

Daniel de Azevedo Teixeira

MICROBIOLOGIA BASICA



MICROBIOLOGIA BÁSICA

Daniel de Azevedo Teixeira

Teófilo Otoni – 2020

Copyright ©: Autores diversos

Projeto gráfico: Núcleo de Investigação Científica e Extensão (NICE)

Diagramação: Núcleo de Investigação Científica e Extensão (NICE)

Capa: Núcleo de Investigação Científica e Extensão (NICE)

ISBN: 978-65-992205-0-0

AUTOR: TEIXEIRA, D. A.

TÍTULO: MICROBIOLOGIA BÁSICA

CIDADE: TEÓFILO OTONI/MG - AGOSTO/2020

ISBN: 978-65-992205-0-0

TÓPICOS: 1. BIBLIOGRAFIA BÁSICA 2. LIVRO

NICE 01

FACULDADE PRESIDENTE ANTÔNIO CARLOS DE TEÓFILO OTONI

DIREITOS PRESERVADOS – É proibida a reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio sem a citação dos autores. A violação dos direitos de autor (Lei Federal 9.610/1998) é crime previsto no art. 184 do Código Penal.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	7
INTRODUÇÃO À MICROBIOLOGIA: PRINCIPAIS ASPECTOS	7
1. INTRODUÇÃO À MICROBIOLOGIA	7
2. RELAÇÃO PARASITO-HOSPEDEIRO	9
3. NOMENCLATURA MICROBIOLÓGICA	12
4. BIOSSEGURANÇA	13
5. PROCEDIMENTOS DE BIOSSEGURANÇA	14
6. PROCESSO DE IMUNIZAÇÃO.....	15
7. FATORES DE VIRULÊNCIA	16
CAPÍTULO II.....	19
AS BACTÉRIAS: CARACTERÍSTICAS GERAIS, CLASSIFICAÇÃO, REPRODUÇÃO, METABOLISMO E PRINCIPAIS DOENÇAS.....	19
1. CARACTERÍSTICAS GERAIS	19
2. CLASSIFICAÇÃO DE GRAM	20
3. ESPOROS BACTERIANOS	21
4. REPRODUÇÃO BACTERIANA	23
5. METABOLISMO BACTERIANO.....	26
6. DIAGNÓSTICO BACTERIANO.....	26
7. MORFOLOGIA BACTERIANA	28
8. PRINCIPAIS DOENÇAS BACTERIANAS	28
CAPÍTULO III	33
VIROLOGIA: ASPECTOS HISTÓRICOS, CARACTERÍSTICAS GERAIS, CLASSIFICAÇÃO, REPRODUÇÃO E PRINCIPAIS DOENÇAS.....	33
1. ASPECTOS HISTÓRICOS	33
2. CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA DOS VÍRUS	36
3. REPRODUÇÃO VIRAL.....	38
4. MECANISMO DE INFECÇÃO DO HIV	41
CAPÍTULO IV	45
MICOLOGIA: ASPECTOS HISTÓRICOS, CARACTERÍSTICAS GERAIS, CLASSIFICAÇÃO, REPRODUÇÃO E PRINCIPAIS AFECÇÕES FÚNGICAS.....	45
1. ASPECTOS HISTÓRICOS	45
2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS FUNGOS.....	46
3. MORFOLOGIA DOS FUNGOS	47
4. REPRODUÇÃO DOS FUNGOS.....	49
5. DOENÇAS FÚNGICAS- MICOSES SUPERFICIAIS.....	54

CAPÍTULO V	61
MICROBIOLOGIA AMBIENTAL: ASPECTOS RELAVANTES DA UTILIZAÇÃO DOS MICRORGANISMO NA PRESERVAÇÃO AMBIENTAL.	61

“A microbiologia é um universo maravilhoso compreendido por diversas espécies de bactérias, vírus e fungos. Embora microscópicos esses seres habitam nosso universo a milhares de anos e são verdadeiros heróis da resistência. A evolução dos microorganismos e a capacidade mutagênica resultam em um grande desafio para humanidade na possível prevenção e cura de doenças infecciosas. Entretanto, os microrganismos não se apresentam apenas como agentes nocivos, eles podem ser utilizados em diversas atividades produtivas à saúde como o desenvolvimento de medicamentos, biotecnologia e produção de alimentos”.

Daniel de Azevedo Teixeira

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO À MICROBIOLOGIA: PRINCIPAIS ASPECTOS

1. INTRODUÇÃO À MICROBIOLOGIA

A palavra Microbiologia deriva do grego: mikros (“pequeno”), bios (“vida”), e logos (“ciência”). Esta Ciência estuda os organismos microscópicos e suas atividades biológicas, isto é, verificam as diversas formas, estruturas, reprodução, aspectos bioquímico-fisiológicos, e seu relacionamento entre si e com o hospedeiro, podendo ser benéficos e prejudiciais. A Microbiologia trata os organismos microscópicos unicelulares, onde todos os processos vitais são realizados numa única célula.

A Célula é menor unidade funcional de um organismo e independente da complexidade que o mesmo apresenta, é através das células que todas as funções vitais são realizadas. Todas as células vivas são basicamente compostas de: membrana plasmática, citoplasma e núcleo, além de organelas que exercem diversas funções do metabolismo celular. De forma geral, todos os sistemas biológicos possuem as seguintes características comuns: 1) habilidade de reprodução; 2) capacidade de ingestão ou assimilação de substâncias alimentares, visando a obtenção de energia e de crescimento; 3) habilidade de excreção de produtos tóxicos; 4) capacidade de reagir ou se adaptar às alterações do meio ambiente, e 5) susceptibilidade a mutações.

De acordo com tais características supracitadas, os micro-organismos podem ser classificados por diferença de complexidade. Portanto, o estudo dos micro-organismos pode ser dividido em Microbiologia e Parasitologia. A

parasitologia é a ciência que estuda os parasitos, ou seja, micro-organismos que sempre atuam de forma parasitária ao hospedeiro. Já a Microbiologia médica é dividida em 3 grandes grupos: Bactérias, Vírus e Fungos (pode-se considerar as Algas em algumas aplicabilidades médicas).

Os vírus são acelulares, possuem apenas um tipo de material genético DNA ou RNA, não possuem metabolismo próprio, são incapazes de se reproduzir sozinhos e são considerados parasitas intracelulares obrigatórios.

Os Fungos são eucariontes, unicelulares e pluricelulares, grandes agentes decompositores (heterotróficos), são bastantes utilizados em diversas atividades humanas como alimentos, medicamentos, biocombustíveis e etc.

As Bactérias são micro-organismos procariontes (não possuem carioteca), possuem o núcleo disperso no citoplasma, o que contribui para alta mutagenicidade das mesmas. Podem viver isoladamente ou em colônias. Algumas bactérias apresentam um DNA extra, que é chamado de **plasmídeo**. Ele não é essencial à vida, mas apresenta características vantajosas para o organismo, como por exemplo a **resistência bacteriana**.

*As arqueas, antigamente chamadas de arqueobactérias, são organismos procariontes pertencentes ao domínio Archaea. Várias características diferenciam-nas das bactérias como serem **autotróficas quimiossintetizantes**, enquanto as bactérias podem apresentar diversos tipos de vida. Essa característica permite que elas vivam em locais extremos, onde muitos outros organismos não sobreviveriam. Geralmente esses organismos apresentam características que não só os permitem sobreviver nesses ambientes, como também parecem melhorar em ambientes extremos. Assim, eles são chamados de **extremófilos**.

Figura 1- Imagens ilustrativas de Bactérias, Vírus e Fungos



2. RELAÇÃO PARASITO-HOSPEDEIRO

Embora na maioria das vezes os micro-organismos são considerado nocivos para os hospedeiro, existem diversos micro-organismos que exercem funções produtivas ao hospedeiro. Portanto, os micro-organismos podem ser classificados como Comensais (não causam prejuízo ao hospedeiro) e Patogênicos (são capazes de causar doença). O grupo de micro-organismo comensais que são encontrados nos hospedeiros são denominados **MICROBIOTA NORMAL**.

1- MICROBIOTA NORMAL: São micro-organismos que colonizam harmonicamente um determinado hospedeiro.

*Existem locais específicos no hospedeiro para a presença da microbiota normal: Cavidade oral, Intestino, Pele, mucosas, fossas nasais, uretra. Porém, existem locais onde não há a mínima presença de micro-organismos, locais considerados estéreis: bexiga, cérebro, medula espinha, sangue, bexiga, órgãos viscerais.

Figura 2- Modelo representativo da Microbiota Normal presente no Flora Intestinal.



A Microbiota normal pode ser classificada como Microbiota residente e Microbiota Transitória.

MICROBIOTA RESIDENTE: São micro-organismos encontrados regularmente e permanentemente no hospedeiro.

MICROBIOTA TRANSITÓRIA: São micro-organismos que permanecem no hospedeiro por um curto período de tempo.

FUNÇÕES DA MICROBIOTA NORMAL

A microbiota normal possui diversas atividades positivas para o “bom” funcionamento corporal do hospedeiro. Dentre essas atividades podemos citar: Proteção, Síntese de Nutrientes; e Síntese Hormonal. A PROTEÇÃO ocorre pela competitividade, os micro-organismos da microbiota normal competem espaço, habitat, nutrientes e outros. Tal competição inibe o desenvolvimento dos micro-organismos patogênicos. A SÍNTESE DE NUTRIENTES é realizada principalmente pela Flora intestinal, onde diversos micro-organismos contribuem diretamente para a digestão de alimentos através de reações enzimáticas. EX: Repositores de Flora, ACTIVIA® (iogurte). A SÍNTESE HORMONAL ocorre também através das reações enzimáticas. A ação das enzimas contribui para metabolizar pré-hormônios em hormônios prontos pra a sua ação. Esta função

contribui diretamente para viabilizar efetividade dos contraceptivos orais (medicamentos sintéticos análogos de hormônios).

INFECÇÕES OPORTUNISTAS

Embora a Microbiota normal estabeleça diversas funções produtivas para o hospedeiro, em algumas ocasiões estes micro-organismos podem causar doenças ao indivíduo. As infecções ocasionadas por micro-organismos da microbiota normal são denominadas **INFECÇÕES OPORTUNISTAS**.

CONCEITO: Infecções oportunistas são patologias ocasionadas por micro-organismos da microbiota normal devido a condições favoráveis propiciadas pelo próprio hospedeiro.

*Existe um grupo específico de indivíduos que são mais vulneráveis ao desenvolvimento de infecções oportunistas, são chamados imunossuprimidos (indivíduos com baixa imunidade). Dentre o grupo de imunossuprimidos destacam-se os: portadores de doenças crônicas, doença auto-imune e câncer; indivíduos transplantados, usuários de corticoides, portadores de HIV, idosos e crianças.

FATORES DESENCADEADORES DE INFECÇÕES

Para que o indivíduo contraia uma doença infecciosa é necessário considerar um conjunto de fatores que podem influenciar nesse processo. Estes fatores são determinados por: **EXPOSIÇÃO**, **IMUNIDADE** e **PATOGENICIDADE**.

EXPOSIÇÃO: A exposição é processo de contato do hospedeiro com o micro-organismo. Para que um hospedeiro se contamine obrigatoriamente ele necessita ter tido contato com ao agente.

IMUNIDADE: A imunidade é crucial para a resistência ou suscetibilidade do hospedeiro à contaminação. Embora os imunossuprimidos esteja mais

vulneráveis à possíveis infecções, existem variabilidade entre os indivíduos (hábitos, etnia, sexo, estado de saúde) e o próprio indivíduo em determinado momento pode estar mais resistente ou vulnerável às doenças. * Ter contato com o micro-organismo, ou seja estar exposto, não significa certeza contaminação. A imunidade do hospedeiro atua através de 2 respostas distintas: Imunidade Inata e Imunidade adquirida. A IMUNIDADE INATA é aquela que o indivíduo nasce com ela, chamada imunidade natural e inespecífica, com respostas mediadas por células porlimorfonucleares como macrófagos e neutrófilos (células com capacidade de realizar fagocitose). A IMUNIDADE ADQUIRIDA é a resposta desenvolvida pelo hospedeiro a partir de um primeiro contato, portanto o hospedeiro adquire a resposta através de estímulos como: o contágio inicial da doença ou processos de imunização (vacinas).

PATOGENICIDADE: A patogenicidade é a capacidade do micro-organismo de causar doenças. Existem micro-organismos mais patogênicos que os outros, EX: influenza (gripe comum), influenza H1N1 (gripe A). Quanto mais fatores de virulência o micro-organismos possui maior sua patogenicidade.

3. NOMENCLATURA MICROBIOLÓGICA

Nomenclatura científica - Microbiologia. A classificação visa reunir os grupos ou agrupamentos que podem ser relacionados por meio de características de similaridades, tendo como táxon básico a espécie. A nomenclatura é o meio utilizado para se denominar as unidades definidas através da classificação. Na microbiologia, como nas outras áreas da biologia, adota-se a nomenclatura binária para denominação da espécie. Isto é, cada espécie tem um nome que se refere ao gênero e outro específico. O primeiro nome se escreve com letra inicial maiúscula e o epíteto com minúscula, sendo sublinhado ou quando impresso também podendo ser em itálico.

Figura 3-Exemplos de nomenclatura científica para micro-organismo

Escherichia coli ou Escherichia coli

nome homenageia Theodor Escherich,

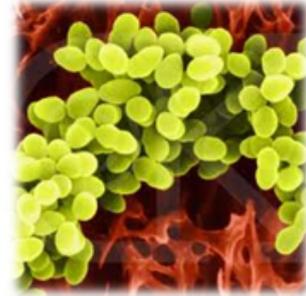
coli: lembra que habita o cólon humano ou intestino grosso.

Staphylococcus aureus ou Staphylococcus aureus

Staphylo (tipo de agrupamento) + coccus (forma esférica)
aureus (cor de ouro).

Staphylococcus sp.

Staphylococcus spp.



4. BIOSSEGURANÇA

Pode ser definida como o **conjunto de medidas** voltadas para a prevenção, minimização ou eliminação de riscos inerentes às atividades de pesquisa, produção, ensino, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços, que podem **comprometer a saúde do homem, dos animais, do meio ambiente ou a qualidade dos trabalhos** desenvolvidos

As condições desfavoráveis à saúde podem ser consideradas como RISCOS. Os riscos podem ser classificados como: RISCOS FÍSICOS, QUÍMICOS e BIOLÓGICOS.

Os Riscos Biológicos são aqueles promovidos por bactérias, vírus, fungos e parasitos.

Os agentes de risco biológico podem ser distribuídos em quatro classes de 1 a 4 por ordem segundo os seguintes critérios:

- Patogenicidade para o homem.
- Virulência.
- Modos de transmissão

- Disponibilidade de medidas profiláticas eficazes.
- Disponibilidade de tratamento eficaz.
- Endemicidade
- Sazonalidade

Tabela 1- Classificação de risco biológico

Classificação	Risco Individual	Risco Comunitário	Exemplo
Risco I	Baixo	Baixo	<i>Bacilo subtilis</i>
Risco II	Moderado	Limitado	<i>Schistosoma mansoni</i>
Risco III	Elevado	Baixo	<i>Mycobacterium tuberculosis</i>
Risco IV	Alto	Alto	<i>Ebola</i>

5. PROCEDIMENTOS DE BIOSSEGURANÇA

Os estabelecimentos de saúde utilizam de vários equipamentos e procedimentos no intuito de minimizar os riscos ocasionados às possíveis exposições aos micro-organismos. Dentre estes procedimentos destacamos: LIMPEZA, DESINFECÇÃO E ESTERILIZAÇÃO.

LIMPEZA: Ato de retirar sujidades de um determinado ambiente. Utilizado apenas em locais “não críticos” (escasso risco biológico). É importante ressaltar que o ato de limpeza prévia potencializa o processo de desinfecção.

DESINFECÇÃO: Procedimento que elimina os micro-organismos patogênicos. Utilizado em ambientes semi-críticos (moderado risco biológico). Fazem parte dos procedimentos de desinfecção Assepsia (é o conjunto de medidas que permitem manter um ser vivo ou um meio inerte isento de bactérias) e Anti-sepsia (refere-se à *desinfecção* de tecidos vivos com *anti-sépticos*).

ESTERILIZAÇÃO: Eliminação de toda forma de vida microbiana, inclusive esporos (fase latente da vida microbiana). A eliminação de esporos é garantida

através do uso de AUTOCLAVE. Utilizado em condições críticas (alto risco biológico).

Como forma de prevenção aos riscos biológicos são utilizados pelos profissionais de saúde E.P.I – Equipamentos de Proteção Individual (toucas, máscaras, luvas e etc.) e E.P.C- Equipamentos de Proteção Coletiva (cones, exaustores, extintores, fitas zebreadas).

Figura 4- Especificação dos procedimentos de biossegurança realizados e os níveis de contaminação.



6. PROCESSO DE IMUNIZAÇÃO

Uma das alternativas mais interessantes para reduzir a possibilidade de contrair doenças infecciosas é a prática de imunização. A imunização pode ser classificadas como passiva e ativa.

IMUNIZAÇÃO ATIVA (vacinação) - ocorre quando o sistema imune é estimulado a produzir anticorpos através da administração de antígenos atenuados (mortos) células. Esse tipo de imunidade geralmente dura por vários anos, às vezes, por toda uma vida.

IMUNIZAÇÃO PASSIVA (soroterapia)- obtida pela transferência ao indivíduo de anticorpos produzidos por um animal ou outro ser humano. Esse tipo de imunidade produz uma rápida e eficiente proteção, que, contudo, é temporária, durando em média poucas semanas ou meses.

FIGURA 5- Imagem ilustrativa do processo de imunização



7. FATORES DE VIRULÊNCIA

Fatores de virulência são alternativas que o micro-organismo desenvolve com o objetivo de causar infecção. Quanto mais fatores de virulência o micro-organismo desenvolve maior é a sua patogenicidade.

VIAS DE TRANSMISSÃO: As vias de transmissão dos micro-organismos podem impactar em maior capacidade da patogenicidade dos mesmos. Destaca-se as principais vias de transmissão: Via aérea, Via oral, Vias invasivas, Via cutânea/mucosas.

FLAGELO: Os flagelos são estruturas que permitem a locomoção de determinadas bactérias.

CÁPSULA: Os micro-organismos capsulados possuem proteção anti-fagocitária

PILI: São pelos presentes na parede celular bacteriana e que contribuem para a fixação das mesmas às células hospedeiras.

ADESINAS: São estruturas presentes na porção terminal das Pilis e realizam de forma concreta a fixação da célula bacteriana à célula hospedeira.

*O processo de adesão bacteriana é dependente da ação conjunta de Pili e adesinas. A multiplicação bacteriana é etapa fundamental para a perpetuação do micro-organismo, entretanto o micro-organismo pode se multiplicar dentro da célula do hospedeiro, através de fagocitose ou no meio extracelular. Na maioria dos casos, as infecções intracitoplasmáticas acabam sendo mais graves, pois se tornam silenciosas perante o sistema imune.

ENZIMAS EXTRACELULARES: As enzimas extracelulares produzidas por micro-organismos possuem propriedades de degradar substâncias no intuito de facilitar o processo de infecção. Exemplos:

- **Lecitinase-** degrada o lipídios das membranas – C.perfringens
- **Colagenase-** degrada colágeno, fator de disseminação- C.perfringens
- **Coagulase-** degrada o coágulo, fibrinogênio em fibrina – proteção dos MORs
- **Hemolisinas-** degrada hemácias

TOXINAS: As toxinas são substâncias que produzem efeitos nocivos ao hospedeiro. Pode-se classificar as enzimas em ENDOTOXINAS E EXOTOXINAS.

ENDOTOXINAS: São toxinas que fazem parte da parede celular bacteriana (LPS) Lipopolissacarídeo- específica de bactérias GRAM -

EXOTOXINAS: São toxinas que são produzidas e liberadas no meio extracelular. São encontradas tanto em bactérias GRAM+ quanto GRAM-

CURVA DE CRESCIMENTO MICROBIOLÓGICO

Os micro-organismos possuem uma adaptação metabólica para seu desenvolvimento e multiplicação. Outros fatores como a interação com os habitats do hospedeiro, competição com microbiota normal e intervenção do sistema imune também podem ser determinantes para o decorrer das etapas de crescimento.



CAPÍTULO II

AS BACTÉRIAS: CARACTERÍSTICAS GERAIS, CLASSIFICAÇÃO, REPRODUÇÃO, METABOLISMO E PRINCIPAIS DOENÇAS.

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

As **bactérias** são formadas por uma única célula (**unicelulares**), normalmente de 2 a 5 μm de comprimento, e podem ou não formar colônias. Esses organismos possuem material genético disperso no citoplasma, sendo, portanto, denominados de procariontes. São consideradas extremófilas pois se adaptam a qualquer tipo de ambiente, possuem boa atividade decompositora e são passíveis da alta mutagenicidade.

Na grande maioria das bactérias, além da membrana plasmática encontrada em todas as células, é possível observar externamente uma parede celular constituída, principalmente, por peptidoglicano. Essa parede celular apresenta como principal função manter a forma das células bacterianas e garantir proteção. Além disso, é possível perceber em algumas espécies uma cápsula polissacarídica envolvendo a parede.

No citoplasma da célula bacteriana, é possível perceber a presença de apenas um tipo de organela: os **ribossomos**. Esses ribossomos são menores que aqueles encontrados em células eucarióticas, mas desempenham a mesma função, que é a síntese de proteínas. Além disso, é possível perceber a presença de grânulos ou inclusões que apresentam a função de armazenamento.

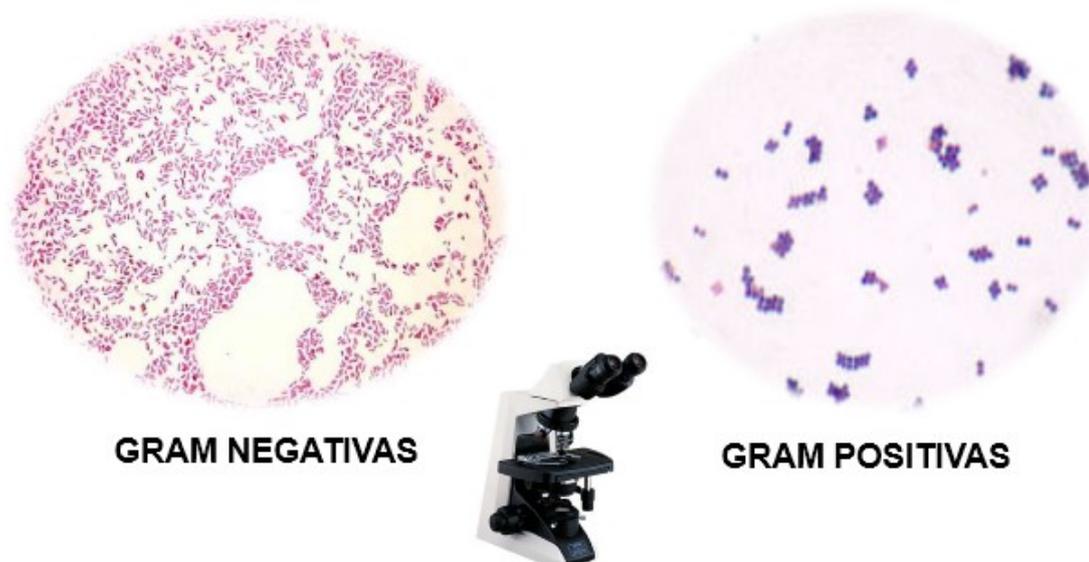
As bactérias podem ser classificadas como comensais: não causam prejuízo ao hospedeiro. (Ex: Bactérias da microbiota normal) ou Bactérias patogênicas: são capazes de causar doença. *As infecções ocasionadas por bactérias da microbiota normal são consideradas como infecções oportunistas.

2. CLASSIFICAÇÃO DE GRAM

A **coloração de Gram** é um passo muito importante na caracterização e classificação inicial das bactérias. Afinal, esse método de coloração permite que as bactérias sejam visualizadas no microscópio óptico, uma vez que sem a coloração é impossível observá-las ou identificar sua estrutura.

O método de coloração de Gram recebeu esse nome em homenagem ao patologista dinamarquês Hans Christian Joachim Gram que realizou a descoberta em 1884 e, aliás, até hoje continua sendo a mais utilizada nos laboratórios de análises clínicas e microbiologia. Através da coloração é possível identificar e diferenciar os dois principais grupos de bactérias, sejam **Gram-positivas** ou **Gram-negativas**.

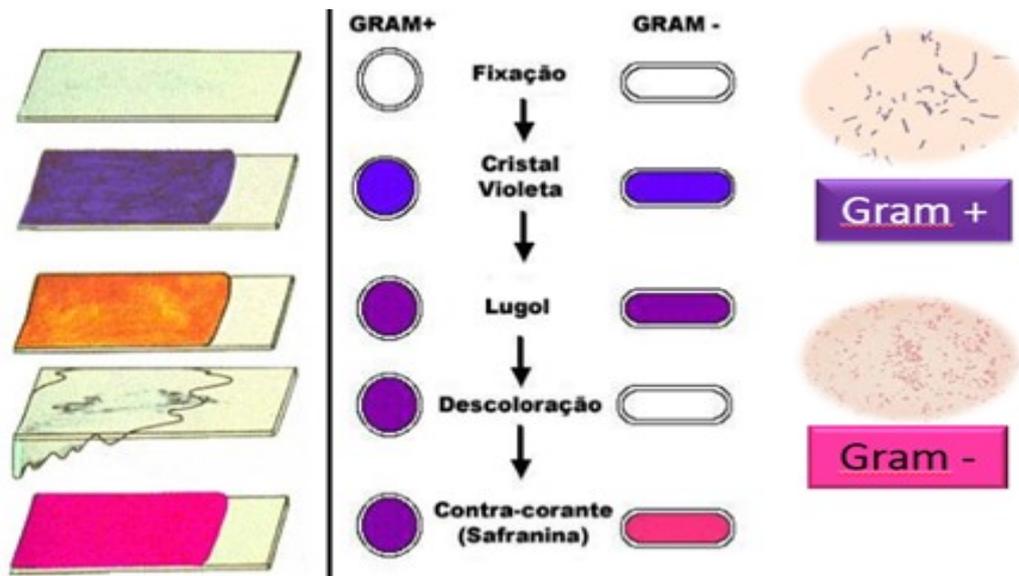
Figura 1- Microscopia óptica de microrganismos corados em GRAM



A parede celular bactéria pode variar de acordo com suas características sendo classificadas como GRAM+ e GRAM-. As bactérias Gram + são coradas

de ROXO pois fixam o corante cristal violeta e sua parede celular é composta por Lipídio e Proteína, apresentando com uma camada de peptidoglicano bastante espessa. As bactérias GRAM- são coradas de ROSA, pois fixam o corante Fucsina tendo a composição da parede celular composta por Lipídios, Proteínas e Carboidratos (parede de peptidoglicano mais fina). As bactérias Gram – são as únicas que possuem endotoxina (LPS).

Figura 2- Metodologia de Coloração de GRAM



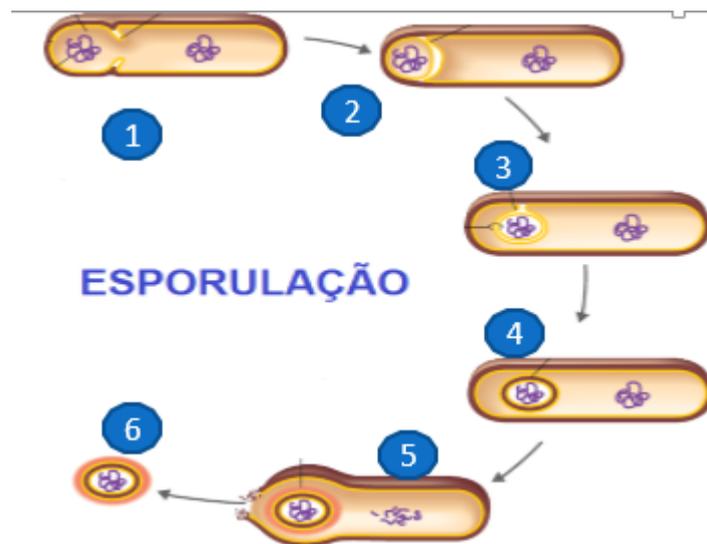
3. ESPOROS BACTERIANOS

Os esporos são estruturas pequenas produzidas em grande quantidade por bactérias, fungos e plantas, com capacidade de gerar um novo indivíduo. Por serem extremamente pequenos e leves, os esporos podem permanecer no ar por longos períodos de tempo e serem deslocados por grandes distâncias. Além disso, também podem ser transportados quando aderidos ao corpo de animais. Os esporos são extremamente desidratados e possuem múltiplas camadas, que os tornam resistentes ao calor, agentes químicos e físicos e radiação.

Os esporos são compartimento proteicos que armazenam material genético bacteriano. São formados através da esporogênese ou esporulação e são

classificados como endósporo: esporos que ficam presentes no citoplasma bacteriano e exósporo: esporos que são liberados no meio ambiente.

Figura 3- Etapas da Esporulação (formação de esporos)



ETAPAS DE ESPORULAÇÃO

- 1-Isolamento do DNA recém replicado
- 2-Membrana plasmática circunda o DNA isolado
- 3-Formação do pré-esporo
- 4-Fomação da camada de peptidoglicano
- 5-Formação completa do esporo
- 6-Liberação do esporo para o meio externo

Os esporos são muito resistentes ao calor e, em geral, não morrem quando expostos à água em ebulição. Por isso os laboratórios, que necessitam trabalhar

em condições de absoluta assepsia, costumam usar um processo especial, denominado **autoclavagem**, para esterilizar líquidos e utensílios. O aparelho onde é feita a esterilização, a autoclave, utiliza vapor de água a temperaturas da ordem de 120°C, sob uma pressão que é o dobro da atmosférica. Após 1 hora nessas condições, mesmo os esporos mais resistentes morrem.

A indústria de enlatados toma medidas rigorosas na esterilização dos alimentos para eliminar os esporos da bactéria *Clostridium botulinum*. Essa bactéria produz o botulismo, infecção frequentemente fatal.

Obs.: a esporulação em bactérias não é um meio de reprodução. Ou seja, esse processo não aumenta o número de células, visto que uma célula vegetativa forma um único endósporo que permanece uma célula única após a germinação.

4. REPRODUÇÃO BACTERIANA

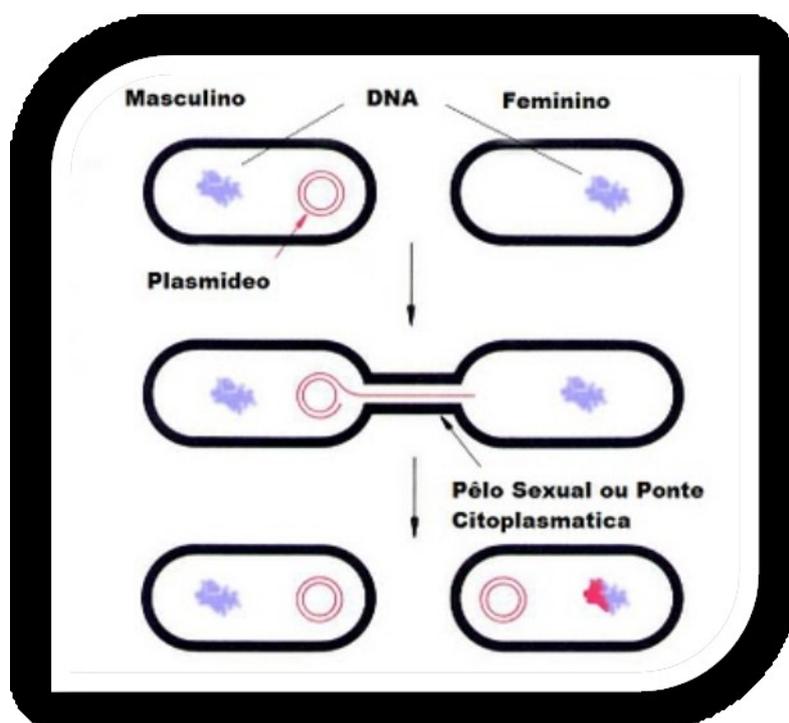
A reprodução mais comum nas bactérias **assexuada** por **bipartição** ou **cissiparidade**. Ocorre a duplicação do DNA bacteriano e uma posterior divisão em duas células. As bactérias multiplicam-se por este processo muito rapidamente quando dispõem de condições favoráveis

A reprodução sexuada é precedida de compartilhamento de material genético, portanto, apresenta grande potencial de mutagenicidade e variabilidade genética. Este tipo de reprodução permite maior potencial de adaptação e resistência por parte dos microrganismos. Para alguns autores, qualquer troca de material genético realizada por uma célula bacteriana é considerada um caso de reprodução sexuada. Nesse processo, fragmentos de DNA são passados de uma célula (bactéria doadora) para outra (bactéria receptora), levando à junção do material das duas. Após esse processo, a bactéria divide-se, assim como observado na reprodução assexuada. Como após a troca de material as células separam-se para depois se dividir, muitos autores consideram que há apenas uma recombinação genética, e não uma reprodução sexuada.

A reprodução sexuada é dividida em 3 formas:

CONJUGAÇÃO: ocorre fusão de material genético entre 2 bactérias (bactéria pai e bactéria mãe). Portanto, ocorre um contato entre as células bacterianas, sendo que a doadora possui um plasmídeo conjugativo, que possui genes que codificam, alguma característica específica da outra bactéria. Este se liga a célula bacteriana receptora e recebe uma fita do Plasmídeo (lembre-se que plasmídeo são moléculas de DNA extracromossomal). Como as fitas são complementares, a que ficou serve de molde para outra fita e a que foi para outra célula também. **A conjugação é uma forma de recombinação genética entre as bactérias.**

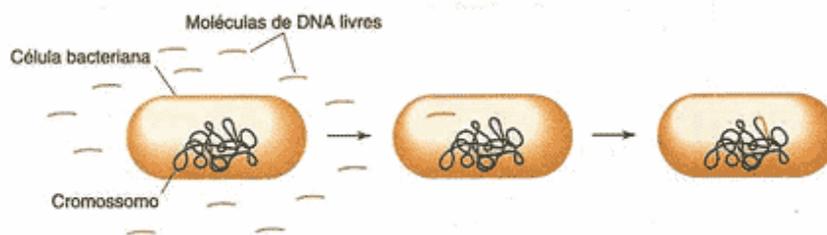
Figura 4- Esquema representativo da reprodução por Conjugação.



TRANSFORMAÇÃO: Na transformação, a bactéria absorve moléculas de DNA dispersas no meio e são incorporados à cromatina. Esse DNA pode ser proveniente, por exemplo, de bactérias mortas. Esse processo ocorre espontaneamente na natureza.

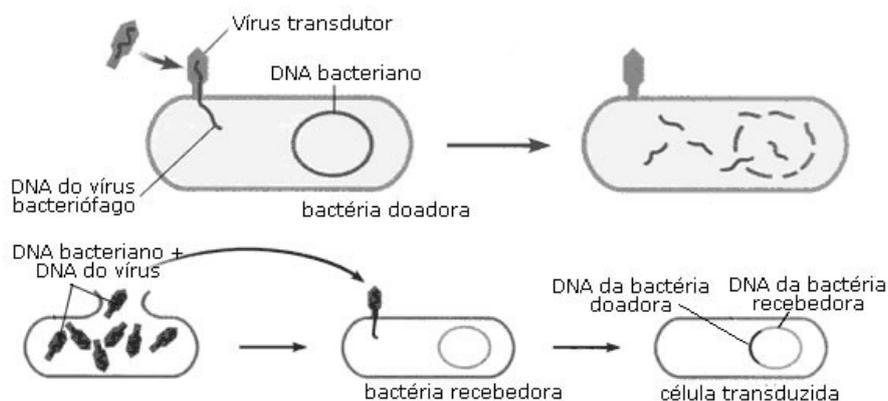
Os cientistas têm utilizado a transformação como uma técnica de **Engenharia Genética**, para introduzir genes de diferentes espécies em células bacterianas. Ex: Isso também pode ocorrer através de fusão de material genético entre **BACTÉRIA E HOSPEDEIRO**.

Figura 5- Esquema representativo da reprodução por Transformação.



TRANSDUÇÃO: Ocorre fusão de material genético entre bactéria e vírus. Na transdução, moléculas de DNA são transferidas de uma bactéria a outra usando vírus como vetores (bactériófagos). Estes, ao se montar dentro das bactérias, podem eventualmente incluir pedaços de DNA da bactéria que lhes serviu de hospedeira. **Ao infectar outra bactéria, o vírus que leva o DNA bacteriano o transfere junto com o seu.** Se a bactéria sobreviver à infecção viral, pode passar a incluir os genes de outra bactéria em seu genoma.

Figura 6 - Esquema representativo da reprodução por Transdução.



5. METABOLISMO BACTERIANO

O metabolismo bacteriano compreende o sistema de obtenção de nutrientes por parte destes microrganismos. Isso pode ocorrer de forma autotrófica: produzem seu próprio alimento através de fotossíntese e quimiossíntese. Heterotrófica: Captam nutrientes através da síntese de carbono (através de decomposição, renovação de matéria orgânica).

RELAÇÃO COM O OXIGÊNIO

AERÓBICAS: Bactérias que utilizam oxigênio com fonte de produção de energia.

ANAERÓBICAS: Bactérias que utilizam gás carbono como fonte de produção de energia.

ANAERÓBICAS FACULTATIVA: Bactérias que utilizam ora oxigênio e ora gás carbono.

6. DIAGNÓSTICO BACTERIANO

1-coleta de amostra biológica: Coletar amostras biológicas (fezes, urina, sangue, secreções e outros) para pesquisa microbiológicas.

2-cultivo ou semeadura de microrganismos: Submeter amostras coletada em meio de cultivo e observar possível desenvolvimento de células microbianas, até mesmo formação de colônias.

3-Bacterioscopia- análise microscópica com o objetivo de avaliar aspectos celulares como a morfologia e classificação de GRAM

4-Provas bioquímicas –Procedimento de análise laboratorial para avaliação de resposta enzimática no objetivo de identificação de espécie

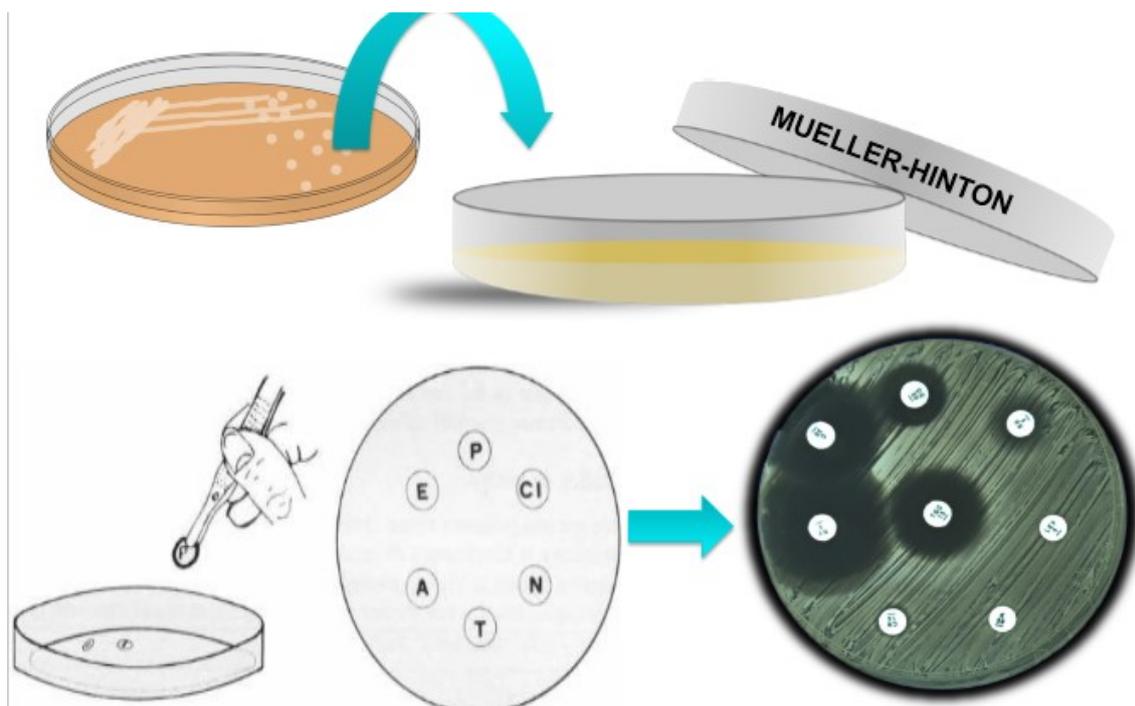
5- Antibiograma- Avalia a resistência bacteriana aos antibióticos

ANTIBIOGRAMA

O antibiograma, também conhecido por Teste de Sensibilidade a Antimicrobianos (TSA), é um exame que tem como objetivo determinar o perfil de sensibilidade e resistência de bactérias e fungos aos antibióticos. Através do resultado do antibiograma o médico pode indicar qual o antibiótico mais indicado para tratar a infecção da pessoa, evitando, assim, o uso de antibióticos desnecessários e que não combatem a infecção, além de evitar o surgimento de resistência.

O antibiograma é geralmente realizado após a identificação de microrganismos em grande quantidade no sangue, urina, fezes e tecidos. Assim, de acordo com o microrganismo identificado e perfil de sensibilidade, o médico pode indicar o tratamento mais adequado.

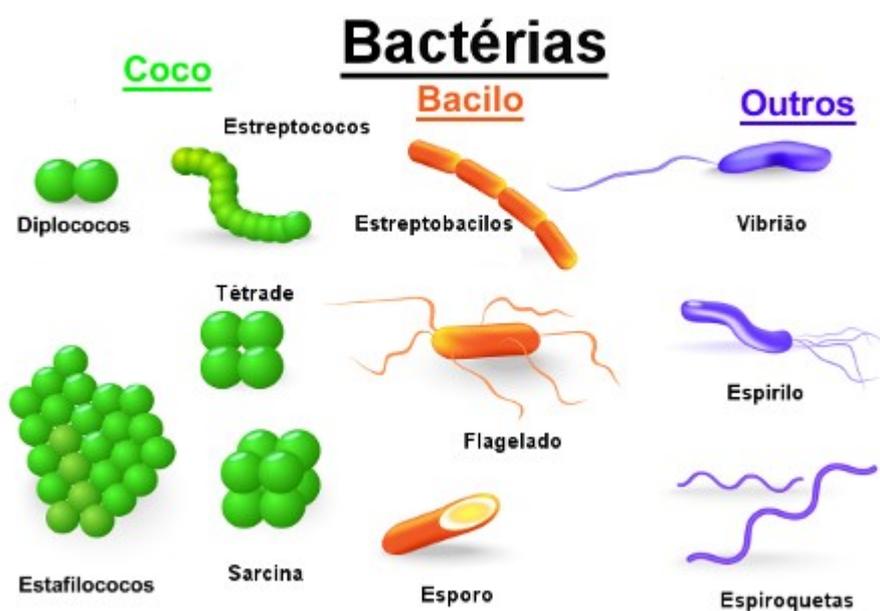
Figura 7-Esquema representativo para realização do Antibiograma



7. MORFOLOGIA BACTERIANA

As diferentes apresentações de espécies bacterianas podem ser classificadas através do GRAM, mas também possuem uma classificação quanto a sua morfologia. De acordo com a morfologia, as bactérias podem ser classificadas como cocos, bacilos, vibriões, e espirilos.

Figura 8- Classificação morfológica das bactérias



8. PRINCIPAIS DOENÇAS BACTERIANAS

FARINGITE-AMIGDALITE

A Faringite e Amidgalite são infecções do trato respiratório superior onde: Faringite é inflamação da faringe; amigdalite da amígdalas,

popularmente chamada de infecção de garganta. Estas infecções em sua maioria são ocasionadas por contaminações virais, entretanto, as manifestações bacterianas quando ocorrem em um determinado indivíduo ocorrem com bastante frequência por ser caracterizada como uma infecção oportunista. As infecções de garganta bacterianas são ocasionadas pelo *Streptococcus pyogenes*.

O *S. pyogenes* é uma espécie de bactéria Gram-positiva com morfologia de coco, pertencente ao género **Streptococcus**, beta-hemolítico do grupo A de Lancefield. Geralmente é encontrada na cavidade oral e na pele, sendo pertencente a microbiota normal. Os sintomas apresentados pelas infecções de garganta são: dor de garganta, dificuldade de deglutição, vermelhidão local, febre, presença de exsudato, formação de placa, halitose.

BOTULISMO

O **botulismo** é uma doença rara e potencialmente fatal causada por uma toxina produzida pela bactéria *Clostridium botulinum*. A doença começa com fraqueza, visão turva, sensação de cansaço e dificuldade para falar. O avançar da doença pode provocar fraqueza muscular e como consequência mais grave a paralisia muscular seguido de parada cardio-respiratória.

O botulismo pode ser transmitido de várias maneiras diferentes. Entretanto, a forma mais comum de transmissão é através de alimentos contaminados, principalmente alimentos enlatados. A presença das bactérias ou a liberação de esporos pelas mesmas podem ser ingeridos pelo indivíduo e configurar o contágio. Os indivíduos contaminados são afetados pela liberação de toxina botulínica. Os esporos das bactérias que causam são comuns no solo e na água e produzem a toxina botulínica quando expostos a baixos níveis de oxigênio e determinadas temperaturas. O botulismo de origem alimentar acontece quando o alimento que contém a toxina ingerida.

O mecanismo da doença é baseado na liberação da toxina botulínica no meio extracelular. A toxina botulínica se liga aos receptores de acetilcolina

bloqueando a ligação entre acetilcolina e os receptores. O bloqueio da ligação de acetilcolina com o receptor gera paralisia muscular.

DIARRÉIAS

As diarreias são distúrbios gastro-intestinais provocadas em sua maioria por viroses, toda via podem ser ocasionadas por distúrbios alimentares, parasitoses e também bactérias. A manifestação bacteriana pode ser desencadeada por infecções oportunistas através de desarranjos ocorridos na microbiota normal, é importante ressaltar que a flora intestinal é a mais diversificada dentre os “habitats” do organismo humano. A sintomatologia das diarreias apresentam: aumento das evacuações, cólicas intestinais, distúrbios eletrolíticos, desidratação, febre, vômitos e perda de peso.

Os principais microrganismos causadores de diarreias bacterianas são:

Escherichia coli: Gram +, anaeróbicas facultativas, presença de flagelo e Pili-
Transmissão: água e alimentos contaminados

Salmonella sp.: Bacilo, Gram negativa, Móveis, Transmissão: alimentos derivados de proteína.

Shigella: Bacilo, anaeróbica, Gram negativa, Imóveis, Transmissão: Oro-fecal

CÓLERA

A cólera é causada por uma infecção no intestino provocada pela bactéria *vibrio cholerae*. A bactéria faz com que as células que revestem o intestino produzam uma grande quantidade de fluidos que causam diarreia e vômitos. A transmissão da doença ocorre principalmente pela ingestão de água contaminada.

O abastecimento de água contaminada pode causar surtos maciços em um curto

espaço de tempo, principalmente em áreas superlotadas, como favelas ou campos de refugiados.

Os vibriões entram no organismo pela boca, podem ser atacados pelo suco gástrico (no estômago) e aqueles que conseguem sobreviver se instalam no intestino delgado. O meio alcalino (não ácido) do órgão favorece a proliferação do bacilo. Desde a entrada do bacilo no organismo até o surgimento dos primeiros sintomas, passam-se de poucas horas à cinco dias. O vibrião colérico libera uma toxina que rompe o equilíbrio de sódio (bomba de sódio e potássio) nas células da mucosa do intestino e provoca a perda de água. O doente passa a perder uma grande quantidade de líquidos corporais com diarreias severas. Os sintomas clássicos da cólera são: diarreia aquosa intensa, desidratação severa, dor abdominal e, nas formas severas, câibras, desidratação e choque. Febre não é uma manifestação comum.

HANSENÍASE

A Hanseníase é uma das doenças mais antigas da humanidade, trata-se de infecção crônica normalmente causada pelo bacilo álcool-ácido resistente *Mycobacterium leprae*, que apresenta um tropismo incomparável pelos nervos periféricos, pele e membranas mucosas do trato respiratório superior.

A doença pode se manifestar de várias formas porém, possui alta capacidade de ocasionar lesões neurais. As lesões neurais conferem à doença um alto poder incapacitante, principal responsável pelo estigma e discriminação às pessoas acometidas pela doença.

A infecção por hanseníase pode acometer pessoas de ambos os sexos e de qualquer idade. Entretanto, é necessário um longo período de exposição à bactéria, sendo que apenas uma pequena parcela da população infectada realmente adocece. Em Teófilo Otoni-MG observa-se uma predisposição para a transmissão na etnia alemã.

O Brasil ocupa a 2ª posição do mundo, entre os países que registram casos novos. Em razão da elevada carga, a doença permanece como um importante problema de saúde pública no País.

Os principais sintomas da hanseníase baseia-se em manchas claras ou vermelhas na pele com diminuição da sensibilidade, dormência e fraqueza nas mãos e nos pés.

SÍFLIS

A Sífilis é uma doença infecto-contagiosa, sexualmente transmissível, que pode levar à diversas manifestações patológicas, desde danos neurológicos e até a morte. É especialmente perigosa se a pessoa infectada for uma gestante. A **doença** é causada pela bactéria *Treponema pallidum* uma espiroqueta. Os sintomas da Sífilis variam com os estágios da doença e podem apresentar desde feridas nas genitárias femininas e masculinas, até danos neurológicos e até a morte

GONORRÉIA

A Gonorréia é uma DST (Doença Sexualmente Transmissível), proveniente da bactéria *Neisseria gonorrhoeae*, que afeta homens e mulheres de qualquer idade através do contato sexual vaginal, anal ou oral sem o uso de preservativos. Os sintomas podem aparecer em 24h ou cinco dias após a relação sexual desprotegida

A doença também pode ser transmitida na gravidez, da mãe para filho, podendo ocasionar sérias complicações na visão da criança, inclusive levando à cegueira. Neste caso, os sintomas começam a aparecer depois de alguns dias após o parto e, logo que identificado, o bebê é incubado para passar pelo tratamento adequado.

A doença apresenta diferentes sintomas entre os gêneros (homens e mulheres), mas alguns casos podem surgir os mesmos, tais como coceira, pus e sangramento

na região anal, dores de garganta e aparência de inflamação na região, secreção de pus nos olhos e sensibilidade à luz. As mulheres podem apresentar ainda sinais como: corrimentos vaginais (com cheiro forte e cor amarelada), sangramento fora do período menstrual, dor e ardência para urinar, dor pélvica e dores abdominais. As manifestações nos homens são comumente descritas como dores e inchaço em um dos testículos, ardência para urinar e secreção de pus pela uretra.

CAPÍTULO III

VIROLOGIA: ASPECTOS HISTÓRICOS, CARACTERÍSTICAS GERAIS, CLASSIFICAÇÃO, REPRODUÇÃO E PRINCIPAIS DOENÇAS.

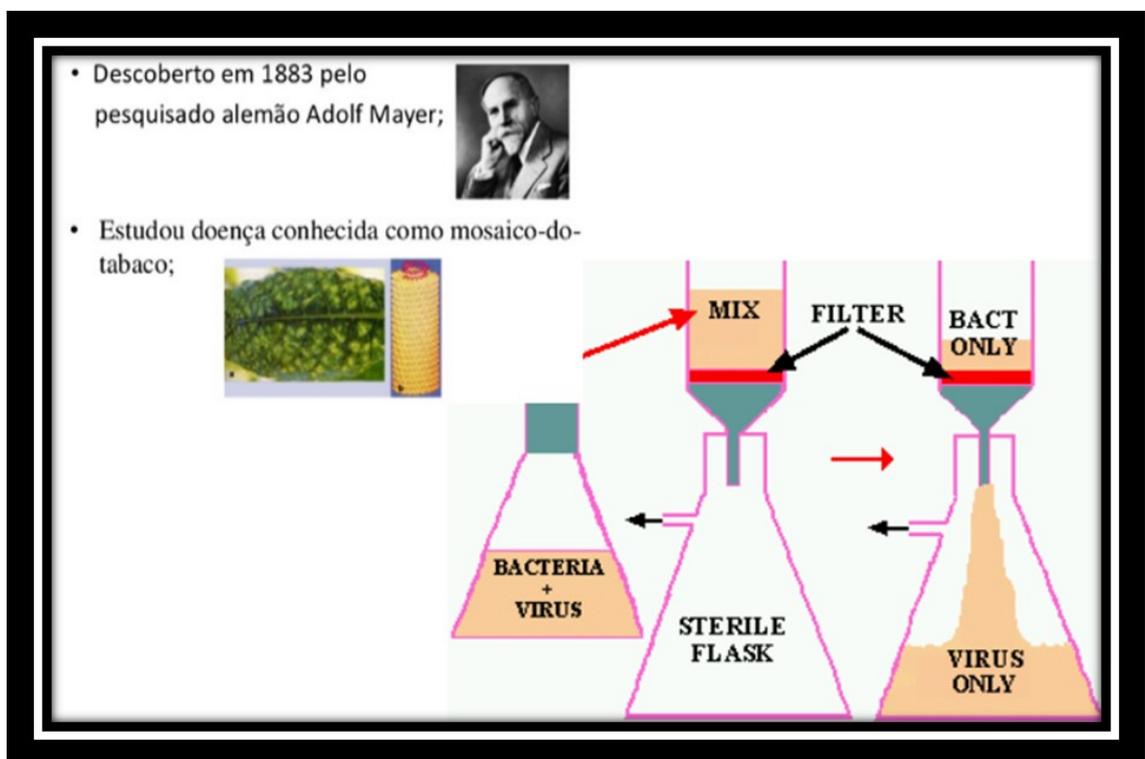
1. ASPECTOS HISTÓRICOS

A **Virologia** é um ramo da microbiologia que estuda os vírus e todas as suas propriedades. Os primeiros achados significativos envolvendo esta ciência ocorreram em 1892, com o cientista Dmitri Iwanowski, que observou que o organismo que causava a doença do mosaico do tabaco era muito pequeno e capaz de passar em qualquer filtro que era utilizado na época para deter bactérias, que eram os únicos microrganismos naquele momento identificados cientificamente. Entretanto, o cientista não conseguiu concluir diante do experimento que o microrganismo em apresentado na verdade eram os vírus. Algum tempo depois, na década de 1930, os cientistas começaram a usar o termo vírus, oriundo do latim “veneno”, para descrever esses agentes infecciosos. Toda via, apenas em 1935, Wendell Stanley demonstrou o organismo, chamado de vírus do mosaico do tabaco em inglês *Tobacco mosaic virus* (TMV) que causava a doença e era diferente dos demais micróbios. Stanley demonstrou a natureza química do TMV, cristalizando o vírus como um composto químico e observou

que ele continuava infeccioso. A partir de 1940, com o desenvolvimento do microscópio, os microbiologistas puderam observar a estrutura viral em detalhe.

Os avanços e inclusões de novas técnicas moleculares permitiram a identificações de diversos vírus que infectam humanos, entre eles o vírus da Imunodeficiência Humana (HIV) e o vírus da Hepatite C. Atualmente, muito se sabe sobre a estrutura, atividade e multiplicação de diversos vírus que infectam humanos, animais e plantas.

Figura 1- Imagem ilustrativa do experimento de identificação de microrganismos realizado por Adolf Mayer.



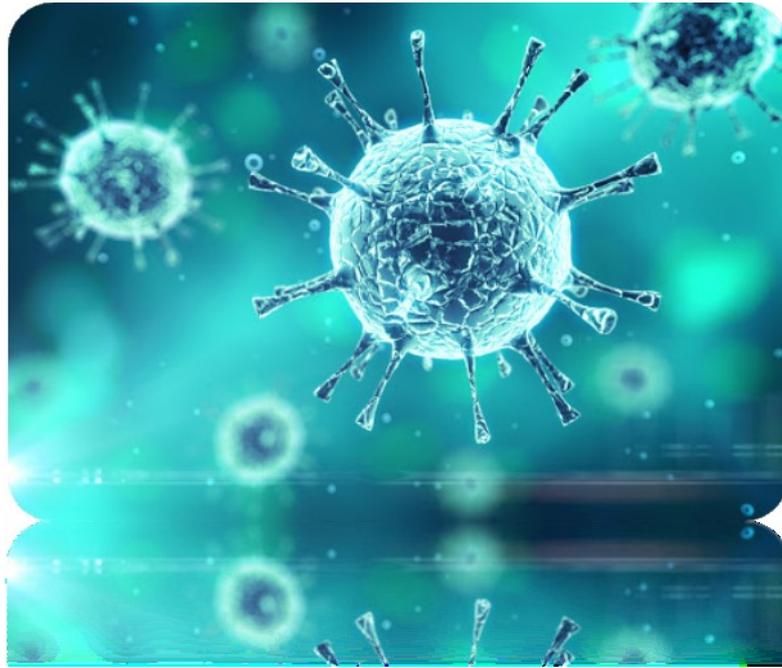
Os Vírus são parasitas intracelulares obrigatórios, ou seja, eles necessitam da célula hospedeira para sua multiplicação. Esse fato ainda gera muitas questões sobre os vírus serem ou não seres vivos e por esse motivo, eles não se enquadram em nenhum dos reinos de classificação dos seres vivos. Eles possuem um único material genético, DNA ou RNA, possuem uma cobertura proteica, chamada capsídeo e multiplica-se dentro da célula hospedeira, utilizando a maquinaria de síntese das células. Existem diversos tipos de vírus que infectam humanos,

animais e plantas. Em geral, eles são classificados de acordo com o tipo morfológico, com base na forma do seu capsídeo, envolvendo o ácido nucleico. De acordo com a morfologia eles podem ser: vírus helicoidais, vírus poliédricos, vírus envelopados e vírus complexos.

1- CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS VÍRUS

- ✓ São acelulares, ou seja não possuem célula (nenhum tipo de estrutura celular, ou maquinaria celular)
- ✓ Possuem apenas um tipo de ácido nucleico DNA ou RNA (exceto o Citomegalovírus que possui ambos)
- ✓ Não possuem capacidade de se reproduzir sozinho
- ✓ Não apresentam sensibilidade aos antibióticos
- ✓ Grande capacidade mutagênica devido as fusões de material genético
- ✓ Apresentam pouca sobrevivência em ambientes externos- São chamados de Vírions quando estão fora das células
- ✓ São parasitas intracelulares obrigatórios
- ✓ Vírus que só apresentam RNA são denominados RETROVÍRUS.

Figura 2- Imagem ilustrativa do visualização microscópica dos vírus



2. CLASSIFICAÇÃO MORFOLÓGICA DOS VÍRUS

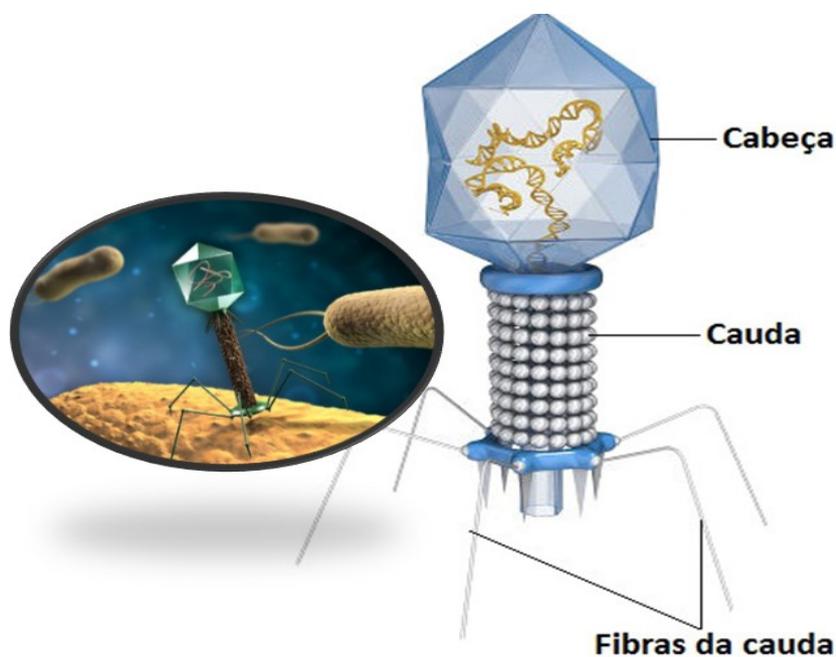
Os VÍRUS podem ser classificados inicialmente como VÍRUS SIMPLES e BACTERIÓFAGOS.

Os Bacteriófagos, também chamados de fagos, são vírus que apresentam a capacidade de infectar bactérias, as quais são utilizadas para o processo de replicação viral. O termo vem do grego e significa “*comedor de bactérias*”. Assim como todos os outros vírus, os bacteriófagos não possuem células e são parasitas intracelulares obrigatórios, uma vez que não possuem metabolismo próprio e precisam da célula hospedeira para reproduzir-se.

Os bacteriófagos são encontrados em diferentes locais na natureza e não são responsáveis por causar danos à saúde dos seres humanos. Por parasitarem bactérias, os bacteriófagos atuam nesses locais controlando as populações bacterianas.

Grande parte dos bacteriófagos apresenta DNA como material genético, mas existem tipos que apresentam RNA. Os bacteriófagos com DNA apresentam geralmente os seguintes componentes: **cabeça, cauda e fibras da cauda**. A cabeça é o local onde está o material genético, e a cauda e as fibras da cauda estão relacionadas com a penetração do material genético na célula hospedeira. Os bacteriófagos podem infectar diferentes bactérias, mas existem tipos muito específicos que são capazes de infectar apenas um tipo determinado de bactéria.

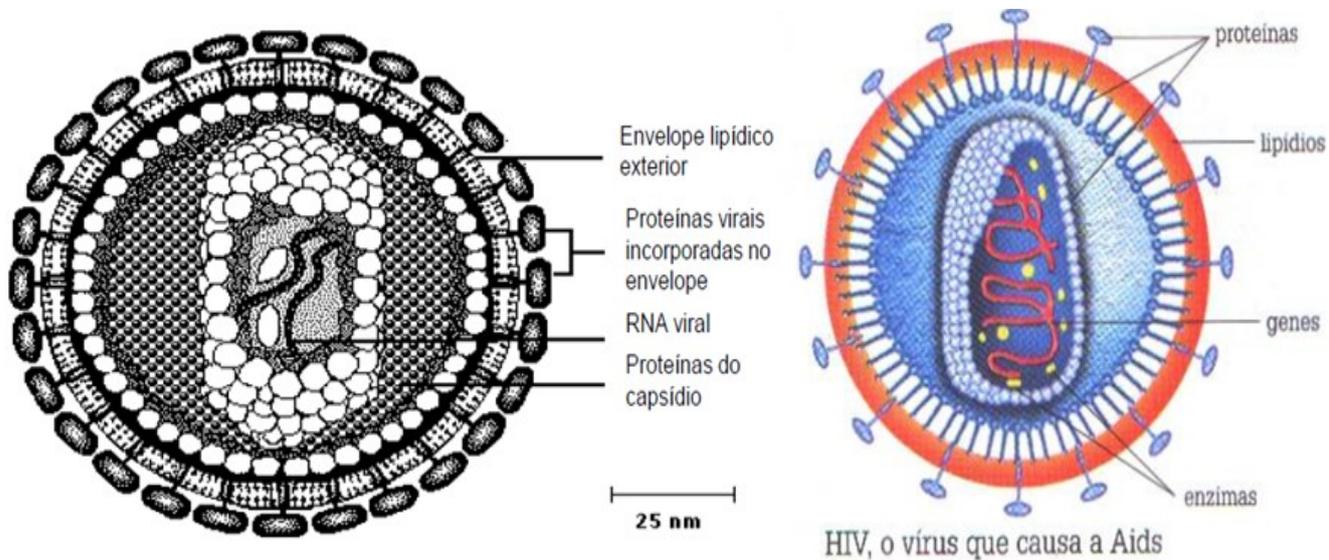
Figura 3- Imagem ilustrativa do vírus bacteriófago e suas principais estruturas



Os vírus simples são estruturas virais que infectam células Eucariontes, geralmente são constituídos de material genético do tipo RNA, ou seja, são

considerado Retrovírus. A sua morfologia impacta diretamente na sua forma de reprodução.

Figura 4- Imagem ilustrativa do vírus simples e suas principais estruturas.



3. REPRODUÇÃO VIRAL

A **reprodução dos vírus** (vírions) ocorre necessariamente no interior de uma célula (hospedeiro), por isso são considerados parasitas intracelulares obrigatórios, requerendo a utilização da estrutura celular: material genético e organelas, para sua multiplicação e propagação. Em caráter geral os vírus possuem quatro etapas na sua reprodução:

- **Adsorção:** é a fixação do vírus na célula hospedeira
- **Penetração:** o Ácido Nucléico do vírus penetra na hospedeira célula hospedeira.
- **Eclipse:** Acontece a duplicação do Ácido Nucléico, Cápsula, Proteínas e Cauda. Esta fase longa é muito longa.
- **Penetração:** Com destruição enzimática o Vírus sai da célula hospedeira.

*A fase de eclipse nos retrovírus apresentam condições diferentes. Os retrovírus tem RNA e a enzima transcriptase reversa ao invés de DNA como ácido nucleico. Uma vez dentro da célula hospedeira, a transcrição reversa (de RNA

para DNA) é realizada pela enzima. Este novo DNA é incorporado no DNA hospedeiro, onde transcreve novos genomas virais, e o RNA sintetiza novas cápsulas de proteína e transcriptase reversa.

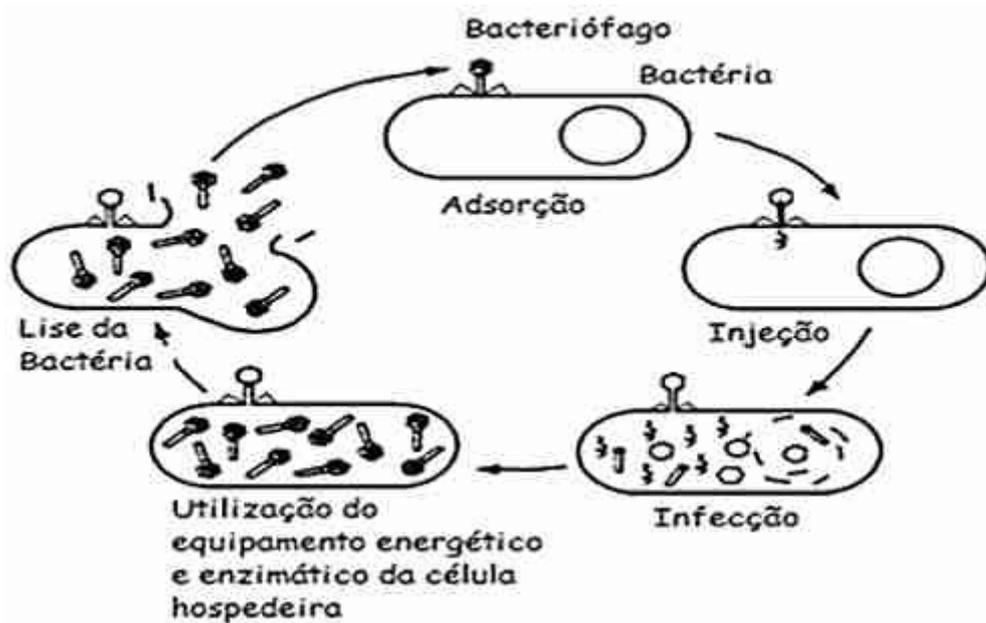
Figura 5- Representação esquemática da reprodução dos Retrovírus.



A reprodução ou replicação dos bacteriófagos, assim como os demais vírus, ocorre somente no interior de uma célula hospedeira. Existem basicamente dois tipos de ciclos reprodutivos: o **ciclo lítico** e o **ciclo lisogênico**.

No **ciclo lítico**, o vírus invade a bactéria, onde as funções normais desta são interrompidas na presença de ácido nucléico do vírus (DNA ou RNA). Esse, ao mesmo tempo em que é replicado, comanda a síntese das proteínas que compõem o capsídeo. Os capsídeos organizam-se e envolvem as moléculas de ácido nucléico. São produzidos, então novos vírus. Ocorre a lise, ou seja, a célula infectada rompe-se e os novos bacteriófagos são liberados. Sintomas causados por um vírus que se reproduz através desta maneira, em um organismo multicelular aparecem imediatamente. Nesse ciclo, os vírus utilizam o equipamento bioquímico (Ribossomo) da célula para fabricar sua proteína (Capsídeo).

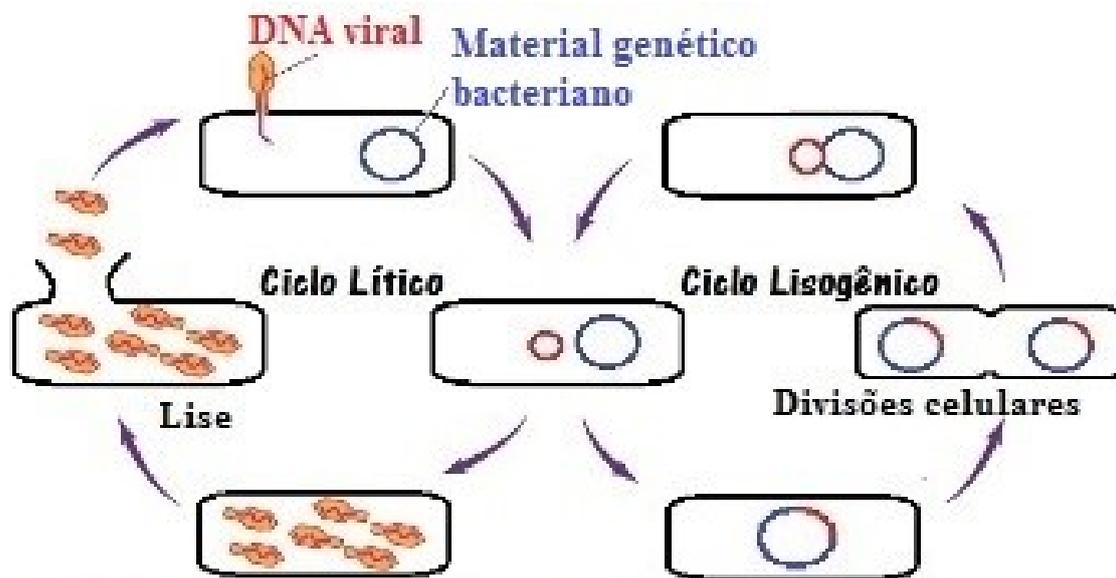
Figura 6- Representação esquemática da etapa de reprodução do ciclo lítico.



No **ciclo lisogênico**, o vírus invade a bactéria ou a célula hospedeira, onde o DNA viral incorpora-se ao DNA da célula infectada. Isto é, o DNA viral torna-se parte do DNA da célula infectada. Uma vez infectada, a célula continua suas operações normais, como reprodução e ciclo celular. Durante o processo de divisão celular, o material genético da célula, juntamente com o material genético do vírus que foi 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 mitose e todas as células estarão infectadas também. Sintomas causados por um vírus que se reproduz através desta maneira, em um organismo multicelular podem demorar a aparecer. Doenças causadas por vírus lisogênico tendem a ser incuráveis. Alguns exemplos incluem a AIDS e herpes.

RESUMINDO: A reprodução dos bacteriófagos ocorre obrigatoriamente pela participação do ciclo lítico. O ciclo lítico compõe a formação das estruturas virais e precede a liberação dos vírus no meio extracelular. Como estratégia de maior eficiência para a reprodução os vírus incorporam seu material genético ao DNA bacteriano e inicia-se a multiplicação por divisão binária. As células bacterianas se multiplicam agora com material genético viral e após a geração de um grande número de células inicia-se o ciclo lítico.

Figura 7- Representação esquemática das etapas de reprodução do ciclo lítico e ciclo lisogênico.



Partículas virais sendo sintetizadas Integração do material genético

Os vírus simples apresentam uma forma de invasão específica às células eucariontes. Através de suas espículas os vírus se fixam à célula eucarionte e inicia a fusão com a membrana citoplasmática do hospedeiro para posterior injeção do material genético. O vírus também pode entrar por Endocitose na célula hospedeira.

4. MECANISMO DE INFECÇÃO DO HIV

O genoma do HIV-1 é composto de duas cópias de RNA de cadeia simples, dentro da partícula do vírus existem as enzimas transcriptase reversa, integrase e protease que são envolvidas por uma rede proteica (p24). O vírus do HIV infectam preferencialmente as células linfocitária TCD4, além de macrófagos e células dendríticas, podendo adentrar tais células e as infectar, diminuindo o seu número no organismo. As glicoproteínas GP120 e GP41 se ligam ao receptor CD4 da célula, o envelope viral se liga a membrana celular e o cerne viral é liberado no interior da célula; no citoplasma, o cerne viral se desfaz

liberando as fitas de RNA e as enzimas transcriptase reversa, integrase e protease.

A transcriptase reversa copia o RNA viral e cria uma fita de DNA e em seguida uma molécula de DNA dupla fita; a integrase se combina ao DNA direcionando o conjunto ao núcleo celular; no núcleo a integrase incorpora a molécula viral ao DNA da célula hospedeira; assim o DNA viral será transcrito e enviado ao citoplasma da célula formando novos vírus que podem infectar novas células.

DIAGNÓSTICO DO HIV

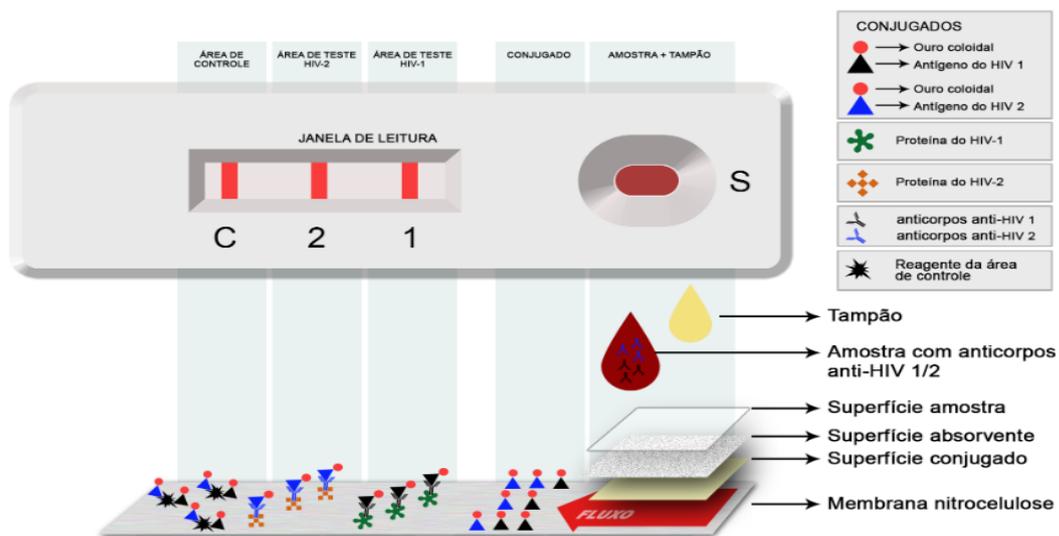
Os Antígenos (ag) e anticorpos (ac) circulantes: a janela diagnóstica é o período onde não há teste que detecte o vírus no hospedeiro seja por meio de anticorpos ou RNA viral, já o termo janela imunológica significa o tempo onde não há presença de anticorpos contra o vírus detectáveis em testes. O primeiro marcador que pode ser detectado é o RNA viral (12 dias da infecção em média), seguido da proteína P24 (15 dias em média); a fase aguda da doença (IgM) pode ser detectada a partir da terceira semana e a fase crônica (IgG) a partir de um mês do contato com o agente viral.

Segundo o Ministério da Saúde – Departamento de DST/AIDS, a confirmação do diagnóstico do HIV é baseado na presença de anticorpos (Ac) contra o vírus no soro sanguíneo humano; realizando primeiramente o teste ELISA para HIV 1 e HIV 2.

O teste rápido para HIV é utilizado para investigar a infecção pelo vírus da imunodeficiência humana (HIV, do inglês Human Immunodeficiency Virus), baseia-se na tecnologia de imunocromatografia de fluxo lateral. Esse teste permite a detecção de anticorpos das classes IgG, IgM e IgA, específicos para HIV-1 em sangue total, soro ou plasma. Trata-se de um teste qualitativo que utiliza um conjugado composto por antígenos recombinantes. Esse conjugado está impregnado na membrana presente no dispositivo de teste e funciona como revelador do teste.

O dispositivo contém uma área denominada janela de leitura de resultados. Na parte acima da janela, há as letras C e T, que delimitam, respectivamente, a área de CONTROLE e a área de TESTE. Na parte abaixo da janela, vê-se os algarismos 1 e 2, que marcam a área de teste e onde estão localizados, respectivamente, os antígenos de captura recombinantes de HIV-1 (gp41, p24) e os antígenos de captura recombinantes de HIV-2 (gp36).

Figura 8- Ilustração da metodologia de teste rápido para diagnóstico de HIV.



PRINCIPAIS VIROSES

PRINCIPAIS VIROSES HUMANAS			
Doença	Transmissão	Sintomas	Observações
Sarampo – RNA	Contato direto e gotículas de secreções nasais.	Tosse seca, fotofobia e manchas vermelhas na pele (exantema).	Há vacina.
Rubéola – RNA	Contato direto e secreções nasobuciais.	Febre, dor de cabeça, dores articulares, linfonodos inchados e exantema.	Malformações em fetos (surdez, catarata). Há vacina.
Caxumba – RNA	Contato direto e saliva.	Febre, dor de cabeça e inflamação das glândulas parótidas (salivares).	Complicação: orquite (inflamação dos testículos).
Catapora (varicela) – DNA	Contato direto e secreção nasal.	Febre, fraqueza, linfonodos inchados, manchas vermelhas na pele e coceira.	As manchas se tornam vesículas com líquido.
Gripe (vírus influenza) – RNA	Contato direto e gotículas de saliva.	Febre, tosse, dor de cabeça e dores musculares.	Epidemias. Há vacina.
Poliomielite – RNA	Fecal-oral.	Afeta os neurônios motores, causando paralisias muscular e respiratória.	Vacinas Salk e Sabin. Erradicada no Brasil.
Hidrofobia (raiva) – RNA	Mordidas (saliva): cão, gato e morcego.	Febre, espasmos musculares, deglutição difícil, paralisia e coma.	Há vacina.

V

PRINCIPAIS VIROSES HUMANAS			
Doença	Transmissão	Sintomas	Observações
Herpes – DNA	Saliva e relação sexual.	Lesões labiais (herpes labial) e genitais (herpes genital).	Não há vacina. Recorrente por trauma, estresse e luz solar.
Mononucleose infecciosa – DNA	Saliva e secreção nasal.	Febre, dor de garganta e hipertrofia do baço.	Não há vacina.
Variola – DNA	Provocou graves epidemias no passado; hoje está mundialmente erradicada e o último caso foi registrado na Somália, em 1977. O vírus está guardado em laboratório.		
Febre amarela – RNA	Mosquito (<i>Aedes aegypti</i>).	Febre, dores musculares, dor de cabeça, icterícia, fotofobia e prostração.	Há vacina que protege por até 10 anos.
Dengue – RNA	Mosquito (<i>Aedes aegypti</i>).	Mesmos sintomas da febre amarela. Na segunda infecção, pode ocorrer a grave dengue hemorrágica.	Não há vacina.
Papiloma (HPV) – DNA	Contato de pele e genital.	Verrugas na pele, papilomas (HPV1 a 4) e verrugas genitais (HPV6 e 11).	O HPV16 causa câncer uterino.
Hepatite A (hepatite infecciosa) (HAV) – RNA	Fecal-oral.	Maioria assintomática. Febre, vômito, icterícia e náuseas.	Há vacina.

PRINCIPAIS VIROSES HUMANAS			
Doença	Transmissão	Sintomas	Observações
Hepatite B (soro hepatite) (HBV) – DNA	Sangue e relação sexual.	Icterícia; a forma crônica causa cirrose.	Há vacina.
Hepatite C (HCV) – RNA	Sangue e relação sexual.	Febre, vômito e icterícia; a forma crônica predispõe para o câncer hepático.	Não há vacina.
AIDS (HIV) – RNA	Relações sexuais, transfusão de sangue e seringas contaminadas.	Exantema, aftas, inchaço dos nódulos linfáticos, febre, tosse, mal-estar e diarreia.	Não há vacina.

CAPÍTULO IV

MICOLOGIA: ASPECTOS HISTÓRICOS, CARACTERÍSTICAS GERAIS, CLASSIFICAÇÃO, REPRODUÇÃO E PRINCIPAIS AFECÇÕES FÚNGICAS.

1. ASPECTOS HISTÓRICOS

Micologia é um ramo da biologia dedicado ao estudo dos fungos. Os fungos pertencem a um reino próprio (Reino Fungi) e é papel da micologia estudar todas as características destes seres, incluindo suas propriedades genéticas e bioquímicas, sua taxonomia e seu uso para os humanos. Os **fungos** são seres eucariontes, com apenas um núcleo e podem ser unicelulares (leveduras) e pluricelulares (cogumelos). Eles também são seres heterotróficos, ou seja, não sintetizam o próprio alimento. Assim, os fungos são considerados como grandes agentes decompositores, denominados como agentes saprofíticos (promovem renovação de matéria orgânica). Especialistas afirmam que cerca de

1,5 milhão de espécies de fungos habitam o planeta Terra, como os cogumelos, as leveduras, os bolores, os mofos, sendo utilizados para diversos fins: culinária, medicina, produtos domésticos.

Figura 1- Representação dos diversos tipos de fungos.



2. CARACTERÍSTICAS GERAIS DOS FUNGOS

Os Fungos são organismos eucariontes que não contêm clorofila, mas possuem parede celular, estruturas filamentosas e produzem esporos. Esses organismos crescem como saprófitos e decompõem matéria orgânica. Existem entre 100.000 a 200.000 espécies de fungos, variando de acordo com a classificação utilizada. Cerca de 300 espécies são reconhecidas atualmente como patogênicas para o homem

Habitat: Os fungos possuem diversos tipos de habitat visto que são encontrados no solo, na água, nos vegetais, nos animais, no homem e nos detritos em geral.

PRINCIPAIS CARACTERÍSTICAS DOS FUNGOS

- ✓ Eucariontes
- ✓ Metabolismo: heterotróficos

- ✓ Saprofíticos ou Parasitários
- ✓ Unicelulares e Pluricelulares
- ✓ Parede celular de quitina
- ✓ Reserva de energia (glicogênio)
- ✓ Aclorofilados
- ✓ Podem ser aeróbios, anaeróbios e anaeróbios facultativos
- ✓ Se desenvolvem em locais úmidos e quentes

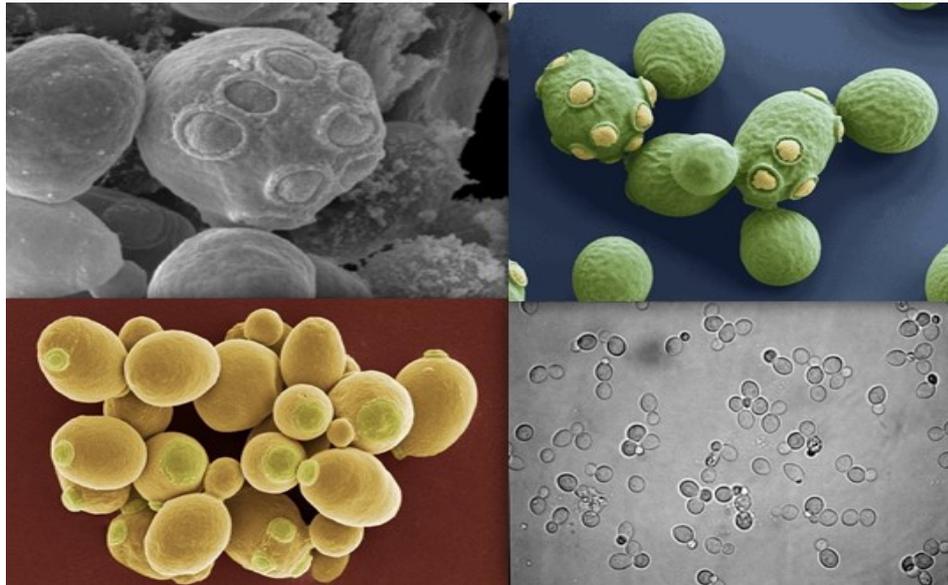
3. MORFOLOGIA DOS FUNGOS

Os Fungos patogênicos podem existir como leveduras ou como hifas. Uma massa de hifas é chamada micélio. Leveduras são microrganismos unicelulares e micélios são estruturas filamentosas multicelulares constituídas de células tubulares com parede celular. As leveduras se reproduzem por brotamento ou cissiparidade. As formas miceliais se ramificam e o padrão de ramificação delas auxilia a identificação morfológica. Se o micélio não for septado é chamado de cenocítico (não-septado). Os termos “hifa” e “micélio” são comumente utilizados indistintamente. Alguns fungos ocorrem tanto na forma de leveduras como na forma de micélios. Esses são chamados fungos dimórficos. Os fungos podem ser classificados morfológicamente de 2 formas: Fungos Filamentosos e Leveduras.

Os fungos dimórficos podem apresentar duas formas:

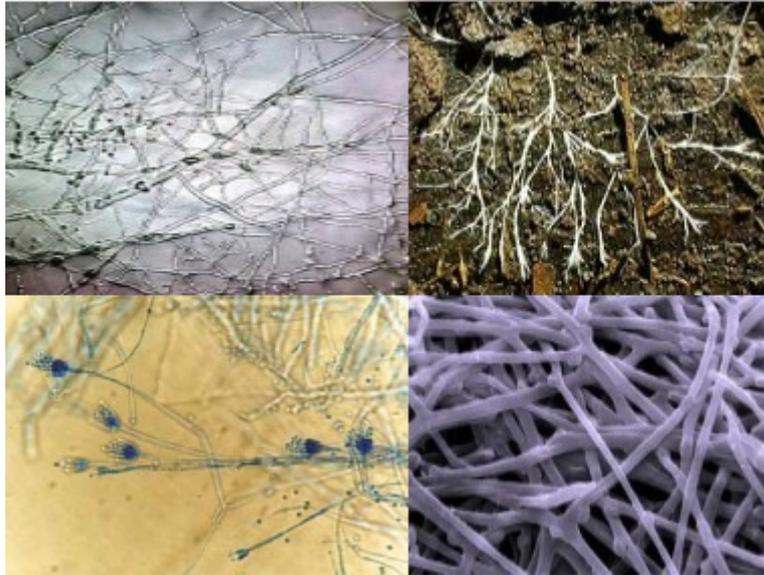
- LEVEDURA - (forma parasitária ou patogênica). Essa forma é usualmente encontrada em tecidos, exsudatos, ou se cultivados em uma incubadora a 37 graus C.

Figura 2- Imagens microscópicas e representativas de células leveduriformes.



- **MICÉLIO** - (forma saprófita). Forma observada na natureza ou quando cultivada a 25 graus C. A conversão para a forma de levedura parece ser essencial para a patogenicidade. Fungos dimórficos são identificados por várias características morfológicas ou bioquímicas, incluindo a aparência de seus corpos de frutificação. Os esporos assexuais podem ser grandes (macroconídios, clamidosporos) ou pequenos (microconídios, blastosporos, artroconídios).

Figura 3- Imagens microscópicas e representativas de micélios.



4. REPRODUÇÃO DOS FUNGOS

REPRODUÇÃO ASSEXUADA

A **reprodução assexuada** nos fungos pode ocorrer de três maneiras, por **fragmentação, brotamento e esporulação**.

A **fragmentação** é um tipo de reprodução assexuada muito simples que ocorre em certas espécies de fungos. Nesse tipo de reprodução, o micélio (conjunto de hifas) se quebra, graças a fatores bióticos ou abióticos, dando origem a clones.

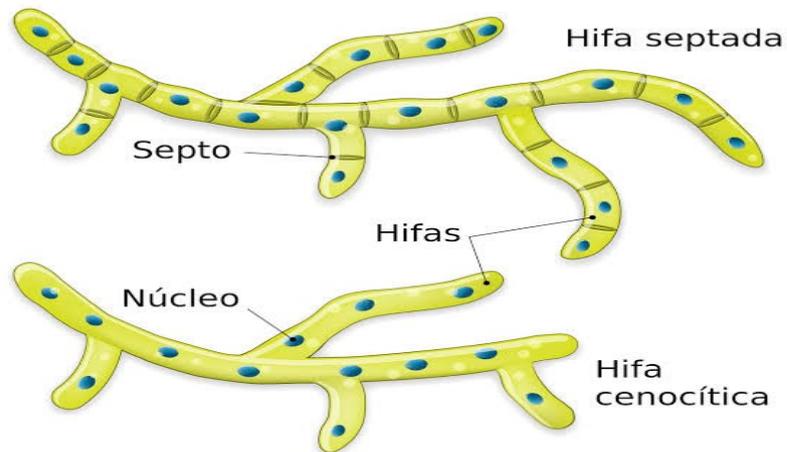
Figura 4- Esquema da reprodução por fragmentação os micélios.



*Os MICÉLIOS são formados por um conjunto de Hifas- Fungos Filamentosos

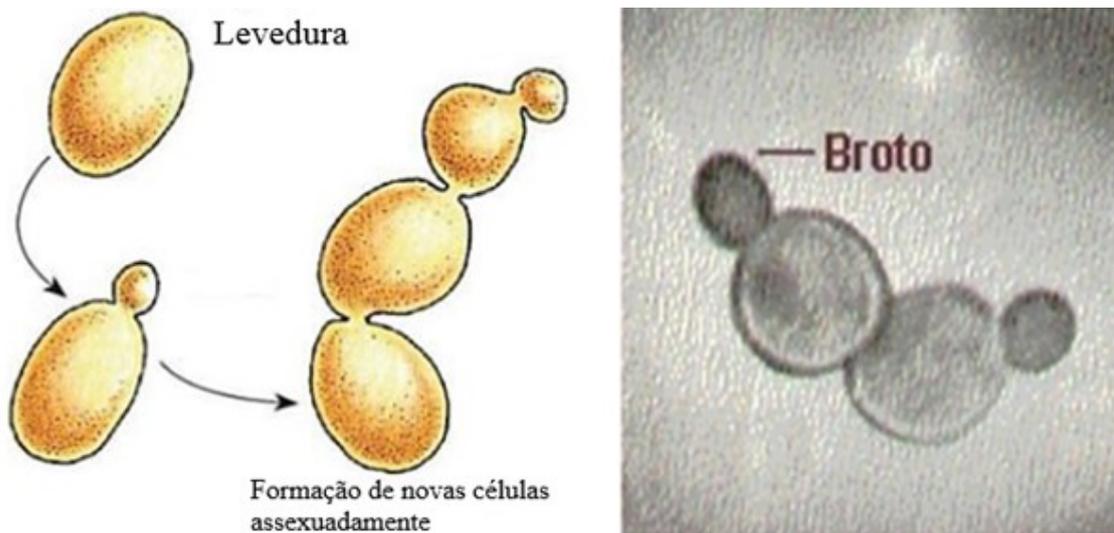
As Hifas podem se apresentar de forma septadas e não septada (cenocíticas).

Figura 5- Imagem ilustrativa dos tipos de hifas.



O **brotamento**, também chamado de **gemulação**, é outro tipo de reprodução assexuada que ocorre em fungos, como o *Saccharomyces cerevisiae*. No brotamento, o fungo adulto emite brotos ou gemas laterais que se desenvolvem e podem ou não se separar da célula original.

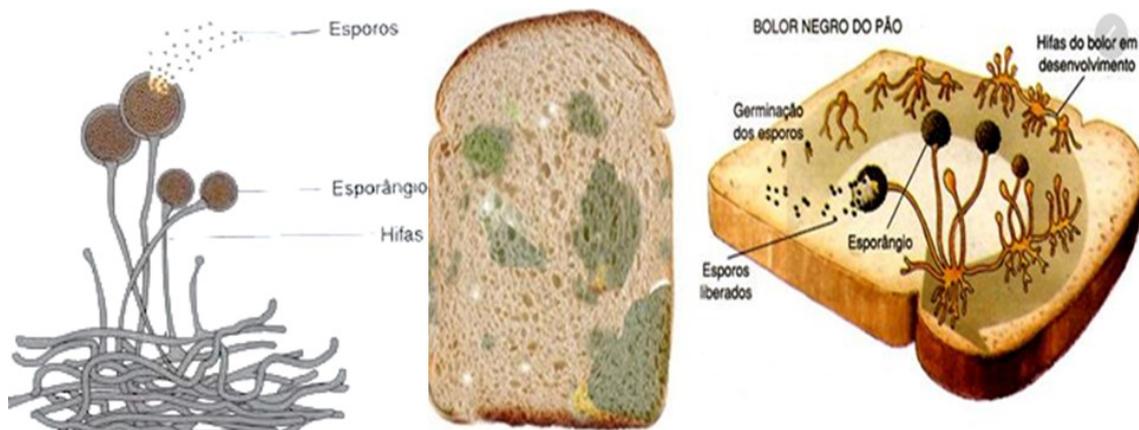
Figura 6- Esquema da reprodução por brotamento.



A **esporulação** é um tipo de reprodução assexuada realizada por diversas espécies de fungos, como o *Rhizopus*. Na esporulação, os fungos possuem

estruturas chamadas de **esporangióforos**, que nada mais são do que hifas especiais que saem de determinados pontos do micélio. Na extremidade de cada esporangióforo, encontramos o local onde são produzidos os esporos, que é chamado de **esporângio**. Quando os esporos estão maduros, o esporângio adquire coloração escura e se quebra, liberando os esporos no ambiente. Os esporos são células haploides de paredes resistentes que, por serem muito leves, são disseminados pelo ambiente através do vento, água, animais, homem etc. Quando esse esporo encontra um local com condições ambientais favoráveis, ele se desenvolve, originando um novo micélio.

Figura 7- Esquema da reprodução por esporulação.

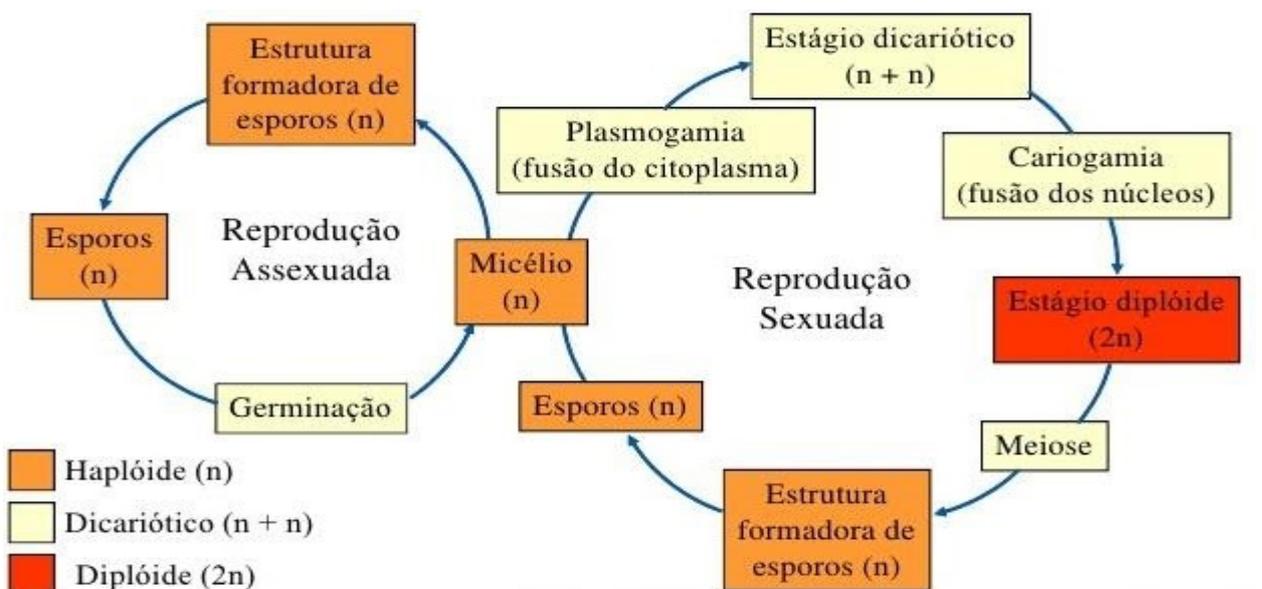


REPRODUÇÃO SEXUADA

No ciclo reprodutivo de alguns fungos aquáticos, há a produção de gametas flagelados, que se fundem e geram zigotos que produzirão novos indivíduos. Nos fungos terrestres, existe um ciclo de reprodução no qual há produção de esporos por meiose. Desenvolvendo-se, esses esporos geram hifas haploides que posteriormente se fundem e geram novas hifas diploides, dentro dos quais ocorrerão novas meioses para a produção de mais esporos meióticos. A alternância de meiose e fusão de hifas (que se comportam como gametas) caracteriza o processo como sexuado.

O esquema da figura abaixo ilustra um ciclo de reprodução genérico, válido para a maioria dos fungos. Muitos alternam a reprodução sexuada com a assexuada. Em outros, pode ocorrer apenas reprodução sexuada ou apenas a reprodução assexuada.

Figura 8- Representação esquemática das fases assexuada e sexuada na reprodução dos fungos.



De modo geral, a reprodução sexuada dos fungos se inicia com a fusão de hifas haploides, caracterizando a **plasmogamia** (fusão de citoplasmas). Os núcleos haploides geneticamente diferentes, provenientes de cada hifa parental, permanecem separados (fase heterocariótica, $n + n$).

Posteriormente, a fusão nuclear (cariogamia) gera núcleos diploides que, dividindo-se por meiose, produzem esporos haploides. Esporos formados por meiose são considerados sexuados (pela variedade decorrente do processo meiótico).

Algumas curiosidades merecem ser citadas a respeito da fase sexuada da reprodução:

- Antes de ocorrer plasmogamia, é preciso que uma hifa "atraia" a outra. Isso ocorre por meio da produção de **feromônios**, substâncias de "atração sexual" produzidas por hifas compatíveis
- Em muitos fungos, após a **plasmogamia** decorre muito tempo (dias, meses, anos) até que ocorra a **cariogamia**;
- A produção de esporos meióticos, após a ocorrência de cariogamia, se dá em estruturas especiais, frequentemente chamadas de esporângios.

RESUMINDO: A reprodução sexuada dos fungos alterna em entre fases assexuada e sexuada. Entretanto, a principal característica é a fusão de esporos sexuais (gametas), proporcionando compartilhamento de material genético.

Tabela 1- Principais aplicabilidades dos fungos ao benefício humano

APLICABILIDADES DOS FUNGOS		
Indústria alimentícia	Produção de alimentos (pão, bebidas, queijos)	Fermento biológico- <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Indústria farmacêutica	Desenvolvimento de antibióticos	Penicilina- Alexander Fleming
Produtos agrícolas	Controle de pragas- Biorremediação	<i>Phanerochaete chrysosporium</i> para degradação de poluentes
Desenvolvimento ambiental	Produção de biocombustíveis	Bioetanol, Biogás, biohidrogênio
Saúde pública	Bióticos e probióticos	Nutracêuticos

5. DOENÇAS FÚNGICAS- MICOSES SUPERFICIAIS

CANDIDÍASE

A candidíase é uma infecção causada pelo fungo *Candida albicans*, que se aloja comumente na área genital, provocando coceira, secreção e inflamação na região. O micro-organismo faz parte da microbiota normal e vive normalmente no organismo sem causar danos, mas, em situações de desequilíbrio, aumenta a população e passa a ser danoso para o corpo. Isso acontece especialmente entre as mulheres, já que o fungo habita a flora vaginal.

Em períodos de baixa imunidade, o ambiente quente e úmido da região genital propicia a proliferação descontrolada, que muitas vezes exige tratamento. Alguns hábitos contribuem efetivamente para o desenvolvimento da candidíase: uso de duchas higiênicas, roupas íntimas de látex, cremes e géis vaginais, uso inadequado de antibiótico, e uso de contraceptivos. Pessoas com o sistema imune ainda não amadurecido como os recém-nascidos podem sofrer com a candidíase na cavidade oral conhecido popularmente como “sapinho”. O tratamento normalmente é através do uso de nistatina oral.

Figura 9- Manifestação Clínica da Candidíase Oral e visualização microscópica da *Candida albicans*.



PITIRÍASE VERSICOLOR- PANO BRANCO

A Pitiríase Versicolor é uma micose superficial da pele causada por fungos da espécie *Malassezia fufur*, que são leveduras que habitam o folículo piloso sem causar doença. Também é conhecida popularmente como “pano branco”. Quando existem condições favoráveis para o crescimento do fungo, ele consegue invadir a pele e causar as lesões características. Os fatores externos que facilitam a infecção são o calor e a umidade. Existem também fatores do hospedeiro que a favorecem: a desnutrição, a sudorese excessiva e o uso de anticoncepcionais, de corticoides e/ou de imunossupressores. Está presente no mundo todo e atinge todas as faixas etárias, sendo mais frequente em adolescentes e adultos jovens, pois estes têm maior atividade da glândula sebácea.

A doença é caracterizada pela presença de lesões ou manchas ao longo da pele e variam sua apresentação em cores: Lesões acrômicas (brancas), Lesões hiperacrômicas (castanho), Lesões hipocrômicas (rosa). As lesões aparentemente só apresentam desconforto estético, entretanto, existem relatos da manifestação de prurido.

O diagnóstico muitas vezes é feito por meio do exame de pele realizado por um dermatologista experiente. Em casos duvidosos, pode-se utilizar uma lâmpada conhecida como Wood, pois as lesões fluorescem de forma característica. A pesquisa de fungos e cultura feita por meio de raspagem superficial da pele também pode ser solicitada. Em casos mais difíceis, o dermatologista poderá indicar biópsia da pele.

O tratamento pode ser feito com medicações aplicadas diretamente na pele ou ingeridas por via oral. Elas eliminam a descamação em poucos dias, porém devem ser mantidas por várias semanas, isso quando se opta pelo tratamento tópico. As alterações da pigmentação tendem a se resolver mais lentamente do que a descamação. Quando ficam manchas claras, mesmo após o tratamento, a exposição moderada ao sol será útil para acelerar a recuperação da cor natural da pele.

A prevenção da pitiríase versicolor é feita por meio da utilização de roupas leves, arejadas e, preferencialmente, de tecidos não sintéticos. Após o tratamento, é necessário deixar planejado o uso de medicamentos para evitar que a micose retorne. A manutenção pode ser feita com medicamentos tópicos ou sistêmicos.

Figura 9- Manifestação Clínica da Ptíriase Versicolor e visualização microscópica da *Malassezia fufur*.



TINEA PEDIS

O pé de atleta, também conhecido como **frieira**, **tinha do pé** ou **tinea pedis**, é uma infecção fúngica que se desenvolve, principalmente, entre os dedos dos pés, mas também acomete a região plantar, provocada pelos fungos *Trichophyton mentagrophytes* ou *Trichophyton rubrum*. A infecção é mais prevalente em homens, porém, pode ocorrer em ambos os sexos. Normalmente, este tipo de micose acomete indivíduos que mantem a região entre os dedos sempre úmida. A principal manifestação é prurido intenso, vermelhidão, descamação e rachaduras na pele. Ressecamento da sola dos pés, com espessamento da pele e dor também são bastante comuns. Em casos mais graves a coceira intensa pode provocar lesões como abscessos e resultar em amputações.

Figura 10- Manifestação Clínica da Tinea Pedis.



TINEA CRURIS

A tinea cruris, também conhecida como micose da virilha ou coceira de jóquei, é uma infecção por fungo extremamente comum. Essa micose pertence a um grupo de infecções fúngicas da pele chamado tinea ou dermatofitoses, que são provocadas pelos fungos dos gêneros *Trichophyton*, *Microsporum* ou *Epidermophyton*. A tinea cruris é uma infecção contagiosa transmitida por fômites, como toalhas, lençóis ou roupas contaminadas com o fungo. Trata-se de

uma infecção leve e inofensiva, mas que pode ser espalhar rapidamente para as áreas ao redor se estiver em locais quentes e úmidos, como costumam ser as regiões de dobras das coxas e das nádegas. É uma doença mais comum em homens e meninos adolescentes e provoca lesões de pele avermelhadas que coçam bastante.

A imensa maioria dos casos de micose na virilha são causados pelo fungo *Trichophyton rubrum*. Esse fungo pode ser um habitante normal da pele, sem necessariamente provocar doenças, já que o nosso sistema imunológico consegue mantê-lo sob controle, desde que a pele mantenha-se limpa e seca. Em épocas de maior calor, porém, algumas áreas do corpo ficam constantemente úmidas e quentes, tal como a virilha e a região genital, favorecendo a proliferação de fungos, o que resulta nas micoses.

A micose na virilha também pode ocorrer como auto-contaminação pela micose dos pés (frieira). O paciente após mexer nos pés, pode ter suas mãos contaminadas com o fungo, levando-os até a região da virilha. Ter relações sexuais com uma pessoa infectada também é uma forma de contágio.

Todavia, não basta ter contato com o fungo para desenvolver micose. Para que o microrganismo vença nosso sistema imunológico, ele precisa encontrar um meio propício para sua multiplicação. Calor, umidade e ausência de luz são as condições mais adequadas para a proliferação de fungos.

Figura 11- Manifestação Clínica da Tinea Cruris.



TINEA CORPORIS

A tinea corporal é um tipo de dermatofitose também causada pelo fungo *Trichophyton* ou *Microsporum*. A infecção geralmente causa placas arredondadas e de cor entre rosa e vermelha, com bordas escamosas elevadas que tendem a permanecer claras na parte central. Por vezes, a erupção cutânea é pruriginosa. A tinea corporal pode desenvolver-se em qualquer parte da pele e propagar-se rapidamente para outras partes do corpo ou para outras pessoas com quem se mantenha um contato corporal muito próximo.

Figura 12- Manifestação Clínica da Tinea Corporis



OBS: As dermatofitoses podem acometer diversas áreas do corpo, como couro cabeludo (tinea capitis), pés ([tinea pedis](#)), barba (tinea barbae), unhas ([tinea unguium](#)) ou tronco e membros (tinea corporis).

PIEDRA BRANCA

A piedra branca é infecção fúngica do pêlo, rara, causada pelo *Trichosporon beigellii*, caracterizada por nódulos esbranquiçados mucóides no couro cabeludo e nos pêlos genitais, bigode, barba e axilas. A sua manifestação é semelhante a caspa seborreica que pode ser ocasionada por umidade e calor no

couro cabeludo. Em geral a manifestação da caspa caracteriza-se por prurido intenso, desconforto estético, mas também pode provocar calvície e seborreia.

Figura 13- Manifestação Clínica da Piedra Branca



CURIOSIDADE: O *Armillaria solidipes* é um fungo que pertence ao género *Armillaria*, também conhecidos como **cogumelo-do-mel**.

Foi encontrado em novembro de 2000 sob o solo da Floresta Nacional de Malheur, nas montanhas Blue no leste do estado chuvoso de Oregon, é atualmente considerado como a maior colônia de fungos do mundo. Através de estudos de DNA e índices de taxa de crescimento, descobriu-se que este fungo cobre uma área de 8,9 km² (equivalente a 1220 campos de futebol). A sua idade é difícil de avaliar, e embora alguns estudiosos afirmem que este organismo vivo pode ter 2400 anos de idade, pesquisas recentes com base no genoma do fungo parecem indicar que pode ter 8000 anos. Estima-se que este fungo possa ter uma massa total de 605 toneladas. Ele é considerado como o maior organismo do mundo.

CAPÍTULO V

MICROBIOLOGIA AMBIENTAL: ASPECTOS RELAVANTES DA UTILIZAÇÃO DOS MICRORGANISMO NA PRESERVAÇÃO AMBIENTAL.

A Microbiologia Ambiental é uma área da ciência que baseia-se no estudo da fisiologia, genética, interações e funções dos microrganismos no ambiente, e faz uso deste conhecimento com o objetivo maior de manter a qualidade ambiental e contribuir para o desenvolvimento sustentável da sociedade moderna.

Diante de todos os processos tecnológicos e industriais, a Microbiologia Ambiental hoje faz parte do cenário científico mundial como uma área de estudos fundamental e inserida em diversos temas de grande importância, como biorremediação, biocatálise, biocombustíveis, controle biológico, fertilizantes, dentre outros.

UTILIZAÇÃO DO FUNGOS NA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEIS

Os fungos possuem várias aplicabilidades às atividades humanas, entretanto, a sua utilização para a produção de combustíveis renováveis é de suma importância. Sabe-se que a matriz energética mundial é direcionada ao consumo de combustíveis fósseis, derivados do petróleo. Os combustíveis fósseis além de serem altamente prejudiciais para o meio ambiente por produzirem liberação de gases tóxicos, também contribuem para o aumento do efeito estufa e apresentam finitude em sua disponibilidade. Várias espécies de fungos como a *Saccharomyces cerevisiae*, *Pichia stipitis*, *Trichoderma reesei* tem sido utilizados para produção de etanol de segunda geração (extraído de biomassa lignocelulósica), Biodiesel e Biogás. Os biocombustíveis são fontes renováveis de energia e sem geração de poluentes.

Atualmente utiliza-se diversos tipos de matéria-prima para a produção de biocombustíveis. O Brasil é um grande produtor de etanol de primeira geração obtido a partir da fermentação da cana-de-açúcar, entretanto, outros insumos residuais ou também chamados co-produtos podem ser utilizados na produção do etanol de segunda geração ou bioetanol. O bioetanol é produzido utilizando a biomassa lignocelulósica que requer tecnologia apropriada para converter os açúcares em etanol a partir da quebra da celulose. Alguns exemplos de materiais lignocelulósicos são: palha de cana-de-açúcar, bagaço de cana, resíduo de madeira, herbáceos, aguapé.

Figura 1- Cadeia produtiva do bioetanol a partir da Aguapé

Produção de Etanol de Segunda Geração a Partir de Aguapé: Uma Revisão

Daniel de Azevedo Teixeira, Alexandre Soares dos Santos, Lillian Araújo Pantoja, Philippe Luan Brito, Alexandre Sylvio Vieira da Costa



<http://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20190010>

REFERENCIAS

BROOKS, G. F.; Carroll, K. C.; Butel, J. S.; Morse, A. S.; Mietzner, T. A. Microbiologia Médica de Jawetz, Melnick e Adelberg. McGraw-Hill. (última edição)

MURRAY, P. R.; Rosenthal, K. S.; Pfaller, M. A. Microbiologia Médica. Elsevier. (última edição).

TORTORA, G. J.; Funke, B. R.; Case, C. L. Microbiologia, Artmed. (última edição)

MADIGAN, M. T.; Martinko, J. M.; Dunlap, P. V.; Clark, D. P. Microbiologia de Brock, Artmed. (última edição)

PELCZAR, Michael J.; CHAN, Eddie Chin Sun; KRIEG, Noel R. Microbiologia: conceitos e aplicações. 2. ed. São Paulo, SP:

MAKRON BOOKS, c1997. 2 v. SCHAECHTER, Moselio. Microbiologia: mecanismos das doenças infecciosas. 3. ed. Rio de Janeiro, RJ: Guanabara Koogan, c2002. 642 p.

TRABULSI, Luiz Rachid et al. Microbiologia. 3. ed. São Paulo, SP: Atheneu, 2002. 586 p.

KONEMAN, E.W. et al. Diagnostic microbiology. 5th. Ed. Philadelphia, Hippincott. 1991.

DUNLAP; MADIGAN; MARTINKO. Microbiologia de Brock . 12^a Ed. Editora: Artmed. 2010

VERSALOVIC, J. et al. Manual of Clinical Microbiology, 10th ed. Washington: ASM, 2011.

NISENGARD, R.J. & NEWMAN, M.G. Microbiologia Oral e Imunologia. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara - Koogan, 1995.

http://pronatec.ifpr.edu.br/wpcontent/uploads/2013/06/Microbiologia_Basica.pdf