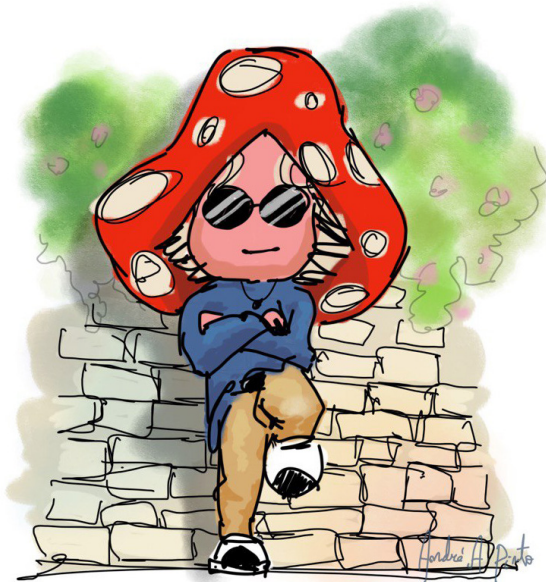


FUNGO PÉDIA

UMA AVENTURA DE DESCOBERTAS SOBRE O MUNDO DOS FUNGOS E DA MICOLOGIA





Autores:

André Alves Pinto

Luisa Mayumi Hasegawa de Freitas

Melissa Orzechowski Xavier

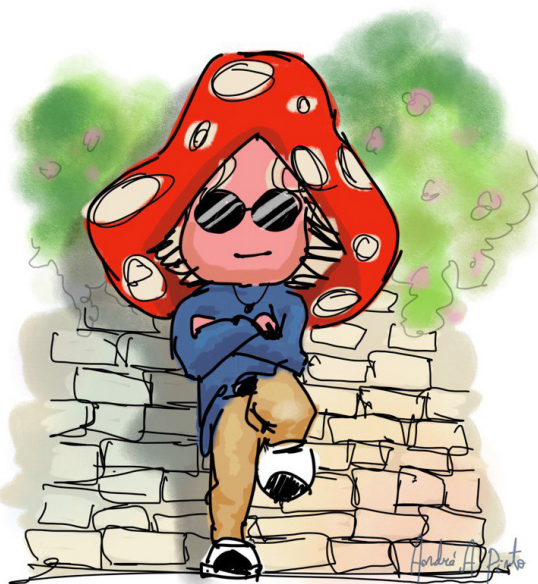
Thaís Cristina Antonelli Maia

Vanice Rodrigues Poester

MELISSA ORZECOWSKI XAVIER
VANICE RODRIGUES POESTER
ORGANIZADORAS

FUNGO PÉDIA

UMA AVENTURA DE DESCOBERTAS SOBRE O MUNDO DOS FUNGOS E DA MICOLOGIA



casaletras

Porto Alegre
2022

Copyright ©2022 das organizadoras.

Direitos desta edição reservados às organizadoras, cedidos somente para a presente edição à EDITORA CASALETRAS.

Todos os direitos reservados e protegidos pela lei nº 9.610 de 19/02/1998. Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da editora ou do(s) autor(es), poderá ser reproduzida ou transmitida, sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

Projeto gráfico, diagramação e capa:
Casalettras

Desenho da capa:
André Alves Pinto

Ilustrador:
André Alves Pinto

Editor:
Marcelo França de Oliveira

Conselho Editorial

Prof. Dr. Amurabi Oliveira (UFSC)
Prof. Dr. Elio Flores (UEPB)
Prof. Dr. Fábio Augusto Steyer (UEPG)
Prof. Dr. Francisco das Neves Alves (FURG)
Prof. Dr. Jonas Moreira Vargas (UFPEL)
Prof. Dr. Luiz Henrique Torres (FURG)
Profª Drª Maria Eunice Moreira (PUCRS)
Prof. Dr. Moacyr Flores (IHGRGS)

Dados internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

F9635 Fungopédia: uma aventura de descobertas sobre o mundo dos fungos e da micologia / Melissa Orzechowski Xavier e Vanice Rodrigues Poester (Orgs.). Porto Alegre: Casalettras, 2022.

90p.
Bibliografia
ISBN: 978-65-86625-49-3

1. Ciências da vida - 2. Microbiologia - 3. Micologia - I. Xavier, Melissa Orzechowski - II. Poester, Vanice Rodrigues - III. Título

CDU:579.2

CDD:570



EDITORA CASALETRAS
R. Gen. Lima e Silva, 881/304 - Cidade Baixa
Porto Alegre - RS - Brasil CEP 90050-103
+55 51 3013-1407 - contato@casalettras.com
www.casalettras.com

Prefácio

É com imensa alegria e satisfação que apresento a você, leitor, uma obra leve, divertida e instigante sobre os nossos grandes parceiros de vida, os Fungos, e sobre sua onipresença em nosso cotidiano.

Trata-se de um livro original que aborda curiosidades, aplicações e implicações dos fungos na vida terrestre, e instiga a ciência, sobretudo àquela que estuda os fungos: a Micologia.

De uma forma leve e divertida o livro traz, em 26 pequenos capítulos, histórias, informações e dados interessantes a respeito dos fungos com ilustrações próprias elaboradas caprichosamente para você curtir e se encantar ainda mais com este universo micológico. As histórias contadas abordam a inserção desses microrganismos no mundo ao seu redor e seu impacto no passado, no presente e no futuro; trazem os fungos inseridos em fatos comuns do dia a dia das nossas vidas, e mostram sua onipresença constante desde nosso nascimento até a nossa morte. Além disso, demonstram a necessidade de preservá-los e a importância de estudá-los e pesquisá-los para inúmeros fins.

Durante essa leitura você irá passear por épocas pré-históricas; pela Europa para caçar com porcos, com direito a um “pit stop” na Paris Fashion Week; pela Sibéria no seu inverno rigoroso, com direito a encontrar o Papai Noel e até mesmo o Rudolph; por Chernobyl indo para o espaço; e também irá mergulhar em seu próprio corpo.

Terá ainda o prazer de degustar queijos e vinhos - e quem sabe experimentar um hambúrguer diferente -; lembrará alguns filmes, histórias e desenhos infantis; brincará de Lego; verá que nem toda rede social precisa de tecnologia avançada; aprenderá com os fungos como cuidar da natureza (reciclagem); pensará que você “saiu da casinha” ao ver (ler) zumbis e leite colorido; e,

finalmente, chegará ao fim de tudo – sempre na companhia deles, os Fungos! Os quais são os responsáveis pelo recomeço após o fim...

Essa obra faz parte de um conjunto de material educativo que está sendo elaborado e produzido a partir de um projeto de extensão intitulado “Micologia em Foco” da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio Grande (FAMED-FURG) no intuito de divulgar e popularizar o Estudo dos Fungos, para que o valor e a importância dessa ciência possam ser reconhecidos por todos (desde pesquisadores e profissionais da saúde a população em geral – leigos). Esse é um material didático que foi idealizado no intuito de instigar o leitor a valorizar os fungos por tantas vezes «esquecidos», «subestimados» ou «deixados em segundo plano» quando no contexto da microbiologia, dos microrganismos e das doenças infecciosas.

As doenças fúngicas sistêmicas e oportunistas assumiram proporções de emergência global nas últimas décadas, com preocupações importantes quanto ao aumento de sua incidência e seu impacto na saúde humana e animal, quanto a resistência a tratamentos antifúngicos, quanto a descobertas de novas espécies patogênicas, dentre inúmeras outras questões de saúde pública. Além de subdiagnosticadas, seu enfrentamento é muito aquém do necessário, em parte causado pela enorme defasagem no ensino da micologia nos distintos níveis de aprendizado. Assim, a obra visa a contribuir, fornecendo um material didático leve e divertido para ser lido por todos e utilizado em instituições de ensino, tanto em nível de ensino fundamental quanto em nível de ensino médio, preenchendo uma lacuna existente no ensino básico nacional. Os educadores e os educandos, certamente terão facilidade em discutir o assunto, visto que todos poderão sentir-se pertencentes às informações trazidas ao se deparar na leitura com curiosidades, implicações e aplicações dos fungos no nosso dia a dia.

Esse aprendizado de base é fundamental para o fomento do ensino de qualidade da Micologia Médica em nível profissionalizante (profissionais de saúde), e conseqüentemente para a redução do impacto da morbimortalidade associada às doenças fúngicas graves e invasivas que assolam nosso contexto atual. Portanto, como professora de Micologia, para mim é uma grande satisfação

apresentar esse livro a vocês, o qual foi idealizado há alguns anos atrás, ganhou uma “coluna vertebral” com o trabalho de muitas “cabeças pensantes” (graduandos e pós-graduandos do @labmicofamedfurg da época) e acabou permanecendo por algum tempo “na gaveta” em virtude de ser “atropelado” pela enorme demanda associada a outras atividades de ensino, pesquisa e extensão. Foi então, que resolvi propor, em 2020, para os discentes da disciplina de Agentes Infecto-Parasitários (AIP) do Curso de Medicina da FURG, uma simples atividade extra: escrever um pequeno texto sobre alguns tópicos específicos, os quais correspondiam a curiosidades sobre os fungos. Considerando que não valia nota, a adesão à realização da atividade proposta foi baixíssima. No entanto, quantidade não é qualidade, correto?! Corretíssimo! Um único grupo de alunos (os três atuais autores desta obra) me enviou um material encantador ao final da disciplina... superando todas as imagináveis e inimagináveis expectativas! Isso porque, além de excelentes escritores, ainda tinham um artista no grupo!

Ocorreu que, em meio ao contexto de pandemia da covid-19, muitas atividades presenciais estavam suspensas, propiciando maior tempo a ser despendido às atividades teóricas. Neste contexto pandêmico, fui então “presenteada”, pois aqueles três excelentes alunos, me procuraram ao final do semestre letivo, interessados em ingressar e fazer parte do Grupo de Micologia da FAMED-FURG. Foram então inseridos ao Grupo, e, de imediato, aceitaram o “singelo desafio” proposto: escrever um livro. Durante todo o ano de 2021 trabalharam arduamente em transformar aqueles “meros tópicos” da atividade desenvolvida na AIP, em bonitos capítulos que compreendem essa obra. Juntos, nós idealizamos, estruturamos, revisamos, acrescentamos mais tópicos, revisamos novamente, organizamos e reorganizamos a sequência lógica, alinhavamos, costuramos e caprichamos no retoque final para que pudessemos obter esse produto que hoje nos orgulha.

Agradeço a tod@s que colaboraram e fizeram parte das distintas fases de elaboração dessa obra, inclusive àqueles que já estão formados, qualificados e egressos do Grupo que estiveram juntos lá nos primórdios e ajudaram a construir a “coluna vertebral” do livro. E, mais especificamente, agradeço a Thaísa, a Luísa e

ao André por terem aceitado o desafio, conduzindo-o de forma exemplar, com empenho, entusiasmo, dedicação, criatividade e responsabilidade!

OBRIGADA!!

Melissa Orzechowski Xavier

Sumário

Apresentação	11
Fungos... quem são eles?	13
O que é Micologia e de onde veio esse nome?.....	15
Fungos e a origem da vida na Terra.....	18
Fungos “ <i>versus</i> ” dinossauros	21
Fungos na indústria alimentícia	25
O Fungo de Ouro	28
Plantação de fungos.....	30
Batatinha quando nasce, tem o fungo como irmão	33
A internet das plantas	36
Biorremediação.....	39
Fungos em Chernobyl	43
Lactarius, o fungo que dá leite	46
Todos os cogumelos são comestíveis, mas alguns apenas uma vez... ..	47
Arma Biológica	49
A Maldição dos Fungos.....	53
A Grande Peste Fúngica	56
The Walking Fungi	59
Um mundo secreto no fundo do mar	62
A fantástica fábrica de brinquedos.....	65
O diabo veste fungos	68
O Fungi é pop	71
Fungos e a simbologia do Natal.....	74
Tem um fungo embaixo do meu umbigo!	78
Do fungo viestes e pelo fungo retornarás	81
Encerramento	83
Bibliografia	84



Apresentação

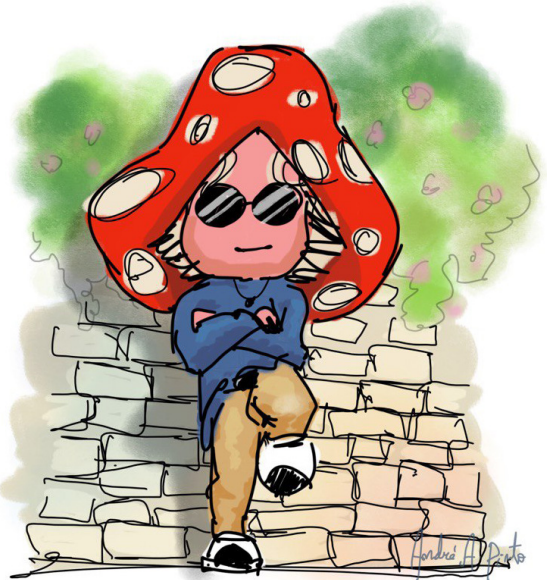
Querido leitor, você está prestes a embarcar em uma viagem incrível, a fazer descobertas e a aprimorar seus próprios conhecimentos acerca de uma ciência tão vital à nós, a Micologia.

Permita-nos apresentar a você o seu guia ao longo desse caminho.

Esse, que você vislumbra aí ao lado, é o Miko, nosso mascote! Ele será o responsável por te guiar nos conteúdos desse livro. Você irá perceber que o Miko é cheio de personalidade e que adora conhecer tudo que é diferente - ele é um tagarela também.

Como um bom aventureiro, nosso guia irá acompanhar você nos mais diversos lugares desse planeta - e até fora dele. Miko irá te levar a ambientes e momentos empolgantes, como o início dos tempos, o fundo do oceano, uma fazenda, às passarelas do mundo da moda, uma fábrica de brinquedos e até mesmo dentro de você. Tá, mas e o que isso tudo tem a ver com fungos? Ah... você não perde por esperar...

Seja bem-vindo, leitor, a esse mundo fantástico e intrigante.



**Sem mais delongas, desejamos a você
uma excelente leitura!**



Fungos... quem são eles?

Os fungos são seres vivos que podem ser vistos a olho nú, como os cogumelos, chamados de fungos macroscópicos. Mas podem também ser pequenos demais aos nossos olhos, chamados de fungos microscópicos. Estes são os famosos mofos ou bolores, caracterizados como fungos filamentosos (constituídos de múltiplas células - pluricelulares), ou as famosas leveduras ou levedo (constituídas de uma única célula - unicelulares).

Ao contrário do que muitas pessoas imaginam, devido a característica microscópica dos fungos, as células desses organismos são mais parecidas com as nossas do que com as células de bactérias, ou seja, eles também são seres eucariontes. Porém, eles fazem parte de um reino específico: o Reino Fungi.

Os fungos estão por toda parte e em todos lugares, desde os imagináveis e esperados, aos mais inimagináveis e intrigantes... fora os que ainda a ciência não desvendou.... São encontrados no solo, na água, nos vegetais, nos animais - incluindo o homem -, nos detritos em geral, etc.

Algumas espécies de fungos são capazes de causar doenças, conhecidas como micoses, porém os fungos também são muito úteis para a vida na Terra e para nós humanos, sendo amplamente utilizados na indústria farmacêutica, na indústria



alimentícia e até na indústria cultural, além da sua importância ambiental como principal decompositor.

“Bora” saber um pouco sobre algumas curiosas relações dos fungos com o ser humano e outros seres vivos?! Para isso vamos nos “apropriar” de diversas informações já desvendadas pela **Micologia**.

Mico... o quê?!



CAPÍTULO II

O que é Micologia e de onde veio esse nome?

O termo Micologia ou Micetologia é um substantivo feminino utilizado para designar o nome da **ciência que estuda os fungos**.

A Folha de São Paulo, em 2011, ressalta que “apesar de a micologia ser muitas vezes associada à botânica – ciência que estuda as plantas –, estudos genéticos mostram que os fungos são mais relacionados aos animais”, principalmente devido a nutrição desses seres. Isto porque os fungos, diferentemente das plantas e similarmente aos animais, não são capazes de produzir seu próprio alimento, ou seja, são heterótrofos.

*Mas de onde vem essa palavra, **Micologia**?*

*Se é a ciência que estuda os fungos, não seria mais adequado chamar de **Fungologia**?*

Bom, nós também nos fizemos essa pergunta, então procuramos entender o porquê dessa ciência ter um nome tão peculiar.

O termo tem origem grega, baseado na junção de duas palavras gregas: *Mykes* e *logos*. Em português, essas palavras significam **cogumelo** e **estudo**, respectivamente. Assim, sua junção forma a palavra **Micologia**, que, “ao pé da letra” significa “Estudo dos Cogumelos”.

Poxa vida! Aqui surge outra pergunta na nossa cabeça, não? Já vimos que há diferentes tipos de fungos, então, por que só estão incluídos os cogumelos?

Bom, a explicação é mais simples do que parece...

Quando essa denominação surgiu pela primeira vez, lá na Grécia antiga, os fungos que as pessoas conheciam eram basicamente os cogumelos. Eles simplesmente não sabiam ainda que esses seres poderiam ter diferentes formas. Lembrem: ainda não existia microscópio... e, sim!! Pasmem: os cogumelos são irmãos dos bolores e do levedo!

Vale lembrar que as primeiras documentações sobre o estudo dos fungos, neste caso os cogumelos, começaram lá em 480 - 406 a.C., com um filósofo grego do balacobaco chamado Eurípedes. E aí sem Whatsapp, sem Google, sem nem mesmo Wikipedia para tirar a dúvida, o nosso amigo achou que o melhor nome para designar o que ele estava estudando era, na língua dele, Mykes logos; o qual adaptamos para Micologia e, todos esses anos depois, continuamos usando. Afinal de contas, ninguém muda o nome do bebê depois que os pais batizam, né?!



Apesar de todo esse rolê ter começado lá na Grécia, quem ficou famoso por usar esse nome, Micologia, foi um padre britânico boa pinta, chamado Miles Joseph Berkeley. Em 1836, ele utilizou pela primeira vez, oficialmente, o termo Micologia, e o complementou designando como micólogo o cientista que trabalha com fungos. Até hoje, Berkeley é considerado o pai da micologia britânica. Também pudera, ele estudou muito os fungos e deixou muitos registros para as próximas gerações de estudiosos. Durante 37 anos, ele descreveu no “Notices of British Fungi” cerca de 550 novas espécies de fungos. É mole ou quer mais?!

**Depois dessas pequenas definições,
vamos iniciar nosso passeio então?!
Por onde? Pelo começo claro...**



CAPÍTULO III

Fungos e a origem da vida na Terra

Você consegue imaginar como a vida na Terra começou?

Quando você pensa em fungos, o que vem na sua cabeça?

Há 2 bilhões de anos, a Terra era um planeta dominado por bactérias e o ar da atmosfera não possuía oxigênio suficiente para respirarmos e para o desenvolvimento de vida pluricelular.

Há 1,5 bilhões de anos, surgiram os ancestrais pluricelulares que mais tarde evoluiriam para as plantas, animais e fungos que conhecemos hoje. Nessa época, a superfície terrestre e as regiões ao redor das águas eram recobertas por comunidades de micróbios que realizavam fotossíntese, o que trouxe o oxigênio para a jogada.

Com isso, na era Pré-Cambriana (cerca de 850 milhões de anos atrás) surgiram as primeiras plantas, que na época eram apenas algas verdes que viviam no ambiente aquático. Acreditava-se que os animais e os fungos ainda não haviam se diferenciado e eram representados por um grupo de organismos unicelulares chamados de *opisthokonta* (palavra que vem do grego e que significa “flagelo posterior”, parte típica dessas células). Só que, em 2019, aconteceu algo inesperado: cientistas encontraram fósseis com **fungos de mais de 1 bilhão de anos na Antártida**. Isso significa que **os fungos podem ter surgido ainda antes dessas primeiras algas!**

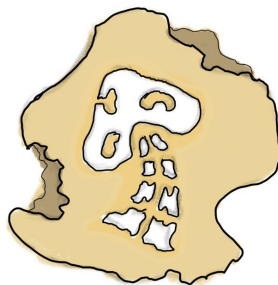
Com o estudo da evolução, podemos chegar à Terra que existiu a 500 milhões de anos atrás, quando encontraremos a Era dos Fungos Gigantes.

Fungos gigantes?!

Sim, as pequenas células, agora com até 1 metro de largura e 8 metros de altura, podiam ser vistas bem de longe! Fósseis desses fungos, chamados Prototaxites, prováveis ancestrais dos cogumelos, ainda estão sendo encontrados na Alemanha, Canadá e Arábia Saudita.

Você deve estar se perguntando “mas o que isso tem a ver com a origem da vida? Isso pode apenas mostrar que os fungos são velhos, minúsculos e/ou gigantes ao mesmo tempo!”

Ora, 50 milhões de anos depois, as algas tiveram que se adaptar fora da água para evoluir à plantas terrestres. Adivinha quem é que ajudou nessa mudança? Isso mesmo! Os fungos! Eles aceitaram a parceria e permitiram que essas plantas que ainda não possuíam raízes crescessem em cima deles ao invés de no chão cheio de pedras. Como se não bastasse toda essa ajuda, eles ainda liberavam substâncias que “quebravam” essas rochas em minerais, fornecendo nutrientes para o crescimento das plantas, o que levou à evolução e diversidade da vegetação atual, a qual sustenta a vida na Terra.



Mas nada nessa vida é de graça, né?

Em troca, os fungos também recebiam nutrientes que serviam como alimento. Essa cooperação dura até hoje! A maioria das plantas terrestres possui algum tipo de fungo como

parceiro, ou muitas vezes, inclusive dependendo totalmente deles para sobreviver. Mais tarde iremos aprender um pouquinho mais sobre como essa relação é usada também para que as plantas comuniquem-se entre si!

Milhões de anos depois, com o desenvolvimento das plantas, os níveis de oxigênio aumentaram tanto que os animais começaram a crescer, variando de dinossauros, mamutes até os nossos ancestrais. Assim, não é atrevimento dizer que a vida que conhecemos agora só foi possível por causa dos tataravôs dos fungos!

Ainda não está convencido disso???
E se eu disser que os fungos tiveram
influência até na extinção dos
dinossauros?



CAPÍTULO IV

Fungos “*versus*” dinossauros

Você certamente conhece o período jurássico, certo?!

A época em que os dinossauros dominavam a terra. Répteis e anfíbios enormes, que perambulavam por ambientes terrestres, aquáticos e aéreos - reis de tudo onde o Sol tocava.

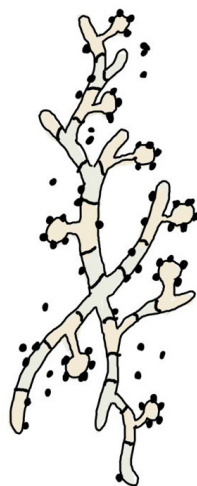
Bom, acontece que há uns 65 milhões de anos eles acabaram sofrendo a maior catástrofe ambiental que já se teve notícia. A queda de um asteroide gigante causou um desequilíbrio sem precedentes no planeta: uma nuvem de poeira que impediu a chegada da luz do sol. Com isso, extinções em massa e resfriamento da terra acabaram levando esses seres à morte.

Mas nem todos morreram desse jeito, tão rápido e direto, eu só estou sendo dramático. Muitos acabaram sendo infectados por diversos fungos, que aproveitaram essas situações adversas para prosperar e acabaram vitimando seus hospedeiros.

Apesar disso parecer triste e desolador, pode ter sido o que permitiu que nós, mamíferos, nos tornássemos a espécie dominante e atingíssemos o topo da cadeia alimentar onde estamos hoje.

O que acontece é que a maioria dos fungos não consegue crescer na temperatura aproximada de 35-40°C, que veja só... é justamente a temperatura normal da maioria dos mamíferos. Curioso, não?

Isso faz com que eles não consigam sobreviver em nosso corpo, e com isso, não tenham capacidade de causar doenças! Ou seja, temos uma vantagem sobre as demais espécies! A imunidade frente a uma gama extremamente vasta de agentes agressores,



associada a nossa temperatura corporal, permitindo a nossa resistência a muitos potenciais fungos patogênicos.

Você deve estar se perguntando: Mas como os demais animais não morriam antes do meteoro, não é mesmo?

A teoria é que antes dessa catástrofe, quando acometidos por alguma infecção fúngica, os répteis e anfíbios que são seres ectotérmicos – ou seja, que não possuem regulação térmica interna e aquecem seus corpos por meio do sol –, conseguiram provocar o que chamamos de “febre por insolação”, sendo capazes de elevar a temperatura de seus corpos dando cabo da infecção fúngica antes que ela se tornasse letal.



Portanto, a nuvem de poeira, causada pela queda do meteoro, que citamos agora há pouco, dificultou ainda mais a sobrevivência

desses seres. Sem acesso ao sol, eles perderam esse método de defesa, bem como sua regulação térmica normal e também se viram frente a escassez de alimento, ficando ainda mais debilitados. Além disso, com o impacto desse asteroide, bilhões de esporos fúngicos foram lançados à atmosfera, deixando os habitantes do planeta vulneráveis e suscetíveis frente a uma quantidade enorme de múltiplos agentes potencialmente patogênicos de uma vez só.

Foi aí que os mamíferos começaram a ganhar terreno... Uma espécie quase que imune a esses agentes infecciosos se desenvolveu e dominou diferentes ambientes do planeta. Tornando-se, ao longo dos anos, a espécie dominante. Desse modo, podemos dizer que os fungos foram agentes da nossa “seleção natural”. Selecionando a espécie mais apta a sobreviver naquele momento da história do mundo, permitindo perpetuar-se.

Ultimamente todos os olhos tem se voltado à uma preocupação mundial de pesquisadores: a elevação da temperatura do globo terrestre! Entre os inúmeros impactos desse fenômeno, destaca-se também sua influência na micologia. Como??!! Os fungos também são seres vivos em constante evolução e muitos já se adaptaram e estão conseguindo sobreviver e se reproduzir em temperaturas mais elevadas... e se o número de espécies de fungos adaptados a nossa temperatura corporal seguir aumentando progressivamente, sem dúvida teremos grandes problemas!! Isso quer dizer que: existe a possibilidade de, em um futuro, os fungos se tornarem tão perigosos para nós, mamíferos, quanto foram para os répteis e anfíbios lá do início dos tempos...

Então, melhor cuidar do meio ambiente...

Já pensou que a nossa extinção pode ser causada pelos fungos?

Acho que essa simples possibilidade, faz deles a verdadeira espécie dominante, não é mesmo??!!

Enquanto esse dia não chega, nós, que ainda somos a espécie “dominante”, adoramos inclusive comê-los...



CAPÍTULO V

Fungos na indústria alimentícia

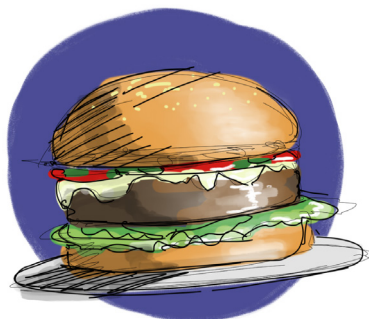
Os fungos mofam paredes, emboloram o pão, mancham sapatos e podem causar doenças e importantes impactos a vida como falamos no capítulo anterior; mas na contramão de todos esses tropeços, os fungos nos ajudam em muitas coisas, trazendo inúmeros benefícios a vida na Terra, inclusive na produção de alimentos.

Na verdade, nós comemos fungos, ou parte deles, todos os dias!

O pão francês, os bolos, os sucos industrializados, os queijos, os vinhos e as cervejas são alguns poucos exemplos do que é obtido ou produzido por meio do uso de fungos na indústria alimentícia.

O fermento biológico, utilizado na produção de pães e bolos, é um fungo unicelular, ou seja, uma levedura, chamada *Saccharomyces cerevisiae*, popularmente conhecido como levedo. Esse fungo é um anaeróbico facultativo, o que significa que não morre na ausência de oxigênio. Nessa condição, ele obtém energia pelo processo de fermentação, o qual resulta na formação de gás carbônico e álcool, muito importantes na fabricação e produção de alimentos.

No caso dos pães e bolos, o fermento (fungo leveduriforme) que acrescentamos nas receitas tem o objetivo de fazer a massa crescer. Essas leveduras, com o aquecimento, se multiplicam e se alimentam dos ingredientes - açúcar ou amido (polissacarídeo), liberando gás carbônico e álcool.



Ao produzir esse gás carbônico, o fungo ajuda a assar a mistura, devido à alta temperatura do gás. Além disso, o deslocamento desse gás vai formando bolhas no interior do alimento, o que infla e cresce, tornando a massa mais macia e gostosa.

Ahh, mas ainda não acabou toda a versatilidade desse fungo...

Essa mesma levedura é usada na fabricação da cerveja. A *Saccharomyces cerevisiae* utiliza o produto do cozimento da cevada – chamado de mosto - como fonte nutritiva, e o transforma em álcool.

Basicamente a cerveja é constituída de quatro elementos, cevada, água, lúpulo e levedura. O sabor diferenciado de cada cerveja pode ser atribuído a fermentação de diferentes tipos de cevada (oriundas de diferentes países, com diferentes tipos de torra, e assim por diante) pelo fungo. O lúpulo é o “tempero” da cerveja e também auxilia, e muito, no sabor destinado a cada estilo de cerveja. Os mestres cervejeiros dosam a quantidade certa de cada ingrediente para a fabricação de suas cervejas, chegando a receitas secretas.

Além do pão e da cerveja, um outro produto muito importante que só é possível por meio dos fungos, são os queijos gourmet. Queijos como roquefort, gorgonzola e camembert dependem do trabalho de fungos filamentosos (isso mesmo, um tipo de mofo, bolor) para alcançar o gosto, a textura, o odor e o aspecto tão marcantes e apetitosos que possuem.

Os exemplares de roquefort e gorgonzola apresentam um processo similar de fabricação. Após a massa pronta, são injetadas, nesses queijos, amostras do fungo *Penicillium roqueforti*, de modo que ele penetre e se infiltre na extensão do alimento. Depois disso, os queijos são deixados para descansar em uma prateleira, onde há circulação de ar, desse modo, o fungo cresce e se desenvolve, atribuindo cor, sabor e cheiro característicos ao queijo.

De modo diferente, o queijo camembert passa por um banho de imersão em uma solução de mofo composta pelo fungo

Penicillium candidum. A massa, que precisa estar completamente coberta por essa mistura, é então deixada para descansar.

Em cerca de três semanas, os fungos se proliferam e recobrem toda a superfície do queijo, formando uma casca branca, comestível e com característica amanteigada, formada inteiramente por fungos.

Há muitas outras aplicações dos fungos na indústria alimentícia, até mesmo comendo-os *in natura*, na forma de trufas e cogumelos, como o shitake, champignon e o shimeji. Fungos são extremamente versáteis e contribuem para o sabor marcante de vários pratos da gastronomia mundial.



Uma das últimas novidades da indústria alimentícia micológica que se tem notícia é o hambúrguer feito por fungos. Segundo as empresas inventoras, a estrutura filamentosa dos fungos (hifas, e seu conjunto chamado micélio), rica em proteína, é similar à do músculo dos animais, o que permite produzir uma espécie de carne totalmente livre de produtos de origem animal. O sabor, garantem eles, é incrível! A novidade tem conquistado veganos e vegetarianos ao redor do mundo.

Você já pensou que pode inclusive ficar rico com o mercado de fungos na alimentação... que tal?!



CAPÍTULO VI

O Fungo de Ouro

No mundo da culinária existem coisas baratas, caras e coisas muito caras. E uma das coisas que são muito caras nesse universo gastronômico é um fungo!

A **Trufa**, que aqui chamamos carinhosamente de **fungo de ouro**, devido ao seu alto valor de mercado, é umas das iguarias mais caras e mais cobiçadas da gastronomia mundial.

Trufa é o nome que damos a uma parte, os corpos frutíferos subterrâneos, dos fungos da família *Tuberaceae*. Algumas espécies têm sabor e aroma que agradam ao paladar humano, e essa iguaria vem sendo consumidas há mais de três mil anos. Dentre as espécies comestíveis temos a *Tuber melanosporum*, conhecida como trufa negra, e a *Tuber magnatum*, que é a Trufa Branca, considerada a mais cara e cobiçada.

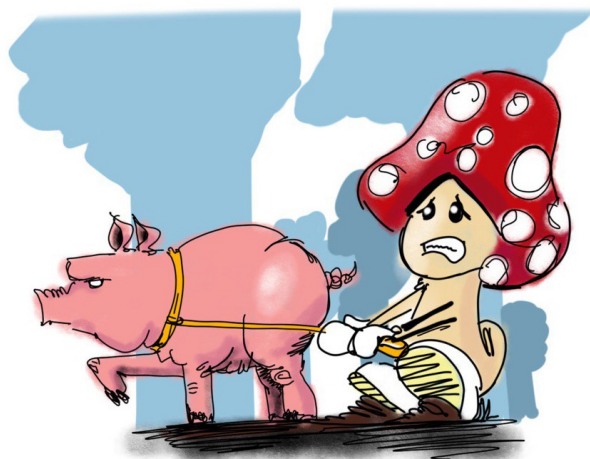
Trufas crescem ao criar uma relação de parceria e harmonia (simbiose) entre seu micélio e as raízes de árvores. Elas se desenvolvem próximas às raízes de carvalhos e castanheiras, a cerca de 20 a 40cm de profundidade no solo. As regiões mais famosas para a colheita dessas iguarias são a região de Piemonte e de Toscana na Itália, de Provence na França e de Catalunha na Espanha.

A colheita das trufas deve ser feita de forma delicada para não estragar o “chapéu do cogumelo”, uma vez que é preciso assegurar a integridade e as características originais da amostra para que ela tenha alto valor mercadológico. Para isso, utilizam-se de porcos ou cães adestrados, que conseguem localizar as trufas pelo cheiro; depois de encontrada uma pessoa delicadamente cava a terra e recolhe a túbera.

As Trufas Brancas, são as que possuem maior valor de mercado e podem chegar a custar 15 mil dólares o quilo. Esse preço exorbitante é justificado pelo fato da trufa ser um alimento

selvagem, ou seja, não é possível cultivá-las nem em pequena e muito menos em grande escala; essa iguaria precisa ser caçada e por isso utilizam-se os porcos e cachorros para ajudar nessa empreitada.

Elas podem ser servidas com risotos, massas e até ovo frito, que segundo especialistas é a combinação perfeita, pois une a simplicidade do ovo com o cheiro e sabor estonteante da trufa. Inclusive existe um fatiador especial para trufa, ela deve ser cortada o mais fina possível, pois quanto mais fina a fatia, mais cheiro exala e mais intenso é o sabor. Assim, a espessura ideal é a de uma folha de papel.



**Tá, ficou um pouco difícil essa caça...
mas e os outros cogumelos comestíveis...
será que podemos ter eles na nossa
horta do quintal de casa?**



CAPÍTULO VII

Plantação de fungos

Você já parou para se perguntar como os cogumelos que comemos e compramos no supermercado são produzidos?

Nós já sabemos que os fungos não são plantas, portanto, não existem plantações de fungos. A produção de cogumelos é chamada de **fungicultura**.

Os fungos são cultivados em estufas, com luminosidade e temperatura controladas. Cada espécie possui um ambiente de crescimento ideal, por isso, as estufas devem ser específicas para o cogumelo que vai ser produzido.



Vamos imaginar esse cenário?

Pense em uma sala escura, úmida e com uma temperatura controlada por um aquecedor ou ar condicionado. Agora, imagine inúmeras estantes enfileiradas com blocos do tamanho de um tijolo dispostos em suas prateleiras, com cogumelos crescendo em cima. Esses blocos são chamados de camas de crescimento, e são compostos por substâncias que vão servir de alimento para o fungo.

Conseguiu visualizar esse ambiente diferente?! Legal, né?!

Essas “fazendas de cogumelos” ainda são pouco comuns no Brasil e a maioria são de pequenos e médios produtores. Se fôssemos calcular qual a média de cogumelos consumidos por pessoa no nosso país, seriam em torno de 288g, enquanto que em países Europeus o número fica perto de 2 kg. Em outras palavras, os cogumelos não são um alimento muito comum nas refeições dos brasileiros, o que não estimula a sua produção.

Por outro lado, o consumo, ainda que pequeno, aumentou nos últimos anos e resultou em um incentivo para os produtores. Outro grande impulso foi a fundação, em 2012, da Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos (ANCP). Esse grupo une esforços de seus colaboradores para estimular a prática da fungicultura aqui no Brasil. Entre uma das conquistas que obtiveram, foi o enquadramento dos cogumelos na lista de exceções de tarifa externa comum.

Mas o que isso quer dizer?!

Bom, em resumo, reduziu-se o imposto cobrado para o comércio de cogumelos brasileiros no Mercosul e ao mesmo tempo aumentou o preço dos importados.

Um grande adversário das nossas “fazendas de cogumelos” são os fungos em conserva importados da China. Mesmo com essa proteção do nosso produto por meio de impostos, o produto chinês entra no nosso país com um valor muito baixo e isso faz com que os consumidores acabem comprando o alimento importado em vez do nacional.

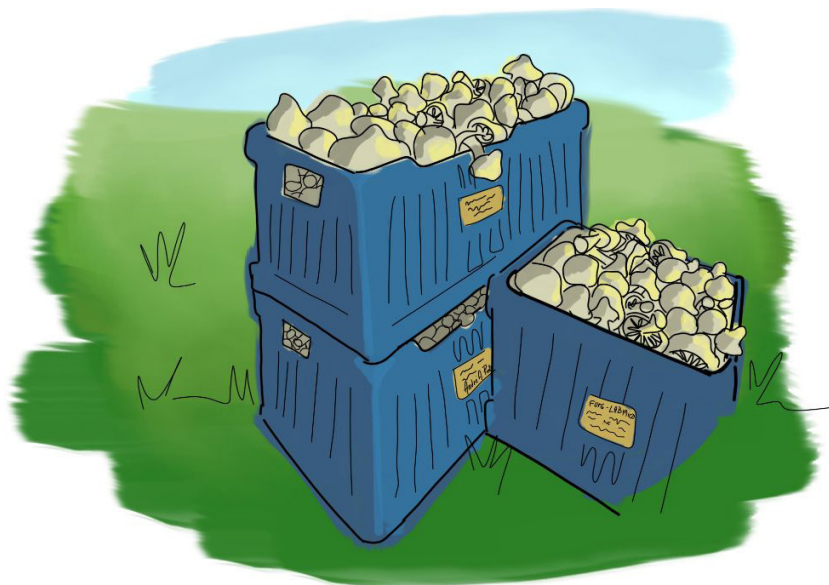
Uma saída para reverter essa situação, seria o estímulo do consumo dos cogumelos frescos, que são mais difíceis de transportar da China para cá.

Tal estímulo, por sua vez, depende de um processo cultural.

As refeições com cogumelos no Brasil começaram, principalmente, quando houve uma grande imigração de japoneses para o estado de São Paulo na primeira metade do século XX. Desde então, elas vêm se popularizando e, atualmente, já temos a produção de 20 espécies de cogumelos no nosso país.

Com a internet e a globalização, esse número pode crescer bem mais, por meio do acesso a receitas e do conhecimento sobre

outros tipos comestíveis e cultiváveis de cogumelos. Estima-se que existam cerca de 2 mil espécies comestíveis no mundo. Em outras palavras, só produzimos 0,01% das espécies comestíveis. Então, que tal se tornar um fungicultor?



Ainda falando em produção de alimentos...

Como podemos ver, plantação de fungos não existe, mas pergunto: será que eles podem trazer benefícios para as plantações agrícolas?



CAPÍTULO VIII

Batatinha quando nasce, tem o fungo como irmão

Como nós sabemos, agrotóxicos fazem muito mal à saúde.

As consequências podem surgir logo após comermos algum alimento contaminado ou até anos depois – estudos inclusive mostram que agrotóxicos estão relacionados ao aumento de casos de câncer!

E não só o alimento é afetado, como também os trabalhadores que mexem com eles diariamente, os animais que acabam entrando em contato ou consumindo eles e a própria natureza, que acaba com suas águas e terras contaminadas. No entanto, essas substâncias tem um papel importante na produção agrícola, já que protegem as plantas de parasitas e doenças, permitindo o cultivo agrícola em larga escala. Por isso, muitos defendem seu uso, apesar de todo o mal que podem causar.

Assustador, não?

Você consegue pensar numa solução para isso?

Bem, uma alternativa muito usada na agricultura mundial são os fungos do gênero *Trichoderma*.

Esse grupo, conhecido como mofos ou bolores verdes, foi por muito tempo subestimado quanto ao seu valor ambiental. Entretanto, na agricultura, eles podem vir a ser muito úteis. Isto porque permitem uma produção agrícola limpa e orgânica, melhorando a saúde e o desenvolvimento das plantas sem causar qualquer perigo para o homem e o meio ambiente.

Seu uso para essa finalidade é um exemplo do que se chama de **controle biológico**, que nada mais é que usar um microorganismo – neste caso nosso fungo – para controlar outros microorganismos que fazem mal para as plantas. Na natureza isso ocorre diariamente em relações de equilíbrio que permitem a sobrevivência de diversas espécies. A Indústria, por sua vez, utiliza este processo de forma controlada preservando fungos a partir de um processo chamado liofilização. Esses fungos liofilizados são comercialmente disponibilizados para agricultores, que podem então aplicá-los em suas culturas vegetais.

Assim, o uso de *Trichoderma* é uma forma ecológica de proteger alimentos – como batata, cenoura, soja e café – de doenças que enfraquecem ou até matam essas plantas.

Você deve estar se perguntando: “mas como é exatamente que ele protege e ajuda a planta?”



Esse fungo fica bem juntinho das raízes das plantas, competindo por lugar com outros microorganismos que acabam sem espaço. Uma arma que ele usa nessa batalha é a produção de substâncias que impedem o crescimento e reprodução de seus competidores. Além disso, é um ser saprófito, ou seja, que faz a decomposição dos restos vegetais e animais na terra. Dessa forma, fornece diversos nutrientes às plantas, ajudando no crescimento e dando força a elas.

*E não é só isso, cientistas descobriram que algumas linhagens de *Trichoderma* vão mais fundo ainda!*

Quando usados antes do surgimento das doenças, eles podem ter uma ação semelhante a de uma “vacina” para a planta. Isso porque eles se tornam **indutores de resistência**, sua presença “avisa” o vegetal que existe microorganismos ao seu redor. Como a planta não sabe diferenciar quem é seu amigo ou não, cria uma barreira para qualquer um que queira agredi-la. Desse jeito, ela fica preparada para futuros ataques. Portanto, o uso do *Trichoderma* ajuda ao produtor, a economia, ao meio ambiente e a nossa saúde.

Incrível, não?

E mais: além de ajudar com as pragas, os fungos ajudam também na comunicação das plantas...



CAPÍTULO IX

A internet das plantas

A velocidade do tráfego de dados da nossa internet é impressionantemente rápida, em minutos você pode ficar sabendo de notícias de outras partes do mundo, atualizações em tempo real de diversos assuntos, comunicação com indivíduos distantes e mais tantas outras vantagens que utilizamos todos os dias!!!

Costumamos dizer que só o mundo da tecnologia proporciona isso, não é?!



Será mesmo?!

Apesar da rede de troca de dados em tempo real parecer algo único e exclusivamente humano, não é bem isso o que cientistas vêm descobrindo ao longo dos anos. Pesquisadores demonstraram uma eficiente rede de comunicação entre as plantas, proporcionada por que tecnologia?? A “tecnologia fúngica”!!! Isso aí, diversos fungos, que vivem em parceria (simbiose) com os habitantes vegetais permitem essa comunicação.

Os fungos filamentosos (bolor, mofo) e a parte subterrânea dos cogumelos, formam um emaranhado de pequenos filamentos em formas de fios, tubulações, cheios de conexões entre si, denominado micélio; e o solo está recheado desses pequenos “cordões” que conectam diferentes organismos vegetais em um mesmo ambiente.

Essa parceria benéfica (relação simbiótica) entre micélios e raízes de plantas é denominada micorriza. Ela é benéfica para todos os envolvidos, pois permite o aumento do alcance (dispersão fúngica) e crescimento dos fungos a longo do solo, uma vez que

as raízes fornecem suporte e energia para seus micélios. E a planta, por sua vez, é beneficiada pelo aumento da sua capacidade de absorção dos nutrientes, e aumento da disponibilidade dos mesmos, proporcionada pela decomposição da matéria orgânica pelos fungos, devolvendo nutrientes ao solo, ou seja nossos amigos agem como verdadeiros **recicladores naturais**.

Essa “internet natural” ou “tecnologia fúngica” que existe entre as plantas permite que elas “se comuniquem” entre si, mesmo que se encontrem distantes umas das outras.



Acredita-se que as árvores de grande porte, chamadas de árvores mãe, façam uso do micélio para alimentar outras em desenvolvimento, e também para proteger as plantas da mesma “família”. Caso alguma dessas árvores venha a sofrer alguma ameaça, são enviados, através dos micélios, sinais bioquímicos

que funcionam como informações para outras plantas de como se defender contra essa ameaça específica.

Devido a essa rede de apoio construída entre fungos e plantas, alguns pesquisadores afirmam que elas parecem trabalhar no sentido oposto ao descrito por Charles Darwin, de competição de recursos entre espécies. Vivem em harmonia, exercitando a empatia e a solidariedade!

Nos casos observados por cientistas, diferentes espécies de plantas têm utilizado essa rede de fungos para trocar nutrientes e ajudar na sobrevivência umas das outras.

Fiquei aqui pensando nesse papel de reciclagem que os fungos exercem na natureza... Já que eles tem esse poder será que poderiam também ajudar na despoluição de ambientes?



CAPÍTULO X

Biorremediação

Você sabe o que é Biorremediação?

Biorremediação é uma técnica que faz uso de organismos vivos para tratar um ambiente contaminado. É utilizada para reduzir a concentração de poluentes a valores que não sejam tóxicos para o meio ambiente e nem para os seres que vivem dele.

Esse processo permite recuperar áreas ambientalmente degradadas! E, isso se torna ainda mais importante quando pensamos que os primeiros registros da degradação das áreas ambientais datam de 2000 a.C, no Oriente Médio e na Índia. As disfunções no solo, neste período, eram causadas pelo sistema de irrigação com água salobra, que era a única disponível na época. A alta concentração de sal tornava a terra não cultivável, ou seja, virava uma área desértica.

Os problemas de poluição ambiental se agravaram com a Revolução Industrial, a formação dos grandes centros urbanos, a crescente produção de resíduos e a mecanização da agricultura. Além, é claro, do nosso estilo de vida consumista, que utiliza recursos em uma velocidade maior do que a que o planeta consegue comportar e degradar.

Assim, urge a necessidade de uma consciência ecológica compartilhada, com movimento constante de preservação do meio ambiente. Nos últimos anos, foram então desenvolvidas técnicas que nos permitem recuperar áreas degradadas e em sofrimento. E é aqui que entra a biorremediação.

Bom, aqui você deve estar se perguntando: como “curar” um solo que fica desértico, pobre e infértil? Nesta condição, quais organismos vivos conseguem viver nele e retornar a sua característica original?

Então, é agora o “pulo do gato”: os principais agentes transformadores são os fungos!



Alguns fungos têm uma capacidade incrível e muito especial. Eles conseguem modificar ou decompor determinados poluentes, transformando-os em substâncias inertes, ou seja, que não poluem mais.

Existem diversos fungos utilizados nos processos de biorremediação como o *Saccharomyces cerevisiae*.

*Você já leu
sobre ele por
aqui antes,
né?!*

Sim, esse mesmo! O principal micro-organismo utilizado em processos industriais de fermentação alcoólica - que serve para fazer pão e cerveja, por exemplo. Bom, quando ele é colocado em contato com o solo de áreas contaminadas, é capaz de atuar na “remoção” de algumas substâncias tóxicas ao meio ambiente.

No entanto, esse não é o personagem mais importante dessa nossa história. O nosso “bam-bam-bam”, o “top”, o nosso “rei do pop” no contexto da biorremediação é um gênero de fungos chamado *Aspergillus*. Existem mais de 200 espécies de *Aspergillus* registradas e encontradas na natureza. Para ficar mais claro, esse fungo está em todos os lugares!

Na verdade, com certeza você já viu um *Aspergillus* na sua casa, mesmo sem saber que era ele! Embora pode ser que ele saiba quem você é... sem mais brincadeiras, vamos voltar ao raciocínio...

Aquele bolor encontrado nos rejuntes de azulejos, nas roupas de couro que estavam no armário fechado, no pão, nas frutas... como já dito “em todo lugar”, bom, é um monte de *Aspergillus* e outros “primos” filamentosos que se uniram para se alimentar. Você deve saber que quando o fungo toma conta desses alimentos, eles

já não devem mais ser consumidos, pois já estão em decomposição, e é exatamente isso que o *Aspergillus* está fazendo neles: decompondo. E isso quer dizer: estão reciclando, ou seja, estão degradando o que agora “não serve mais”, e transformando-o em nutrientes básicos para serem novamente reintegrados à natureza, que permitem o crescimento de outros organismos seres vivos.

Esse gênero de fungos tem mais uma característica importante, ele é bastante resistente as mudanças ambientais em geral, e é capaz de produzir uma gama de diferentes substâncias decompositoras (enzimas). Em razão disso, é que ele é tão importante na biorremediação. O *Aspergillus* é inserido em um ambiente hostil, com pouca oferta de nutrientes, então começa a fazer seu trabalho de decomposição, e reciclagem.

Ao decompor aquilo que prejudica o solo, o fungo vai ajudando a “curar” aquele pedaço de terra e isso vai permitir no futuro uma sucessão ecológica.

Esse processo, com o fungo como agente medicamentoso do ambiente, é chamado de biorremediação e ele está mais presente no nosso dia a dia do que imaginamos, como, por exemplo, quando fazemos compostagem ou quando aplicamos adubo orgânico na terra.

Nesse contexto, a biorremediação é usada no tratamento das áreas contaminadas, induzindo ou acelerando os processos



biológicos naturais de reciclagem - tanto dos compostos orgânicos como dos inorgânicos.

É, os fungos fazem milagres nesse sentido... mas será que resistem também a radiação nuclear??



CAPÍTULO XI

Fungos em Chernobyl

Você já ouviu falar do acidente nuclear de Chernobyl?

Aconteceu em 1986 na região de Pripjat ao norte da Ucrânia, quando a usina nuclear de Chernobyl explodiu. Essa explosão liberou cerca de 5,6 roentgens por segundo (R/s) de material radioativo no ar local. Se você não entende o que essa medida de roentgens representa, não se preocupe! Ela é usada para saber o quanto de radiação está presente no ambiente, mas aqui o que precisamos entender é que esse valor de 5,6 é um número muito, mas muito alto mesmo. A explosão foi tão catastrófica e tão perigosa para a saúde humana que a cidade toda teve que ser evacuada.

De fato, até hoje ninguém pode habitar a região. Ela é guardada por policiais, para que as pessoas não se instalem na localidade devido ao perigo causado pela radiação. Até aí ok, mas será assim pra sempre???

Para a surpresa de muitos pesquisadores e cientistas, já há novos habitantes lá... *Quem?! Quem?!* Algumas espécies de fungos foram capazes de se desenvolver nessa, que é uma das regiões mais inóspitas e hostis do planeta.

Os fungos da espécie *Cladosporium sphaerospermum* vem provando ser verdadeiros sobreviventes e guerreiros. Esses seres se desenvolveram e prosperaram em toda a área do reator destruído



da antiga usina, sobrevivendo a condições que para nós seriam consideradas totalmente adversas, ou, até mesmo, incompatíveis com a vida.

O que acontece é que esse tipo de fungo consegue, peculiarmente, se alimentar de ondas eletromagnéticas com energias muito altas, compatíveis com aquelas liberadas por átomos radioativos, que estão presentes em toda a área da antiga usina nuclear.

Esse tipo de fungo é chamado de radiotrófico, pois se alimentam por meio da radiosíntese, ou seja, usam a radioatividade como fonte de alimentação.

Olha, se isso não é a coisa mais legal que você já viu, eu não sei mais o que pode te surpreender! Afinal de contas, isso é tipo um super poder fúngico!!!

Esses fungos são capazes de sobreviver e se desenvolver em um lugar onde ninguém mais pode, é como se eles tivessem um super colete a prova de balas em todas as suas células! E ainda

conseguem utilizar essas “balas” como fonte de energia!

Legal, né?!

É tão legal que outros pesquisadores resolveram testar esses fungos como, veja só, um tipo de super colete a prova de algo ainda mais agressivo que armas de fogo... a radiação.

A ideia é utilizá-los na fabricação de roupas para astronautas e abrigos



espaciais. Espera-se que uma camada considerável desses fungos seja capaz de proteger os astronautas contra os raios ultravioletas (UV), danosos à saúde humana.

A esperança é que futuramente toda essa tecnologia que está sendo testada possa ser utilizada no nosso dia a dia também, para proteger profissionais de saúde, por exemplo, que trabalham diariamente com radiação (como os profissionais que trabalham fazendo exames de raios X). No lugar desses profissionais usarem roupas pesadíssimas, que atualmente são revestidas com chumbo, eles poderiam usar uma roupa mais leve, feita a partir da melanina do fungo *Cladosporium sphaerospermum*.

**Gostou dessa ideia?
Muito interessante, né?!**

Ainda precisa-se de investimentos e mais pesquisadores para dar seguimento a estes testes e estudos, e quem sabe não é você o pesquisador que está faltando para tornar essa ideia uma prática, hein?!

Tá, mas saímos de Chernobyl, fomos pro espaço e voltamos para a Terra... e tudo isso me deu fome... Já vimos que os fungos são utilizados para fabricação de queijos, mas será que podem produzir leite também?



CAPÍTULO XII

Lactarius, o fungo que dá leite

Você sabia que existe um cogumelo que é e popularmente conhecido por produzir leite?

Bom, não é o leite propriamente dito, igual aquele ao que estamos acostumados, o leite de vaca ou de cabra... Na verdade, é uma substância leitosa.

Lactarius é o nome dado a um gênero de cogumelos comumente chamado de “cápsulas leitosas”. Os tecidos desses fungos, quando machucados ou cortados, exalam um líquido de aparência leitosa, chamado látex. Esse suco colorido pode ser vermelho, branco, azul ou laranja vivo, e é o responsável por esta fama dada a este cogumelo.

Só que eu se fosse você não me arriscaria a tomar esse “leitinho” aí não hein?!



**Embora algumas coisas pareçam
“apetitosas”, todo cuidado é pouco....**



CAPÍTULO XIII

Todos os cogumelos são comestíveis, mas alguns apenas uma vez...

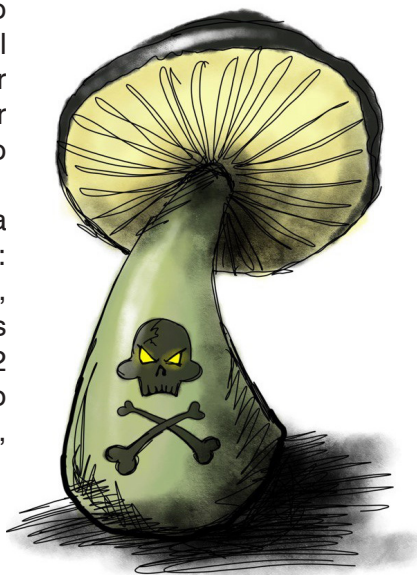
Apesar de ser uma piada, a frase acima não deixa de ser verdade.

Alguns fungos, como certas espécies de cogumelos, são tão venenosos que podem levar um indivíduo adulto à morte em questão de dias.

Um dos cogumelos mais perigosos do mundo é a *Amanita phalloides*, também conhecido como cicuta verde no Brasil ou *Death Cap* (chapéu da morte, em tradução livre) em outros países.

Essa é a espécie de cogumelo mais tóxica já descoberta, responsável por 90% das mortes provocadas por cogumelos no mundo todo. Ingerir um exemplar desta espécie dá início a um processo de intoxicação grave.

A toxicidade ocorre devido a três substâncias de nomes estranhos: falotoxinas, virotoxinas, e amatoxinas, sendo esta última a mais tóxica. Os sintomas começam entre 8 e 12 horas após a ingestão do cogumelo e pode levar à morte após 7 a 10 dias, causando falência do fígado e rins.



**Bah, com esse e outros poderes, será
que os fungos podem ser utilizados para
o mal também?**



CAPÍTULO XIV

Arma Biológica

Você já ouviu falar em armas biológicas?

Elas são fonte de teorias de conspiração, curiosidades e medos do imaginário popular e isso se deve em boa parte as suas peculiaridades, principalmente em comparação às armas que geralmente vêm em nossas mentes quando pensamos nesta palavra.

Um fungo é uma arma biológica? Sim, eles podem ser.

Na verdade, qualquer organismo vivo pode ser uma arma biológica. A definição de arma biológica é a utilização contra alguém de um microrganismo com alta capacidade de disseminação e de causar doenças. Esse microrganismo pode ser uma bactéria, um vírus ou um fungo. Mas isso não significa que os fungos são malvados. Eles não fazem isso para nos prejudicar! Apenas demonstra que, alguns deles são suficientemente poderosos e podem ser utilizados para o mal pelas próprias pessoas, por exemplo para fins militares.

Mas afinal, como funciona uma arma biológica ou até mesmo uma guerra biológica?

Bem diferente do que estamos acostumados, uma guerra ou arma biológica é um evento extremamente silencioso! Não tem nada de explosão ou tiros.

Nesse tipo de combate o que acontece é que são espalhados microorganismos no ar, nas superfícies ou na água, para que as pessoas entrem em contato com esses agentes e acabem adoecendo. As armas biológicas são muito difíceis de serem rastreadas ou contidas, pois podem ser lançadas de forma imperceptível



e possuem alto poder infectante, atingindo diversas pessoas em um curto período de tempo. Isso tudo faz com que seja quase impossível conter o avanço dos efeitos de um ataque biológico.

Diversos fungos podem ser usados como arma biológica, porém um dos mais comuns é o *Fusarium oxysporum*.

Esse é um fungo que afeta não somente os humanos, mas também as plantas. Nelas, esse fungo causa uma doença (fusariose) que leva ao amarelamento das folhas com apodrecimento e perda destas no decorrer do tempo. Assim, o *Fusarium* se espalha por toda a planta, causando desnutrição e até mesmo morte súbita.

Já conseguiu entender porque esse fungo é bastante estudado como possível armamento?

Bom, se ainda não, eu explico!

Em um estado de guerra é muito importante manter a produção de alimentos elevada, pois os soldados e as pessoas que ajudam o exército vão precisar de provisões. Se alguém se utiliza de algum artifício para matar as plantações, em algum momento irá faltar alimento para todos, enfraquecendo essa linha de defesa. E caso não haja uma batalha propriamente dita, a fonte de alimentos ainda

é essencial para garantir nutrientes que auxiliarão na recuperação das pessoas debilitadas.

O *Fusarium*, entretanto, não afeta apenas as plantas: ele pode fazer um grande estrago quando inalado em grande quantidade pelos seres humanos e outros animais. Outro fungo ainda mais “poderoso” para infectar pela respiração e adoecer os inimigos é o *Coccidioides* sp.

Bom, apesar de estarmos falando disso agora, essas estratégias de guerra já são bem antigas. Alguns estudos indicam que os homens das cavernas já “sujavam” suas flechas com fezes de animais para torná-las mais letais. Eles certamente não sabiam que havia microrganismos patogênicos naquelas fezes, mas já se utilizavam deles como armas. Também há relatos de que impérios da antiguidade jogavam carcaças de animais apodrecidas em poços artesianos, onde seus inimigos bebiam água.

E bem aqui, pertinho de nós, nos anos 2000, o governo dos Estados Unidos se pronunciou ao mundo com a intenção de usar um fungo, uma forma específica de - veja só - *Fusarium oxysporum*, para combater as plantações clandestinas de coca, a base para cocaína, na Colômbia. A ideia era liberar esse fungo que atuaria como uma praga nas plantações. No entanto, imediatamente surgiram movimentos e discussões de grupos, principalmente colombianos, que se opuseram ao uso dessa arma. Isso devido ao perigo e imprevisibilidade do uso de uma arma biológica. O argumento foi o do “princípio da precaução”. Ou seja, se é algo tão perigoso e que não há certeza do desfecho, é melhor não usar.

Depois de lançado no ambiente, é quase impossível prever qual será o trajeto e o grau de destruição causado por um armamento biológico. Devido a essa dificuldade, de controlar os efeitos das armas biológicas, em 1925, após o fim da Primeira Guerra Mundial,



vários países assinaram um tratado concordando em não usar, em nenhuma situação, esse tipo de ataque.

Depois disso, outros acordos surgiram, sendo combinado em 1972 que os países não usariam, não desenvolveriam, não pesquisariam, não armazenariam, e que destruiriam toda e qualquer arma biológica que existisse em seu território.

Infelizmente nem todos os países do globo são signatários dos acordos, deixando o mundo à mercê de várias incertezas quanto as armas biológicas e a sua utilização.



E, sabem quem também usou fungos como “arma biológica” para proteger seu tesouro?? Ninguém mais, ninguém menos que Tutankamon...




CAPÍTULO XV

A Maldição dos Fungos

Você provavelmente já ouviu falar sobre “A Maldição do Faraó”, correto?!..

Aquela crença popular que: “aquele que violar túmulos e múmias dos grandes faraós do Egito Antigo irá ser condenado a uma vida de sofrimento e – como se isso não bastasse – à morte”. Os hieróglifos e objetos ritualísticos que cercam as tumbas seriam a fonte da maldição e serviriam como um escudo para que os grandes líderes pudessem descansar em paz e alcançar a eternidade no submundo.

 *Porém, você sabe qual é a origem dessa história?*

Em 1922, o arqueologista britânico Howard Carter e sua equipe fizeram uma imensa descoberta arqueológica: Acharam a sepultura do faraó Tutankamon dentre as dunas do Vale dos Reis no Egito. Isso tornou-se uma grande notícia nos jornais do mundo e trouxe muita atenção para essa área de estudo. O que brilhou ainda mais nos holofotes, no entanto, foram os acontecimentos que vieram após a abertura da tumba. Najas e chacals começaram a ser vistos perambulando pela região e pessoas da equipe passaram a ficar doentes. Dentre esses estava o Lorde Carnarvon, importante nome e financiador do projeto, que veio a falecer não muito depois após um agravo de saúde. A morte dele chocou a todos e a imprensa cunhou o termo Maldição do Faraó, que chegou para ficar após a morte de outras pessoas da equipe.



Todavia, existe uma explicação científica muito interessante – mesmo que não tão mágica – para tudo isso!

Hoje sabe-se que a imprensa exagerou na história, parte por auxílio de ninguém menos que o descobridor, H. Carter. Com medo de que sua descoberta levasse a uma onda de saques e furtos das antiguidades, ele “colocou pilha” nos boatos sobre as mortes relacionadas ao acontecimento para desestimular pessoas mal intencionadas.

Lorde Carnarvon morreu por um motivo não relacionado à abertura da tumba, provavelmente associada a uma infecção após picada de mosquito. O motivo do adoecimento e morte de outros membros da equipe, no entanto, permaneceu um mistério até que estudos revelaram que muitas das múmias “carregavam consigo” bolores (obviamente já sabemos que esses fungos estavam lá cumprindo seu papel de decompositores). Dentre as espécies encontradas estavam duas espécies de fungos importantes como recicladores naturais, porém que podem ser danosas à saúde: *Aspergillus niger* e *Aspergillus flavus*, causadores de uma doença chamada Aspergilose, que acomete principalmente pessoas enfraquecidas.

E, sabem o que mais????!! Muitas das tumbas escavadas eram habitadas por morcegos, cujas fezes, ricas em nitrogênio, servem de nutrientes e caracterizam o habitat ideal de outro fungo

perigoso... esse, um patógeno primário, chamado *Histoplasma capsulatum*, causa a Histoplasmose. Essa doença pode ocorrer e ser grave mesmo em pessoas saudáveis, surgindo após a inalação de grande quantidade de propágulos do fungo (conídios - esporos) os quais são encontrados em poeira contaminada por fezes de morcegos e de algumas aves, principalmente em locais pouco ventilados como grutas, cavernas e tumbas! A histoplasmose causa dano principalmente nos pulmões, podendo se espalhar por todo o corpo e levar a morte... Seria essa então a Maldição do Fungo, ops, do Faraó?!

Um caso recente e famoso exemplifica essa situação... o acidente, e posterior resgate, de meninos de um time de futebol na Tailândia, em 2018. O treinador do time, mais 12 garotos, ficaram presos por 17 dias numa caverna em Tham Luang. O passeio inofensivo pela paisagem da região tornou-se um pesadelo após o grupo ter sido surpreendido por uma tempestade, que elevou as águas e impediu que eles saíssem da gruta. O resgate aconteceu com auxílio internacional e com cerca de 90 mergulhadores, felizmente ao final do resgate todo o time saiu desta encrenca com vida. Os meninos, então, tiveram que ficar em observação e isolamento por um período considerável, sendo monitorados para a “doença das cavernas”, denominada Histoplasmose, já que poderiam vir a adoecer pela exposição prolongada à local com alta carga fúngica de *Histoplasma capsulatum*. Isso porque os médicos sabiam que a caverna era um espaço úmido, fechado e habitado por morcegos, o que forma um ambiente ideal para a proliferação desse fungo.

Portanto, não é exagero dizer que a Maldição dos Fungos pode ser muito mais aterrorizante que a dos Faraós: você não precisa escavar nada... ela está bem mais pertinho de você... mas não se preocupe, podemos nos prevenir!!

Bom, e falando em coisas ruins dos fungos... os sapos e outros anfíbios também têm do que se queixar...



CAPÍTULO XVI

A Grande Peste Fúngica

Você provavelmente já ouviu falar da Peste Negra, não é mesmo?

Também conhecida como peste bubônica. Ela é considerada uma das maiores pandemias na história da humanidade. Causada por uma bactéria e transmitida a partir de pulgas e roedores infectados, ela foi responsável por cerca de 200 milhões de mortes na Europa e na Ásia durante a Idade Média.

Mas você sabia que a maior pandemia na história dos animais silvestres é causada por um fungo?

Pois é, isso mesmo que você leu.

O *Batrachochytrium dendrobatidis*, quitrídio ou *Bd* para os íntimos, é o causador da doença de anfíbios chamada de quitridiomiose. Esta é uma doença fácil de se transmitir: um animal pode ser infectado a partir do contato com a água contaminada ou com outro animal infectado. Isto permite com que o fungo entre em contato



com a pele de anfíbios, “tirando” sua defesa natural e atingindo seu organismo interno.

Com origem nas florestas da Ásia, o *Bd* se espalhou pelo mundo por volta de 50 a 120 anos atrás. E hoje em dia já é o culpado por causar a **extinção** de 90 e a morte de 501 espécies de anfíbios – principalmente rãs, sapos e salamandras.

Você consegue pensar em alguma explicação para isso ter ocorrido?

Esse acontecimento está conectado com a globalização e o comércio internacional. Isso porque o *Bd* vivia em harmonia com as espécies de anfíbios de sua região, uma vez que elas já estavam “acostumadas” com os ataques dele, e com isso, naturalmente imunizadas. Com o desmatamento e a venda de animais exóticos, esse fungo acabou achando outros lugares para morar onde os anfíbios ainda não estavam preparados para se defender. Assim, ele se tornou não só um invasor, mas também um problemão em várias partes do mundo, ameaçando a vida nativa de diversas espécies.

No Brasil, em torno de 50 espécies de anfíbios já foram atingidas. Um gênero com especial suscetibilidade é o de sapos *Ateolopus*, considerado pelos pesquisadores um dos mais afetados no mundo por este “fungo assassino de anfíbios”.



Já o sapos-cururu, outro gênero brasileiro, não perdeu a briga com o *Bd*! O porquê deles conseguirem resistir aos ataques deste inimigo, continua sendo um mistério para os cientistas. Quem sabe você pode ser o cientista a descobrir isso??!

Pesquisadores do mundo todo formaram uma liga para entender mais desse fungo e, assim, achar uma forma de proteger esses animais. O que eles já sabem é que proteger o meio-ambiente e não ajudar a venda de animais exóticos é o melhor remédio para essa pandemia e as próximas que virão.

Quem também tem do que se queixar quanto a problemas de relacionamento com um tipo de fungos são alguns insetos...



CAPÍTULO XVII

The Walking Fungi

Certamente você já ouviu falar de, ou até assistiu, uma série de zumbis chamada *The Walking Dead*. Se ainda não conhece, precisa saber que este programa de TV é baseado numa série de histórias em quadrinhos, escrita por Robert Kirkman, que acompanha um grupo de sobreviventes em busca de segurança longe dos mortos-vivos num mundo pós apocalíptico. Ao longo do seriado você descobre que todo esse drama começou por causa de um vírus, que se espalhou pelo planeta e infectou milhares de pessoas, que após morrerem voltam a vida sem nenhuma consciência e com um único propósito: comer carne fresca, especialmente humana. A única forma de realmente matar alguém na série é perfurar o cérebro desse indivíduo.

Parece absurdo, né?! Mas se eu te disser que esse autor e outros tantos que retratam zumbis, se inspiraram na natureza, e em fungo é claro, para estas produções artísticas, você acreditaria??

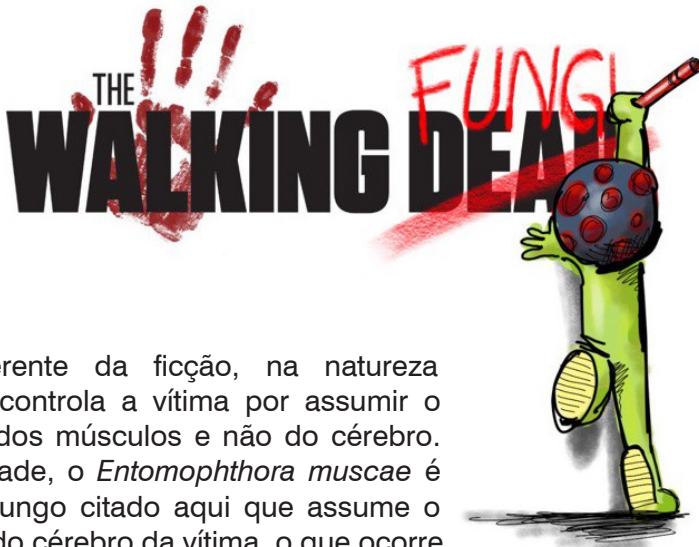
Apesar de substanciais diferenças, na natureza essa “invasão zumbi” já acontece há muito tempo. Felizmente, não com humanos (ainda). E não é causada por um vírus, bem pelo contrário, na vida real um dos responsáveis pela zumbificação é um fungo.

Na verdade, não apenas um. Existem mais de uma espécie que podem causar esse efeito zumbi nas vítimas: o gênero *Ophiocordyceps*, abrange fungos como *Entomophthora muscae* e *Massospora*, que agem como



‘zumbificantes’ em suas vítimas, as quais consistem em formigas, vespas, moscas e etc.

No geral, o *modus operandi* desses fungos é similar: infectam as vítimas por meio de esporos, se desenvolvem dentro do seu corpo, se alimentando de suas “entranhas”; comumente, primeiro da linfa – que constitui o que seria o sangue – para depois se espalharem para as células de gordura, até chegar aos músculos, sendo essa, majoritariamente, a última etapa de zumbificação.



Diferente da ficção, na natureza o fungo controla a vítima por assumir o controle dos músculos e não do cérebro. Na realidade, o *Entomophthora muscae* é o único fungo citado aqui que assume o controle do cérebro da vítima, o que ocorre em cerca de 48h após a infecção do inseto.

Mas eles não são maus, eles só buscam a sua sobrevivência. Eles infectam uma vítima por meio dos esporos, e, no momento que adquirem o controle de seus movimentos, forçam o inseto a sair da sua rota e ir até lugares mais altos. Depois que o inseto chega “nas alturas”, onde o vento sopra sem obstáculos, apresentando a capacidade de espalhar mais os seus esporos, o fungo faz com que o inseto se prenda no galho/folha e então dá origem a sua estrutura de reprodução, visualizada como uma espécie de antena que sai da cabeça do inseto, por onde jorra esporos no ar, os quais serão carregados pelo vento até que encontrem uma nova vítima para repetir o ciclo e garantir a sobrevivência da espécie.

Sabendo disso tudo, seriados como *The Walking Dead* se tornam até mais interessantes e muito mais assustadores, afinal de contas, a evolução continua ocorrendo de forma constante e esse fungo que, por enquanto, só afeta alguns insetos, pode vir a se tornar um problema para outras classes de seres vivos.

Alimentos, vegetais, anfíbios, insetos, vento, ar, umidade, floresta... e no ambiente aquático há fungos??



CAPÍTULO XVIII

Um mundo secreto no fundo do mar

Você já deve ter ouvido falar da grande diversidade que podemos encontrar no oceano, não é mesmo?!

Ainda assim, cientistas acreditam que grande parte desse imenso mundo aquático seja ainda inexplorado e desconhecido. Dentre os seres que conhecemos, estão diversas espécies de corais que, juntas, formam o que chamamos de recifes. Recifes de corais são estruturas que atraem algas, peixes, moluscos, caranguejos, estrelas-do-mar e até mesmo *fungos*. Assim, os corais se tornam uma espécie de casa para uma gigantesca biodiversidade que se relaciona com outros ecossistemas marítimos.

Podemos imaginar esses recifes representados como grandes cidades, em que cada coral torna-se um prédio cheio de moradores diferentes. Ali, o Zeca Camarão pode bater na porta da sua vizinha Beta Esponja e pedir uma xícara de algas para cozinhar o seu almoço. Enquanto isso, o Vovô Tartaruga faz uma parada na sua viagem e as bactérias e fitoplânctons que estavam no seu casco agradecem pela carona para sua nova casa. Todas essas relações e comunicação fazem dos recifes de corais uma sociedade rica e diversa, que sempre está em mudança. Um pouco como a nossa, não é mesmo?

 *Mas e os fungos? Como eles participam disso tudo?*

Bem, ainda pouco se sabe da função dos fungos nesse mundo incrível que é o fundo do oceano. Certamente eles trazem

muitos benefícios a partir das inúmeras capacidades e “poderes” que já nos referimos anteriormente.



Por outro lado, há mais de 40 anos, conhecemos também o “lado vilão” deles para essa comunidade.

Isso porque alguns fungos, como o *Aspergillus sydowii*, podem infectar os corais, danificando suas estruturas que antes ajudavam na alimentação e proteção da “cidade”. Como consequência, a doença leva à morte desses corais; e todos os outros seres vivos que moram ali acabam tendo que ir embora ou também encontrarão o seu fim.

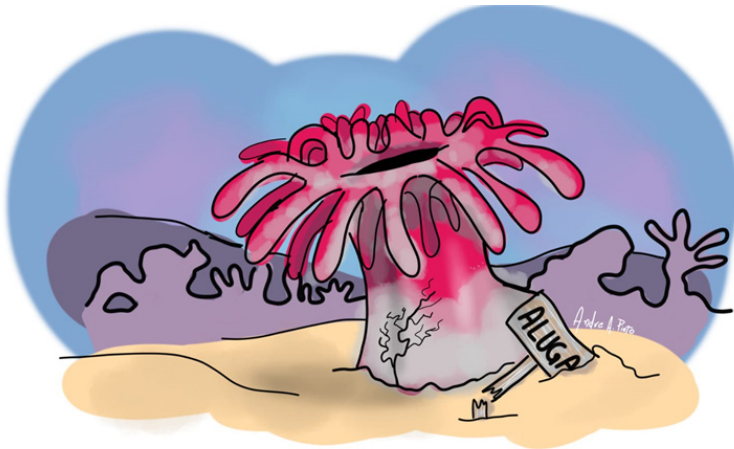
Mas espera aí, não pense que você escapa dessa encrenca!

Os fungos não são os “caras malvados” da história. Isso porque a presença deles é importante para que haja equilíbrio da biodiversidade e reciclagem de nutrientes.

A aspergilose e outras doenças de Corais só ocorrem por causa da “ajuda” da nossa gente, seres humanos, que causa poluição do planeta e aquecimento global. Isso porque acredita-se

que muitos desses fungos danosos tenham chegado ali a partir do nosso lixo e esgoto, despejados no mar sem nenhum tratamento. O aumento da temperatura do oceano junto de todos esses poluentes acaba “machucando” a vida marinha, o que a deixa frágil e predisposta a doenças.

Apesar disso, cientistas têm descoberto funções e usos espetaculares destes fungos. Por exemplo, está sendo estudado o uso de extratos marinhos para se fazer novos medicamentos antibacterianos.



Esses extratos foram retirados de fungos que vivem em esponjas, onde ajudam na nutrição e proteção em troca do “aluguel”. A investigação científica de microorganismos oceânicos é ainda pequena em comparação a outras espécies, e ainda há um vasto mundo a ser descoberto!

Se com o pouco que sabemos dos fungos marinhos já conseguimos alcançar um progresso na ciência, imagina o que iremos fazer e descobrir com mais recursos e pesquisas?

**Bom, e falando em poluição dos mares...
que tal usar fungos ao invés de petróleo
para algumas finalidades??**



CAPÍTULO XIX

A fantástica fábrica de brinquedos

Se você entrar numa loja de brinquedos, com certeza verá muito – *mas muitoooo* – plástico. Em 1907, foi inventado o plástico como o conhecemos agora: um material resistente e barato feito a partir do petróleo.

Essa fonte de matéria-prima, o petróleo, como você já deve saber, traz muitas consequências para o meio-ambiente. Para começar, é um composto finito, ou seja, se acabar não temos como produzir mais (não-renovável). Isso porque ele é resultado de um processo de transformação que leva milhões de anos e depende de fatores ambientais específicos. Além do mais, é um produto de lenta decomposição, muito, mas muito lenta, o primeiro plástico produzido ainda existe, o que leva a uma grande poluição da natureza e do ar atmosférico, com gases que impactam no efeito estufa quando queimado.

Os cientistas, que não são bobos, estão buscando alternativas menos prejudiciais ao planeta para substituir o uso do petróleo. E aí que entra quem??? Quem??? O **fungo** nessa história!

Descobriu-se que podemos produzir plástico a partir da fermentação de materiais renováveis por fungos como o *Aspergillus terreus*. Isso mesmo, a fermentação do amido por este fungo gera ácido itacônico, o qual é usado na indústria para a produção de polímeros, e conseqüentemente do intitulado Bioplástico, que nada mais é que o plástico de fontes renováveis. Muitos dos bioplásticos já são biodegradáveis, e o objetivo é que um dia todos eles sejam ecologicamente corretos.

Poxa, se esse tal de bioplástico faz tão menos mal, então é só ele que usamos hoje em dia, correto?

Infelizmente, não.

O plástico tradicional é muito mais barato para se produzir, o que acaba fazendo com que as empresas prefiram-no. Mesmo assim, os bioplásticos são usados em várias indústrias e podem ser encontrados em carros, pneus, tintas, borrachas e, agora, até mesmo em brinquedos.

Uma empresa de brinquedos muito famosa que já usa essa fonte renovável é a Lego, que em 2018 lançou uma coleção de peças botânicas cujo slogan era “Plantas feitas de plantas”. Esse lançamento marcou o comprometimento da companhia em buscar com que seus produtos sejam feitos com materiais renováveis e em investir na pesquisa para que esse objetivo seja alcançado.

Em junho de 2021, a Lego divulgou seu primeiro protótipo de um bloco de bioplástico e prometeu investir cerca de 400 milhões de euros em sustentabilidade ambiental.

Os fungos, portanto, fazem parte dessa importante evolução na indústria mundial e permitem a criação de um substituto renovável e eficiente para o petróleo.



Importante ter em mente que o custo alto de produção é só no início, e que os benefícios a longo prazo levarão a uma grande economia para as indústrias e principalmente para o meio ambiente.

Quem sabe assim no futuro poderemos brincar com a natureza e a mente limpas?

Esse contexto da sustentabilidade, felizmente, está tomando uma proporção bem legal!! E, os fungos, estão sendo mais uma vez nossos grandes aliados em favor do ambiente... acho que eles estão merecendo tapete vermelho não?!



CAPÍTULO XX

O diabo veste fungos

Você já pensou como é produzida a roupa que você veste?

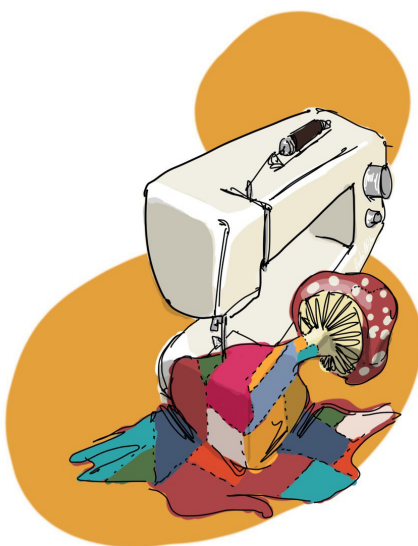
Qual é o seu tecido, como é feita a sua estampa, como ela é moldada para refletir a sua personalidade?

Não?! Bom, tem muita gente que pensa em todos esses detalhes, e ainda bem, pois assim temos uma infinidade de opções para escolher quando chega a nossa vez de tomar a decisão, certo?!

Uma das coisas ruins em relação a esse tanto de diferentes modelos, tecidos e cores é a poluição ambiental que é gerada. Para colorir um tecido, por exemplo, usam-se diversos corantes que não conseguem se fixar inteiramente nas roupas e acabam sendo escoados para os rios e lagos, próximo as indústrias responsáveis por este processo.

Falando nisso, esses rios e lagos sempre foram ótimos candidatos para se usar a biorremediação, que estudamos agora há pouco, tá lembrado?

Acontece que tem um filo de fungos chamados *Basidiomicetos* que possui uma característica muito atrativa para a indústria. Com mais de 2.500 espécies conhecidas, essa classe é muito utilizada na biorremediação de efluentes têxteis pela sua capacidade de degradar lignina. Essa molécula está presente na composição química de diversos corantes e, ao ser degradada, a cor, - que antes era vibrante - torna-se des-



botada e opaca e o corante deixa de ser tóxico para o ambiente.

Sabendo disso, acho que você já imagina o que vem por aí, não é mesmo?

Bom, os pesquisadores da indústria têxtil resolveram testar os fungos nos seus produtos. Começaram a colocar peças jeans, coradas de azul, em contato com esses fungos, o que resultou em uma descoloração delimitada na região onde eles tinham colocado os *Basidiomicetos*. E o melhor de tudo, sem desgastar o tecido. Essa descoberta foi uma revolução para a indústria têxtil, que foi capaz de variar ainda mais os modelos ofertados aos consumidores e sem prejudicar o meio ambiente.

Olha aí para sua calça ou para a do seu colega!

Se tem algumas regiões mais claras que as outras, uns rajados que deixam a roupa super estilosa é aos fungos que devemos agradecer!!!

E, não para por aí!

A presença dos fungos no mundo da moda está cada vez mais forte. Na Paris Fashion Week de 2021 eles foram uma tendência trazida por diversos estilistas que incorporaram fungos e cogumelos em suas criações, fazendo referência às cores, formatos e estruturas desses seres.

**Você acha que é só isso?
Claro que não, mon amour.**

Nessa mesma semana de moda, na Paris Fashion Week 2021, os fungos tiveram um terreno ainda mais fértil para crescer. Nos foi apresentado um tecido totalmente novo e inteiramente feito a partir de fungos.



O Mylo é um tecido vegano, que utiliza na sua composição o micélio, que como já vimos antes é o conjunto de filamentos que compõem um cogumelo ou um fungo filamentoso. A partir desses filamentos montam-se placas têxteis, que simulam o couro e são bastante resistentes, sendo usadas para confecção de trajes e acessórios diversos.

Bom, agora só nos resta falar uma coisa então: “Luz na passarela, que lá vem os fungos!”

Por falar em “luz na passarela”... temos fungos bem famosos no mundo artístico, incluindo o cinematográfico, há anos... uns que fizeram e seguem fazendo parte do imaginário de muitas crianças e de distintas gerações... algum palpite?!



CAPÍTULO XXI

O Fungi é pop

Você já viu por aí o famoso cogumelo vermelho com bolinhas brancas?

Talvez ao vivo não, mas certamente reconhece ele de desenhos, fotos, filmes e videogames.

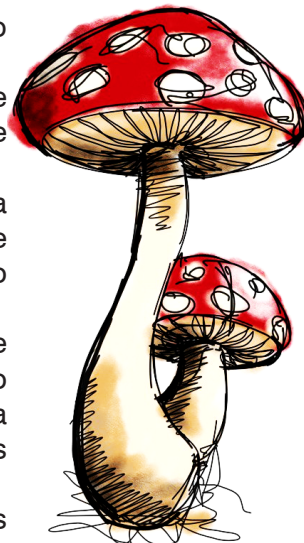
Os fungos estão tão presentes na cultura popular que qualquer criança consegue facilmente imaginar um cogumelo, mesmo sem nunca ter visto um de verdade.

Por exemplo, no jogo de videogame Super Mario Bros, você lembra como o personagem principal ganha poderes para aumentar de tamanho??? Comendo os fungos (cogumelos).

O mais interessante é que os cogumelos vermelhos e brancos do jogo representam uma espécie que verdadeiramente tem esse poder... Como assim??!!

A *Amanita muscaria* (nome científico desse fungo) é um cogumelo alucinógeno!! Ou seja, quando uma pessoa ingere ele, acaba intoxicada por substâncias, as toxinas, que são um tipo de veneno, como ácido ibotênico e muscimol, contidas na “carne” desse cogumelo, que tem ação sobre nosso cérebro (sistema nervoso central).

Os efeitos dessas toxinas variam muito dependendo da quantidade ingerida e de como ocorreu a ingestão, e podem causar distorções espaciais, levando a sensação de aumento ou diminuição de tamanho com relação a outros objetos e imagens, confusão mental e inúmeros outros efeitos.



Outra famosa história da cultura pop que utiliza esse cogumelo na trama é o livro “Alice no País das Maravilhas”, escrito por Lewis Carroll e que, posteriormente, tornou-se também um filme.

Você consegue se lembrar o que acontece com a Alice quando ela come o cogumelo?

Ela muda de tamanho, mais ou menos como o Mario Bros, que falamos agora a pouco. E, em Alice, os cogumelos estão ainda mais presentes. A grande lagarta, Absolém, aparece, pela primeira vez na história repousando toda pomposa em cima de cogumelos gigantes. Esse é mais um exemplo do uso dos fungos para criar um clima mágico na história.

Ainda na turma dos livros, temos “Anna Karenina” de Tolstói. Nesse clássico romance russo, coletar cogumelos é uma atividade prazerosa e que um dos personagens realiza desde criança. Porém, aqui os cogumelos não causam efeitos alucinógenos e nem mágicos, apenas agradam ao paladar.

Bom, a lista das aparições dos cogumelos ainda é grande e para finalizar esse assunto, lembramos dos pequenos seres azuis que moram num vilarejo com casas de cogumelos.

Sim... os Smurfs!

Na Vila Smurf, os fungos são usados como moradia e variam em cores e tamanhos, criando um clima fantástico e alegre para o vilarejo.

O papel dos cogumelos para os Smurfs é tão grande que, no primeiro longa-metragem, foi escolhida uma pequena cidade na Espanha, chamada Juzcar, para



gravação do filme. A cidade foi inteira pintada de azul e a escolha da locação foi justamente porque lá, veja só você, cresciam muitos cogumelos.

Toda essa magia me fez lembrar de uma data “mágica” do ano... o Natal!! Tá, mas e os fungos?? Que tem com isso??



CAPÍTULO XXII

Fungos e a simbologia do Natal

É natal *trá lá lá*
Luzinhas a brilhar
Cogumelos para enfeitar
Papai Noel já vai chegar....

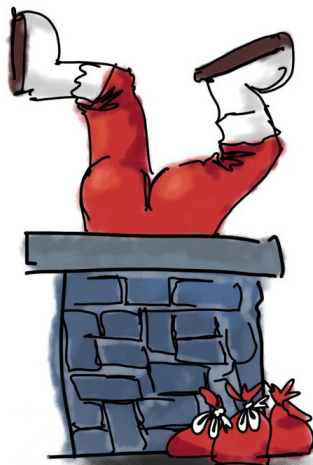
O que? Como assim? Cogumelos para enfeitar?

Pois é! Você acredita que muitas das nossas tradições de natal se originaram de nada mais nada menos, que de um fungo!?!?!

Bom, vamos por partes, né, que essa história parece muito mirabolante para fazer sentido, mas ela faz!

A mesma espécie de cogumelo mágico que falamos no capítulo anterior (*Amanita muscaria*) é um cogumelo relativamente grande, com coloração vermelho com bolinhas brancas como você já sabe. Mas vamos dar sequência... Eles vivem e crescem associados às raízes dos pinheiros, principalmente na fria região da Sibéria nos meses de outono e inverno.

Lembram que esse cogumelo é “mágico”? Quando fresco é tóxico, mas depois de seco, ele passa a ter “propriedades medicinais”, culinárias e principalmente psicoativas, ou seja, que causam uma sensação de calor e euforia em quem consome, sem levar a danos maiores. Tá, e aí?!



Na Sibéria, assim como em outros lugares do mundo, existem os Xamãs, que são sacerdotes tribais que utilizam meios mágicos para curar males e doenças, dar conselhos, encontrar objetos perdidos, entre outras coisas. O Xamã é uma figura muito respeitada em toda comunidade, já que ele serve ao seu coletivo objetivando o seu bem e união.

Antigamente, nos meses que precediam o rigoroso inverno siberiano, esses Xamãs se dirigiam à floresta para colher cogumelos *Amanita muscaria*. Até a chegada do Solstício de Inverno, esses sacerdotes manipulavam os cogumelos tornando-os comestíveis; então, na noite do solstício (21 de dezembro), eles vestiam-se de vermelho e branco e saíam distribuindo saquinhos enfeitados, cheios de cogumelos secos para que as famílias comessem e conseguissem se aquecer e sobreviver ao frio intenso. Como o inverno na Sibéria é bastante rigoroso, muitas vezes as casas ficavam cobertas de neve, e a única forma de entrar, era pela chaminé.



Hhhmm, uma pessoa idosa, de vermelho e branco, distribuindo presentes pela chaminé... tá lembrando muito alguém, não está?

Bom, bora continuar que tem mais caroco nesse angu!

Lembra que eu falei lá atrás que, quando frescos, esses cogumelos são tóxicos? Pois é! Mas os xamãs eram muito espertos

e tinham duas técnicas para fazer com que esses cogumelos ficassem prontos para consumo, sem a perigosa toxicidade.

A primeira técnica era cortar uma árvore de pinheiro, ou uma parte dela, levar para dentro de casa e pendurar todos os cogumelos nos galhos do pinheiro e deixar lá por dias. A cena era muito bonita, pois os cogumelos pendurados no pinheiro faziam ele parecer todo enfeitado e festivo. A segunda técnica era até um pouco mais fácil. Os Xamãs penduravam meias, ou sacos de pano, na cornija das lareiras e fogões a lenha, e enchiam essas meias de cogumelos, deixando-os secar com o calor do fogo.

Ok, tá bom, até aqui nós temos muitas semelhanças.

As roupas dos Xamãs explicam as cores usadas pelo nosso atual Papai Noel, assim como a entrada pela chaminé relaciona-se com as portas das casas bloqueadas pelas camadas de neve. Os presentes embaixo da árvore de Natal representam os cogumelos que eram colhidos junto às raízes das árvores. O pinheiro enfeitado e as meias na lareira fazem referência ao modo de secar os cogumelos e com isso transformar seu “veneno” em “poções de calor e euforia” - um presente para um inverno rigoroso!

É, faz sentido, mas falta uma coisa nessa história, que perambula por qualquer imaginário natalino. O que explica as renas voadoras e a rena de nariz vermelho do papai noel?



Aaah sim, já ia me esquecendo.

Essa parte chega até a ser engraçada.

Recorda que eu falei que o cogumelo tem propriedades psicoativas? Então, uma delas é a alucinógena (lembra do capítulo do fungo pop no tapete vermelho?). Logo, acredita-se que as ‘renas voadoras’ foram produzidas pela imaginação de quem consumia os cogumelos. E não para por aí...

Não eram só os humanos que gostavam de comer os cogumelos *Amanita muscaria*, esse fungo também era muito procurado pelas renas da região. O Rudolph, que é a rena voadora de nariz vermelho do Papai Noel, é basicamente uma rena desastrada que ficou com um cogumelo preso no focinho, deixando-o com o nariz vermelho e em formato de cogumelo.

Saindo do imaginário, alucinógeno e de toda essa magia e retornando ao mundo real e ao nosso carnal: o corpo humano e os fungos...



CAPÍTULO XXIII

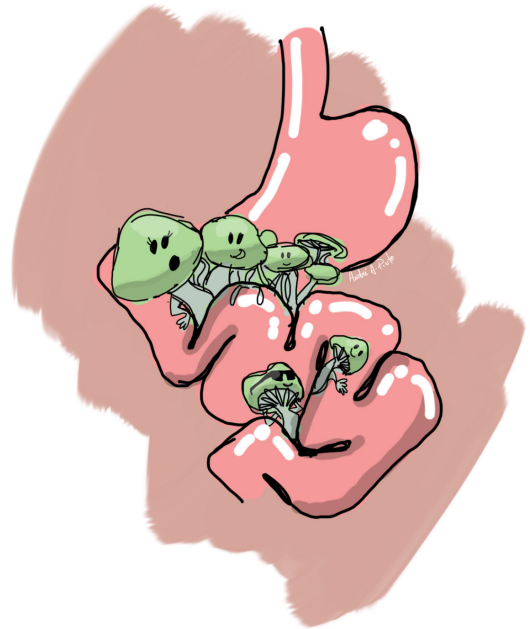
Tem um fungo embaixo do meu umbigo!

Você já ouviu falar de Microbiota Humana?

Microbiota é o termo usado para descrever todos os microorganismos que fazem parte de forma natural do nosso corpo. A ciência tem pesquisado há décadas os efeitos que esses seres exercem no organismo humano, dando muito foco para as bactérias. Assim é que se descobriu que precisamos dessas pequenas comunidades para termos saúde, já que elas liberam muitas substâncias positivas para nós!

O que pode ser que você não saiba, é que as bactérias não estão sozinhas, elas dividem seu espaço com ELES, os fungos!

Dentro dessa MICRObiota, temos uma divisão chamada MICObiota – que nada mais é que o conjunto dos fungos que vivem em nós. Essas comunidades fúngicas que eram até pouco tempo atrás pouco conhecidas, tornaram-se recentemente protagonistas de diversas pesquisas. Como resultado, agora sabemos que a MICObiota é muito importante para a imunidade e equilíbrio do nosso organismo e que, quando danificada, pode piorar e até mesmo causar doenças. Além de “dialogar” com o corpo humano, sabe-se que esses fungos se



comunicam e fazem trocas com bactérias – etapa essencial para a sobrevivência dos dois.

Um exemplo do uso dessas descobertas é a investigação de tratamento para diversas doenças, como o Alzheimer, a doença de Crohn, a obesidade e até mesmo a Hipertensão.

Para você ter uma ideia, está sendo estudado até mesmo o transplante de fezes (isso mesmo, de cocô!) para ajudar pacientes com níveis baixos ou altos demais de fungos e outros microrganismos da microbiota.

Mas como nós obtemos naturalmente essa nossa MICObiota?

Bem, a gente “consegue” ela pelo contato com partes do corpo da nossa mãe, desde o primeiro momento de nosso nascimento... Cientistas têm estudado, inclusive, como essa carga inicial define a nossa saúde para o resto de nossas vidas! Pelo contato com o ambiente e tudo ao nosso redor; e ao longo da nossa vida essa comunidade microbiana vai se formando, se equilibrando, se adaptando e se re-adaptando aos nossos hábitos alimentícios, de higiene, etc.. Grande parte desses nossos companheiros moram no nosso intestino, então, para colocá-la para dentro, temos que ingeri-los, outros muitos moram na nossa pele e nas nossas mucosas (boca, nariz, etc), e alguns outros moram até nos nossos pulmões.

Outra forma de enriquecermos nossa Micobiota é pela nossa alimentação. Você já deve ter ouvido falar que: “somos o que comemos”...

Como já sabemos, os fungos fazem parte importante da indústria alimentícia, facilitando, compondo e enriquecendo nossos pratos. Um exemplo é a levedura *Saccharomyces cerevisiae*, que você já ouviu falar aqui nos textos anteriores, como no capítulo sobre os **Fungos na indústria alimentícia!**

Estudos comprovaram que “comer” essa levedura, seja em alimentos fermentados ou como pó puro (forma conhecida popularmente como levedura nutricional), aumenta a imunidade e ajuda os nossos anticorpos a proteger nosso corpo. Além disso, ela con-

segue diminuir a inflamação, a gordura e o açúcar no nosso sangue – o que ajuda no controle de diversas doenças. Bem, a lista de coisas boas que ela proporciona é enorme.

Mas não se preocupe! Você não tem que comer nada específico para ficar com uma microbiota forte. Basta ter uma alimentação colorida, equilibrada e variada, cheia de verduras, frutas e legumes, que você conseguirá todos esses fungos amigos.

Tudo isso que a gente agora sabe é ainda muito pouco perto do que poderemos saber um dia. Os estudos dessa área estão apenas iniciando e tem muito trabalho e muitas descobertas pela frente.

Talvez a cura do câncer esteja nesses pequenos fungos que vivem dentro de nós!

E, quem sabe, você é que irá se tornar o pesquisador /cientista a descobri-la.



Muitas outras curiosidades sobre fungos e suas inúmeras relações e implicações ainda estão para ser descobertas, mas uma coisa é certa....



CAPÍTULO XXIV

Do fungo viestes e pelo fungo retornarás

Você já viu que os fungos participaram da origem da vida, mas sabia que eles também participam do seu fim?

Certas doenças são causadas por fungos e são consideradas graves, podendo levar à morte, como as micoses sistêmicas e oportunistas, que afetam nossos pulmões e até nosso cérebro. Mas o papel dos fungos neste nosso capítulo final não está relacionado a isso (esse é um assunto de outro livro que estamos elaborando...).

Lembra que falamos durante o livro sobre a importância dos fungos como recicladores naturais que decompõem a matéria orgânica presente em plantas e animais mortos, devolvendo nutrientes “fresquinhos” ao solo; e também da sua implicação como “ferramenta” para despoluição de ambientes (biorremediação)?! É por aí que vamos...

Recentemente uma área da tanatologia, a ciência que estuda a morte, tem ganhado destaque com novas publicações e estudos científicos, ela é a Micologia Forense.

A Micologia Forense consiste em analisar a presença de fungos em cadáveres para descobrir informações a respeito das circunstâncias da morte daquele indivíduo. As espécies de fungos possuem características próprias, como tempo, temperatura e luminosidade ideais para o seu crescimento. Com isso em mente, a identificação de uma determinada espécie em um corpo pode fornecer dados importantes para resolução de casos investigativos.

Um exemplo desse uso dos fungos foi relatado em um estudo de caso publicado em 2006. O documento traz detalhes da “operação” montada para uma investigação. Acontece que um corpo foi encontrado no fundo de um poço de 6m de profundidade... Tratava-se de um senhor de 76 anos que tinha sido visto pela

última vez há 12 dias. Reunindo todas as informações conhecidas e analisando o crescimento de fungos como *Penicillium sp.* e *Aspergillus terreus*, presentes no corpo já sem vida do idoso, os investigadores conseguiram concluir que o homem havia morrido há cerca de 10 dias. Isso tudo baseado nas características de cada fungo, como ritmo de crescimento, temperatura ideal, entre outras peculiaridades.

Poxa, depois de tudo isso deu para perceber que os fungos não são só importantes, mas essenciais, tanto à vida quanto à morte.

No fim da vida das plantas, os fungos têm papel de destaque, decompondo lignina e celulose, que são componentes importantes das células vegetais. E, quem você acha que será um dos grandes responsáveis por decompor nosso corpo gerando energia para novas outras vidas quando chegar a hora da nossa morte????

Então...

De certa forma podemos dizer que tudo acaba em fungos!



Encerramento

Caro leitor, assim chegamos ao final do nosso livro. Foi um imenso prazer para nós dividir esse tempo de leitura com você. Esperamos que você tenha aprendido, tenha ficado intrigado, tenha se distraído, tenha ficado curioso e, porque não, furioso também. Mas esperamos, acima de tudo, que você tenha se divertido! Nós acreditamos que a melhor forma de aprender sobre um assunto é quando nos divertimos e nos enxergamos nele, por isso nosso livro é cheio de desenhos e nossos mascotes são seres humanóides, ou seja, similares a nós, humanos.

Humano, o que é ser humano? Já que há pouco aprendemos que somos tão parecidos com os fungos. A chave que nos diferencia está nessa mesma sentença - aprendemos! Essa vontade de saber, de sanar nossas dúvidas, de buscar o novo, enfim... de aprender, é o que permite nos diferenciar de tantos outros habitantes desse nosso planeta.

Por aprendermos, cabe a nós a responsabilidade de valorizar, apreciar e proteger a vida das diversas unidades biológicas que convivem conosco. E é apenas por meio da educação e do conhecimento que seremos capazes de garantir um futuro sustentável para o nosso planeta.

Hoje, nós ficamos contentes por você ter realizado conosco essa jornada de conhecimento pela Micologia, e te desejamos um terreno fértil, cheio de micélios, conídios e esporos, para crescer e desenvolver suas capacidades e habilidades na caminhada científica.

 *“Até mesmo a menor das criaturas pode mudar o rumo do mundo” - J.R.R. Tolkien*

Com carinho, os autores.

Bibliografia

ABREU et al. Fungos de Interesse: Aplicações biotecnológicas. **Uningá Review**, V.21, n.1, pp.55-59 (Jan – Mar 2015), ISSN online 2178-2571 < https://www.mastereditora.com.br/periodico/20150101_115351.pdf>

AFFINI, Marcelo; LUCÍRIO, Ivonete D. Os fungos invadem as fábricas - **Super Interessante** - Ciência, publicado em fevereiro de 1992, atualizado em outubro de 2016, disponível em: < <https://super.abril.com.br/ciencia/os-fungos-invadem-as-fabricas/> >

Associação Nacional de Produtores de Cogumelos (ANPC). **O Setor de Cogumelos** - Cogumelos. São José dos Pinhais - PR. Disponível em: <<https://www.anpccogumelos.org/cogumelos>>

BARANYI, Lucas. Fungo zumbi transforma moscas em escravas. **Super Interessante**, 2018. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/fungo-zumbi-transforma-moscas-em-escravas/>>

BHALLA, D.K., WARHEIT, D.B. **Biological agents with potential for misuse: a historical perspective and defensive measures**. Department of Fundamental and Applied Sciences. Haskell Laboratory for Health and Environmental Sciences, Newark, DE, USA; doi:10.1016/j.taap.2004.03.009

BRITO, Sabrina, Fome de mudança: a vez dos hambúrgueres feitos a partir de fungos, **Veja Gastronomia**, disponível em: <https://veja.abril.com.br/gastronomia/fome-de-mudanca-a-vez-dos-hamburgueres-feitos-a-partir-de-fungos/>

BROTMAN, Y.; GUPTA, K.J.; VITERBO, A. Trichoderma. **Current Biology**, v.20, p.R390-R391, 2010.

CASADEVALL, A. (2012) **Fungi and the Rise of Mammals**. PLoS Pathog 8(8): e1002808. <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1002808>

CASTRO, Paula D. Cientistas desvendam origem de fungo letal causador de extinção de anfíbios. **Jornal da Unicamp**, 2018. Disponível em: <<https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2018/05/11/cientistas-desvendam-origem-de-fungo-letal-causador-de-extincao-de-anfibios>>

CHIN et al. **Mycobiome in the Gut: A Multiperspective Review. Mediators of inflammation**, 2020, 9560684. <https://doi.org/10.1155/2020/9560684>

Centre National de la Recherche Scientifique. A plant-fungi partnership at the origin of terrestrial vegetation. **ScienceDaily**. ScienceDaily, 20 May 2021. <www.sciencedaily.com/releases/2021/05/210520145357.htm>

COLLA, L. M. et al. Isolation and screening of fungi to bioremediation from triazine herbicide contaminated soil - Ciênc. agrotec., **Lavras**, v. 32, n. 3, p. 809-813, maio/jun., 2008 < <https://www.scielo.br/j/cagro/a/6HwWJMHmjhC3hDynPBjHxtL/?format=pdf&lang=pt> >

CROCQ, Marc-Antoine - **Historical and cultural aspects of man's relationship with addictive drugs**. Dialogues Clin Neurosci. DOI: 10.31887/DCNS.2007.9.4/macrocq

DADACHOVA, E., & CASADEVALL, A. Ionizing radiation: how fungi cope, adapt, and exploit with the help of melanin. **Current Opinion in Microbiology**, (2008), 11:525–531. doi:10.1016/j.mib.2008.09.013

DETLINGER, Jennifer. Aldeia espanhola de Júzcar perde direito de ser cidade dos Smurfs. **Casa Abril**, 2017. Disponível em: <<https://casa.abril.com.br/ambientes/aldeia-espanhola-de-juzcar-perde-direito-de-ser-cidade-dos-smurfs/> >

DINIZ, Gisele de Fatima Dias. **Emprego de Fungos na Descoloração e Redução da Toxicidade de corantes têxteis**. Engenharia Agrônômica, Universidade Federal de São João Del Rei - Sete Lagoas 2015 <<https://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/ceagr/TCC%202015%201/EMPREGO%20DE%20FUNGOS%20NA%20DESCOLORACAO%20E%20REDUCAO%20DA%20TOXICIDADE%20DE%20CORANTES%20TEXTEIS-%20Gisele%20de%20Fatima%20Dias%20Diniz.pdf>>

DOMICIANO, F.; LOSNAK, G. Primeiro Censo Paulista de Cogumelos Comestíveis e Medicinais é realizado em São Paulo. **Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios**. São Paulo, 2016. Disponível em <<http://www.apta.sp.gov.br/noticias/primeiro-censo-paulista-de-cogumelos-comestveis-e-medicinais-realizado-em-so-paulo>>

ELASSAR, Alan. Cigarras zumbis: fungo controla mente de insetos e os obriga a infectar outros. **CNN Brasil**, 2020. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/2020/08/04/cigarras-zumbis-fungo-controla-mente-de-insetos-e-os-obriga-a-infectar-outros>>

EMBRAPA. Curso Sobre Cultivo de Cogumelos Comestíveis e Medicinais 53ª Edição. **Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia**. Brasília, 2019.

Disponível em: <<https://www.embrapa.br/recursos-geneticos-e-biotecnologia/curso-de-cogumelos>>

FIELD, Katie. **Complex life may only exist because of millions of years of groundwork by ancient fungi, The Conversation.** University of Leeds. 2019. Disponível em: <<https://theconversation.com/complex-life-may-only-exist-because-of-millions-of-years-of-groundwork-by-ancient-fungi-117526>>

FIORATTI, Carolina. Fungo que evoluiu em Chernobyl é testado como escudo de radiação na Estação Espacial Internacional. **Super Interessante** - Ciência, disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/fungo-que-evoluiu-em-chernobyl-e-testado-como-escudo-de-radiacao-na-estacao-espacial-internacional/>>

FLEMING, Nic. Plantas se comunicam e “brigam” usando “internet de fungos”. **BBC Earth**, 2014. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/noticias/2014/11/141128_vert_earth_internet_natural_dg>.

FUNGIPEDIA - Associação Micológica. **Amanita phalloides.** Fungipedia. Disponível em: <<https://pt.fungipedia.org/cogumelos/amanita-phalloides.html>>

GERMANO, Felipe. Last of Us: zumbis são inspirados em fungo real que existe no Brasil. **TiltUOL**, 2020. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2020/04/12/last-of-us-zumbis-sao-inspirados-em-fungo-real-que-existe-no-brasil.htm>>.

GREEN POWER. **Amanita muscaria:** Origem entrógena do Natal. 2016. Disponível em: <<https://greenpower.net.br/blog/amanita-muscaria-e-a-origem-enteogena-do-natal/>>.

GREENRING, t.. 19 Things You Probably Didn't Know About Super Mario Bros. **Buzzfeed**, 2013. Disponível em: <<https://www.buzzfeednews.com/article/awesomer/things-you-probably-didnt-know-about-super-mario-bros>>.

GROSSMANN, Cesar. Cogumelos mágicos podem explicar Papai Noel e suas renas voadoras. **Hypescience**, 2013. Disponível em: <<https://hypescience.com/cogumelos-magicos-podem-explicar-papai-noel-e-suas-renas-voadoras/>>

HITOSUGI, M. et al. Fungi can be a useful forensic tool. **Leg. Med.**,Tokyo,, v. 8, n. 4, p. 240-242, 2006

LEGO. **The LEGO Group reveals first prototype LEGO® brick made from recycled plastic.** Disponível em: <<https://www.lego.com/en-us/aboutus/news/2021/june/prototype-lego-brick-recycled-plastic>>

ICRC - **Chemical and biological weapons** - Comitê Internacional da Cruz Vermelha, disponível em: <<https://www.icrc.org/en/document/chemical-biological-weapons>>

INATURALIST. **Lactarius rufulus**, 2012. Disponível em: <<https://www.inaturalist.org/taxa/127216-Lactarius-rufulus>>

IWASHITA, Shoichi. As trufas brancas de Alba: quanto custa, de onde vêm, como comer e com o que tomar? **Simonde**. Disponível em: <simonde.com.br/trufas-brancas-de-alba-quanto-custa-preco-harmonizacao-vinhos-tartufo-bianco/>

KUENZ, A; Krull S. Biotechnological production of itaconic acid-things you have to know. **Appl Microbiol Biotechnol**. 2018 May;102(9):3901-3914. doi: 10.1007/s00253-018-8895-7. Epub 2018 Mar 13. PMID: 29536145

LABORATÓRIO TIEZZI. **Micologia**. Disponível em: <<https://www.laboratoriotiezzi.com.br/micologia/>>

LE CAMPION-ALSUMARD, T.; GOLUBIC, S.; PRIESS, K. Fungi in corals: symbiosis or disease? Interaction between polyps and fungi causes pearl-like skeleton biomineralization. **Marine Ecology Progress Series**, p. 137-147, 1995

LUCON, Cleusa M. M. **Trichoderma**: o que é, para que serve e como usar corretamente na lavoura. Instituto Biológico do Estado de São Paulo: São Paulo, 2014. ISBN 978-85-88694-12-5

M.K., Jacobs. **The history of biologic warfare and bioterrorism**. Department of Dermatology, University of Alabama at Birmingham School of Medicine, 2016 doi:10.1016/j.det.2004.03.008

MEDINA, Jorge et. al. Influence of saprophytic fungi and inorganic additives on enzyme activities and chemical properties of the biodegradation process of wheat straw for the production of organo-mineral amendments. **Journal of Environmental Management**. Volume 255, 1 February 2020, 109922. DOI: 10.1016/j.jenvman.2019.109922

MICHELOT, Didier; MELENDEZ, Leda. Amanita muscaria: chemistry, biology, toxicology, and ethnomycology. **The British Mycological Society**. DOI: 10.1017/S0953756203007305

MOORE, David. **Fungal biology in the origin and emergence of life**. 2013. 10.1017/CBO9781139524049

NATIONAL GEOGRAPHIC. **Fungo destruidor de insetos transforma moscas em zumbi**. 2018. Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/video/tv/fungo-destruidor-de-insetos-transforma-moscas-em-zumbis>>

OLIVEIRA, Sabrina Dias de. **Emprego de Fungos Filamentosos na Biorremediação de Solos Contaminados por Petróleo**. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2008. 67p.

(Série Tecnologia Ambiental, 45). Disponível em: < <http://mineralis.cetem.gov.br/bitstream/cetem/324/1/sta-45.pdf>>

PAULINO, GVB, Félix, CR, Landell, MF. Diversity of filamentous fungi associated with coral and sponges in coastal reefs of northeast Brazil. **J Basic Microbiol.** 2020; 60: 103– 111. Disponível em: <<https://doi-org.ez40.periodicos.capes.gov.br/10.1002/jobm.201900394>>

PEDREIRA, Isabela. Fungos parasitas transformam formigas em zumbis. **G1**, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/noticia/fungos-parasitas-transformam-formigas-em-zumbis.ghtml>>

PEREIRA, Aline Ramalho Brandão et al. Biodegradação de Corantes e Efluentes Têxteis por Fungos. **HOLOS Environment**, v.10 n.2, 2010. P. 166 ISSN:1519-8634 Disponível em: < <https://www.cea-unesp.org.br/holos/article/view/2156/3762>>

POSSO, Dario González. O Fungo da Discórdia. **Folha de São Paulo**, 2001. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe3012200101.htm>>

PROFISSÃO BIOTEC. **Rede biológica de comunicação**: a interação de fungos e plantas na agricultura sustentável, 2020. Disponível em: <<https://profissaobiotec.com.br/rede-biologica-comunicacao/>>

RAGHUKUMAR C, Ravindran J. Fungi and their role in corals and coral reef ecosystems. **Prog Mol Subcell Biol.** 2012;53:89-113. doi: 10.1007/978-3-642-23342-5_5. PMID: 22222828

REID, G. et al. Mucormycosis. **Semin Respir Crit Care Med**, 2020. DOI: 10.1055/s-0039-3401992

ROCHA, Letícia. Trufas, o que são e por que são tão caras (os fungos, não os chocolates)? **Segredos do Mundo**, 2019. Disponível em: <<https://segredosdomundo.r7.com/trufas/>>

ROSÁRIO, Mariana. O avesso do mofo: cogumelos viram tendência na moda. **Revista Veja**, Junho de 2021, edição nº 2743 <<https://veja.abril.com.br/cultura/o-avesso-do-mofo-cogumelos-viram-tendencia-na-moda/>>

SALVI, Marina Bianchini de. **Fungos basidiomicetos em biorremediação**. Programa de Pós Graduação em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente. Instituto de Botânica de São Paulo. São Paulo, 2011. Disponível em: <http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/pgibt/2013/04/Fungos_basidiomicetos_em_biorremediacao_Marina_Bianchini.pdf>

SANTOS, Vanessa S. Fungos: características e importâncias dos fungos. **Biologia Net**, 2018. Disponível em: <<https://www.biologianet.com/biodiversidade/fungos.htm>>

SCHEELE, B. C. et al. Amphibian fungal panzootic causes catastrophic and ongoing loss of biodiversity. **Science**. 29 mar. 2019

SEED PC. The human mycobiome. **Cold Spring Harb Perspect Med**, 2014; 5(5):a019810. DOI 10.1101/cshperspect.a019810

SHELDRAKE Melin. **A trama da vida: Como os fungos constroem o mundo**. 2021. Link para matéria: <https://www.nexojournal.com.br/estante/trechos/2021/10/29/%E2%80%98A-trama-da-vida%E2%80%99-a-import%C3%A2ncia-dos-fungos-no-mundo>

SINGHAL, Somya et. al. Mushroom Cultivation, Processing and Value-added Products: A Patent Based Review. **Recent Patents on Food, Nutrition & Agriculture**, 2019, 10, 3-19. DOI: 10.2174/2212798410666180604101353

SOARES, I. A. et al. **Fungos na Biorremediação de Áreas Degradadas**. - Arq. Inst. Biol., São Paulo, v.78, n.2, p.341-350, abr./jun., 2011. Disponível em: <http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arq/v78_2/soares.pdf>

SOUZA, Pedro Ivo. **Amanita muscaria e as origens do Natal**. 2014. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/250801587/Amanita-Muscaria-e-as-Origens-Do-Natal>>

SUGIMOTO, Luiz. Fungo atingiu 501 espécies de anfíbios no mundo. **Jornal da Unicamp**, 2019. Disponível em: <<https://www.unicamp.br/unicamp/ju/noticias/2019/03/29/fungo-atingiu-501-especies-de-anfibios-no-mundo>>

SZINICZ, L. **History of chemical and biological warfare agents**. Bundeswehr Institute of Pharmacology and Toxicology, Neuherbergstr. 11, D-80937 Munich, Germany, 2005; doi:10.1016/j.tox.2005.06.011

TAHANY M.A. et al. Biological activities and variation of symbiotic fungi isolated from Coral reefs collected from Red Sea in Egypt. **Mycology**, 11:3, 243-255 ,2020. DOI: 10.1080/21501203.2020.1741470

TAVARES, Luis. Cicuta-verde. **FCiências**, 2018. Disponível em: <https://www.agrolink.com.br/noticias/plantas-se-comunicam-por-internet-de-fungos_402550.html>

TELEKY, B. E.; VODNAR, D. C. . Biomass-Derived Production of Itaconic Acid as a Building Block in Specialty Polymers. **Polymers**, 11(6), 1035, 2019 <https://doi.org/10.3390/polym11061035>

THE BOOK CLUB COOKBOOK. **Mushroom Hunting and Anna Karenina - Salads**. Disponível em: <<https://www.bookclubcookbook.com/mushroom-hunting-and-anna-karenina/>>