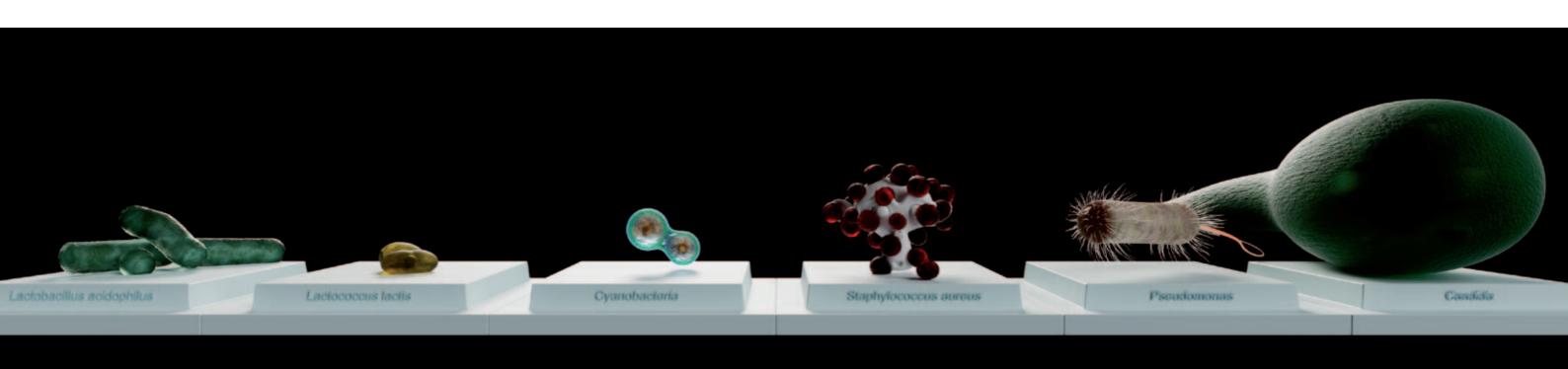


OS GOVERNANTES SECRETOS DO MUNDO





NASCIMENTO DA VIDA NA TERRA

A Terra formou-se há quatro mil milhões e meio de anos. Nessa altura, o planeta era constituído por gás e poeira. Com o tempo, a Terra arrefeceu, formou-se uma crosta e acumulou-se água. Há três mil milhões e meio de anos, deu-se a origem ao primeiro organismo vivo. A forma como surgiu é desconhecida. Compostos químicos agrupados e a partir deles formou-se um organismo constituído por uma única célula viva. Esta célula foi dividida e nasceu outro organismo unicelular. Pequenos seres vivos como estes são chamados microorganismos porque são tão pequenos que não os podemos ver a olho nu. A vida provavelmente teve origem na água. Porque ainda hoje as formas de vida mais antigas ainda são organismos unicelulares que vivem em torno de fontes termais, tais como os respiradouros do fundo do mar.

Cianobactérias "inventaram" a fotossíntese

Mil milhões de anos após o aparecimento do primeiro organismo unicelular, ocorreu o próximo passo crucial para a vida na Terra: as cianobactérias produziram açúcar e oxigénio, utilizando um pouco de água, um pouco de gás do ambiente e a ajuda da luz solar. Esta "inventou" a fotossíntese. As cianobactérias podiam agora produzir os seus próprios alimentos. Ao longo do tempo, o oxigénio formado pelas cianobactérias acumuladas na atmosfera. Isto deu origem a uma das bases mais importantes para o desenvolvimento da vida: o ar que respiramos, e do qual depende a nossa existência.

FANTÁSTICO

As cianobactérias foram os primeiros produtores de oxigénio. Precisam de luz solar para a fotossíntese. Esta é provavelmente a razão pela qual as cianobactérias podem sentir a luz. A forma como o fazem é há muito um mistério por desvendar. As cianobactérias têm um diâmetro de 3 micrómetros, ou seja, 3 milionésimos de metro. Não há instrumentos ópticos suficientemente pequenos para medir a refracção da luz nas bactérias. Os investigadores usaram um truque. Em suma, mediram a refracção da luz à volta das bactérias. E descobriram que, embora a bactéria seja constituída por uma única célula, esta única célula funciona realmente como um olho. A luz entra através de uma pequena lente, mesmo à sua frente, os filamentos de locomoção são activados e as bactérias podem mover-se em direcção à fonte de luz.

Estudo

Schuergers N. et al. (2016)

Cyanobacteria use micro-optics to sense light direction. https://doi.org/10.7554/eLife.12620

CIANOBACTÉRIAS

As cianobactérias eram e continuam a ser os mais importantes produtores de oxigénio do nosso planeta. Até agora, cerca de 2.000 espécies diferentes de cianobactérias foram classificadas.

ARCHAEA

As chamadas "bactérias primitivas" e a primeira divisão celular marcam o início da vida na Terra há 3,5 mil milhões de anos.

Há 300,000 anos atrás o

Homo sapiens

500 milhões de anos atrás Organismos multicelulares, animais terrestres e plantas

2,5 mil milhões de anos atrás Cianobactérias e fotossíntese

3,5 mil milhões de anos atrás Organismos unicelulares

Há 4,5 mil milhões de anos o Planeta Terra formou-se a partir de uma nuvem de pó e gás

Micro-organismos produzem OXIGÉNIO na água

Sem microrganismos, não haveria vida no planeta Terra. Hoje em dia, a nossa vida depende destes organismos aquáticos porque eles produzem a maior parte do oxigénio.

As algas como RECURSO

As algas produzem uma grande variedade de substâncias, e é por isso que a sua utilização como matéria-prima sustentável está a ser investigada. São ricos em minerais e vitaminas, e fornecem gorduras, tais como ácidos gordos ómega 3, que são muito saudáveis. As algas multiplicam-se rapidamente e produzem 30 vezes mais óleo do que a colza ou o milho.

Algas - os LIMPADORES

As algas podem absorver azoto e fosfato das águas residuais. Tudo o que eles precisam para isso é de luz solar e dióxido de carbono. Durante o processo de purificação, as algas produzem oxigénio. E, claro, eles crescem. As algas aumentam a sua biomassa e a partir desta, o biocombustível pode ser produzido. É uma situação em que todos ganham.

Emiliania huxleyi é uma alga que faz parte do fitoplâncton calcário. A célula algal é rodeada por plaquetas calcárias. Certas rochas calcárias, tais como o giz, são frequentemente compostas em grande parte por fitoplâncton calcário. Assim, quando escrevemos com giz num quadro negro, estamos basicamente a escrever com algas.



ÚNICO

As algas também podem produzir petróleo. Algumas algas, contudo, podem produzir n-alcanos, geralmente o principal componente dos óleos de petróleo. Uma microalga peculiar chamada *Dicrateria rotunda* tem gotículas de n-alcanos nas suas cavidades, com um comprimento de cadeia de 10-38, o mesmo que o petróleo. A *Dicrateria rotunda* é assim o primeiro organismo conhecido que pode produzir petróleo.

Estudo

Harada N. et al. (2021)
A novel characteristic of a phytoplankton as a potential source of straight-chain alkanes. https://doi.org/10.1038/s41598-021-93204-w



O microbioma DA ÁGUA

Gephyrocapsa oceanica

As algas permaneceram isoladas durante muito tempo

Durante os próximos milhões de anos, organismos multicelulares como as algas evoluíram. As algas têm um núcleo nas suas células para proteger a sua informação genética. Provavelmente fundiram-se com cianobactérias, e por isso foram capazes de fotossintetizar. As algas têm sido os únicos organismos semelhantes a plantas na Terra durante cerca de dois mil milhões de anos.

O ecossistema marinho é essencial para a VIDA NA TERRA

70% da Terra é coberta por água. As ervas marinhas e as algas podem armazenar 20 vezes mais carbono do que as florestas terrestres. Isto tornaos um factor chave na luta contra a crise climática. No entanto, se o habitat marinho continuar a ser destruído e uma parte do carbono aí armazenado for libertada, podem esperar-se enormes entradas de CO_2 na atmosfera terrestre. A vida teve origem no mar, e sem os mares não haverá vida na Terra no futuro.

Os microrganismos são constituídos por uma única ou poucas células

Chamamos microorganismos aos organismos mais pequenos, simplesmente porque são tão pequenos. Os microorganismos incluem bactérias, protozoários, arcaias, fungos e microalgas.

Cada organismo forma uma unidade com o seu microrganismo

Microbioma significa o conjunto de todos os microrganismos que colonizam um determinado habitat, por exemplo, a pele humana, as folhas de uma planta ou as raízes de uma determinada espécie vegetal no solo. Um microbioma é uma comunidade viva, altamente complexa e diversificada. O microbioma mais conhecido é o do estômago humano.

EXTENSÃO

É difícil calcular quantas espécies diferentes de bactérias, fungos e algas vivem no nosso planeta. No entanto, existem as chamadas leis de escala que podem ser usadas para calcular a diversidade de espécies. Em 2016, os cientistas aplicaram estas leis de escala também aos microrganismos, e calcularam que poderia haver 1 trilião de microrganismos no nosso planeta. Um trilião de milhões de espécies diferentes. Destes, 10 milhões foram catalogados até à data. Cerca de 10.000 podem ser cultivados em laboratório.

Estudo Locey K. J. et al. (2016) Scaling laws predict global microbial diversity. https://doi.org/10.1073/pnas.1521291113

A biodiversidade é a base para sistemas

Embora os seres humanos sejam tecnicamente avançados, dependemos da natureza e de toda a sua diversidade. Esta diversidade também inclui os mais pequenos: microrganismos. Os microorganismos encontram-se em toda a parte: no ar, no solo e na água. As plantas, os animais e os seres humanos são também povoados por eles. Cada planta e cada animal é o lar de milhões e milhões de microrganismos. Quanto maior for a biodiversidade de plantas e animais, maior será a biodiversidade dos microrganismos que os colonizam. Se uma espécie vegetal ou animal for extinta, milhares de microrganismos desaparecem com ela, muitos dos quais ainda são desconhecidos. Existem milhares de milhões de espécies diferentes, das quais apenas uma fracção é conhecida até à data.

ecológicos robustos



A biodiversidade surgiu a partir dos seres vivos mais simples

Durante três mil milhões de anos, os seres vivos mais simples, constituídos apenas por algumas células, povoaram a Terra. E então, há cerca de 500 milhões de anos, tudo aconteceu subitamente muito rapidamente. Num curto espaço de tempo, surgiu um enorme e variado número de espécies. Diferentes plantas e animais povoam a terra, e forma-se uma gama diversificada de espécies.

A diversidade mantém-no Saudáve

O princípio fundamental da natureza é: a vida é diversidade. Quanto mais diversificado for um habitat, mais saudável ele é. Este princípio da diversidade também se aplica aos sistemas feitos pelo homem, tais como a agricultura. Durante muitos anos, os seres humanos ignoraram este princípio, perturbando assim seriamente o seu equilíbrio. Monoculturas, criação excessiva de gado ou o uso de produtos químicos são algumas das razões pelas quais a diversidade à nossa volta está constantemente a diminuir, e o planeta já está a enfrentar as suas consequências.

A biodiversidade descreve um amplo espectro

A diversidade das espécies abrange a variedade de animais, plantas e microrganismos. A diversidade genética descreve a A diversidade biológica também inclui habitats, tais como oceanos, prados e florestas. Todos os três









Micro-organismos produzem gás para INSTALAÇÕES DE BIOGÁS

Até 200 tipos diferentes de bactérias vivem juntas no estômago das vacas. Digerem alimentos de origem vegetal, mas também produzem uma grande quantidade de gases durante este processo. Durante a ruminação, os gases (CO₂ e metano) escapam pela boca da vaca - até 200 litros por dia.

O gás metano produzido pelos microrganismos nas vacas não pode ser capturado e utilizado como energia. Por conseguinte, as instalações de biogás utilizam outros microrganismos semelhantes para produzir gás. Estes microrganismos são alimentados com plantas e resíduos biológicos, digerem as plantas e produzem gás no processo.



Os microrganismos das vacas podem digerir quase tudo, alguns até quebram o plástico. Até agora, estas bactérias têm sido sempre estudadas individualmente. Os cientistas austríacos descobriram que a degradação do plástico é melhorada quando todo o microbioma ruminal está envolvido.

Estudo

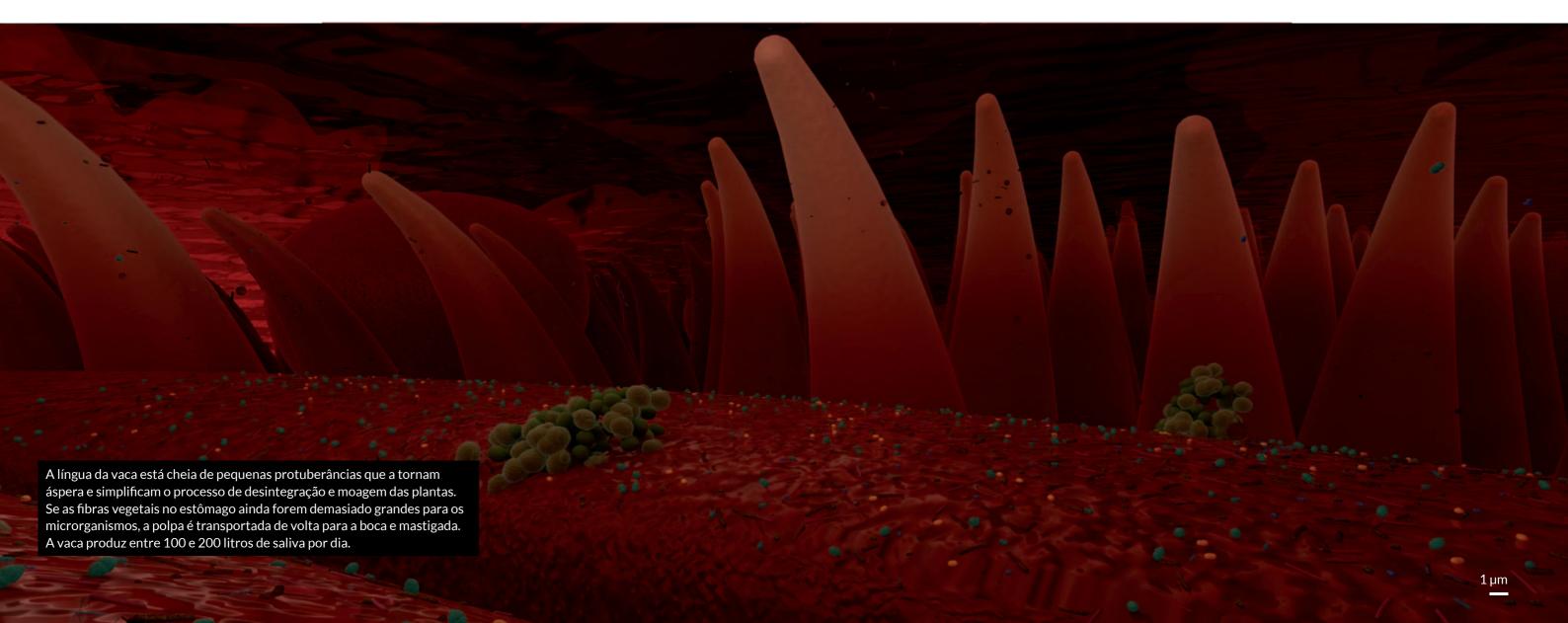
Estudo
Quartinello F. et al. (2021)
Together Is Better: The Rumen Microbial
Community as Biological Toolbox for
Degradation of Synthetic Polyesters.
https://doi: 10.3389/fbioe.2021.684459

Há muito mais numa vaca do que se vê. Porque cada vaca é também o lar de triliões de bactérias que a ajudam a digerir os alimentos e a manter-se saudável. Sem estas bactérias, a vaca não conseguiria sobreviver.

MICRO-ORGANISMOS DIGEREM RAÇÃO DE VACA

Muitas das plantas que uma vaca come são na realidade indigestível para ela. A tarefa da digestão é realizada por bactérias que vivem em simbiose com a vaca. Depois de a vaca ter engolido um ramo de plantas, as bactérias começam a fermentar a ração, dando origem aos açúcares nutritivos.

Tudo o que não pode ser decomposto pelas bactérias volta à boca, onde é energicamente salivado e mastigado. Esta polpa vegetal fina mastigada passa para outro estômago, o rúmen. Os microrganismos aí residentes convertem esta polpa em compostos digeríveis. Mas alguns dos microrganismos em si servem também como alimento para a vaca. Para além de uma média de 100 kg de erva, uma vaca digere até 10 kg de microrganismos por dia. O tipo de plantas que a vaca come determina quais os microrganismos que se multiplicam.



BACTÉRIAS QUE NÃO NOS O leite tem sido utilizado para produzir produtos lácteos há O leite tem sido utilizado para produzir produtos lácteos há

O leite tem sido utilizado para produzir produtos lácteos há milhares de anos: o queijo já estava a ser feito na Idade da Pedra. O microbioma do leite, ou seja, as bactérias e fungos contidos no leite, é crucial para a produção de queijo. Influenciam a maturação e o sabor do queijo de leite cru. As bactérias lácticas, por exemplo, convertem a lactose em ácido láctico, e o leite tornase ácido. No ambiente ácido, as proteínas lácticas (chamadas caseína) formam grumos que dão ao queijo a sua estrutura firme.

Pro e Pre

As bactérias de ácido láctico pertencem aos probióticos. Encontram-se em iogurte, chucrute, kimchi e outros alimentos fermentados. Quando comemos estes alimentos, também ingerimos as bactérias. Muitos podem sobreviver ao ambiente altamente ácido do nosso estômago e depois estabelecer-se nos nossos intestinos. Os prebióticos, por outro lado, são alimentos que não contêm directamente bactérias, mas são o alimento preferido das bactérias no nosso intestino. Incluem todas as fibras dietéticas, tais como as encontradas em frutas, legumes, leguminosas e grãos inteiros. As bactérias lácticas e as bifidobactérias adoram as fibras e multiplicamse quando as alimentamos. O açúcar e o excesso de proteínas, por outro lado, encorajam o crescimento de microrganismos, que estão frequentemente associados à doença.

A qualidade do leite também depende de microrganismos

No úbere de uma vaca há incontáveis vesículas de leite. Filtram proteínas, gorduras, lactose, minerais e vitaminas do sangue, que depois são encontrados no leite. Os componentes do leite diferem dependendo do que a vaca come e dos microrganismos que o colonizaram.

Bactérias de ácido láctico refreiam bactérias nocivas

O ácido láctico formado pelas bactérias impede que as bactérias nocivas se multipliquem, o que faz com que os alimentos durem mais tempo. Mas as bactérias de ácido láctico não se encontram apenas no leite, também se encontram nos vegetais. São responsáveis por transformar couve em chucrute, ou vegetais frescos em pickles. Têm também um papel a desempenhar quando se trata de fazer pão: a massa de pão consiste em bactérias lácticas, levedura e farinha e ajuda o pão a crescer fluidamente. As bactérias lácticas são bactérias extremamente úteis, também para o intestino humano, uma vez que asseguram que as bactérias nocivas se podem multiplicar com menos facilidade.

As bactérias lácticas vivem principalmente no tracto digestivo dos mamíferos, mas também podem ser encontradas nos estômagos das abelhas e dos sapos.

IMPRESSIVO

A caseína é um ligante muito bom, liga várias substâncias e adere a superfícies. Para as tintas de caseína, os pigmentos de cor são adicionados à caseína. A caseína misturada com cal produz uma cola de grande força adesiva. Pensa-se que os seres humanos têm usado o leite como base para tintas durante milhares de anos; os compostos proteicos do leite podem até ser encontrados em pinturas rupestres. O poder de ligação da caseína também foi explorado por um monge em 1531. Ele aqueceu queijo e voltou a arrefecê-lo. Quanto mais repetia este processo, mais firme se tornava a massa após o arrefecimento. Com ele conseguiu moldar objectos e chamou ao material "chifre artificial". A receita exacta do "corno artificial" vem de um alquimista chamado Bartholomäus Schobinger e é considerada como a primeira receita de plástico na Alemanha. Por volta de 1900, uma tipografia alemã e um químico misturaram caseína com vários químicos e inventaram a galalite, uma caseína de plástico a partir da qual uma grande variedade de objectos tais como botões, pegas e também jóias foram feitas.

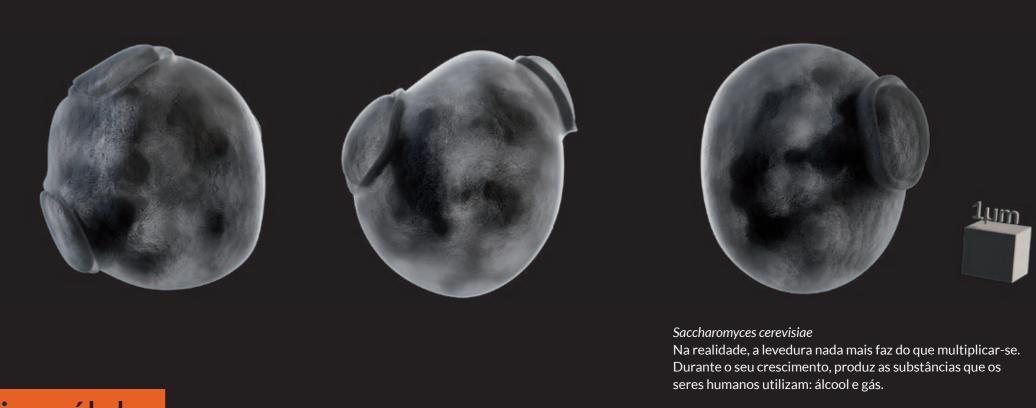
ESTRUTURA DA CASEÍNA

A caseína é a proteína do leite que é coagulada pelo ácido láctico produzido por bactérias dando-lhe uma estrutura mais firme.



Não são apenas os cogumelos que são comestíveis

As leveduras são fungos unicelulares. Reproduzem-se formando um pequeno rebento na célula mãe. No interior da célula, o núcleo é duplicado por divisão e transportado para o rebento. O rebento separa-se da célula mãe e nasce uma nova pequena levedura. Obviamente, este processo requer energia. A levedura obtém-se principalmente do açúcar, e à medida que a célula converte o açúcar em energia, o álcool e o gás CO₂ são produzidos. Este metabolismo é conhecido como "fermentação". A levedura Saccharomyces cerevisiae é a nossa levedura de padeiro e cervejeiro. Durante a produção de cerveja, contribui com o teor alcoólico para a bebida. Quando se coze com massa com sopa, o crescimento da levedura assegura a criação de pequenas bolhas de gás e a esponjosidade da massa.



A levedura consiste de uma única célula, mas funciona como uma esponja

As leveduras são utilizadas para purificar águas residuais em estações de tratamento de esgotos. Alguns metais pesados como o zinco, cobre e cádmio ligam-se à levedura e podem ser removidos quimicamente. Outros microrganismos, tais como bactérias e algas, também nos ajudam a limpar as águas residuais através de processos de "biosorção".

Levedura na produção de alimentos

As leveduras são encontradas em todo o lado. Estão no ar, dentro e fora da superfície das plantas e em outros alimentos. Estão em todo o lado. Pode-se fazer massa de sopa misturando farinha e água e esperar. As leveduras multiplicam-se e o sourdough sobe. No entanto, as leveduras naturais não conseguem lidar com toda a produção de álcool e produtos cozinhados no nosso mundo. Portanto, a levedura é selectivamente criada e multiplicada e depois utilizada na produção de alimentos.

As diferentes leveduras e bactérias suportam-se mutuamente...

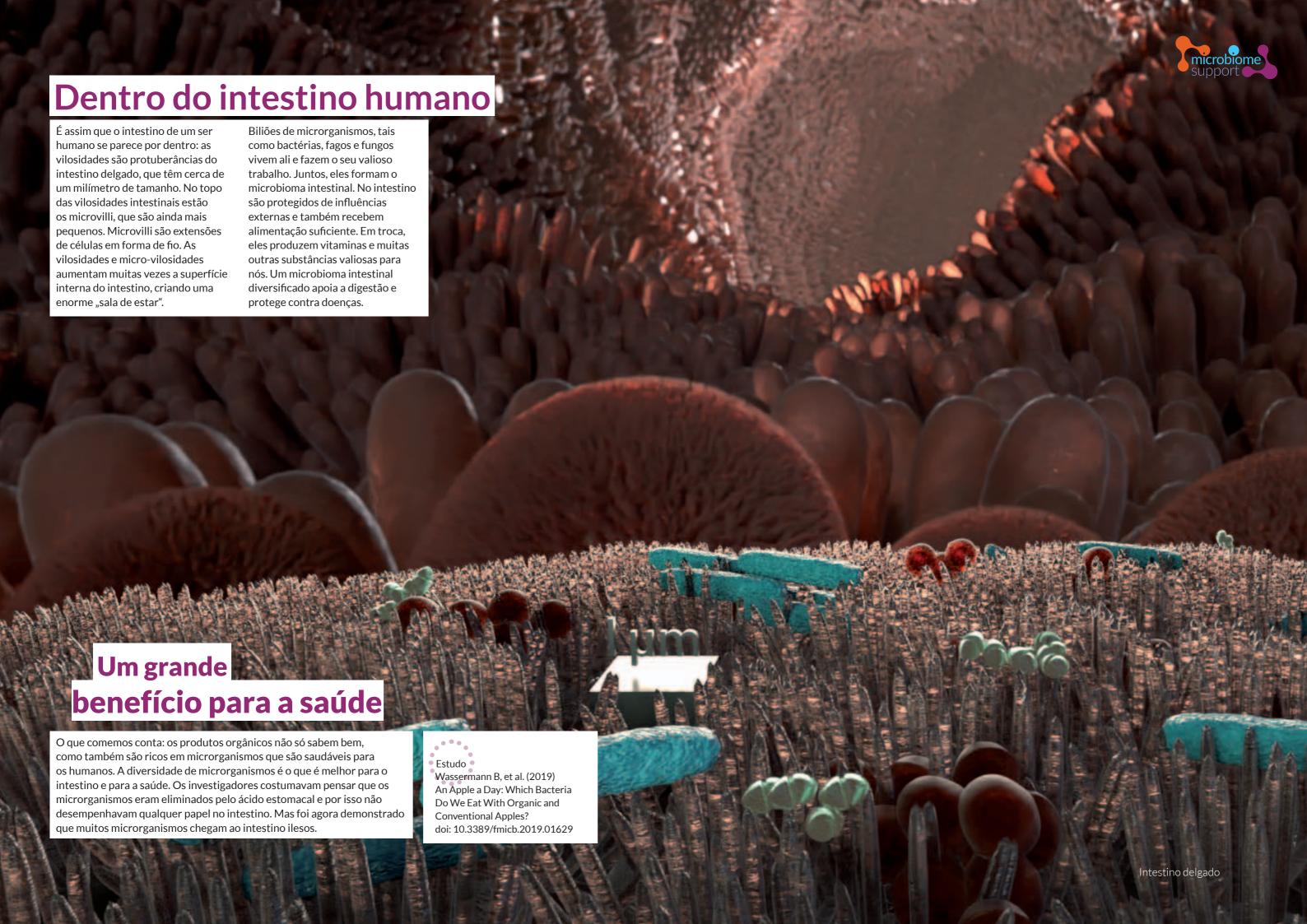
... e o resultado é uma bebida da moda: kombuchá. É um chá que foi fermentado com a ajuda de leveduras e bactérias. O aspecto especial do kombuchá é que o processo de fermentação é realizado por bactérias e fungos que vivem em simbiose. Vários fungos da levedura, tais como a levedura de cerveja ou a levedura de fissão *Schizosaccharomyces pombe*, bactérias lácticas e bactérias do ácido acético convertem açúcar em ácido e gás (razão pela qual o kombuchá é ligeiramente efervescente). Diz-se que o Kombuchá tem efeitos curativos, embora haja pouca investigação científica a este respeito.

Um fungo falso chamado SCOBY

El cultivo de kombucha suele denominarse hongo del té. Esto no es correcto, porque no es un hongo, sino una comunidad de bacterias y levaduras. El término técnico es SCOBY. Proviene del inglés y significa "Symbiotic Culture Of Bacteria and Yeast" (cultivo simbiótico de bacterias y levaduras).

Estudo

Villarreal-Soto S. A. et al. (2018) Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review. https://doi.org/10.1111/1750-3841.1406







AMAZENDO

Com um tamanho de 0,02-0,2 µm, os fagos são os componentes mais pequenos do plâncton. No entanto, os fagos constituem numericamente a parte mais importante do plâncton nos nossos oceanos: o chamado virioplâncton conta 10³¹ fagos.

Vírus como ajudantes

Os vírus são formas especiais. Por definição, eles não são seres vivos, porque não se podem reproduzir por si próprios. Eles precisam de um hospedeiro para o fazer. Alguns vírus utilizam o ser humano como hospedeiro, tais como vírus coronavírus ou vírus frios. Mas os vírus também utilizam fungos, plantas e animais como hospedeiros.

Alguns vírus atacam exclusivamente bactérias; estes vírus são chamados bacteriófagos, ou simplesmente fagos. Por exemplo, a fago chamada T4 apenas ataca a bactéria *Escherichia coli*. O fago T4 fixa-se à superfície bacteriana e usa o seu ferrão para injectar o seu ADN na bactéria. Os novos fagos reproduzem-se agora dentro da bactéria, utilizando a informação de ADN do vírus que foi introduzida. Quando estes estão prontos, a bactéria rebenta e até 200 fagos recém-criados são libertados. Este processo é completamente inofensivo para os seres humanos. De facto, estão em curso trabalhos em medicina para programar fagos que podem especificamente matar bactérias nocivas. Esta fagoterapia pode ser utilizada contra doenças bacterianas como alternativa aos antibióticos.





Problemas com o microbioma

Os microrganismos no intestino produzem muitas substâncias. Infelizmente, nem todas estas substâncias são benéficas para os seres humanos. Algumas substâncias podem mesmo causar danos no nosso ADN e estão provavelmente envolvidas no desenvolvimento do cancro. É ainda necessária uma investigação científica exaustiva para determinar com precisão a relação entre o microbioma intestinal e o cancro. Este conhecimento futuro poderá levar a novas terapias ou medidas preventivas. No caso de doenças intestinais crónicas, os transplantes microbiológicos já estão a ser experimentados.

Estudo Yiyun C. et al. (2022) Commensal microbiota from patients with inflammatory bowel disease produce genotoxic metabolites. DOI: 10.1126/science.abm3233

Estudo Sittipo P. et al. (2022) The function of gut micr

The function of gut microbiota in immune-related neurological disorders: a review. https://doi.org/10.1186/s12974-022-02510-1

Ruminococcus

A presença de bactérias do género Ruminococcus no intestino indica boa saúde mental. Em pessoas com uma doença depressiva, apenas algumas destas bactérias são encontradas.

Estudo
Haiyin J. et al. (2015)
Altered fecal microbiota composition in patients with major depressive disorder.
https://doi.org/10.1016/j.bbi.2015.03.016

Microbioma e o eixo do cérebro intestinal

Há muito que se sabe que um microbioma intestinal saudável, anteriormente conhecido como "flora intestinal", protege contra as doenças. No entanto, constatações relativamente novas são que o microbioma intestinal influencia o nosso cérebro e, consequentemente, os nossos estados de espírito e

O nervo vago vai desde o cérebro até ao intestino. Esta é uma das formas em que o microbioma intestinal comunica com o nosso cérebro. Contudo, os microrganismos também podem produzir substâncias que podem actuar sobre neurotransmissores no cérebro, tais como dopamina ou serotonina. Assim, o nosso microbioma intestinal influencia como nos sentimos, o que pensamos e o que fazemos.

Que microrganismos habitam o nosso microbioma depende muito da nossa dieta e estilo de vida.
O stress crónico e os alimentos insalubres perturbam o equilíbrio do nosso microbioma intestinal.
As bactérias nocivas podem tomar conta e afectar não só a nossa saúde física, mas também a nossa saúde mental.

Diferentes microbiomas em diferentes estados de espírito As pessoas com depressão têm frequentemente um número inferior

de certas bactérias no intestino. Estas bactérias produzem ácidos gordos de cadeia curta e outras substâncias. Se estas bactérias não estiverem presentes, a pessoa tem falta destas substâncias. São precisamente estas bactérias que poderiam ser usadas como uma espécie de medicamento contra a depressão. Por enquanto, no entanto, este continua a ser um sonho futurista. A investigação sobre o eixo do cérebro intestinal apenas começou há alguns anos, e ainda há demasiadas questões por responder. É necessária mais investigação para se poder demonstrar as relações temporais e



Thomann A.K. et al. (2022)

Depression and fatigue in active IBD from a microbiome perspective—a Bayesian approach to faecal metagenomics. https://doi.org/10.1186/s12916-022-02550-7

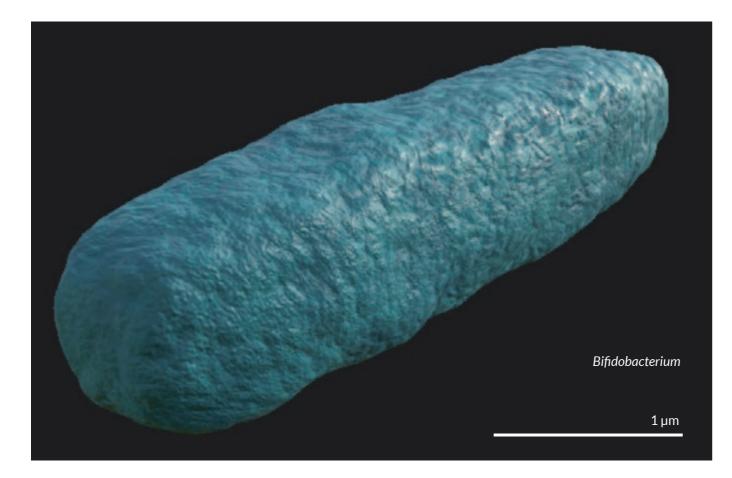
causais.





Bifidobactérias escondidas na parede do intestino

As bifidobactérias actuam como um bloqueio contra os cercos hostis. Encontram-se literalmente na parede intestinal. Desta forma, ocupam o espaço e impedem os microrganismos nocivos de se instalarem. Além disso, produzem um ácido que inibe a reprodução de bactérias nocivas. Onde há suficientes bifidobactérias penduradas, a parede intestinal produz mais células imunes, que são anti-inflamatórias.



Há muita coisa a acontecer no intestino

Estima-se que existam 10 triliões de bactérias no intestino humano. O corpo humano é constituído por cerca de 10 triliões de células. Portanto, somos constituídos pelo mesmo número de bactérias que as células humanas. Noventa e cinco por cento das bactérias intestinais vivem no intestino grosso. Não existem apenas bactérias no intestino. Também aí vivem fungos, vírus e a chamada arcaea.

CANDIDA

Nem todos os microrganismos que vivem no microbioma humano são inofensivos. *Candida* é um fungo semelhante a um fungo de levedura encontrado naturalmente no intestino. Se este fungo se espalhar em excesso, pode causar infecções. Em contraste, as bactérias ácidas lácticas formam um escudo protector natural.

O microbioma como impressão digital

A composição dos microrganismos no intestino de cada pessoa é muito específica e difere da de qualquer outra pessoa. Cada microbioma é único, como uma impressão digital.

O microbioma intestinal humano é frequentemente considerado um órgão separado. Tal como outros órgãos, tem tarefas muito específicas, por exemplo funções imunitárias e metabólicas. Cada microrganismo no microbioma tem o seu próprio ADN, razão pela qual o microbioma é frequentemente referido como o "segundo genoma humano".

Transplante fecal como uma forma de "transplante de órgãos"

Se o microbioma intestinal pode ser considerado um órgão independente, também pode certamente ser transplantado como outros órgãos. De facto, já no século IV d.C. na China, foi prescrita uma "sopa dourada" composta principalmente de matéria fecal para o tratamento de intoxicações alimentares ou diarreia grave. Parecia restaurar o equilíbrio do corpo, embora os médicos da época não soubessem exactamente o que estava a acontecer. Na medicina moderna, os transplantes fecais são utilizados em casos graves de doença. Podem ser bem sucedidos, mas devem ser feitos com muito cuidado para não transplantar microrganismos indesejáveis.

0

Ŏ





Um olhar sobre o **futuro**

Os microrganismos são os seres vivos mais antigos do planeta. Durante um tempo incrivelmente longo, mais de biliões de anos, adaptaram-se repetidamente às novas condições de vida e sobreviveram. Os humanos são muito jovens em comparação com eles e "instalaram-se" neste mundo ancestral.

Durante muito tempo, os microrganismos têm sido completamente subestimados. Só agora é que a ciência começa a compreender melhor a importância dos microbiomas para a saúde de todos os seres vivos: sem microbiomas, nem uma folha de erva nem uma vaca sobreviveriam.

Os microbiomas são também essenciais para os humanos de muitas maneiras: muitos habitantes destas comunidades são essenciais, úteis e úteis. As bactérias até influenciam o clima, mas também são afectadas pelas alterações climáticas. As consequências fatais que uma manipulação descuidada da biodiversidade pode ter para nós, humanos, não podem ser sobrestimadas.

DA **MICROSCOPIA** À PESQUISA DE **ADN**

O mundo dos microrganismos é um cosmos em si mesmo, de valor imensurável para todos os seres vivos e para o seu ambiente. No entanto, a maioria dos microrganismos ainda não foi descoberta e investigada. Isto porque durante muito tempo não foi possível vê-los, no sentido estrito da palavra. Só com microscópios é que a ciência tem conseguido vislumbrá-los. Muitos microrganismos não sobrevivem o tempo suficiente no laboratório para serem estudados.

É por isso que muitas descobertas revolucionárias só têm sido possíveis nos últimos anos graças à investigação genética. As análises de ADN permitem estudar até mesmo, até certo ponto, microrganismos mortos.





Micro-organismos orquestram a vida na Terra

A investigação sobre o microbioma tem aumentado drasticamente nos últimos anos. Há uma riqueza de novos conhecimentos sobre comunidades microbianas. Evidentemente, a investigação sobre o microbioma humano tem sido particularmente activa. No entanto, tornou-se recentemente claro que os microbianos também podem ajudar a enfrentar outros desafios. Estes incluem a fertilidade do solo, nutrição e saúde vegetal e animal, segurança alimentar, gestão de resíduos, adaptação às alterações climáticas, sequestro de carbono e redução das emissões de gases com efeito de estufa.

O projecto "MicrobiomeSupport" reuniu peritos de diferentes campos de investigação microbiológica. Foi estabelecido um painel internacional de peritos em microbiomas em sistemas alimentares. Este painel de peritos poderia tornar-se um comité permanente para trabalhar sobre prioridades comuns e desenvolver conhecimentos partilhados. Os peritos também identificaram lacunas na investigação microbiológica: infra-estruturas de investigação, acesso e intercâmbio de dados, transferência de conhecimentos e inovação, um quadro regulamentar apropriado para novos produtos e aplicações, bem como sensibilização das partes interessadas e da sociedade. Isto também facilitará a procura de formas de preencher estas lacunas.

Estudo Strategic P

Strategic Research and Innovation Agenda for future microbiome activities and applications. www.microbiomesupport.eu

AS GRANDES QUESTÕES

A ciência sabe muito sobre microrganismos individuais, mas ainda sabe muito pouco sobre as interacções dentro do microbioma, ou seja, entre bactérias individuais, fungos e outros microrganismos. Também temos apenas conhecimentos parciais sobre como o hospedeiro afecta o microbioma, e como os microbiomas afectam o seu hospedeiro ou ambiente.

Para tal, devemos ser capazes de descrever e caracterizar ainda melhor os microrganismos: que microrganismos vivem juntos, que funções desempenham determinados microrganismos, que substâncias produzem, como mudam com o tempo ou sob a influência de vários factores externos, em suma: quem faz o quê, onde fazem o quê, onde produzem que substâncias, e como mudam com o tempo ou sob a influência de vários factores externos? Em resumo: quem faz o quê, onde e quando, e que efeitos é que isto tem?

O QUE ainda NÃO É CONHECIDO

FAZER PREVISÕES COM O "TERMÓMETRO" MICROBIANO

Só quando sabemos exactamente como funcionam os microbiomas é que podemos fazer previsões: Quais são as bactérias saudáveis nos alimentos? Que microrganismos representam um risco? Como é que os microbiomas afectam o prazo de validade dos alimentos? O meu microbioma intestinal é saudável, ou existem demasiados microrganismos de algum tipo? E em que ponto são as alterações patogénicas?

Saber como certos microbiomas são compostos também permite verificar se são como deveriam ser. Poderiam ser definidas características biológicas ou químicas que indicassem quão saudável ou doente é um microbioma. No futuro, poderiam ser desenvolvidos sistemas analíticos que medissem as características biológicas do microbioma da mesma forma que um termómetro mede a temperatura.





EM BUSCA DE NOVAS

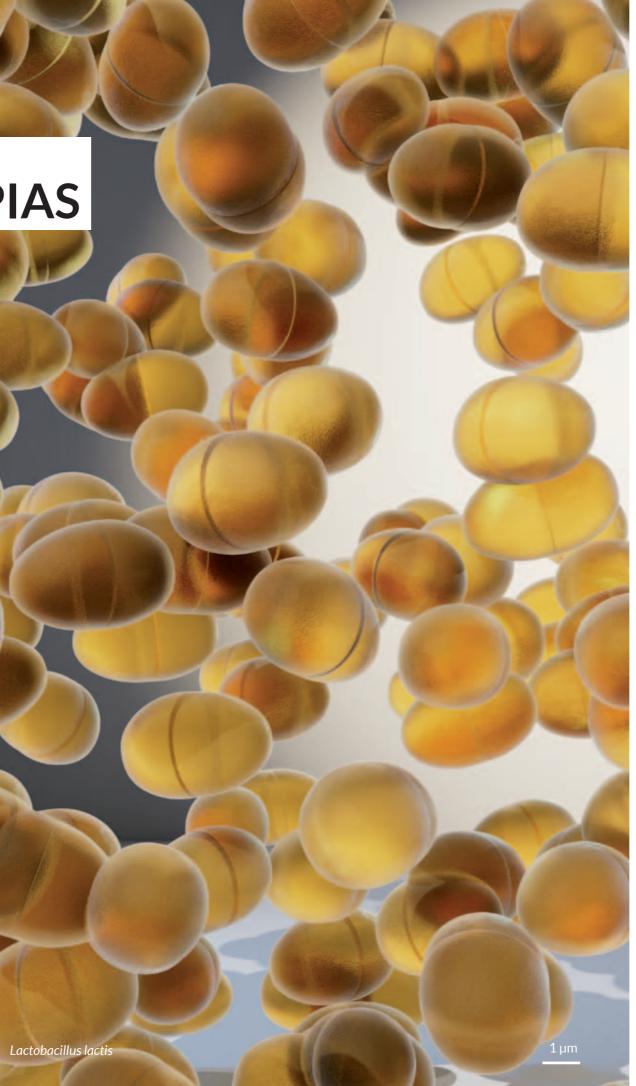
DROGAS E TERAPIAS

Os antibióticos matam as bactérias causadoras de doenças. Particularmente na criação de animais, os antibióticos são frequentemente utilizados para fins preventivos. Mas se forem utilizados demasiados antibióticos, as bactérias habituam-se a eles e tornam-se resistentes. A resistência antibiótica já é um problema muito grave. As pessoas e animais doentes já não podem ser tratados porque os medicamentos já não funcionam. Os microbiomas podem conter novos antibióticos eficazes ou outras substâncias úteis que possam ser alternativas aos antibióticos. Por conseguinte, os microbiomas também precisam de ser investigados para encontrar novos medicamentos.

As tentativas de modificar o microbioma intestinal devem também basear-se em dados científicos sólidos. Os probióticos podem ajudar a restaurar o microbioma intestinal após a toma de antibióticos. Tomar probióticos é fácil e não comporta nenhum perigo em particular. A situação é diferente quando se trata de transplante microbiológico: neste caso, devem ser seguidas regras especiais para assegurar que as bactérias promotoras de saúde não sejam transplantadas juntamente com bactérias causadoras de doenças, pondo assim em perigo a saúde do paciente.

o **DETECTIVE**MICROBIANO

Cada microbioma é como uma impressão digital. Se os microbiomas forem conhecidos com precisão, e se a sua composição tiver sido armazenada numa base de dados de referência, por exemplo, seria possível verificar se o microbioma presente é realmente o que se afirma ser. Num futuro distante, isto tornaria possível localizar os alimentos, verificar as certificações e detectar fraudes alimentares.



ALIMENTOS MAIS SAUDÁVEIS PARA PESSOAS MAIS SAUDÁVEIS

É necessária mais investigação para obter novos e mais abrangentes conhecimentos sobre o que constitui um microbioma humano saudável e quais são as suas características. A perturbação da interacção homemmicrobiana está associada a uma vasta gama de doenças. A deterioração do microbioma é considerada como um factor importante no aumento dramático das doenças crónicas. A dieta é um instrumento importante na moldagem do microbioma. Uma dieta saudável pode portanto ajudar a restaurar o equilíbrio perdido.

É também necessária mais investigação para desenvolver alimentos e dietas especiais como parte da terapia médica. O efeito terapêutico deve ser melhorado e os efeitos secundários indesejáveis sobre o microbioma humano devem ser evitados. Isto seria especialmente importante para pessoas em risco de doenças crónicas e para pacientes submetidos a tratamentos a longo prazo.

FERMENTAÇÃO E SAÚDE

A fermentação refere-se à conversão de substâncias por bactérias, fungos ou enzimas. Os benefícios dos alimentos fermentados para a saúde têm sido descritos há séculos, embora muitos deles não tenham sido provados. Os potenciais benefícios baseiam-se na presença de microrganismos vivos e nas alterações produzidas pela fermentação em ingredientes alimentares. Os alimentos fermentados podem influenciar positivamente a composição do microbioma intestinal e apoiar o metabolismo. Mais investigação poderia contribuir para o desenvolvimento de dietas sustentáveis baseadas em alimentos microbiologicamente fermentados que melhoram a saúde humana.

DOENÇAS ALIMENTARES

Todos os anos, 600 milhões de pessoas adoecem devido ao consumo de alimentos e 420.000 morrem de doenças de origem alimentar. Os agentes patogénicos começam frequentemente a multiplicar-se no caminho entre o produtor e a mesa em casa. Um sistema de alerta precoce no produtor, indicando alterações perigosas no microbioma, poderia reduzir grandemente o risco de infecções de origem alimentar.



MICROBIOMAS DIVERSOS NA AGRICULTURA E SISTEMAS ALIMENTARES

Os microbiomas existem no interior e na superfície exterior dos seres humanos, animais e plantas, tanto na terra como na água. Os microbiomas influenciam a saúde do solo, a produtividade das plantas, e a saúde humana e animal. Por conseguinte, desempenham também um papel importante na agricultura e na produção alimentar.

A população crescerá para quase 10 mil milhões de pessoas até 2050. Estas pessoas precisam de ser alimentadas. Isto requer um sistema alimentar justo

e saudável. A ciência precisa de compreender melhor os microbiomas, especialmente no sistema alimentar. Depois os microbiomas podem ser utilizados de uma forma sensata.



O solo é um dos ecossistemas mais complicados de todos. É um habitat autónomo e é o lar de uma incrível variedade de organismos vivos. Eles regulam e controlam a fertilidade do solo, o ciclo dos nutrientes e o sequestro de carbono.

A pegada ecológica da agricultura é enorme e muitos solos estão gravemente degradados devido à prática agrícola. Se tivéssemos mais conhecimentos sobre como os microbianos afectam a saúde do

solo e, portanto, a saúde das plantas, poderíamos produzir melhores e mais seguros produtos de protecção de culturas e biofertilizantes com microrganismos. O solo seria mais resistente e os agricultores ficariam menos dependentes de pesticidas tóxicos e fertilizantes químicos. Os microbiomas poderiam assim contribuir para uma transição para uma agricultura respeitadora do clima e do ambiente, proporcionando aos consumidores uma alimentação segura, saudável e sustentável.

Decifrar a complexidade do microbioma do solo e compreender melhor as interacções dentro destes ecossistemas é necessário de muitas maneiras. Isto pode fornecer soluções para a restauração de solos degradados. Além disso, os microbiomas do solo também podem apoiar a armazenagem de carbono, o que pode contribuir em muito para conter a crise climática.

MICRORGANISMOS E SAÚDE ANIMAL

A forma como os animais jovens são criados influencia grandemente a composição e funcionalidade do microbioma, o que também tem um impacto no desempenho e saúde dos animais adultos. Os animais saudáveis fornecem alimentos saudáveis. Os animais também poderiam beneficiar da ingestão de probióticos, sob a forma de alimentos contendo microrganismos saudáveis. Como exactamente? Isso precisa de ser investigado.

A produção alimentar é um dos sistemas com a maior pegada ecológica. O desperdício alimentar deve ser reduzido. Os resíduos e águas residuais da produção alimentar poderiam ser transformados por microrganismos e

reciclados como fonte de energia, fertilizantes, alimentos para animais ou

Isto exigiria uma melhor compreensão dos microbiomas ambientais, por

descobertos microrganismos úteis para o processamento de resíduos.

exemplo no solo, no mar e na pesca. Dentro destes microbiomas, podem ser

mesmo alimentos humanos.

ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS ALTERAÇÕES MICROBIOLÓGICAS

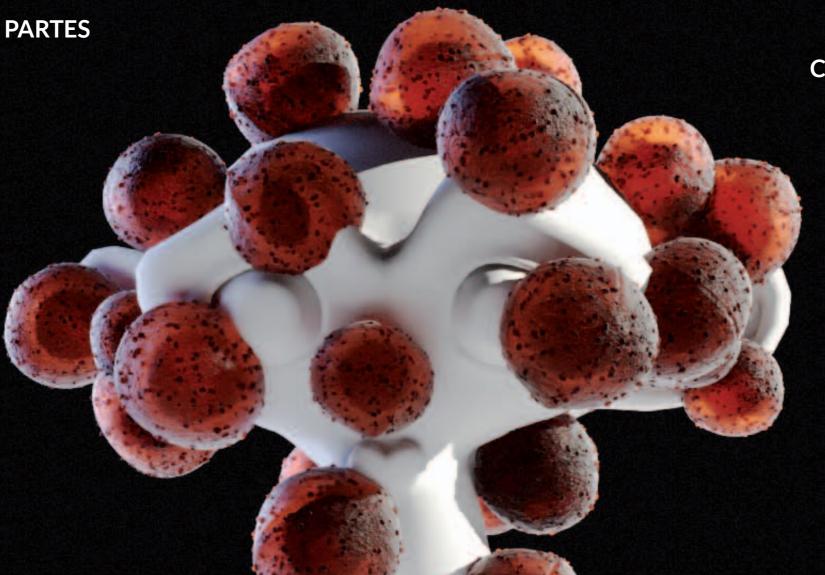
Qual é o impacto das alterações climáticas nos microbiomas dos sistemas alimentares? Seria importante saber como os microbianos se podem adaptar e se, nas novas condições, podem continuar a prestar os mesmos serviços ao nosso abastecimento alimentar.



O TODO É MAIS **DO QUE A SOMA DAS SUAS PARTES**

Há necessidade de estabelecer métodos e abordagens passo a passo para avaliar sistematicamente o impacto dos microbiomas na saúde humana, animal ou vegetal e na segurança alimentar. Por exemplo, os efeitos das barreiras ecológicas contra produtos químicos, aditivos ou agentes patogénicos não se devem frequentemente a estirpes bacterianas individuais, mas sim a uma combinação das mesmas. A avaliação de estirpes bacterianas individuais não reflecte as propriedades de toda a comunidade bacteriana.

Tal como os microbiomas são compostos por uma grande variedade de factores, o conjunto de investigadores envolvidos no estudo do microbioma deve ser composto por uma grande variedade de contribuintes. Projectos multidisciplinares envolvendo a indústria, a agricultura, várias disciplinas científicas e socioeconómicas e agências reguladoras podem fornecer uma imagem mais completa.



COMPARAR MAÇÃS E PERAS

A ciência dos microbiomas avançou rapidamente na última década. Muitos campos científicos diferentes estão a investigar os microbiomas. Muitas vezes, estas disciplinas científicas utilizam métodos diferentes. Falam línguas científicas diferentes, por assim dizer. Isto torna muito difícil comparar ou relacionar resultados. No entanto, isto é essencial para se ter uma visão global do funcionamento do microbioma.

Por conseguinte, deve ser criado o mais rapidamente possível um sistema e regras normalizadas para que todos os cientistas envolvidos na investigação microbiológica sigam os mesmos procedimentos ou, pelo menos, procedimentos semelhantes. Desde a recolha, armazenamento e processamento de amostras até à análise e interpretação.

O MICROBIOMA DEVE TER ASSENTO NO PARLAMENTO

Há um novo actor em questões como a segurança alimentar e química, a produção vegetal e animal, e a saúde do planeta e dos seus habitantes: o microbioma. A legislação está atrasada em relação à ciência. Por exemplo, ainda não existem requisitos legais explícitos para ter em conta os efeitos relacionados com o microbioma ao considerar os riscos e benefícios ao abrigo da legislação alimentar, medida que surgem novos conhecimentos sobre a estrutura e o funcionamento do microbioma, estes devem ser tidos em conta na avaliação da legislação.

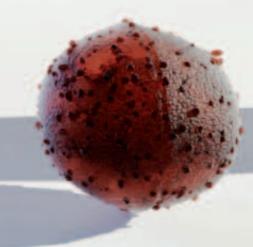
A ciência dos microbiomas deve avançar em paralelo com a regulamentação e legislação. Isto ajudaria a fornecer as provas necessárias para melhorar a avaliação dos riscos. Isto, por sua vez, poderia facilitar a adopção de estratégias inovadoras baseadas em microbiologia concebidas para promover a saúde humana, animal e planetária, bem como para melhorar a sustentabilidade, produtividade, segurança e qualidade nutricional dos alimentos.

Devem também ser desenvolvidas bases de dados de fonte aberta que recolham informação sobre microbiomas. Podem melhorar a reutilização de dados e modelos matemáticos, bem como o acesso ou a partilha de informação. Contudo, tais sistemas devem assegurar uma boa protecção de dados, capacidade de armazenamento suficiente e permitir um acesso rápido e fácil. As bases de dados devem ser gratuitas e facilmente acessíveis.

A investigação sobre vários microbiomas é muito

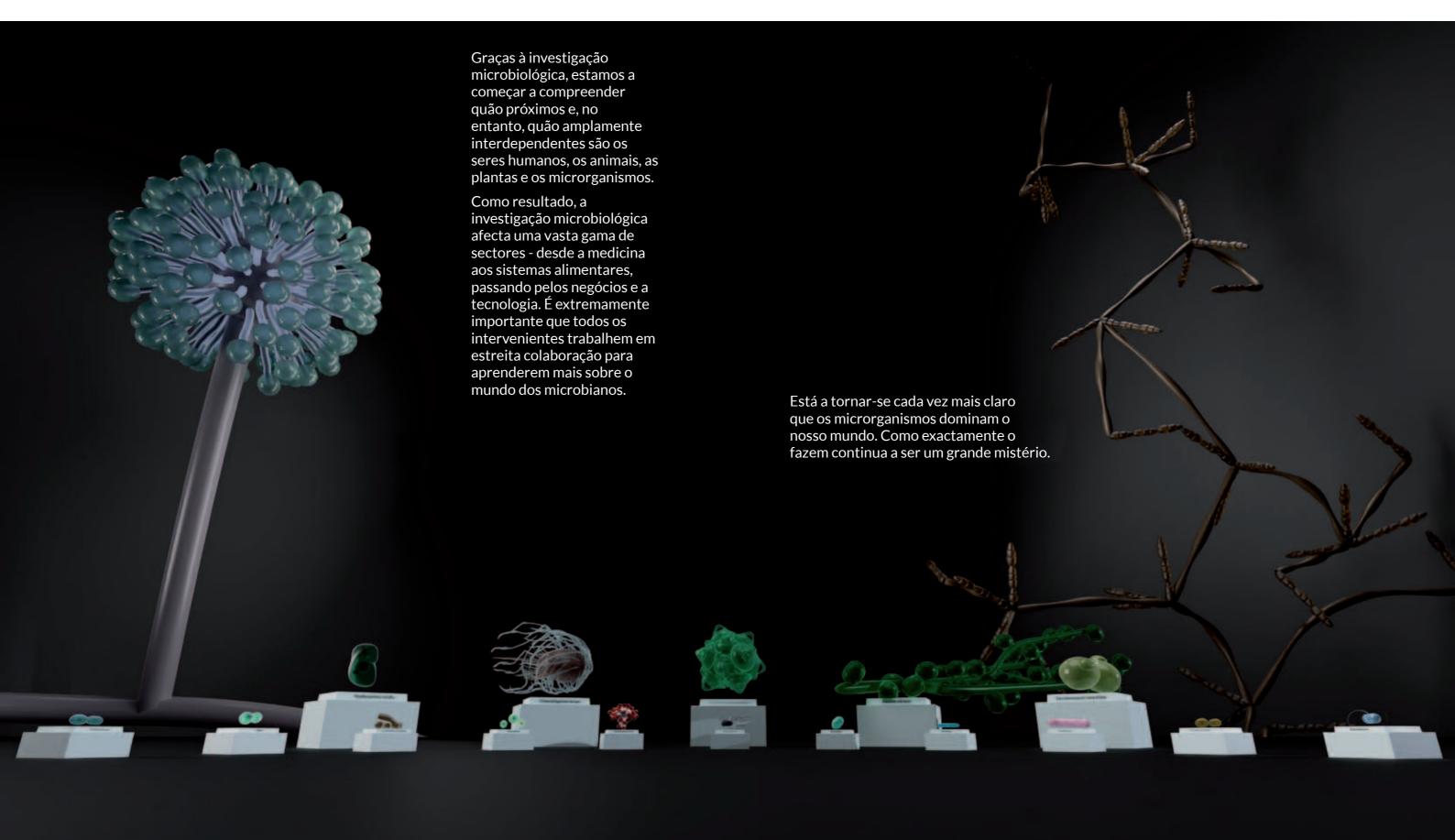
dispendiosa. Um dos maiores estrangulamentos tecnológicos actuais é a preservação dos microbiomas. Como podem os microbiomas complexos ser armazenados de forma a que a sua composição permaneça a mesma e os microrganismos continuem a funcionar? E como se verifica se continuam a funcionar?

ARMAZENAMENTO





CONGREGAÇÃO DE CONHECIMENTOS





MicrobiomeSupport

O Instituto Austríaco de Tecnologia AIT liderou o projecto MicrobiomeSupport. O projecto foi financiado pelo programa de investigação e inovação Horizon 2020 da União Europeia (código do projecto: 818116). O objectivo: preparar o caminho para sistemas alimentares sustentáveis e circulares baseados em microbiologia e bioeconomia. 29 parceiros académicos e governamentais de 13 países europeus e 9 parceiros internacionais trabalharam em estreita colaboração para estabelecer padrões de qualidade para a investigação microbiológica e desenvolver recomendações para uma agenda estratégica de investigação e inovação na Europa e no mundo.

www.microbiomesupport.eu



This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 818116.

STORY & DIGITAL DESIGN

Claudia Puck Johann Steinegger Sebastian Pichelhofer Sebastian Postl Florian Wurster Valentin Postl Brigitte Wegscheider

SCIENTIFIC ADVICE

Angela Sessitsch Tanja Kostic Stephane Compant

VIRTUAL REALITY FILM

https://www.microbiomesupport.eu/resources/virtual-reality-movie

© 2022 PostIfilm & Mindfloat Claudia Puck KG

*All images are 3D illustrations.