



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO TECNOLÓGICO**  
**CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO TECNOLÓGICO**



**ANA GRAZIELA GOMES TRAVASSOS**

**FUNGOS DA AMAZÔNIA: UM RECURSO DIDÁTICO PARA A GRADUAÇÃO**

**MANAUS – AM**

**2024**



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO TECNOLÓGICO  
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO TECNOLÓGICO**



**ANA GRAZIELA GOMES TRAVASSOS**

**FUNGOS DA AMAZÔNIA: UM RECURSO DIDÁTICO PARA A GRADUAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico - PPGET do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico, sob orientação da Prof.<sup>a</sup> Dra. Juliana Mesquita Vidal Martínez de Lucena.

**MANAUS – AM**

**2024**

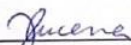
ANA GRAZIELA GOMES TRAVASSOS

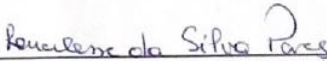
## FUNGOS DA AMAZÔNIA: UM RECURSO DIDÁTICO PARA A GRADUAÇÃO

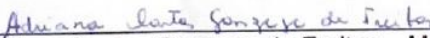
Dissertação apresentada ao Mestrado do Programa Profissional de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico. Linha de Pesquisa: Alternativas Mediadoras para Eficácia do Ensino e Aprendizagem em Contextos Tecnológicos.

Aprovada em 14 de março de 2024.

### BANCA EXAMINADORA

  
Profª. Drª. Juliana Mesquita Vidal Martínez de Lucena – Orientadora / Presidente  
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)

  
Profª. Drª. Lucilene da Silva Paes – Membro Titular Interno  
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)

  
Profª. Drª. Adriana Dantas Gonzaga de Freitas – Membro Titular Externo (UFAM)

**Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro**

---

T779f Travassos, Ana Graziela Gomes.

Fungos da Amazônia: um recurso didático para a graduação / Ana Graziela Gomes Travassos. – Manaus, 2024.

77 p. : il. color.

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus* Manaus Centro, 2024.

Orientadora: Profa. Dra. Juliana Mesquita Vidal Martínez de Lucena.

1. Micologia. 2. Fungos. 3. Biodiversidade - Amazônia. 4. Recursos - ensino. I. Lucena, Juliana Mesquita Vidal Martínez de. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 570.7

## AGRADECIMENTOS

Ao chegar ao fim desta longa jornada, é com profunda gratidão que reflito sobre cada passo percorrido, reconhecendo que cada etapa foi iluminada por diversas peças que se encaixaram para me conduzir até este momento.

Quero expressar minha mais sincera gratidão à minha família, verdadeira âncora na minha formação. À minha mãe, Maria Josefina, dedico especial reconhecimento por ter me ensinado que o conhecimento é a chave mestra que desvenda os segredos do mundo. Às minhas queridas irmãs Luciane e Luciana, e à minha tia Jeane, meu eterno agradecimento pelo apoio inabalável.

À Profa. Dra. Juliana M. V. M. de Lucena, minha Tutora e Orientadora ao longo dos últimos cinco anos, expresso minha profunda gratidão. Sua acolhida calorosa, envolvimento incansável em minhas pesquisas, confiança depositada em mim e valiosas críticas e sugestões foram fundamentais para o meu crescimento acadêmico e pessoal.

Não posso deixar de mencionar meus amigos do Instituto, cuja lealdade aos nossos objetivos compartilhados e apoio mútuo foram pilares essenciais durante toda essa trajetória desafiadora.

Ao Instituto, devo uma dívida de gratidão imensurável. Agradeço pela oportunidade de crescer intelectualmente, pelos professores excepcionais que moldaram meu pensamento crítico, pelo incentivo incansável à pesquisa científica e pela infraestrutura que proporcionou as condições ideais para o meu desenvolvimento acadêmico.

Também expresso minha sincera gratidão à FAPEAM por sua generosidade ao financiar minha bolsa de apoio por dois anos, permitindo-me concentrar-me totalmente em minha jornada acadêmica.

Por último, mas não menos importante, agradeço a Deus, cujo amparo sempre se fez presente nos momentos mais desafiadores, e a Nossa Senhora, cuja orientação divina guiou cada um dos meus passos, iluminando o meu caminho com sua luz celestial ao longo de toda essa jornada inesquecível.

## RESUMO

A presente pesquisa reflete as dificuldades encontradas no ensino de Micologia e, mais especificamente, em sua contextualização para o cenário amazônico. Dentro do ensino de Micologia na educação superior, os recursos disponíveis não são específicos da disciplina, uma vez que a maioria dos livros técnicos em língua portuguesa se dedica à subárea de Micologia Médica, destinada à formação de profissionais da área da saúde. Essa abordagem reduz a compreensão da riqueza em diversidade e utilidades dos fungos a uma visão desse grupo de seres vivos como patógenos e, portanto, nocivos às pessoas, plantas e animais. Buscando contribuir para melhorar esse cenário e propor alternativas didáticas, esta pesquisa almejou desenvolver um livro didático para o ensino de Micologia no contexto amazônico e divulgá-lo através de um site próprio, dedicado aos fungos da Amazônia. A pesquisa teve cunho qualitativo e foi planejada em duas fases: a primeira incluiu uma revisão sistemática das publicações sobre fungos coletados na Amazônia. A segunda, realizou um diagnóstico em instituições de ensino superior na cidade de Manaus que oferecem cursos com disciplinas que incluem a Micologia, assim como a avaliação e testagem da proposta de recurso didático em forma de um livro e um site, fazendo uso de uma banca de pareceristas para sua avaliação pelo método Delphi. A revisão de literatura foi realizada utilizando os termos: “fungos”, “chytridiomycota”, “zigomycota”, “glomeromycota”, “ascomycota”, “basidiomycota”, “deuteromycota”, “ensino de Micologia” e “Amazônia”, combinados entre si, nas plataformas eletrônicas Portal de Periódicos Capes/MEC, Biblioteca de periódicos Scielo, PubMed e Science Direct. Como resultados, a revisão sistemática colheu 862 resultados para “fungos da Amazônia” somando-se os portais pesquisados, 1 resultado para “ensino de Micologia” e nenhum resultado para “ensino de Micologia na Amazônia”. Observou-se que a Micologia enquanto disciplina ou como conteúdo dentro da disciplina de Microbiologia, é oferecida em oito instituições de ensino superior em cursos presenciais na cidade de Manaus (AM), sendo três públicas e cinco privadas. Destas, apenas professoras das instituições públicas demonstraram interesse em participar como pareceristas da etapa de avaliação do recurso didático. A abordagem das pareceristas foi feita por meio da aplicação de questionários semiestruturados, com base no método Delphi. A 1ª rodada fez um levantamento do perfil das pareceristas e, a 2ª rodada serviu à avaliação do protótipo de livro didático que integra o produto educacional. O livro está dividido em cinco unidades que abordam: 1. O Reino Fungi; 2. Caracterização dos filozos; 3. A biodiversidade amazônica; 4. Recursos para o ensino de Micologia. Na 1ª rodada, as pareceristas corroboraram a carência de recursos específicos para o ensino de graduação sobre fungos da Amazônia e informaram recorrer, na maioria das vezes, às publicações de artigos e resultados de pesquisas de seus alunos de mestrado e doutorado. Na 2ª rodada, a avaliação das pareceristas sobre a proposta de livro didático indicou boa apresentação estética e comunicacional, adequação do conteúdo proposto, destacando seu potencial de “aproximar estudantes amazônicas de um conteúdo relevante regionalmente”. Algumas sugestões de melhoria foram a ampliação do conteúdo sobre fungos endofíticos e a inclusão de ciclos biológicos dos filozos. Com base na avaliação realizada, o produto educacional foi aprimorado, associando o livro didático ao site [fungosdaamazonia.my.canva.site/fungosdaamazonia](http://fungosdaamazonia.my.canva.site/fungosdaamazonia) com vistas à sua futura publicação e adoção como parte do acervo de referências utilizadas pelos professores da área de Microbiologia e Micologia. Cada capítulo conta com propostas de atividades para aprofundamento do conteúdo e sugestões de aulas em ambientes não formais para permitir aos estudantes uma visão mais transdisciplinar da Micologia. Espera-se que este produto possa servir para a contextualização da Micologia ensinada na Amazônia, especialmente nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, visando

a médio e longo prazo, uma maior aproximação entre os alunos da educação básica e os conhecimentos sobre fungos, através da atuação dos futuros professores.

**Palavras-chave:** Micologia, Amazônia, recursos para o ensino, ensino superior.

## ABSTRACT

This research reflects the difficulties encountered in teaching Mycology and, more specifically, in its contextualization for the Amazonian scenario. Within the teaching of Mycology in higher education, the resources to be used are not specific to the discipline, since the majority of technical books in Portuguese are dedicated to the sub-area of Medical Mycology, intended for the training of health professionals. This approach reduces the understanding of the rich diversity and uses of fungi to a view of this group of living beings as pathogens and, therefore, harmful to people, plants and animals. In the quest to understand this scenario and propose teaching alternatives, this research aimed to develop a technical book for teaching Mycology in the Amazonian context and disseminate it through its own website, dedicated to Amazonian fungi. The research had a qualitative nature and was planned in two phases: the first included a systematic review of publications on fungi collected in the Amazon. The second, carried out a diagnosis in higher education institutions in the city of Manaus that offer courses with subjects that include Mycology, as well as the elaboration and testing of the proposal for a teaching resource in the form of a book and a website, making use of a newsstand of reviewers for their evaluation. The literature review was carried out using the keywords: “Amazon fungi”, “Amazon chytridiomycetes”, “zygomycetes in the Amazon”, “Amazon glomeromycetes”, “ascomycetes in the Amazon”, “Amazon basidiomycetes”, “deuteromycetes in the Amazon”, and “teaching Mycology in the Amazon”, combined together, on the electronic platforms Portal de Periódicos Capes/MEC, Scielo periodical library, PubMed and Science Direct. As results, the systematic review collected around 862 results for “fungi from the Amazon” adding up the portals searched, and no results for “teaching Mycology in the Amazon”. It was observed that Mycology as a discipline or as content within the Microbiology discipline, is offered in eight higher education institutions in face-to-face courses, three of which are public and five are private. Of these, only the three public institutions showed interest in participating in the teaching resource evaluation stage. The teachers were approached through the application of semi-structured questionnaires, based on the Delphi method. The 1st round surveyed the profile of five teachers and the 2nd round served to evaluate the textbook prototype that is part of the educational product. The book resulting from this research is divided into five units that will cover: 1. The Fungi Kingdom; 2. Characterization of the phyla; 3. Amazonian biodiversity; 4. Resources for teaching Mycology. In the 1st round, the referees indicated the lack of specific resources for undergraduate teaching on Amazonian fungi and that they largely rely on published articles and research results from their master's and doctoral students. In the 2nd round, the reviewers' evaluation of the textbook proposal indicated good aesthetic and communicational presentation, adequacy of the proposed content, highlighting the potential of “bringing Amazonian students closer to regionally relevant content”. Some suggestions for improvement were the expansion of content on endophytic fungi and the inclusion of biological cycles of the phyla. Based on the evaluation carried out, the educational product was improved, associating the textbook with the [fungosdaamazonia.my.canva.site/fungosdaamazonia](http://fungosdaamazonia.my.canva.site/fungosdaamazonia) website with a view to its future publication and adoption with part of the collection of references used by teachers in the area of Microbiology and Mycology. Each chapter has proposed activities to deepen the content and suggestions for classes in non-formal environments to allow undergraduates a more transdisciplinary view of Mycology. It is expected that this product can serve to contextualize Mycology taught in the Amazon in Biological Sciences Degree classes, aiming in the medium and long term, for a greater rapprochement between



basic education students and knowledge about fungi, through the actions of future teachers.

**Keywords:** Mycology, Amazon, teaching resources, higher education.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b> - <i>Chytriumyces hyalinus</i> . .....	19
<b>Figura 2</b> - <i>Rhizopus</i> sp. ....	19
<b>Figura 3</b> - Glomerosporo de <i>Claroideoglo mus claroideum</i> . ....	20
<b>Figura 4</b> - <i>Candida albicans</i> . ....	20
<b>Figura 5</b> - <i>Auricularia fuscosuccinea</i> . ....	21
<b>Figura 6</b> - <i>Lasiodiplodia theobromae</i> .....	20
<b>Figura 7</b> - Orelha-de-pau decompondo pedaço de tronco no MUSA-AM. ....	28
<b>Figura 8</b> - Cogumelos comercializados nos comércios de Manaus. ....	29
<b>Figura 9</b> – Onicomicose nas unhas dos pés. ....	29
<b>Figura 10</b> – Fermento biológico utilizado na produção de massas e pães. ....	29
<b>Figura 11</b> - Imagens da primeira unidade e do primeiro capítulo.....	60
<b>Figura 12</b> - Imagens da segunda unidade e do quinto capítulo.....	61
<b>Figura 13</b> - Imagens da terceira unidade e do sétimo capítulo.....	61
<b>Figura 14</b> - Imagens da quarta unidade e do oitavo capítulo.....	60
<b>Figura 15</b> – Tela de abertura do site "Fungos da Amazônia".....	60

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Palavras-chave para buscas.....	32
<b>Quadro 2</b> - Questões da primeira rodada.....	34
<b>Quadro 3</b> - Questões da segunda rodada.....	35
<b>Quadro 4</b> - Número de publicações científicas sobre fungos da Amazônia no período de 2003-2023.....	36
<b>Quadro 5</b> – Publicações relevantes para os temas abordados na pesquisa.....	39
<b>Quadro 6</b> – Instituições com curso de Licenciatura em Ciências Biológicas e Ciências Naturais.....	40
<b>Quadro 7</b> – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada).....	45
<b>Quadro 8</b> – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada).....	46
<b>Quadro 9</b> – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada).....	46
<b>Quadro 10</b> – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada).....	47
<b>Quadro 11</b> – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada).....	48
<b>Quadro 12</b> – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada).....	48
<b>Quadro 13</b> – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada).....	49
<b>Quadro 14</b> - Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada).....	50
<b>Quadro 15</b> – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada).....	51
<b>Quadro 16</b> – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada).....	51
<b>Quadro 17</b> – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada).....	54
<b>Quadro 18</b> – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada).....	54
<b>Quadro 19</b> – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada).....	55
<b>Quadro 20</b> – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada).....	56
<b>Quadro 21</b> – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada).....	57
<b>Quadro 22</b> – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada).....	57
<b>Quadro 23</b> – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada).....	58
<b>Quadro 24</b> – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada).....	59

## Sumário

<b>1. Introdução</b> .....	113
<b>2. Objetivos:</b> .....	16
<b>3. Fundamentação teórica</b> .....	175
<b>3.1 O reino dos fungos</b> .....	175
<b>3.2 O Ensino de Micologia na Educação Superior e sua relação com a Educação Básica</b> .....	20
<b>3.3 Ensino de Micologia na Amazônia</b> .....	24
<b>3.4 A Aprendizagem Significativa e o ensino de Micologia</b> .....	26
<b>3.5 O Método Delphi nas pesquisas em Ensino</b> .....	30
<b>4. Procedimentos Metodológicos</b> .....	30
<b>4.1 Revisão sistemática sobre fungos amazônicos</b> .....	30
<b>4.2 Elaboração do protótipo</b> .....	33
<b>4.3 Aplicação do Método Delphi</b> .....	33
<b>4.3.1 Levantamento diagnóstico sobre ensino de Micologia no Amazonas</b> .....	33
<b>4.4 Avaliação do protótipo</b> .....	34
<b>Resultados e discussão</b> .....	36
<b>5.1 Revisão sistemática sobre fungos da Amazônia</b> .....	36
<b>5.2 Diagnóstico sobre o ensino de Micologia em Manaus (AM)</b> .....	41
<b>5.3 Percepções das pareceristas sobre o Ensino de Micologia</b> .....	43
<b>5.3.1 Primeira rodada</b> .....	44
<b>5.3.2 Segunda rodada</b> .....	52
<b>5.4 Consolidação do Produto Educacional</b> .....	608
<b>6. Considerações finais</b> .....	61
<b>7. Referências</b> .....	66
<b>APÊNDICE A – TCLE</b> .....	72
<b>APÊNDICE B – FEEDBACK I</b> .....	71
<b>APÊNDICE C – FEEDBACK II</b> .....	76

## 1. Introdução

Viver na Amazônia é uma experiência de estar em um ambiente permeado de diversidades naturais e culturais. Compreende-se que todos os aspectos da região a tornam única e despertam o interesse de muitos pesquisadores ao redor do mundo. O fato de estar no coração da Amazônia, influenciou a esta autora não apenas a estudá-la em seus detalhes, mas em se formar na área de Licenciatura em Ciências Biológicas com o objetivo de influenciar as gerações futuras a ter a mesma preocupação de manter suas florestas em pé.

A Amazônia é o bioma responsável pela manutenção do clima da região Norte do Brasil, com grande influência sobre o clima mundial, o que a torna única. Sabe-se que ela é capaz, a partir de sua flora, de formar os chamados rios voadores que são responsáveis pelas chuvas em várias regiões do Brasil além da estocagem de grande quantidade do carbono emitido ao redor do planeta (GOMES, 2019; CUNHA et al., 2017).

Entretanto, há muitos anos esse bioma vem sendo devastado por queimadas e desmatamentos ilegais que, interferem diretamente nos ciclos do carbono e da água, consequentemente liberando mais gases que contribuem para o efeito estufa. Nesse processo, há uma considerável perda na diversidade da flora e fauna características da região, além de uma biodiversidade ainda não explorada, especialmente de microorganismos, dentre eles, os fungos (DO CARMO; DO CARMO, 2019).

A falta de conteúdos voltados para a importância da Amazônia nos livros didáticos, acaba contribuindo para diminuir o senso identitário de “ser da Amazônia”. Esse senso de identidade, é bastante diverso e resultante das experiências vividas dentro e fora de suas localidades, baseadas nos conhecimentos tradicionais da região e na cultura local (PEREIRA et al., 2021), que caracterizam a educação amazônica.

Do ponto de vista da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), segundo a qual, os conhecimentos previamente ancorados na estrutura cognitiva do estudante são primordiais para o aprendizado de novas informações, a contextualização se torna uma ferramenta necessária para viabilizar ao estudante o contato com objeto de estudo. Ou seja, aproveitar os elementos do contexto e experiências de vida permitiriam ao estudante uma visão mais concreta do conteúdo estudado e de suas aplicações ou utilidades na vida cotidiana e situações futuras (SANTANA, 2013).

Contextualizar conteúdos das ciências biológicas depende do livro didático na maioria das escolas, o que pode se constituir num recurso bastante limitado no que diz respeito aos conhecimentos regionais da Amazônia como já fora apontado por alguns autores (SOUZA, 2020; FERREIRA; LIMA, 2024).

Os fungos em si foram pouco compreendidos, sendo considerados plantas por muito tempo. Assim, com os avanços tecnológicos, já a partir da classificação em cinco Reinos (WHITTAKER, 1969), foi configurado o reino Fungi, se destacando com a publicação de Elias Magnus Fries (1794 - 1878) que descreveu cerca de 3.000 espécies de fungos de forma sistemática separando-os do reino Plantae. A partir disso, a Micologia começou a ter seu destaque em estudos, geralmente voltados para a área médica, onde os fungos eram observados como causadores de doenças e produtores de antibióticos (DRECHSLER-SANTOS, 2015).

O ensino de Micologia apresenta dois fatores que restringem ou particularizam a compreensão sobre os fungos: o primeiro é o fato de os livros de Micologia publicados em português serem majoritariamente voltados para os cursos de medicina humana e veterinária, e os livros de Microbiologia e Botânica limitarem o estudo dos fungos a apenas um ou dois capítulos de seu conteúdo.

O segundo fator é a dificuldade de contextualização desse conteúdo para o ensino na Amazônia. Dessa forma, não se tem livros técnicos de Micologia para os cursos de graduação em Ciências Biológicas e, a carência de informações sobre os fungos em termos regionais, dificulta o ensino contextualizado também na Educação Básica, onde os livros didáticos não incluem informações sobre os fungos amazônicos.

Poucos autores descrevem como a Micologia vem sendo ensinada nos cursos de graduação. Nota-se que existem poucos recursos para o ensino dos conteúdos dessa área para os cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas e isto evidencia que o ensino de Micologia em nível superior não está recebendo a devida atenção (CAVALCANTE et al., 2019).

O problema que originou essa pesquisa surgiu da necessidade de inserir conteúdos de Micologia de forma contextualizada no ensino superior, a fim de incentivar os alunos de Licenciatura em Ciências Biológicas a trabalhá-los em sala de aula, já que o tema não vem sendo estudado no contexto regional.

Para entender como ocorre o ensino de Micologia no Amazonas, são feitos os seguintes questionamentos que norteiam esta pesquisa: De que forma o ensino de Micologia vem sendo ministrado nos cursos de Licenciatura na cidade de Manaus? Quais pesquisas desenvolvidas sobre Fungos da Amazônia podem ser utilizadas para contextualizar o ensino de Micologia? Quais recursos podemos criar para auxiliar no ensino de Micologia na Amazônia?

Ademais, esta pesquisa apresenta em sua fundamentação teórica, uma breve análise sobre o Ensino de Micologia na Amazônia destacando sua relação com os fundamentos da Teoria da Aprendizagem Significativa, e faz um panorama sobre o Reino dos Fungos e sua importância para a vida no planeta. Em sequência, descrevem-se os procedimentos metodológicos (como a pesquisa foi realizada e organizada) e, por fim, apontam-se os resultados obtidos em face da discussão com a literatura apropriada ao tema, e apresenta-se a proposta de produto educacional resultante da pesquisa.

## **2. Objetivos**

### Objetivo geral

Desenvolver um produto educacional a fim de proporcionar conhecimentos sobre o reino fungi no contexto amazônico para o ensino de Micologia ao nível de graduação.

### Objetivos específicos

- ✓ Investigar como vêm sendo ministrados os conteúdos da área de Micologia nos cursos de Licenciatura em Ciências e Ciências Biológicas de instituições localizadas na cidade de Manaus;
- ✓ Realizar levantamento de produções científicas sobre fungos da Amazônia para utilização como fontes de conteúdo para o livro didático ilustrado;
- ✓ Construir um livro didático ilustrado para o ensino de Micologia em contexto Amazônico;
- ✓ Criar um site de interface amigável e intuitiva sobre o ensino da temática que possibilite a interação de estudantes e professores com as novas tecnologias para fins educativos.



### **3. Fundamentação teórica**

Para melhor situar a pesquisa quanto ao objeto de estudo da Micologia, este capítulo traz uma síntese sobre o Reino Fungi. Em seguida, aborda o Ensino de Microbiologia, o Ensino de Micologia, a relação da Teoria da Aprendizagem Significativa com o ensino dessa temática e, por fim, o Método Delphi que foi adotado como instrumento para avaliar os principais aspectos da proposta de recurso didático.

#### **3.1 O reino dos fungos**

Os fungos sempre despertaram interesse devido às suas características distintas, como cor e forma. O termo Micologia, possivelmente originário de uma lenda grega de aproximadamente 3.500 a.c., surgiu para descrever o estudo desses organismos. Antes dessa designação, os egípcios, por volta de 4.600 a.c., já utilizavam fungos, acreditando que conferiam imortalidade e sendo reservados apenas aos faraós devido a suas propriedades alucinógenas. Na Roma antiga, os fungos eram parte das refeições e associados à proximidade com os deuses. (ALEXOPOULOS, 1962).

Até então, não se conhecia nada a respeito das formas de cultivo e crescimento desses seres. A partir do século XVII, os fungos passaram a ganhar destaque em estudos na botânica e a sua própria classificação a partir de Elias Magnus Fries (1794 - 1878). Botânico e micólogo, em uma de suas obras, descreveu cerca de 3.000 espécies e propôs uma classificação sistemática dos fungos que serviria de base para as pesquisas posteriores (CALIXTO; CAVALHEIRO, 2012).

À medida que os estudos avançaram, foram surgindo as primeiras sociedades micológicas que atraíram muitos pesquisadores para a área. Em 1928, o médico professor Alexander Fleming, observou o crescimento de uma espécie de fungo que teria inibido o crescimento de bactérias do gênero *Staphylococcus*, revolucionando a medicina com a descoberta da penicilina (CALIXTO; CAVALHEIRO, 2012).

Os fungos são seres vivos eucarióticos pertencem ao Reino Fungi segundo a classificação de Whittaker de 1969. Na classificação proposta por Woese (1990), que distribui os seres vivos em Domínios, os fungos estão incluídos no domínio Eukarya, junto com todos os demais seres vivos eucariontes (que possuem células com núcleo individualizado e distribuição de tarefas entre diferentes organelas).

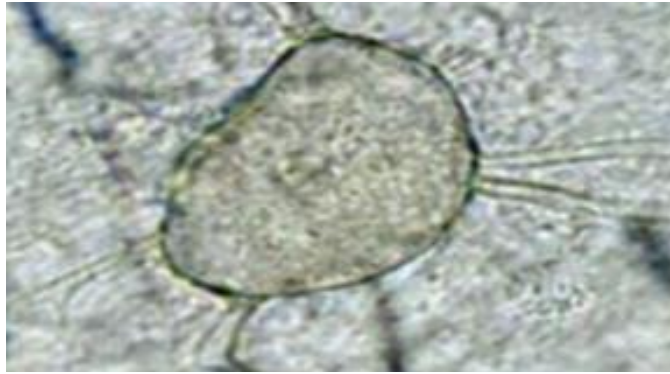
A capacidade cosmopolita dos fungos permite que eles sejam encontrados em qualquer ambiente que possua meios para sua sobrevivência. Na natureza, podemos observá-los na forma de vida simples sem grandes agrupamentos celulares como as leveduras, e na forma mais complexa como os filamentosos (pluricelulares). Estes, possuem talos com grandes emaranhados de hifas, que é a própria célula do fungo. O agrupamento das hifas por si só, chamamos de micélio que, durante a reprodução, pode apresentar uma organização chamada de “corpo de frutificação” (no caso dos basidiomicetos e ascomicetos) (DRECHSLER-SANTOS, 2015).

Em geral, se observa na extremidade de algumas hifas, a formação de estruturas reprodutivas, podendo formar esporos sexuados e assexuados, em estruturas abertas ou fechadas que servem para auxiliar na caracterização e identificação taxonômica. (DRECHSLER-SANTOS, 2015).

O agrupamento dos fungos realizado por Whittaker em 1969, separando-os dos vegetais, porém foram classificados por suas características típicas por Alexopoulos et al. (1996) e reclassificados novamente por Kirk et al. (2001). Kirk (2008) classifica os fungos em cinco filos: Chytridiomycota, Zigomycota, Glomeromycota, Ascomycota e Basidiomycota. Para a caracterização dos filos, esta será a classificação adotada nesse estudo.

**Chytridiomycota:** A maioria das suas espécies é aquática. São sapróbios, existindo também espécies parasitas de plantas, animais e outros fungos. Em geral, os quitridiomicetos (como também são chamados) possuem hifas simples, alongadas e cenocíticas, apresentando septos somente nas estruturas de reprodução. A parede celular desses organismos é conhecida por conter quitina e glucanas. As células reprodutoras são móveis (zoósporos e gametas) com um flagelo liso e posterior (SILVA; COELHO, 2006).

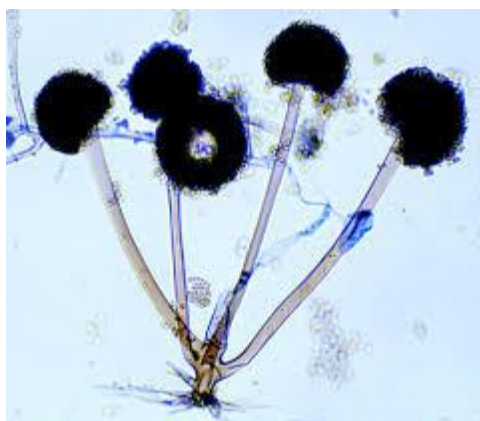
A pesquisa de Barthelemy e Lopes (2020), realizada no Lago do Puraquequara, em Manaus, Amazonas, mostrou a presença de *Chytriumyces hyalinus* (figura 4), que pertence a esta classificação taxonômica.



**Figura 1** - *Chytriumyces hyalinus*. Fonte: BARTHELEMY; LOPES (2020).

**Zigomycota:** Algumas espécies são parasitas e outras são sapróbias. A maioria apresenta hifas cenocíticas, sendo que algumas podem apresentar-se na forma de levedura (unicelular) considerando as condições ambientais. Formam zigosporângios destinados à reprodução sexuada, embora algumas espécies sejam auto férteis, ou seja, a mesma linhagem de indivíduo pode ser suficiente para reproduzir-se sexuadamente. Outras, como o *Rhizopus* spp. (figura 2), são heterotáticas, pois precisam de outro indivíduo para completar seu ciclo biológico (TORTORA et al., 2000; SILVA; COELHO, 2006;; EVERT; EICHHORN, 2013).

A maioria das pesquisas indica que o filo Zygomycota não é monofilético, e sua classificação está sujeita a mudanças. Atualmente, os Zygomycota são subdivididos em duas classes: Zygomycetes e Trichomycetes. No entanto, análises filogenéticas moleculares sugerem que nenhum desses grupos é natural, ou seja, monofilético (WHITE et al., 2006).

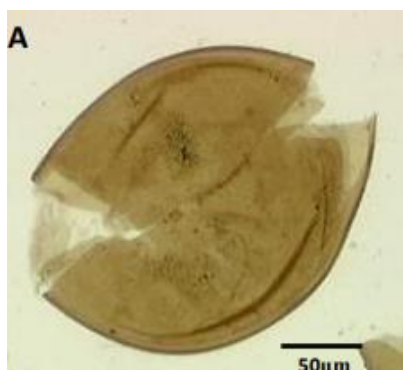


**Figura 2** - *Rhizopus* sp. Fonte: criptogamas.ib.ufu.br

**Glomeromycota:** As espécies conhecidas fazem associações micorrízicas, desempenhando um importante papel ecológico e agrícola. Eles estão associados a cerca de 80% das plantas vasculares. A maioria das espécies apresenta hifas cenocíticas e se

reproduzem principalmente através da reprodução assexuada, pela multiplicação de seus esporos multinucleados denominados glomerosporos (TORTORA et al., 2000; EVERT; EICHHORN, 2013).

Esses fungos são chamados de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA), e entre as espécies descritas na Amazônia, tem-se a *Claroideoglobus claroideum* (CAPRONI et al., 2018).



**Figura 3** - Glomerosporo de *Claroideoglobus claroideum*. Fonte: (FREITAS; CARRENHO, 2013).

**Ascomycota:** é o segundo filo de maior diversidade conhecida, com representantes encontrados como leveduras e como filamentosos. Estes últimos possuem hifas septadas, com poros que permitem a passagem de material citoplasmático e dos núcleos entre as células.

Este filo apresenta estruturas em forma de saco, denominadas de asco, responsáveis pela reprodução sexuada, onde são formados os ascósporos haploides após a meiose (TORTORA et al., 2000; SILVA; COELHO, 2006; EVERT; EICHHORN, 2013). Alguns representantes unicelulares (leveduras) estão dentre os simbiontes e patógenos oportunistas mais documentados, como os do gênero *Candida* spp. (figura 4) (GUARRO et al., 1999).



**Figura 4** - *Candida albicans*. Fonte: SILVA et al., 2011.

**Basidiomycota:** o filo apresenta o maior número de espécies descritas. Este grupo reúne os representantes com maior grau de complexidade estrutural. Embora esses fungos não formem tecidos verdadeiros, a maioria das espécies forma frutificações macroscópicas com hifas especializadas organizadas em pseudotecidos. O corpo de frutificação pode ser encontrado em forma de bolas, estrelas, corais, clavas, ramos, orelhas-de-pau ou cogumelos, e é frequentemente referido por basidioma ou basidiocarpo, órgão responsável pela produção de esporos de origem sexuada (TORTORA et al., 2000; SILVA; COELHO, 2006; EVERT; EICHHORN, 2013).

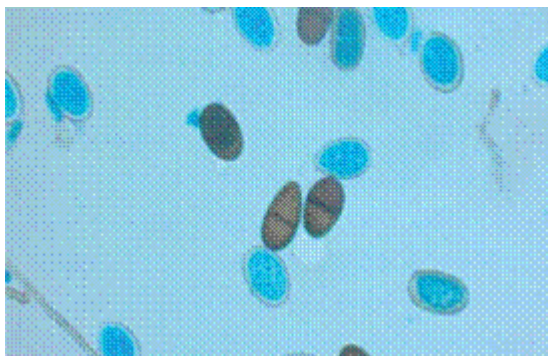
Representantes desse filo são facilmente encontrados nas florestas da Amazônia e costumam aparecer em troncos de árvores e folhas caídas de regiões com bastante umidade (figura 5).



**Figura 5 -** *Auricularia fuscossuccinea*. Fonte: A autora.

**Deuteromycota:** Pela classificação proposta por Alexopoulos et al., (1996), tem-se este que é considerado um grupo artificial e apresenta 15.000 espécies designadas como fungos imperfeitos ou fungos mitospóricos. Os taxonomistas ainda não chegaram a um consenso quanto à sua classificação, pois suas características sexuais ao longo do ciclo de vida são usadas para ordená-los e a reprodução observada nos fungos enquadrados nesse filo é somente assexuada.

Uma das espécies descritas na Amazônia dentre os Deuteromycotas é a *Lasiodiplodia theobromae* (figura 6), comumente encontrada em troncos de árvores caídas nas florestas (CARVALHO et al., 2010; PICOS-MUÑOZ, 2015).



**Figura 6** - *Lasiodiplodia theobromae*. Fonte: PICOS-MUÑOZ (2015).

A capacidade cosmopolita da maioria dos fungos permite que não apenas seja fácil de encontrá-los em qualquer ambiente, mas também permite que seu cultivo ocorra em laboratórios e oportunize a sua visualização e estudo. Com os recursos existentes na atualidade, pode-se notar que as aplicações desses organismos são inúmeras, e que eles nos trazem benefícios não apenas na saúde, mas também na área ambiental, alimentícia e industrial (DRECHSLER-SANTOS, 2015).

Embora pouco ainda se saiba sobre sua origem, a teoria mais aceita é a de que eles derivem de um ancestral clorofilado, unicelular, flagelado e sem parede celular, que teria perdido a capacidade de produzir clorofila, passando a ser parasita de tecidos animais e plantas ou saprofítico (DRECHSLER-SANTOS, 2015).

Por muito tempo, pesquisadores consideraram que os fungos tivessem derivado das “algas vermelhas”, inclusive acreditando que houvesse mais um filo presente no reino, o filo Oomycota. Este, apresentava características semelhantes aos outros filós. Porém, a partir da avaliação filogenética depois dos anos 60, foi descoberto que os Oomycotas na verdade se tratavam de um tipo de alga hoje considerado o filo das “algas pardas”. A partir da análise filogenética, o filo Chytridiomycota passou a ser considerado de fungos verdadeiros, pois derivam de único ancestral em comum (DRECHSLER-SANTOS, 2015).

### **3.2 O Ensino de Micologia na Educação Superior e sua relação com a Educação Básica**

Na interseção entre o ensino superior em Micologia e a educação básica, emerge a compreensão da Micologia como uma disciplina de grande relevância para a humanidade. Explorando a diversidade dos fungos, desde suas formas unicelulares até os complexos organismos celulares como cogumelos e bolores, a Micologia revela sua

importância em variadas áreas, desde a agricultura, na indústria e é extremamente importante na saúde pública.

Os fungos desempenham papéis cruciais nos ecossistemas, influenciando a decomposição da matéria orgânica, estabelecendo simbioses benéficas com plantas e produzindo substâncias úteis para a medicina e a indústria (SILVA; COELHO, 2006). No entanto, apesar da vasta diversidade fúngica estimada em cerca de 1,5 milhões de espécies, a ciência conhece apenas 7% de sua diversidade (BRAGA-NETO et al., 2008). Isso ressalta a necessidade premente de promover o estudo e a compreensão dos fungos, tanto em níveis acadêmicos mais avançados quanto na educação básica.

Embora a Micologia seja frequentemente associada à área médica, é essencial reconhecer sua importância além desse contexto, especialmente no que diz respeito à ecologia e à conservação ambiental. Observa-se que a escassez de materiais didáticos voltados para o estudo dos fungos fora do campo médico pode contribuir para a percepção limitada do público em geral sobre a importância ecológica desses organismos.

As diretrizes curriculares para os cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, cuja última atualização foi em 2001, estabelecem os conteúdos básicos que devem ser abordados ao longo do curso. Embora não especifiquem disciplinas obrigatórias, essas diretrizes delineiam os temas essenciais que devem ser contemplados no currículo. Entre esses conteúdos, a Micologia é incluída em áreas como Biologia Celular, Molecular e Evolução, Diversidade Biológica e Ecologia (BRASIL, 2001).

A falta de especificidade nas diretrizes curriculares pode levar as universidades a decidirem sobre a inclusão ou exclusão do conteúdo de Micologia em disciplinas específicas de suas grades curriculares. Isso significa que algumas instituições podem optar por oferecer uma disciplina dedicada à Micologia, enquanto outras podem escolher abordar esse tema de forma integrada em outras disciplinas como microbiologia e imunologia.

Essa abordagem flexível pode ter vantagens e desvantagens. Por um lado, permite que as instituições de ensino adaptem o currículo de acordo com suas necessidades e recursos específicos, levando em consideração as demandas do mercado de trabalho e as áreas de pesquisa prioritárias. Por outro lado, essa falta de especificidade pode resultar na baixa qualidade e na profundidade do ensino de Micologia entre diferentes universidades.

A modalidade Licenciatura deverá contemplar, além dos conteúdos próprios das Ciências Biológicas, conteúdos nas áreas de Química, Física e da Saúde, para atender ao ensino fundamental e médio. A formação pedagógica, além de suas especificidades, deverá contemplar uma visão geral da educação e dos processos formativos dos educandos. Deverá também enfatizar a instrumentação para o ensino de Ciências no nível fundamental e para o ensino da Biologia, no nível médio (BRASIL, 2001).

Promover uma integração mais ampla dos conhecimentos científicos sobre Micologia nos currículos educacionais, tanto no ensino superior quanto na educação básica é fundamental e também é citado nas Diretrizes Curriculares Nacionais (BRASIL, 2001). Ao fornecer uma educação mais abrangente sobre Micologia em todos os níveis de ensino, pode-se capacitar os alunos a compreenderem melhor o papel dos fungos nos ecossistemas e a reconhecerem sua importância para a saúde do planeta.

Além disso, ao promover a conscientização sobre a biodiversidade fúngica e suas aplicações práticas, estamos preparando futuras gerações para enfrentarem os desafios ambientais e aproveitarem as oportunidades oferecidas pelos fungos para o desenvolvimento sustentável. Isso envolve não apenas o desenvolvimento de materiais didáticos mais abrangentes e acessíveis, mas também a discussão de questões relacionadas à biodiversidade fúngica, especialmente em ecossistemas como a Amazônia, onde a diversidade microbiana desempenha um papel fundamental na sustentabilidade ambiental.

### **3.3 O Ensino de Micologia na Amazônia**

Apesar da abundância de recursos na Amazônia, há uma falta de valorização deles para fins educacionais. Os recursos biológicos e ambientais da região não têm sido plenamente explorados como ferramentas pedagógicas, o que representa uma oportunidade perdida para aprimorar o ensino de ciências, especialmente no estudo da Micologia.

A escassez de estudos sobre o ensino de Micologia no Brasil tem sido um desafio reconhecido (JACOBUCCI; JACOBUCCI, 2009; SOUZA; DE LUCENA, 2020), especialmente considerando a importância crucial da Micologia em diversas áreas da vida humana, como saúde pública, agricultura, indústria e meio ambiente. Nesse contexto, a Amazônia, com sua rica biodiversidade, emerge como uma fonte valiosa de conteúdo para enriquecer o ensino de ciências, particularmente no que se refere à Micologia.



A integração de conhecimentos científicos sobre a Amazônia nos currículos de biologia oferece vantagens significativas, como a acessibilidade aos recursos naturais. Através de recursos naturais disponíveis no habitat escolar é possível realizar atividades práticas e observações diretas no habitat nativo dos organismos estudados proporciona uma compreensão mais profunda e significativa dos conceitos microbiológicos para os alunos (SILVA et al., 2018).

Além disso, a inserção de conteúdos relacionados à Amazônia no ensino de Micologia pode promover uma consciência ambiental e cultural mais ampla, como exemplo dos cogumelos utilizados pelos Yanomami para decorar cestas de palhas (YANOMAMI; VIEIRA; ISHILKAWA, 2019). Contextualizar os conhecimentos científicos dentro do cenário amazônico permite que os alunos compreendam não apenas os aspectos biológicos, mas também os sociais, econômicos e políticos relacionados à conservação e ao uso sustentável da biodiversidade da região.

Os fungos na Amazônia desempenham papéis essenciais na interação com outros organismos vivos. Os fungos micorrízicos arbusculares, por exemplo, são fundamentais para a biofertilização do solo e a recuperação de áreas degradadas (CAMARGO et al., 2017). Além disso, diferentes espécies de fungos têm aplicação medicinal, na produção de compostos antibióticos e em processos biotecnológicos (FREIRE et al., 2014).

Apesar da importância dos fungos na Amazônia, a maioria dos estudos não considera os saberes das comunidades tradicionais, que têm um vasto conhecimento sobre o uso dos fungos para alimentação, medicina e outras finalidades (ZENT et al., 2004). O ensino de Micologia na região amazônica pode se beneficiar da integração desses saberes tradicionais com conhecimentos científicos.

O ensino de Micologia na Amazônia oferece uma oportunidade única de aprendizado, pois os alunos geralmente têm algum nível de familiaridade com o tema devido ao seu ambiente natural. Isso pode facilitar a compreensão do conteúdo (AUSUBEL, 1982), mas também destaca a importância de adaptar os materiais educacionais ao contexto regional.

Embora haja uma lacuna na literatura sobre o ensino de Micologia no ensino superior, várias pesquisas científicas fornecem uma base sólida para o desenvolvimento de estratégias de ensino eficazes. Atividades práticas, como coleta e cultivo de fungos, podem ser realizadas em ambientes naturais, como trilhas ecológicas, para promover uma

compreensão mais profunda dos conceitos de Micologia e sua relevância na Amazônia (FAVORETTI et al., 2020).

Nessa perspectiva, é fundamental desenvolver abordagens pedagógicas inovadoras e estratégias de ensino que explorem plenamente o contexto amazônico, levando em consideração as especificidades culturais, ambientais e socioeconômicas da região (ALCÂNTARA, 2008). Essa integração dos conhecimentos científicos com a realidade amazônica não só fortalecerá o ensino de Micologia, mas também promoverá uma educação mais contextualizada e inclusiva para os alunos da região.

### **3.4 A Aprendizagem Significativa e o ensino de Micologia**

Em 1976, David Ausubel, psicólogo da educação, fez sua publicação sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa, TAS. Com sua experiência na Psicologia Educacional, Ausubel (1976) partiu do princípio de que o conhecimento só acontece a partir de como a pessoa se situa no mundo e ainda defendeu que o resultado do processo da Aprendizagem Significativa, é particular para cada aluno.

Ausubel, Novak e Hanesian (1978) mostraram através de uma visão cognitivista da aprendizagem que existem duas maneiras psicologicamente distintas de se aprender: a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa.

A aprendizagem mecânica é aquela que não faz associação com nenhum conhecimento relevante do aluno, tratando-se de uma simples memorização sem uma interpretação própria (MOREIRA, 1989). A aprendizagem acontece sem conexão necessária ao conhecimento prévio do assunto e relevante ao novo conteúdo a ser aprendido (BRAATHEN, 2012). Embora essa forma de ensino-aprendizagem ainda seja comumente utilizada, cabe salientar que a mesma deve ser feita de maneira inclusiva, fazendo com que o aluno faça parte do processo (NETO, 2013).

A TAS ocorre quando uma nova informação se relaciona com um aspecto relevante da estrutura do conhecimento do indivíduo (MOREIRA, 1989). Ela ocorre quando o aluno incorpora a um conteúdo que ele já possui algum tipo de familiaridade com um assunto novo, tornando-o significativo para si mesmo.

Para que a aprendizagem significativa ocorra, existem condições próprias, e para isso, é necessário entender o processo da modificação do conhecimento, reconhecendo os processos mentais que ocorrem nos alunos e não apenas os comportamentais. Pelizzari et

al., (2002), descreve duas condições, onde a primeira está ligada à disposição do aluno para aprender, e a segunda está ligada ao conteúdo escolar. Este tem que fazer alguma relação com os conhecimentos que o aluno já possui, para que os novos ganhem os significados lógica e psicologicamente significativos.

A ideia pré-existente na estrutura cognitiva do aluno, é denominada por Ausubel como *subsunçor*, ou seja, aquele conhecimento que será modificado pelo novo conhecimento que será aprendido ou descoberto (MOREIRA, 1989). Para ele, à medida que a aprendizagem significativa ocorre, os conceitos são desenvolvidos, elaborados e diferenciados devido às suas interações. Os processos que ocorrem durante a Aprendizagem Significativa são a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora.

A diferenciação progressiva trata da inserção de ideias mais gerais, e mais inclusivas no início do processo, até que elas comecem a ser progressivamente diferenciadas de outras informações (MOREIRA, 1989). Ou seja, uma ideia que é assimilada na mente do aluno irá ganhar novos significados de maneira que novas ideias possam ir se reorganizando cognitivamente (MOREIRA, 2013).

A reconciliação integradora ocorre quando o aluno consegue explorar relações entre proposições e conceitos, destacar coisas semelhantes e diferentes, ela auxilia na reorganização das ideias novas geradas pelos alunos, evitando conflitos cognitivos e contextualizando o tema no ambiente onde o discente está inserido (MOREIRA, 1989).

Dentro dessa perspectiva, é importante que os alunos, durante as aulas de Micologia façam uma conexão de conteúdos, os que conhecem a partir de sua realidade e os apresentados nas aulas. É preciso aproximar as experiências e conhecimentos adquiridos ao longo da vida com aquelas novas informações e conteúdo da sala de aula para que os alunos encontrem novos significados e isto possa resultar numa Aprendizagem Significativa.

A Aprendizagem Significativa é facilitada quando o professor sabe o seu papel no ensino, onde ele deve parar de transmitir o conhecimento próprio e passar mais a ouvir e facilitar o aprendizado dos alunos. A Micologia apresenta uma forte correlação com coisas simples e corriqueiras do cotidiano e, para os alunos, pode encontrar elementos representativos em todo lugar, como por exemplo: na alimentação, pois tem-se os cogumelos comestíveis encontrados nos supermercados (figura 8); na saúde, fazendo

relação com patógenos causadores de micoses como as frieiras e impinges tão corriqueiras (figura 9) e antibióticos conhecidos produzidos por fungos, como a penicilina. Da indústria, pode-se citar os fermentos biológicos também utilizados na culinária (figura 10) e os fungos produtores de enzimas. Na área ambiental, tem-se uma infinidade de espécies que são responsáveis pelo equilíbrio e pelas interações biológicas (figura 7).



**Figura 7-** Orelha-de-pau decompondo pedaço de tronco no MUSA-AM. Fonte: A autora, 2022.

Entretanto, cabe ao professor buscar, a partir dos conhecimentos que os alunos possuem sobre os fungos, as relações desses subsunçores com os conteúdos específicos como, por exemplo: questionar “– O que são fungos?”, e a partir daí começar a relacioná-los com cogumelos, orelha de pau, ciclagem de nutrientes, micoses, mofo etc. Conseqüentemente, a partir desses conhecimentos pré-existentes, os alunos vão começar a descoberta de outras formas de fungos, os ambientes onde eles podem ser encontrados, como eles se reproduzem, ou seja, todo conteúdo sobre Micologia começa a construir conexões cognitivas estabelecendo uma aprendizagem significativa.



**Figura 8** - Cogumelos comercializados nos comércios de Manaus. Fonte: a autora, 2022.



**Figura 9** – Onicomicose nas unhas dos pés. Fonte: google.com/imagens.



**Figura 10** – Fermento biológico utilizado na produção de massas e pães. Fonte: google.com/imagens.

### **3.5 O Método Delphi nas pesquisas em Ensino**

O método Delphi é uma técnica utilizada para discutir e avaliar um problema ou proposição a partir de um painel com pareceristas, que buscam até o final do processo, chegar a um consenso por meio dessa técnica é um meio no qual um grupo de especialistas/peritos, expressam suas opiniões e conhecimentos sobre um problema complexo com objetivo de obter um consenso claro sobre eventos futuros por meio de uma série de questionamentos, além de explorar possíveis soluções para o problema em questão, avaliando seu impacto e aceitabilidade pelo grupo (ROZADOS, 2015).

Sua nomenclatura foi originada a partir do antigo Oráculo de Delfos, um local sagrado na Grécia antiga onde se proferiam predições sobre o futuro. O método Delphi pode ser compreendido como uma abordagem empregada para analisar e discutir questões específicas por meio de um painel de especialistas, visando alcançar um consenso sobre o tema em discussão (OLIVEIRA et al., 2008).

A escolha da metodologia Delphi proposta pelo pesquisador deve estar relacionada às características específicas do estudo, como a ausência de dados históricos, a necessidade de uma abordagem interdisciplinar ou a natureza institucional do elemento a ser estudado (WRIGHT; GIOVINAZZO, 2000). Esse método é amplamente utilizado em diversas áreas, incluindo a Educação, embora pareça ser pouco explorado e discutido no contexto brasileiro, conforme evidenciado por uma revisão da literatura (MARQUES; FREITAS, 2018).

Esta técnica possui algumas terminologias ligadas ao seu processo de implementação, entre esses termos estão: a "rodada", que corresponde a cada conjunto sucessivo de questionários apresentados ao grupo; o "questionário", o documento utilizado para coletar informações dos especialistas; o "painel", composto pelos especialistas que respondem aos questionários e fornecem suas análises sobre o problema proposto; e o "moderador", responsável por elaborar os questionários, coletar as respostas e fornecer um feedback consolidado a cada rodada (ROZADOS, 2015).

Um dos pilares fundamentais do Método Delphi é o anonimato, sendo uma das questões menos controversas na literatura. Ele é visto como uma vantagem significativa, pois impede que um especialista exerça controle sobre os demais participantes do painel. Além disso, outra vantagem é o feedback, que mantém os colaboradores informados sobre

as discussões, opiniões e argumentações dos demais especialistas, permitindo-lhes revisar suas próprias posições (OLIVEIRA; COSTA; WILLE, 2008).

Para a análise de resultados, a abordagem pode ser qualitativa e quantitativa. A análise qualitativa é aplicada aos resultados do primeiro questionário, que geralmente contém questões abertas, utilizando frequentemente a análise de conteúdo. Já a análise quantitativa é mais comumente associada a técnicas estatísticas descritivas, como médias, desvios padrão e variâncias (MARQUES; FREITAS, 2018). A escolha entre abordagem qualitativa ou quantitativa deve ser feita considerando a natureza específica do problema sendo analisado pelo painel de especialistas em cada projeto de pesquisa.

#### 4. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa adotou uma abordagem qualitativa composta por quatro fases distintas. A primeira fase foi conduzida uma revisão sistemática de publicações sobre fungos amazônicos para enriquecer o produto educacional desenvolvido, destinado ao ensino de Micologia na graduação. Paralelamente, o protótipo foi elaborado utilizando o aplicativo Canva. A segunda fase consistiu em um levantamento diagnóstico do ensino de Micologia nos cursos de Licenciatura em Ciências e Ciências Biológicas oferecidos presencialmente na cidade de Manaus (AM). As fases três e quatro envolveram a aplicação do método Delphi para realizar o diagnóstico e avaliação do produto.

Por envolver seres humanos, esta pesquisa foi submetida e aprovada pelo Parecer Consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sob o número 5.829.924.

##### 4.1 Revisão sistemática sobre fungos amazônicos

Inicialmente, foi realizada uma revisão sistemática sobre estudos científicos feitos nos últimos 20 anos, destacando aqueles que possuem alguma relação com a diversidade de fungos da Amazônia, suas características, ecologia, usos e possíveis aplicações futuras. Esse levantamento foi realizado nas plataformas eletrônicas Portal de Periódicos Capes/MEC, Biblioteca de periódicos Scielo, Science Direct e PubMed, tendo como palavras-chave os termos dispostos no quadro 1.

**Quadro 1** – Palavras-chave utilizadas como parâmetros para busca de publicações científicas sobre fungos da Amazônia

Fungos	Amazônia
Chytridiomycotas	
Zigomycotas	
Glomeromycotas	
Ascomycotas	
Basidiomycotas	
Deuteromycotas	
Ensino de Micologia	

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

Os critérios de inclusão utilizados foram o idioma, português e inglês, o período em que foi publicada, últimos 20 anos, plataforma em que está inserida evitando



repetições, e o tipo de publicação, apenas artigos científicos. Todas as publicações que não atenderam a todos esses critérios foram excluídas.

## **4.2 Elaboração do protótipo**

O livro didático "Fungos da Amazônia" foi idealizado como um produto educacional inovador, elaborado com base em publicações selecionadas na busca indicada na seção anterior desta dissertação. Utilizando o aplicativo Canva, uma plataforma versátil e acessível, o livro foi meticulosamente construído para oferecer uma experiência de aprendizado envolvente e informativa sobre a Micologia Amazônica.

As informações contidas no livro foram cuidadosamente selecionadas a partir de uma revisão sistemática de publicações sobre fungos amazônicos, garantindo sua relevância e atualidade. As imagens utilizadas são uma combinação de recursos originais e elementos disponíveis no Canva, cuidadosamente escolhidos para enriquecer o conteúdo e fornecer uma representação visual dos fungos abordados.

Cada capítulo do livro inclui questões para resolução, projetadas para estimular a reflexão e o pensamento crítico dos estudantes sobre os conceitos apresentados. Além disso, são fornecidas opções de leitura adicional e sugestões de atividades práticas, permitindo uma exploração mais aprofundada do tema.

Para os professores do ensino superior, o livro oferece uma variedade de metodologias de ensino que podem ser adotadas em sala de aula. Desde abordagens tradicionais até técnicas mais inovadoras, como aprendizado baseado em problemas e ensino baseado em projetos, o livro fornece orientações detalhadas sobre como implementar essas metodologias de maneira eficaz.

## **4.3 Aplicação do Método Delphi**

### **4.3.1 Levantamento diagnóstico sobre ensino de Micologia no Amazonas**

Para descrever como vem sendo ensinada a Micologia nos cursos de Licenciatura em Ciências e Ciências Biológicas na cidade de Manaus, foi realizado um levantamento onde foram consultadas instituições privadas e públicas que ofertam cursos presenciais dentro do escopo desse estudo. Dessas, foram selecionadas aquelas que possuíam ao menos uma disciplina que contemplasse os conteúdos de Micologia. Nas instituições

selecionadas, utilizou-se como instrumento de coleta de dados um questionário com perguntas abertas para os professores, que seria aplicado futuramente na primeira rodada do método Delphi. As onze perguntas abertas abordaram as técnicas e recursos utilizados para o ensino de Micologia foi encaminhado via Google Forms de forma online (quadro 2).

#### Quadro 2 - Questões da primeira rodada

<b>Questionário 1 – Avaliação dos recursos utilizados no ensino de Micologia</b>
1 – Em qual instituição de Ensino Superior você trabalha?
2 – Há quanto tempo você ministra aulas no ensino superior?
3 – Qual sua área de formação?
4 – O que é Micologia e qual a sua importância?
5 – Em qual disciplina você ministra o conteúdo de Micologia?
6 – A carga horária da Micologia é adequada ao conteúdo?
7 – Quais conteúdos são abordados na área da Micologia?
8 – Quais são os recursos utilizados durante as aulas?
9 – Qual metodologia de ensino é utilizada nas aulas?
10 – Em algum momento da disciplina, você aborda o conteúdo voltado para o contexto amazônico? Como?
11 – Quais as dificuldades encontradas na preparação das aulas de Micologia?
12 – Como você acredita que poderia melhorar as aulas de Micologia?
13 – Como você tem estimulado seus alunos a ensinar Micologia? Comente.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

#### 4.4 Avaliação do protótipo

A avaliação do protótipo do produto foi realizada após os professores responderem o primeiro questionário, e receberem seu primeiro feedback. O produto foi encaminhado em PDF para avaliação dos participantes e, logo em seguida, foi realizado o segundo questionário com 10 perguntas abertas, conforme apresentado no quadro 3.

### Quadro 3 - Questões da segunda rodada

Questionário 2 – Avaliação do Livro Fungos da Amazônia
1 – Qual foi a primeira impressão que você teve do Livro Fungos da Amazônia?
2 – Os detalhes estéticos (capa, arte, cores), chamaram sua atenção?
3 – Quanto à divisão dos capítulos, você acha que facilitou a compreensão do conteúdo?
4 – Se você fosse ministrar os conteúdos presentes neste livro, você acredita que conseguiria ministrar todos na carga horária atual do curso?
5 – Você daria preferência para algum dos conteúdos do livro? Por quê?
6 – Quanto às práticas propostas, você conseguiria realizá-las na sua instituição?
7 – Qual metodologia de ensino você utilizaria nas aulas para aplicar este recurso?
8 – Se você pudesse mudar algo neste recurso, o que seria?
9 – De que forma este recurso contribuirá para o Ensino de Micologia?
10 – Como você acredita que poderia melhorar as aulas de Micologia?

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

## 5. Resultados e discussão





Esta pesquisa se dedicou a desenvolver uma proposta de produto educacional para o ensino de Micologia em cursos de graduação, especialmente nas Licenciaturas, partindo de um estudo diagnóstico sobre como os conteúdos sobre os fungos são ensinados em cursos presenciais nas instituições de ensino superior (IES) de Manaus (AM), passando por uma revisão sistemática da literatura científica sobre fungos da Amazônia publicada nos últimos 20 anos e, finalizando com a avaliação do produto educacional por um painel de pareceristas.

Para melhor compreensão e de forma a não comprometer a sequência de análise dos dados colhidos, optou-se por iniciar este capítulo pela revisão sistemática de literatura, deixando como segundo e terceiro pontos, o diagnóstico e a avaliação do produto educacional.

### 5.1 Revisão sistemática sobre fungos da Amazônia

Um dos objetivos desta pesquisa foi selecionar e organizar as publicações científicas disponíveis na web relacionadas aos estudos desenvolvidos com fungos da Amazônia, a partir dos critérios citados anteriormente. Os resultados obtidos em uma busca inicial foram organizados no quadro 4.

**Quadro 4** - Número de publicações científicas sobre fungos da Amazônia no período de 20 anos

Palavras-chave				
“fungos da Amazônia”	275	52	5	209
“chytridiomycotas na Amazônia”	1	0	2	1
“zigomycotas na Amazônia”	7	0	9	2
“glomeromycotas na Amazônia”	9	0	8	2
“ascomycotas na Amazônia”	50	1	35	31
“basidiomycotas na Amazônia”	68	3	31	21
“deuteromycotas na Amazônia”	2	0	0	35
“Ensino de Micologia na Amazônia”	3	0	0	0
<b>Total</b>	415	56	90	301
<b>Total geral</b>	862			

Fonte: Elaborado com base nos dados da pesquisa (2024).

Dentre as plataformas, o Portal Periódicos da Capes, foi o que mais registrou resultados (n=415). Nesse Portal, foi possível excluir as publicações que também estavam em outras plataformas, evitando duplicidade. O segundo maior número de publicações foi no site PubMed (n=301). Porém, a maior parte de suas publicações eram voltadas para aplicações na área da saúde. A Science Direct (n=90) por sua vez, retornou resultados com publicações de áreas de aplicação mais diversificadas. A plataforma Scielo teve uma quantidade mais limitada de publicações (n=56).

A partir desses resultados, apesar da utilização de critérios de inclusão e exclusão no período de 2003-2023, o tipo de publicação (artigos completos) e a língua (português e inglês), o número de resultados ainda era alto, mais em função da palavra-chave “Amazônia” do que de sua combinação com algum dos termos utilizados para os fungos. Em função disso, foi necessário descartar manualmente os resultados duplicados em mais de uma plataforma, contabilizando-os apenas uma vez, assim como aqueles que não abordavam conteúdo relacionado aos fungos.

A revisão sistemática das buscas revelou uma ampla variedade de resultados relacionados aos fungos da Amazônia, abrangendo diferentes áreas de aplicação. Ao utilizar a palavra-chave "fungos da Amazônia", foram encontrados 541 resultados, dos quais 207 abordavam questões de saúde, 50 estudavam a biodiversidade, 204 estavam relacionados à biotecnologia e, 80 se concentravam na agricultura.

Por outro lado, ao buscar por "chytridiomycotas na Amazônia", apenas 4 resultados foram encontrados, todos sobre biotecnologia. Já a pesquisa por "zigomycotas na Amazônia" retornou 18 resultados, dos quais 6 abordavam questões agrícolas e 12 estavam relacionados à biotecnologia. No caso de "glomeromycotas na Amazônia", foram encontrados 19 resultados, todos ligados à biotecnologia.

A palavra-chave "ascomycotas na Amazônia" produziu 117 artigos, com 20 tratando da biodiversidade, 72 da saúde e 25 da biotecnologia. Por sua vez, "basidiomycotas na Amazônia" gerou 123 produções, com 85 focadas em biotecnologia e 38 em biodiversidade.

Por fim, "deuteromycotas na Amazônia" teve 37 resultados, todos relacionados à saúde. Esses resultados destacam a diversidade de aplicações e áreas de estudo dos fungos amazônicos, demonstrando seu potencial significativo em diferentes campos científicos e tecnológicos.

A maioria das publicações encontradas ocorreu após o ano de 2013, indicando uma tendência de aumento de interesse e pesquisa na área de Micologia relacionada à Amazônia nesse período mais recente.

Embora tenha sido pesquisado em todas as plataformas, não foram encontrados muitos resultados com os termos "Ensino de Micologia na Amazônia". Apenas uma plataforma retornou três publicações, que foram descartadas após a leitura dos resumos. Observou-se que os resultados se referiam apenas à palavra "ensino" contida nos descritores dos autores (área de atuação e instituição de vínculo), não tendo nenhuma relação com o tema desta pesquisa.

Ressalta-se que, ao buscar apenas "Ensino de Micologia", a maioria dos trabalhos encontrados discutem abordagens para a educação básica, enquanto as poucas que se dedicam ao ensino superior, focalizaram abordagens em cursos da área de saúde.

Foi encontrada apenas uma publicação sobre as percepções de estudantes de cursos de formação inicial em Biologia sobre o ensino de Micologia. Os achados corroboram a pouca importância dada à área de Micologia a partir das respostas de 100 estudantes de IES públicas do estado de São Paulo, e destacam a visão antropocêntrica sobre os fungos (ESTRELA; WEISER; GANIKO-DUTRA, 2023).

Apesar de tratar do ensino e discutir a carência de micólogos no Brasil, o artigo citado acima não faz nenhuma menção aos cursos de licenciatura, que poderiam representar uma atuação a longo prazo na captação de novos vocacionados, futuros profissionais da área.

Observou-se que embora exista uma variedade de plataformas para buscas, não houve uma correlação mais direta com publicações específicas sobre os fungos da Amazônia, uma vez que esse termo específico que indica a região não havia sido incluído entre os descritores de muitos trabalhos. Pressupõe-se que a forma de abordagem do conteúdo na graduação possa afetar diretamente a quantidade de pesquisas e, conseqüentemente, a quantidade de publicações feitas sobre espécies encontradas na região.

O levantamento realizado para demonstrar a aplicabilidade das pesquisas encontradas nessas plataformas, resultou na seleção das publicações incluídas no quadro 5, na ordem cronológica em que foram publicadas.

**Quadro 5** – Publicações relevantes para os temas abordados na pesquisa

<b>Título/Autor da publicação</b>	<b>Tipo de publicação</b>	<b>Ano da publicação</b>	<b>Palavra-chave</b>	<b>Plataforma</b>
<b><i>Trichomyces</i> fungi (Zygomycota) associated with mosquito larvae (Diptera: Culicidae) in natural and artificial habitats in Manaus, AM Brazil (PEREIRA, 2005).</b>	Artigo	2005	Aquatic insect; Smittium culisetae; breeding habitat; larvae infection; Amazon Basin	Scielo
<b>Chytrid fungus acts as a generalist pathogen infecting species-rich amphibian families in Brazilian rainforests (VALENCIA-AGUILAR, 2015).</b>	Artigo	2015	Pathogen, Batrachochytrium dendrobatidis, Bd, Geographic distribution, Atlantic forest · Amazon forest · Anurans	PubMed
<b>Fungos causadores de ferrugens (<i>Pucciniales</i>) em plantas da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazônia Central, Brasil (CARVALHO, SOTÃO, FRANÇA, 2018).</b>	Artigo	2018	bioma Amazônia; Pucciniomycetes; Basidiomycota; taxonomia	Scielo
<b>Arbuscular mycorrhizal fungi along secondary forest succession at the eastern periphery of Amazonia: Seasonal variability and impacts of soil fertility (REYES, 2019).</b>	Artigo	2019	Glomeromycota Spore density Species composition Glomalin Degraded lands Glomus	Science Direct
<b>Potencialidades biotecnológicas dos fungos da Amazônia brasileira: uma revisão sistemática (MENDOZA et al., 2022).</b>	Artigo	2022	Metabólitos fúngicos, aplicações biotecnológicas, micologia.	Portal Periódicos Capes
<b>Cryptococcal meningitis in non-HIV patients in the State of Amazonas, Northern Brazil (PINHEIRO et al., 2021).</b>	Artigo	2021	Amazon; Case series; Cryptococcal meningitis; Cryptococcus gattii; HIV-negative; MLST; VGII genotype.	PubMed
<b><i>Trichoderma agriamazonicum</i> sp. nov. (Hypocreaceae), a new ally in the control of phytopathogens (SOUZA et al., 2023).</b>	Artigo	2023	Amazon fungi; Biocontrol; Peptaibols; Post-harvest.	Science Direct

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2024).

Mendoza et al., (2022) visou realizar uma revisão sistemática sobre a biotecnologia de fungos na Amazônia brasileira ao longo de um período de 10 anos. Foram selecionados 31 estudos, a maioria dos quais publicados entre 2010 e 2013, sem uma limitação específica de filós. Esta pesquisa destaca a importância da biotecnologia

na manipulação de fungos para o desenvolvimento de novas tecnologias que beneficiam a sociedade e o meio ambiente.

Valencia-Aguilar (2015) trouxe um estudo sobre a ocorrência do fungo *Batrachochytrium dendrobatidis*, patógeno de anfíbios, em florestas brasileiras. Essa espécie, pertencente ao filo Chytridiomycota, afeta anfíbios aquáticos. Os resultados revelaram a presença pandêmica desse fungo em anfíbios, incluindo o primeiro registro de sua ocorrência na Amazônia.

Pereira (2005) teve como objetivo identificar *Trichomyces* associados a larvas de *Culicidae* em Manaus em seu estudo. Esses fungos, pertencentes ao filo Zygomycota, infectam o intestino médio e posterior dos mosquitos de forma patogênica. Dos 12 espécimes de mosquitos coletados, cinco foram identificados com a presença desses fungos. Essa pesquisa demonstra a capacidade inseticida dos fungos, em caso de aplicação biotecnológica.

A publicação de Reyes (2019) buscou estudar os impactos da sazonalidade na presença Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA). A pesquisa foi conduzida em três tipos de florestas: florestas secundárias degradadas “jovens”, de “meia-idade” e em florestas “maduras”, em duas fases do ano, na cheia e na seca. Os resultados obtidos foram de a composição e a diversidade de espécies são fortemente afetadas tanto pela sazonalidade quanto por um subconjunto de indicadores químicos do solo, enquanto os efeitos da sucessão e degradação da vegetação foram pequenos e limitados à composição de espécies de FMAs, de acordo com o modelo de endemidade moderada de espécies de FMAs.

A quinta publicação (quadro 5) teve como objetivo descrever uma nova espécie de *Trichoderma* isolado de uma espécie de planta coletada na Amazônia (*Scleronema micranthum*) e seu potencial biotecnológico no controle de fitopatógenos por meio da atividade de micoparasitismo e produção de compostos orgânicos voláteis (COVs). A espécie analisada, *Trichoderma agriamazonicum*, pertence é pertencente ao filo Ascomycota. Além de avaliar sua composição, os resultados dessa pesquisa demonstram o potencial desta espécie recentemente descrita para a agricultura e biotecnologia (SOUZA et al., 2023).

Carvalho, Sotão e França (2018) tiveram como objetivo inventariar os fungos *Pucciniales* da RFAD e associá-los às plantas hospedeiras, assim como indicar as novas



ocorrências, descrever e ilustrar os novos registros para o Brasil e Amazônia. Os *Pucciniales* são fungos fitopatogênicos e pertencem ao filo basidiomycota e se apresentam como parasitas obrigatórios. Das 17 espécies de plantas descritas, todas continham o fungo presente em sua estrutura, e delas foram feitas as descrições, distribuição geográfica, comentários taxonômicos e ilustrações para os novos registros para o Brasil e Amazônia.

A última pesquisa, é uma revisão que teve como objetivo caracterizar a epidemiologia local na zona norte do Brasil, e os potenciais fatores de risco de infecção, complicações clínicas e abordagens diagnósticas e de tipagem (tipagem de sequência multilocus (MLST) e suscetibilidade a antifúngicos). A genotipagem identificou todos os isolados clínicos como *C. gattii*. Os antifúngicos anfotericina B, fluconazol e itraconazol apresentaram atividade inibitória satisfatória (teste de microdiluição) contra todas as cepas de *criptococcus* testadas (PINHEIRO et al., 2021).

Esses estudos sobre fungos na Amazônia não apenas enriquecem nosso entendimento da região e de sua biodiversidade, mas também fornecem recursos valiosos para contextualizar o ensino de Micologia. Essas informações científicas podem servir como recursos educacionais essenciais para capacitar as próximas gerações de pesquisadores e educadores, promovendo uma compreensão mais profunda da importância da conservação da biodiversidade e dos microecossistemas amazônicos.

## **5.2 Diagnóstico sobre o ensino de Micologia em Manaus (AM)**

A coleta de dados se dedicou, inicialmente, a identificar quais IES ofereciam cursos de licenciatura na modalidade presencial. Deste levantamento, foram identificadas sete (07) IES privadas e três (03) públicas que oferecem cursos presenciais de Licenciatura em Ciências Naturais e/ou em Ciências Biológicas que incluem disciplinas relacionadas à Micologia. As instituições pesquisadas são mostradas no quadro 6.

**Quadro 6** – Instituições de Ensino Superior (IES) com curso presenciais de Licenciatura em Ciências Biológicas e Ciências Naturais (Manaus, AM)

Instituição de ensino superior	Cursos
ESTÁCIO	Licenciatura em Ciências Biológicas
UNIVERSIDADE NILTON LINS	Licenciatura em Ciências Biológicas
ULBRA – CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE MANAUS	Licenciatura em Ciências Biológicas
UNINORTE – CENTRO UNIVERSITÁRIO DO NORTE	Licenciatura em Ciências Biológicas
UNIVERSIDADE UNOPAR	Licenciatura em Ciências Biológicas
UFAM – UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS	Licenciatura em Ciências Biológicas e Ciências Naturais
UEA – UNIVERSIDADE ESTADUAL DO AMAZONAS	Licenciatura em Ciências Biológicas e Ciências Naturais
IFAM – INSTUTO FEDERAL DO AMAZONAS	Licenciatura em Ciências Biológicas

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

A análise preliminar revelou que todas as IES pesquisadas incluem o ensino de Micologia de alguma forma em suas matrizes curriculares, seja como um conjunto de conteúdos em disciplinas como Microbiologia, ou mesmo através de uma disciplina dedicada exclusivamente à Micologia. Após as visitas às instituições de ensino privadas, constatou-se que, apesar de oferecerem cursos de Licenciatura em Ciências Naturais e Ciências Biológicas, os conteúdos de Micologia eram ofertados na disciplina de Microbiologia e Imunologia, porém não contavam com professores designados especificamente para ministrar a disciplina de Microbiologia. Essa observação evidenciou uma carência de docentes especializados nessa área nas referidas instituições. Como resultado, apenas as IES públicas apresentaram professores específicos das disciplinas de Microbiologia e/ou Micologia, todas elas oferecendo a disciplina de Micologia com uma carga horária de 60 horas.

Um ponto a ser analisado é a ausência de professores fixos para ministrar a disciplina de “Microbiologia e Imunologia” (que incluem conteúdos de Micologia) nos cursos de licenciatura nas IES privadas. Essa situação pode implicar em diversas consequências na formação de professores para essa área que, poderão afetar, futuramente, a educação básica. Além disso, a carga horária da disciplina, 60 horas, não condiz com o mínimo necessário para a aplicação de conteúdos de duas áreas tão

abrangentes (CAVALCANTE et al., 2019). Por outro lado, pode-se inferir que as instituições privadas poderiam estar priorizando o ensino de Microbiologia para os cursos da área da saúde.

A falta de professores dedicados à área de Micologia em tempo integral ou de modo permanente, resulta em um enfraquecimento do ensino, dificulta o contínuo aprofundamento do conteúdo, o envolvimento em pesquisas e disponibilidade para orientação personalizada para a área da microbiologia e suas subáreas. A gestão do tempo e o planejamento curricular também podem ser comprometidos, afetando negativamente a experiência de aprendizado dos alunos. Essas implicações ressaltam a importância de investir na contratação e retenção de profissionais especializados para fortalecer o ensino de Microbiologia nessas instituições.

Nas 3 instituições públicas, foram contactadas 7 professoras que ministram ou ministraram a disciplina de Microbiologia e/ou Micologia nos cursos de Licenciatura, 4 (quatro) da UFAM, 2 (duas) da UEA e 1 (uma) do IFAM.

De acordo com os requisitos éticos estabelecidos, antes de dar início à execução da proposta, as professoras foram contatadas por e-mail, onde lhes foi encaminhada a proposta de pesquisa. Apenas cinco das sete professoras responderam de forma positiva, enquanto as outras duas indicaram indisponibilidade para participação.

Para as cinco professoras que aceitaram, foram enviados o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (APÊNDICE A), e o primeiro questionário (1ª rodada) do Método Delphi. A seguir, serão comentados apenas os resultados que se relacionam ao ensino de Micologia na perspectiva dessas professoras participantes da pesquisa.

### **5.3 Percepções das pareceristas sobre o Ensino de Micologia**

O planejado a princípio, foi a realização da aplicação em 5 dias, mas as pareceristas solicitaram mais 5 dias para entregarem o segundo questionário. Analisando os resultados iniciais, obtivemos respostas de cinco participantes sendo 4 (quatro), professoras da UFAM e 1 (uma) professora da UEA. As participantes da avaliação acumulam uma experiência evidente no ensino de Microbiologia/Micologia, com períodos de serviço variando entre 15 e 38 anos. Essa longevidade profissional sugere um comprometimento ao longo do tempo, proporcionando uma diversidade de perspectivas e abordagens no ensino desses conteúdos.

No entanto, a análise também pode explorar como essas educadoras enfrentaram e se adaptaram às mudanças nesse campo de estudo ao longo de suas carreiras, além de desafios e oportunidades decorrentes dessa experiência. Nesse sentido, compreende-se que a trajetória profissional das participantes fornece uma base sólida para compreender como vem sendo ministrado o conteúdo de Micologia nas turmas de Licenciatura no Ensino Superior.

As áreas de formação das professoras revelam uma diversidade notável, com trajetórias acadêmicas abrangendo diferentes disciplinas, duas das professoras se identificam como Biólogas, enquanto as outras tem formação em Farmácia e Tecnologia de Alimentos. Essa diversidade de formações sugere diferentes perspectivas e habilidades no ensino de Microbiologia/Micologia, uma vez que as professoras possuem conhecimentos em áreas relacionadas, como Ciência de Alimentos, Química, Biotecnologia e Análises Clínicas.

Entretanto, a constatação de que apenas duas professoras possuem formação específica em Biologia levanta questionamentos sobre a qualidade da preparação dos futuros professores em Micologia dentro desse grupo. Essa análise ressalta a importância de levar em conta a diversidade de formações acadêmicas ao avaliar a eficácia do ensino nessa disciplina específica.

### **5.3.1 Primeira rodada**

A princípio se previam 3 rodadas, porém duas rodadas foram suficientes para se chegar a um consenso sobre o produto. A primeira rodada abordou a titulação das professoras, a sua compreensão sobre o conteúdo de Micologia e as suas dificuldades ao ministrar a disciplina.

**Quadro 7**– Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
O que é Micologia e qual a sua importância?	A	É a ciência que estuda os Fungos macro e microscópicos como agentes de doenças, produtos e processos biotecnológicos de interesse industrial e farmacêutico e recicladores do meio ambiente, sendo de grande importância para o ser humano, animais, vegetais e o meio ambiente como um todo.
	B	É o estudo dos fungos, organismos de importância para a saúde pública, para o desenvolvimento econômico, como produtores de insumos para diferentes indústrias e para o meio ambiente, no auxílio da ciclagem de nutrientes.
	C	Micologia é a ciência que estuda os fungos
	D	É minha área de atuação no ensino e na pesquisa
	E	Micologia [grego = mýkes (fungo); logos (estudo) - ciência que estuda os fungos, organismos eucariontes, heterotróficos, aeróbios, anaeróbios ou microaerófilos.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

Quanto às perguntas dedicadas à definição e à importância da Micologia (quadro 7), as respostas variaram em profundidade e foco, sendo que duas respostas (participantes A e B) enfatizaram amplamente a relevância prática dos fungos em áreas como saúde, indústria e meio ambiente. Outras respostas foram mais resumidas (participantes C e E), fornecendo definições diretas da Micologia sem abordar extensivamente sua importância. Há também uma resposta que destaca a Micologia como área de atuação pessoal, indicando que a participante D, embora entenda do que se trata, não ofereceu nenhuma definição técnica, claramente não se atentando ao objetivo da questão. Ainda assim, a diversidade de perspectivas destaca a complexidade e amplitude da Micologia em seus vários contextos. Apesar de não ser possível afirmar com certeza, pode-se supor que para docentes que atuam, em disciplinas de conteúdos mais técnicos não haja uma real preocupação em adaptar sua didática e conteúdos quando ministram as mesmas disciplinas em cursos de licenciatura.

**Quadro 8** – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Em qual disciplina você ministra o conteúdo de Micologia?	A	Micologia Médica, Micologia, Tecnologia das Fermentações, Biodiversidade
	B	Tecnologia de Bioprocessos
	C	Eu ministrava a disciplina de micologia no campus da UFAM de Itacoatiara
	D	Micologia Geral, Micologia Médica
	E	Biologia de Microrganismos (Curso de Graduação em Ciências), Micologia Geral e Micotecnologia. Micologia (Curso de Graduação em Ciências Biológicas) e Tópicos Especiais em Micologia (Curso de Mestrado e Doutorado).

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

As disciplinas que as participantes da pesquisa informaram ministrar com conteúdos de Micologia incluem Micologia Médica, Micologia, Tecnologia das Fermentações, e Biodiversidade (participantes A, C e D), demonstrando uma ampla aplicação do conhecimento em diferentes áreas. Outras respostas destacaram o ensino de Micologia em contextos mais específicos, como “Tecnologia de Bioprocessos”, “Biologia de Microrganismos” (participantes B e E) para cursos de graduação em Ciências, “Micologia Geral” e “Micotecnologia” (participante E) para cursos de graduação em Ciências Biológicas, e Tópicos Especiais em Micologia (Quadro 8). Nenhuma das pareceristas indicou se lecionam ou já lecionaram o conteúdo de Micologia nas turmas de “Licenciatura”.

**Quadro 9** – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
A carga horária da Micologia é adequada ao conteúdo?	A	Sim, dependendo do curso para qual é ministrado
	B	Sim
	C	60h
	D	É
	E	Sim, para o Curso de Ciências Biológicas, mas para o Curso de Ciências há necessidade de revisão e uma nova organização de conteúdo e carga horária

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

A carga horária da disciplina de Micologia em ambas as instituições onde a pesquisa foi realizada é de 60 horas, e as respostas indicaram que essa carga horária é adequada, exceto para o curso de Ciências, que expressou a necessidade de revisão para se adequar aos conteúdos da disciplina (Quadro 9).

Essa divergência sugere que, embora as 60 horas sejam consideradas suficientes para algumas áreas, como Biologia, podem ser insuficientes para outras, como Ciências (participante E), possivelmente pelo fato da Micologia está inclusa na disciplina de “Biologia de microorganismos” com a carga horária de 60h, evidenciando a necessidade de uma revisão na distribuição do tempo para garantir um ensino abrangente e aprofundado em Micologia.

**Quadro 10** – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Quais conteúdos são abordados na área da Micologia?	A	Dependendo da área e curso, algumas vezes sim
	B	Morfologia, cinética de crescimento, necessidades nutricionais, métodos de cultivo, metabolismo e produção de metabólitos primários e secundários
	C	Introdução ao estudo da Micologia. Importância dos fungos para o homem. Aspectos biológicos, fisiológicos, morfológicos e fisiopatológicos dos fungos de interesse médico. Diagnóstico micológico dos principais representantes de micoses para a Região Amazônica.
	D	Taxonomia, Aplicação dos fungos nas diversas áreas.
	E	Histórico da Micologia, Características morfológicas e fisiológicas dos fungos, Importância Médica, Industrial e Biotecnológica, com abordagem incluindo atividades práticas, usando os fungos como ferramentas em bioprocessos, como facilitador do ensino aprendizagem.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

Sobre os conteúdos da disciplina, foi destacada uma flexibilidade na seleção de conteúdos dependendo da área e curso (Quadro 10). Outros fornecem tópicos, incluindo desde aspectos básicos, como morfologia e crescimento, até aplicações práticas em biotecnologia. Há uma ênfase específicas em Micologia Médica, (participante C) com foco regional na Amazônia e aplicação dos fungos em diversas áreas, indicando uma abordagem mais específica e prática. Destaca-se também a importância de atividades práticas, como o uso de fungos em bioprocessos para facilitar a aprendizagem, no caso da parecerista E.

**Quadro 11** – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Quais são os recursos utilizados durante as aulas?	A	Teórica, power point e quadro, na Prática: isolamento, cultivo de fungos, visualização em microscópio e preservações e ensaios biotecnológicos.
	B	Slides, leitura de artigos científicos, aula prática, seminários
	C	Data-show, quadro, artigos
	D	Computador, Datashow, meios de cultura e outros materiais para as aulas práticas.
	E	Nas aulas teóricas são utilizadas Técnicas de Multimeios e nas Aulas Práticas, para cada turma, atendendo os objetivos da disciplina, são disponibilizadas cultura pura e viável de fungos, substâncias, meios de cultura e equipamentos necessários para realização as atividades práticas com a orientação e participação da professora e comumente estagiários à docência oriundo de Cursos de Mestrado ou Doutorado. Nas atividades práticas, os alunos são divididos em equipe, cada equipe constrói as etapas experimentais. E como facilitador, para o desenvolvimento das atividades práticas, para os alunos fornecemos o Protocolo de Aula Prática, para cada tema abordado.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

**Quadro 12** – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Qual metodologia de ensino é utilizada nas aulas?	A	Apresentação de material em Power Point com textos e imagens e uso do quadro, com perguntas e desenho das estruturas dos fungos
	B	Aula expositiva em sala de aula e aula prática em laboratório
	C	Aulas expositivas e práticas
	D	Aulas teóricas e práticas.
	E	Exposição dialogada associando Técnicas Multimeios.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

Apesar de o questionário ter sido organizado com todas as perguntas na mesma página, parte das participantes demonstrou confusão em relação ao método e à metodologia utilizados para o ensino de Micologia. Os recursos metodológicos mencionados incluíram apresentações teóricas com slides, quadros, artigos científicos, seminários, uso de computadores e materiais para aulas práticas, como microscópios, culturas puras e protocolos de atividades práticas, todos empregados para enriquecer a experiência de aprendizado (Quadro 11). Quanto às metodologias, predominaram as aulas



expositivas e práticas, com destaque para o uso de imagens e desenhos de fungos por uma das participantes, e para a divisão das aulas práticas e o método de avaliação dos alunos mencionados por outra participante (Quadro 12). O uso de metodologias eficientes para o ensino de Micologia é fundamental para garantir uma aprendizagem significativa e engajadora. A variedade de metodologias empregadas não apenas mantém os alunos envolvidos, mas também permite adaptar o ensino às diferentes necessidades e estilos de aprendizagem, promovendo uma educação mais inclusiva e eficaz (BORGES; ALENCAR, 2014).

**Quadro 13** – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Em algum momento da disciplina, você aborda o conteúdo voltado para o contexto amazônico? Como?	A	Sim, em Biodiversidade onde são coletados fungos do solo e ar e frutos, seus usos regionais em alimentos fermentados, e outros processos para controle biológico, em ensaios em fermentômetro e testes fisiológicos para determinar a capacidade fermentativa, em imobilização celular e produção de bebidas fermentadas com frutos regionais.
	B	Sim. Pesquisa fungos amazônicos de interesse biotecnológico há 15 anos e incluo nas minhas aulas a apresentação dos resultados obtidos por meus alunos de mestrado e doutorado que utilizam fungos para a produção de metabólitos de interesse.
	C	Sim. Principais doenças causadas por fungos amazônicos
	D	Sim. Utilizando o isolamento de fungos nos diversos ambientes.
	E	Em todas as aulas são abordados os fungos do Bioma Amazônico, tanto nos Cursos de Graduação quanto nos Cursos de Pós-Graduação (Mestrado e Doutorado).

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

A abordagem de conteúdos amazônicos trabalhados pelas participantes nas disciplinas aponta a coleta e pesquisa de fungos da região, exploração de seus usos regionais, aplicação prática em fermentação e controle biológico, além de abordar doenças causadas por fungos amazônicos. Essa abordagem também é utilizada nos cursos de Mestrado e Doutorado, visando proporcionar uma compreensão aprofundada e prática dos fungos na região amazônica em diversos níveis de ensino (quadro 13).

Essas respostas associadas a constatação de que há uma carência de recursos didáticos sobre fungos em língua portuguesa (à exceção da área de Micologia Médica e uns poucos títulos de aplicação biotecnológica) reforçam a importância de a disciplina de

Micologia ser ministrada por profissionais que atuam em pesquisas na área específica. Ressaltam ainda a responsabilidade quase exclusiva da Micologia recair sobre esses profissionais de educação.

**Quadro 14** - Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Quais as dificuldades encontradas na preparação das aulas de Micologia?	A	Meios de Cultivo para cultivar os fungos
	B	Referências com exemplos de fungos amazônicos
	C	Encontrar material que aborde a temática dos fungos amazônicos
	D	Falta de material didático específico.
	E	Nenhuma. No laboratório de Pesquisa temos todos os materiais e equipamentos necessário para realização das atividades teóricas e práticas. Os exemplares de fungos constituem um acervo de fungos filamentosos microscópicos conservados por métodos indicados na literatura micológica (Coleção de Culturas DPUA). Os fungos macroscópicos, basidiomicetos constituem o acervo do Herbário Micológico Jair Putzke.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

A consideração sobre os desafios na preparação das aulas de Micologia, especialmente em relação à obtenção de recursos específicos para a região amazônica, destaca-se como uma das questões mais importantes da pesquisa, corroborando sua relevância para o ensino (Quadro 14).

A necessidade de meios de cultivo, a busca por referências e material didático adaptado sobre fungos amazônicos são elementos cruciais que podem influenciar diretamente a eficácia do ensino e o aprofundamento do entendimento dos alunos sobre a Micologia na região (Parecerista A).

Uma resposta que destaca a presença de todos os materiais necessários em um laboratório específico ressalta a importância da infraestrutura adequada para superar esses desafios. Essa questão fundamental pode levar ao desenvolvimento de recursos educacionais, visando uma abordagem mais efetiva e contextualizada no ensino de Micologia na Região Amazônica.

**Quadro 15** – Questionário das perspectivas do ensino de Micologia (1ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Como você tem estimulado seus alunos a ensinar Micologia? Comente.	A	Mostrando sua importância para o Mundo, e como eles estão interligados a nossa vida e aos seres vivos em geral e como podem ser usados para nosso benefício e do meio ambiente
	B	Meus alunos usam fungos como agentes transformadores de matérias-primas em compostos de alto valor agregado. O estímulo se dá pela incrível versatilidade dos fungos e as inúmeras possibilidades de aplicações biotecnológicas.
	C	Nas aulas práticas mostrar a importância dos fungos para as diversas áreas: indústria farmacêutica e alimentícia, diagnóstico
	D	Explicando que existem metodologias simples que podem ser utilizadas nas escolas.
	E	Os alunos são incentivados por envolvimento em preparação de material didático, participação de excursão para coleta de fungos que, posteriormente, no laboratório executam técnicas de isolamento, seguindo da realização de técnicas de processos de produção de compostos bioativos e detecção das respectivas atividades (antimicrobiana, enzimática, antioxidante, etc.)

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

Os professores empregam diversas estratégias para estimular os alunos no ensino de Micologia (Quadro 15). Isso inclui destacar a importância dos fungos para o mundo e a vida, explorando suas aplicações biotecnológicas e transformações de matérias-primas (Parecerista A e C). As aulas práticas enfatizam a relevância dos fungos em setores como indústria farmacêutica e alimentícia, além do diagnóstico. Há também esforços para tornar a Micologia acessível, utilizando metodologias simples aplicáveis em escolas (Parecerista D). O envolvimento ativo dos alunos em atividades práticas, como a coleta de fungos e a execução de técnicas no laboratório, contribui para uma compreensão mais profunda e aplicada dos conceitos micológicos (parecerista E). Em resumo, os estímulos abrangem desde abordagens conceituais amplas até experiências práticas, visando despertar o interesse e a compreensão dos alunos sobre a importância dos fungos.

Ao final da primeira rodada, as respostas foram cuidadosamente analisadas e compiladas, e foi fornecido o primeiro feedback aos participantes (Apêndice 1). Esse feedback permitiu obtermos uma visão clara da situação do ensino de Micologia atualmente além de tornar visível aos pareceristas o resultado de suas contribuições como um todo (ROZADOS, 2015), mantendo a sigilo sobre a identidade dos pareceristas. Isto foi particularmente uma preocupação nesta pesquisa, por se tratar de uma área restrita de

atuação, certamente, todos conhecidos entre si, talvez até ex-alunos das profissionais mais experientes.

As respostas dos participantes destacaram diversos desafios e necessidades enfrentadas no ensino e na prática da Micologia na cidade, desde a carga horária da disciplina, metodologias e recursos para o ensino, até a falta de recursos disponíveis para o ensino. Essas informações forneceram *insights* valiosos sobre as áreas que precisam de melhorias e os recursos que são mais urgentemente necessários para aprimorar o ensino e a pesquisa em Micologia na Amazônia.

### **5.3.2 Segunda rodada**

Esta segunda rodada, não contou com a participação de uma das professoras que participou do primeiro questionário já que a mesma alegou estar muito ocupada para finalizar a participação na pesquisa. Ainda assim, suas respostas não foram desprezadas, pois são fundamentais para a contextualização desta pesquisa. Em contrapartida, outra participante contactou para oferecer mais uma avaliação aprofundada sobre o conteúdo do protótipo e mandou por e-mail um arquivo demonstrando muito interesse em participar da construção do produto final.

As pareceristas não tiveram acesso ao livro finalizado, mas receberam apenas o sumário e alguns capítulos para avaliação. Essa abordagem foi adotada para fornecer às pareceristas uma visão inicial do conteúdo e da estrutura do livro, permitindo que oferecessem contribuições que poderiam orientar os ajustes necessários antes da finalização do produto. Apesar de não terem acesso à versão completa, as pareceristas puderam fornecer uma análise preliminar, garantindo que suas contribuições fossem consideradas no processo de refinamento e aprimoramento do livro didático de Micologia.

**Quadro 16** – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Qual foi a primeira impressão que você teve do Livro Fungos da Amazônia?	A	De que se trata de um livro texto sobre fungos.
	B	Que seria importante para a área de Ciências Biológicas e Ciências Naturais.
	C	A obra aborda diversos temas sobre Micologia, contudo têm carência de abordagem sobre a Biodiversidade de fungos da Amazônia. Necessita de correção quanto as citações bibliográficas no texto que constitui cada capítulo para atender as normas científicas de publicação. Após correção dos textos em cada capítulo, necessita de revisão dos capítulos inexistentes atualmente. Sugestão: No contexto atual com base no conteúdo apresentado, o título da Obra pode ser modificado para "Biologia dos Fungos (Características morfológicas e ciclos biológicos dos fungos)".
	D	Gostei muito das ilustrações e linguagem clara, objetiva e acessível.
	E	Não respondeu.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

As respostas sobre as impressões a respeito do protótipo, um livro sobre fungos, revelam observações críticas e positivas (quadro 16). Pontos de destaque incluem a abordagem abrangente da Micologia, mas com a carência de foco na biodiversidade de fungos da Amazônia (Parecerista C).

Sugestões específicas foram oferecidas, como a correção de “citações bibliográficas” e a possível revisão de capítulos “inexistentes”, provavelmente ligados aos capítulos em construção além de uma sugestão adicional propõe a modificação do título para "Biologia dos Fungos" (Parecerista C). Por outro lado, aspectos positivos incluem a importância do livro para as áreas de Ciências Biológicas e Ciências Naturais (Parecerista B), a parecerista D elogiou as ilustrações e à linguagem clara e acessível. Essa análise abrangente sugeriu áreas de aprimoramento e destacou características apreciadas, orientando as melhorias no produto.

**Quadro 17** – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Os detalhes estéticos (capa, arte, cores), chamaram sua atenção?	A	Sim, são de muito bom gosto.
	B	Sim, chamaram.
	C	Sim. O designer gráfico da capa está em conformidade com o tema Micologia.
	D	Sim, as ilustrações são muito bonitas.
	E	Não respondeu.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

O quadro 17 indica respostas referentes aos detalhes estéticos do produto, incluindo gosto estético, design gráfico da capa e ilustrações, revelam uma avaliação positiva. As participantes expressaram que os detalhes estéticos são de muito bom gosto (Parecerista A), destacaram a conformidade do design gráfico com o tema de Micologia, mencionaram que chamaram a atenção e elogiaram a beleza das ilustrações (Parecerista B). Essa análise sugere uma percepção favorável em relação à apresentação visual do produto, indicando que os elementos estéticos são atrativos e bem recebidos pelos avaliadores.

A importância da linguagem gráfica na confecção do livro didático é evidente, pois contribui significativamente para a compreensão dos conceitos apresentados, especialmente em um campo complexo como a Micologia. Ilustrações claras e bem elaboradas podem facilitar a assimilação do conteúdo pelos alunos, tornando o aprendizado mais acessível e agradável (NAKAMOTO, 2010). Além disso, um design gráfico cuidadosamente pensado e alinhado com o tema do livro pode despertar o interesse dos estudantes e aumentar sua motivação para a leitura e o estudo.

**Quadro 18** – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Quanto à divisão dos capítulos, você acha que facilitou a compreensão do conteúdo?	A	Sim, achei de fácil compreensão.
	B	Facilita, apesar dos parágrafos estarem muito extensos e faltar algumas informações básicas.
	C	Sim. Contudo, o capítulo "Contexto Histórico" não está atendendo o contexto "Histórico da Micologia", e necessita de correção de ortografia.
	D	Sim.
	E	Não respondeu.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

A percepção geral sobre a divisão de capítulos foi positiva (quadro 18), destacando que a estrutura facilitou a compreensão do conteúdo. No entanto, algumas

sugestões específicas foram levantadas, como a necessidade de correção ortográfica em um capítulo e a observação de parágrafos extensos, assim como a ausência de “informações básicas” embora não informasse quais, embora o comentário estivesse antecipando outra questão (Parecerista B).

Apesar dessas áreas de melhoria apontadas, a maioria dos participantes concordou que a divisão de capítulos contribuiu para tornar o conteúdo mais acessível. Essa análise sugere que, embora haja aspectos a serem aprimorados, a estrutura geral do livro é percebida como benéfica para a compreensão do leitor.

**Quadro 19** – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Se você fosse ministrar os conteúdos presentes neste livro, você acredita que conseguiria ministrar todos na carga atual do curso?	A	O curso que ministro não é voltado apenas para Micologia, mas eu conseguiria utilizar em boa parte do curso sim.
	B	Sim, poderia ser ministrado.
	C	Parte atende ao conteúdo de Curso de graduação. Porém, os desenhos não mostram a realidade de estruturas celulares dos fungos para boa compreensão do aluno.
	D	Com certeza.
	E	Não respondeu.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

A adequação dos conteúdos do livro à carga horária atual do curso variou entre as participantes (quadro 19). Enquanto algumas expressaram confiança na integração eficaz do protótipo em sua aula, outras levantaram preocupações específicas, como a representação visual das estruturas celulares dos fungos (Parecerista C). A maioria indicou uma disposição geral para ministrar os conteúdos dentro da carga horária existente, embora aspectos específicos, como a qualidade dos desenhos, possam exigir atenção para otimizar a compreensão dos alunos (Parecerista A, B e D).

Quanto à preferência por capítulos específicos do livro, foi demonstrada uma variedade de perspectivas onde algumas das participantes expressaram preferência por temas como "Caracterização dos Filos" e "Biodiversidade Amazônica", indicando um interesse particular nesses tópicos. Outros não apresentaram uma preferência específica, enquanto um participante destacou a importância dos capítulos sobre "Fungos da Biodiversidade Amazônica" devido à ausência desses conteúdos em outros livros didáticos. Em geral, as respostas refletem a necessidade dos temas abordados no protótipo, reforçando a sua relevância para os estudos de Micologia na região.

### Quadro 20 – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Você daria preferência para algum dos conteúdos do livro? Por quê?	A	Sim, para os capítulos sobre Caracterização dos Filos e Biodiversidade Amazônica
	B	No caso fungos da Biodiversidade Amazônica, pois os demais têm livros didáticos.
	C	Não.
	D	Para a unidade 2 de caracterização dos filos. Para que os alunos consigam observar, caracterizar e diferenciar os fungos.
	E	Não respondeu.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

Esse alinhamento entre as preferências dos participantes e o conteúdo do livro pode ser interpretado à luz da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (1978), que postula que a aprendizagem é mais eficaz quando os novos conhecimentos estão relacionados de maneira substantiva com o conhecimento prévio dos alunos. Assim, ao abordar temas de interesse específico dos estudantes e preencher lacunas existentes em outros materiais didáticos, o livro proporciona uma oportunidade única para a construção de significado e compreensão profunda dos conceitos de Micologia, promovendo uma aprendizagem mais significativa e duradoura.

Esse consenso entre as preferências dos participantes e o conteúdo do livro pode ser interpretado à luz da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, que postula que a aprendizagem é mais eficaz quando os novos conhecimentos estão relacionados de maneira substantiva com o conhecimento prévio dos alunos (SOUZA, 2020). Assim, ao abordar temas de interesse específico dos estudantes e preencher lacunas existentes em outros materiais didáticos, o livro proporciona uma oportunidade única para a construção de significado e compreensão profunda dos conceitos de Micologia, promovendo uma aprendizagem mais significativa e duradoura.



**Quadro 21** – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Qual metodologia de ensino você utilizaria nas aulas para aplicar este recurso?	A	Leitura dos capítulos e busca na literatura sobre aplicações biotecnológicas para os diferentes filos e para os fungos amazônicos
	B	Material em Power Point na teoria e indicação para leitura do livro, e na prática coleta e estudo microscópico e macroscópico de alguns microrganismos mostrados.
	C	Aula do tipo "sala de aula invertida".
	D	Aulas práticas com microscopia e ao ar livre para eles tentarem encontrar os fungos dos quais o livro trata.
	E	Não respondeu.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

As possíveis metodologias utilizadas para aplicar o produto indicam abordagens envolvendo a leitura dos capítulos e pesquisa adicional sobre aplicações biotecnológicas (quadro 21). Outras sugerem a adoção a estratégia de "sala de aula invertida", combinando material teórico em slides, leitura do livro e aulas práticas, que podem incluir coleta e estudo microscópico e macroscópico de microrganismos. A parecerista D indica uma prática envolvendo aulas ao ar livre para que os alunos busquem os fungos discutidos no livro.

Em resumo, as metodologias variam, mas, geralmente abrangem uma combinação de aula expositiva, leitura e atividades práticas para maximizar a compreensão e aplicação do conteúdo. Apenas uma participante considerou o uso do protótipo como recurso didático com uma metodologia ativa: a sala de aula invertida.

**Quadro 22** – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Se você pudesse mudar algo neste recurso, o que seria?	A	Incluiria mais informações sobre fungos endofíticos.
	B	Para mim tem sido bom para o aprendizado, então não mudaria.
	C	Poderia modificar as imagens com abordagem mais realista com relação as estruturas macro e micromorfológicas. Incluindo os ciclos biológicos das espécies contextualizadas nos respectivos capítulos.
	D	Não mudaria.
	E	Não respondeu.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

A respeito de possíveis mudanças no recurso (quadro 22), foi sugerida a inclusão de mais informações sobre fungos endofíticos, modificações nas imagens para torná-las mais realistas e contextualizadas com os ciclos biológicos das espécies conhecidas (Parecerista C).

A importância dos fungos endofíticos na ecologia e na biotecnologia é significativa, uma vez que esses microrganismos vivem no interior dos tecidos das plantas sem causar danos aparentes, podendo desempenhar uma série de funções benéficas, como aumentar a resistência das plantas a estresses além de produzir substâncias bioativas com potencial farmacológico e facilitar a absorção de nutrientes (MUSSI-DIAS, 2012).

Uma resposta expressa satisfação atual e acredita que não seria necessário fazer alterações, enquanto a última indica uma postura de não realizar mudanças. Essas perspectivas variadas refletem diferentes necessidades e preferências, fornecendo diferentes visões sobre áreas que podem ser consideradas para o aprimoramento do protótipo do produto educacional. Entretanto, observou-se necessidades mínimas de correção ou melhorias que indicaram não ser necessário um redirecionamento completo do protótipo, mas sim, seu aprimoramento.

**Quadro 23** – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
De que forma este recurso contribuirá para o Ensino de Micologia?	A	Poderá aproximar estudantes amazônidas de um conteúdo relevante regionalmente.
	B	Ampliando as informações e conhecimento sobre fungos.
	C	Como material de apoio didático.
	D	Traz o conteúdo com uma linguagem de fácil entendimento.
	E	Não respondeu.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

Dentre as contribuições para o ensino de Micologia (quadro 23), observa-se que foi destacada a capacidade de aproximar estudantes “amazônidas” de conteúdos relevantes regionalmente (Parecerista A), o protótipo se demonstrou como material de apoio didático, a ampliação de informações e conhecimentos sobre fungos, e a apresentação do conteúdo de maneira acessível. Essas diferentes visões sugerem que o produto pode desempenhar papéis diversos, desde facilitar o entendimento até enriquecer o conteúdo ministrado, atendendo às necessidades e características específicas das aulas de Micologia.

### Quadro 24 – Questionário das perspectivas do produto (2ª rodada)

Enunciado da questão	Participante	Respostas
Como você acredita que poderia melhorar as aulas de Micologia?	A	Com mais aulas práticas, especialmente sobre os diferentes filios e possibilidades de aplicações em benefício da sociedade.
	B	Com mais material tais como meios de cultura e demais equipamentos que possibilitem a coleta, isolamento, cultivo e preservação dos fungos da nossa Região.
	C	Após a revisão da obra atendendo conteúdo de micologia de uma forma realista, este recurso didático poderá contribuir como material de consulta.
	D	Sim.
	E	Não respondeu.

**Fonte:** Elaborado com base nos dados da pesquisa (2023).

Por fim, ao pensar em como melhorar as aulas de Micologia, destacam-se sugestões apresentadas no quadro 24. Estas incluem mais aulas práticas para abordar diferentes filios e aplicações benéficas, e a importância de uma revisão da obra para garantir um conteúdo realista e sua utilidade como material de consulta.

Além disso, é crucial enfrentar os desafios adicionais que os estudantes e profissionais de Micologia enfrentam na cidade, como os preços elevados dos produtos específicos para Micologia. Esses custos excessivos podem representar uma barreira significativa para o acesso a materiais e equipamentos essenciais, comprometendo a qualidade do ensino e da pesquisa nessa área.

A parecerista B destaca a necessidade de mais materiais, como meios de cultura e equipamentos, para facilitar atividades práticas relacionadas à coleta, isolamento, cultivo e preservação de fungos da região. A escassez desses recursos essenciais pode representar um grande obstáculo para o desenvolvimento de habilidades práticas e experiências laboratoriais significativas para os estudantes de Micologia.

Ao final da 2ª rodada e após a análise das respostas recebidas, foi elaborado o 2º feedback (Apêndice 2). De acordo com os principais pontos de consenso encontrados, o protótipo de livro didático foi reformulado e revisado quanto à ortografia, normas de citação e referências bibliográficas, aprofundamento do conteúdo de alguns capítulos indicados pelas pareceristas, como Contexto Histórico da Micologia (capítulo 1) e os Fungos Endofíticos (capítulo 7).

Os desenhos esquemáticos de estruturas biológicas e ciclos de vida, dentre outros, foram aprimorados, e acrescentou-se uma unidade dedicada à sugestão de atividades e recursos de ensino de Micologia.

Com base nas características ressaltadas pelas pareceristas e considerando que havia consenso quanto aos pontos mais relevantes na análise do protótipo de livro didático, as rodadas foram encerradas com o envio do 2º feedback.

#### 5.4 Consolidação do Produto Educacional

O objetivo principal do produto educacional é contribuir para aprimorar o ensino nos cursos de graduação de Licenciatura em Ciências Naturais e Ciências Biológicas, com foco especial na Micologia na região amazônica. O produto educacional é composto pelo livro intitulado “Fungos da Amazônia” (Amazonian Fungi) e inclui conteúdos técnicos de Micologia, abrangendo pesquisas conduzidas na Amazônia, contendo imagens autênticas e ilustrações científicas para facilitar a compreensão das estruturas biológicas. Além disso, o material contém atividades destinadas a promover a participação ativa dos estudantes, incentivando a colaboração entre eles e uma maior imersão nos tópicos abordados.

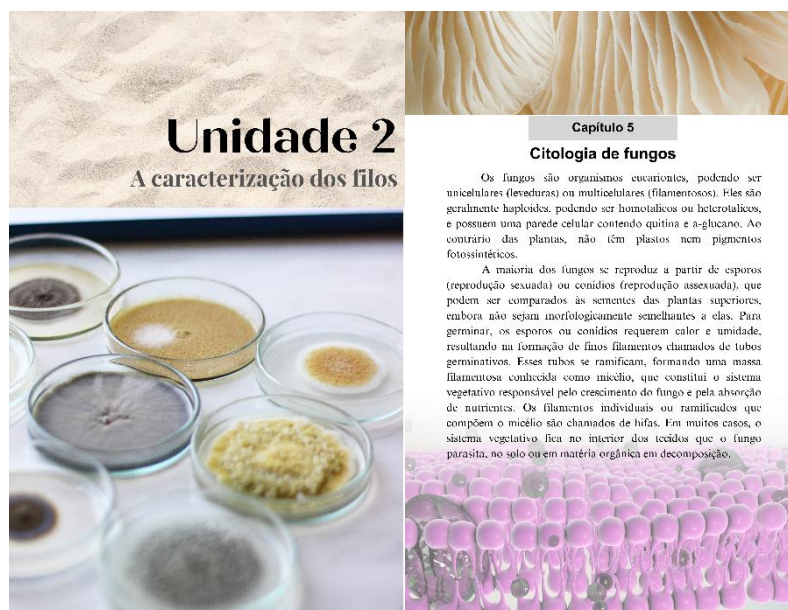
O livro está dividido em 4 unidades:

**UNIDADE 1 - O Reino Fungi** – apresenta, através de uma ordem cronológica, os estudos sobre descobertas dos fungos.



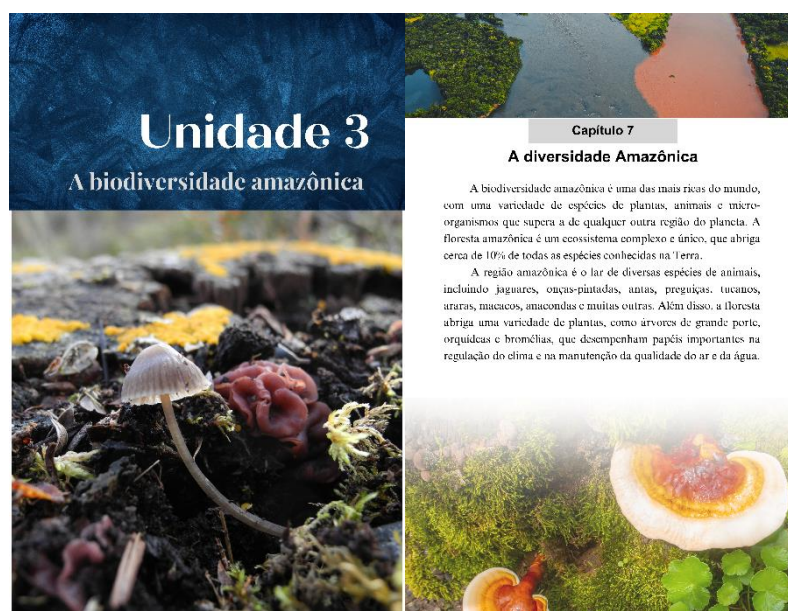
**Figura 11 -** Imagens da primeira unidade e do primeiro capítulo.

**UNIDADE 2** - A caracterização dos Filos – explica a classificação dos filios dos fungos com uma linguagem técnica e com a utilização de desenhos científicos para facilitar a visualização do conteúdo de forma clara.



**Figura 12** - Imagens da segunda unidade e do quinto capítulo.

**UNIDADE 3** - A biodiversidade Amazônica – descreve o bioma amazônico e sua biodiversidade de fauna, flora e microorganismos.



**Figura 13** - Imagens da terceira unidade e do sétimo capítulo.

**UNIDADE 4** – Recursos para o ensino de Micologia – fornece sugestões de metodologias e atividades práticas para o ensino de Micologia no ensino superior.





**Figura 14** - Imagens da quarta unidade e do oitavo capítulo.

O livro foi construído e formatado para ser disponibilizado, a princípio, de forma digital, e os dados de acesso serão transmitidos através de código QR, que dará o direcionamento para o website:



**Figura 15** – Tela de abertura do site "Fungos da Amazônia".

O site Fungos da Amazônia está disponível no link (<https://fungosdaamazonia.my.canva.site/fungosdaamazonia#in%C3%ADcio>) e foi criado através do site Canva, apresenta o ebook que aborda os Fungos da Amazônia, oferece recursos educacionais, descreve parcerias e fornece informações sobre as autoras envolvidas no projeto. Ele serve como uma plataforma para divulgar conhecimentos sobre a diversidade fúngica da região amazônica, promover a educação e o engajamento com o tema, além de destacar colaborações e os responsáveis pelo conteúdo disponibilizado.

## 6. Considerações finais

Esta pesquisa teve como objetivo geral desenvolver um produto educacional para contribuir com conhecimentos sobre o reino fungi no contexto amazônico para o ensino de Micologia em cursos de graduação, especialmente nas Licenciaturas em Ciências Naturais e Biológicas. Durante o desenvolvimento do protótipo, desde o planejamento até a aplicação, buscou-se incluir o conteúdo de Micologia fundamentado na produção científica sobre fungos da Amazônia, de forma a aproximar os alunos de graduação do conteúdo técnico em face do contexto da rica biodiversidade regional.

A revisão sistemática da literatura dos últimos 20 anos respondeu a um dos objetivos específicos da pesquisa, revelando uma ampla gama de estudos sobre fungos amazônicos, abordando questões de saúde, biodiversidade, biotecnologia e agricultura, tendo a maior parte dessa produção sido publicada a partir de 2013, indicando um crescente interesse pela Micologia na região.

No entanto, a busca pelos termos "Ensino de Micologia na Amazônia" não retornou nenhum resultado nas bases de dados utilizadas neste estudo. Isto aponta para o pouco interesse por pesquisas em ensino relacionadas à Micologia que, associada à abordagem superficial do tema na graduação gera uma lacuna de conhecimentos científicos e metodológicos, que pode impactar diretamente na forma como esses seres vivos são estudados no ensino superior.

No caso dos cursos de Licenciatura, essa superficialidade do estudo dos fungos na graduação poderá dificultar a forma como os futuros professores abordarão esse conteúdo na educação básica, não relacionando os conhecimentos sobre fungos com o contexto regional, limitando-se às informações generalistas dos livros didáticos.

Com a aplicação do método Delphi, foi possível responder ao segundo objetivo específico da pesquisa, traçando um diagnóstico sobre o ensino de Micologia nos cursos de Licenciatura em Manaus na 1ª rodada e, uma avaliação do produto educacional proposto para o ensino de graduação, na 2ª rodada.

Após um levantamento preliminar que mostrou que todas as IES pesquisadas ensinam Micologia, mas algumas carecem de professores dedicados à área específica, a 1ª rodada do Delphi indicou que a carga horária de 60h em disciplinas de Microbiologia, mencionada pelas pareceristas para alguns cursos, pode ser insuficiente para abordar a

diversidade de informações sobre os fungos, ao contrário daqueles cursos em que as 60h são exclusivas para a Micologia.

Apesar de todas as pareceristas relatarem fazer uso de resultados de pesquisas de seus alunos de pós-graduação e de produções científicas para a elaboração de suas aulas de Micologia, ficou registrada sua percepção de que deveria haver mais materiais disponíveis especificamente para este fim. Isto vai de encontro aos pressupostos desta pesquisa que identificou a carência de recursos didáticos e referencial teórico organizado sobre fungos para o ensino de graduação, e mais ainda sobre conteúdo de relevância regional.

A 2ª rodada contribuiu para responder ao quarto objetivo específico, a proposta de recursos didáticos, contendo a avaliação do protótipo do produto educacional intitulado Fungos da Amazônia. Vários aspectos foram considerados positivos pelas pareceristas, como a abordagem abrangente do tema, a estética do produto e a divisão de capítulos, que facilitaram a compreensão do conteúdo. As sugestões em relação à necessidade de aumentar o foco na biodiversidade de fungos da Amazônia e outras mais específicas foram utilizadas no aprimoramento e finalização do produto educacional.

Apesar das diferentes percepções das pareceristas, destacou-se a viabilidade do produto como recurso facilitador do ensino de Micologia, especialmente para alunos da região amazônica, podendo servir como fonte de informações para professores do Ensino Superior.

Com base nas contribuições recebidas ao longo deste estudo, é evidente a importância e o potencial do ensino de Micologia na Amazônia. As reflexões proporcionadas pelas respostas das participantes ressaltaram desafios significativos, como a escassez de recursos e o alto custo dos materiais para as aulas práticas, que precisam ser superados para promover um ensino de qualidade e acessível.

Enfatiza-se a pertinência de promover um ensino de Micologia mais abrangente e contextualizado, para que o professor possa vislumbrar a oferta de materiais potencialmente significativos para seus alunos. Especialmente em regiões como a Amazônia, que são ricas em biodiversidade, é necessário aprender mais sobre esses recursos de forma a contribuir para a sua proteção, conservação e para o desenvolvimento sustentável.



Destaca-se a importância de valorizar o conhecimento local e integrá-lo aos currículos acadêmicos e escolares, o que pode contribuir significativamente para o desenvolvimento de uma educação mais inclusiva e eficaz.

A criação de recursos específicos para o ensino de Micologia na Amazônia tem o potencial de impactar positivamente as pesquisas realizadas na região, atraindo um maior número de futuros pesquisadores para a área e impulsionando descobertas relevantes sobre a diversidade de fungos e suas funções e interações no planeta.

## 7. Referências

- ALCÂNTARA, M. I. P. Elementos da floresta e ensino de ciências na Amazônia: proposta metodológica para ensinar ciências na área rural Amazônica. 2008. 138f. Dissertação. Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Amazonas – UEA, Amazonas.
- ALEXOPOULOS, C. J., C. W. MIMS, and M. BLACKWELL. *Introductory Mycology* (4th Ed.). John Wiley and Sons, New York, EUA. 1996. 868p.
- Alexopoulos, C.Jr : *Introductory Mycology*, 2d ed., Wiley, New York, 1962.
- AUSUBEL, D. P. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Ed. Trillas. México.
- AUSUBEL, D. P. *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Barcelona: Paidós, 2002.
- AUSUBEL, D.P; NOVAK, J.D & HANESIAN, H. *Educational psychology: a cognitive view*. 2ed. Holt,Rinehart & Winston, 1978.
- AUSUBEL, David P. *A aprendizagem significativa*. São Paulo: Moraes, 1982.
- BARTHELEMY, J. L.; DA SILVA, M. I. L.. Estudo sobre a diversidade de fungos zoospóricos que ocorreram no Lago do Puraquequara, Manaus, Amazonas. *Micologia: Fungos e/ou seus Metabólitos como Objeto de Estudo*. 1ed. Ponta grossa: Atena Editora, 2020, v. 10, p. 74-97.
- BAUER, M. W.; GASKELL, G. *Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático*. Editora Vozes Limitada, 2017.
- BORGES, Tiago Silva; ALENCAR, Gidélia. Metodologias ativas na promoção da formação crítica do estudante: o uso das metodologias ativas como recurso didático na formação crítica do estudante do ensino superior. *Cairu em Revista*, ano 3, n. 4, p.119–143, jul./ago. 2014
- BRAATHEN, Per Christian. *Aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa no processo de ensino aprendizagem de química*. *Revista Eixo*, v. 1, p. 63, 2012.
- BRAGA-NETO R; JESUS, M. A.; ZUCARATTO, R. . *Guia de fungos macroscópicos da Reserva Florestal Adolpho Ducke*. Manaus: PPBio\_INPA, 2008 (Livro Guia).
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. *Diretrizes Curriculares Nacionais do curso de graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado e Licenciatura)*, 2001. Acesso em: 15/02/2024.
- CALIXTO, C. M. F.; CAVALHEIRO, E. T. G.. *Penicilina: Efeito do acaso e do momento histórico no desenvolvimento científico*. *Química Nova na Escola (Impresso)*, v. 34, p. 118-123, 2012.
- CAMARGO, I. DE; DE OLIVEIRA, M. F.; REGANHAN-CONEGLIAN, C. M.; RÉGO, A. P. J.; QUITERIO, G. M.; BIDOIA, E. D.. *Ação de fungos micorrízicos e biofertilizante em solo contaminado com diesel*. *Holos Environment (Online)*, v. 17, p. 110, 2017.

- CAPRONI, A. L.; GRANHA, J. R. D. O.; FORNACIARI, A. J.; NOBRE, C. P.; MENDONÇA, L. P.; BERBARA, R. L. L.. Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in an Amazon Environment after Mining. *FLORAM*, v. 25, p. 1-9, 2018.
- CARVALHO, A. C.; SOTÃO, H. M. P.; FRANÇA, I. F. Fungos causadores de ferrugens (Pucciniales) em plantas da Reserva Florestal Adolpho Ducke, Amazônia Central, Brasil. *Rodriguésia*, 69: 663–672. 2018.
- CARVALHO, R. S.; HANADA, R. E.; ABREU, R. L. S.; ARAUJO, C. C. N.. A Prevalência dos Fungos *Trichoderma* spp. e *Lasidiopodia theobromae* na Espécie Florestal da Amazônia, Cardeiro (*Scleronema micranthum* (Ducke) Ducke, Bombacaceae). In: Claudia Eugenio da Silva; Marta Martins Brasil; Roberto Daniel de Araújo; Lizit Alencar da Costa; Claudete Catanhede do Nascimento; Nabor Silveira Pio. (Org.). *Contextualização Amazônica*. 1ed. Manaus: EDUA, 2010, v. 1, p. 5-79.
- CAVALCANTE, F.S.; CAMPOS, M.C.C.; DE LIMA, J.P.S. Relação ensino-aprendizagem sobre fungos no ensino superior: um estudo bibliográfico. *Revista Ciência e Natura*. v.41, n.48, p- 1-16, 2019.
- CAVALCANTE, F. S.; CAMPOS, M. C. C.; LIMA, J. P. S.. A percepção ambiental sobre fungos: uma revisão integrativa. *Novos Cadernos Naea*, v. 24, p. 81-98, 2021.
- CECHINEL, Laina. Isolamento de fungos a partir de solo com uso intenso de agroquímicos, visando a biorremediação. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia de Gestão Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2019.
- CUNHA J. M., GAIO D. C., CAMPOS M. C. C., SOARES M. D. R., SILVA D. M. P., LIMA A. F. L.. Atributos físicos e estoque de carbono do solo em áreas de Terra Preta Arqueológica da Amazônia. *Revista Ambiente e Água Taubaté*, 2017, 12:263–281.
- DO CARMO, W.; DO CARMO, M. G.. Desmatamento, queimadas e ameaça de extinção da flora e fauna na Amazônia brasileira. *Revista científica do instituto idea*. – ISSN 2525-5975 / RJ / Revista nº 2 – ANO 8 (2019). P. 58.
- DRECHSLER-SANTOS, ER; Horta PA. *Sistemática Vegetal I: Fungos*. 2015. (Desenvolvimento de material didático ou instrucional - capítulo de livro).
- ENTWILSTLE, N. J.; RAMSDEN, R. *Understanding student learning*. Worcester: Billings & Sons, Ltd., 1982.
- ESTRELA, K. B.; WEISER, V. L.; GANIKO-DUTRA, M. Quais são as áreas de atuação em Micologia? Percepções dos estudantes da formação inicial das Ciências Biológicas. *Ciência & Educação* (Bauru), v. 29, e23032, 2023.
- EVERT, R. F., EICHHORN, S. E. *Raven Biology of Plants*. 8a. Ed. Worth Publishers, New York, 2013.
- FAVORETTI, V.; SILVA, V. V. ; LIMA, R. A. . O ensino de Ecologia em espaços não formais de ensino: percepção e aprendizagem de alunos do Ensino Médio no Sul do Amazonas. *Revista Cocar* (ONLINE), v. 14, p. 01-19, 2020.
- FERREIRA, L. D.; LIMA, R. A. . Análise do conteúdo sobre plantas medicinais e condimentares nos livros didáticos de ciências e biologia das escolas públicas na região sul do Amazonas (Brasil). *Revista EDUCAmazônia - Educação, Sociedade e Meio Ambiente*, v. 17, p. 603-617, 2023.

- FREIRE, F. C. O.; VASCONCELOS, F. R.; COUTINHO, I. B. L. Fungos endofíticos: uma fonte de produtos bioativos de importância para a humanidade. *Essentia*, v. 16(1):61-102. 2014.
- FREITAS, R. O.; CARRENHO, R.. Guia Digital de Fungos Micorrízicos Arbusculares da Reserva Florestal Adolpho Ducke e Reserva do PDBFF. Manaus: INPA, 2013.
- FURTADO, J. C. F.. Aprendizagem Significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor. 1. ed. Porto Alegre: Editora Mediação, 2008. v. 1000. 96p .
- GIESE, E. C.; MARTINEZ, G. C.; PEREIRA, J. O.; DEKKER, R. F. H.; BARBOSA, A. M.. Seleção de isolados de *Colletotrichum* da biodiversidade da Amazônia como produtores de lacases utilizando uma metodologia simplificada. *Semina. Ciências Agrárias (Online)*, v. 30, p. 397, 2009.
- GOMES, N. M. O. Transporte de vapor d'água da Amazônia para o Centro-Oeste, Sul e Sudeste do Brasil a partir de dados de reanálise. 2019. 51 f. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Pós-Graduação em Meteorologia, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2019.
- GUARRO, J.; GENE, J.; STCHIGEL, A. M. Developments in Fungal Taxonomy Clinical Microbiology. *Reviews*, vol. 12, n. 3, p. 454–500, 1999.
- JACOBUCCI, D. F. C.; JACOBUCCI, G. B. Abrindo o Tubo de Ensaio: o que sabemos sobre as pesquisas em Divulgação Científica e Ensino de Microbiologia no Brasil?. *Journal of Science Communication*, v. 8, n. 2, p. 1-8, 2009.
- KIRK, P. M., P. F. CANNON, J. C. DAVID & J. A. Dictionary of the Fungi. 10 ed. Wallingford, UK: CABI, p. 340. 2008.
- KIRK, P. M., P. F. CANNON, J. C. DAVID & J. A. Stalpers. Dictionary of the Fungi. 9 ed. CABI Publishing. 2001.
- MARQUES, J. B. V; FREITAS, D. de. Método DELPHI: caracterização e potencialidades na pesquisa em Educação. *Pro-Posições*, v. 29, n. 2, p. 389-415, 2018.
- MENDOZA, A. Y. G.; DA SILVA, V. V.; LIMA, R. A.; DE LIMA, J. P. S.. Potencialidades Biotecnológicas dos Fungos da Amazônia Brasileira: Uma Revisão Sistemática . *Diversitas Journal*, [S. l.], v. 7, n. 4, 2022. DOI: 10.48017/dj.v7i4.2104. Disponível em: [https://diversitas.emnuvens.com.br/diversitas\\_journal/article/view/2104](https://diversitas.emnuvens.com.br/diversitas_journal/article/view/2104). Acesso em: 6 fev. 2024.
- MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa em mapas conceituais. Porto Alegre:UFRGS, Instituto de Física, 2013.
- MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F.; SALZANO, E F. Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel. São Paulo: Moraes, 1982.
- MOREIRA, M. A.. Um mapa conceitual sobre partículas elementares. *Revista de Ensino de Física*, São Paulo, v. 11, p. 114-129, dez. 1989.
- MUSSI-DIAS, V.; ARAUJO, A. C. O.; SILVEIRA, S. F.; ROCABADO, J. M. A.; ARAUJO, K. L. . Fungos endofíticos associados a plantas medicinais. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais (Impresso)*, v. 14, p. 261-266, 2012.

- NAKAMOTO, P. A configuração Gráfica do Livro Didático: um espaço pleno de significados. Tese de Doutorado, 127 p. São Paulo: USP, 2010.
- NETO, J. A. da S. P. Teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel: perguntas e respostas. Série-Estudos-Periódico do Programa de Pós-Graduação em Educação da UCDB, n. 21, 2013
- OLIVEIRA J. S. P., COSTA M. M., WILLE M. F. C. Introdução ao método Delphi. Curitiba (BR): Mundo Material; 2008.
- OLIVEIRA, J. de O. et al. Introdução ao Método Delphi. 2008. Disponível em: <http://eprints.rclis.org/12889/>. Acesso em 06 de fevereiro de 2024.
- OTTONI, L. C. C.; YAMAGUCHI, N. U.; OYAMA, J.; YAMAGUCHI, M. U.. Ocorrência de fungos em água para consumo humano. Enciclopédia Biosfera, v. 10, p. 3426-3433, 2014.
- PAMPHILE, J. A. et al. Aplicações biotecnológicas de metabólitos secundários extraídos de fungos endofíticos: o caso do *Colletotrichum* sp.. Uningá Journal, [S.l.], v. 53, n. 1, July 2017. ISSN 2318-0579. Available at: <<http://34.233.57.254/index.php/uninga/article/view/1403>>. Data de acesso: 13 abr. 2022.
- PELIZZARI, A. et al. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. Revista PEC, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.
- PEREIRA E da, *Trichomycete fungi* (Zygomycota) associated with mosquito larvae (Diptera: Culicidae) in natural and artificial habitats in Manaus, AM Brazil, . Neotropical Entomology, № 34, c. 325. 2005.
- PEREIRA, L. B.; NASCIMENTO, C. A. R.; WEIGEL, V. A. C. M.; SIMAS, H. C. P. O.; MENEZES, R. O.. A educação como prática de cultura na Amazônia. Research, Society And Development, v. 10, p. e46010313605, 2021.
- PESSOA, L. S.; CARVALHO, C. S. M.; SALES-CAMPOS, C.. Cultivo experimental de Basidiomicetos com possível potencial comestível da região amazônica em diferentes substratos. In: VII Simpósio Internacional sobre Cogumelos no Brasil, 2013, Manaus. VII Simpósio Internacional sobre Cogumelos no Brasil e VI Simpósio Nacional sobre Cogumelos Comestíveis. Brasília: Embrapa, 2013. v. 1.
- PICOS-MUÑOZ PA, GARCÍA-ESTRADA RS, LEÓN-FÉLIX J, SAÑUDO-BARAJAS A, ALLENDE-MOLAR R. Lasiodiplodia theobromae en cultivos agrícolas de México: Taxonomía, Hospedantes, Diversidad y Control. Rev Mex Fitopatol. 2015; 33 (1): 54–74.
- PINHEIRO SB, SOUZA ES, CORTEZ AC, ROCHA DF, MENESCAL LSF, CHAGAS VS, et al. Cryptococcal meningitis in non-HIV patients in the State of Amazonas, Northern Brazil. Braz.J. Microbiol. 2021;52:279–88.
- REYES H. A., FERREIRA P. F. A., SILVA L. C., COSTA M. G., NOBRE C. P., GEHRING C.. Arbuscular mycorrhizal fungi along secondary forest succession at the eastern periphery of Amazonia: Seasonal variability and impacts of soil fertility. Applied Soil Ecology 136: 10, 2019.
- ROZADOS, H. F. O uso da técnica Delphi como alternativa metodológica para a área da Ciência da Informação. Em Questão, v. 21, n. 3, p. 64-86, 2015.

- SANTANA, E. B.; PALHETA, F. C.. A contextualização e a aprendizagem significativa: uma experiência na EJA. In: IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2013, Águas de Lindóia - SP. IX ENPEC, 2013.
- SANTOS, W. S., ALVES, R. M., DIAS, A. C. A. A.. A importância do contexto Amazônico no ensino de Botânica na Educação Básica. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 8, e46910817459, 2021.
- SILVA, S.; NEGRI, M. F. N.; HENRIQUES, M.; OLIVEIRA, R.; WILLIAMS, D. W.; AZEREDO, J.. *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis* and *Candida tropicalis*: biology, epidemiology, pathogenicity and antifungal resistance. *FEMS Microbiology Reviews* (Print), v. no, p. no-no, 2011.
- SILVA, R. R., COELHO, G. D. Fungos: principais grupos e aplicações biotecnológicas. Instituto de Botânica – Ibt. São Paulo. Out, 2006.
- SOUZA, A. S., DE LUCENA, J. M. V. M. Um breve panorama do ensino e divulgação científica em microbiologia no Brasil. In: Simpósio Nacional de Ensino, Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná –UTFPR, 2018. Disponível em: <http://www.sinect.com.br/2018/down.php?id=4039&q=1>. Acesso em: 15 set. 2020.
- SOUZA, Afonso Santos de. Práticas e perspectivas para o ensino de microbiologia no contexto amazônico. 115 f. 2020. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ensino Tecnológico) - Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Amazonas, Manaus, 2020.
- SOUSA, T. F.; VIEIRA REÇA, B. N. P.; CASTRO, G. S.; DA SILVA, I. J. S.; CANIATO, F. F.; DE ARAÚJO JÚNIOR, M. B.; YAMAGISHI, M. E. B.; KOOLEN, H. H. F.; BATAGLION, G. A.; HANADA, R. E. ; DA SILVA, G. F.. *Trichoderma agriamazonicum* sp. nov. (Hypocreaceae), a new ally in the control of phytopathogens. *MICROBIOLOGICAL RESEARCH*, v. 275, p. 127469, 2023.
- STROBEL, G.; DAYSE, B. Bioprospecção de endófitos microbianos e seus produtos naturais. *Microbiol. Mol. Biol.* v. 67, p. 491-502, 2003.
- TAKAHASHI, J.A., LUCAS, E.M.F. Ocorrência e diversidade estrutural de metabólitos fúngicos com atividade antibiótica. *Química Nova*, v.31, n.7, p. 1807-1813, 2008.
- TORTORA, G. J., FUNKE, B. R., CASE.; *Microbiologia*. Artmed, Porto Alegre, Brasil, 2000. 827 p.
- VALENCIA-AGUILAR A, RUANO-FAJARDO G, LAMBERTINI C, DA SILVA LEITE D, TOLEDO LF, MOTT T. Chytrid fungus acts as a generalist pathogen infecting species-rich amphibian families in Brazilian rainforests. *Dis Aquat Organ.* (2015) 114:61–7. 10.3354/dao02845
- VASCONCELOS, E. R.; A formação de professores na Amazônia e as dimensões socioambientais: um estudo sobre o PARFOR. 2016. Tese (doutorado em Educação Científica e Tecnológica) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- VENTURA, M. M. O Estudo de caso como modalidade de pesquisa. *Rev. SOCERJ*, v. 20, n.5, p. 383-386, 2007.
- WHITTAKER, R. H. On the broad classification of organisms. *Quarterly Review of Biology*. 34:210-226. 1959.

WHITTAKER, R. H. New concepts of kingdoms of organisms. *Science*. New York. 163:150-160. 1969.

WHITE, M.M.; JAMES, T.Y.; O'DONNELL, K.; CAFARO, M.J.; TANABE, Y.; SUGIYAMA, J. Phylogeny of the Zygomycota based on nuclear ribosomal sequence data. *Mycology*, v.98, p.872-84, 2006.

WOESE, C. R., KANDLER, O., WHEELIS, M. L.; Towards a natural system of organisms: Proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. Vol. 87, pp. 4576-4579, Junho, 1990.

WRIGHT J. T. C, GIOVINAZZO R. A. Delphi: uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo. *Cad Pesq Admin*. 2000; 1(12):54-65.

YANOMAMI, Floriza da Cruz Pinto; VIEIRA, Marina A. R. de Mattos; ISHIKAWA, Noemia Kazue (Orgs.). *Përisi, Marasmus Yanomami – Përisiyoma pë wãha oni – O fungo que as mulheres Yanomami usam na cestaria*. São Gabriel da Cachoeira: Associação de Mulheres Yanomami Kumirãyõma; São Paulo: Instituto Socioambiental, 2019.

ZENT, E. L.; ZENT, S.; ITURRIAGA, T. Knowledge and use of fungi by a mycophilic society of the Venezuelan Amazon. *Economic Botany*, v. 58, n. 2, p. 214-226, 2004.

## APÊNDICE A – TCLE

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS  
Av. Ferreira Pena, 1109. Centro. CEP 69025- 010. Prédio da Reitoria do IFAM, 2º. andar.  
Telefone: (92) 3306-0062.  
E-mail: cepsh.ppgi@ifam.edu.br  
Pesquisadora responsável: Ana Graziela Gomes Travassos  
E-mail: agraziela616@gmail.com

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

Prezado Professor(a),

Estamos realizando uma pesquisa como parte do projeto de pesquisa de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ensino Tecnológico (PPGET – IFAM) de autoria da mestranda Ana Graziela Gomes Travassos. O projeto de pesquisa é intitulado “**FUNGOS DA AMAZÔNIA: UM RECURSO DIDÁTICO PARA A GRADUAÇÃO**”, e tem por objetivo, “Desenvolver um livro técnico e um site a fim de proporcionar conhecimentos sobre o reino fungi no contexto amazônico para o ensino de Micologia em nível de graduação”. Para este estudo, um dos procedimentos adotados será a aplicação de dois questionários com questões abertas, um para a obtenção de informações referentes a avaliação dos recursos presentes no ensino de micologia e por sequência outro questionário para a avaliação do produto. Este convite é para o professor(a) que ministra o conteúdo de Micologia nos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas. Para permitir a sua participação, gostaríamos da sua autorização por meio de assinatura deste TCLE.

Destacamos que você não terá nenhum custo para participar deste estudo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Ressaltamos ainda que a participação não acarretará riscos graves, enfatizando apenas possíveis situações ligadas a um viés emocional, como não se sentir seguro ou confortável para responder as questões do diagnóstico; sentir-se constrangido ao expor sua opinião sobre os questionamentos levantados, assim como alguma alteração de humor pelo uso da tecnologia como o recurso de abordagem. Indicamos como benefícios previstos, as oportunidades de reflexão sobre temáticas relacionadas a importância dos Fungos na Amazônia tanto nos ecossistemas, como na alimentação, na saúde e na indústria, bem como contribuir com ideias para aplicação de recursos didáticos que possam auxiliar no processo de ensino e aprendizagem. Mesmo assim, você poderá interromper sua participação em qualquer momento, se assim desejar. A participação é voluntária e a recusa não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pela pesquisadora responsável.



Rubrica do Professor(a) \_\_\_\_\_

Rubrica da pesquisadora \_\_\_\_\_

Agradecemos sua colaboração e nos colocamos à disposição para sanar quaisquer dúvidas.

---

**Pesquisadora**

## APÊNDICE B – Feedback da 1ª rodada

### FEEDBACK DA 1º RODADA DO MÉTODO DELPHI

**Prezados parceristas,**

Obrigada por participar desta pesquisa. O objetivo da aplicação destes questionários, foi de avaliar através do método Delphi, o produto “Fungos da Amazônia”. Para isso, foi elaborado um questionário com 12 perguntas abertas, buscando compreender como vêm sendo ensinados os conteúdos de Micologia nos cursos de Licenciatura em Ciências e Ciências Biológicas de instituições localizadas na cidade de Manaus. Esse método permitiu que, após a validação e análise dos dados obtidos na primeira rodada de pesquisa, os pareceristas recebessem um feedback abrangente. Esse feedback os manteve atualizados sobre a pesquisa, as opiniões, as observações e os comentários dos demais participantes. Dessa forma, os pareceristas puderam revisar, modificar e refletir para as próximas rodadas, promovendo um processo iterativo e aprimorado.

A análise dos cinco participantes vinculadas a duas IES públicas de Manaus, com experiência de 15 a 38 anos no ensino de Microbiologia/Micologia, sugeriram que esses profissionais possuem uma base sólida no exercício profissional na área, mas ressalta a importância de explorar como esses educadores se adaptaram às mudanças nesse campo do conhecimento ao longo de suas carreiras.

A diversidade nas formações acadêmicas das participantes, abrangendo Biologia, Farmácia e Tecnologia de Alimentos, destacou diferentes perspectivas e habilidades. A presença limitada de professoras com formação específica em Biologia levantou questões sobre a influência dessa formação em outras áreas sobre a preparação de futuros professores de Ciências e de Biologia. Sobre a definição e importância da Micologia as respostas variaram, destacando a complexidade e amplitude da disciplina, como um reflexo da diversidade de funções biológicas e aplicações que os fungos podem ter na natureza e na vida humana.

As disciplinas de Micologia são ministradas em diversos contextos, como Micologia Médica, Tecnologia de Bioprocessos e Biodiversidade, evidenciando uma aplicação ampla do conhecimento. A carga horária de 60 horas recebe avaliações diversas, sendo considerada adequada em alguns casos, mas sujeita a revisão em outros, como no curso de Licenciatura em Ciências.





## FEEDBACK DA 1ª RODADA DO MÉTODO DELPHI

A flexibilidade nos conteúdos da disciplina envolveu desde aspectos básicos até aplicações práticas em biotecnologia, com ênfases específicas na Micologia Médica e aplicação dos fungos na região amazônica. Atividades práticas, como o uso de fungos em bioprocessos, foram destacadas para facilitar a aprendizagem.

Os recursos didáticos utilizados incluíram apresentações teóricas, artigos científicos e práticas com o uso de microscópios e culturas puras. As metodologias predominantes foram as aulas expositivas e práticas, com estratégias para tornar a Micologia acessível, especialmente em escolas.

A abordagem de conteúdos amazônicos destacou a coleta e pesquisa de fungos regionais, explorando seus usos e aplicações práticas em diversos níveis de ensino. Desafios na preparação das aulas, especialmente a obtenção de recursos específicos para a região amazônica, foram evidenciados como cruciais para o ensino eficaz desses conteúdos.

As estratégias das participantes para estimular os alunos abrangem desde destacar a importância dos fungos até envolvê-los ativamente em atividades práticas, como a coleta de amostras ambientais e o estudo de fungos no laboratório. Sugestões para melhorar as aulas incluíram mais práticas, e mais materiais para atividades práticas relacionadas à coleta e estudo de fungos da região.

A maioria das respostas condiz com o que foi solicitado no questionário, e os resultados foram importantes para desvendar como vem sendo trabalhados os conteúdos de Micologia no Ensino Superior e o que poderia ser utilizado para melhorar o ensino no contexto da região amazônica.

Desde já agradecemos por suas valiosas contribuições!

## APÊNDICE C – Feedback da 2ª rodada

### FEEDBACK DA 2º RODADA DO MÉTODO DELPHI

#### Prezados parceristas,

Em continuidade às etapas do Método Delphi, apresentamos o feedback da segunda rodada, que consistiu em 9 perguntas abertas avaliando o protótipo do produto educacional que foram fundamentais para as melhorias do mesmo.

Analisando as respostas do segundo questionário, obtivemos como resultados pontos positivos, a abordagem abrangente da Micologia, mas houve críticas em relação à falta de foco na biodiversidade de fungos da Amazônia. Sugestões específicas foram feitas, como correção de citações bibliográficas e possível revisão de capítulos ausentes. Uma sugestão adicional propôs a modificação do título para "Biologia dos Fungos". As participantes elogiaram a importância do livro para as áreas de Ciências Biológicas e Ciências Naturais, bem como as ilustrações e a linguagem clara. Essa análise sugere áreas de aprimoramento e destaca características apreciadas, orientando futuras melhorias no produto.

A avaliação estética do produto, incluindo gosto estético, design gráfico da capa e ilustrações, foi positiva. As participantes expressaram que os detalhes estéticos são de bom gosto, destacaram a conformidade do design gráfico com o tema de Micologia e elogiaram a beleza das ilustrações. Isso indica uma percepção favorável em relação à apresentação visual do produto por seus futuros potenciais usuários.

A percepção geral sobre a divisão de capítulos foi positiva, facilitando a compreensão do conteúdo. Apesar de algumas sugestões específicas, como correção ortográfica e observação de parágrafos extensos, a maioria concordou que a estrutura contribuiu para tornar o conteúdo mais acessível. Essa análise sugere que, apesar de áreas de melhoria, a estrutura geral do livro é percebida como benéfica para os leitores.

O levantamento sobre a adequação dos conteúdos apresentados no protótipo à carga horária atual do curso variou entre as participantes. Enquanto algumas expressaram confiança na integração eficaz, outras levantaram preocupações específicas, como a representação visual das estruturas celulares dos fungos. A maioria indicou disposição geral para ministrar os conteúdos dentro da carga horária existente.







## FEEDBACK DA 2ª RODADA DO MÉTODO DELPHI

Quanto à preferência por capítulos específicos, houve uma variedade de perspectivas, refletindo a necessidade dos temas abordados no livro. Metodologias para aplicar o produto variaram, envolvendo leitura, pesquisa adicional, estratégias de sala de aula invertida e aulas práticas, incluindo práticas de coleta e estudo de fungos.

Sugestões de mudanças no produto incluíram mais informações sobre fungos endofíticos, modificações nas imagens para torná-las mais realistas e contextualizadas, enquanto algumas participantes expressaram satisfação atual e não viram a necessidade de alterações.

Como contribuições para o ensino de Micologia, foram destacadas a capacidade do produto de aproximar estudantes amazônidas de conteúdos regionalmente relevantes, seu papel como material de apoio didático e a ampliação de informações sobre fungos de maneira acessível.

Ao pensar em melhorias nas aulas de Micologia, foi sugerida a inclusão de mais aulas práticas abordando diferentes filos e suas aplicações benéficas, além da importância de revisar a obra para garantir realismo e utilidade como material de consulta. Uma resposta que não se alinha aos objetivos do protótipo, destacou a necessidade de mais materiais, como meios de cultura e equipamentos, para facilitar atividades práticas relacionadas à coleta, isolamento, cultivo e preservação de fungos da região. De maneira geral, o que se observa é que o produto apresentado, possui um potencial para facilitar ou aproximar os conteúdos de Micologia com alunos da região, além de ser um recurso útil para os professores do Ensino Superior.

Desde já agradecemos por suas valiosas contribuições!