



Publicação
de Divulgação
Científica

chc

Ciência Hoje das Crianças



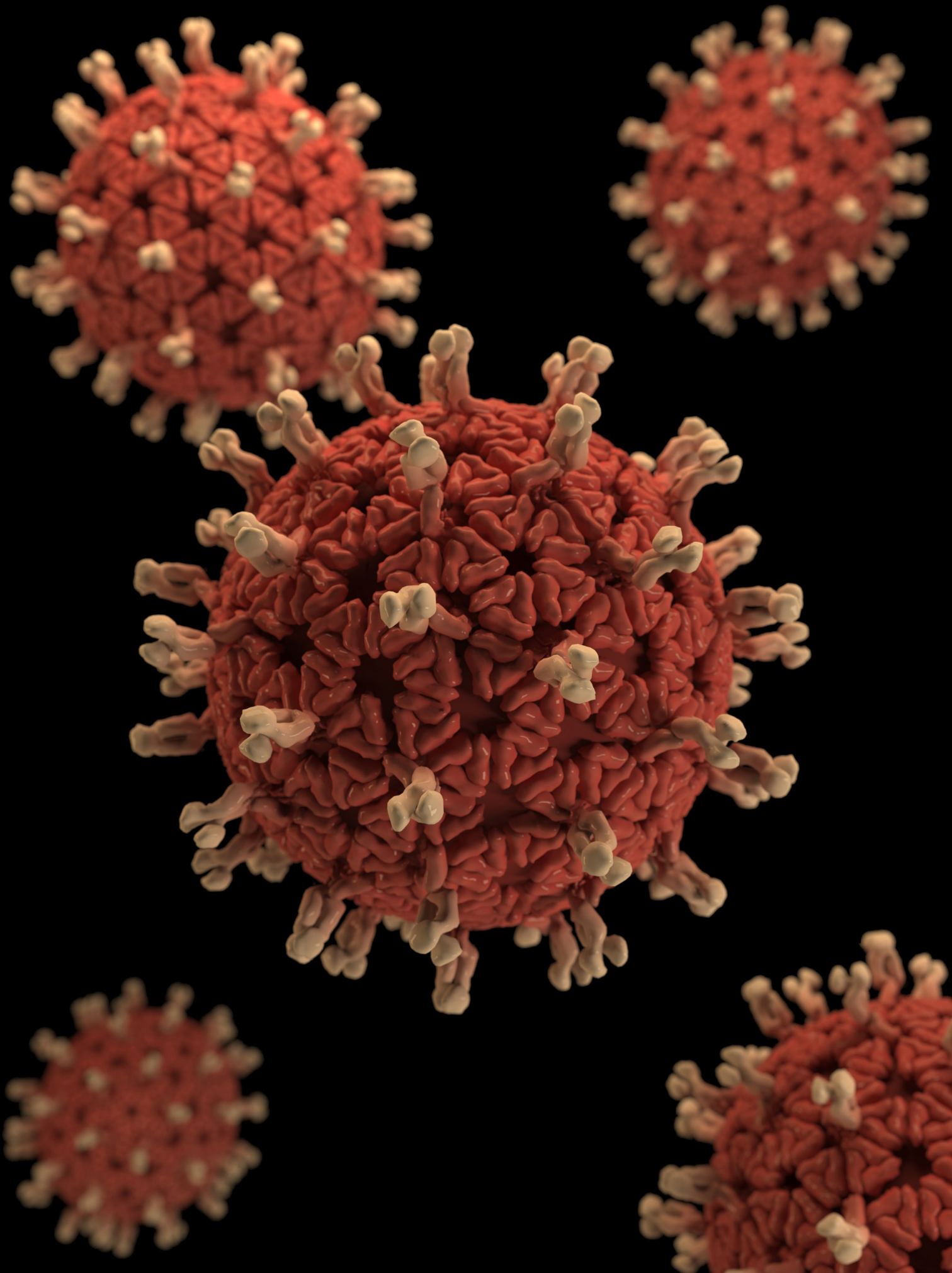
E S P E C I A L



Os microrganismos e seus múltiplos papéis



Existe um mundo que não conseguimos ver. Um mundo formado por seres minúsculos, que só podem ser identificados com a ajuda de microscópios. Você já deve ter ouvido falar deles! São os microrganismos. Eles pertencem a diversos grupos: bactérias, vírus, fungos, protozoários... Esses nomes nos levam a pensar em doenças, mas a verdade é que os microrganismos também podem assumir papéis que você nem imagina! Alguns podem ser usados para limpar o meio ambiente de produtos tóxicos. Outros são capazes de produzir tecidos, combustíveis e até medicamentos. E ainda tem aqueles envolvidos na produção de verdadeiras delícias culinárias! Que tal conhecer um pouco mais desses múltiplos papéis dos microrganismos?



Perigo invisível

Você deve saber que eles estão por toda parte. No ar que respiramos, na água, no solo, nos alimentos, na escola, na sua casa, nos animais e até no nosso próprio corpo! São seres tão pequenos que só conseguimos enxergá-los com microscópio. Sim, estamos falando dos microrganismos. Muitos deles convivem com humanos sem causar problemas, e até podem nos trazer benefícios. Mas outros podem colocar a nossa saúde em risco. É hora de enfrentar esse perigo invisível com uma boa dose de informação!

Os microrganismos que causam doenças são chamados patogênicos. Há uma grande variedade deles, embora os principais sejam as bactérias, os vírus, os fungos e os protozoários. Mas vamos desfazer a ideia de que esses microrganismos são perversos e querem nos adoecer. Na verdade, tudo o que eles querem é se multiplicar e ocupar um ambiente. E é durante essa ocupação que acabam causando doenças.

Os vírus, por exemplo, são microrganismos que só conseguem se multiplicar se se ligarem a células. Portanto,

para infectar um ser humano, precisa entrar no organismo, se unir às células e se aproveitar da estrutura delas para se multiplicar, o que vai desencadear uma doença. Já algumas bactérias e fungos são capazes de produzir toxinas, substâncias que, dentro do organismo, vão provocar as reações mais diversas. Os protozoários, uma vez no organismo, vão tentar se fixar nas células do hospedeiro para se multiplicar e sobreviver, mas, como são parasitas, sua sobrevivência provoca danos ao hospedeiro, isto é, doenças.

Da contaminação ao combate

Uma vez que um microrganismo nos infecta e causa uma doença, surgem sintomas. Você já deve ter percebido, por exemplo, que, quando pegamos uma gripe, doença causada por vírus, espirros e tosse são alguns dos sintomas. E é tossindo e espirrando que liberamos no ar gotículas de saliva e secreções contendo milhares de microrganismos. Dessa forma, espalhamos o vírus para outras pessoas que também serão infectadas.

Algumas infecções por vírus podem se resolver apenas com a ação do nosso sistema imunológico (de defesa), sem o uso de medicamentos; outras necessitam de acompanhamento médico. Já quando a doença é causada por bactérias, precisamos tomar antibióticos, sempre receitados por profissionais da saúde, para eliminar esses microrganismos do corpo. Acontece que quando uma bactéria entra em contato com uma quantidade de antibiótico que não é suficiente para eliminá-la completamente, ela tem a chance de se tornar um pouco resistente ao medicamento, e isso faz a infecção persistir. Por isso, o acompanhamento médico é fundamental para que a doença seja diagnosticada corretamente e o melhor antibiótico, na dosagem certa, seja receitado para eliminar as bactérias.

Prevenir é o melhor remédio

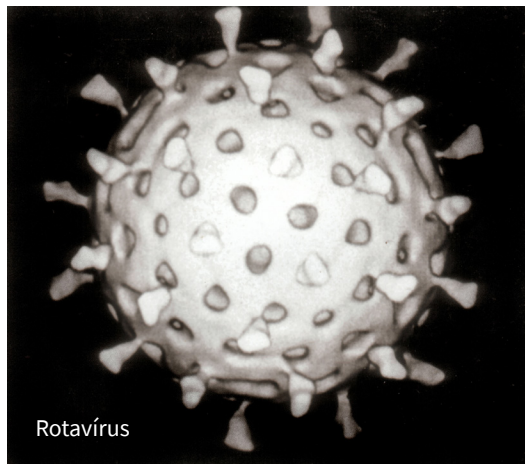
A lista de doenças causadas por microrganismos é longa e dá um arrepio na gente saber que alguns desses minúsculos seres são capazes de escapar do efeito dos medicamentos. Acontece



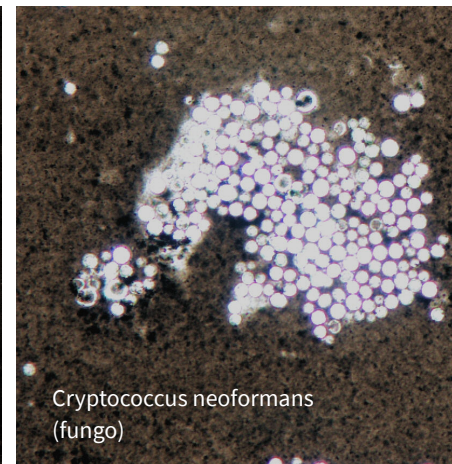
Ameba



Salmonela



Rotavírus



Cryptococcus neoformans (fungo)

Microrganismos.

Fotos Wikipédia

que viver sem entrar em contato com microrganismos com potencial causador de doenças é impossível. Logo, o melhor caminho é a prevenção. E como prevenir? Cuidando do nosso corpo com atenção! Isso inclui alimentação saudável, boas noites de sono e caderneta de vacinação em dia!

Outras medidas de proteção vêm do conhecimento sobre como os diferentes microrganismos (vírus, bactérias, fungos etc.) chegam até nós. É através do alimento vencido, mal cozido ou mal lavado? Da água contaminada? Do contato com outra pessoa doente? E, por fim, precisamos saber o passo a passo desses

microrganismos para dar início à doença. Isso vai nos ajudar a adotar a melhor estratégia de prevenção.

Transmissão de doenças

Uma das principais formas de contrair doenças causadas por microrganismos é o consumo de água e alimentos contaminados. Entre as doenças transmitidas dessa forma estão as diarreias, que afetam o sistema digestivo e levam à perda de água e minerais pelo nosso corpo. As diarreias podem ser causadas por bactérias, como a *Salmonella*, por protozoários, como as amebas, e por vírus, como o rotavírus.

Além das diarreias, outras doenças podem estar relacionadas ao consumo de água e alimentos. Esse é o caso da toxoplasmose, que é causada pelo protozoário *Toxoplasma gondii* e pode afetar os olhos e o cérebro, e também das hepatites A e E, que são causadas por vírus e afetam o fígado, podendo ser graves em muitos casos.

Você já deve imaginar o que precisa fazer para evitar essas doenças! É essencial consumir alimentos bem cozidos, beber água filtrada e tratada, e lavar bem as mãos após ir ao banheiro e sempre que chegar em casa, quando vier da rua. Além disso, é preciso guardar os alimentos de forma adequada na geladeira e, quando for comer vegetais e frutas, eles devem estar bem higienizados.

Também existem muitas doenças, como a dengue, a Zika, a doença de Chagas e outras, que são transmitidas por animais chamados vetores. A dengue e a Zika são doenças causadas por vírus e têm como vetor a fêmea do mosquito da espécie *Aedes aegypti*. Logo, a principal maneira de evitar contrair essas doenças é combater o mosquito transmissor. Daí a importância das campanhas de saúde para não deixarmos a água da chuva acumular em pneus, garrafas, latas e vasos de planta, e para cobrir muito bem as caixas d'água, evitando, assim, que os mosquitos depositem seus ovos na água parada e se multipliquem.

Já a doença de Chagas é causada por um protozoário chamado *Trypanosoma cruzi*, que tem como vetor um inseto conhecido como barbeiro. Esse inseto é encontrado principalmente em lugares com bastante vegetação, embaixo de pedras, ninhos de passarinhos e cascas de árvores, e em locais com criação de animais,



A vacinação previne muitas doenças causadas por microrganismos.

Foto Marcelo Camargo/Agência Brasil

como chiqueiros e galinheiros. A doença de Chagas é transmitida pelas fezes do barbeiro, que, quando está se alimentando do sangue humano através da sua picada, costuma deixar fezes na pele. A picada normalmente provoca coceira e, ao coçar, provocamos pequenas feridas que permitem a entrada do protozoário. Portanto, a principal forma de prevenção contra a doença de Chagas é eliminar o barbeiro ou evitar ter contato com ele. Mas como podemos nos proteger desse inseto? Colocando telas em janelas e portas, construindo galinheiros e chiqueiros longe de casa, evitando o acúmulo de madeira e palha perto de casa e limpando nossa casa com frequência.

Outros microrganismos patogênicos são transmitidos através do espirro, da tosse e da fala, pois, nessas situações, eliminamos gotículas de secreções, como a saliva, que podem estar contaminadas. Entre as doenças disseminadas dessa forma estão a covid-19, pneumonias, sarampo, tuberculose, rubéola, difteria e meningite. Todas elas podem se agravar rapidamente,

podendo levar à morte. O que você pode fazer então para se proteger – e proteger as outras pessoas – dessas doenças? Evite aglomerações e contato com pessoas contaminadas. Ao tossir e espirrar, cubra a boca e o nariz com as mãos, e sempre as lave com muita água e sabão. Mas a forma mais eficaz de se prevenir é a vacinação. Para todas essas doenças, existem vacinas disponíveis no Sistema Único de Saúde (SUS). E o melhor: é de graça! Portanto, ninguém tem desculpa para não estar com a vacinação em dia!

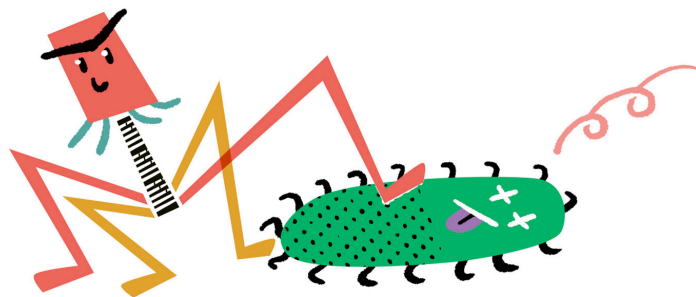
Tomando certos cuidados, é possível conviver com esses microrganismos de forma pacífica na maior parte do tempo, mesmo que eles estejam por todos os cantos do planeta. E fica a dica: cuidar da nossa saúde e do meio ambiente é o melhor caminho para evitar doenças.

Scarlathe Bezerra da Costa,
Laboratório de Biologia de Anaeróbios,
Instituto de Microbiologia Paulo de Góes,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.



Mosquito viajante

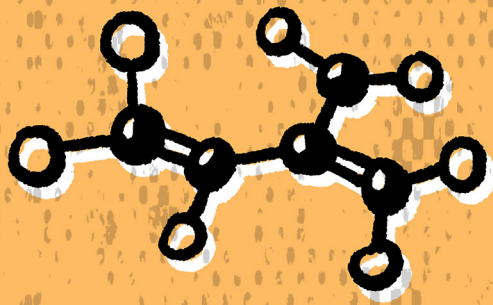
Sabia que o *Aedes aegypti*, mosquito transmissor dos vírus que causam a dengue, a Zika e a febre amarela, surgiu no continente africano, mais precisamente no Egito? Acredita-se que sua disseminação tenha começado no século 16, com as grandes navegações. Mas a sua chegada ao continente americano só aconteceu a partir do século 17, durante o período da escravidão. A primeira epidemia de dengue na América ocorreu no Peru durante o século 19, e os primeiros casos no Brasil foram registrados no final do mesmo século. Inicialmente, o *Aedes aegypti* foi responsável pela transmissão da febre amarela em muitos estados brasileiros. Por isso, foi iniciada uma campanha para a eliminação do mosquito. Mas, no final da década de 1960, o mosquito voltou a ser um problema e hoje em dia pode ser encontrado em todo o Brasil como vetor de diferentes doenças.



Vírus eliminam bactérias?

Acredita que os vírus, responsáveis por provocar várias doenças, também podem agir na direção contrária e nos ajudar a cuidar da nossa saúde, tratando infecções causadas por bactérias? Geralmente, as infecções causadas por bactérias são tratadas com o uso de antibióticos, mas elas têm maneiras de se tornar resistentes aos efeitos desses medicamentos. Em busca de alternativas para o tratamento de infecções bacterianas, uma das opções que vêm sendo testadas é o uso de vírus para eliminar bactérias.

Essa estratégia usa vírus específicos que só atacam bactérias, os chamados bacteriófagos. Eles conseguem reconhecer e invadir esses microrganismos, se multiplicando até o ponto em que as bactérias se rompem e morrem. E parece possível utilizar um vírus específico para a bactéria que está causando certa doença, sem que bactérias benéficas que vivem no nosso corpo também sejam eliminadas.



Microfaxineiros

Você já ouviu falar de lixo tóxico? São produtos que, quando descartados no ambiente, são capazes de poluir o solo, a água e o ar, provocando grandes danos às plantas e aos animais, incluindo o próprio ser humano. E aí, o que fazer para eliminar essa terrível poluição ambiental? Uma alternativa é contar com uma equipe de limpeza especializada nesse serviço, e que também é eficiente e econômica. Hora de conhecer os microrganismos que se alimentam de substâncias presentes no lixo tóxico e que podem fazer uma faxina na natureza!

Meios de transporte mais rápidos, celulares e computadores cada vez mais leves e sofisticados, comidas congeladas, roupas e calçados da moda entregues em casa... O avanço da tecnologia nos oferece serviços e produtos que realmente facilitam o nosso dia a dia. Acontece que todo esse desenvolvimento e praticidade nem sempre vem acompanhado de uma preocupação com o uso consciente dos nossos recursos naturais, seja em terra firme ou em rios, lagos e mares. Compramos mais e mais, e, quanto mais consumimos, mais lixo produzimos.

Grande parte desse lixo contém produtos que podem contaminar o meio ambiente. É o chamado lixo tóxico. Quando falamos desse tipo de resíduo, estamos nos referindo basicamente ao plástico, metais pesados (como o elemento mercúrio), que podem ser encontrados em equipamentos eletrônicos, e poluentes como o petróleo, que é uma complexa mistura de compostos químicos.

Ameaças reais

O plástico está presente na maior parte dos produtos que você pode imaginar. Pense



O plástico descartado de forma inadequada causa graves problemas ambientais, sendo uma grande ameaça à vida marinha.

Foto Wikipédia

aí: copos, garrafas, vasilhas, sacolas, embalagens, pentes, escovas de dentes, prendedores de cabelo, enfeites, canetas, lapiseiras, brinquedos, aparelhos eletrônicos... A lista parece não acabar nunca! Quando o plástico é descartado de forma inadequada, pode causar muitos impactos para o meio ambiente. Isso porque o plástico é uma substância que demora muito para sumir da natureza. Para você ter ideia, ele demora 450 anos para se decompor! Portanto, é muito importante reciclar o plástico, para que o material que não serve mais seja reutilizado na fabricação de outros produtos.

Quando o plástico não é reciclado, ele acaba sendo despejado em rios e oceanos, formando ilhas imensas de lixo concentrado, que são verdadeiros lixões em mar

aberto! Isso causa muitos problemas à vida marinha, porque diminui a quantidade de nutrientes na água. Além disso, os animais podem acabar engolindo esses plásticos, que não são digeridos e se acumulam em seus organismos. Então, quando esses animais são consumidos por predadores, o plástico que ficou em seus corpos é transferido. Todo esse ciclo pode levar à mortandade de mamíferos marinhos, peixes, tartarugas, aves e até plantas.

O problema não é diferente quando ocorre um derramamento de petróleo no mar. O petróleo é a base de combustíveis como óleo diesel e gasolina, ainda bastante usado hoje em dia, e também da produção do plástico. Para atender às necessidades de consumo do mundo inteiro,

existem plataformas para extrair petróleo e refinarias para produção de combustíveis e outros produtos espalhados pelo oceano. Eventualmente, acidentes acontecem.

Como exemplo de acidente, podemos citar o maior derramamento de petróleo no litoral de uma região tropical, que ocorreu no Brasil, em 2019. Ele atingiu 11 estados brasileiros, do Maranhão até o Rio de Janeiro, e causou grande impacto na vida marinha, que anos depois ainda é percebido. Muitos animais morreram intoxicados e outros foram resgatados cobertos por óleo preto e viscoso. Mesmo depois do acidente, os animais continuaram sofrendo suas consequências. Pesquisadores observaram, por exemplo, a diminuição do tamanho de certos animais e a redução da



Derramamento de petróleo sempre tem consequências trágicas.

Foto Joel Luna Prado/Wikimedia Commons



No estômago de um filhote de albatroz morto, detritos marinhos de plástico.

Foto Chris Jordan/Wikipédia

população de várias espécies. Uma perda terrível para a biodiversidade brasileira!

Limpeza especializada

Nos casos de contaminação, a primeira providência a ser tomada é tentar limpar toda a sujeira, ou seja, fazer uma boa

faxina na natureza! Mas por onde podemos começar? Que tal pedir a ajuda de uma equipe de limpeza especializada?

Essa equipe é formada por certos fungos e bactérias que se alimentam de substâncias presentes no lixo tóxico, removendo totalmente ou pelo menos reduzindo bastante os

contaminantes do ambiente. O método de limpeza desses microrganismos faxineiros é chamado biorremediação, e está sendo cada vez mais utilizado na recuperação de áreas degradadas.

Alguns desses microrganismos, por exemplo, conseguem se alimentar do carbono e do nitrogênio presentes nos compostos poluentes do petróleo (chamados hidrocarbonetos) para obterem energia. Dessa forma, esses compostos poluentes deixam de existir. Mas como essa descoberta foi feita?

Tudo aconteceu depois de uma grande explosão em uma plataforma de petróleo no Golfo do México, em 2010, quando mais de 4 milhões de barris de petróleo foram despejados no mar. Imagine o quanto esse vazamento afetou o ecossistema da região... Ao investigar as consequências desse desastre, cientistas verificaram que a comunidade de microrganismos daquela região tinha sido toda



Coleta de amostras de água para avaliar o nível de poluição.

Foto Freepik

alterada, e que havia mais microrganismos que utilizavam os compostos de petróleo como alimento.

Essa poderosa equipe de limpeza também conta com microrganismos capazes de degradar resíduos produzidos por fábricas e aterros sanitários, plásticos descartados no ambiente e até mesmo metais pesados em solos contaminados!

Serviço garantido

Para que a limpeza promovida pelos microrganismos seja eficiente, é preciso seguir alguns passos. Primeiro: é importante ter certeza de que existe contaminante no ambiente para servir de alimento aos microfaxineiros. Segundo: é preciso garantir a presença dos microrganismos capazes de digerir aquele contaminante específico. E, terceiro: é necessário ter no local condições ideais para o crescimento e a atividade

desses microrganismos. Isso quer dizer que o local deve ter nutrientes e minerais disponíveis, temperatura e grau de acidez (chamado de pH) apropriados, entre outros fatores. Se todos esses requisitos estiverem presentes, a área pode ser restaurada com êxito. Serviço garantido!

A técnica de biorremediação tem duas formas de uso, de acordo com o local em que a limpeza é feita: *in situ* e *ex situ*. A limpeza *in situ* ocorre quando a degradação pode ser feita no local onde se encontra o poluente, utilizando tanto os microrganismos do próprio ambiente quanto microrganismos modificados em laboratório para se adaptarem ao novo estilo de vida, ou seja, para se alimentarem de substâncias tóxicas. A limpeza *ex situ* ocorre quando a sujeira é removida e a degradação é feita em outro lugar, que tenha condições mais adequadas para essa equipe de faxina trabalhar. Em cada caso,

é preciso avaliar e escolher antes a melhor estratégia.

Mas, afinal, quais são as vantagens de utilizar microrganismos para fazer a limpeza dos ambientes contaminados? A resposta é simples: é econômico! O uso de microrganismos não representa grandes custos para as empresas, além de não provocar impactos negativos no meio ambiente, já que são empregados agentes naturais.

Esses microfaxineiros ambientais já estão fazendo um excelente trabalho para limpar áreas poluídas em vários países. Eles têm conseguido diminuir os danos provocados à natureza pela ação do ser humano.

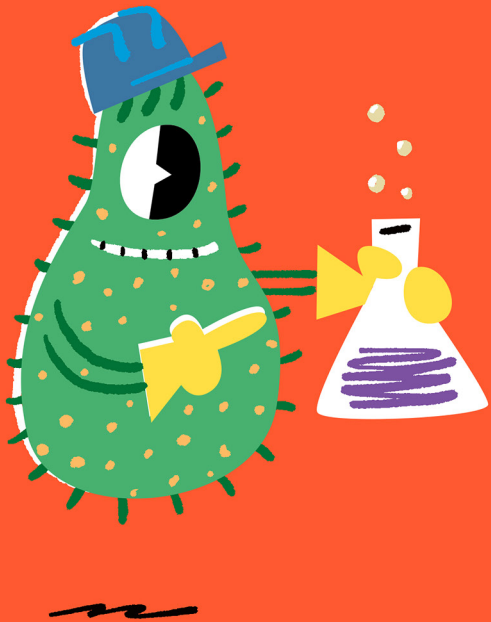
Clara Maria Guimarães Silva,
Laboratório de Biologia de Anaeróbios,
Instituto de Microbiologia Paulo de Góes,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.



Comedores de plástico

Você já sabe que alguns microrganismos conseguem deteriorar plásticos. Mas eles não são os únicos seres com essa capacidade! A larva do verme da cera tem uma saliva que consegue degradar um componente do plástico chamado polietileno em menos tempo do que qualquer outro organismo conhecido até agora! Além disso, ao contrário do que acontece com bactérias e fungos, que precisam de uma temperatura bem ajustada para realizar esse trabalho de limpeza, para as larvas, a temperatura não importa tanto.

O mais curioso é que a saliva da larva do verme da cera pode degradar não só o plástico, como também a celulose, presente em papel, tecido, fralda descartável, materiais de construção, cosméticos etc., e a lignina, presente na composição de papéis com cor mais escura, como o papelão. Essa descoberta pode revolucionar a técnica de biorremediação, porque é possível que, dentro de algum tempo, microrganismos e larvas sejam utilizados para destruir lixões!



Microconstrutores

Qual a primeira coisa que vem à sua cabeça quando você pensa em bactérias? Doença? Pois chegou a hora de rever sua opinião sobre esses seres microscópicos que dividem o planeta conosco. Saiba que eles não são responsáveis apenas por prejudicar nossa saúde. Eles também podem criar produtos incríveis! Seu radar de curiosidade foi ativado? Então, vamos adiante!

Sim, algumas bactérias podem ter um papel muito importante na geração de produtos que causem menos

impactos negativos ao meio ambiente. A lista inclui tecidos, corantes, medicamentos, combustíveis e muito mais! Em termos técnicos, estamos falando de bioprodutos, biofármacos e biocombustíveis. Vamos entender isso com exemplos?

No tecido e na cor

Já imaginou ir a uma loja e comprar uma blusa feita por bactérias? Pois essa cena pode se tornar realidade no futuro! Isso porque as bactérias encontradas no vinagre de

cozinha conseguem produzir biotecidos, que podem ser transformados em roupas e acessórios. Essa produção ocorre enquanto as bactérias estão crescendo em uma “sopa”, preparada em laboratório, muito rica nos nutrientes de que esses microrganismos necessitam para que o biotecido seja gerado. Mas isso não acontece de uma hora para outra! A produção do biotecido é lenta, mas, apesar dessa demora na fabricação em comparação com tecidos comuns, o produto gerado pelas bactérias tem uma boa durabilidade e é fácil de limpar.



Biotecido produzido por bactérias.

Foto Bolt Threads/Divulgação

O melhor é que nessa fabricação por bactérias não são gerados poluentes como ocorre com a indústria de tecidos.

E as bactérias também podem produzir corantes, que são pigmentos que dão cor aos mais diversos produtos. Normalmente, os corantes utilizados na indústria são produzidos artificialmente ou são extraídos de minerais ou de plantas. Mas esses tipos de produtos podem ser tóxicos, contaminar o ambiente e, para piorar, não se deterioram facilmente. Já os corantes bacterianos, também chamados biopigmentos, têm uma produção mais barata e não necessitam de um espaço tão grande para sua fabricação – com isso, seu impacto ambiental é menor.

Um bom exemplo de biopigmento são os carotenoides, corantes responsáveis pelas cores laranja, amarela ou vermelha, produzidos por bactérias encontradas em desertos, como o Saara, e também no frio da Antártica. Com o passar dos anos, houve um grande interesse na produção dos carotenoides por bactérias, principalmente o betacaroteno, que pode ser usado como corante de alimentos e traz benefícios para o corpo humano.

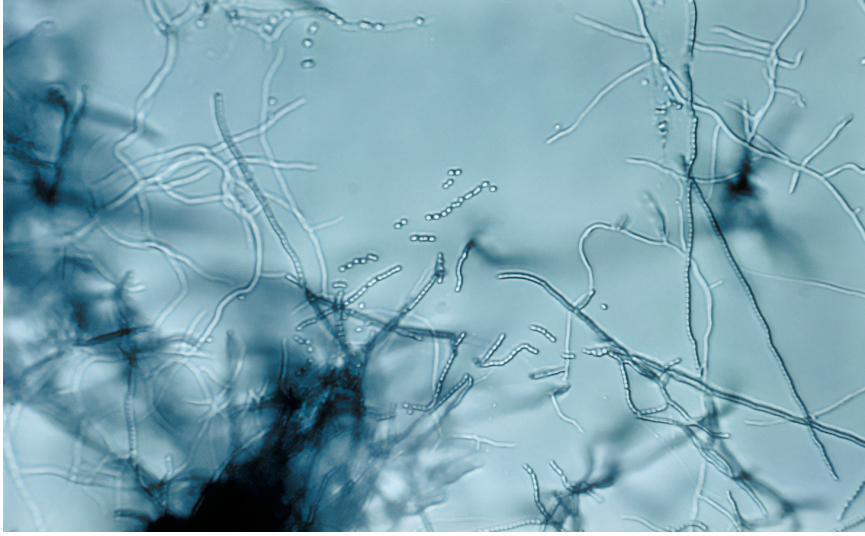
Na cura de doenças

Apesar da fama de causar doenças, as bactérias também estão do outro lado: elas podem ajudar a tratar infecções causadas justamente por... bactérias! Pode parecer estranho, mas é isso mesmo. Algumas bactérias são usadas na produção de antibióticos, medicamentos capazes de combater as bactérias que invadem nosso corpo e provocam doenças. Os



Tecido com aparência de couro produzido por fungos.

Foto Bolt Threads/Divulgação



Bactérias do gênero *Streptomyces* deram origem à estreptomicina, primeiro antibiótico produzido a partir de... bactérias!

Fotos Wikipédia

antibióticos são considerados uma das maiores descobertas do mundo, por sua capacidade de recuperar a saúde.

O primeiro antibiótico produzido por bactérias foi a estreptomicina, responsável por 80% dos antibióticos disponíveis atualmente para tratamento de diversas doenças. Ele foi descoberto em 1944 e é produzido por bactérias do gênero *Streptomyces*. No início, ninguém entendia por que bactérias produziam substâncias capazes de eliminar sua própria espécie. Mas hoje sabe-se que essa é uma forma de competição por nutrientes e pela sobrevivência.

O apoio das bactérias nos cuidados com a saúde não para por aí – elas também são responsáveis pela produção de insulina. Na verdade, a insulina é uma proteína que o nosso corpo fabrica para controlar no sangue os níveis de açúcar (chamado glicose) ingerido através dos alimentos. Quando a produção de insulina falha, as pessoas desenvolvem uma doença chamada diabetes, que requer que a insulina seja repostada no organismo. Por muito tempo, a insulina para essa reposição era fabricada utilizando animais de

laboratório. Após muitos anos de pesquisa, foi descoberto que as bactérias poderiam ser utilizadas para produzir uma insulina muito mais barata e eficaz.

Agora, anote aí: os medicamentos produzidos a partir do trabalho das bactérias são chamados biofármacos.

Na produção de combustível

Além dos bioprodutos e dos biofármacos, as bactérias também participam da fabricação de biocombustíveis. Atualmente, o petróleo ainda é a maior fonte de produção de combustíveis no mundo. Mas os combustíveis que provêm do petróleo, como a gasolina e o óleo diesel, são extremamente poluentes e contribuem para agravar o efeito estufa, aumentando o aquecimento global. Por isso, existe uma grande busca por combustíveis menos agressivos ao ambiente.

Uma dessas alternativas é o biogás, obtido a partir da ação de bactérias que consomem lixo orgânico – restos de vegetais e animais – e, no fim desse processo, liberam o gás. O biogás pode ser utilizado de diversas maneiras: como combustível para veículos, para

gerar calor em caldeirões nas indústrias e para a produção de energia elétrica, já que ele pode movimentar geradores.

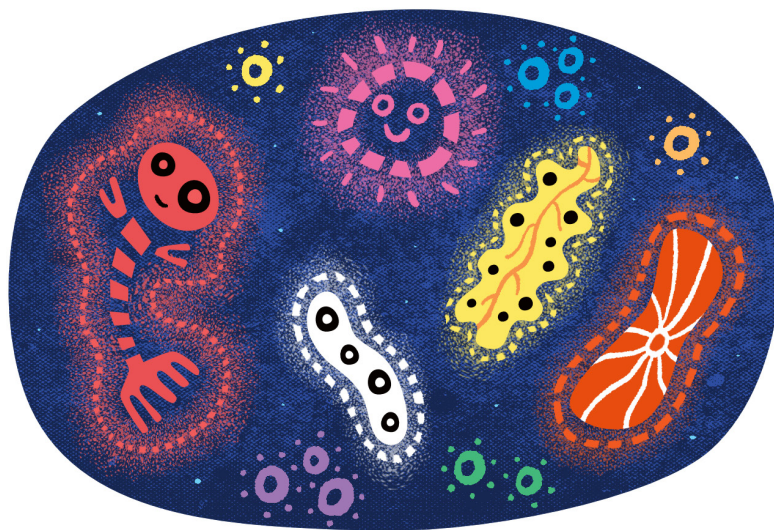
As bactérias produtoras de biogás pertencem ao gênero *Clostridium*. Elas são muito eficientes em consumir o lixo e transformá-lo em gás. Mas esse trabalho não pode ser feito na presença do gás oxigênio, pois ele é tóxico para essas bactérias. Por isso, essa produção requer ambientes especiais.

Ao produzir o biogás, essas bactérias prestam um duplo serviço para o meio ambiente: por um lado, contribuem para a substituição de combustíveis tóxicos para o ambiente; por outro, ajudam a reduzir a grande quantidade de lixo produzida todos os dias no nosso planeta.

Outro combustível que vem sendo produzido por bactérias é o biobutanol, um tipo de álcool com diversas funções. A mais importante é ser o substituto ideal para a gasolina. O biobutanol é obtido a partir de um processo conhecido como fermentação, que ocorre por meio da ação de bactérias e fungos. Na verdade, esse processo acontece normalmente na natureza. Descobrir que o biobutanol é capaz de aumentar a eficiência dos combustíveis usados atualmente foi a grande sacada da ciência.

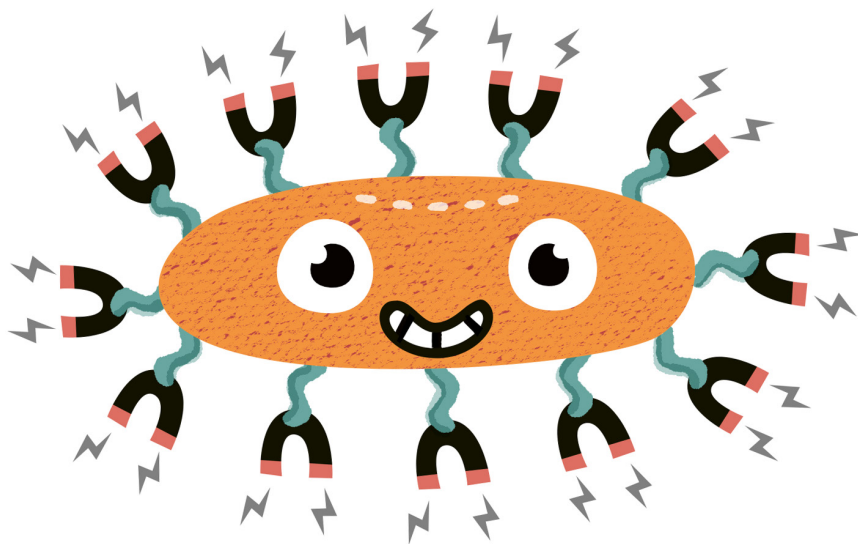
Será que as bactérias vão mudar o mundo?

Andressa T. de Oliveira Marre,
Laboratório de Biologia de Anaeróbios,
Instituto de Microbiologia Paulo de Góes,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.



Elas brilham!

Bactérias são capazes até de produzir luz? Pois é! Elas são conhecidas como bactérias bioluminescentes e são encontradas no fundo do oceano. Esses microrganismos, chamados *Photobacterium*, costumam viver dentro do peixe pescador e possibilitam que ele produza uma luz que o ajuda a conseguir alimento em meio à escuridão marinha.



Bactérias com ímãs?!

Existem bactérias pouco conhecidas que são capazes de produzir uma estrutura que funciona exatamente como os ímãs de geladeira. As bactérias magnetotáticas são encontradas em lagoas, lagos ou baías. A estrutura produzida por esses microrganismos, chamada de magnetossomo, os ajuda a se orientar e se deslocar.

Curioso é que as bactérias magnetotáticas podem ser usadas para tratar doenças, sem causar qualquer problema à saúde do paciente. Com a ajuda de um ímã, elas podem ser levadas até um local específico do corpo carregando um medicamento.



Microcozinheiros

Nada como começar o dia com uma boa xícara de café, não é? Não gosta de café? Bem, talvez você prefira um chocolate quente ou um iogurte. Quem sabe um pão quentinho com uma fatia de queijo Minas? Essa conversa já está dando água na boca... Mas vamos deixar a barriga de lado e colocar o cérebro pra funcionar! Você sabe o que esses alimentos têm em comum? Eles só existem graças aos microrganismos!

No mundo dos microrganismos, existe um grupo de bactérias e fungos que são verdadeiros chefes de cozinha, capazes de transformar

certos alimentos em delícias culinárias. Esses microrganismos promovem reações químicas que alteram o sabor e a aparência dos alimentos originais, deixando-os muito mais gostosos – ou apenas diferentes mesmo.

A ciência do iogurte

Um bom exemplo disso é o iogurte, que pode ser produzido só com dois ingredientes: o leite e o fermento. Agora compare o sabor adocicado do leite com o sabor azedo do iogurte. Muito diferente, não é mesmo? E a consistência do iogurte, que é muito mais espessa que

a do leite? Mas por que tanta diferença? O que acontece com o leite para que ele se transforme em iogurte é um processo chamado fermentação.

A fermentação é realizada pelos microrganismos que compõem o fermento, que podem ser fungos ou bactérias. Esse processo causa alterações no sabor, na textura, no aroma e na composição do alimento. Durante a fermentação, os microrganismos usam enzimas para transformar os açúcares naturais do alimento em outros compostos, como álcool ou ácidos orgânicos, e, dessa forma, conseguem gerar energia para eles próprios.

Alimentos fermentados

Além do iogurte, existem muitos outros produtos fermentados que as pessoas consomem diariamente, como o pão, o queijo Minas, o café e o chocolate.

Para produzir o iogurte, bactérias da família Lactobacillaceae (que inclui os famosos lactobacilos) transformam o açúcar do leite em ácido lático. Por isso o iogurte natural fica com aquele sabor azedinho.

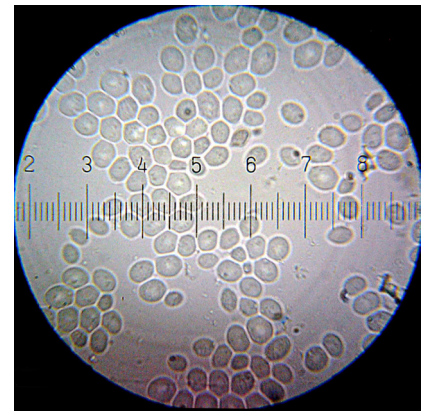
No café e no chocolate, a fermentação acontece diretamente nos frutos, antes do alimento ser processado. A semente do cacau, por exemplo, não tem um sabor agradável, ela é amarga e sem graça. Então uma comunidade de dezenas de espécies de microrganismos, começando com leveduras (que são fungos unicelulares), transforma os açúcares da semente do cacau em álcool. Depois disso, bactérias convertem esse álcool em outra substância, o ácido acético. A acidez altera as características da semente e permite que outros tipos de fungos e bactérias cresçam ali. No final das contas, o delicioso

e complexo sabor do chocolate vem de centenas de compostos químicos, a maioria produzida durante a fermentação.

Quem diria que o ingrediente secreto do chocolate são os microrganismos, hein?

Já os grãos de café são fermentados após a colheita por bactérias, leveduras e alguns fungos. A principal função da fermentação é remover as camadas externas do grão do café e deixar suas sementes expostas. Além de preparar os grãos para serem transformados em pó, essa fermentação tem um grande impacto na qualidade, no sabor e no aroma do café.

No pão, o principal microrganismo fermentador são as leveduras do gênero *Saccharomyces*, a chamada levedura de padaria. Essas leveduras fermentam o açúcar presente na massa de pão, transformando-o em gás carbônico e álcool (que evapora quando o pão é assado!). O gás carbônico fica preso na massa, e a faz crescer. No calor do cozimento, o gás carbônico se expande e faz o pão crescer ainda mais! Além disso, essas leveduras também dão gosto e aroma característico ao pão.



***Saccharomyces Cerevisiae*, a levedura que faz crescer o pão.**

Foto Bob Blaylock/Wikipédia

Outro tipo muito comum de alimento fermentado são as bebidas alcoólicas, como a cerveja e o vinho. Os processos de produção dessas bebidas foram descobertos pela humanidade há milhares de anos. Existem evidências de que a fermentação já era usada para produzir cerveja há cerca de 4 mil anos. Mas alguns cientistas acreditam que o uso desse processo é bem mais antigo, chegando a 10 mil anos atrás! Como não existiam geladeiras naquela época, os alimentos estragavam muito rapidamente. Com isso, a fermentação passou a ser usada como uma forma de preservar os alimentos, porque esse processo faz com que eles permaneçam próprios para o consumo por muito mais tempo.

Microrganismos na dieta

Além de atuarem como cozinheiros, transformando o sabor e a aparência dos alimentos, alguns microrganismos podem ser a própria comida! E nem pense em torcer o nariz, pois você já deve ter experimentado essa iguaria! Afinal, um dos alimentos dessa lista são os iogurtes. Eles fazem parte de uma categoria especial de alimentos conhecidos como probióticos.



O iogurte é resultado da fermentação, processo realizado por fungos ou bactérias que compõem o fermento.

Foto Freepik



Cushuro (no alto) e espirulina (acima).

Fotos Wikipédia/Freepick

Alimentos probióticos são todos aqueles que contêm microrganismos vivos que, além de nos alimentar, podem melhorar nossa saúde. Entre os alimentos probióticos, estão também o kefir e o kombuchá. A ideia é que os microrganismos vivos que estão nesses alimentos possam se instalar no nosso corpo (no intestino, por exemplo) e ajudar a manter nossa saúde.

Além dos benefícios dos probióticos, há outro motivo para nos alimentarmos com microrganismos. A população do nosso planeta consome 350 milhões de toneladas de carne

por ano, e isso tem um impacto ambiental enorme. Então podemos substituir a carne, que é uma proteína animal, pelas chamadas ‘proteínas unicelulares’ ou proteínas de origem microbiana. Para isso, as próprias células desses microrganismos poderiam ser incorporadas aos nossos alimentos. Essa é uma maneira inovadora de aumentar a quantidade de comida disponível (especialmente proteína) para as pessoas do mundo inteiro.

Um bom exemplo de microrganismos comestíveis são as cianobactérias verde-

azuladas da espécie *Nostoc sphaericum*. Também conhecida como ‘cushuro’, essa espécie é muito consumida no Peru. Ela é encontrada em lagos, nascentes de rios e outros ambientes aquáticos, e cresce formando colônias gelatinosas e brilhantes em forma de esfera com tamanho entre 1 e 5 centímetros e cor verde oliva ou marrom. Essas cianobactérias são um alimento rico em ferro e proteína, e elas vêm sendo consumidas pelos povos locais desde antes da chegada do navegador Cristóvão Colombo às Américas, em 1492. Outras espécies de *Nostoc* são utilizadas como alimento em outras regiões do mundo, como China e Indonésia, onde são encontradas em campos alagados para o cultivo do arroz desde tempos muito antigos.

Outro tipo de cianobactéria muito popular é a espirulina (como as espécies *Arthrospira platensis* e *Arthrospira máxima*). A espirulina é conhecida há muito tempo como um superalimento. Os povos astecas, que viveram no México entre os séculos 14 e 16, já utilizavam esse microrganismo na sua alimentação. Hoje em dia, a espirulina é produzida industrialmente em condições controladas. Ela é usada como suplemento alimentar para seres humanos e para animais de criação, como vacas e galinhas. Até a NASA, a agência espacial norte-americana, usa espirulina nas viagens espaciais!

Então, que tal incluir um fungo ou uma bactéria na sua alimentação?

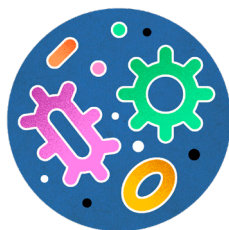
Leandro Araujo Lobo,
Instituto de Microbiologia Paulo de Góes,
Universidade Federal do Rio de Janeiro.



A origem do iogurte

O iogurte é um alimento antigo, que já era consumido pela humanidade há mais de 7 mil anos, quando os animais produtores de leite foram domesticados. O iogurte provavelmente foi criado por acaso em algum lugar na Ásia Central. Naqueles tempos, os criadores de animais e produtores de leite carregavam o leite em sacas feitas com o couro dos próprios animais ou, muitas vezes, com os intestinos ou o estômago deles. As bactérias selvagens que ainda habitavam essas sacas fermentavam o leite e o transformavam em iogurte. Então, esses povos antigos descobriram que isso aumentava a durabilidade do alimento (o leite estraga muito rapidamente fora da geladeira) e ainda acrescentava um novo sabor delicioso às suas dietas.

Esta edição tem
curadoria científica de
Leandro Lobo, Instituto
de Microbiologia Paulo
de Góes, Universidade
Federal do Rio de
Janeiro.



As edições da Ciência Hoje
das Crianças (CHC) são
publicações do Instituto
Ciência Hoje.

Coordenação editorial:

Bianca Encarnação.

Editores de texto:

Bianca Encarnação, Cathia
Abreu, Elisa Martins e
Thaís Fernandes.

Direção de arte:

Walter Vasconcelos.

**Programação visual
e diagramação:**

Fernando Vasconcelos
e Luiza Merege.

Ilustrações: Marcelo Badari.

Contato:

redacao.chc@cienciahoje.org.br