

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL - UFRGS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE - ICBS
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS “CIÊNCIA É 10!”

Morgana Flores Bobsin

**PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO SOBRE OS FUNGOS COMO APORTE
NO ENSINO DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO**

Porto Alegre

2021

Morgana Flores Bobsin

**PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO SOBRE OS FUNGOS COMO APORTE
NO ENSINO DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de conclusão de curso de especialização apresentado ao Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências.

Orientador: Profa. Dra. Tais Malysz

Coorientador: Profa. Dra. Mônica da Silva Gallon

Porto Alegre

2021

PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO SOBRE OS FUNGOS COMO APORTE NO ENSINO DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO

PRODUCTION OF TEACHING MATERIAL ON FUNGI AS A SUPPORT IN HIGH SCHOOL BIOLOGY TEACHING

Morgana Flores Bobsin¹, Profa. Dra. Mônica da Silva Gallon¹, Profa Dra Tais Malysz^{1,3}

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Sul,

³ taismalysz@yahoo.com.br

RESUMO

A Micologia é a ciência que estuda os fungos, estes, abrigados dentro do Reino Fungi. Os fungos são organismos eucariontes, e diferente do que muitos acreditam, são mais próximos evolutivamente dos animais do que das plantas. O grupo possui uma variedade gigantesca de representantes, desde organismos microscópicos, como *Saccharomyces cerevisiae*, até indivíduos gigantes, como é o caso do cogumelo-de-mel (*Armillaria gálica*), considerado o maior ser vivo do mundo, com quase 8km de extensão. Os fungos possuem diferentes funções na natureza, assim como para economia. Os fungos vêm ganhando notoriedade e atenção dos pesquisadores, e com isso, diferentes mudanças estão ocorrendo dentro de sua sistemática. Infelizmente, nem sempre os educadores conseguem acompanhar as inúmeras informações que vão surgindo diariamente, seja pelo excesso de carga de trabalho, ou pela grande quantidade de subáreas que a Biologia abrange. Também há dificuldade de encontradas materiais publicados em português, visto que em sua grande maioria esses estudos são elaborados em inglês. Outro fator que motivou a elaboração desta proposta foi a limitação dos dados encontrados nos livros didáticos. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi produzir uma cartilha, como material de suporte pedagógico, para professores do Ensino Médio, através do qual pudéssemos aproximá-los das informações mais atuais sobre estes organismos abordando desde sua sistemática, história evolutiva, aplicabilidades, bem como relacionar os principais representantes encontrados no nosso estado – Rio Grande do Sul. Diante disso, esta construção foi realizada a partir de pesquisas bibliográficas, em bancos de artigos e trabalhos acadêmicos, tais como *Scielo* e *Google acadêmico*.

Palavras-chave: Micologia, Ensino-aprendizagem, Atividade prática, Material de apoio.

ABSTRACT

Mycology is the science that studies fungi, which are in the Fungi Kingdom. Fungi are eukaryotic organisms, and unlike what many people believe, they are evolutionarily closer to animals than to plants. The group has a huge variety of representatives, from microscopic organisms, such as *Saccharomyces cerevisiae*, to giant individuals, such as the honey mushroom (*Armillaria galica*), considered the largest living being in the world, with almost 8 km in length. Fungi have different functions in nature as well as for economy. Fungi have been

gaining notoriety and attention from researchers, and with that, different changes are taking place within their systematics. Unfortunately, educators are not always able to keep up with the countless pieces of information that emerge daily, whether due to an excessive workload or the large number of sub-areas that Biology covers. It is also difficult to find materials published in Portuguese, as the vast majority of these studies are written in English. Another factor that motivated the elaboration of this proposal was the limitation of data found in textbooks. In this context, this paper aimed to produce a booklet, as pedagogical support material, for high school teachers, through which we could bring them closer to the most current information about these organisms, covering from their systematics, evolutionary history, applicability, as well as list the main representatives found in our state – Rio Grande do Sul. Therefore, this construction was carried out from bibliographical research in databases such as Scielo and Google Scholar.

Keywords: Mycology; Teaching-learning; practical practice; support material

1 INTRODUÇÃO

Biologia é a ciência que estuda os seres vivos, e em consequência da grande biodiversidade de organismos, ela se subdivide em subáreas, entre as quais está a Micologia, popularmente conhecida como ciência dos fungos (TERÇARIOLI; PALEARI; BAGAGLI, 2010). “Micologia” deriva do grego *mikes*, que significa cogumelos, e *logos*, estudo. A Micologia visa estudar e compreender as características morfológicas e fisiológicas, a organização filogenética, além de buscar identificar suas relações para com o ambiente e demais seres vivos que o compõe. Os fungos são organismos incríveis, podendo ser encontrados desde formas microscópicas à macroscópicas, com diferentes cores e tamanhos, podendo ser, outros essenciais à indústria farmacêutica, além de servirem como base para uma alimentação saudável (LACAZ; PORTO; MARTINS, 2002).

Devido ao significado do nome, que se refere à cogumelos, diversos pesquisadores procuraram um termo que designasse os fungos de forma mais abrangente, como os termos utilizados para representar os animais e as plantas, denominados fauna e flora, respectivamente. O estabelecimento de terminologias oficiais é importante pois consolida o estudo dos grupos de organismos de forma universal. Como já supracitado, a Micologia se refere ao estudo dos cogumelos, termo proposto em 1836, por M.J. Berkeley ao criar o referido termo (CUNHA, 2020), outrora, há muitos outros organismos dentro do Reino Fungi, a exemplo dos bolores, mofos, leveduras e orelhas-de-pau, desta forma identifica-se uma demanda em se propor um novo termo mais abrangente para este táxon, e, com esse intuito, Kuhar e colaboradores (2018), propuseram o termo “Funga”, restado de um antigo tratado de Schaeffer, de 1774, onde a Deusa

Diana foi representada com diversos cogumelos e ervas, indicando a fertilidade e reprodução. Kuhar *et al* (2018) também acredita que a terminologia “Funga”, incluído assim nos 3F’s (Fauna, Flora e Funga) abre caminhos para mudanças substanciais nas políticas educacionais, ambientais e agrícolas, instigando as pessoas a conhecerem mais esses organismos tão importantes.

O estudo deste táxon já acontece há mais de 270 anos, o botânico italiano Pier Antonio Micheli é considerado o pai da Micologia (TERÇARIOLI; PALEARI; BAGAGLI, 2010). No Brasil, porém, alguns estudiosos apontam Pe. Johannes Rick como o verdadeiro pioneiro no estudo destes seres vivos no âmbito nacional, em consequência de ser responsável por pesquisas e inúmeras incursões no Sul do país, juntamente com Lloyd, Rehm, Bresadola e Sydow, além de outros pesquisadores, desde que chegou ao Brasil, em 1903 (SANTOS; NEVES, 2021).

Durante muito tempo os fungos não constituíram um reino próprio, sendo incluídos em outros táxons. Até a década de 1950, faziam parte do reino Plantae, sendo considerados plantas degeneradas, devido sua perda de clorofila e a incapacidade de realizar fotossíntese. Com o desenvolvimento de técnicas microscópicas e bioquímicas, foi identificada sua similaridade com os animais, sendo então reagrupados dentro do reino Protista, juntamente com algas e protozoários. Somente na década de 1970, biólogos constituíram o reino Fungi, ao reconhecerem que os fungos precisavam de um grupo a parte por possuírem características que os tornavam singulares (AMABIS; MARTHO, 2004).

Na classificação de Carl Woese, proposta em 1977 e utilizada ainda nos tempos atuais, o reino Fungi está alocado dentro do domínio *Eukaria*, juntamente com os protistas, plantas e animais (TORTORA; FUNKE; CASE, 2017).

O Reino dos Fungos é formado por uma enorme diversidade, mais de 120.000 espécies já foram descritas, porém, estima-se que esse número seja muito maior. Acredita-se que existam mais de 2,2 milhões de espécies (HAWKSWORTH; LÜCKING, 2017). Apesar desse número exorbitante, todos os fungos possuem pelo menos três características em comum: são eucariontes, possuem parede celular de quitina e são heterótrofos por absorção (REECE *et al.*, 2015).

Segundo MAIA (2015), entre 2010 a 2015, teve-se um número expressivo de novos fungos catalogados no Brasil. De 3.608 espécies, o número subiu para 5.719. Só no bioma Mata Atlântica, são encontradas 3.017 espécies, já o bioma com menor número de espécies catalogadas, é o Pantanal, com apenas 35 espécies. É importante levarmos em consideração que os biomas com baixo número de espécies registradas são os menos estudados, e consequentemente irão apresentar menos espécies descritas, não só dos fungos, mas também

dos outros grupos. No Brasil há 523 espécies de fungos endêmicas registradas até o momento, ou seja, que só encontrados aqui, porém se acredita que essa quantidade não condiz com a realidade (FORZZA, 2010). Esse é um dos motivos da importância de investir em pesquisa, para que se possa conhecer melhor a fauna, flora e funga, e desse modo, o Brasil valorizar suas riquezas naturais, preservando-as.

Além da grande diversidade de espécies, os fungos são amplamente distribuídos, e desempenham importante papel biológico para o equilíbrio do meio ambiente de diferentes formas, dentre elas, destacamos os fungos *saprófitas*, que fazem a decomposição de matéria orgânica e ciclagem dos nutrientes, permitindo com que outros organismos possam reaproveitar os elementos químicos essenciais; o *mutualismo*, importante relação ecológica harmônica interespecífica com as algas, formando os líquens, que permitem com que as três espécies (algas, cianobactérias e fungos) possam sobreviver em ambientes antes inacessíveis a elas, além de serem bioindicadores de qualidade de ar; as *micorrizas* (associação majoritariamente entre fungos glomeromicetos e raízes de plantas) e as *ectomicorrizas* (associação majoritariamente entre basidiomicetos e raízes de plantas). Os fungos também são amplamente utilizados na indústria farmacêutica (como na produção de antibióticos), alimentícia (cogumelos frescos, queijos, pães, entre outros), na agricultura e silvicultura (ARAUJO; VIEIRA, 2021; REECE, 2015; RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996).

No Reino Fungi também estão incluídos fungos causadores de doenças, tanto em animais (incluindo os seres humanos), como nas plantas, causando um significativo impacto econômico, porém, segundo Tortora, Funke e Case (2017, p. 320), “das mais de 100 mil espécies conhecidas de fungos, apenas cerca de 200 são patogênicas aos seres humanos e aos animais”. Com esse dado, podemos afirmar que esses organismos nos trazem muito mais benefícios que malefícios, sendo fundamental que os alunos também possam se apropriar dessas informações, e assim desmitificando a concepção errônea de que os fungos só causam prejuízos.

O estudo dos fungos é de extrema importância no ensino básico, pois permite “a percepção e reflexão acerca das questões tecnológicas, sociais, econômicas e ambientais que permeiam esta temática, fomentando o processo de ensino e aprendizagem” (KISCHKE; REGINA, 2017, p. 2–3). Desse modo, permitindo não apenas o conhecimento do modo de vida desses organismos, mas contribuindo à preservação e incentivando à formação de novos cientistas para novas descobertas em áreas com a biotecnologia.

No Ensino Médio, os fungos são estudados normalmente no 2º ano, no componente curricular de Biologia, quando estão aprendendo sobre os Reinos. Apesar dos grupos já serem estudados ao longo do Ensino Fundamental, percebe-se que os educandos ainda chegam ao

Ensino Médio com pré-conceitos formados sobre os fungos, demonstrando lacunas em seu processo de ensino aprendizagem, em consequência da apropriação errônea de conceitos, bem como na construção de conhecimentos muito superficiais, que não desenvolvem a temática de forma dinâmica, coesa, que possam promover reflexões significativas e que assim limitam o aluno a simples função de receber informações, o caracterizando como o sujeito passivo em seu próprio processo de construção.

Uma das grandes dificuldades que os professores da Educação Básica enfrentam, é encontrar materiais atualizados e adaptados a este nível de ensino na Língua Portuguesa. Há muitas novidades e descobertas importantes, e que poderiam despertar a motivação e interesse nos estudantes, mas o excesso de trabalho dos educadores e a língua estrangeira utilizada na maioria dos artigos, mesmo aqueles escritos no Brasil, acabam se tornando obstáculos no planejamento do professor. É fundamental ampliar a acessibilidade a produções acadêmicas, de forma a facilitar o processo de planejamento da prática docente. Logo, cabe ressaltar que entre as tarefas para a elaboração de um planejamento temos a construção do material, organização da transposição didática e síntese do assunto; ainda, cabe ressaltar que período de tempo para cada assunto se torna limitado em consequência da quantidade de objetos do conhecimento para cada ano.

Ao planejar este trabalho e efetuar-lo, foram feitas inúmeras pesquisas em livros acadêmicos, artigos, sites e monografias, para encontrar o máximo de informações atualizadas, além de compará-las, para se obter informações mais atuais e autênticas. Dentre estes materiais, foi encontrada uma cartilha sobre Micologia direcionada para professores de Ensino Médio, organizada por Silva (2020), e uma apostila da disciplina de fungos, organizada pelo Prof. Dr. Jorge Luiz Fortuna, da Universidade do Estado da Bahia (2020).

O objetivo de trabalho foi desenvolver um material didático digital para professores atuantes no componente curricular de biologia para Ensino Médio, oferecendo apoio com informações atualizadas e comumente utilizadas no ensino básico sobre o Reino dos Fungos.

2 METODOLOGIA

Este trabalho, segundo Gil (2017, p. 32), pode ser considerado uma pesquisa aplicada, abrangendo “estudos elaborados com a finalidade de resolver problemas identificados no âmbito das sociedades em que os pesquisadores vivem”. Ao longo deste estudo percebeu-se a dificuldade em encontrar em apenas um livro, por exemplo, os conteúdos necessários do grupo

e as novidades que vão surgindo, isso se deve grande parte, pois mesmo os livros acadêmicos, não são renovados anualmente, e sim de tempos em tempos. Também percebeu-se a dificuldade em encontrar materiais atualizados de fácil acesso aos professores, já que muitos artigos ficam a critério de pesquisadores, sendo produzidos na Língua Inglesa, além da avalanche de informações nas diferentes áreas da Biologia que os educadores tentam acompanhar para que possam passar aos seus alunos; observando essas dificuldades, foi criado um material para sanar essa necessidades.

Antes da produção da cartilha, foram feitas pesquisas em alguns livros didáticos comparando-os com informações mais recentes, inclusive em livros acadêmicos de ensino superior, como apresentado na tabela 1.

Tabela 1 - Livros utilizados na pesquisa sobre os Fungos

LIVRO DIDÁTICOS – ENSINO MÉDIO	AUTORES	ANO DE PUBLICAÇÃO
BIO, v. 2	Sônia Lopes e Sérgio Rosso	2016
Biologia, v. 2	César da Silva Júnior, Sezar Sasson e Nelson Cladini Júnior	2016
Biologia Hoje	Sérgio Linhares, Fernando Gewandszajder e Helena Pacca	2016
LIVROS ACADÊMICOS	AUTORES	ANO DE PUBLICAÇÃO
Biologia de Campbell	Jane B. Reece <i>et al.</i>	2015
Microbiologia	Gerard J. Tortora, Berdell R. Funke e Christine L. Case	2017
LIVROS	AUTORES	ANO DE PUBLICAÇÃO
Ensino de Biologia: Uma perspectiva evolutiva.	Leonardo Augusto Luvison Araujo e Gilberto Cavalheiro Vieira (Org.).	2021
O incrível mundo dos fungos.	Gisela Ramos Terçarioli, Lucia Maria Paleari e Eduardo Bagagli	2010
Primavera Fungi, Guia de fungos para o sul do Brasil	Jeferson Muller Timm	2018

Fonte: elaborada pelo autor.

Além dos livros, foram utilizados diferentes artigos, na qual tiveram papel essencial para que a cartilha pudesse ter informações recentes e que ainda não estão disponíveis nos livros citados a cima. Também foram feitas pesquisas em diferentes páginas do *instagram* de estudantes e pesquisadores da área da micologia, como @fungosdosul, @divulgafunga e @ifungilab, que fazem um importante papel de divulgação dos Fungos.

É de conhecimento desta autora, que o nível de cobrança e exigência para o ensino médio não pode ser comparado com o nível acadêmico, porém é importante que os alunos se apropriem de forma clara e coesa de cada temática, com informações corretas e principalmente atualizadas, como por exemplo, a classificação dos grupos de fungos, encontrada de distintas

formas entre os livros didáticos, disseminando diferentes concepções sobre a sistemática entre as escolas, sendo que todos eles, utilizados na Educação Básica, devem ser atualizados a cada três anos, de acordo com o Plano Nacional do Livro Didático, além da importância do consenso entre os autores quanto a classificação dos seres vivos.

Para a produção da cartilha, também foram levadas em consideração as dúvidas e dificuldades de colegas próximos de profissão, que de forma informal, são debatidas, como por exemplo, qual a melhor classificação para utilizar, e como falar sobre a história evolutiva dos fungos, já que são organismos difíceis de fossilizar, e conseqüentemente, difícil de localizar fósseis, além de dúvidas e curiosidades dos alunos ao longo dos últimos 3 anos de docência que foram surgindo.

A cartilha foi elaborada no aplicativo *Canva*, e nela consta os conteúdos exigidos no Ensino Médio, as principais características, a importância econômica e ecológica, como a utilização de fungos para a produção de antibióticos, seu uso na alimentação, e as associações com outros organismos, citando os líquens e as micorrizas. Além desses, foram acrescentadas curiosidades e novidades na área, afim de despertar o interesse dos alunos; a história evolutiva, mostrando alguns fósseis encontrados recentemente, algumas receitas à base de fungos, e algumas ideias de atividades práticas, ambas podendo ser aplicadas tanto em casa, quanto na escola. A ideia de colocar algumas receitas veio a partir da necessidade de mostrar aos educandos que os fungos, mais especificamente os cogumelos, podem ser inclusos na alimentação, possuindo importante valor nutricional. Ao final da cartilha, há recomendações de alguns documentários e livros que podem ser trabalhados em sala de aula. Quanto as referências utilizadas para a confecção da cartilha, todas são devidamente citadas ao longo do texto e informadas ao final do material.

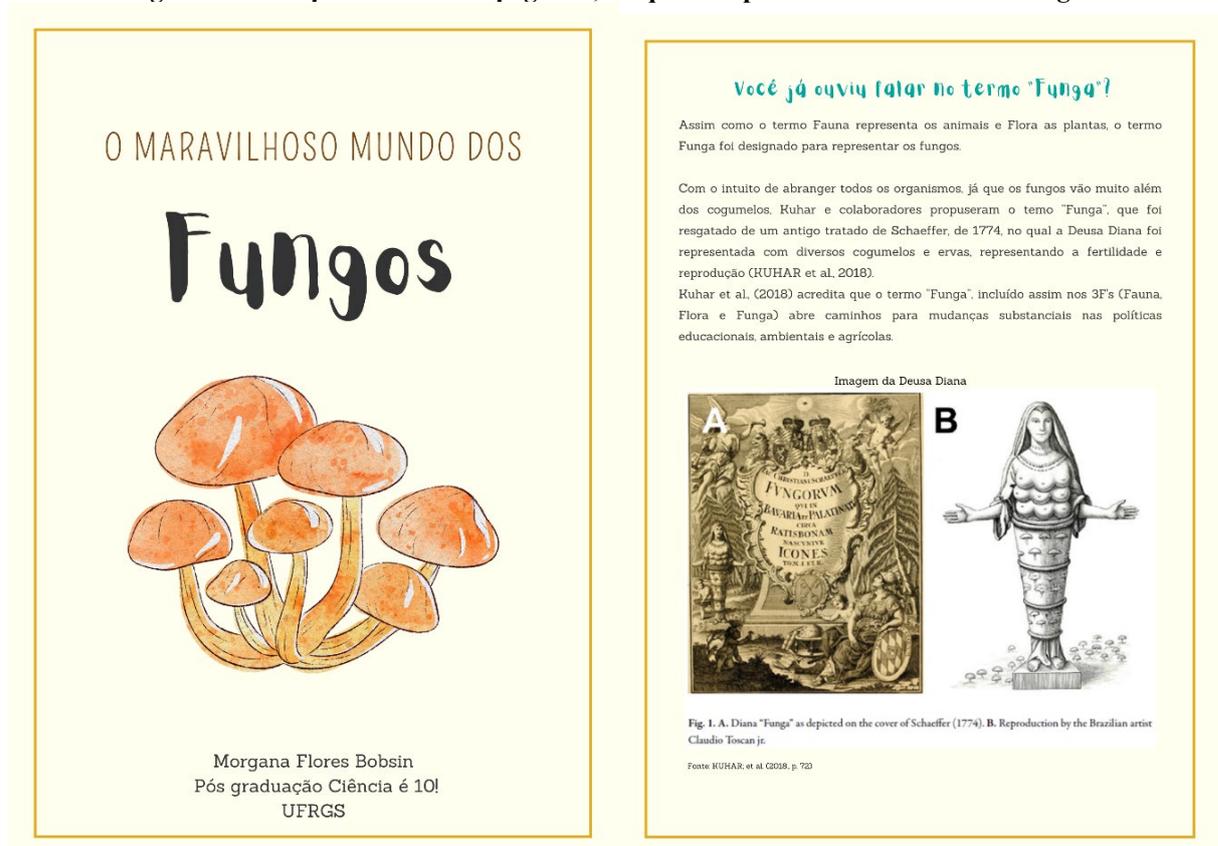
A cartilha produzida na prática deste projeto, foi disponibilizada aos professores de forma gratuita no formato PDF, assim, podendo ser utilizada tanto de forma digital, quanto impressa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O objetivo do projeto foi a produção de uma cartilha que abrangesse conteúdos atualizados sobre os fungos, devido às inúmeras dificuldades em encontrar bons conteúdos nos livros didáticos e que por vezes, se contradizem. A cartilha é direcionada aos professores do Ensino Médio, podendo também ser utilizada por docentes do Ensino Fundamental, no

componente curricular de Ciências. O material, apêndice A, foi construído como um recurso de fácil compreensão, como mostra na figura 1 e 2, permitindo também ser utilizado por estudantes, como apoio à pesquisa.

Figura 1 e 2: Capa da cartilha e página 6, na qual é explicado sobre o termo “Funga”.



Fonte: elaborado pelo autor.

Durante a produção do material, muitas dificuldades foram encontradas, uma delas foi de encontrar materiais atualizados na Língua Portuguesa, o que já era esperado, mesmo assim, se tornou um grande obstáculo, então se teve grande cuidado para que a tradução dos artigos fosse a mais fiel possível.

As pesquisas bibliográficas foram feitas em diferentes artigos, priorizando pesquisas feitas nos últimos cinco anos, utilizando-se como base à pesquisa, o repositório *Pubmed*, *SciELO* e o buscador *Google acadêmico*, além de textos, livros didáticos e livros acadêmicos, como citados na tabela 1, com o intuito de obter informações coerentes e atuais sobre os Fungos. Segundo Gil (2017), a pesquisa bibliográfica é feita com base em materiais já publicados, seja livros, revistas, artigos, teses e dissertações, ou seja, de materiais referentes ao conteúdo buscado, etapa extremamente importante para a produção de qualquer trabalho.

A *cartilha* apresentada para conclusão do curso de pós-graduação em Ciência é 10, foi elaborada de forma distinta dos demais materiais didáticos encontrados durante essa pesquisa. A cartilha foi produzida com base nas necessidades da autora e de professores próximos, de forma a compilar conteúdos importantes em um mesmo documento, citadas ao longo da metodologia, como por exemplo, a dificuldade em encontrar informações atuais nos livros didáticos.

A cartilha (Apêndice A), inicia com algumas curiosidades sobre os fungos, a fim de despertar o interesse dos educandos. Após, aborda a história evolutiva, que teve como base o livro “Ensino de Biologia: Uma perspectiva evolutiva” (ARAUJO; VIEIRA, 2021), também é explicado sobre a inserção do termo “Funga”, além das características em comuns entre os grupos e diversidade dos fungos. A reprodução dos fungos também foi mencionada na cartilha, porém de modo abrangente, não focando em cada grupo, já que normalmente este tópico está inserido nos livros didáticos.

Apresenta-se também a importância e as inúmeras aplicabilidades econômicas e ecológicas dos fungos no meio ambiente. A classificação mais recente utilizada no Ensino Médio também foi contemplada no material, apresentando-se os cinco grupos principais; isso se fez necessário pois a árvore filogenética mais recente, propõe 18 filos, sendo que ele está constantemente em construção, e não foi visto necessidade de usá-lo no Ensino Médio, tamanha a complexidade e profundidade deste tema diante do nível de conhecimento para a faixa etária a que se destina essa cartilha.

Na cartilha, menciona-se também os principais fungos encontrados no Rio Grande do Sul, baseando-se no livro “Primavera Fungi: Guia de fungos para o sul do Brasil”, do autor Jeferson Muller Timm. De modo adicional, apresenta-se algumas receitas encontradas em livros e na internet, testadas pela autora deste trabalho, e atividades utilizando os fungos, além de sugestões de documentários e livros sobre os fungos. No final, estão as referências bibliográficas utilizadas para a produção da cartilha.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da execução deste trabalho, foi possível constatar a deficiência de materiais específicos sobre os fungos, e atualizados voltados ao ensino na Educação Básica, especialmente para o Ensino Médio, foco desse estudo. A maioria dos artigos, mesmo de universidades brasileiras, são escritos em inglês. Apesar disso, foram encontrados excelentes

materiais sobre os fungos, esses, infelizmente, muitas vezes distantes dos professores de Ensino Básico, já que são pouco divulgados. Também foi possível constatar, a necessidade de revisão dos livros didáticos do ensino médio, que apesar de terem boas ideias de aulas práticas, ainda carecem de atualizações.

A cartilha em questão, servirá para que o professor possa ter um apoio quando for explicar sobre o Reino dos Fungos, com informações nem sempre disponíveis em livros didáticos. Também irá ajudar no planejamento do professor, onde o mesmo irá encontrar além dos conteúdos básicos do grupo, ideias para que possa fazer uma aula dinâmica. As dicas de documentários e livros, foi pensada de forma que o professor possa se inspirar, assim como facilitar, a busca por novas descobertas desse grupo incrível.

A área dos fungos é extremamente ampla, e infelizmente muitas descobertas recentes foram deixadas de fora, assim como os inúmeros fungos e suas aplicabilidades, não mencionadas, visto a delimitação do tempo para a produção da cartilha. O ideal é que os materiais sejam atualizados pelo menos a cada dois anos, visto isso, é pretendido, que em um futuro próximo, a cartilha seja modificada e melhorada.

REFERÊNCIAS

AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.

ARAÚJO, Leonardo Augusto Luvison; VIEIRA, Gilberto Cavalheiro. **Ensino de Biologia: Uma perspectiva evolutiva**. 1 ed. Porto Alegre: Instituto de Biociências da UFRGS, 2021. 2 v.

CUNHA, Samuel. **Doenças causadas por fungos**. 2020. Disponível em: <https://professorsamuelcunha.com.br/blog/doencas-causadas-por-fungos/>. Acesso em: 09 jun. 2021.

FORTUNA, Jorge Luiz. **Apostila da Disciplina de Biologia dos Fungos**. Teixeira de Freitas: Projeto Fungus Extremus, UNEB, 2020. *E-book*. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Jorge-Fortuna-2/publication/341313687_APOSTILA_DA_DISCIPLINA_DE_BIOLOGIA_DOS_FUNGOS_-_UNEB_-_Campus_X/links/5eba7924a6fdcc1f1dd2fac6/APOSTILA-DA-DISCIPLINA-DE-BIOLOGIA-DOS-FUNGOS-UNEB-Campus-X.pdf. Acesso em: out. 2021.

FORZZA, Rafaela Campostrini. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. 1 v.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2017.

HAWKSWORTH, David L.; LÜCKING, Robert. Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. **Microbiology Spectrum**, v. 5, n. 4, p. 1–17, Jul 2017. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/epub/10.1128/microbiolspec.FUNK-0052-2016>. Acesso em: out. 2021.

JUNIOR, César da Silva; SASSON, Sezar; JÚNIOR, Nelson Cladini. **Biologia**. 12. ed. São Paulo: Saraiva, 2016, v. 2

KISCHKE, Brenda; REGINA, Valéria Brumato. Jogos e prática educativa como ferramenta para despertar o interesse sobre fungos nas escolas. **Arquivos do MUDI**, v. 21, n. 1, p. 1-13, set. 2017.

KUHAR, Francisco *et al.* Delimitation os Funga as a valid term for the diversity of fungal communities: the Fauna, Flora & Funga proposal. **IMA FUNGUS**. v. 9, n. 2, p. 71 – 74, jul. 2018.

LACAZ, C.S.; PORTO, E.; MARTINS, J.C.E. **Tratado de Micologia Médica**. 9.ed. São Paulo: Sarvier, 2002.

LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. **Biologia hoje**. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. **BIO**. v.2, 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.

MAIA, Leonor C., *et al.* Diversity of Brazilian fungi. *Rodriguésia*. p. 1033-1045. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/n98JMXKKGvhdCJr3YmCw3mm/?lang=en>. Acesso: out. 2021.

RAVEN, Peter. H.; EVERT, Ray. F.; EICHHORN, Susan. E. **Biologia Vegetal**. 5. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1996.

REECE, Jane B. *et al.* **Biologia de Campbell**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

SANTOS, Elisandro Ricardo Drechsler dos; NEVES, Maria Alice. **RICK FORAY**. Universidade Federal de Santa Catarina: Laboratório de Micologia. Disponível em: <https://micolab.paginas.ufsc.br/rick-foray/>. Acesso em: 07 de jun. 2021.

SILVA, Érico Gomes da. **Micologia no Ensino Médio: um guia pedagógico complementar à concepção dos professores**. 2020. 130 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) - Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/219452>. Acesso em: jun. 2021.

TERÇARIOLI, Gisela Ramos; PALEARI, Lucia Maria; BAGAGLI, Eduardo. **O incrível mundo dos fungos**. 1. ed. São Paulo: UNESP, 2010.

TIMM, Jeferson Muller. **Primavera Fungi**, Guia de fungos para o sul do Brasil. Porto Alegre: Via Sapiens, 2018.

TORTORA, Gerard J; FUNKE, Berdell R; CASE, Christine L. **Microbiologia**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

APÊNDICE A – TÍTULO DO APÊNDICE

O MARAVILHOSO MUNDO DOS

Fungos



Morgana Flores Bobsin
Pós graduação Ciência é 10!
UFRGS

“Os fungos estão, literalmente em todos os lugares na Terra. O seu impacto ecológico não pode ser subestimado, pois, junto com as bactérias heterotróficas, são os principais decompositores da biosfera. Os decompositores são tão necessários à continuidade da vida quanto os produtores de alimentos”.

Peter H. Raven



MICOLOGIA

do grego mikes, que significa cogumelos, e logos, que significa estudo.

A micologia se refere ao estudo dos cogumelos, termo proposto em 1836, por M.J. Berkeley (CUNHA, 2020).

Curiosidades sobre os Fungos

Que tal começar com algumas curiosidades sobre os fungos, para despertar o interesse dos alunos?

Pai da Micologia

O botânico, italiano, Pier Antonio Micheli é considerado o pai da micologia, foi ele quem criou a área de estudo, há mais de 270 anos (TERÇARIOLI; PALEARI; BAGAGLI, 2010).

Pai da micologia brasileira

No Brasil, muitos consideram Pe. Johannes Rick como o pai da micologia brasileira, devido o pioneirismo de seu trabalho em micologia no sul do Brasil. Ele trabalhou em colaboração com Lloyd, Rehm, Bresadola e Sydow, além de outros pesquisadores no ano de 1903 em incursões no Sul do Brasil (SANTOS; NEVES, 2021).

O maior ser vivo do mundo é um fungo!

Conhecido como cogumelo de mel o *Armillaria solidipes*, pertence ao filo Basidiomycota. Está localizado na Floresta Nacional de Malheur, no leste de Oregon, Estados Unidos da América, possui cerca de 8,9 km² (equivalente a 1220 campos de futebol) e acredita-se que tenha mais de 1900 anos (REECE; et al., 2015).

Infelizmente, apesar de ser considerado até hoje o maior ser vivo do mundo, causa grande preocupação para produtores rurais, já que assim como a maioria das espécies do gênero *Armillaria*, os cogumelos de mel são necrófagos facultativos, ou seja, após colonizar e matar o câmbio da raiz, passam para uma fase sapróbica, decompondo os tecidos lenhosos mortos do hospedeiro (SIPOS; et al. 2017).

As plantas conseguem se comunicar com ajuda dos fungos!

Através de uma associação mutualística, chamada de micorrizas, as plantas conseguem formar uma rede de conexões. As plantas se beneficiam com uma maior capacidade de absorção de água e de alguns elementos essenciais, e os fungos recebem carboidratos advindos da fotossíntese das plantas (GABBATIS, 2021). Cerca de 80% das plantas vasculares estabelecem esse tipo de associação com diferentes fungos (BENTO, 2020).

Os cogumelos comestíveis vão muito além do champignon (*Agaricus bisporus*) e shitake (*Lentinula edodes*)!

Os fungos podem ser ótimos substitutos da carne, possuem ácidos graxos importantes, são ótimas fontes de proteínas, lipídios, glicídios, cálcio, ferro, potássio, fósforo, entre outros nutrientes essenciais para nossa saúde. Além disso, alguns são medicinais, ajudando no sistema imunológico (AMAZONAS; SIQUEIRA, 2003. PAZZA; et al., 2019. SOCOOL et al., 2016. TAVARES et al., 2020 e TORTORA; PALEARI; BAGAGLI, 2010).

ALGUMAS ESPÉCIES QUE FAZEM PARTE DO CARDÁPIO FÚNGICO:

- *Lentinus crinitus*: comestível e medicinal. (TAVARES; et al., 2020).
- *Pisolithus tinctorius*: comestível e medicinal. (TAVARES; et al., 2020).
- *Auricularia fuscusuccinea*: comestível. (TAVARES; et al., 2020).
- *Ganoderma lucidum*: comestível e medicinal. (SOCOOL et al., 2016).
- *Agaricus subrufescens* (nativo do Brasil, conhecido como cogumelo do sol): comestível e medicinal. (SOCOOL et al., 2016).



NO FINAL DA CARTILHA, HÁ ALGUMAS RECEITAS A BASE DE FUNGOS!!

Um pouco da história evolutiva dos fungos

Os fungos são organismos que habitam a Terra há milhares de anos. Apesar da dificuldade em encontrar fósseis de fungos, devido sua estrutura ser perecível e não mineralizada, estudos vem apresentando dados novos e importantes para área da micologia (ARAÚJO; VIEIRA, 2021).

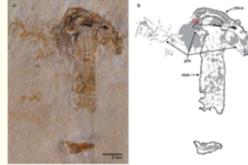
- Há 137 registros de fósseis de fungos não liquenizados e 182 liquenizados. (ARAÚJO; VIEIRA, 2021 apud TAYLOR, 2015).

A BAIXO ALGUNS FÓSSEIS REGISTRADOS RECENTEMENTE:

Um dos fósseis mais antigos de fungo, é brasileiro!

Com 115 milhões de ano e 5 cm de altura, o fóssil batizado com o nome de *Gondwanagaricites magnificus*, foi uma homenagem ao continente Gondwana. Foi encontrado na Bacia do Araripe, entre os estados do Ceará, Piauí e Pernambuco (HEADS, 2017).

Fotografia do *Gondwanagaricites magnificus* encontrado na Bacia do Araripe.



Fonte: HEADS et al. (2017)

Você sabia que já existiu um fungo gigante?

Com troncos não ramificados de 8 metros de altura e em torno de 1 m de diâmetro, *Prototaxis*, por muito tempo foi confundido com uma árvore, devido seu tamanho (BOYCE; et al., 2007).

Fotografia do fóssil *Prototaxis*



Fonte: BOYCE et al. (2007)

Você já ouviu falar no termo "Funga"?

Assim como o termo Fauna representa os animais e Flora as plantas, o termo Funga foi designado para representar os fungos.

Com o intuito de abranger todos os organismos, já que os fungos vão muito além dos cogumelos, Kuhar e colaboradores propuseram o termo "Funga", que foi resgatado de um antigo tratado de Schaeffer, de 1774, no qual a Deusa Diana foi representada com diversos cogumelos e ervas, representando a fertilidade e reprodução (RUHAR et al., 2018).

Kuhar et al. (2018) acredita que o termo "Funga", incluído assim nos 3F's (Fauna, Flora e Funga) abre caminhos para mudanças substanciais nas políticas educacionais, ambientais e agrícolas.

Imagem da Deusa Diana

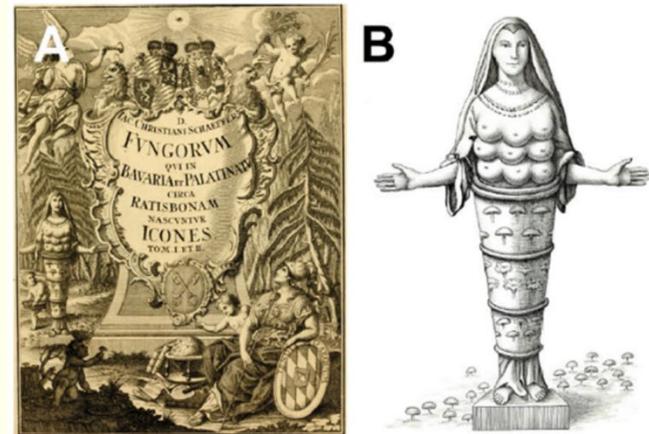


Fig. 1. A. Diana "Funga" as depicted on the cover of Schaeffer (1774). B. Reproduction by the Brazilian artist Claudio Toscan jr.

Fonte: RUHAR; et al. (2018, p. 72)

Diversidade dos Fungos



Fotos: BOBSIN, Morgana

Os organismos mais conhecidos e estudados do Reino Fungi são:

- cogumelos, bolores, mofos, leveduras, orelhas-de-pau e as trufas.

O Reino dos Fungos é formado por uma enorme diversidade!

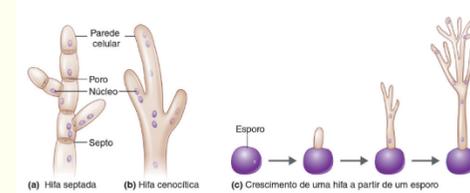
- Das mais de 120.000 espécies já descritas, estima-se que existam na verdade, mais de 2,2 milhões de espécies. (HAWKSWORTH; LÜCKING, 2017).
- No Brasil já foram descritas 5.719 espécies de fungos, mas acredita-se existir muito mais. (MAIA; et al., 2015).
- 523 espécies são endêmicas do Brasil (FORZZA, 2010).
- A Mata Atlântica é o bioma com o maior número de registros, 3.017 espécies já foram descritas. (MAIA; et al., 2015).
- Os grupos de fungos mais conhecidos até o momento, são Ascomycota e Basidiomycota. (MAIA; et al., 2015).
- Os biomas com o menor número de registro de fungos, são:
 - Pampa (84 sp.) (MAIA; et al., 2015).
 - Pantanal (35 sp.) (MAIA; et al., 2015).



Características gerais dos Fungos

- Todos os fungos são eucariontes.
- Podem ser:
 - Unicelulares (ex.: leveduras);
 - Multicelulares (ex.: cogumelos);
- Podem realizar respiração aeróbia ou fermentação.
- São heterotróficos por absorção.
 - Liberam enzimas digestivas que degradam o material orgânico em moléculas simples para que possam ser absorvidas;
- Parede celular: formada de quitina.
 - Polissacarídeo resistente e flexível;
 - Polissacarídeo também encontrado no exoesqueleto de artrópodes.
- Reserva de energia: glicogênio.
 - Carboidrato de reserva energética dos animais.
 - Nas plantas, a reserva energética é o amido.
- Os fungos multicelulares apresentam filamentos chamados de hifas.
 - São paredes celulares tubulares envolvendo a membrana plasmática e o citoplasma das células.
- As hifas podem ser classificadas:
 - **Hifas septadas:** apresentam parede transversal que divide as hifas em compartimentos;
 - **Hifas cenocíticas:** sem divisões entre as mesmas, o citoplasma é conectado entre todas, podendo ter milhares de núcleos.
 - **Hifas haustórias:** hifas especializadas, onde o fungo extrai os nutrientes ou faz a troca, com suas plantas hospedeiras. É o caso das micorrizas.
- As hifas são importantes na alimentação, crescimento e reprodução dos fungos:

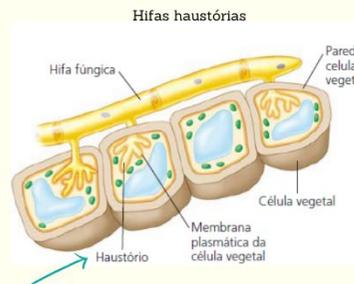
Característica das hifas dos fungos e crescimento a partir do esporo.



Fonte: TORTORA; FUNKE; CASE (2017, p. 322.)

Fontes dos textos: ARAUJO; VIEIRA, 2021. TORTORA; FUNKE; CASE, 2017 e REECE; et al., 2015.

- O conjunto de hifas é chamado de micélio;
 - O micélio se infiltra na matéria orgânica que o fungo irá se alimentar



Fonte: REECE et al. (2015, p. 650)

- A parte externa de alguns fungos, popularmente chamados de cogumelo, são na verdade o micélio reprodutivo ou corpo de frutificação.
 - É onde ocorre a reprodução sexuada e a formação de estruturas que darão origem aos esporos, responsáveis pela reprodução assexuada.
 - Fungos aquáticos possuem esporos com flagelos, chamados de zoósporos.
- Certas espécies de fungos, como *Pisolithus arhizus*, conhecido como bufas-de-lobo, podem liberar trilhões de esporos!
- Os esporos podem ser carregados pelo vento e pela água.
 - Caso caíam em um local adequado (úmido e com alimento), germinam, produzindo um novo micélio.



Fontes dos textos: ARAUJO; VIEIRA, 2021. TORTORA; FUNKE; CASE, 2017 e REECE; et al., 2015.

Tipos de reprodução dos fungos

Nós iremos ver a reprodução de forma generalizada dos fungos, já que a maioria dos livros apresentam de forma detalhada a reprodução de cada grupo.

- Reprodução:
 - Podem se reproduzir apenas sexuadamente;
 - Podem se reproduzir apenas assexuadamente;
 - Muitos fungos se reproduzem tanto sexuadamente como assexuadamente.

REPRODUÇÃO ASSEXUADA

ESPORULAÇÃO:

- É a produção de esporos que, ao cair no ambiente, irão formar hifas, e se este ambiente for favorável, vão penetrar no substrato para que o fungo consiga se alimentar.
- Surge uma estrutura chamada **esporângio** (onde ficam os esporos), que ao se romper, liberam milhares de esporos.
- Os esporos caem no ambiente, formam hifas e o ciclo reinicia.

Ex: *Rhizopus* sp. - Bolor preto do pão

Fotografia de esporângios de *Rhizopus* sp.



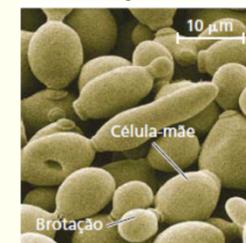
Fonte: LOPES; ROSSO, 2016, p. 83

BROTAMENTO:

- Processo no qual a célula faz mitose do núcleo, duplicando seu núcleo, e produz um broto ao lado da célula.
- Um núcleo é enviado para dentro do broto, formando uma célula-filha geneticamente igual.

Ex: *Saccharomyces cerevisiae* - leveduras.

Levedura *Saccharomyces cerevisiae* em vários estágios de brotamento



Fonte: REECE et al. 2015, p. 653.

Fontes dos textos: Vídeo aula JUBILUT, 2021 e REECE; et al., 2015.

REPRODUÇÃO SEXUADA

Normalmente não ocorre a participação de gametas, e sim a recombinação do material genético de dois fungos diferentes.

Através de feromônios, hifas se atraem, e a partir daí, começa a o ciclo da reprodução sexuada.

- Ocorre a **plasmogamia**, ou seja, uma hifa haploide se funde com outra hifa haploide (de fungos diferentes).
- Forma uma célula dicariótica (uma célula com dois núcleos haploides).
- A célula dicariótica passa a sofrer mitoses, e o fungo começa a se desenvolver, formando hifas, o micélio e o corpo reprodutivo - popularmente chamado de cogumelo.
- Algumas células dicarióticas que estão na lamela, fazem **cariogamia**, ou seja, ocorre a fusão dos núcleos.
- Gerando, uma célula diploide (célula com um núcleo e com o número exato de cromossomos da espécie).
- Esta célula, recebe o nome de zigoto.
- O núcleo faz meiose, gerando 4 células haploides.
- Os esporos haploides são liberados no ambiente, e se caírem em um ambiente propício, irão germinar.
- Ocorre a mitose, que forma hifas haploides e o ciclo se reinicia.

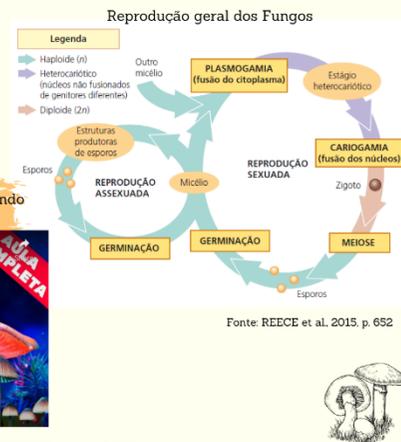


Fonte: BOBSIN, Morgana.

Vídeo aula do professor Jubilut, explicando sobre a reprodução dos Fungos



Fontes dos textos: Vídeo aula JUBILUT, 2021 e REECE, et al., 2015.



Qual a importância dos fungos?

Decomposição de matéria orgânica e reciclagem de nutrientes:

- Permite com que outros organismos possam reaproveitar os elementos químicos essenciais;

Mutualismo:

- Importante relação harmônica interespecífica que permitem com que espécies diferentes possam sobreviver em ambientes antes inacessíveis a elas; Ex: líquens e micorrizas.

Indústria farmacêutica: (TERÇARIOLI; PALEARI; BAGAGLI, 2010).

- Produção de antibióticos (*Penicillium chrysogenum* e *P. notatum*);
- Produção do antifúngico griseofulvina (*Penicillium griseofulvum*), o bactericida cefalosporina (*Cephalosporium acremonium*) e amebicida fumagilina (*Aspergillus fumigatus*).
- Muitos outros derivados são produzidos pela indústria farmacêutica a partir de fungos. Você pode conferir mais no livro "O incrível mundo dos fundos" de TERÇARIOLI; PALEARI; BAGAGLI, p. 60, 2010.

Industria alimentícia:

- Cogumelos (ex.: *shimeji*, *champignon*, *shitake* e muitos outros).
- Queijos (roquefort e gorgonzola). (ZWECKE; LIMA; LEONARDO, 2013).
- Shoyu (fermentação da soja por meio do *Aspergillus oryzae*). (TERÇARIOLI; PALEARI; BAGAGLI, 2010).
- Produção de pães, cerveja e vinho (*Saccharomyces cerevisiae*).
- Para fermentação do vinho, também podem ser usados os fungos: *Botrytis cinérea* e *Schizosaccharomyces pombe* (TERÇARIOLI; PALEARI; BAGAGLI, 2010).
- Aureobasidium pullulans* produz uma substância denominada "pullulan", forma uma película transparente ao redor do alimento, protegendo-o contra degradações (TERÇARIOLI; PALEARI; BAGAGLI, 2010).
- Alguns fungos produzem ácido cítrico, impedindo a oxidação de alimentos enlatados; também agem contra a perda de vitamina C em alimentos congelados, além de agir na manutenção do pH de geleias e sucos (TERÇARIOLI; PALEARI; BAGAGLI, 2010).



Produção de etanol:

- *Saccharomyces cerevisiae* (TERÇARIOLI; PALEARI; BAGAGLI, 2010).

Fungos utilizados em rituais místicos:

- *Psilocybe* sp. (FARIA; 2017);

Agricultura e silvicultura:

- Associação entre fungos e plantas (micorrizas e ectomicorrízicos).
- Parasitas que causam grandes prejuízos, como a doença ferrugem, causada pelo fungo *Hemileia vastatrix*, que ataca plantações de café, trigo, entre outras, deixando as folhas amarelas-alaranjadas.

Parasitas de humanos:

- Causam doenças e são estudados há décadas, como as micoses (ex: sapinho), candidíase (ex: *Cândida albicans*, que pode ou não ser advinda de contato sexual) e histoplasmose (infecção nos pulmões causada pela inalação de esporos do fungo *Histoplasma capsulatum*);

Associação entre fungos, algas e cianobactérias (líquens).

- Servem com excelentes bioindicadores de ar.

Você sabia?



Segundo Tortora, Funke e Case (2017, p. 320):

"das mais de 100 mil espécies conhecidas de fungos, apenas cerca de 200 são patogênicas aos seres humanos e aos animais", ou seja, há muito mais fungos que nos trazem benefícios que malefícios!

Podemos trabalhar esses dados com os alunos, permitindo que se interessem mais por esses organismos e deixem de lado os pré-conceitos!

As informações que não estão referenciadas foi um compilado de: AIDÉ, 2009. RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996. REECE, 2015; TORTORA; FUNKE; CASE, 2017.

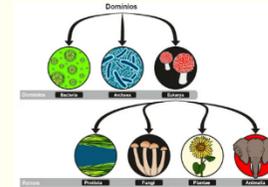


Classificação dos Fungos

Os fungos já fizeram parte do reino das plantas, dos protozoários e das algas, foi somente na década de 1970, que os fungos ganharam seu próprio reino, o reino Fungi, após estudiosos da área reconhecerem que os fungos precisavam de um grupo a parte, por possuírem características únicas, como por exemplo, terem mais características semelhantes aos animais, do que com as plantas. Essa e muitas outras descobertas, só foram possíveis, graças ao desenvolvimento de técnicas microscópicas e bioquímicas. (AMABIS; MARTHO, 2004).

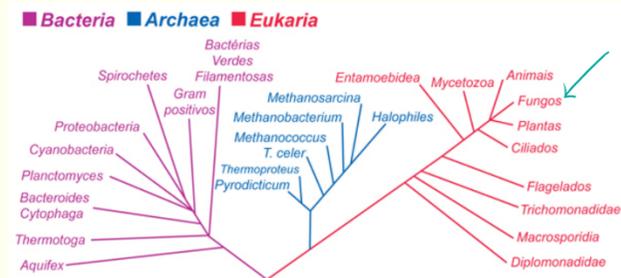
O reino Fungi está alocado dentro do domínio Eukaria, juntamente com os protistas, plantas e animais (TORTORA; FUNKE; CASE, 2017).

Imagem representando os 3 domínios e os representantes do domínio Eukaria



Fonte: SANTOS (2021)

Imagem representando os 3 domínios e os principais representantes de cada domínio.

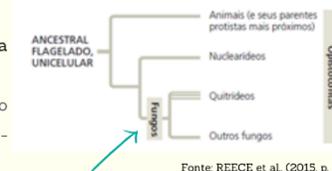


Fonte: USP (2021)

Imagem mostrando os fungos e seus parentes próximos

O ancestral dos fungos é um protista unicelular, aquático e flagelado;

- Você pode saber mais sobre, no livro "BIOLOGIA DE CAMPBELL", p. 653 - REECE; et al., 2015).



Fonte: REECE et al. (2015, p. 653)

Classificação dos grupos dos fungos:

Nas inúmeras pesquisas realizadas para esta cartilha, algumas classificações distintas foram encontradas, porém no livro: "Ensino de Biologia: Uma perspectiva evolutiva" (ARAUJO; VIEIRA, 2021, p. 243), publicado em 2021, a classificação segue à proposta no livro "Biologia de Campbell" (REECE et al., 2015). Usaremos essa classificação sugerida, na qual se baseia na subdivisão de 5 grupos principais.

Os cinco grupos principais do Reino Fungi:

- Quitrídeos
- Zigomicetos
- Glomeromycota
- Ascomycota
- Basidiomycota

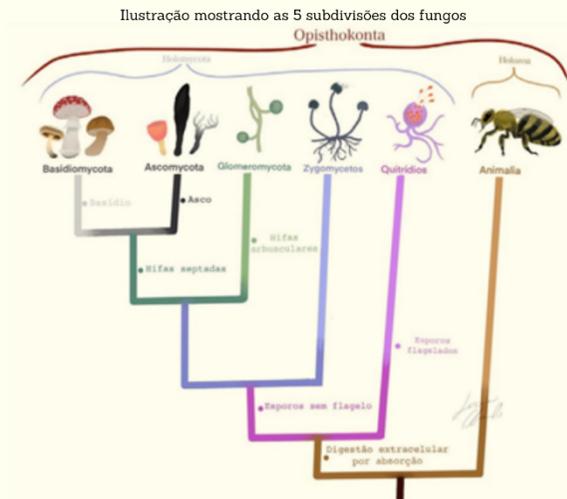


Ilustração feita por: CHEMELLO, Lucca.
Fonte: ARAUJO, VIEIRA (2021, p. 243)

QUITRÍDEOS:

- Em torno de 1.000 espécies já descritas;
- Maior parte vive em ambiente aquático;
- Podem ser encontrados em ambientes úmidos e ambientes extremos, como em altitudes elevadas, próximos a fontes termas e em regiões glaciais (ARAUJO; VIEIRA, 2021, p. 245).
- Único grupo de fungos que possuem esporos flagelados (zoósporos);
- Único grupo que não forma micélio;
- São microscópicos;
- Podem ser uni ou multicelulares;
- "Sua estrutura corporal é constituída por hifas cenocíticas, que produzem uma estrutura multinucleada, esférica, denominada talo". (ARAUJO; VIEIRA, 2021, p. 245).
- Desempenham importante papel ecológico de decompositores de vida livre.



Fonte: REECE et al. (2015, p. 655)

ZIGOMICETOS

- Em torno de 1.000 espécies já descritas;
- Perderam o flagelo durante a evolução;
- São formados por hifas cenocíticas, e crescimento micelial;
- As hifas de alguns zigomicetos, crescem rapidamente sobre alimentos como frutas e pão, assim, os fungos conseguem atuar como decompositores;
- Esporângio em forma de bola;
- Maioria dos fungos que encontramos nos pães e frutas;
- Ex: *Rhizopus stolonifer*, o mofo preto do pão.
- Importantes decompositores;

Imagem microscópica mostrando o bolor do pão



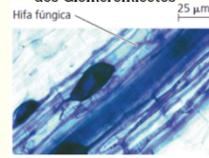
Fonte: REECE et al. (2015, p. 655)

Fontes: AIDÉ, 2009. RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996. REECE, 2015; TORTORA; FUNKE; CASE, 2017.

GLOMEROMICETOS:

- Em torno de 160 espécies já catalogadas;
- Importantes ecologicamente;
- Principal grupo a fazer associação com as raízes das plantas. Uma relação benéfica para ambas as partes, as famosas micorrizas;
 - Esse grupo possui hifas arbusculares, que são células fúngicas especializadas em aumentar a superfície de absorção de nutrientes dentro das células do hospedeiro, no caso, as plantas.
 - Mais de 80% de todas as espécies vegetais têm essas associações mutualísticas com glomeromicetos.
- Hifas geralmente cenocíticas;
- Reprodução assexuada – esporulação;

Imagem mostrando a hifa fúngica dos Glomeromicetos



Fonte: REECE et al. (2015, p. 655)

Foram organismos muito semelhantes aos glomeromicetos que ajudaram as plantas a colonizarem o ambiente terrestre, e conseqüentemente, mudaram atmosfera primordial. Com o crescimento das plantas, os níveis de CO₂ na atmosfera diminuíu, e a quantidade de O₂ aumentou, formando a camada de ozônio e tornando assim, a Terra habitável para outros seres vivos. (ARAUJO; VIEIRA, 2021).

ASCOMICETOS:

- 65.000 espécies já descritas;
- Grupo com a maior riqueza e variedade de espécies:
 - Leveduras, usadas na produção de alimentos, como *Schaccaromyces cerevisiae*, utilizada na produção de pães, vinhos e cervejas.
 - Fungos produtores de LSD, como *Claviceps purpurea*, extremamente perigoso.
 - Fungos comestíveis, como as trufas (*Tuber sp.*), morchelas, usadas na alta gastronomia.
 - Fungos causadores de doenças, os parasitas.
 - Ex.: *Aspergillus flavus* e *Clavipes purpurea*.
 - Fungos utilizados na fabricação de antibióticos:
 - Ex.: *Penicillium notatum* e *Penicillium chrysogenu*;
 - Importantes decompositores.
 - Habitam principalmente solos e fontes ricas em carboidratos, como frutas e pães em decomposição;
 - Ex.: *Neurospora sp.*

Todas as informações não citadas, foram retiradas dos seguintes materiais: ARAUJO; VIEIRA, 2021; AIDÉ, 2009. RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996; ELOIS, 2020; REECE et al. 2015.

CONTINUAÇÃO DOS ASCOMICETOS....

- Fungos manipuladores de insetos (entomopatógenos).
 - Ex: gênero *Ophiocordyceps*, o fungo ataca diferentes insetos, como as formigas, transformando-as em "formigas zumbis", se alojando na região cerebral e manipulando seu hospedeiro.
- Os fungos ascomicetos fazem uma associação muito importante com fungos e cianobactérias, formando um superorganismo, chamado líquen.
- Os organismos fotossintetizantes (algas e planta) produzem glicose e o fungo fornece proteção.
- Cerca de 42% dos ascomicetos fazem essa parceria.

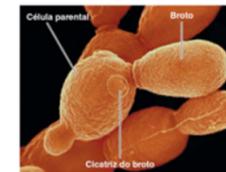
Formigas infectadas por *Ophiocordyceps sp.*



Fonte: HALFELD, 2016

- Podem ser macroscópicos (ex: trufas) ou microscópicos (ex: *Schaccaromyces sp.*);
- Fungos unicelulares (ex: leveduras) ou multicelulares (ex: trufas - *Tuber sp.*).
- Possuem estrutura produtora de esporos na forma de saco, chamados 'ascos';
- Nos ascos podem ocorrer hifas isoladas.
- A grande maioria possui hifas agrupadas, formando corpos de frutificação, chamados de ascocarpos.

Imagem mostrando *Saccharomyces cerevisiae* em diferentes estágios de brotamento.



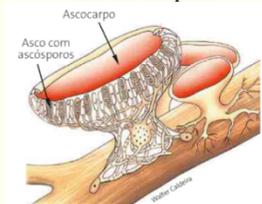
Fonte: TORTORA, FUNKE, CASE, 2017, p. 323.

Imagem mostrando morchelas e trufas, usadas na alta gastronomia.



Fonte: REECE et al. 2015, p. 657.

Imagem representando o ascocarpo e o asco com ascósporos



Fonte: LOPES, ROSSO, 2016, p. 83.

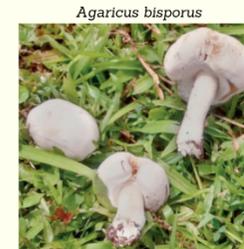
BASIDIOMICETOS

- Em torno de 30.000 espécies já foram catalogadas.
- Cogumelos em formato de:
 - Guarda-chuva.
 - Basidiomas gelatinosos e com cores chamativas.
 - Fungos em formato de bola ou de estrela.
 - Cogumelos bioluminescentes.
 - Fungos com aspecto faloide coberto por um véu.
 - Orelhas de pau.
- Algumas espécies podem produzir cerca de 3 bilhões de esporos por dia!!!
- Único grupo que decompõem lignina;
 - As orelhas de pau, por exemplo, fazem o que chamamos de podridão branca.
 - Decomposição de celulose e lignina.
- Alguns basidiomicetos degradadores de lignina são utilizados na despoluição ambiental, como no tratamentos de efluentes industriais de indústrias papelarias e têxteis (TERÇARIOLI; PALEARI; BAGAGLI; 2010).
 - Ex: *Phanerochaete chrysosporium*, *Pycnoporus sanguineus* e *Pleurotus ostreatoroseus*.
- Fungos sapróbios quebram proteínas, lipídios e carboidratos presentes no solo devido suas enzimas.
- Fungos parasitas de plantas e que causam grandes prejuízos para agricultores:
 - Ex: Doença chamada popularmente como "Carvões", causada por representantes da classe Teliomycetes.
 - Ex: Doença chamada de "Ferrugem", com representantes da classe Ustomycetes.
 - Ambas dispõem de enzimas que adentram as células de seu hospedeiro.
- Fungos ectomicorrízicos:
 - Possuem diferentes enzimas que permitem relações simbióticas com as plantas.
 - É uma relação muito parecida com as da endomicorrizas Glomericotas, porém, neste grupo, a comunicação entre plantas e fungos é diferente, as hifas não invadem as células do hospedeiro.

Todas as informações não referenciadas, foram retiradas dos seguintes materiais: ARAUJO; VIEIRA; 2021; AIDÉ, 2009. RAVEN; EVERT; EICHHORN, 1996; ELOIS, 2020; REECE et al. 2015.

CONTINUAÇÃO DOS BASIDIOMICETOS...

- Fungos usados na culinária:
 - Ex: *Agaricus campestris*; *A. bisporus*; *A. brasiliensis*, entre outros (champignon).
 - Antibiótico natural (TIMM, 2016, p. 63).
 - *Pycnoporus sanguineus* (orelhas-de-pau).
 - Usado pelos indígenas brasileiros como cicatrizante e anti-inflamatório externo.
 - Apresentam corpo reprodutivo macroscópico.
 - Ex: *Amanita muscaria* (fungo vermelho com bolinhas brancas, famoso pelo jogo Super Mário World).
 - Apesar da beleza, não é comestível.
 - No Brasil, é possível encontrarmos este fungo em plantações de *Pinnus* spp. e em castanheiras.
 - Os micélios subterrâneos dos fungos micorrízicos, são capazes de formar grandes emaranhados no solo, facilitando a absorção e o transporte de água e nutrientes. Isso é de grande ajuda, principalmente, em plantas que vivem em ambientes com pouca disponibilidade de nutrientes, alta irradiação e alta salinidade (ELOIS, 2020).
 - Esses emaranhados formam uma rede de comunicação entre diferentes organismos.
 - Vários estudos comprovam que é a partir dessa rede fúngica que ocorrem diversas trocas de informações e substâncias entre as plantas, como troca de água e glicose, ajudando no crescimento das plantas mais jovens; envio de sinais de alerta através de hormônios contra ataques de herbivoria.
- As células reprodutivas são denominadas basídios;
 - As esporos sexuais são chamados de basidiósporos;
 - Reprodução majoritariamente sexual;



Fonte: TIMM, 2016, p. 82



Fonte: TIMM, 2016, p. 63



Fonte: TIMM, 2016, p. 88

Esquema demonstrando o basídio com os basidiósporos



Fonte: LOPES, ROSSO, 2016, p. 84

Todas as informações não referenciadas, foram retiradas dos seguintes materiais: ARAUJO; VIEIRA; 2021; ELOIS, 2020; REECE et al. 2015.

Endomicorrizas e Ectomicorrizas

ENDOMICORRIZAS

- Associação mutualística, principalmente de fungos glomeromicetos com raízes de plantas:
 - Na associação endomicorrizica, as hifas penetram as células da planta (ARAUJO; VIEIRA, p. 262, 2021).

ECTOMICORRIZAS

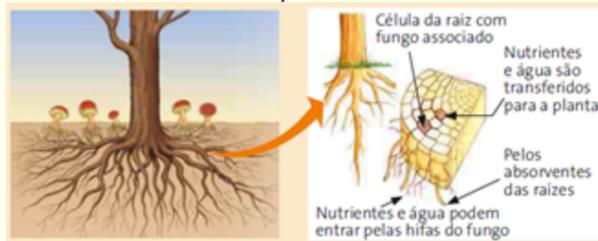
- Associação mutualista, principalmente de fungos basidiomicetos com as raízes de plantas.
 - "Nas micorrizas de Basidiomycota, as hifas não invadem as células do hospedeiro (crescem apenas entre os espaços intercelulares)" (ARAUJO; VIEIRA, p. 262, 2021).

Em ambos os casos, os dois organismos obtêm benefícios:

- O fungo aumenta a superfície de absorção de água e sais minerais para as raízes e a planta disponibiliza grande quantidade de carbono que os fungos necessitam, assim como açúcares e aminoácidos (ELOIS, 2020).

Essas associações são importantes pois permite que as plantas vivam em ambientes com pouca disponibilidade de nutrientes, assim como alta irradiação e alta salinidade (ELOIS, 2020).

Imagem demonstrando associação (micorrizas) entre os fungos e as raízes das plantas.



Fonte: LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio, 2018, p. 81.

Líquens

Associação entre fungos (ascomicetos), algas e cianobactérias.

- Benefício mútuo: o fungo protege a alga e fornece para ela água e sais minerais, enquanto a alga produz alimento através da fotossíntese, transferindo-o para o fungo.

Os líquens são excelentes bioindicadores de qualidade de ar.

A reprodução ocorre por meio dos sorédios, que são "bolinhas" (como mostra na imagem a baixo), contendo um pouco de alga e um pouco de fungo, que são levadas pelo vento.

Imagem ilustrando o líquen e sua estrutura



Fonte: LOPES, ROSSO, 2016, p. 86.

Fotografias mostrando líquens, na cidade de IvotijRS.



Foto: BOBSIN, Morgana, 2021.

Atividades fúngicas...

Aqui estão algumas ideias de atividades com fungos, que podem ser feitas na escola, ou como atividade de casa. O professor pode aprofundá-las de acordo com as suas necessidades:



- Coleta e/ou observação dos fungos na escola e no entorno.
 - Ensinar os alunos a importância dos fungos decompositores, e seu papel na natureza.
 - Caso o professor opte pela coleta, os fungos podem ser analisados no microscópio.
 - Os alunos podem desenhar os cogumelos e seus detalhes.
- Observação de fungos.
 - O que encontramos ao longo do nosso dia? Assim como a "cegueira botânica", muitas pessoas não notam os fungos no seu entorno, a não ser quando encontram bolores em alimentos. Mas os fungos são muito mais que isso! Que tal fazer uma atividade com os alunos para que observem e tirem foto de fungos encontrados ao longo de alguns dias?
 - Essa atividade é recomendada que o aluno faça observações ao longo de uma semana, para ver que tipos de fungos encontra.
 - O aluno pode registrar as fotos e analisar a que grupo pertence.
- Observação de bolores em alimentos no microscópio.
 - **Atividade 1:** Analisar em quanto tempo aparecem bolores no pão de casa e no pão de sanduíche, por exemplo.
 - O que faz com que ocorra essa diferença de tempo?
 - Aqui se pode trabalhar também a questão de alimentos industrializados e os componentes químicos utilizados para conservar alimentos. Que tal fazer uma parceria com a professora de química?
 - **Atividade 2:** Observação de bolores ao microscópio.
 - Caso seja possível, você pode fazer uma atividade com seus alunos observando os bolores formados no pão, no microscópio.
 - Pode pedir aos alunos para desenharem os bolores vistos ao microscópio.



- Alimentação diferente na escola.
 - Caso a sua escola tenha uma cozinha disponível para uso com os alunos, o que acha de fazerem uma receita juntos que vai alimentos fúngicos?
 - Pode ser pão (utilizando o fermento);
 - Massa 4 queijos, na qual um dos queijos são injetados o fungo *Penicillium* sp., como o queijo gorgonzola ou roquefort;
 - Receita com cogumelos frescos;
 - No final da cartilha há algumas receitas que pode ajuda-los, mas você também pode pedir que os alunos pesquisem e tragam para a escola.
- Piquenique fúngico.
 - Que tal combinar com os alunos de trazerem alimentos produzidos a partir de fungos? Você pode mesclar com alimentos que não são a base de fungos.
 - Essa atividade é importante pois mostra aos estudantes a quantidade de alimentos na qual são utilizados fungos e eles não sabem, e para que possam conhecer novos alimentos



Tanto na atividade de alimentação diferente na escola, quanto o piquenique fúngico, é possível, e importante, trabalhar sobre os nutrientes encontrados nos fungos. Essa é uma outra atividade possível de fazer com os alunos; eles pesquisarem os nutrientes encontrados nos fungos e a importância na nossa saúde.



Filmes, documentários e livros

FILMES E DOCUMENTÁRIOS:

- Fungos fantásticos - Netflix
- O Mundo Secreto dos Jardins - Youtube
 - link: <https://www.youtube.com/watch?v=C7eycygqyCo&t=4s>
- BBC Fungos - Youtube
 - Link: <https://www.youtube.com/watch?v=IdU3t4a48t8&t=27s>
- Fantástico reino dos fungos - Youtube
 - Link: <https://www.youtube.com/watch?v=4Y9MgzCEqRc&t=350s>



LIVROS:

- Ensino de Biologia, v. 2
 - Autor: Leonardo Augusto Luvison Araújo e Gilberto Cavalheiro Vieira (Org.). 2021, p. 233.
- Primavera Fungi - Guia de fungos para o Sul do Brasil.
 - Autores: Jeferson Muller Timm. 2018.
- O incrível mundo dos fungos.
 - Autores: Gisela Ramos Terçarioli, Lucia Maria Paleari e Eduardo Bagagli. 2010.



Fungos encontrados no Rio Grande do Sul

O livro "Primavera Fungi: Guia de fungos para o sul do Brasil", trás uma enorme gama de cogumelos encontrados no Rio Grande do Sul. O livro também trás informações sobre os grupos, informa sobre os cogumelos comestíveis, entre outras informações.



Abaixo algumas imagens do livro:

Agaricus campestris, fungo comestível



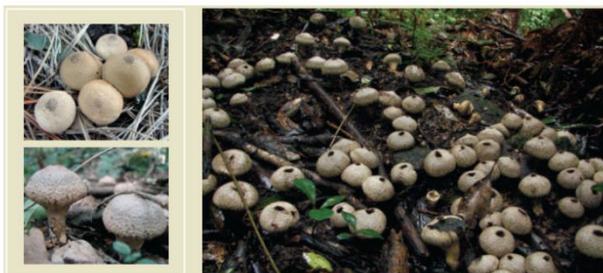
TIMM, 2018, P. 83

Phallus indusiatus, fungo não comestível



TIMM, 2018, P. 195

Lycoperdon pyriforme, fungo venenoso



TIMM, 2018, P. 202

Aleuria aurantia, fungo comestível



TIMM, 2018, P. 233

Receitas fúngicas

Talharim ao molho quatro queijos

Ingredientes

- 1 pacote de talharim fresco (500 g)
- 2 colheres de sopa de manteiga
- 150 g de queijo tipo gorgonzola
- 4 colheres de sopa de queijo tipo parmesão ralado
- 1 copo de requeijão cremoso
- 1 colher de sopa de queijo tipo provolone ralado
- 1 lata de creme de leite
- 1 xícara de chá de leite
- Sal a gosto (para o preparo da massa)
- Azeite a gosto (para o preparo da massa)
- Pimenta do reino branca (para o preparo do molho)
- Noz moscada (para o preparo do molho)

Modo de preparo

- Prepare a massa conforme a instrução da embalagem.
- Numa panela média, em fogo médio, derreta a manteiga juntamente com o gorgonzola e ao derreter por completo, acrescente o parmesão, o requeijão e o provolone.
- Misture bem e derreta todos os queijos até formar uma massa homogênea (não se assuste se parecer muito dura).
- Nunca pare de mexer.
- Adicione o creme de leite e continue mexendo para não ferver.
- Acrescente o leite, misture novamente, adicionando a pimenta branca e uma pequena pitada de noz moscada.
- Escorra a massa, e ao começar a levantar fervura, retire o molho e acrescente à massa.

Receita Talharim disponível pelo link: <https://www.tudogostoso.com.br/receita/8711-talharim-ao-molho-quatro-queijos.html>

Receita chá gelado disponível em: AMAZONAS; SIQUEIRA. 2003, p. 27. Champignon do Brasil (*Agaricus brasiliensis*): Ciência, Saúde e Sabor.

Chá gelado

Ingredientes:

- 1 litro de água
- 30 g de Champignon do Brasil seco (*Agaricus brasiliensis*)
- Suco de 1 ½ limão
- Açúcar ou adoçante a gosto

Modo de preparar:

- Esqueite a água até o ponto de quase fervura e apague o fogo. Em seguida, adicione os cogumelos, tampe a panela e deixe esfriar. Quando já estiver frio, coe, junte o suco de limão e adoce a gosto.

Receitas fúngicas

Cogumelo shimeji frito na manteiga

Ingredientes:

- 1 bandeja de cogumelos Shimeji limpos
- 1 colher e meia de manteiga
- 1/2 xícara de chá de molho Shoyu
- 1 cebola
- 2 raminhos de cebolinha

Modo de preparo:

- Antes de começar, corte a base mais grossa dos shimejis, de forma a deixá-los separados um do outro e com um talinho junto ao "chapéu" do cogumelo.
- Se quiser se utilizar da base mais grossa, corte-a em cubos bem pequenos.
- Deixe os cogumelos cozinhando por cerca de cinco minutos em uma panela separada.
- Coloque uma panela no fogo com a manteiga até que ela tenha derretido quase por completo.
- Coloque a cebola e a cebolinha em uma frigideira e frite-as parcialmente.
- Pegue os cogumelos, já cozidos, escorra a água e junte à frigideira para fritar junto com a cebola e a cebolinha.
- Assim que a cebola estiver mole, junte o molho shoyu e deixe fritar mais um pouco para que os ingredientes absorvam seu sabor.
- Depois é só servir em um potinho separado.

Informações adicionais:

Pode medir ao seu gosto a quantidade de shoyu. A cebola fica bem molinha e frita, mesmo que não goste vai comê-la sem perceber, mas se preferir também pode retirá-la da receita.



Receita disponível pelo link:
<https://www.tudogostoso.com.br/receita/11841-cogumelo-shimeji-frito-na-manteiga.html>

Receitas fúngicas

Broinhas

Ingredientes:

- 30 g de farinha (cogumelo seco triturado no liquidificador) de Champignon do Brasil (*Agaricus brasiliensis*)
- 100 g de farinha de milho em flocos
- 150 g de farinha de trigo
- 200 g de açúcar
- 2 ovos
- 1 gema
- 150 ml de água
- 100 g de margarina
- 15 g de erva doce
- 10 g de fermento para pão
- 1 colher de sopa de bicarbonato de sódio
- 20 g de coco ralado

Modo de preparar:

Misture os ingredientes secos e reserve-os. Bata bem as gemas, a margarina e o açúcar numa batedeira elétrica. Acrescente a mistura dos ingredientes secos, as claras e a água, batendo até que a massa fique bem homogênea. Coloque a massa em forminhas de papel pequenas, preenchendo-as pela metade, e asse, em forno médio, até que dourem.

Observação:

As broinhas ficarão mais apetitosas no dia seguinte.



Disponível em: AMAZONAS; SIQUEIRA. 2003, p. 33
 Champignon do Brasil (*Agaricus brasiliensis*): Ciência,
 Saúde e Sabor.



Referências bibliográficas



- AIDE, Miguel Abidon. Histoplasmose. v. 35, n. 11, p. 1145 – 1151. *Jornal Brasileiro de Pneumonia*. 2009. Disponível em: <https://www.jornaldepneumologia.com.br/details/14/pt-BR/capitulo-4---histoplasmose>. Acesso em: out. 2021.
- AMAZONAS, Maria Angela Lopes de Almeida; SIQUEIRA, Paulo. Champignon do Brasil (*Agaricus brasiliensis*): ciência, saúde e Sabor. Colombo : Embrapa Florestas, 45p. dez. 2003.
- ARAUJO, Leonardo Augusto Luvison; VIEIRA, Gilberto Cavalheiro (Org). *Ensino de Biologia: Uma perspectiva evolutiva. Vol. II: Biodiversidade e Evolução*. Porto Alegre: Instituto de Biociências das UFRGS, 2021.
Cáp. 7: O desconhecido reino dos Fungos. SCHUNEMANN, Bárbara Letícia Botura; PALACIO, Melissa; REGIO, Nicolas do Carmo. p. 235.
- BENTO, Bruno de Campos. Análise estatística de dados de metabolômica: identificação dos compostos envolvidos na resposta das plantas à simbiose com fungos ectomicorrízicos. Mestrado em Bioestatística: Universidade de Lisboa, Faculdade de Ciências departamento de Estatística e Investigação Operacional. 59 p. 2020.
- BOYCE, Kevin C. et al. Devonian landscape heterogeneity recorded by a giant fungus. *The Geological Society of America*. v. 35, n. 5, p. 399–402. mai. 2007.
Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/38413561_Devonian_Landscape_Heterogeneity_Recorded_by_a_Giant_Fungus. Acesso em: set. 2021
- ELOIS, Mariana Alves. Revisão sistemática da literatura sobre a influência dos fungos ectomicorrízicos na colonização e sobrevivência de plantas. Trabalho de conclusão de curso (Graduação) Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Biológicas, Departamento De Botânica. 57 p. Florianópolis, 2021
- FARIA, Jéssica Ferreira. *FUNGOS ALUCINÓGENOS: Uma revisão sobre o Psilocybe sp. e a substância Psilocibina*. Belo Horizonte, 2017
- FORZZA, Rafaela Campostrini; (Org) *Catálogo de plantas e fungos do Brasil, volume 1*. - Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

Referências bibliográficas



- GABBATIS, Josh. Can the wood-wide web really help trees talk to each other? Disponível em: <https://www.sciencefocus.com/nature/mycorrhizal-networks-wood-wide-web/>. Acesso em: set. 2021.
- HALFELD, Vítor Ribeiro. Formigas zumbis no Jardim Botânico da Universidade Federal de Juiz de Fora. *Revista Brasileira de Zootecias* p. 42-44, 2016.
- HAWKSWORTH, David L.; LÜCKING, Robert. Fungal diversity revisited: 2.2 to 3.8 million species. *Microbiology Spectrum*. v. 5, n. 4, p. 1–17. 2017. Disponível em: <https://journals.asm.org/doi/epub/10.1128/microbiolspec.FUNK-0052-2016>. Acesso em: out. 2021.
- HEADS, S.W. et al. The oldest fossil mushroom. *Plos one*, v.12, n.6, p. 1-6, jun. 2017. Disponível em: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0178327>. Acesso em: set. 2021.
- KUHAR, Francisco et al. Delimitation os Funga as a valid term for the diversity of fungal communities: the Fauna, Flora & Funga proposal. *IMA FUNGUS*. v. 9, n. 2, p. 71 – 74, jul. 2018.
- LINHARES, Sérgio; GEWANDSZNAJDER, Fernando; PACCA, Helena. *Biologia hoje*. 3. ed. São Paulo: Ática, 2016.
- LOPES, Sônia; ROSSO, Sérgio. *BIO*. v.2, 3 ed. São Paulo: Saraiva, 2016.
- MAIA, Leonor C., et al. Diversity of Brazilian fungi. *Rodriguésia*. p. 1033-1045. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/n98JMXKRGvhdCJr3YmCw3mm/?lang=en>. Acesso: out. 2021.
- PAZZA, Aline Carina Vieira; et al. Composição nutricional e propriedades funcionais fisiológicas de cogumelos comestíveis: *Agaricus brasiliensis* e *Pleurotus ostreatus*. *FAG Journal of Health*, v.1, n.3, p.240, set. 2019. Disponível em: <https://fjh.fag.edu.br/index.php/fjh/article/view/89/110>. Acesso em: set. 2021.
- REECE, Jane B. et al. *Biologia de Campbell*. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.
- SANTOS, Vanessa Sardenha. Os cinco reinos dos seres vivos. Disponível em: <https://escolakids.uol.com.br/ciencias/os-cinco-reinos-dos-seres-vivos.htm>. Acesso em: out. 2021.

Referências Bibliográficas

SIPOS, Gyorgy; et al. Genome expansion and lineage-specific genetic innovations in the forest pathogenic fungi *Armillaria*. *Nature Ecologic Evolution*, v. 1, p. 1931-1941, dez. 2017. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41559-017-0347-8>. Acesso em: out. 2021.

SOCOL, Carlos Ricardo; et al. Cogumelos: uma fonte promissora de compostos ativos para o desenvolvimento de bioprodutos farmacêuticos entracêuticos. *Biotecnologia Aplicada à Agro Indústria Fundamentos e Aplicações*. v. 4, p. 315-360, 2016.

TAVARES, Felipe Lima; et al. Cogumelos comestíveis e medicinais em fragmentos florestais de fácil acesso por agricultores em transição agroecológica de Bonito, Pernambuco. *Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia*, São Cristóvão, Sergipe, v. 15 n. 2, 2020.

TAYLOR, T. N. et al. *Fossil Fungi*. Academic Press, London, 2015.

TERÇARIOLI, Gisela Ramos; PALEARI, Lucia Maria; BAGAGLI, Eduardo. *O incrível mundo dos fungos*. 1. ed. São Paulo: UNESP, 2010.

TIMM, Jeferson Muller. *Primavera Fungi*. Guia de fungos para o sul do Brasil. Porto Alegre: Via Sapiens, 2018.

TORTORA, Gerard J; FUNKE, Berdell R; CASE, Christine L. *Microbiologia*. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

ZWECKE, Clara Mantovani; LIMA, Daniély de Camargo; LEONARDO, Jussara Maria Leite Oliveira. Desenvolvimento de tofu maturado por *Penicillium roquefort*. *Anais Eletrônico VIII EPCC - Encontro Internacional de Produção Científica Cesumar UNICESUMAR - Centro Universitário Cesumar*: Maringá, Paraná, 2013.

As imagens não identificadas foram retiradas do aplicativo Canva.



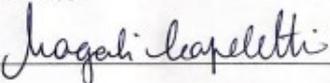
ANEXO A – CARTA DE ANUÊNCIA

CARTA DE ANUÊNCIA DA ESCOLA

O(A) Diretor (a) da Escola Instituto Coronel Genuino Sampaio localizada na cidade de Sapiranga declara estar ciente e de acordo com a participação dos alunos desta Escola nos termos propostos no projeto de pesquisa intitulado **“PRODUÇÃO DE MATERIAL DIDÁTICO SOBRE OS FUNGOS COMO APORTE NO ENSINO DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO**, que tem como objetivos elaborar um material didático sobre o Reino dos Fungos para professores da Educação Básica – Ensino Médio. Este projeto de pesquisa encontra-se sob responsabilidade do(a) professor (a)/pesquisador(a) Morgana Flores Bobsin, sob orientação do(a) professor(a)/pesquisador(a) Tais Malysz da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Esta autorização está condicionada à aprovação do projeto no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFRGS e ao cumprimento aos requisitos das resoluções 466/2012 e 510/2016 do Conselho Nacional da Saúde, Ministério da saúde, comprometendo-se os pesquisadores a usar os dados pessoais dos sujeitos da pesquisa exclusivamente para fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo dos sujeitos.

Local e data: 19 de julho de 2021.

Nome do(a) Diretor(a):

Assinatura 

Magali Capeletti
Diretora
ID 2478900/01
D.O. 23/11/2021 p. 61

Professor(a)/Pesquisador(a) responsável (UFRGS): Tais Malysz

Assinatura 