exercícios de Microbiologia



ARISTARCA
 $\frac{1}{3}h$



CURSO

EXTENSIVO 2017

DISCIPLINA

BIOLOGIA

CAPÍTULO

MICROBIOLOGIA

PROFESSORES

GLAUCIA MARQUES E RONALDO PAESI



MICROBIOLOGIA

INTRODUÇÃO À MICROBIOLOGIA

E aí, galera do MeSalva! Nesta apostila vamos adentrar em um mundo à parte: o da microbiologia. Essa área da Bio é responsável por estudar os micro-organismos, incluindo eucariontes unicelulares, como os protozoários e as algas, e procariontes, como as bactérias. E o que esses seres vivos têm em comum? De forma geral, não são visíveis a olho nu e precisamos utilizar microscópios para observá-los. Apesar de seres muito pequenos, eles estão distribuídos nos mais diferentes grupos taxonômicos. Por exemplo: os procariontes podem ser de dois Domínios diferentes, Archaea e Bacteria (com vários Reinos cada). Já micro-organismos eucariontes (Domínio Eukarya) podem estar em diferentes Reinos, como o dos protozoários ou dos fungos.

Na Microbiologia se estuda, ainda, os vírus, que têm características peculiares, pois ninguém sabe muito bem como classificá-los. Outra coisa em comum entre esses organismos é que, apesar da maior parte da diversidade deles não causar problemas aos seres humanos, muitos são patogênicos, ou seja, causam doenças em nós, seres humanos, e essa é uma área de estudo muito importante para a nossa saúde. A despeito disso, muitos outros são benéficos para os seres humanos e usamos vários para os mais diversos fins, como a produção de iogurtes, queijos, chocolate, vinho, cerveja...

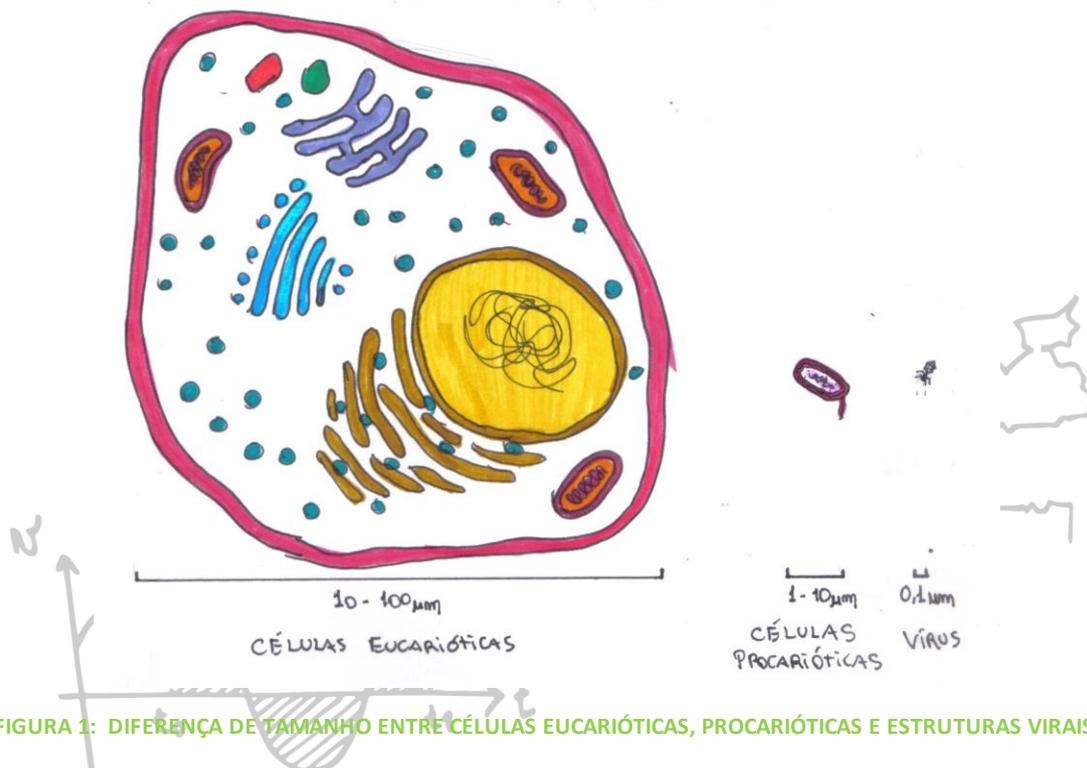


FIGURA 1: DIFERENÇA DE TAMANHO ENTRE CÉLULAS EUCARIÓTICAS, PROCARIÓTICAS E ESTRUTURAS VIRIAIS.

ENDOSSIMBIOSE E EVOLUÇÃO DOS EUKARIOTES

Como mencionamos antes, os organismos estudados dentro da microbiologia não fazem parte do mesmo grupo. Aliás, por muito tempo, os eucariotes nem existiam na terra, havendo apenas os seres procariontes ancestrais (com organização celular parecida com a das bactérias atuais) que originaram, posteriormente, os primeiros eucariotes (com organização celular parecida com protozoários e algas atuais). Vamos entender melhor como isso aconteceu.

Existe uma enorme biodiversidade no grupo dos chamados protistas (protozoários e algas), que resulta, em parte, dos diferentes eventos de endossimbiose que ocorreram ao longo da evolução da célula eucariótica. A endossimbiose primária consiste no englobamento de uma célula procariótica por uma célula ancestral dos eucariotes que deu origem às mitocôndrias e aos cloroplastos. Já a endossimbiose secundária consiste no englobamento de uma célula eucariótica que já sofreu endossimbiose primária por uma célula eucariótica, que origina, novamente, um cloroplasto, cuja peculiaridade é possuir mais de duas membranas. A linhagem de eucariotes que derivou da endossimbiose primária com bactérias aeróbias foi a seguinte: Diplomonadidas, Parabasálias, Amoebozoas, Foraminíferos, Radiolários, Heliozoários, Fungos e Animais (alguns perderam as mitocôndrias durante a evolução). A linhagem de eucariotes que derivou de endossimbiose primária com bactérias fotossintetizantes gerou as algas verdes, as plantas e as algas vermelhas. A linhagem de eucariotes que derivou da endossimbiose secundária com algas verdes ou vermelhas deu origem aos seguintes grupos: Cinetoplastídeos e Euglenóides, Algas Pardas, Diatomáceas, Ciliados, Apicomplexa, Dinoflagelados (com algas vermelhas). Ao longo desta apostila, vamos estudar um pouco sobre esses seres.

VÍRUS: SERES VIVOS OU NÃO VIVOS?

Por não estarem incluídos em nenhum domínio ou reino, o estudo dos vírus nos remete ao conceito de vida. Dentre as características mais típicas dos seres vivos, que permitem distingui-los dos seres não vivos, destacam-se: a composição química peculiar, a organização celular, a capacidade de reação, a movimentação, o crescimento, a reprodução, a hereditariedade, a variabilidade genética, ocorrência de mutações, seleção natural e adaptações.

Os vírus são extremamente pequenos, menores do que as menores bactérias conhecidas, compostos por uma cápsula proteica (ou capsídeo) que envolve o material genético – que na maior parte das vezes é DNA ou RNA, nunca os dois. Entretanto, alguns vírus podem apresentar os dois. Via de regra, para qualquer avaliação, considere essas exceções apenas se enunciado apresentar a informação. Estas estruturas compõem o nucleocapsídeo.

Os vírus podem, ainda, possuir um envelope lipoproteico que envolve o capsídeo. Esse envelope tem duas origens: os fosfolipídios são oriundos da membrana plasmática da célula hospedeira e a parte proteica é composta por proteínas virais (sintetizadas pela célula infectada,

pois ela está sob comando do material genético viral). Os vírus que apresentam essas estruturas são chamados envelopados. Exemplo: vírus HIV.

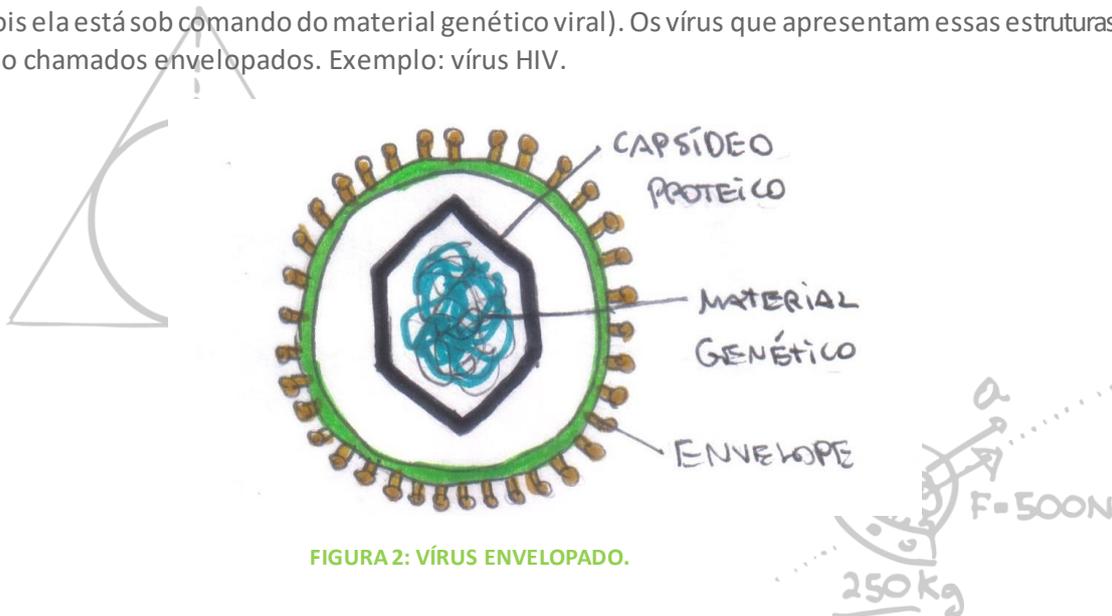


FIGURA 2: VÍRUS ENVELOPADO.

ORIGEM DOS VÍRUS

Sabe-se que os vírus surgiram de forma independente, em múltiplas ocasiões. Alguns, embora monofiléticos, não se encaixam na árvore da vida. Existem três teorias principais para explicar a origem dos vírus:

- ✓ Surgiram como moléculas de RNA logo no início da vida de forma independente, assim como as células, com coevolução (parasitando);
- ✓ Trechos de DNA e RNA de células que adquiriram capacidade de replicação e formação de um envoltório proteico protetor, com posterior escape da célula original;
- ✓ Se originaram a partir de células que sofreram regressão, perdendo suas partes características e ficando apenas com o material genético e uma estrutura protetora ao redor. Essa é a hipótese aceita como mais provável.

BACTERIÓFAGOS

São vírus que parasitam bactérias. Pelo estudo desse tipo de vírus foi possível identificar diferentes tipos de ciclos relacionados com sua infecção, chamados de ciclo lítico e ciclo lisogênico. Ambos os ciclos reprodutivos iniciam-se quando o vírus adere à superfície da célula hospedeira e insere seu material genético.

No ciclo lítico, após a inserção do material genético viral, a bactéria tem suas funções normais interrompidas. O ácido nucleico do vírus, ao mesmo tempo em que é replicado, comanda a síntese das proteínas que irão compor o capsídeo. Os capsídeos organizam-se e envolvem as moléculas replicadas de ácido nucleico viral (etapa de montagem). São produzidos, então, novos vírus. Ocorre a lise, ou seja, a célula infectada se rompe e os novos bacteriófagos são liberados. Os sintomas causados por um vírus que se reproduz por esta maneira, em um

organismo multicelular, aparecem imediatamente. Os vírus utilizam o equipamento bioquímico da célula (ribossomos) nesse ciclo para fabricar suas próprias proteínas.

No ciclo lisogênico, porém, o vírus insere seu material genético na bactéria ou na célula hospedeira, onde o material genético viral incorpora-se ao genoma da célula infectada. Essa molécula incorporada recebe o nome de profago. Uma vez infectada, a célula continua suas operações normais, como reprodução e crescimento. Durante o processo de divisão celular, o material genético da célula e o material genético viral incorporado sofrem duplicação e, em seguida, são divididos equitativamente entre as células-filhas. Assim, uma vez infectada, uma célula começará a transmitir o vírus sempre que passar por divisão e todas as células-filhas serão infectadas. Os sintomas causados por um vírus que se reproduz em um organismo multicelular dessa maneira podem demorar a aparecer. Também pode ocorrer, ocasionalmente, de o profago se soltar do cromossomo hospedeiro e iniciar um ciclo lítico.

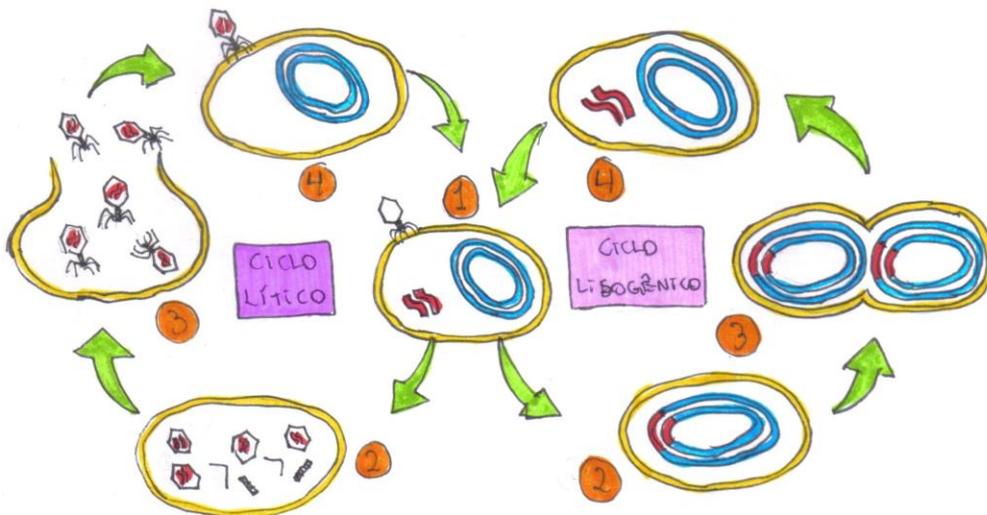


FIGURA 3: EM 1, O DNA DO FAGO ENTRA NA CÉLULA HOSPEDEIRA, PODENDO INICIAR O CICLO LÍTICO OU LISOGÊNICO. CICLO LÍTICO: EM 2, O FAGO MULTIPLICA-SE NA BACTÉRIA HOSPEDEIRA; EM 3, A CÉLULA SOFRE LISE E OS FAGOS SÃO LIBERADOS; EM 4, O BACTERÍOFAGO LIGA-SE À BACTÉRIA PARA INICIAR UM NOVO CICLO. CICLO LISOGÊNICO: EM 2, O DNA DO FAGO INTEGRA-SE AO CROMOSSOMO BACTERIANO, TORNANDO-SE UM PROFAGO; EM 3, A BACTÉRIA SE REPRODUZ NORMALMENTE PASSANDO O PROFAGO PARA SUAS CÉLULAS-FILHAS; EM 4, OCASIONALMENTE, O PROFAGO SOLTA-SE DO CROMOSSOMO HOSPEDEIRO E INICIA UM CICLO LÍTICO.

VÍRUS DE PLANTAS E DE ANIMAIS

Os vírus que infectam as plantas geralmente são vírus de RNA, sem envelope. São transmitidos por insetos, fungos, vermes, pólen, sementes ou por difusão mecânica (quando a maquinaria humana de manipulação de plantas é o vetor de contaminação). Doenças virais em plantas geralmente são identificadas por manchas em folhas, flores e frutos e pelo declínio da sua taxa de crescimento.

Já o material genético dos vírus que infectam animais pode ser DNA ou RNA. Os vírus envelopados podem fundir seus envelopes à membrana plasmática da célula ou entrar por endocitose para infectar uma célula animal; já os vírus que não apresentam envelope penetram na célula por endocitose, apenas. Em todos os casos, assim que o vírus entra na célula, o capsídeo e os envoltórios são degradados e as moléculas de ácido nucleico passam a comandar o metabolismo celular. Se o vírus for de DNA, ele sofrerá processos normais de transcrição e de tradução, mas, se for de RNA, pode sofrer diferentes processos:

- ✓ O RNA pode ser replicado, formando várias outras moléculas de RNA que comandarão a síntese de proteínas. (Exemplo: vírus da gripe, da raiva e da poliomielite);
- ✓ Uma enzima viral chamada transcriptase reversa pode produzir moléculas de DNA a partir do RNA. Essas moléculas então, se incorporam ao DNA da célula hospedeira e são transcritas em RNA. Vírus de RNA que possuem a transcriptase reversa são conhecidos como retrovírus (exemplo: HIV e alguns vírus causadores de cânceres).

DOENÇAS VIRAIS

Inúmeras das doenças que atingem os humanos são de origem viral. Em seguida estudaremos algumas delas. A AIDS (síndrome da imunodeficiência adquirida) é provocada pelo vírus HIV, que é envelopado e cujo material genético é composto por RNA. Por atacar e destruir um tipo de linfócito T, o sistema imune é prejudicado. A doença pode demorar a se manifestar, pois o vírus possui grande parte do seu ciclo de vida incubado. Esta síndrome se caracteriza por um conjunto de infecções oportunistas que surgem devido à queda da imunidade. Dessa forma, até mesmo as infecções mais simples, que seriam combatidas facilmente pelo organismo de pessoas com sistema imunitário normal, passam a se manifestar de forma grave. Para que seja bem sucedido em sua infecção, o retrovírus HIV possui algumas moléculas essenciais. A transcriptase reversa é uma enzima que realiza o processo da transcrição reversa, isso é, a formação de DNA a partir do RNA viral; a integrase é responsável por inserir o DNA duplo do vírus no DNA da célula hospedeira; a protease permite que o vírus infecte outras células.

Nas famosas doenças virais temos a **gripe**, causada por variedades de vírus Influenza. O contágio se dá através de gotículas de secreções. São altamente mutagênicos e por isso é muito difícil produzir uma vacina que confira imunidade permanente, de modo que as vacinas contra a gripe são anuais. Esses vírus atacam células do sistema respiratório, causando sintomas como a coriza, tosse e dificuldade para respirar, entre outros.

Existe uma diferença entre resfriado e gripe. Os resfriados podem ser causados por outras variedades de Influenza ou outros vírus, como rinovírus (mais de 200 tipos) ou o vírus sincicial respiratório, relacionado à grande parte das infecções respiratórias em crianças com menos de dois anos.

Temos também o citomegalovírus, pertencente à família dos agentes causadores do herpes. Ao analisarem a estrutura desse vírus, pesquisadores descobriram que ele possui DNA e RNA envoltos pelo mesmo capsídeo—lembra que falamos que existem vírus com DNA e RNA? Então, tá aí. Posteriormente foi observado que, na verdade, citomegalovírus são vírus de DNA

que, ao deixar a célula hospedeira, levam consigo moléculas de RNA. Esta incorporação garantirá que a próxima infecção seja mais rápida, já que este RNA passa a comandar a síntese de proteínas enquanto o DNA viral se incorpora ao DNA da célula hospedeira.

E aí segue para uma variedade de doenças virais. Algumas delas são citadas em seguida:

- ✓ **Catapora** ou **varicela**: a contaminação ocorre pela saliva ou contato com objetos contaminados. O sintoma mais característico é a presença de bolinhas vermelhas na pele, que coçam;
- ✓ **Caxumba**: a contaminação ocorre pela saliva, copos e garfos contaminados. Algumas pessoas não apresentam sintomas. Quando ocorrem, incluem glândulas salivares doloridas e inchadas, febre, dor de cabeça, fadiga e falta de apetite;
- ✓ **Dengue, zika vírus e chikungunya**: essas três doenças são transmitidas pela picada da fêmea de mosquitos *Aedes aegypti*. Os sintomas da dengue clássica são febre alta e dores nos músculos e nas articulações. O aparecimento de manchas vermelhas na pele, sangramentos (nariz, gengivas), dor abdominal intensa e contínua e vômitos persistentes pode indicar a evolução para dengue hemorrágica. O zika vírus pode, ainda, ser transmitido pelo sexo sem proteção. Os sintomas mais comuns da doença são febre, e ruções, dor nas articulações e olhos vermelhos. O mosquito *Aedes albopictus* também é responsável por transmitir a chikungunya, que tem como sintomas febre acima de 39 graus, de início repentino, e dores intensas nas articulações de pés e mãos – dedos, tornozelos e pulsos. Pode ocorrer, também, dor de cabeça, dores nos músculos e manchas vermelhas na pele. Cerca de 30% dos casos não chegam a desenvolver sintomas. A principal ação de combate aos mosquitos é evitar sua reprodução;
- ✓ **Febre amarela**: a transmissão urbana é pela picada da fêmea de *Aedes aegypti*; a transmissão silvestre é pela picada dos gêneros de mosquitos *Haemagogus* e *Sabethes*. Os casos moderados provocam febre, dor de cabeça, náusea e vômitos. Casos mais graves podem gerar problemas cardíacos, renais e hepáticos fatais;
- ✓ **Hepatite (mais comuns: A, B, C)**: a hepatite A é transmitida por água e alimentos contaminados; o vírus não destrói as células do fígado, mas sim o próprio sistema imunológico do doente, que destrói as células infectadas. As hepatites B e C são transmitidas através de relações sexuais sem preservativo e materiais cortantes não esterilizados; mais de 50% da população mundial já foi contaminada pelo vírus da hepatite B. Apesar de sermos capazes de produzir anticorpos contra o vírus, eles só funcionam quando o vírus está na corrente sanguínea. Depois que o vírus entra nos hepatócitos (células do fígado), os anticorpos não conseguem destruí-lo diretamente. Como partes do vírus são expressos (partes dele aparecem) na membrana que recobre o hepatócito, o organismo reconhece essas partes e desencadeia uma inflamação, em que células (principalmente linfócitos T citotóxicos) destroem os hepatócitos infectados. Está iniciada a hepatite. Ao contrário dos demais vírus que causam a doença, o vírus da hepatite C não gera uma resposta imunológica adequada no organismo, o que faz com que a infecção aguda seja menos sintomática, mas também com que a maioria das pessoas que se infectam se tornem portadores de hepatite crônica, com suas consequências a longo prazo;
- ✓ **Herpes simples**: do tipo I e II. A contaminação é pelo contato direto ou indireto com objetos usados por herpéticos, quando as feridas aparecem. Os principais sinais e sintomas de herpes simples incluem pequenas bolhas, [aftas](#) ou úlceras, geralmente na boca, nos lábios, nas gengivas ou nos genitais, nódulos linfáticos aumentados no pescoço ou na virilha (geralmente somente no momento inicial da infecção), herpes de boca e [febre](#) (especialmente durante o primeiro

episódio de infecção); lesões genitais ou mesmo orais podem começar com uma sensação de queimação ou formigamento;

- ✓ **Herpes zoster:** é uma reativação do vírus da varicela no organismo, que causa erupções dolorosas no corpo em forma de bolhas. É transmitida através do contato com a pele ou por contato com a saliva de pessoas com o vírus. Seu tratamento se dá por meio de analgésicos e antivirais.
- ✓ **Poliomielite:** a contaminação ocorre através de gotículas de saliva, água ou alimentos. As pessoas podem não apresentar sintomas, mas, quando apresentam, incluem fadiga, febre, mal-estar, sensação de desmaio, fraqueza muscular, perda de massa muscular ou tremor muscular, crescimento atrofiado, dor de cabeça ou náusea;
- ✓ **Raiva:** a contaminação ocorre através da mordedura de animal infectado. Os sintomas incluem febre, dor de cabeça, salivação em excesso, espasmos musculares, paralisia e confusão mental;
- ✓ **Rubéola:** a transmissão ocorre por gotículas de saliva ou contato direto com pessoa contaminada; os sintomas geralmente aparecem duas a três semanas após a exposição, incluindo também febre leve e dor de cabeça;
- ✓ **Sarampo:** a contaminação ocorre através da saliva. Os sintomas do sarampo não aparecem até 10 a 14 dias após a exposição. Eles incluem tosse, coriza, olhos inflamados, dor na garganta, febre e erupções cutâneas vermelhas e com manchas;
- ✓ **Varíola:** a contaminação ocorre através da saliva, contato direto e objetos contaminados, como copos, por exemplo. O sistema imunitário responde ao vírus com uma reação TH1 (citotóxica), destruindo as células infectadas antes que o vírus se replique. O vírus espalha-se por ligações que induz entre células vizinhas e, portanto, não é completamente acessível à neutralização com anticorpos. Além de sintomas semelhantes aos da gripe, os pacientes também apresentam uma erupção cutânea que aparece primeiramente no rosto, nas mãos e nos antebraços, passando posteriormente para o tronco;
- ✓ **H1N1:** a contaminação ocorre através de tosse ou espirro, saliva e superfícies contaminadas. Os sintomas são febre, tosse, dor de garganta, calafrios e dores pelo corpo;
- ✓ **Mononucleose:** doença que causa febre, dor de garganta e fadiga intensa, sendo transmitida pela saliva ou pelo sangue de pessoas contaminadas com o vírus, podendo passar através do sexo sem preservativo. O tratamento envolve repouso, líquidos, analgésicos e antitérmicos;
- ✓ **Vírus do papiloma humano (HPV):** mais conhecido pelas verrugas genitais, é responsável por todas as verrugas que surgem no corpo, dependendo do vírus com o qual a pessoa teve contato. Existe mais de um vírus que causa as verrugas genitais, as que mais causam preocupação, e essa é a DST mais comum atualmente. Vocês sabiam que cerca de 80% das mulheres sexualmente ativas serão infectadas pelo vírus ao longo da vida? A questão é que muitas vezes ocorre a infecção, mas não há sintomas, e o corpo consegue eliminar o vírus sozinho. Quando há o surgimento de lesões, o tratamento envolve queimar as verrugas com ácido ou retirá-las cirurgicamente. Mulheres devem ficar muito atentas quanto a esse vírus, pois ele está diretamente ligado ao câncer do colo de útero e, por isso, é importantíssimo manter os exames em dia e fazer sempre (mesmo quando não há a prática de penetração), o uso de preservativo, tanto para homens quanto para mulheres. É possível, ainda, tomar a vacina que evita a contaminação pelos vírus.



BACTÉRIAS E ARQUEOBACTÉRIAS: OS PROCARIOTES

Antigamente, os procariotos eram considerados membros do Reino Monera. Com o avanço da ciência, esse táxon foi deixado de lado. Hoje, os procariotos estão organizados em dois Domínios: Archaea e Bacteria. Apesar de sua má fama, a maioria das bactérias não é patogênica. Elas possuem diversas funções: fotossíntese, decomposição e fixação de nitrogênio no solo, por exemplo, além de terem ampla utilização em processos nas indústrias alimentícias, farmacológicas e agrônômicas.

Evolutivamente, as arqueas estão mais próximas dos eucariotos que as bactérias. Estudaremos um pouco mais sobre esses dois domínios.

DIVERSIDADE MORFOLÓGICA DOS PROCARIOTES

A maioria dos procariotes é unicelular, de tamanho muito menor que as menores células eucarióticas. Exceções existem: algumas bactérias chegam a 0,7mm e podem ser vistas a olho nu. As formas mais comuns de células procarióticas estão na figura abaixo:

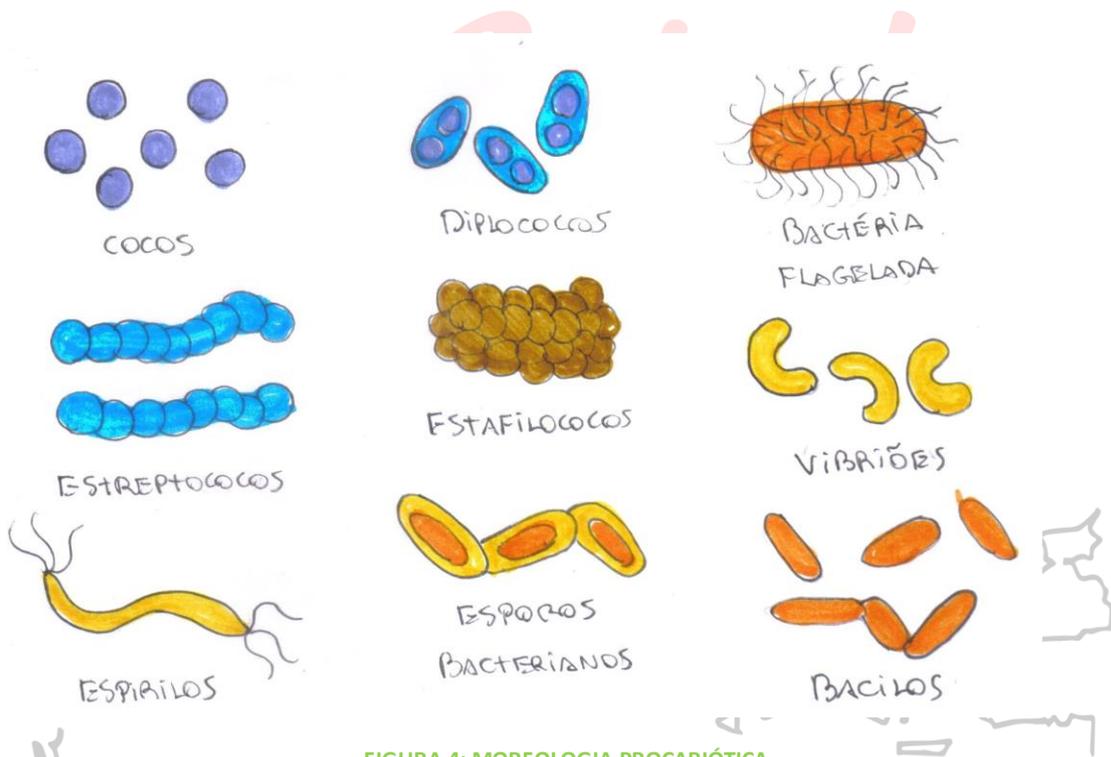
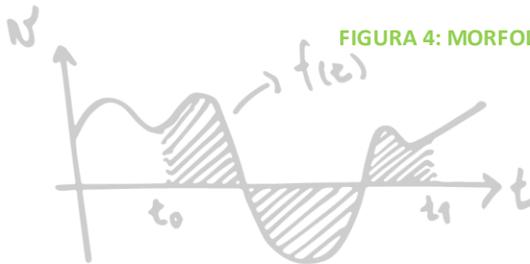
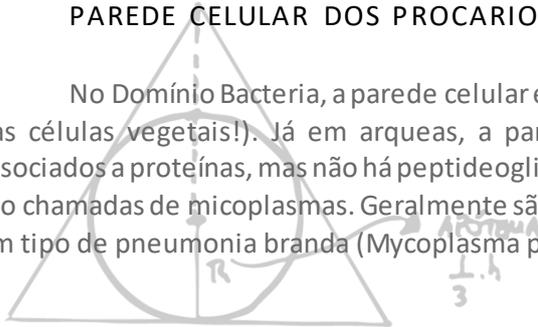


FIGURA 4: MORFOLOGIA PROCARIÓTICA.



PAREDE CELULAR DOS PROCARIONTES

No Domínio Bacteria, a parede celular é de peptidoglicano (lembra que é de celulose nas células vegetais!). Já em arqueas, a parede pode ser de polissacarídeos complexos associados a proteínas, mas não há peptidoglicano. As bactérias ou arqueas sem parede celular são chamadas de micoplasmas. Geralmente são parasitas, como é o caso da espécie que causa um tipo de pneumonia branda (*Mycoplasma pneumoniae*).



DOMÍNIO BACTERIA

Podem ser encontrados em uma grande diversidade de ambientes, desde que haja água, mesmo que pouca ou esporádica.

Cianobactérias são as antigas algas azuis. Podem ter desde pigmentos verde-azulados até marrom-avermelhado. Seus pigmentos fotossintetizantes são a clorofila a e b, ficoeritrina (vermelho) e ficocianina (azul). Apresentam resistência à dessecação (dormência), a altas e baixas temperaturas. Algumas de suas substâncias produzidas podem ser utilizadas pela indústria farmacêutica contra doenças como o câncer e a AIDS.

Podem produzir toxinas (hepatotoxinas e/ou neurotoxinas) ao exibir as “florações” – quando aumentam rapidamente em número em uma determinada época.

COLORAÇÃO DE GRAM

Para facilitar a identificação das bactérias, foi desenvolvida a coloração de Gram. Seguem as etapas da coloração:

1. fixação de bactérias em uma lâmina através de calor (chama);
2. aplicação do corante cristal de violeta e, depois, do lugol (à base de iodo);
3. as substâncias se combinam no citoplasma, que passa a apresentar a cor púrpura;
4. adiciona-se álcool, que descolore algumas células coradas; nem todas ficam descoradas.

As diferenças estruturais na parede celular dos procariontes afetam a retenção do corante: as bactérias gram-positivas retêm a coloração, pois a parede celular é formada por uma espessa camada de peptidoglicano, ao contrário das gram-negativas, cuja parede celular é delgada.



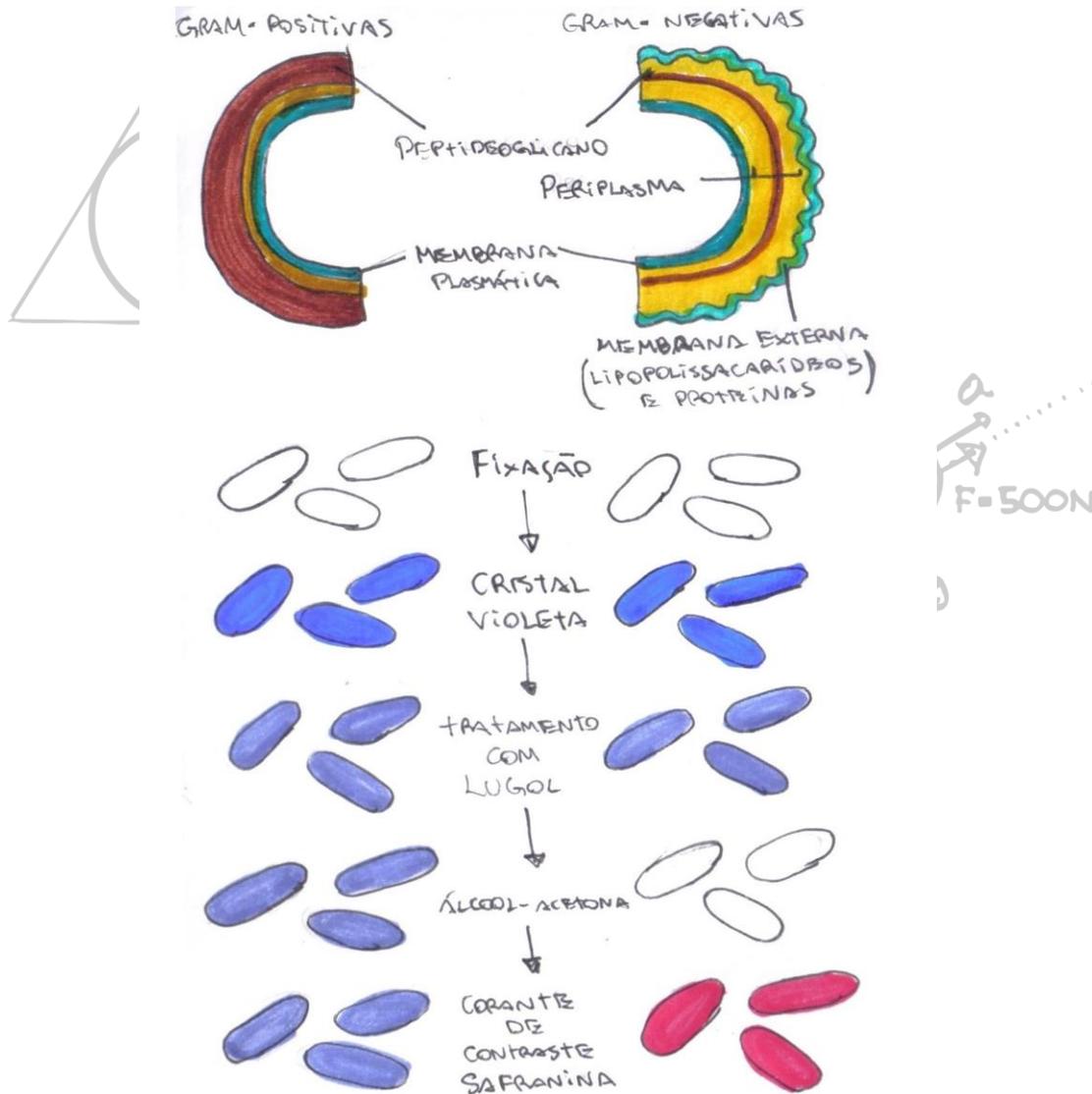


FIGURA 5: PROCESSO DA COLORAÇÃO DE GRAM.

REPRODUÇÃO

As bactérias apresentam alto poder de reprodução assexuada e podem se reproduzir por:

- ✓ **Bipartição ou Fissão Binária:** uma única bactéria origina, em algumas horas, milhares de descendentes geneticamente idênticos entre si. Esse é o mecanismo para a formação (ou o crescimento) de colônias;
- ✓ **Formação de hormogônios:** cianobactérias filamentosas podem se quebrar em determinados pontos. Esses fragmentos são os hormogônios, que têm a capacidade de se regenerar em outro local e estimular o crescimento do filamento novamente;



- ✓ **Esporulação:** quando o ambiente torna-se desfavorável à sobrevivência da bactéria, ela pode formar esporos, isto é, estruturas de resistência. Chamamos esses esporos de acinetos em cianobactérias filamentosas, e de endósporos nas demais bactérias.

Elas também podem se reproduz sexualmente, através da:

- ✓ **Conjugação:** união de duas bactérias com estabelecimento de ponte de transferência de genes (plasmídeos);
- ✓ **Transformação:** absorção e incorporação de moléculas de DNA disponíveis no meio (provenientes de bactérias mortas em decomposição);
- ✓ **Transdução:** transferência de genes de uma bactéria para outra por meio de vírus bacteriófagos.

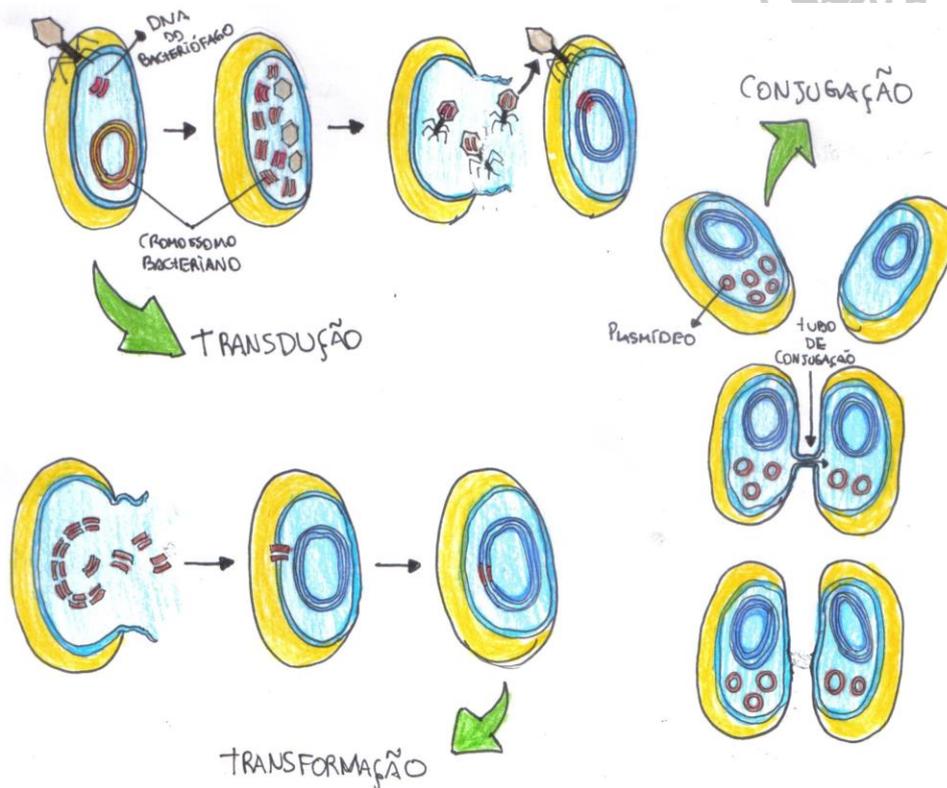


FIGURA 6: REPRODUÇÃO SEXUADA DAS BACTÉRIAS COM TROCA DE MATERIAL GENÉTICO.

BIORREMEDIÇÃO

Esse é o termo utilizado por organismos, principalmente de bactérias, para limpar áreas ambientais contaminadas por poluentes. O grande interesse por esse tipo de procedimento deve-se ao fato de a biorremediação ser mais simples, mais barata e menos prejudicial ao ambiente do que os processos não biológicos utilizados atualmente, com o recolhimento de poluentes e transportá-los para outros locais.



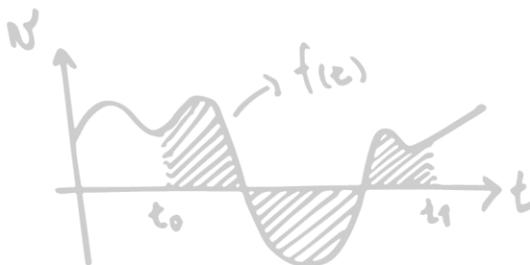
Pode-se citar como exemplo de biorremediação o uso de bactérias do gênero *Pseudomonas* na descontaminação de ambientes poluídos por pesticidas ou petróleo. *Pseudomonas* spp. e outras bactérias semelhantes oxidam diversos compostos orgânicos nocivos, transformando-os em substâncias inócuas ao ambiente. Atualmente, a biorremediação tem se voltado para o estudo genético dessas bactérias, a fim de modificar seus genes e aumentar sua eficiência como despoluidoras.



NUTRIÇÃO

As bactérias podem ser autotróficas ou heterotróficas quanto à fonte de átomos de carbono para a produção de suas moléculas orgânicas. Em relação à fonte de energia, as bactérias podem ser classificadas em dois grandes grupos: fotoquímicas ou quimiotróficas. Ao combinarmos as duas classificações, podemos classificar as bactérias em quatro grandes grupos:

- ✓ **Bactérias fotoautotróficas:** produzem suas próprias substâncias orgânicas, utilizando o gás carbônico como fonte de carbono e luz como fonte de energia. Pode-se distinguir dois grupos entre elas, que diferem quanto ao tipo de fotossíntese que realizam: Proclorófitas e cianobactérias (antigas cianofíceas): sua fotossíntese é semelhante ao das algas e das plantas;
- ✓ **Sulfobactérias:** realizam um tipo de fotossíntese em que a substância doadora de hidrogênio não é a água, mas compostos de enxofre, principalmente (H_2S). Por isso, essas bactérias produzem enxofre elementar (S) como subproduto da fotossíntese, e não gás oxigênio. A maioria das sulfobactérias vive em sedimentos pobres em gás oxigênio no fundo de lagos e lagoas; são anaeróbias obrigatórias, pois o oxigênio inibe a produção de pigmentos fotossintetizantes em suas células;
- ✓ **Bactérias foto-heterotróficas:** utilizam luz como fonte de energia, mas não conseguem converter gás carbônico em moléculas orgânicas. Assim, elas utilizam compostos orgânicos que absorvem do meio externo (álcoois, ácidos graxos, glicídios, etc.) como fonte de carbono para a produção dos componentes orgânicos de suas células. Essas bactérias são anaeróbias e, como exemplo, pode-se citar as bactérias não sulfurosas verdes, como *Chloroflexus* spp., e as não sulfurosas púrpuras, como *Rhodospseudomonas* spp.;
- ✓ **Bactérias quimioautotróficas:** utilizam oxidações de compostos orgânicos como fonte de energia para a síntese de substâncias orgânicas a partir de gás carbônico e de átomos de hidrogênio provenientes de substâncias diversas. Destacam-se as nitrobactérias e as nitrosomonas, que vivem no solo e participam da reciclagem do nitrogênio em nosso planeta.



DOMÍNIO ARCHAEA

A classificação dos seres vivos que inclui todos os seres procarióticos no Reino Monera tem sido objeto de críticas pelo fato de haver dois grupos bem distintos de seres procarióticos: as arqueas (do grego “archaea”, antigo), anteriormente chamadas de arqueobactérias, e as eubactérias (do grego “eu”, verdadeiro), atualmente chamadas de bactérias. Os grupos são morfologicamente muito semelhantes e só foram separados recentemente devido ao desenvolvimento de técnicas de análise molecular. Uma importante diferença entre arqueas e bactérias é a constituição química da parede celular: arqueas não apresentam o peptidoglicano.

A maioria vive em locais extremos e inadequados a outras formas de vida, como: lava de vulcões, interior de geleiras, pHs ácidos, etc.; por isso, muitas são chamadas de extremófilas. Reproduzem-se por bipartição e ainda não são conhecidos mecanismos de variabilidade genética (além da mutação). Dentre as archeas de principal interesse estão as metanogênicas (produzem o gás metano, são anaeróbias e vivem no intestino, causando flatulência, em pântanos e em ambientes profundos), as halófitas extremas (ambientes aquáticos com salinidade elevada, como o Mar Morto) e as termófilas extremas (vivem em fontes de água muito quentes, em geleiras, no deserto...).

DOENÇAS BACTERIANAS

Muitas das doenças humanas são provocadas por bactérias. Essas infecções ocorrem geralmente pela inalação ou ingestão de tais organismos e suas manifestações são variadas. Pele, sistema respiratório e sistema digestório são algumas das regiões que podem ser acometidas. A prevenção da maioria dessas doenças pode ser feita por meio da vacinação e adoção de medidas específicas, como lavar as mãos com frequência e lavar e/ou ferver os alimentos antes de ingeri-los. O tratamento de infecções bacterianas, no geral, é feito com antibióticos. São doenças bacterianas:

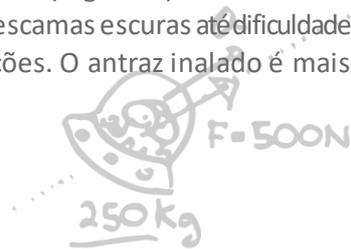
- ✓ **Tifo epidêmico:** causado por bactérias chamadas riquetsias, que são parasitas intracelulares obrigatórios; é transmitido por picadas de pulgas, carrapatos e piolhos infectados. Os sintomas são febre alta, dor de cabeça, mal-estar, náuseas, vômitos, tosse, dor de barriga, diarreia e manchas avermelhadas na pele;
- ✓ **Febre maculosa:** causada por bactérias chamadas riquetsias (*Rickettsia rickettsii*), parasitas intracelulares obrigatórios. Transmitida por picadas de carrapato-estrela. Os sintomas incluem febre, dor de cabeça e dores musculares. Pode ocorrer uma erupção cutânea, frequentemente com pele escurecida ou incrustada no local da picada do carrapato. A febre maculosa responde bem ao tratamento imediato com antibióticos;
- ✓ **Tracoma:** causado por clamídias, parasitas intracelulares que são transmitidos aos humanos de pessoa a pessoa. Os sintomas começam com coceira e irritação leve nos olhos e nas pálpebras. Podem progredir para visão embaçada e dor nos olhos. Antibióticos podem tratar os primeiros estágios do tracoma. A cirurgia é necessária para os estágios mais avançados;
- ✓ **Linfogranuloma venéreo (DST):** causado por clamídias, parasitas intracelulares que são transmitidos aos humanos de pessoa a pessoa. Os primeiros sintomas aparecem de 7 a 30 dias

após a exposição à bactéria. Primeiramente surge uma ferida ou caroço muito pequeno na pele dos locais que estiveram em contato com essa bactéria (pênis, vagina, boca, colo do útero e ânus) que dura, em média, de três a cinco dias. Entre duas a seis semanas após a ferida, surge um inchaço doloroso dos gânglios da virilha. Se esse inchaço não for tratado rápido, pode piorar e formar feridas com saída de secreção purulenta, além de deformidade local. Sintomas gerais, como dor nas articulações, febre e mal-estar também podem aparecer. O linfogranuloma venéreo pode ser tratado com três semanas de antibióticos;

- ✓ **Botulismo:** causado por *Clostridium botulinum* e transmitido por ingestão da toxina bacteriana, encontrada em alimentos enlatados e conservas artesanais. Os sintomas são dificuldade para engolir ou falar, fraqueza facial e paralisia. Os tratamentos incluem injeção de antitoxina e auxílio respiratório;
- ✓ **Cólera:** causada por *Vibrio cholerae*. Transmitida por ingestão de água ou alimentos contaminados pela bactéria. Os principais sintomas são diarreia e desidratação, mas podem incluir, raramente, estado de choque e convulsões nos casos mais graves. O tratamento inclui reidratação, fluidos intravenosos e antibióticos;
- ✓ **Coqueluche:** causada por *Bordetella pertussis*. Transmitida por inalação de gotículas de secreções. Além da tosse que soa como um “grito”, outros sintomas são coriza, congestão nasal e espirros. Os tratamentos utilizam antibióticos;
- ✓ **Difteria (crupe):** causada por *Corynebacterium diphtheriae*. Transmitida por inalação de gotículas de secreção. Os sintomas são dor de garganta, febre, inchaço nos linfonodos e fraqueza. Os tratamentos incluem antibióticos e antitoxinas que neutralizam a toxina da difteria. Há uma vacina disponível;
- ✓ **Hanseníase (lepra):** causada por *Mycobacterium leprae*. Transmitida por bacilos liberados em secreções respiratórias de pacientes não tratados. Os sintomas são lesões pálidas ou avermelhadas na pele, sensibilidade reduzida e dormência. O tratamento antecipado evita incapacitação e é feito principalmente à base de antibióticos;
- ✓ **Leptospirose:** causada por bactérias do gênero *Leptospira* e transmitida pela urina de animais como ratos. A urina contém leptospiras vivas, que podem contaminar água e alimentos e penetrar no corpo humano por pequenas lesões na pele, pela boca, narinas e olhos. Febre alta, dor de cabeça, sangramentos, dor muscular, calafrios, olhos vermelhos e vômitos são alguns dos sintomas. Sem tratamento, a leptospirose pode levar a danos nos rins e no fígado ou até mesmo à morte. O uso de antibióticos acaba com a infecção;
- ✓ **Meningite epidêmica:** causada por meningococos (*Neisseria meningitidis*). Transmitida por inalação de gotículas e secreções eliminadas pela boca e pelo nariz de pessoas contaminadas pela bactéria. Ocorre inflamação das meninges e os sintomas são dor de cabeça, febre e rigidez no pescoço. O tratamento é feito por meio de antibióticos;
- ✓ **Pneumonia:** causada por *Streptococcus pneumoniae* ou *Diplococcus pneumoniae*. Transmitida por inalação de ar contaminado por essas bactérias. Os sintomas são tosse com catarro ou pus, febre, calafrios e dificuldade de respirar. Antibióticos podem tratar muitas formas de pneumonia e algumas também podem ser prevenidas com vacinas;
- ✓ **Tétano:** causada por *Clostridium tetani*. Transmitido por esporos do bacilo no solo. Podem penetrar no corpo humano por lesão causada por objetos contaminados. O tétano causa contrações musculares doloridas, especialmente na mandíbula e no pescoço. Isso pode comprometer a capacidade de respirar, chegando a causar morte. Não há cura para tétano, por

isso o tratamento é focado na cicatrização da ferida por onde entraram os esporos da bactéria e no uso de medicamentos para tratar os sintomas;

- ✓ **Tuberculose:** causada por *Mycobacterium tuberculosis* (ou bacilo de Koch). Transmitida por inalação de gotículas de secreção contaminadas. A maioria das pessoas infectadas pela bactéria que causa a tuberculose não apresenta sintomas. Quando há, geralmente incluem tosse (às vezes com sangue), perda de peso, sudorese noturna e febre. O tratamento nem sempre é necessário para aqueles que não apresentam os sintomas; pacientes com sintomas ativos necessitam de um longo tratamento envolvendo diversos antibióticos;
- ✓ **Carbúnculo:** causada por *Bacillus anthracis* (antraz). Transmitido por penetração do esporo na pele (contato), nos pulmões (inalação) ou no sistema digestório (ingestão). Os sintomas dependem da via de infecção. Variam desde úlcera cutânea com escamas escuras até dificuldade para respirar. O tratamento antibiótico cura a maioria das infecções. O antraz inalado é mais difícil de ser tratado e pode ser fatal.

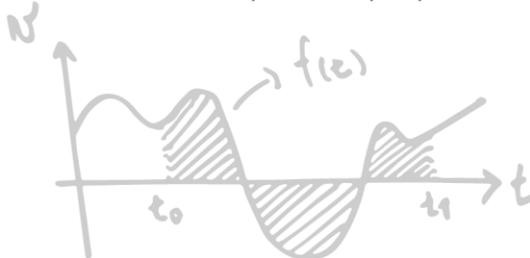


PROTISTAS

Protozoário (“primeiro animal” em grego) é uma denominação coletiva para unicelulares heterótrofos, sem valor taxonômico. Antigamente esses organismos eram classificados como protistas, palavra do grego que significa “primeiro de todos”, refletindo a crença de que estes organismos seriam os primeiros eucariontes a surgir no curso da evolução. Atualmente esse termo designa coletivo para protozoários e algas que não são aparentados, mas possuem características em comum.

Os protozoários apresentam reprodução assexuada com divisão binária, mas há algumas espécies que apresentam reprodução sexuada. Nesse último caso, observa-se a fusão desses organismos, a formação de zigoto e uma posterior divisão. Esse processo garante a recombinação genética. Outra forma de recombinação é a conjugação, que é um processo sexuado. Outros protozoários são capazes de produzir esporos que se espalham pelo ambiente.

Os protozoários ciliados são aqueles que se locomovem com auxílio de estruturas denominadas cílios, como os do gênero *Paramecium*. Os flagelados, por sua vez, utilizam como meio de locomoção os flagelos, como é o caso do *Trypanosoma cruzi*, causador da doença de Chagas. Existem ainda protozoários que se movimentam com a ajuda de pseudópodes, que são prolongamentos citoplasmáticos que modificam a forma do corpo do organismo e promovem a locomoção. Esse grupo, do qual fazem parte as amebas, é chamado de rizópodes. Os esporozoários, por sua vez, não apresentam nenhum tipo de estrutura locomotora e são levados, na forma de esporos, pelo ar, água e até mesmo por animais. Podemos citar o *Plasmodium vivax*, responsável por provocar a Malária, como exemplo desse grupo.



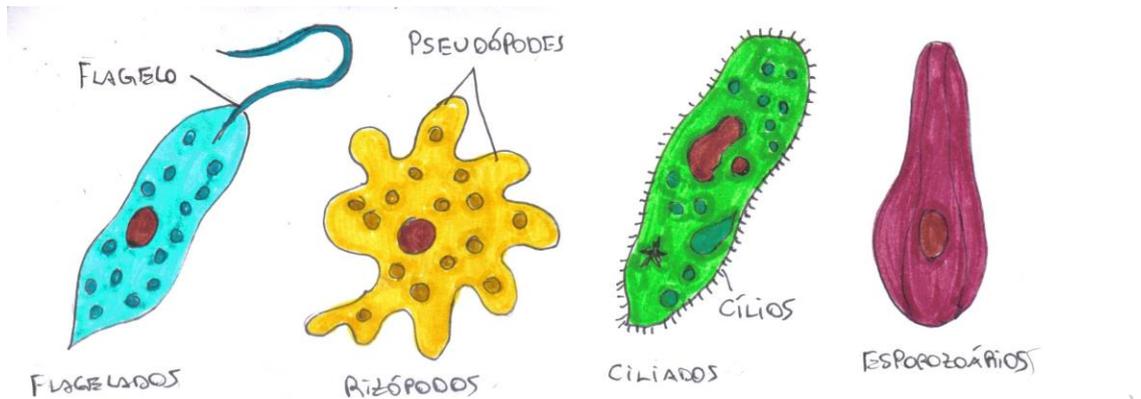


FIGURA 7: DIVERSIDADE DOS PROTOZOÁRIOS.



DOENÇAS CAUSADAS POR PROTOZOÁRIOS

Alguns protozoários são responsáveis por gerar muitas complicações na saúde humana, causando doenças que podem ser muito sérias, como a tricomoníase, a giardíase, a disenteria amebiana, a doença de chagas, a leishmaniose, a balantidiose, a malária e a toxoplasmose.

- ✓ **Tricomoníase:** uma das doenças sexualmente transmissíveis mais comuns, é causada pelo *Trichomonas vaginalis*. Provoca corrimento vaginal de odor desagradável, coceira genital e dor ao urinar. Nas complicações, destaca-se o risco de parto prematuro em gestantes. O tratamento envolve uma grande dose de determinado antibiótico oral;
- ✓ **Giardíase:** infecção intestinal causada pela *Giardia lamblia*. É encontrada especialmente em áreas com más condições de saneamento e água contaminada, visto que sua contaminação se dá por esse meio e também por alimentos e contato entre pessoas com a doença. Ela é marcada por cólicas abdominais, flatulência, náuseas e diarreia. O tratamento ocorre através de alguns medicamentos que matam o parasita;
- ✓ **Amebíase:** infecção intestinal causada pela *Entamoeba histolytica*. É muito comum em áreas onde há pouco ou nenhum saneamento básico, expondo alimentos e água à contaminação fecal. Na maioria das vezes não gera sintomas, mas pode causar cólicas abdominais, fadiga e até febre e vômito. O tratamento geralmente se dá através do medicamento metronidazol;
- ✓ **Doença de Chagas:** doença infecciosa causada por um parasita encontrado nas fezes do inseto barbeiro, que carrega o *Trypanosoma cruzi*. A doença pode ser leve, causando inchaço e febre, ou pode durar muito tempo. Se não for tratada, pode causar insuficiência cardíaca congestiva. O tratamento para a doença de Chagas se concentra no uso de medicamentos que matam o parasita e no controle dos sintomas;
- ✓ **Leishmaniose:** doença infecciosa causada por parasitas do gênero *Leishmania*, insetos conhecidos como flebótomos ou flebotomíneos. Não é contagiosa. Os parasitas vivem e se multiplicam no interior das células do sistema imune do indivíduo, os macrófagos;
- ✓ **Malária:** malária é uma doença infecciosa febril aguda transmitida pela picada da fêmea do mosquito *Anopheles*, infectada por *Plasmodium*. Os sintomas mais comuns são: calafrios, febre alta (no início contínua e depois com frequência de três em três dias), dores de cabeça e

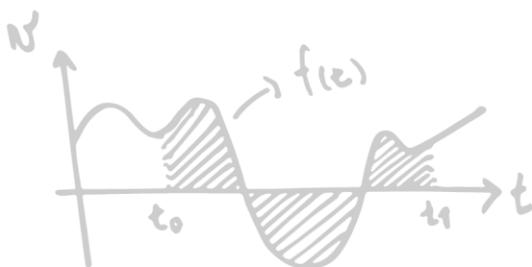
musculares, taquicardia, aumento do baço e, por vezes, delírios. É tratada através de medicamentos específicos que matam o parasita;

- ✓ **Toxoplasmose:** doença resultante de infecção pelo parasita *Toxoplasma gondii*, encontrado em fezes de gato e alimentos contaminados. Os sintomas incluem dor muscular, febre e dor de cabeça, que podem durar semanas. Cerca de 90% das pessoas que contraem a toxoplasmose não manifestam nenhum sintoma; os outros 10% podem apresentar aumento de gânglios, febre, dor muscular e de cabeça (podendo durar semanas). Seu tratamento se dá através de antiparasitários e antibióticos.

ALGAS

Como falamos antes, as algas são, junto com os protozoários, os primeiros seres eucariontes a surgir no nosso planeta. São os seres fotossintetizantes que utilizam oxigênio e podem ser unicelulares ou multicelulares (mas não formam tecidos). As algas têm grande importância no meio ambiente e também para os seres humanos. Elas constituem a base das cadeias alimentares de ecossistemas aquáticos.

As algas pardas produzem uma substância chamada alginato, utilizada na fabricação do papel e na estabilização de cremes dentais e sorvetes, e algumas algas vermelhas produzem ágar e carragenina, substâncias utilizadas na fabricação de cosméticos, gelatinas, na indústria farmacêutica, como emulsionante, espessante e estabilizante em alimentos, como no sorvete, por exemplo, entre outros.



CLASSIFICAÇÃO DAS ALGAS

As algas são classificadas, principalmente, de acordo com os pigmentos que possuem e as substâncias que armazenam, como podemos observar na tabela abaixo.

FILO	PIGMENTO FOTOSSINTETIZANTE	SUBSTÂNCIA DE RESERVA
<u>Euglenophyta</u> (euglenas)	clorofila a e b carotenóides xantofila	paramilo
<u>Dinophyta</u> (dinoflageladas)	clorofila a e c carotenóides peridina	amido
<u>Bacillariophyta</u> (diatomáceas)	clorofila a, c, e carotenóides xantofila fucoxantina	crisolaminarina
<u>Phaeophyta</u> (algas pardas)	clorofila a e c carotenóides xantofila fucoxantina	laminarina manitol
<u>Rhodophyta</u> (algas vermelhas)	clorofila c e d carotenóides fucoeritrina	amido
<u>Chlorophyta</u> (algas verdes)	clorofila a e b carotenóides xantofilas	amido

FIGURA 8: TABELA COM OS FILOS DAS ALGAS, SEUS PIGMENTOS FOTOSSINTETIZANTES E A SUBSTÂNCIA QUE ARMazenAM PARA OBTENER ENERGIA.

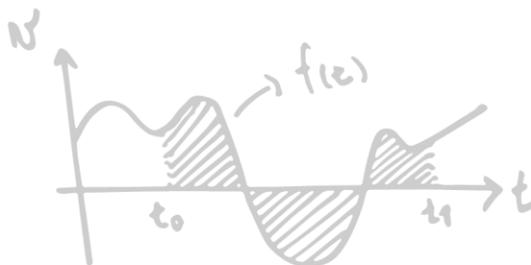
- ✓ **Euglenophyta:** organismos unicelulares com dois flagelos que possuem em seu interior uma estrutura chamada estigma, responsável por desempenhar função sensorial, proporcionando orientação a partir de uma fonte luminosa. Podem, conforme a baixa disponibilidade de luz, inativar seus cloroplastos, realizando nutrição heterotrófica. Em condições favoráveis, retomam à situação autotrófica;
- ✓ **Dinophyta:** organismos unicelulares, com endoesqueleto formado por delgadas placas justapostas, próximas à face interna da membrana plasmática. Podem se reunir estabelecendo

colônias, produzindo toxinas em quantidade suficiente para provocar grande mortandade de peixes e outros animais;

- ✓ **Bacillariophyta:** organismos com parede celular desprovida de celulose, porém impregnada com sílica (carapaça), conferindo aspecto rijo e uma enorme variedade de formas;
- ✓ **Phaeophyta:** organismos marinhos de regiões temperadas (água fria) e dimensões consideráveis, medindo aproximadamente 70 metros de comprimento, representados por algas pardas conhecidas por kelps;
- ✓ **Rhodophyta:** organismos multicelulares marinhos (algas vermelhas), com alto teor de vitamina C, utilizados na culinária oriental para preparação de sushi;
- ✓ **Chlorophyta:** organismos clorofilados, uni ou pluricelulares com ampla distribuição nos mais diversos ambientes aquáticos, ocupando também locais onde a umidade é constante (no tronco de árvores ou aderidas à superfície de rochas).

REPRODUÇÃO DAS ALGAS

As algas apresentam reprodução sexuada e assexuada. Os meios de se reproduzir assexuadamente são por bipartição (partição binária), em que ocorre alongamento e divisão da célula, comum em algumas algas unicelulares; por fragmentação, em que uma parte do talo (corpo) da alga pode se quebrar e se regenerar em outro ambiente, comum em algas multicelulares; e por esporulação, em que algumas células especializadas da alga (os esporângios) têm a capacidade de gerar zoósporos flagelados por mitose, nadando ativamente até encontrar um substrato adequado, onde geram um novo indivíduo; comum em algas multicelulares.



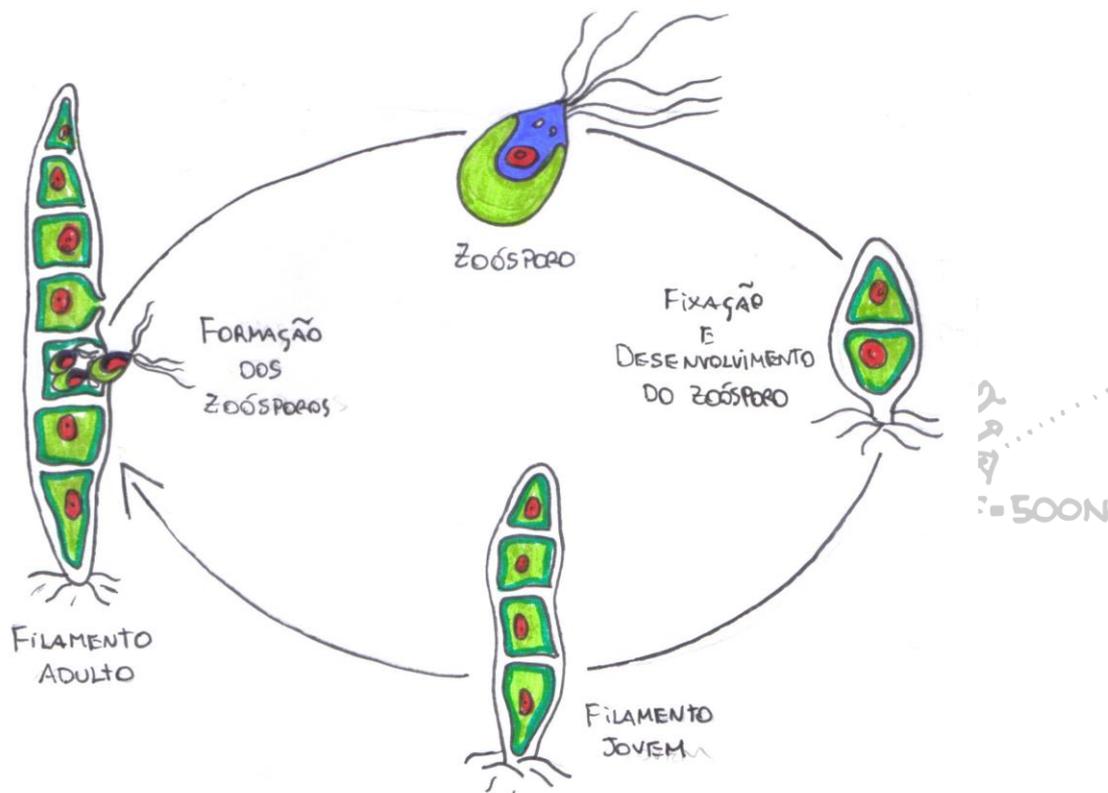


FIGURA 9: ESQUEMA DE REPRODUÇÃO ASSEXUADA EM ULOTHRIX, ALGA VERDE FILAMENTOSA.

Então, pessoal, falamos de muitos micro-organismos, com ênfase nas doenças, mas não esqueça que muitos desses organismos possuem uma importância em termos de benefícios, tanto relacionados a questões ambientais como econômicas. Algumas bactérias, por exemplo, são usadas na indústria alimentícia para produção de iogurtes, queijos e vinhos, devido ao seu processo de fermentação. Outras têm um papel muito importante na decomposição da matéria orgânica no solo e na fixação de nitrogênio pelas plantas. Podemos pensar também na importância das algas nos ambientes marinhos e o efeito que a intervenção humana tem nesses locais. Vocês já ouviram falar do branqueamento dos corais? Pois então, ela é a morte dos cnidários que formam esses recifes de corais (lindos e maravilhosos) e ocorre pela destruição das algas que são responsáveis por lhes fornecer energia (e também a cor com seus pigmentos). Tudo isso devido às mudanças climáticas drásticas que o planeta vem sofrendo de forma agravada pelo nosso uso indevido dos recursos fornecidos pelo planeta. Só para gente pensar que não são só esses micro-organismos que podem nos causar mal; nós temos o potencial de fazer muito mal para eles também e para o restante dos seres vivos. Devemos tomar cuidado com a maneira como lidamos com o meio ambiente e apreciar todas essas relações que vivemos com os diversos tipos de organismos.

