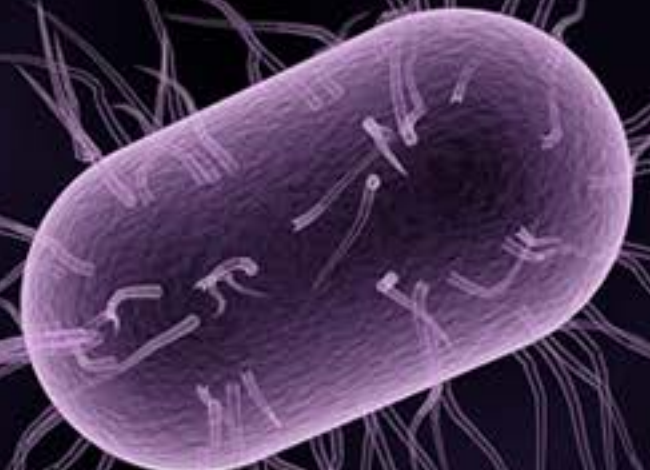
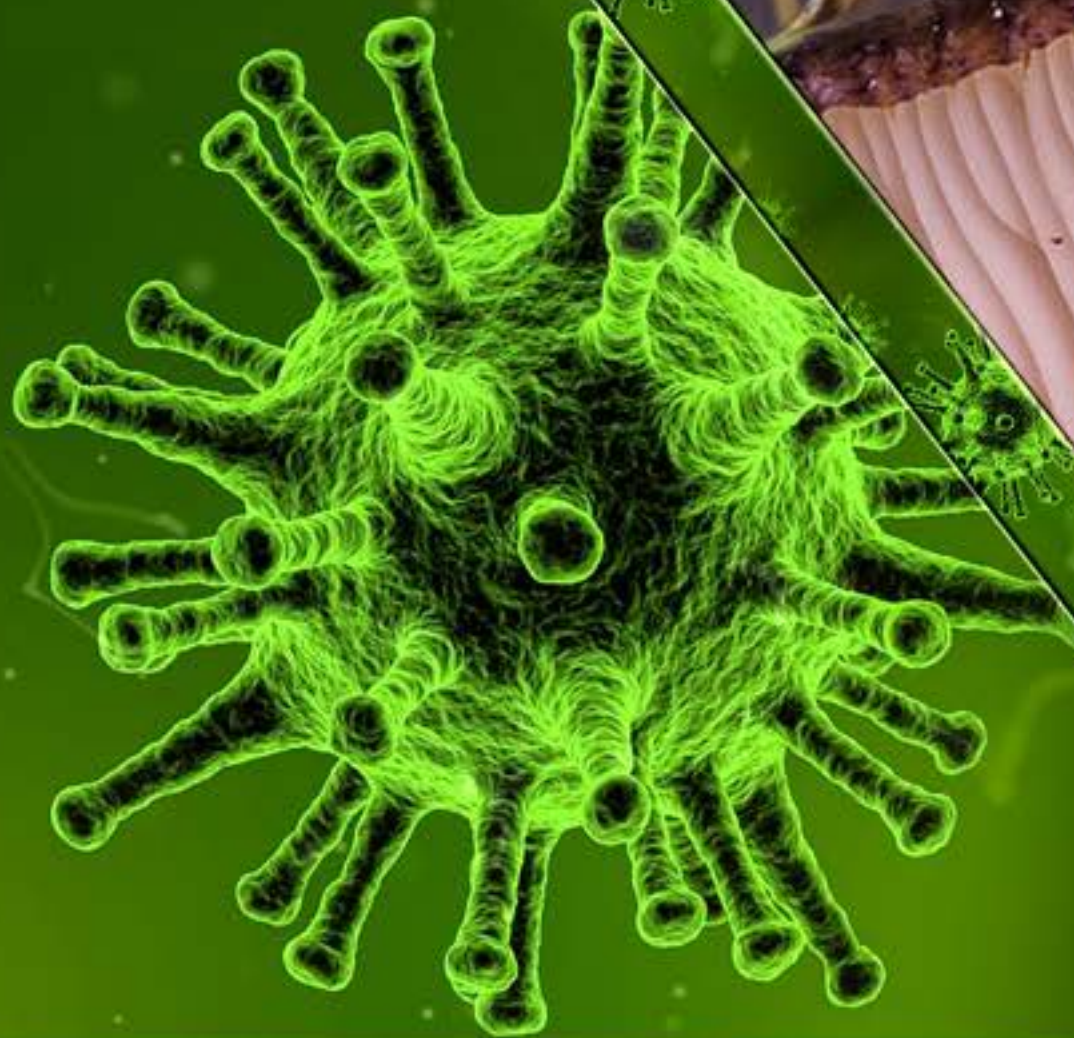


# Explorando o invisível mundo microbiano



**Adriana Knob**



Caros alunos,

Esse ebook é um pdf interativo. Para conseguir acessar todos os seus recursos, é recomendada a utilização do programa Adobe Reader 11.

Caso não tenha o programa instalado em seu computador, segue o link para download:

<http://get.adobe.com/br/reader/>

Para conseguir acessar os outros materiais como vídeos e sites, é necessário também a conexão com a internet.

O menu interativo leva-os aos diversos capítulos desse ebook, enquanto as setas laterais podem lhe redirecionar ao índice ou às páginas anteriores e posteriores.

Nesse *pdf*, o professor da disciplina, através de textos próprios ou de outros autores, tece comentários, disponibiliza links, vídeos e outros materiais que complementarão o seu estudo.

Para acessar esse material e utilizar o arquivo de maneira completa, explore seus elementos, clicando em botões como flechas, linhas, caixas de texto, círculos, palavras em destaque e descubra, através dessa interação, que o conhecimento está disponível nas mais diversas ferramentas.

Boa leitura!

# SUMÁRIO



# APRESENTAÇÃO

Caro estudante,

O material complementar disponível neste *e-book* oferece uma grande oportunidade de ampliar e de atualizar os conhecimentos sobre essa ciência tão nova e tão instigante que é a Microbiologia.

De capacidade adaptativa extraordinária, os microrganismos estão presentes em todos os ambientes e encontrados em locais em que outras formas de vida não são capazes de se desenvolver. Apesar de pequenos e invisíveis aos olhos, os microrganismos estão presentes no dia a dia e são os produtores de muitos alimentos, bebidas e combustíveis. Grandes responsáveis pela ciclagem dos nutrientes na natureza, esses seres vivos também são capazes de protegê-la, atuando como agentes de limpeza ambiental devido a sua extraordinária capacidade degradativa. Fontes de vida ou de morte, esses microrganismos fornecem o controle de doenças e são agentes que comprometem a produção agrícola e que promovem a morte de milhares de pessoas.

Vamos desbravar esse mundo invisível! Interaja com todo o conteúdo aqui disponibilizado, a fim de se apropriar, da melhor forma, dos conhecimentos transmitidos.

Bons estudos!





# A CIÊNCIA MICROBIOLOGIA: O FATOR ACASO E A OBSERVAÇÃO

A Microbiologia é uma ciência nova, desenvolvida nos últimos 200 anos. Muito do que se conhece se deve a pessoas que não eram cientistas. Como exemplo cita-se Antony van Leeuwenhoek (1674), o primeiro a observar essas formas de vida.

Movido pela curiosidade, ao observar amostras de solo, rio, saliva, fezes e infusões de pimenta, Leeuwenhoek foi o primeiro indivíduo a visualizar e descrever formas de vida microbianas, denominando-as de animálculos. Todas suas observações foram reportadas à Sociedade Real Inglesa por meio de cartas. Um desses relatos é apresentado no quadro 1. No entanto, a arte de construir as lentes foi mantida em segredo. Desta forma, as pesquisas sobre procariotos só evoluíram a partir do desenvolvimento do microscópio composto, no século XIX.

● Leeuwenhoek era um mercador holandês que desenvolvia sistemas de lentes para inspecionar os produtos que adquiria. Isso o levou a desenvolver os microscópios mais primitivos. Durante a vida desenvolveu mais de 250 microscópios. Seus melhores artefatos ampliavam as imagens cerca de 200 vezes.



## QUADRO 1 - Relato de Antony van Leeuwenhoek

### LEEUWENHOK RELATA A PRESENÇA DE MICRORGANISMOS NA PLACA (BIOFILME) DENTAL

Tenho o hábito, todas as manhãs esfregar os dentes com sal e, então, enxaguar a boca com água; inclusive costume, após as refeições, limpar os dentes posteriores usando palito, assim como esfregá-los vigorosamente com um pedaço de pano; por isso conservo os dentes posteriores e anteriores tão limpos e claros, o que só acontece com poucos homens de minha idade, e minhas gengivas (não importa a dureza do sal com que as esfrego) nunca sangram. Apesar de tudo, meus dentes não ficam assim tão limpos, mas o que adere em alguns de meus anteriores e caninos ou entre eles cresce (sempre que os examino com uma lente de aumento) é um pouco de material brancacento, da consistência de manteiga.

Eu posso julgar por mim mesmo, apesar de limpar a minha boca, que todas as pessoas que vivem na Holanda não são tantas quanto os animais vivos que eu carrego em minha boca

Antony van Leeuwenhoek

Carta à Sociedade Real de Londres

Em 17 de setembro de 1683

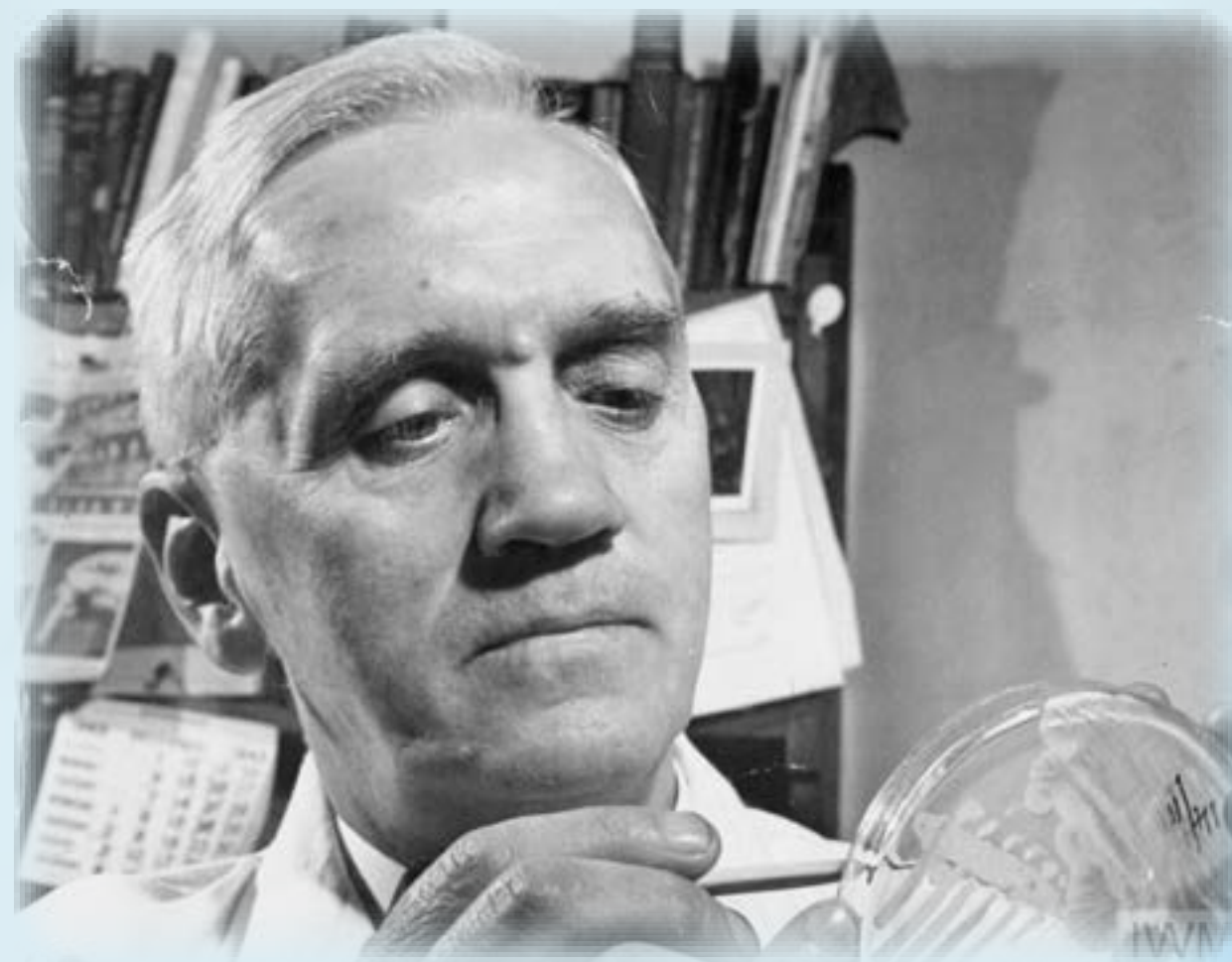
Fonte: KRIGER, L., MOYSÉS, S. J., MOYSÉS, S. T. MORITA, M. C. V.; MALTZ, M. Cariologia: conceitos básicos, diagnóstico e tratamento não restaurador. São Paulo: Artes Médicas, 2016





Por outro lado, muitas descobertas desta ciência, como as de tantas outras, são realizadas ao acaso. Muitas vezes, sem querer, o pesquisador encontra uma resposta para o que não procura, o que é chamado peculiarmente de serendipidade. Um exemplo é a penicilina, a mais famosa descoberta acidental, realizada por Alexander Fleming. Porém, estes achados não são puramente frutos do acaso. Como já dizia Louis Pasteur (1822-1895), o inventor da pasteurização e da vacina antirrábica, “[...] o acaso só favorece os espíritos preparados”. Fleming procura substâncias capazes de matar ou inibir o crescimento de bactérias. Ao sair de férias, esquece algumas placas contendo culturas de estafilococos sobre a bancada, ao invés de guardá-las na geladeira ou então inutilizá-las.

**Figura - 1: Alexander Fleming: o descobridor da penicilina em 1928**



Fonte: © IWM



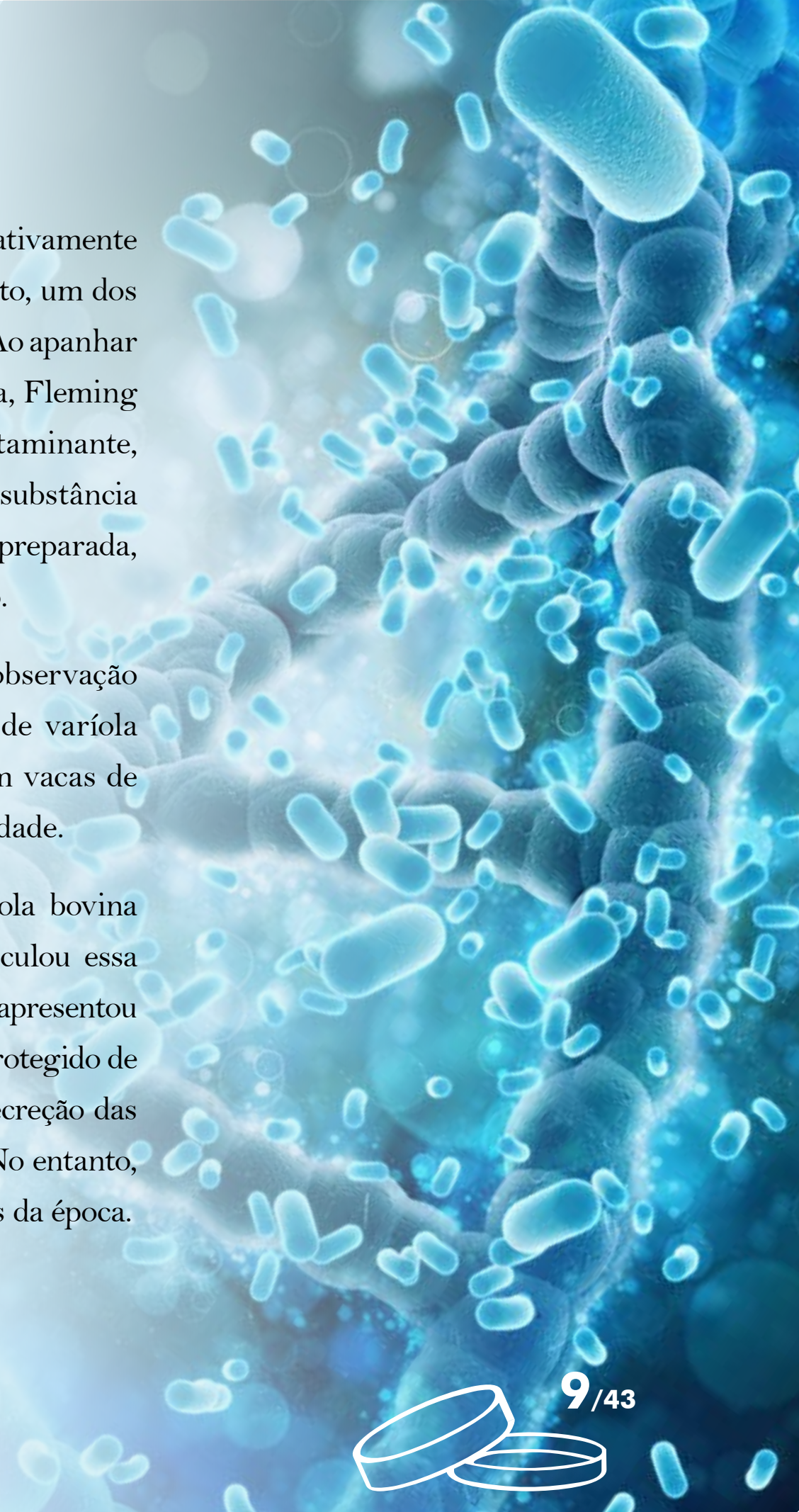




Ao retornar, nota, em algumas placas, a presença de mofo, algo relativamente frequente, e se prepara para a limpeza e desinfecção, com lisol. No entanto, um dos colegas de laboratório questiona-o sobre o andamento dos experimentos. Ao apanhar novamente as placas no intuito de fornecer maiores explicações ao colega, Fleming constata a presença de um halo transparente em torno do fungo contaminante, indicando que as bactérias ali não teriam se desenvolvido devido a alguma substância bactericida produzida pelo mofo. No caso, se Fleming não tivesse a mente preparada, o halo transparente encontrado em torno do mofo passaria despercebido.

A primeira vacina também foi descoberta por acaso aliado à atenta observação do médico inglês Edward Jenner. A suspeita de que o pus de lesões de varíola bovina teria uma substância que protegia as mulheres que ordenhavam vacas de contrair uma forma mais grave da doença havia despertado sua curiosidade.

Assim, o médico extraiu uma amostra a partir de lesões de varíola bovina presentes nas mãos e braços de uma moça que ordenhava vacas e inoculou essa amostra em um menino de oito anos de idade. Como resultado, o menino apresentou sintomas brandos da doença e, em um momento posterior, apresentou-se protegido de contrair a varíola humana. Sua suposição de que alguma substância na secreção das lesões protegiam a pessoa de contrair a varíola humana foi comprovada. No entanto, Jenner sofreu inúmeros preconceitos por parte dos médicos conservadores da época.







**SAIBA MAIS:**



Instituto de Microbiologia Paulo de Góes - A História do surgimento da Microbiologia: Fatos marcantes



Scielo Books - Fleming, o acaso e a observação



Dartford Technology College - Invenção da vacina



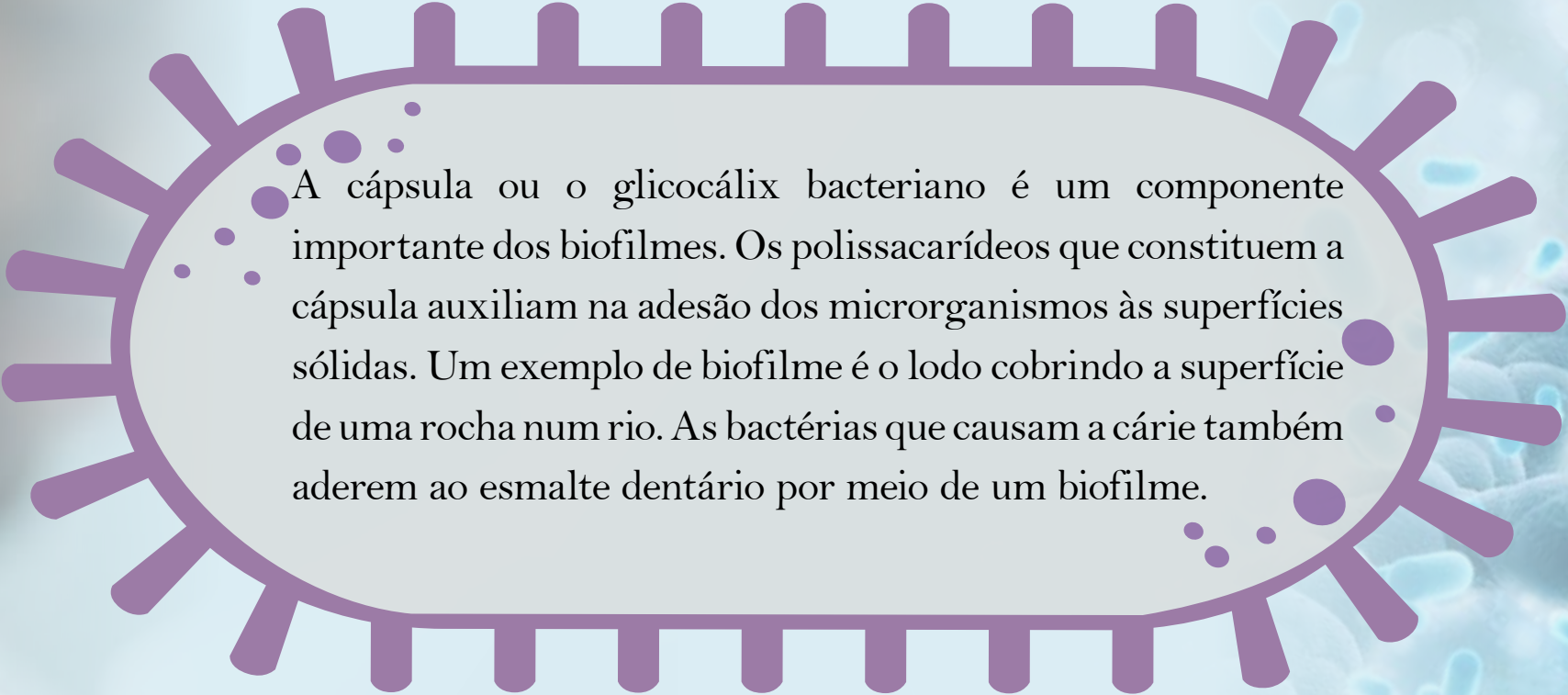
Lá vem história... - Penicilina





# A VIDA EM COMUNIDADE

Os microrganismos, na natureza, existem como células livres que se deslocam independentemente em um meio líquido. Suas células podem também estar unidas ou aglutinadas a uma superfície, geralmente sólida, denominada biofilme.



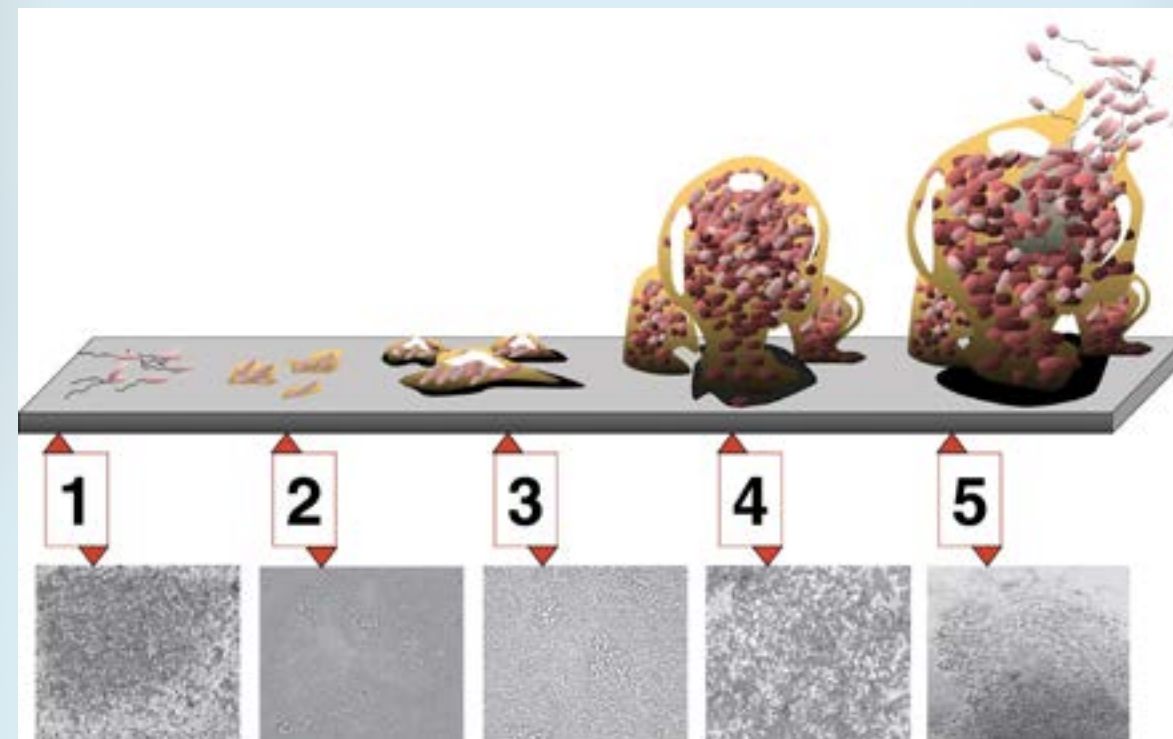
A cápsula ou o glicocálix bacteriano é um componente importante dos biofilmes. Os polissacarídeos que constituem a cápsula auxiliam na adesão dos microrganismos às superfícies sólidas. Um exemplo de biofilme é o lodo cobrindo a superfície de uma rocha num rio. As bactérias que causam a cárie também aderem ao esmalte dentário por meio de um biofilme.

A comunidade bacteriana de um biofilme é organizada de tal maneira que são consideradas funcionais ou verdadeiros sistemas biológicos, longe de serem apenas células aprisionadas em uma matriz aderente. Tanto o agrupamento quando as atividades são coordenadas por meio de uma comunicação química entre as células, denominado de *quorum sensing*. Os benefícios da organização são os mesmos vistos para os organismos multicelulares. Uma única espécie constitui um biofilme como, também, diversos grupos de microrganismos estão presentes. Essa proximidade estreita facilita a troca de material genético entre os componentes. As etapas que envolvem a formação de um biofilme encontram-se na figura a seguir:





**Figura - 2: Etapas do desenvolvimento de biofilmes microbianos**



**Fonte:** Adaptado de Monroe, D. Looking for chinks in the armor of bacterial biofilms. Plos Biol, v. 5, n. 11: e307, 2007

O primeiro estágio envolve a adesão reversível das bactérias de vida livre, de forma aleatória (1), que é mantida por interações físico-químicas não específicas. Durante a segunda fase (2), a adesão transita para o estado irreversível. Nesta etapa, as bactérias secretam substâncias que mantêm a adesão e camada que envolve o biofilme. No estágio seguinte (3, 4), as micro colônias se formam, contribuindo para o desenvolvimento da arquitetura do biofilme, que alcança o estágio mais avançado de maturação. Por fim, na última etapa (5), diante de condições desfavoráveis, o biofilme maduro se descola da superfície na forma de pequenos agregados celulares ou células livres, que colonizam novos ambientes e iniciam a formação de novos biofilmes.





Veja a formação de um biofilme de *Pseudomonas aeruginosa*.



De grande importância, os biofilmes beneficiam ao proteger as membranas mucosas de microrganismos nocivos. Os biofilmes também constituem uma importante fonte de nutrientes para os animais nos ambientes aquáticos. Por outro lado, os biofilmes são prejudiciais ao entupirem a tubulação de água, ao ocasionarem a degradação de equipamentos e a contaminação de produtos nas indústrias ou mesmo quando se desenvolvem sob implantes médicos como cateteres e próteses. Nesses casos, a situação se agrava pelo fato que os biofilmes conferem às bactérias que o constituem resistência a diversos agentes de controle microbiano. No caso, a grossa camada da matriz polissacarídica do biofilme retarda ou mesmo impede a penetração dos agentes antimicrobianos. Além disso, as bactérias de um biofilme se encontram protegidas de fatores danosos do ambiente, como a dessecação, a lixiviação, bem como da ação do sistema imunológico e da predação de protistas.



The background of the slide is a composite image. On the left, a person's face is partially visible, looking through a microscope. The right side of the image is dominated by a vibrant blue, 3D-rendered biofilm structure, showing a complex network of interconnected, rounded cells. A large, purple, stylized cell with cilia-like protrusions is superimposed over the center of the slide, containing the text.

**SAIBA MAIS:**



NasceCME - Biofilme: o inimigo invisível - Parte I



NasceCME - Biofilme: o inimigo invisível - Parte II



Micro Ambiental - Biofilmes - O que são? Como se formam?






## NATUREZA PROMÍSCUA

Os procariotos adquirem sua variabilidade genética por meio da mutação e da transferência horizontal de genes, que resulta em recombinação genética. As mutações são as fontes primárias dessa variabilidade, definidas como alterações hereditárias nas sequências de DNA. Já a transferência lateral de genes ocorre por meio de três mecanismos principais. O primeiro, denominado transformação, envolve a incorporação de DNA livre pela célula bacteriana. Este processo é relativamente comum em bactérias, ocorrendo em menor grau em eucariotos. A transformação é muito empregada pela biotecnologia para a inserção de novos genes em bactérias. O segundo mecanismo, denominado transdução, envolve a troca de material genético por intermédio de vírus que infectam as bactérias (bacteriófagos). Já no terceiro e último mecanismo, denominado conjugação, a troca de material ocorre por um plasmídeo, a partir de uma célula doadora para uma célula receptora que é, então, denominada recombinante. Esse tipo de transferência exige o contato célula a célula, que é proporcionado pelos *pili* sexuais. É essa variabilidade genética que permite a adaptação desses microrganismos nos mais variados ambientes.

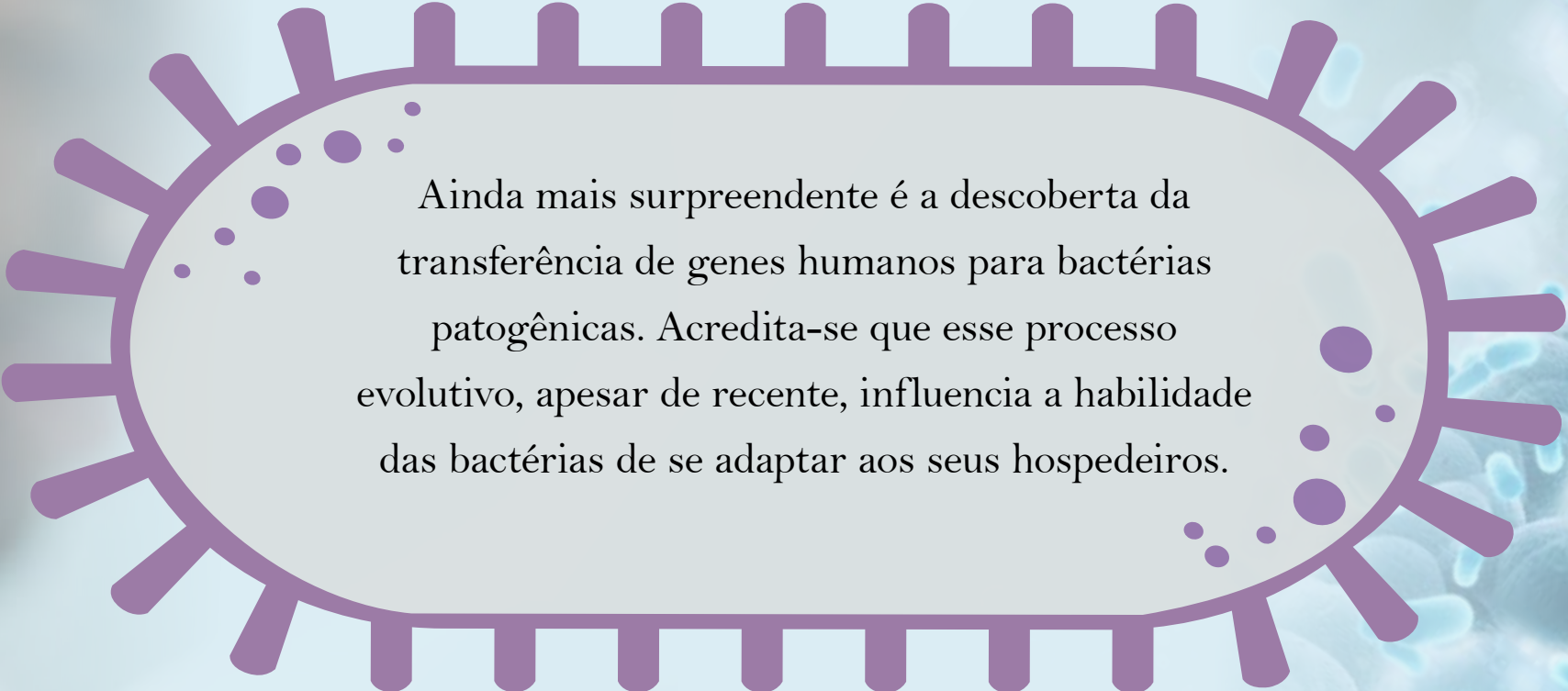
Veja como ocorre o processo de conjugação







Sabe-se que bactérias de diferentes espécies, frequentemente, trocam genes entre si. No entanto, estudos mais recentes revelam que a troca de genes ocorre entre fungos e bactérias, organismos muito distantes entre si do ponto de vista evolutivo. A troca de genes entre bactérias e plantas também é evidenciada.







Ainda mais surpreendente é a descoberta da transferência de genes humanos para bactérias patogênicas. Acredita-se que esse processo evolutivo, apesar de recente, influencia a habilidade das bactérias de se adaptar aos seus hospedeiros.

Muito mais comum do que se pensava, a troca lateral de genes ocorre de forma indiscriminada, constando-se a permuta de genes, entre organismos, de maneira promíscua. Embora ocorra em menores taxas quando comparada aos procariotos, a transferência horizontal de genes em eucariotos traz contribuições significativas para sua evolução. Dezenas e centenas de genes estranhos foram encontrados no genoma de todos os animais pesquisados, incluindo o homem. Como a maioria destes genes estão ligados ao metabolismo, sugere-se que a transferência horizontal de genes contribui, de forma expressiva, para a diversificação bioquímica no decorrer do processo evolutivo dos animais.





**SAIBA MAIS:**

-  Estadão - Descoberta evidência transferência de DNA humano para bactéria
-  Revista Pesquisa FAPESP - Golpe no orgulho vão
-  Science Blogs - A natureza é promíscua
-  NetNature - A transferência horizontal de genes: uma abordagem comparativa





# O APOCALIPSE ANTIBIÓTICO


A partir de sua descoberta, em 1928, os antibióticos são considerados uma grande descoberta da humanidade. Produzidos por fungos e bactérias, essas substâncias são capazes de matar outros microrganismos. No entanto, desde a ampla utilização da quimioterapia moderna, nos anos 1950, os microrganismos desenvolvem resistência a alguns destes agentes. Como causas são apontados o uso excessivo de antibióticos e o fracasso das indústrias farmacêuticas em investigar e desenvolver novas drogas para uso futuro. Em adição, o uso generalizado de antibióticos como promotores do crescimento de aves propicia a evolução de cepas resistentes, que se propagam entre os seres humanos. Estudos recentes identificam cepas bacterianas resistentes à colistina, um potente antibiótico considerando a última linha de defesa contra esses microrganismos.

**Figura - 3: Avaliação da susceptibilidade de *Staphylococcus aureus* a distintos antibióticos (antibiograma)**



Fonte: Centers for Disease Control and Prevention (CDC)





De acordo com os especialistas, a perspectiva é perturbadora. Como os atuais medicamentos não são mais capazes de conter o avanço de infecções, caminha-se para a era pós-antibiótico ou para o então chamado apocalipse antibiótico, surgindo a necessidade de se desenvolver novas opções para controle dessas doenças.





Na atualidade, cerca de 700 mil pessoas morrem, por ano, em decorrência de infecções causadas por bactérias resistentes aos antibióticos. Entretanto, esses números crescem de modo assustador, prevendo-se atingir cerca de 10 milhões de pessoas, por ano, em 2050.

Infecções comuns poderão, novamente, ser fatais. O mundo enfrentará os mesmos riscos a que estava exposto antes da descoberta da penicilina, por Alexander Fleming, em 1928. As cirurgias de rotina, as cesárias, a quimioterapia e todos os procedimentos médicos que dependem dos antibióticos também estarão em risco, conduzindo a medicina novamente a uma era idêntica à da Idade Média.





**SAIBA MAIS:**

-  Veja - Resistência bacteriana aos antibióticos: o panorama atual
-  Ciência todo dia - A Crise das Superbactérias Explicada
-  National Geographic - Super Bactérias
-  Fantástico - Reportagem “Mau uso dos antibióticos está criando superbactérias mortais, diz estudo.”





## VIVENDO NOS EXTREMOS

Todos os microrganismos apresentam condições ótimas para o seu crescimento, considerando-se fatores nutricionais e físicos, como disponibilidade de oxigênio, temperatura, pH, pressão osmótica, entre outros. Microrganismos distintos têm diferentes necessidades em termos de nutrientes. Desta forma, há que adaptar os meios de cultura a fim de atender essas necessidades, empregando-se nutrientes específicos, de acordo com o microrganismo de interesse. Similarmente, as condições físicas ótimas de incubação devem ser providas, a fim de favorecer o crescimento microbiano.

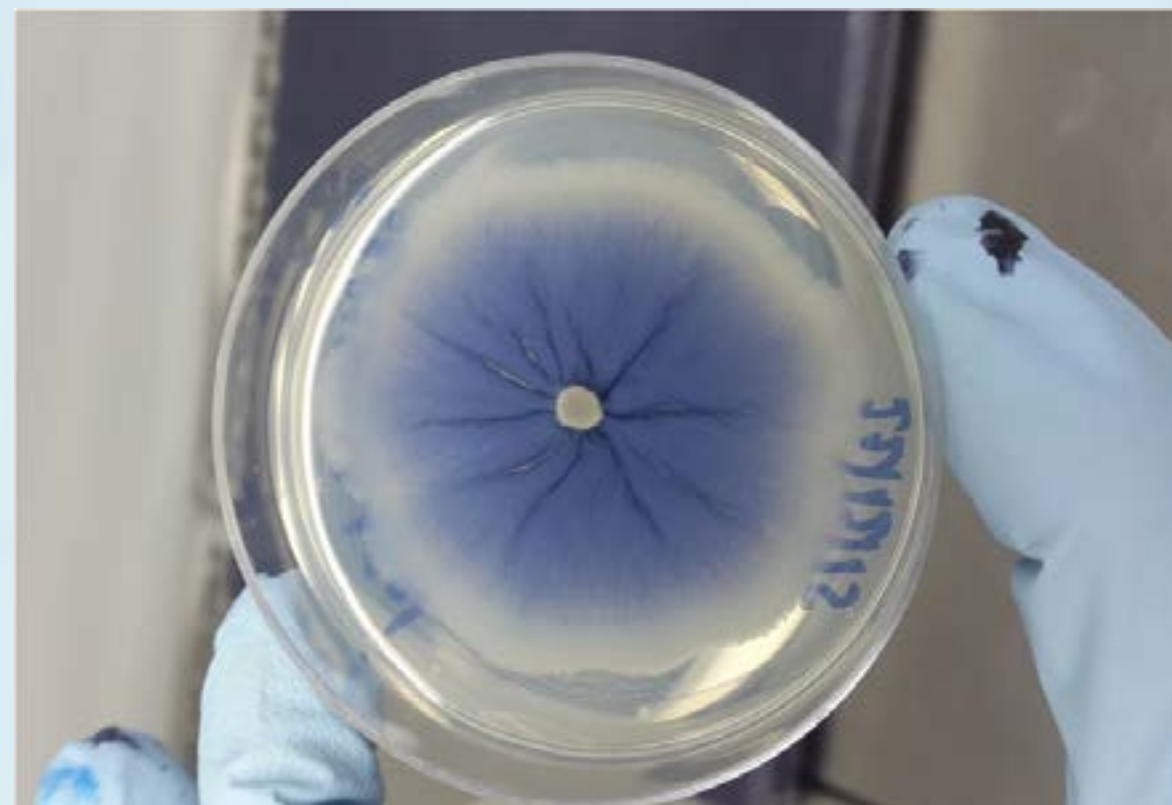
Muitos microrganismos, denominados extremófilos, são capazes de se desenvolver em ambientes considerados inóspitos para a grande maioria dos seres vivos. Ambientes ácidos, salinos, com pouco oxigênio disponível, ambientes submetidos à altas doses de radiação, leito de vulcões ativos ou mesmo grandes profundidades marítimas são apenas alguns desses exemplos.



Estudos recentes reportam o isolamento de extremófilos em locais que se acreditava estéreis como crateras de vulcões e as geleiras da Antártida. De grande importância, esses estudos auxiliam no entendimento da origem da vida na Terra, bem como da existência de vida em outros planetas, como Marte. Além disso, ao estudar microrganismos de ambientes extremos, os microbiologistas pesquisam seus produtos únicos, capazes de conferir benefícios tanto aos seres humanos, quanto ao planeta.

Nos últimos anos, pesquisadores de diversas instituições de ensino brasileiras estiveram envolvidos na condução de estudos sobre a diversidade de microrganismos do continente Antártico, por meio do projeto denominado Mycoantar.

**Figura - 4: O raro fungo azul isolado pela equipe brasileira na Antártica**



Fonte: MycoAntar



O objetivo principal é isolar fungos coletados em diversos pontos ao longo da Península Antártica, a fim de descobrir quais são os benefícios que estes microrganismos trazem à humanidade, dentre os quais cita-se o desenvolvimento de medicamentos para combater doenças consideradas negligenciadas pela indústria farmacêutica, como a dengue e a febre amarela, novos compostos para empregar no controle biológico e anticoagulantes.

#### SAIBA MAIS:



Veja - Bactérias vivem em condições semelhantes às de Marte



BBC Earth - As superbactérias que resistem às temperaturas capazes de 'cozinhar' organismos



TV UFMG - MycoAntar



Fantástico - Descoberta no Atacama dá a cientistas esperança de encontrar vida em Marte



TV UFMG - Pesquisas



IPICYT - Vidas en condiciones extremas





# OS OPORTUNISTAS EUCARIÓTICOS

Os microrganismos chamados oportunistas são aqueles que conseguem causar doença em indivíduos com a imunidade comprometida, ao contrário dos patogênicos propriamente ditos, que são capazes de causar doença em indivíduos imunologicamente saudáveis (imunocompetentes).


Dentre a população vulnerável às doenças causadas pelos oportunistas, estão os receptores de transplantes, indivíduos portadores do vírus da imunodeficiência humana (HIV), pacientes sob o uso intenso de corticoterapia, sob quimioterapia ou sob o uso de imunossuppressores, diabéticos e portadores de outras doenças graves. Esses pacientes apresentam doenças ou mesmo condições clínicas que os predispõem ao aparecimento de infecções, que se destacam pela frequência ou então pela gravidade de sua evolução.

**Figura - 5: Linhagens fúngicas infecciosas**



Fonte: Domínio Público



A composite image featuring a blurred background of a person's face and a microscope on the left, and a dense field of blue, rod-shaped bacteria on the right. Two purple, spiky, oval-shaped callouts are overlaid on the image, containing text.

Nos últimos anos, fungos oportunistas emergem como importantes agentes infecciosos sendo reconhecidos cada vez mais como responsáveis pela mortalidade ou morbidade de pacientes em ambientes hospitalares. Dentre os oportunistas mais prevalentes, estão os fungos dos gêneros *Candida*, *Aspergillus*, *Mucor*, *Fusarium*, etc.

Muitas vezes esses microrganismos como *Candida* spp. invadem a corrente sanguínea e causam um quadro de fungemia, muito semelhante ao de causa bacteriana. Essas semelhanças dificultam o diagnóstico, que se agrava ainda mais pela indisponibilidade de métodos diagnósticos em grande parte dos hospitais. Aliado às dificuldades de diagnóstico, o surgimento de cepas resistentes aos antifúngicos, atualmente disponíveis, traz preocupações adicionais.

**SAIBA MAIS:**



Portal Educação - Fungos em ambientes hospitalares



Pesquisa FAPESP - O ataque silencioso dos fungos



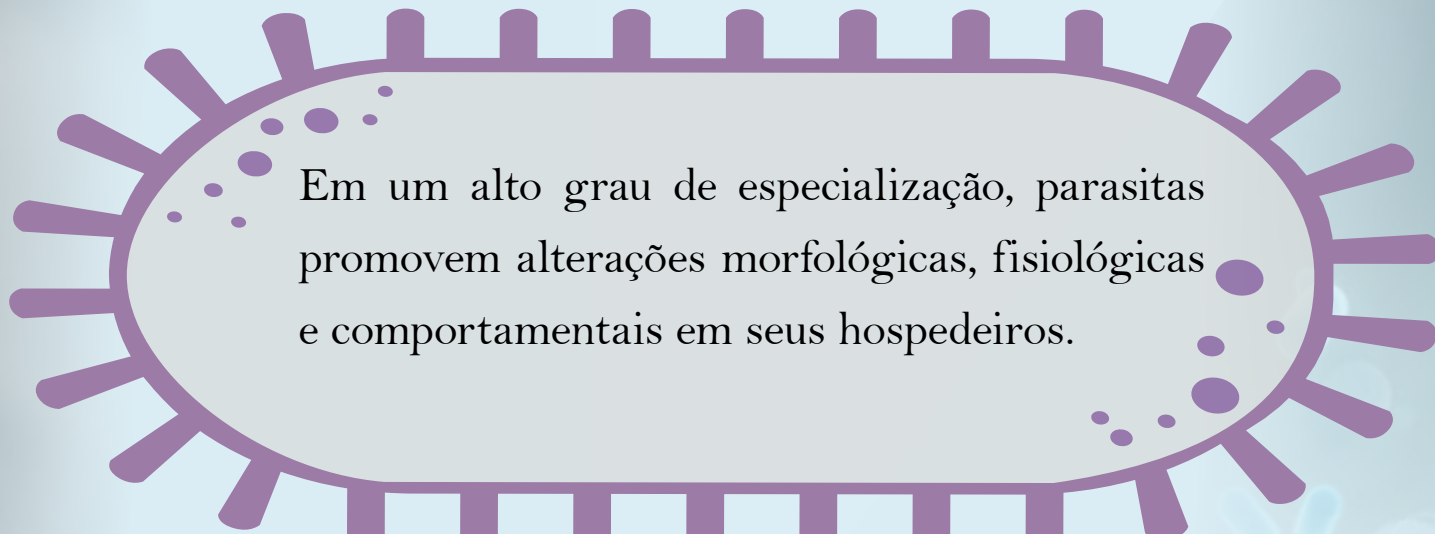


## OS PARASITAS ESPECIALISTAS

De forma semelhante aos outros seres vivos, os microrganismos interagem entre si e com outros organismos, de várias maneiras. Por vezes, essas interações são benéficas para uma ou mais espécies envolvidas, como o mutualismo e o comensalismo. A associação entre algas e fungos é um exemplo típico de mutualismo pois os integrantes recebem os benefícios desta associação. Já o comensalismo, associação em que apenas um dos organismos envolvidos recebe benefícios, é ilustrado pela interação entre fungos celulolíticos e bactérias no solo. No caso, os fungos degradam a celulose em glicose que é aproveitada pelas bactérias.

Por outro lado, diversas interações estabelecidas são inibitórias, como o antagonismo, a competição, a predação e o parasitismo. Por exemplo, ao competir por nutrientes disponíveis no solo, os microrganismos formam compostos metabólitos tóxicos que inibem o crescimento de outros microrganismos. Esse tipo de interação é chamado de antagonismo e, também, é ilustrado pelas Mixobactérias e estreptomicetes que promovem danos às paredes celulares de outras bactérias por meio da secreção de poderosas enzimas líticas. Na predação, um organismo digere o outro, como acontece com os protozoários ao se alimentarem de bactérias e algas. Já o parasitismo consiste na interação em que um organismo depende totalmente de outro, estabelecendo uma associação metabólica com seu hospedeiro. O exemplo mais comum é o caso de bacteriófagos (vírus) que parasitam bactérias do solo.





Em um alto grau de especialização, parasitas promovem alterações morfológicas, fisiológicas e comportamentais em seus hospedeiros.

É o que, intrigantemente, acontece com os fungos do gênero *Ophiocordyceps* quando infectam formigas, promovendo alterações em seu comportamento. O fungo assume total controle da vítima, obrigando-a a sair de seu ninho em direção a outras regiões com plantas rasteiras. O inseto é guiado a subir nessas folhas e a se pendurar por meio de suas mandíbulas para morrer. E assim permanecem presas às folhas, mesmo após a morte. Dias após, ainda vivo, o fungo sai pela cabeça do inseto liberando seus esporos no chão, que infectam outras formigas.

**Figura - 6: Formiga infectada por *Ophiocordyceps* sp.**



Fonte: Domínio Público

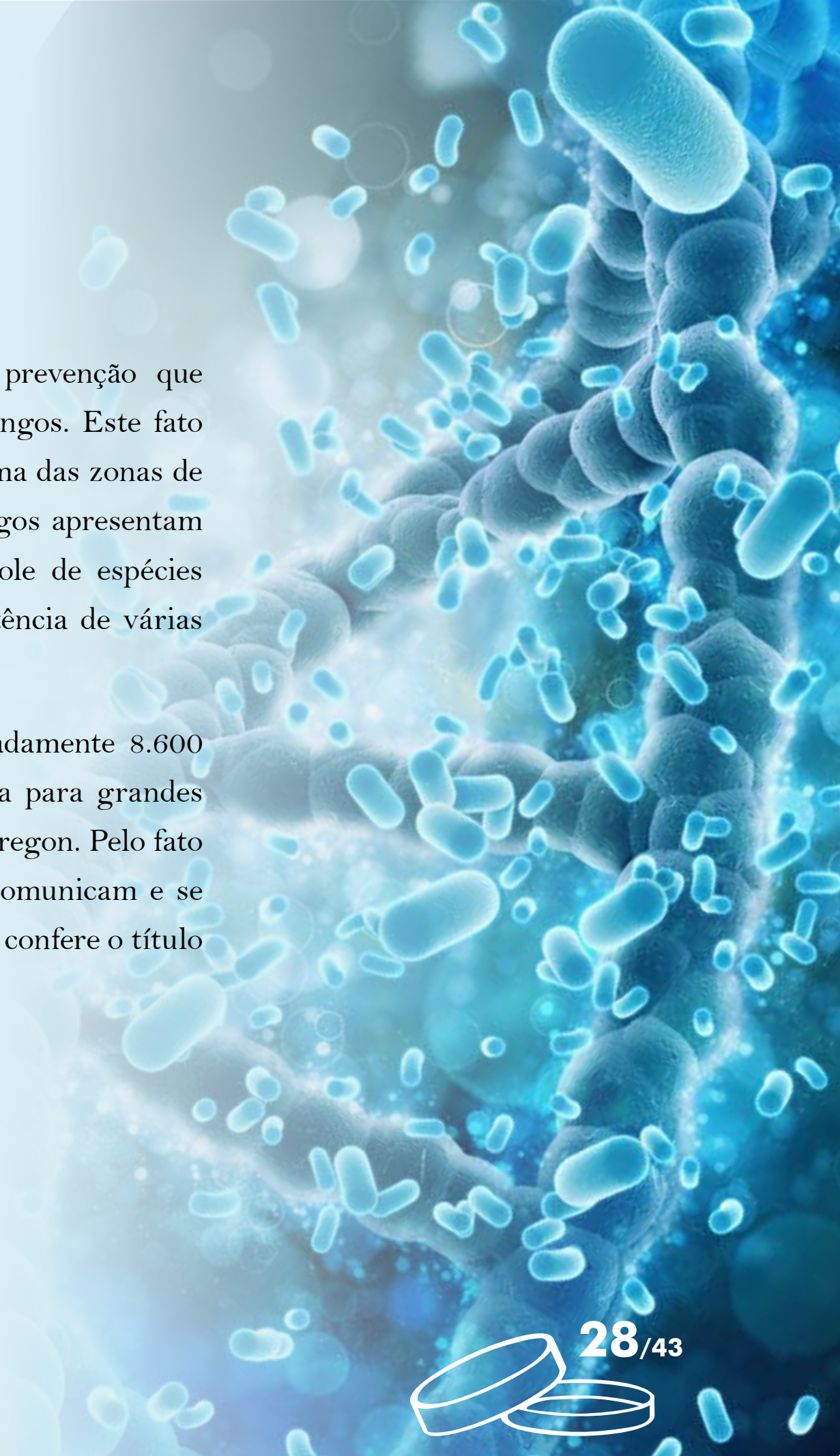






Aparentemente indefesas, a forma mais importante de prevenção que as formigas utilizam é se manter o mais longe possível dos fungos. Este fato justifica a presença de ninhos nos dosséis das florestas, bem acima das zonas de reprodução dos fungos. Ainda que pareça devastador, esses fungos apresentam uma importância ecológica significativa ao promover o controle de espécies de insetos mais abundantes nas florestas, permitindo a coexistência de várias espécies de artrópodes.






Medindo cerca de 3,8 km de comprimento e de aproximadamente 8.600 anos, o fungo parasita *Armillaria ostoyae* é uma grande ameaça para grandes árvores na floresta nacional Malheur, no Estado americano do Oregon. Pelo fato de ser constituída por células geneticamente idênticas que se comunicam e se coordenam, a colônia é considerada um indivíduo único, o que lhe confere o título de maior ser vivo do planeta.







• **SAIBA MAIS:**

-  Jornal Ciência - Conheça o fungo que é capaz de transformar formigas em “zumbis”
-  Revista Brasileira de Zoociências - Formigas zumbis no Jardim Botânico Da Universidade Federal de Juiz de Fora
-  Eu Quero Biologia - *Cordyceps*: Fungo que transforma artrópodes em zumbis
-  BBC Future - Conheça o maior ser vivo do planeta
-  Fantástico - Reino dos fungos tem maior ser vivo e alimento mais caro do mundo



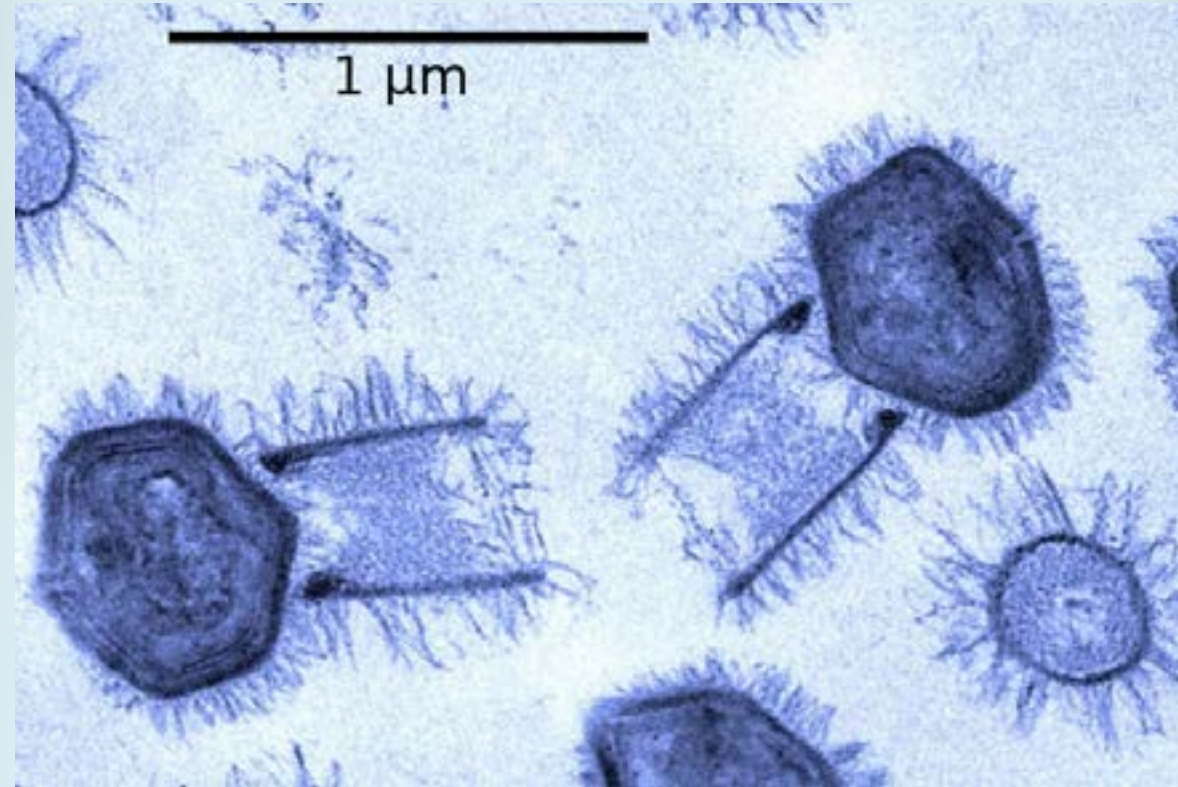
## OS PEQUENOS GIGANTES

Os vírus são definidos como elementos biológicos compostos por genoma DNA ou RNA, extremamente pequenos e filtráveis, capazes de atravessar poros de filtros esterilizantes com 0,2 a 0,3  $\mu\text{m}$  de diâmetro e, por consequência, invisíveis à microscopia óptica.

Recentemente, estudos revisam esse conceito, devido à descoberta da existência de vírus visualizáveis por microscopia óptica, de dimensões micrométricas e de genomas maiores que os bacterianos. Esses vírus são denominados vírus gigantes, e infectam amebas de vida livre. Essas descobertas são importantes para os estudos de evolução e revelam o pouco que se sabe, ainda, sobre a diversidade viral existente.



**Figura - 7: Vírus gigante: Tupan vírus**



**Fonte:** Domínio público. **Foto:** Jônatas Abrahão

Apesar do tamanho semelhante aos das bactérias, os vírus gigantes não dispõem de maquinaria metabólica própria para fabricar as proteínas e produzir energia através de ATP. Em adição, não se reproduzem por divisão. Ao contrário, como outros vírus, invadem as células hospedeiras, controlando-as de forma a sintetizarem novas partículas virais que, posteriormente, se espalham invadindo novas células. Curiosamente, muitos destes vírus gigantes são isolados no Brasil, como os denominados Niemeyer, Marseille vírus, Samba vírus e, mais recentemente, os Tupanvírus, que apresentam dimensões 50 vezes maiores que o vírus da dengue, o da febre amarela e o Zika vírus.





**SAIBA MAIS:**



Instituto de Microbiologia Paulo de Góes - Os Vírus Gigantes



Folha de São Paulo - Os maiores vírus já descobertos são brasileiros; conheça os Tupanvírus



UFRGS TV - Descoberta de nova espécie de vírus gigante



TV UFMG - Pesquisadores da UFMG descobrem maior vírus já identificado no planeta





# MICROBIOMA HUMANO – O SEGUNDO GENOMA

O microbioma humano se refere ao conjunto de bactérias, fungos e vírus que normalmente estão localizados em diferentes partes do corpo humano em indivíduos saudáveis, constituindo cerca de 1 a 3% do total da massa corporal. Estima-se que cerca de 100 trilhões de células bacterianas interajam constantemente com as células do hospedeiro (cerca de 10 trilhões de células humanas), evidenciando-se até mesmo a troca de material genético interespecie. Por outra perspectiva, os cerca de 23 mil genes que se herda dos pais são insignificantes, quando comparados aos 3,3 milhões de genes de bactérias que habitam o organismo.


**Figura - 8: Microbioma humano**



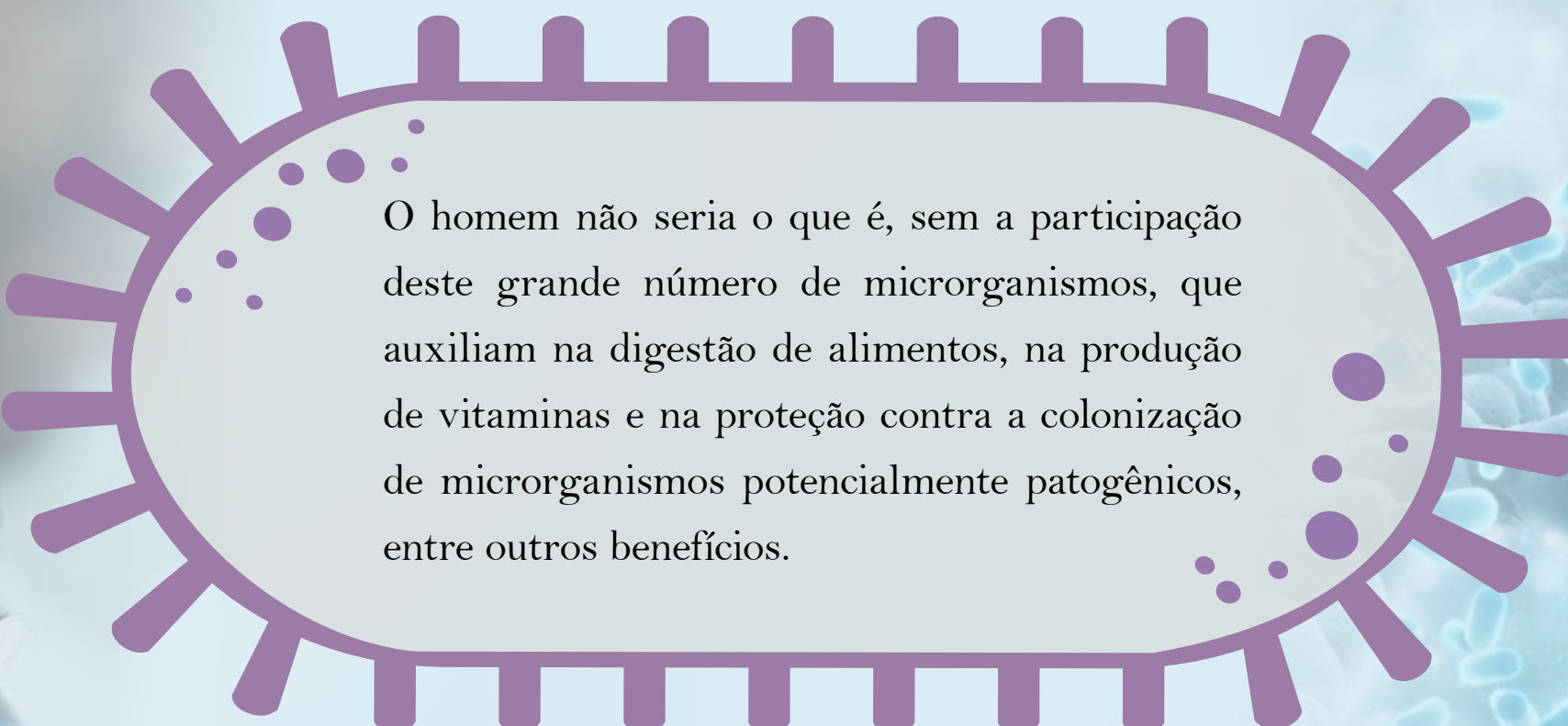
Fonte: Domínio Público - Steven H. Lee







Isso traz, na atualidade, uma concepção diferente sobre o corpo humano. As células descendentes do óvulo fertilizado são apenas um de seus componentes. Os demais componentes, de origem microbiana, estabelecem com o ser humano uma relação simbiótica comensal, visto que vantagens também são conferidas ao hospedeiro.



O homem não seria o que é, sem a participação deste grande número de microrganismos, que auxiliam na digestão de alimentos, na produção de vitaminas e na proteção contra a colonização de microrganismos potencialmente patogênicos, entre outros benefícios.

Estudos recentes revelam que o microbioma humano afeta a reprodução humana, incluindo a gametogênese, a fertilização, a implantação embrionária e alterações na gravidez tardia. Por estas razões, é considerado o segundo genoma, expressão que reflete a real importância do microbioma e sua complexidade.



### SAIBA MAIS:



Arquivos Médicos Microbioma humano: conceito, principais características, e potenciais implicações patológicas e terapêuticas



Veja - Microbioma humano, o 'segundo genoma'



Documental - Microbioma Humano, todo un mundo en nuestro interior.



Canal Megalópolis - Microfauna (Microbioma Humano)



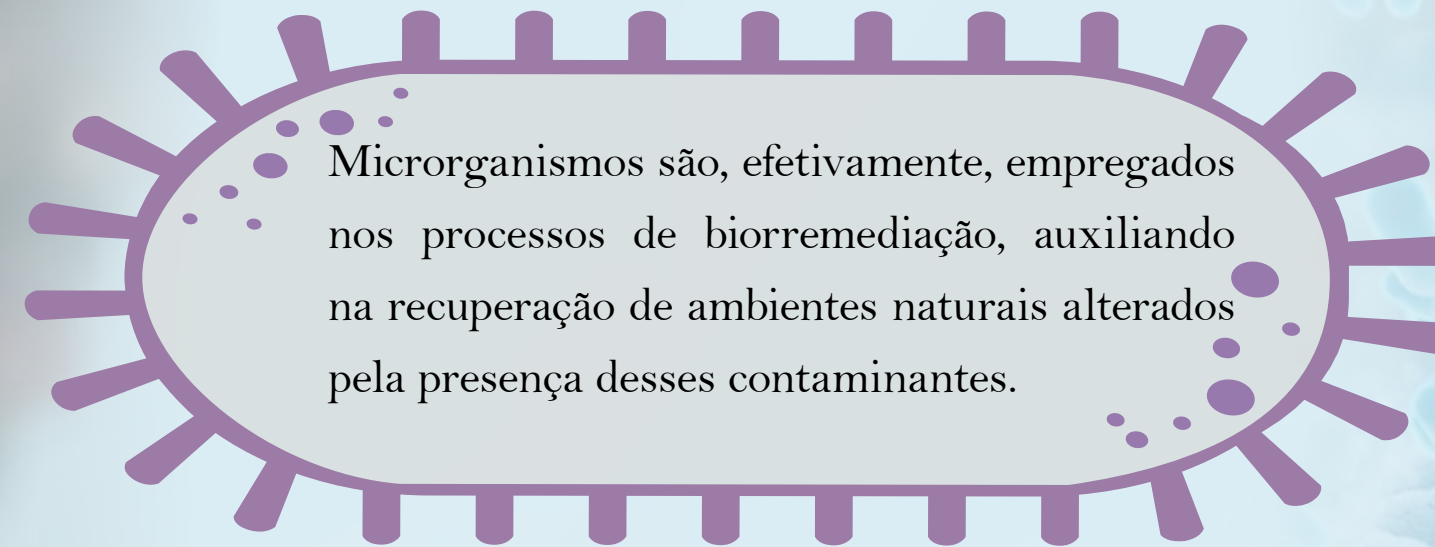
TED - Rob Knight: How our microbes make us who we are (legenda disponível na barra inferior do vídeo.)





# PEQUENOS GRANDES REMEDIADORES

Muitas bactérias apresentam necessidades nutricionais semelhantes às humanas. No entanto, algumas delas têm a capacidade de metabolizar substâncias tóxicas para grande parte de plantas e animais, tais como metais pesados, enxofre, derivados de petróleo, dentre outros compostos.




**Figura - 9: Microrganismos capazes de eliminar contaminantes tóxicos em efluentes industriais**



Fonte: Domínio Público





Nos últimos anos, estudos evidenciam que bactérias têm a capacidade de degradar o petróleo, a fim de suprir suas necessidades de carbono e de energia. Essas bactérias estão naturalmente presentes no solo e na água, porém em número muito reduzido para exercer efeitos em uma contaminação em larga escala. As pesquisas intensificam-se no sentido de melhorar a eficiência destes remediadores naturais, um processo denominado de biorremediação. Constata-se que muitas destas bactérias, especialmente pertencentes ao gênero *Pseudomonas*, degradam o óleo no ambiente de forma muito lenta. Entretanto, por meio da deposição de fertilizantes nitrogenados e fosfatados de plantas, cientistas conseguiram aumentar significativamente o número de bactérias e, efetivamente, acelerar o processo. Outras pesquisas objetivam determinar quais nutrientes devem ser oferecidos, de forma que os microrganismos consumam o combustível mais rapidamente.

Uma vez que o combustível é degradado, a população de bactérias se reduz, em virtude da menor oferta de nutrientes. Enquanto que muitas formas de limpeza ambiental envolvem o uso de substâncias nocivas que são removidas em um determinado lugar para serem depositadas em outro, a limpeza bacteriana é efetivamente capaz de eliminar o composto tóxico, devolvendo ao ambiente uma substância inofensiva ou potencialmente útil.





### SAIBA MAIS:



Governo do Brasil - Pesquisadores da UFRJ testam bactérias no combate à poluição por petróleo



Revista Virtual de Química - Biodegradação Bacteriana de Petróleo e seus Derivados



Ciência Hoje - Aliadas contra o arcênio



Futuris - Depois do petróleo derramado aparecem as bactérias



TV UnADM - Introducción a la biorremediación





# PROBIÓTICOS – OS MICRORGANISMOS FUNCIONAIS

Probióticos são bactérias presentes especialmente no intestino, que promovem um melhor equilíbrio no ambiente intestinal que se reflete em inúmeros efeitos benéficos à saúde. Dentre essas ações, destaca-se seu efeito sobre a imunidade.

Quando chegam no trato gastrointestinal, essas bactérias despertam as células de defesa, que inicialmente não conseguem distingui-las como aliados. Esse mecanismo mantém o sistema imunológico ativo e mais apto a enfrentar os microrganismos patogênicos.

Figura - 10: Probióticos constituintes da microbiota intestinal.



Fonte: Domínio Público





Atualmente, os probióticos são empregados no tratamento de constipações, como a *Bifidobacterium animalis*, presente em determinados iogurtes, que estimula os movimentos peristálticos. Há muito tempo a associação de determinados microrganismos com a obesidade foi reconhecida. Sabe-se que a microbiota de pessoas obesas difere substancialmente da apresentada por indivíduos com peso saudável. Investigações são conduzidas acerca da *Akkermansia muciniphila*, capaz de reduzir de 40 a 50% o ganho de massa corporal em cobaias.

As pesquisas realizadas ainda trazem perspectivas mais animadoras: probióticos como os pertencentes aos gêneros *Lactobacillus* e *Bifidobacterium* são associados à assimilação de colesterol no intestino, e como reguladores da pressão arterial por meio de substâncias produzidas. Ainda, probióticos colonizam benéficamente o trato genital feminino, reduzindo o risco de patologias como o câncer e exercendo efeito sobre o estresse e a ansiedade.

#### SAIBA MAIS:



Panorama Farmacêutico - Especialistas listam benefícios dos probióticos



Kefir Kombucha - O que são Probióticos?





## REFERÊNCIAS

BORGES, E. Microbioma humano. Disponível em: <https://veja.abril.com.br/blog/letra-de-medico/microbioma-humano-o-segundo-genoma/>. Acesso em 20 abr. 2018.

BRASIL. Bactérias no combate à poluição por petróleo. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2012/06/pesquisadores-da-ufrj-testam-bacterias-no-combate-a-poluicao-por-petroleo>. Acesso em 15 maio 2018.

ESTADÃO. Descoberta evidencia transferência de DNA humano para bactéria. Disponível em: < <http://saude.estadao.com.br/noticias/geral,descoberta-evidencia-transferencia-de-dna-humano-para-bacteria,679396>>. Acesso em 20 abril 2018.

INGRAHAM, J. L.; INGRAHAM, C. A. **Introdução à microbiologia: uma abordagem baseada em estudo de casos**. 3. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2010.

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M.; PARKER, J. **Microbiologia de Brock**, São Paulo: 10. ed. Pearson Prentice Hall, 2004.





NETNATURE. A transferência horizontal de genes – uma abordagem comparativa. Disponível em: <<https://netnature.wordpress.com/2016/01/20/2016-a-transferencia-horizontal-de-genes-uma-abordagem-comparativa/>>. Acesso em 24 abril 2018.

PELCZAR JUNIOR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. Volumes 1 e 2. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1996.

SAÚDE ABRIL. Probióticos ajudam a combater 9 problemas sérios de saúde. Disponível em: <<https://saude.abril.com.br/alimentacao/probioticos-ajudam-a-combater-9-problemas-serios-de-saude/>>. Acesso em 10 maio 2018.

TORTORA, G. **Microbiologia** - 10.ed. São Paulo: Artmed, 2012.





**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE DO PARANÁ  
- UNICENTRO**

**NÚCLEO DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA - NEAD  
UNIVERSIDADE ABERTA DO BRASIL - UAB**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Eliza Miyoko Tomotake  
**Coordenador Geral Curso**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Aparecida Crissi Knuppel  
**Coordenadora Geral NEAD / Coordenadora Administrativa do Curso**

Prof. Ms. José Carlos Sansana  
**Coordenador Adjunto NEAD/UAB**

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Cynthia Beatriz Furstenberger  
**Coordenador de Tutoria**

Prof. Ms<sup>a</sup>. Marta Clediane Rodrigues Anciutti  
**Coordenadora de Programas e Projetos**

Prof<sup>a</sup>. Ms<sup>a</sup>. Mariana Prado Guaragni  
**Coordenadora Pedagógica**

Espencer Gandra  
Murilo Holubovski  
**Designers Gráfico**

Adege / Pixabay  
Alain W. / Noun Project  
Aybige / Noun Project  
Freepik / Freepik  
Kjpargeter / Freepik  
Maxim Kulikov / Noun Project  
OpenClipart-Vectors / Pixabay  
Raman Oza / Pixabay  
Tanner Puzio / Noun Project  
**Elementos gráficos**