



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO OESTE DO PARÁ  
PROGRAMA DE CIÊNCIAS NATURAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
LICENCIATURA INTEGRADA EM BIOLOGIA E QUÍMICA**

**DANIELE MESQUITA BATISTA**

**O ENSINO DE MICOLOGIA NAS ESCOLAS DE ENSINO  
BÁSICO DE SANTARÉM-PA**

**Santarém  
2019**

**DANIELE MESQUITA BATISTA**

**O ENSINO DE MICOLOGIA NAS ESCOLAS DE ENSINO  
BÁSICO DE SANTARÉM-PA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Programa de Ciências Naturais para obtenção de grau de licenciada em Licenciatura Integrada em Biologia e Química; Universidade Federal do Oeste do Pará, Instituto de Ciências da Educação. Orientadora Chieno Suemitsu.

**Santarém  
2019**

**Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) Sistema  
Integrado de Bibliotecas – SIBI/UFOPA**

---

B328e Batista, Daniele Mesquita

O ensino de micologia nas escolas de ensino básico de Santarém-PA /  
Daniele Mesquita Batista. – Santarém, Pará, 2019.

69 fls. il.:

Inclui bibliografias.

Orientadora: Chieno Suemitsu

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal do  
Oeste do Pará, Instituto de Ciências da Educação, Licenciatura Integrada em Bi-  
ologia e Química.

1. Micologia. 2. Ensino aprendizagem. 3. Livro didático. I. Suemitsu, Chie-  
no, *orient.* II. Título.

CDD: 23 ed. 574.7

DANIELE MESQUITA BATISTA

O ENSINO DE MICOLOGIA NAS ESCOLAS DE ENSINO  
BÁSICO DE SANTARÉM-PA

Trabalho de conclusão de curso apresentado  
ao curso de Licenciatura Integrada em  
Biologia e Química com objetivo de  
aprovação no Trabalho de Conclusão de  
Curso da Universidade Federal do Oeste do  
Pará; área de concentração: Ensino de  
Biologia

Conceito: 9,0

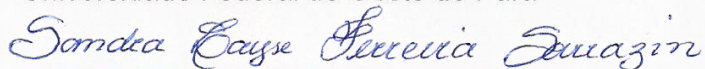
Data de Aprovação: 01/ 07/ 2019



Prof.<sup>a</sup> Me. Chieno Suemitsu  
Universidade Federal do Oeste do Pará



Prof.<sup>a</sup> Dra. Honorly Katia Mestre Corrêa  
Universidade Federal do Oeste do Pará



Dra. Sandra Layse Ferreira Sarrazin  
Universidade Federal do Oeste do Pará

Dedico este trabalho ao meu filho, Daniel Vilhena Batista Neto, pois o seu amor me motivou a chegar nessa etapa de minha vida e continuará até que nossos sonhos se realizem.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente à minha orientadora, pelos ensinamentos que me proporcionaram conduzir essa pesquisa de maneira coerente e significativa. Agradeço aos diretores, professores e alunos das escolas que me receberam com tamanha receptividade e se dispuseram a participar deste trabalho. Agradeço grandemente a universidade a qual sou vinculada pelo acolhimento durante todos esses anos e oportunidades das quais pude aproveitar ao máximo, pois possibilitaram desenvolvimento em minha vida acadêmica. A todos os meus professores, pelos ensinamentos que serão úteis durante toda a minha vida. Não poderia deixar de agradecer a todos os meus amigos e colegas que me incentivaram tanto nos momentos de desespero, dando-me forças e aconselhamentos, quanto para o desenvolvimento dessa pesquisa (Darliane, Fabiana, Sara, Eliane, Isadora, Josué, Clarice, Claudiane, Juliana e Lizandra). Aos meus pais, filho, irmãos e namorado, pelo amor e dedicação que serviram de incentivo para alcançar meus objetivos, pois sem eles eu não chegaria onde almejei. Por fim, agradeço à Deus, norteador de todas as coisas em minha vida, pela saúde, disposição, forças e discernimento que conduziram meus passos em todos os momentos.

“O que é mais assustador? A ideia de extraterrestres em mundos estranhos, ou a ideia de que, em todo este imenso universo, nós estamos sozinhos? ”

(Carl Sagan)

## RESUMO

O ensino de micologia foi avaliado em 17 escolas, com 14 professores que ministram aula de ciências no ensino fundamental ou biologia no ensino médio e a análise do conteúdo de micologia presente nos livros didáticos. A avaliação da aprendizagem dos alunos foi realizada em turmas de 7º ano do ensino fundamental pelo método dialogado e interativo em coletividade. Para obter dados sobre a metodologia de ensino e utilização de livros didáticos pelos professores, foi elaborado um questionário objetivo e distribuído em 15 escolas públicas da cidade de Santarém. Apesar do esforço apenas oito professores retornaram os questionários, mas foram obtidos mais seis para complementação de dados. No total de nove livros didáticos foram analisados quanto ao conteúdo de micologia, dos quais seis do ensino médio e três de ensino fundamental. O número de páginas destinadas a abordagem sobre fungos variara de sete a nove no ensino fundamental e de oito a onze no ensino médio. O conteúdo de micologia presente nos livros de ensino básico é bastante similar, enfocando nas mesmas temáticas, onde os fungos são apresentados como um grupo de organismos distintos, enfatiza-se a sua utilidade para os humanos na produção de alimentos, e o papel ecológico na decomposição, além de apresentarem ilustrações e sugestões de aulas práticas. O livro didático de Amabis e Martho foi o mais citado nesta pesquisa por professores das escolas de Santarém, e o mais complexo na abordagem. Esse livro contém ilustrações reais e esquemas do ciclo de vida dos fungos, mas não sugere práticas de ensino, que ao invés disso destinam de uma a duas páginas de exemplos de questões para provas do ENEM e vestibulares. Analisou-se duas edições diferentes desses autores, das quais foi verificado que as posteriores não são diferentes das anteriores, caracterizando apenas transposições. Quanto a metodologia de ensino, seis professores declaram realizar aulas práticas, e entre as demandas para ensino de micologia destacou-se roteiros de aulas práticas. A aprendizagem dos alunos de 7º ano uma semana após a aula ministrada sobre fungos, foi condizente com o conteúdo abordado no livro didático e do professor. Observa-se, porém, que o ensino de micologia é bastante superficial, descritivo e restrito a características básicas de uma classificação desatualizada.

**Palavras-chave:** Micologia. Ensino-aprendizagem. Livro didático.

## ABSTRACT

The mycology teaching was evaluated in 17 schools, with 14 teachers teaching science in elementary school or biology in high school and the analysis of the content of mycology present in textbooks. The evaluation of the students' learning was carried out in 7th grade classes of elementary school through the dialogue and interactive method in collectivity. To obtain data about the methodology of teaching and use of textbooks by teachers, an objective questionnaire was elaborated and distributed in 15 public schools in the city of Santarém. Despite the effort, only eight teachers returned the questionnaires, but six more were obtained for completeness of data. A total of nine didactic subjects were analyzed regarding the content of mycology, six of them being high school and three of elementary school. The number of pages targeted at fungi ranged from seven to nine in elementary school and from eight to eleven in high school. The content of mycology present in basic education books is quite similar, focusing on the same themes, where fungi are presented as a group of distinct organisms, emphasizes whether their usefulness to humans in food production, and the ecological role in decomposition, besides presenting illustrations and suggestions of practical classes. The textbook of Amabis and Martho was the most cited in this research by teachers of the schools of Santarém, and the most complex in approach. This book contains real illustrations and schemes of the fungal life cycle, but does not suggest teaching practices, which instead assign one to two pages of sample questions for ENEM and vestibular tests. Two different editions of these authors were analyzed, of which it was verified that the posterior ones are not different from the previous ones, characterizing only transpositions. As for the methodology of teaching, six professors declare to take practical classes, and among the demands for mycology teaching, practical classes were highlighted. The learning of 7th graders a week after the lesson on fungi, was consistent with the content addressed in the textbook and teacher. It is observed, however, that the teaching of mycology is quite superficial, descriptive and restricted to the basic characteristics of an outdated classification.

**Keywords:** Mycology. Teaching-learning. Textbook.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1- Local de atuação de 14 professores de escolas de ensino fundamental e médio (EEFM) de Santarém-PA.....	32
Quadro 2- Livros didáticos (LD) de nível fundamental (E. F.) ou médio (E. M.) em 15 escolas de Santarém, e os não citados pelos professores, juntamente com o número de páginas destinadas à micologia. ....	34
Quadro 3- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático.....	35
Quadro 4- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático. ....	36
Quadro 5- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático. ....	37
Quadro 6- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático. ....	37
Quadro 7- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático. ....	38
Quadro 8- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático. ....	39
Quadro 9- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático. ....	39
Quadro 10- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático. ....	40
Quadro 11- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático. ....	41
Gráfico 1- Tipo de aula prática associada ao ensino de fungos assinaladas pelos professores. ....	45
Gráfico 2- Conteúdos que despertam interesse nos alunos de acordo com a quantidade de vezes assinaladas pelos professores.....	47
Figura 1- Amostras de fungos exibidas na interação com alunos do 7º ano.....	50

## LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CONSED	Conselho Nacional de Educação
EF	Ensino Fundamental
EM	Ensino Médio
FIOCRUZ	Fundação Osvaldo Cruz
FIT	Faculdades Integradas Tapajós
INPA	Instituto nacional de Pesquisas da Amazônia
ISA	Instituto socioambiental
LD	Livro Didático
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
MIP	Manejo Integrado de Pragas
MO	Microscópio Óptico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
pH	Potencial Hidrogeniônico
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de iniciação à Docência
PNE	Plano Nacional da Educação
PNLD	Programa Nacional do Livro Didático
SEDUC	Secretaria Estadual da Educação
SEMED	Secretaria Municipal da Educação
UFOPA	Universidade Federal do Oeste do Pará
UFPA	Universidade Federal do Pará
UNAMA	Universidade da Amazônia
UNDIME	União Nacional de Dirigentes Municipais de Educação
UNESP	Universidade Estadual Paulista
USP	Universidade de São Paulo

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	12
1.1 A MICOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS.....	12
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	13
2.1 CONHECIMENTO SOBRE FUNGOS.....	13
<b>2.1.1 Taxonomia e classificação</b> .....	13
<b>2.1.2 Forma de vida e estrutura celular</b> .....	15
<b>2.1.3 Reprodução dos fungos</b> .....	16
<b>2.1.4 Metabolismo dos fungos</b> .....	18
<b>2.1.5 Fisiologia dos fungos</b> .....	18
<b>2.1.6 Ecologia dos fungos</b> .....	19
2.2 IMPORTÂNCIA DOS FUNGOS.....	22
2.3 ENSINO DE MICOLOGIA NAS ESCOLAS .....	23
2.4 MICOLOGIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE ENSINO BÁSICO .....	24
2.5 ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO SOBRE ENSINO DE MICOLOGIA.....	26
2.6 CONHECIMENTO DE FUNGOS NO BRASIL E NA AMAZÔNIA .....	27
<b>3. OBJETIVOS</b> .....	28
3.1 GERAL.....	28
3.2 ESPECÍFICOS .....	28
<b>4 METODOLOGIA</b> .....	28
4.1 LEVANTAMENTO DO PERFIL DOS PROFESSORES DO ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA .....	28
4.2 ANÁLISE DE CONTEÚDO DE MICOLOGIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE ENSINO BÁSICO.....	29
4.3 AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE ENSINO SOBRE FUNGOS NO ENSINO BÁSICO E DEMANDA DOS PROFESSORES.....	30
4.5 APRENDIZAGEM SOBRE FUNGOS .....	30
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	31
5.1 PERFIL DOS PROFESSORES DO ENSINO BÁSICO QUE MINISTRAM CIÊNCIAS E BIOLOGIA.....	31
5.2 CONDIÇÕES DA INFRAESTRUTURA DO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA NAS ESCOLAS .....	33
5.3 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO DE MICOLOGIA .....	34
5.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ABORDAGEM DO TEMA MICOLOGIA NOS LIVROS DIDÁTICOS .....	41

5.5 MÉTODOS E PRÁTICAS DE ENSINO UTILIZADOS PELOS PROFESSORES .....	43
5.6 DIFICULDADES DE MINISTRAR MICOLOGIA E DEMANDA DOS PROFESSORES	47
5.7 APRENDIZAGEM DE MICOLOGIA .....	48
<b>6 PROPOSTAS DE ROTEIROS PARA AULAS PRÁTICAS .....</b>	<b>51</b>
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>59</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>64-68</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 A MICOLOGIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Entre os organismos eucariotos, os fungos são os menos conhecidos e estudados quando comparado ao conhecimento existente sobre vegetais e animais. São organismos ocorrentes em todos os habitats e ecossistemas do planeta Terra, onde ocupam principalmente o nicho ecológico de decompositores, sendo fundamentais na reciclagem de matéria orgânica. Para a humanidade, além dos serviços indiretos ecossistêmicos, são de grande importância na produção de alimentos bioprocessados, principalmente por fungos fermentadores, na produção de antibióticos e bioativos, na produção agrícola por fungos micorrizicos, e na recuperação de áreas degradadas. Em contrapartida, podem colonizar pomares, culturas agrícolas e aquiculturas, causando danos de grandes proporções. Na área da saúde, são agentes causadores de doenças como micoses, micotoxicoses e micetismos, no entanto são fundamentais na fabricação de medicamentos antibacterianos e no controle de pragas da agricultura.

Embora onipresentes no cotidiano da vida humana, os fungos são muito pouco conhecidos por grande parte da população, visto que em sua maioria, são inconspícuos e microscópicos. Isso se dá pelo fato de apenas uma pequena parcela desses organismos formarem micélios vistosos como mofos e bolores ou corpos de frutificação visíveis a olho nu, conhecidos popularmente como “cogumelo e orelha-de-pau”.

No ensino básico, a abordagem sobre fungos é componente curricular não obrigatório no ramo das ciências biológicas e subtema tratado tradicionalmente na Botânica, embora sejam os organismos filogenicamente próximo dos animais, devido a zoósporos opistocontes apresentado por clados basais ancestrais, fato observado por Smith e Chao (1995).

Diante da complexidade e do vasto conteúdo das ciências naturais, os programas de ensino de ciências precisam selecionar aspectos fundamentais em suas abordagens, limitando-se aos principais grupos funcionais da natureza e focando em aspectos importantes que afetam a vida humana. O lugar dos fungos como parte das

ciências naturais, não só foi por muito tempo apresentado inadequadamente como parte da botânica, mas também de modo muito superficial, o que não condiz com a importância ecológica econômica e sanitária que a diversidade dos fungos representa para os ecossistemas e a vida humana.

Este trabalho investiga como os fungos são abordados no ensino básico, no livro didático e na prática escolar; analisa a micologia como ciência a ser compreendida no ensino básico e sugere roteiros de aulas práticas simples e de baixo custo, mas eficientes na proposição de reflexão e aprendizagem sobre fungos comuns na região oeste do Pará, como contribuição à diversificação de métodos e técnicas de ensino de micologia no ensino básico.

## **2 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 CONHECIMENTO SOBRE FUNGOS**

Os integrantes do reino *Fungi* apresentam características compartilhadas com outros grupos de organismos, no entanto, os seus diversos caracteres exclusivos fizeram com que fossem agrupados em um único reino, reconhecido pela primeira vez por Jahn e Jahn (1949, apud MAIA; CARVALHO JÚNIOR, 2010) e foi difundido por Whittaker (1969) em seu sistema de 5 reinos; Monera, Protista, Fungi, Vegetalia e Animália. O fato de serem sésseis e apresentarem hifas destinadas ao aporte de nutrientes, função análoga às raízes dos vegetais, foram por muito tempo indícios que levaram a inclusão desses organismos ao reino das plantas. As especificidades de alguns grupos como mixomicetos, Oomycetos, Acrásias e Labirintulas, não se alinhavam com os demais fungos mesmo usando critérios como modo de nutrição, diploidismo dos núcleos, estrutura e composição da parede celular. Esses foram excluídos de fungos verdadeiros por Barr (1992) criando-se uma categoria não classificatória; os organismos de vida fúngica que agregam clados sem relações filogenéticas.

#### **2.1.1 Taxonomia e classificação**

Classificar é uma base de organização mental e lógica do pensamento humana, sobre a qual a compreensão desenvolve complexidade. O advento da

genética molecular a classificação passou a ser construída com significação biológica e evolutiva, buscando as relações filogenéticas da diversidade biológica do mundo. Na micologia, estudos filogenéticos moleculares da diversidade de fungos tardaram a produzir resultados consistentes e encontra-se em pleno desenvolvimento produzindo mudanças sobre o sistema clássico de Hawksworth (1997, apud HAWKSWORTH, 2003). Tecnologias sofisticadas de mapeamento molecular desvendaram estruturas antes desconhecidas e outros grupos foram incorporadas a categoria Fungi, como as Microsporídias, Olpidium e Rosella. Os filós Chytridiomycota e Zigomycota deixaram de ser reconhecidos como grupo por ser claramente parafiléticos. Os fungos anamórficos Deuteromycetos dos quais não se conheciam a reprodução sexuada tem sido descoberto sendo incorporados em fungos dicárias. Por outro lado, os fungos micorrízicos glomerospóricos, dos quais não se conhece reprodução assexuada formaram um filo à parte; Glomeromycota (HIBBETT 2007). Os autores Barr (1992) e Hawksworth et al. (1995, apud MAIA; CARVALHO JUNIOR, 2010), sugeriram o posicionamento dos Oomycetos em Cromistas Stramenopilas e Mixomicetos, Acrásias e Labiríntulas em Myxogastria Protozoa.

Na classificação de Fries (1821, apud WHITTAKER, 1969), bastante difundido e epistemológico para a micologia, os fungos verdadeiros eram agrupados em quatro filós baseado em critérios morfológicos, que foi bastante difundido e ainda hoje domina nos livros didáticos do Brasil: reino Fungi, com os filós: Chytridiomycota ou Ficomycete para fungos aquáticos zoospóricos, Zygomycota ou Hifomycete para fungos cenobiais, Ascomycota ou Ascomycete para fungos produtores de ascas e Basidiomycota ou Hymenomycete para fungos himeniais. Os mixomicetos e oomycetos não eram categorizadas.

Na atualidade é usual o sistema de Hibbett et al. (2007), apresentado e difundido em *tolwebsite* Tree of Life (TOL). Neste, são reconhecidos sete filós de fungos verdadeiros com alguns clados de posição incerta.

- (1) Neocallimastigomycota, fungos anaeróbicos, endossimbiontes e amitocondriados presentes em ruminantes.
- (2) Blastocladiomycota, fungos aeróbicos facultativos que apresentam zoósporos diploides, uniflagelados e opistocontos.
- (3) Chytridiomycota s.s. os fungos zoospóricos, aquáticos e pseudomiceliais.

- (4) Zygomycota lato sensu: clados parafiléticos.
- a. Mucoromycotina, fungos zigospóricos, aerófilos de hifas cenocíticas.
  - b. Kickxellomycotina ou Harpelomycotina: grupo de fungos biotróficos, de hifas ramificadas com poro septal discoide.
  - c. Zoopagomycotina, grupo de fungos biotróficos e microscópicos pouco conhecidos que infectam fauna presente no solo, como os nematódeos.
  - d. Entomophthoromycotina grupo de fungos pouco conhecidos que infectam hemolinfa de insetos.
- (5) Glomeromycota, fungos teleomórficos, micorríticos de plantas e formadores de glomerósporos.
- (6) Ascomycota, fungos dicárias com hifas septadas de poros simples, leveduriformes ou miceliais, produtores de endósporos chamados de ascósporos.
- (8) Basidiomycota, fungos dicárias com hifas septadas com doliporo, podendo ser leveduriformes ou miceliais, produtoras de basidiósporos.

***Insertae sedis:***

*Olpidium*: fitopatígeno de folhas

Zoopagomycotina (*Zygomycota insertae sedis*), fungos biotróficos parasitas de amebas e protozoários.

Ustilaginomycotina (*Basidiomycota insertae sedis*) carvões e cários formadores de esporídios

Entorrhizomycete (*Basidiomycota insertae sedis*) ectomicorrízico

Wallemiomycete (*Basidiomycota insertae sedis*) ectobiotrófico

**2.1.2 Forma de vida e estrutura celular**

Os representantes do reino *Fungi* são organismos eucariotos, com núcleo haploide, monocariótico, dicariótico ou pluricariótico, unicelulares leveduriformes ou não, filamentosos pseudomicelias a miceliais, cujo filamentos cilíndricos são chamados hifas, com parede de quitina e membrana lipoprotéica com ergosterol.

Na mitose a carioteca não se desfaz e a mitose celular não ocorre em hifas cenocíticas ou é incompleta em hifas septadas. As hifas septadas podem ser

monocarióticas ou dicarióticas dependendo do estágio de desenvolvimento, e a morfologia dos septos caracteriza grupos como Ascomycota, cujo poro é simples associado aos corpúsculos de woronin, e em Basidiomycota os septos formam dolíporos associado a parentossomos. Os corpos de frutificação em fungos macroscópicos dicarióticos, genericamente conhecidos como cogumelos e orelhas-de-pau, os micélios anastomosados se fusionam, formando uma estrutura prosenquimática, similar a tecido (RAVEN, 2014).

### **2.1.3 Reprodução dos fungos**

Os fungos reproduzem-se por divisão mitótica, brotamento em fungos unicelulares, fragmentação de hifas e por esporos. Os esporos se formam tanto via reprodução sexuada quanto assexuada. A morfologia e estruturas formadoras de esporos formaram a base de classificações anteriores á filogenética.

#### **2.1.3.1 Reprodução assexuada**

Durante a fase vegetativa ou anamórfica os fungos, sejam leveduriformes ou miceliais, apresentam núcleos haploides. Os esporos denominados conidiósporos se formam em conidiosporângios, que podem ou não apresentar hifas de sustentação (os conidiosporoforos) que se desenvolvem em hifas conidiogênicas. Em exobasidiomycetos, em especial nos ustilaginomycetos (Pucciniomycotina), as estruturas anamórficas são bastante complexas formando até 5 fases reprodutivas seriais de aescisporos em aescidium, ureniosporos em uredinium e teliósporos em telium. Em Glomeromycota a fase assexuada não é conhecida. Em muitos fungos antigamente classificados como Deuteromycetos eram chamados fungos anamórficos, pois sua fase sexuada não era conhecida até recentemente. Esses fungos se agruparam em Ascomycota e Basidiomycota, abrangendo grande parte de fungos bastante conhecidos entre os quais; *Aspergillus* e *Penicillium*. Muitas delas com importância na micologia médica, cuja identificação exata é fundamental, e para tanto é necessário cultivá-los em meios de cultura artificiais, e purificar culturas para evitar erros de diagnose médica (FIOCRUZ, 2009).

### 2.1.3.2 Reprodução sexuada

A fase de reprodução sexuada geralmente é breve temporária e depende de condições adversas ao crescimento dos micélios. A reprodução de fungos leveduriformes mitospóricos são pouco vistas e envolvem cariogamia, seguida de meiose e formação de esporos meióticos. Em fungos miceliais a reprodução sexuada varia entre filós e clados. De uma forma geral, em fungos zoospóricos Chytridiomycota sensu strictu, forma-se estruturas formadoras de gametas ou gametângios. Os anterídios formam pontes de conjugação transferindo núcleos para oogônio onde ocorre a cariogamia. O zigoto sofre meiose seguida de mitose nuclear, formando zoósporos flagelados opistocontes que se dispersam em meio aquático. Em fungos zigospóricos Mucoromycotina, as hifas cenocíticas se aproximam e estendem uma ponte de conjugação, onde ocorre a plasmogamia seguida de cariogamia. O zigoto se desenvolve em zigósporos dentro de uma estrutura protegida; o zoosporângio. Em Glomeromycota, os glomerósporos se formam por plasmogamia dentro de um glomerosporângio. Em Ascomycota miceliais, hifas compatíveis produzem estruturas gametogênicas; masculinas (anterídios) e femininas (tricogeno) através das quais os núcleos migram para dentro de uma célula ascogênica, onde se fundem formando a curta fase diplóide. Após meiose e mitose formam dentro de uma estrutura fechada, chamada de asco, oito ascósporos. Em Ascomycota alguns clados de Taphrynomycotina e Pezizomycotina saprotróficos, formam corpos de frutificação que podem ser imperfeitos estilbode ou paráfises como em Neocaligomycete ou ascomas perfeitos dos tipos: peritécio, apotécios e cleistotécios.

Entre os Basidiomycota a reprodução sexuada varia entre os subfilos. Os Agaricomycotina formam corpos de frutificação com himênios onde as hifas basidiogênicas produzem basidiósporos livres. Nesses, as hifas dicarióticas formam fíbubas, através das quais migram os núcleos, dando início a formação da hifa basidiogênica. Após o pareamento e fusão dos núcleos, a fase diplóide é bastante breve e formam 4 basidiósporos por redução meiótica. Em cogumelos e orelhas-de-pau compõem hifas fusionadas prosenquimáticas sustentadoras, na estipe e no píleo estão localizadas as hifas que formam basidiósporos. Os Ustilaginomycotina e Pucciniomycotina são Basidiomycota biotróficos parasitas, em sua maioria fitopatógenos e não formam basidiomas. A reprodução sexuada, fase formadora de basidiósporos em fragmobasídias é bastante complexa. Nas Puccinas (ferrugens)

formam-se a partir da fase anamórfica telial com desenvolvimento de teliósporos e nos Ustilagos (carvões) a fase sexuada é restrita a esporídios secundários (WEBSTER; WEBER, 2007).

#### **2.1.4 Metabolismo dos fungos**

Fungos são organotróficos e produzem enzimas digestivas que quebram moléculas orgânicas complexas em monossacarídeos para absorção e metabolismo celular respiratório ou fermentativo. Os fungos miceliais e os fungos unicelulares a pseudomicelias leveduriformes seguem metabolismo aeróbico. Os fungos unicelulares intracelulares, como as Microsporídias, são amitocôndriados e biotróficos de vida parasitária com interação negativa. Os Fungos unicelulares que vivem nos órgãos digestivos de animais ruminantes, como os Neocalygomycota,s são biotróficos endossimbiontes de interação benéfica. A vida endoparasitária desenvolveu em diversos grupos a supressão das mitocôndrias e metabolismo anaeróbico com base reativa com H<sub>2</sub> e em hidrogenossomos (ESPÓSITO, 2010).

As leveduras formam um importante grupo de fungos fermentadores de grande aplicação na indústria de produtos bioprocessados e na micologia médica causadoras de micoses. Alguns fungos leveduriformes são dimórficos e dependendo das condições do ambiente de crescimento podem se tornar pseudomiceliais. A fermentação biológica aeróbica pode ser láctica ou alcoólica. A fermentação láctica produz ácido láctico e 4 ATPs que se transformam em importantes derivados do leite, como queijo, requeijão e bebidas lácticas. A fermentação alcoólica produz 4 ATPs, 2CO<sub>2</sub> e 2 etanóis que se transformam em derivados alcoólicos (RAVEN, 2014).

A fermentação biológica é tema de aulas práticas de micologia, onde vários tipos de roteiros e dinâmicas são disponibilizadas por grupos da área de ensino de ciências. Uma dessas publicações é da UNESP-Botucatu (MARTINS; SANTOS; CASTILHO 2014) que aplica conceitos de fermentação biológica diretamente na culinária de modo bastante divertido.

#### **2.1.5 Fisiologia dos fungos**

Unicelulares ou miceliais, os fungos apresentam crescimento ou proliferação rápida dadas às condições de umidade, temperatura e nutrientes favoráveis. Embora apresentem respostas fisiológicas à luz e seu espectro, não dependem de luminosidade para a sobrevivência. A cinética de crescimento pode ser dividida em quatro fases: a fase de pausa e resistência em ambiente desfavorável; a fase de crescimento rápido e exponencial sob condições favoráveis; a fase estacionária de maturação e reprodução; e a fase de rápida decomposição.

Os Fungos podem ser psicotolerantes a temperaturas abaixo de 5°C, psicrófilos de 5°C a 20°C, mesófilos de 20°C a 30°C, e termófilos à mais de 30°C. Mudanças térmicas podem alterar a composição em especial dos lipídeos. A maioria dos fungos prefere ambiente ligeiramente ácido com pH de 5 a 7, mas podem ser super acidófilos tolerando acidez ao nível de pH 1,5 ou basófilos até pH 11. São capazes de regular a acidez produzindo efeito tamponante entre o conteúdo do citosol e do vacúolo.

Sendo organotróficos, os fungos dependem de matéria orgânica para a nutrição. Elementos como C, N são essenciais, além de ions  $\text{NaNO}_3$ ,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ,  $\text{MgSO}_4$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{KCl}$ ,  $\text{FeSO}_4$ ,  $\text{ZnSO}_4$ ,  $\text{CuSO}_4$ . Os fungos se desenvolvem em ambientes úmidos e a escassez geralmente causa produção de esporos de resistência. O oxigênio é essencial para fungos aeróbicos, mas em fungos aeróbicos facultativos a anaeróbios pode ocasionar dimorfismo como visto com frequência em fungos leveduriformes (ESPÓSITO, 2010).

### **2.1.6 Ecologia dos fungos**

Os fungos são organismos capazes de se desenvolver sobre qualquer tipo de matéria orgânica, infectando organismos vivos (fungos biotróficos), mortos (fungos saprotróficos) ou ambos (fungos saprobiotróficos) (PACHECO, 2014). Ao decorrer desse processo várias enzimas digestivas são lançadas externamente degradando o substrato, por esse motivo são considerados seres heterotróficos possuintes de digestão externa, diferentemente dos animais. Essa peculiar característica dos fungos faz com que desempenhem papel fundamental no equilíbrio dos ecossistemas, visto que atuam na ciclagem de nutrientes através da sua reincorporação ao solo (DEACON, 2015).

Fungos de vida parasitária podem infectar plantas ainda em vida; fitobiotróficos ou parasitam animais vivos; zoobiotróficos. O biotrofismo pode ser endobiotrófico, de interação negativa prejudicial ao hospedeiro como as Microsporídias, zoobiotróficos intracelulares ou Blastocladiomycota zoobiotróficos ectoparasitários. A maioria são fitobiotróficos de interação negativa ou fitopatógenos que causam extensos prejuízos à agricultura, sendo uma das principais preocupações de agrônomos no mundo inteiro. Em muitos casos o biotrofismo se desenvolve para saprotrofismo quando o hospedeiro vegetal morre. Os fungos biotróficos ectoparasitas formam células de ancoragem, por onde a hifa haustorial absorvedora de nutrientes se desenvolve da epiderme para os tecidos parenquimáticos das plantas.

Os fungos aquáticos Chytridiomycota ss. Considerados clados basais dispersam-se por zoósporos flagelados. A maioria dos fungos, no entanto tem dispersão aérea, onde fatores como umidade e velocidade do vento influem no alcance da disseminação e contágio. Em ambiente estagnado com pouca ventilação, como no interior de cavernas e das habitações humanas, os esporos em suspensão no ar precipitam lentamente por gravitação sobre substratos, como alimentos frutas e alimentos descobertos, onde encontram condições favoráveis à germinação e crescimento. Observa-se também dispersão autocórica por propulsão em fungos terrestres gasteróides, e dispersão zoocórica em fungos gelatinosos e falóides em ambientes florestais.

A germinação e o desenvolvimento desses esporos dispersados pelo ar ou por animais dependem, além do ambiente favorável, da afinidade ao substrato, barreiras físicas, químicas e biológicas. E normalmente este habitat favorável é o solo de uma floresta onde a umidade é preservada na liteira e o sombreamento mantém a umidade do ar no substrato da floresta, abaixo do nível da copa. Predominam fungos lignotróficos que decompõem a madeira e a liteira onde acumulam folhas, gravetos, flores e frutos (WEBSTER; WEBER, 2007).

Os líquens são fungos em sua maioria ascolíquens com micobionte Ascomycota, e poucos são basidiolíquens com micobionte Basidiomycota. O fotobionte associado na maioria das vezes é uma cianobactéria unicelular, e em poucos casos são algas verdes unicelulares do gênero *Clorococcum*. A associação mutualística é benéfica a ambas, porém não é obrigatória, podendo cada parte ter vida independente. Os Líquens apresentam crescimento lento, ao contrário da maioria dos

fungos, e são pioneiros na formação de solo, degradando rochas. Uma literatura recomendada sobre diversidade e ecologia dos fungos liquenizados no Brasil é de Spielmann e Marcelli (2006).

Os fungos micorrízicos são associações benéficas que se estabelecem no solo, nas raízes das plantas. Como nos líquens, essa associação é benéfica, onde a planta fornece nutrição glicólica e o fungo estende as hifas para absorver minerais escassos em solos empobrecidos. As micorrizas já estavam presentes nas primeiras plantas que colonizaram o ambiente terrestre. Entre os fungos, os Glomeromycota são exclusivamente micorrízica, podendo ser ectomicorrízicos ericóides ou orquidóides ou endomicorrízicos arbusculares.

Os fungos entomófilos são saprobiofílicos, uma vez que infectam especificamente insetos ainda vivos que acabam morrendo ao ser tomado por micélios. Podem ser de vários clados diferentes como em Quidrídias e Zygomycota, porém a maioria são Ascomycota e fase anamórfica.

Segundo Calaça e Santos (2017), cerca de 240 espécies de fungos podem colonizar excrementos de animais mamíferos de hábito herbívoro, em especial ruminantes. Os fungos coprófilos são aqueles que se desenvolvem em excrementos de animais ruminantes e estão associados a atividade celulolítica, que auxilia na digestão de folhas ingeridas por animais ruminantes. Um dos fungos mais conhecidos está o *Pilobolus* sp – Mucoromycotina. O ciclo de vida heteroécio alterna a fase endossimbiótica em animais e fase de vida ao ar livre, onde colonizam em poucos dias excrementos frescos. Os esporangióforos hilainos são fototróficos e os esporângios formados acima de uma vesícula são lançados para atingir folhas de gramíneas apreciadas pelos ruminantes. É o primeiro fungo que coloniza o excremento, da qual em sucessão o é colonizado por diversas espécies de fungos Agaricales. Devido a facilidade de obtenção do excremento e rapidez na formação de micélios visíveis, são interessantes para aulas práticas no ensino de micologia. Um vídeo sobre *Pilobolus* pode ser baixado gratuitamente em vídeo-aulas da USP.

## 2.2 IMPORTÂNCIA DOS FUNGOS

Nas últimas décadas uma maior atenção dedicada a micologia tem ocasionado outras inúmeras descobertas na área agrícola, principalmente pela capacidade dos fungos de interagir com outros organismos. No ramo biotecnológico, envolve tanto a produção de fármacos, alimentos, atividade enzimática, quanto o manejo de ecossistemas degradados e poluídos com processo de biorremediação de ambientes. No Brasil, Lima, Oliveira e Cruz (2011), estudaram a utilização de fungos na biorremediação de substratos contaminados com petróleo. Nakatani et al. (2008), avaliaram a atividade enzimática de fungos micorrizicos arbusculares na rizosfera de plantas de ocorrência espontânea em solo de sistema de tratamento de resíduos petroquímicos.

Na medicina e veterinária, os fungos são bastante estudados por serem agentes patogênicos que causam micoses em diversos tecidos animais. A diagnose envolve protocolos específicos elaborados em laboratórios biologicamente controlados. No entanto há problemas na correta identificação do agente infeccioso em seres humanos ou animais, pois, as doenças causadas por um mesmo agente recebem a mesma nomenclatura e geralmente são tratadas com o mesmo medicamento antifúngico (OLIVEIRA, 2014). Durante a decomposição de alimentos os fungos filamentosos produzem substâncias chamadas de micotoxinas, das quais quando ingeridas ocasionam doenças graves (micotoxicoses) e estão relacionadas a formação de tumores em seres humanos (PEREIRA; SANTOS, 2011).

Na agricultura, os fungos endopatogênicos são utilizados como medida do manejo integrado de pragas (MIP) no controle biológico de insetos e ácaros que infestam as plantações. Esses fungos invadem as pragas por inúmeras vias, e quando se alojam no hospedeiro multiplicam-se rapidamente e destroem seus tecidos levando-o a morte (VALICENTE, 2009). No Brasil, os principais programas de controles de pragas são contra cigarrinhas-da-cana-de-açúcar, cigarrinhas-das-pastagens, cupins-de-montículo e da cana-de-açúcar, broca do cafeeiro, e gafanhotos que invadem áreas onde se cultiva cana-de-açúcar, pastagem e arroz (ALVES et al., 2008).

Os fungos macroscópicos são bastante apreciados na culinária de diversos países, onde são listadas cerca de 2.000 espécies comestíveis conhecidas em todo o mundo (CHOUDHARY et al., 2015). Apesar de reconhecida a diversidade da

Amazônia, pouco se sabe sobre fungos comestíveis ocorrentes na região, no entanto, atualmente tem-se conhecimento de que durante muito tempo povos indígenas já os utilizam em sua alimentação. Fato esse é confirmado através da recente publicação do livro “Ana Amapö: Cogumelos Yanomami” escrito em sanöma e traduzido para o português, do qual tem por objetivo catalogar as espécies de fungos comestíveis consumidos na Terra indígena Yanomami na região do Awaris no extremo noroeste de Roraima. O trabalho foi desenvolvido por pesquisadores indígenas da região do Awaris em parceria com pesquisadores do Instituto Socioambiental (ISA), do Instituto de Pesquisa da Amazônia (INPA), do Instituto de Botânica de São Paulo, do Instituto Federal de São Paulo, da Universidade Federal de Minas Gerais e do Instituto de Micologia de Tottori, no Japão, nele registrou-se cerca de 15 espécies de fungos comestíveis para a região amazônica, sendo que sete deles são descritos pela primeira vez (ISA, 2017).

### 2.3 ENSINO DE MICOLOGIA NAS ESCOLAS

Segundo Soares (2014), atualmente o ensino de Biologia se baseia meramente em mecanização e decoração de conceitos, sem levar em considera o os conhecimentos adquiridos na vida cotidiana dos alunos, o que conseqüentemente não induz a aprendizagem significativa. Quando são apenas repassados conceitos aleatórios, desvinculados de algum conhecimento preexistente, os alunos não conseguem agreg -los   sua realidade, o que impossibilita a verdadeira compreensão do conteúdo e dos fen menos que os circundam. Sendo os fungos inconspícuos e pouco significativos na vida cotidiana de muitos brasileiros, o método tradicional de diálogo tem sido pouco produtivo.

S t o, Campos e Costa (2004) produziram um caderno temático para ensino de micologia no contexto da alfabetiza o científica. Partindo de perguntas essenciais, a obra explica com coerência e atualiza o científica para a sua época, os conhecimentos específicos sobre fungos de complexidade científica, tornando-a acessível para leigos e estudantes do ensino básico.

Sousa et al. (2013) produziram quatro jogos didáticos referentes às características dos fungos, como estratégia lúdica facilitadora para o ensino aprendizagem sobre fungos, obtendo melhoria na participa o e fixa o de conceitos.

Johan et al. (2014) utilizaram como práticas de ensino cinco atividades didáticas passíveis de execução, como a visualização em microscópio das estruturas dos fungos presentes nos alimentos em decomposição, o experimento sobre fermentação utilizando *Saccharomyces cerevisiae*, construção de modelos didáticos com massa de modelar após reconhecimento dos fungos em aula de campo, e por último um jogo didático utilizando os conceitos apreendidos durante a oficina, levando os alunos a compreenderem a micologia de várias maneiras possíveis.

Souza et al. (2015) procuraram correlacionar teoria à prática, com exposição oral sobre fungos, seguida da exibição de vídeos que mostravam as características dos fungos e amostra de alguns espécimes de fungos. Após exposição e explicação, os autores propuseram uma produção de modelos paradidáticos para que expressassem o que foi aprendido.

Kischkel e Regina (2017), produziram um jogo didático seguido de uma aula expositiva sobre os fungos e suas aplicações biotecnológicas, despertando o interesse dos alunos à temática, o que foi verificado pela comparação das respostas obtidas dos questionários aplicados antes e após a intervenção didática.

## 2.4 MICOLOGIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE ENSINO BÁSICO

O Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) foi desenvolvido pelo Governo Federal em 1985, através do Decreto nº 91.542, com o intuito de auxiliar os professores do ensino básico em sua prática docente, pois através dele há a compra, avaliação e distribuição dos livros didáticos (LDs) às escolas para que os próprios professores escolham o seu guia e façam o pedido ao Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE). A escolha de um livro didático envolve vários fatores a serem revistos pelos professores, visto que eles serão a base de estudos de todos os alunos e o guia do professor durante três anos (BRASIL, 2008). Portanto, é necessário que os docentes detenham o conhecimento necessário e correto atual dos conteúdos a serem abordados no LD, para que eventuais erros sejam corrigidos em sala de aula, e não interfiram na aprendizagem do aluno (SILVA, 2009).

Os conteúdos de Ciências nos LDs seguem recomendações do PCN-Ciências, do qual sugere quatro blocos temáticos a serem desenvolvidas durante todo o ensino fundamental, são eles, Ambiente, Ser Humano e Saúde, Recursos tecnológicos e Terra e Universo, em que a última apenas é destacada nos anos finais

do ensino fundamental (BRASIL, 1997). De acordo com esse documento, a temática fungos se encaixa no bloco temático Ambiente, no segundo ciclo do ensino fundamental, como agentes decompositores que atuam na fertilidade do solo, e que podem causar doenças ao ser humano. Os Parâmetros Curriculares Nacionais Ensino Médio (BRASIL, 1999) propõem entre os seis temas estruturadores para o ensino de Biologia, as interações entre os seres vivos e o ambiente em que estão inseridos, tendo como eixo condutor a evolução da vida na Terra. Nisto, subentende-se que a temática fungos enquadram-se entre os seres vivos, sua diversidade, evolução e interações no ambiente.

A nova proposta para reforma do ensino básico; a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) foi prevista no Artigo 210 da Constituição Federal de 1988. Em setembro de 2015, a comissão CONSED (Conselho Nacional de secretários de Educação) e UNDIME (União Nacional dos dirigentes municipais de Educação) designado pela Portaria MEC-592, apresentou a primeira versão para a consulta pública. Finalizada a consulta em março de 2016, a segunda versão foi apresentada em maio do mesmo ano. Após uma terceira versão apresentada em abril de 2017, disponibilizou-se para audiências de junho a setembro do mesmo ano. Em dezembro de 2017 foi homologada a BNCC Educação infantil e Fundamental, que após preparação das redes de ensino, marcou-se a data de 6 de março de 2018 para o dia 'D' do BNCC que mobilizou todo o Brasil, e em abril de 2018 foi apresentada. A BNCC Ensino médio foi apresentada em 4 de dezembro de 2018 e homologada uma semana depois, já no limiar do governo do presidente Michel Temer, sendo bastante criticada. O BNCC EM é considerada inconclusa em determinados aspectos, como a implementação do ensino técnico de nível médio como opção aos jovens para a iniciação ao trabalho (BRASIL, 2018). Recentemente, escolas da rede estadual foram selecionadas como “escola-modelo” onde a implementação será conduzida e acompanhada, inclusive em Santarém.

A BNCC é um documento de normatização que estabelece o conjunto organizado e progressivo de “aprendizagens essenciais”, que deverão ser desenvolvidas por todos os alunos no decorrer das etapas e modalidades de ensino da Educação Básica. Portanto, na BNCC devem constar todos os conteúdos que serão ensinados aos alunos, desde o ensino fundamental ao ensino médio, e as habilidades que esses adquirirão ao final de cada modalidade de ensino.

A estrutura da BNCC no Ensino Fundamental está organizada em cinco grandes áreas do conhecimento, as Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Ensino Religioso. O ensino de Ciências busca integrar os diversos ramos do conhecimento de forma interdisciplinar em três unidades temáticas: Matéria e Energia, Terra e Universo, e Vida e Evolução. As grandes áreas, física, química e biologia se combinam no conteúdo das unidades temáticas sendo que, química e física são a essência da unidade Matéria e Energia, geologia, física e ecologia apresentam-se em Terra e Universo, e biologia é a parte essencial da unidade Vida e Evolução. Nesse sentido, o eixo temático no qual o ensino de fungos é mencionado como habilidade a ser desenvolvida pelos alunos é no de Vida e Evolução, no tópico cadeias alimentares simples e microrganismos, em que se enfatiza a participação dos fungos no processo de decomposição e a sua importância, bem como a utilização de microrganismos na produção de medicamentos, alimentos e combustíveis.

A BNCC Ensino Médio recentemente formulada está categorizada nas áreas Linguagem e suas tecnologias, Matemática e suas tecnologias, Ciências da Natureza e suas tecnologias e Ciências Humanas e Sociais aplicadas. Diferentemente do Ensino Fundamental, as unidades temáticas passaram a ser Matéria e Energia, e Vida, Terra e Cosmos, onde não há a distinção das habilidades que deverão ser abordadas dentro das unidades em cada etapa de ensino, tampouco são citados os fungos em quaisquer das competências e aptidões cabíveis ao Ensino Médio.

## 2.5 ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO SOBRE ENSINO DE MICOLOGIA

De acordo com Messis e Salomão (2009), os tópicos considerados importantes nos livros didáticos são os que transmitem conhecimentos úteis à sociedade, como infecções causadas por fungos, aplicabilidades na indústria alimentícia e os produtores de micotoxinas. Nessa pesquisa os autores relatam que os livros didáticos apresentam conteúdos desatualizados, não condizentes com a velocidade em que o conhecimento científico avança, e erros de conceitos especialmente nos processos fisiológicos dos fungos e na associação de algumas doenças com seu agente infeccioso.

Rosa e Mohr (2010) analisaram os livros mais utilizados pelos anos de 6ª a 9ª série do ensino fundamental, dos quais apontam problemas principalmente nas

ilustrações existentes em tais livros, pois não representam de maneira fidedigna as estruturas fúngicas, o que pode causar distorções na compreensão dos alunos.

Bomfim e Silva (2013) fazem uma reflexão sobre os livros de ciências do ensino fundamental, onde relataram que a abordagem teórica é considerada fraca, porém com bom nível de atualizações, e enfatiza o papel do professor na escolha e na avaliação dos livros didáticos.

## 2.6 CONHECIMENTO DE FUNGOS NO BRASIL E NA AMAZÔNIA

Os micólogos taxonomistas assumem que há cerca de 100 mil espécies de fungos registradas no mundo e estimam que faltam aproximadamente 1,5 milhões de espécies a serem descritas (HAWKSWORTH, 2001).

No catálogo de fungos do Brasil estão registradas 78 ordens, 924 gêneros e 3.608 espécies (MAIA; CARVALHO JUNIOR, 2010). Estes números correspondem a 3,7% das espécies descritas no mundo, porém estima-se 14% para o Brasil, abrangendo cerca de 13800 espécies, segundo Lewinsohn e Prado (2006). Esta realidade indica a grande lacuna de conhecimentos de fungos no Brasil, onde para a extensão Amazônia apenas 519 espécies foram apresentadas. Os micólogos apontam como um dos problemas é a falta de especialistas em micologia.

A Amazônia é vista como a maior floresta tropical do planeta, de clima equatorial com alta pluviosidade ela abriga uma rica diversidade de espécies, das quais inúmeras delas são consideradas endêmicas enquanto outras sequer são conhecidas. Contudo, há poucas pesquisas voltadas para o reconhecimento e diagnóstico da importância dessas espécies, principalmente no que diz respeito a micobiota amazônica, o que requer mais estudos destinados a descrição e compreensão dessa parcela de organismos (SOUZA; AGUIAR, 2004).

Atualmente, tem-se desenvolvido trabalhos com intuito de registrar a ocorrência de espécies de algumas famílias de fungos macroscópicos em fragmentos da floresta amazônica, como pode ser evidenciado nos trabalhos de Souza e Aguiar (2004), Bornoni et al. (2008), Soares et al. (2014), entre outros. Descobertas de novas espécies também vem sendo registradas, assim como cursos sobre a importância e potencialidades dos macrofungos para a Amazônia (INPA, 2013).

Além do INPA na Amazônia, um pequeno grupo do museu Emilio Goeldi comandada por Hélen Sótão estudou fungos em Belém (SÓTÃO; CAMPOS; COSTA,

2004). A diversidade ecologia e sucessão de fungos colonizadores de excrementos ou fungos coprófilos são estudados por um grupo de pesquisa de Goiás (CALAÇA; SANTOS, 2017) e Pernambuco (MELO, 2015).

No entanto, apesar dos avanços ainda é pequena produção científica na área de micologia no Brasil e de modo mais acentuado na Amazônia. Esta realidade reflete no ensino de micologia, tanto no ensino superior quanto no ensino básico que se restringe ao conhecimento elaborado no livro didático.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 GERAL**

3.1.1 Analisar o ensino de Micologia no ensino básico nas escolas de Santarém-Pará e propor métodos e práticas auxiliares para ensino.

#### **3.2 ESPECÍFICOS**

3.2.1 Conhecer o perfil dos professores das escolas de ensino básico de Santarém-Pa;

3.2.2 Avaliar as condições da infraestrutura de ensino das escolas para o ensino de ciências e biologia;

3.2.3 Avaliar os conteúdos relativos a micologia nos Livros didáticos utilizados nas escolas de ensino básico de Santarém;

3.2.4 Conhecer os métodos e práticas de ensinar Micologia utilizados por professores da educação básica na cidade de Santarém-Pa;

3.2.5 Conhecer as demandas dos professores relativas ao ensino de micologia;

3.2.6 Avaliar a aprendizagem dos alunos sobre fungos

3.2.7 Propor algumas práticas de ensino-aprendizagem de micologia, considerando as condições estruturais das escolas de ensino básico de Santarém.

### **4 METODOLOGIA**

#### **4.1 LEVANTAMENTO DO PERFIL DOS PROFESSORES DO ENSINO DE CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Com o objetivo de abranger cerca de 30 escolas de ensino básico foram impressos 40 questionários, dos quais apenas 15 foram levados para as escolas e aplicados diretamente à professores de ciências do Ensino Fundamental ou Biologia do ensino médio. Diante do pouco retorno por parte dos professores, recorreu-se a alunos do curso de Licenciatura Integrada Biologia e Química que passavam por período de estágio supervisionado nas escolas. Ainda assim, com baixo retorno recorreu-se em última instância à obtenção de respostas rápidas para o levantamento apenas de informações essenciais via rede social *WhatsApp*, que por sua vez restringiu-se a voluntariedade de respostas e a obtenção do contato via celular.

Nos questionários além de informações básicas como escolaridade, número de escolas que atuam, nível de ensino que atendem, livro didático que utilizam, perguntou-se sobre a utilização ou não do laboratório de ensino, práticas pedagógicas e demandas de apoio didático para ensino de micologia.

#### 4.2 ANÁLISE DE CONTEÚDO DE MICOLOGIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE ENSINO BÁSICO

Os livros didáticos utilizados nas escolas de ensino básico de Santarém foram analisados quanto ao nível de ensino fundamental e médio, ano de publicação, número de edição e aspectos relativos ao conteúdo de micologia, aplicando os seguintes critérios de análise (Anexo I):

1. Apresenta ou não abordagem micológica;
2. Número páginas destinadas para a abordagem;
3. Vínculo do tema: se esse é abordado ou não como um reino a parte;
4. Ilustrações utilizadas: se são autoexplicativas, didáticas e correspondentes com a veracidade do tema;
5. Metodologia de ensino: se o livro sugere algum apoio ao ensino, como aulas teóricas, práticas, experimentais, leituras complementares, etc.
6. Qualidade de abordagem teórica: com que clareza os autores trabalham com o tema, se transmite corretamente os conceitos, e se esses são suficientes para provocar o aprendizado. O conteúdo constante nos livros foi classificado como: DENSO (sintetizado e abrangente em comparação ao conteúdo do nível superior), EXTENSO (texto prolongado para conteúdo simples), SUPERFICIAL (sem aprofundamento em conteúdo de micologia geral).

Para cada livro didático averiguado, elaborou-se um texto abordando os critérios levados em consideração, para isso previamente foi construída uma tabela contendo a análise desses itens.

#### 4.3 AVALIAÇÃO DO MÉTODO DE ENSINO SOBRE FUNGOS NO ENSINO BÁSICO E DEMANDA DOS PROFESSORES

A avaliação do método de ensino teve como objetivo conhecer a maneira com que os professores do ensino básico ensinam micologia nas escolas, a demanda dos professores, as principais dificuldades que encontram em lecionar micologia e o interesse dos alunos por meio do olhar do professor. Para isso houve a aplicação de um questionário contendo oito questões de múltipla escolha (Anexo II), das quais buscou-se abranger o máximo possível de opções que os professores poderiam responder. A avaliação dos questionários se deu de maneira pontuada, onde se analisou cada resposta individualmente. Foram aplicados oito questionários com professores de diferentes escolas, de modo que a quantidade de escolas em que os professores lecionam também fosse levada em consideração.

Todos os questionamentos apontados contêm questões de múltipla escolha para facilitar a compreensão do professor sobre o sentido da pergunta e até mesmo para melhor interpretação dos dados. Para a análise do ensino considerou tanto respostas em questionários quanto manifestações adicionais em entrevistas diretas quando isso foi possível e considerou-se a análise do estudo de caso.

#### 4.5 APRENDIZAGEM SOBRE FUNGOS

A pesquisa se baseou em uma prática de diálogo coletivo em que a cada desafio ou pergunta eram aguardadas manifestações a partir dos quais se analisou as concepções de alunos do 7º ano do ensino fundamental sobre fungos. Este tipo de avaliação do conhecimento inclui tanto o conhecimento empírico adquirido com suas vivências externas, incluindo a mídia ao longo de sua vida, independente de ensino escolar. Considerou-se conhecimento escolar ao que se pôde caracterizar conceitos, vocabulários e frases correspondentes ao que é abordado em aulas teórico-práticas. Para isso, foi aplicado um questionário com quatro perguntas abertas à três turmas

de 7º ano (Anexo III), dos quais haviam tido contato com o tema micologia recentemente.

As perguntas foram lançadas às turmas de forma oral de maneira interativa, e a cada questão respondida as respostas e observações dos alunos foram anotadas, com intuito de analisar de maneira atenta e detalhada as expressões, indagações e envolvimento por parte dos educandos. Além disso, ao final foram exibidas algumas amostras de diferentes tipos de fungos macroscópicos emprestados da coleção didática micológica da Ufopa, para averiguar se os alunos têm conhecimento das suas diferentes formas e se conseguem reconhecê-los em seu cotidiano.

#### 4.6 SUGESTÕES DE PRÁTICAS PARA O ENSINO E APRENDIZAGEM DE MICOLOGIA

Para atender a demanda dos professores, foram elaborados quatro roteiros de aulas práticas levando em consideração as condições estruturais das escolas, dos quais são necessários para a sua execução materiais de baixo custo e fácil acesso. Entre várias ideias, foram selecionadas duas para ensino fundamental e duas para o ensino médio, as quais envolvem laboratório, considerando acesso e custos materiais, tempo de execução, nível de aprofundamento e vinculação ao conteúdo teórico. As aulas práticas preparadas para ensino fundamental possibilitam importantes discussões e reflexões sobre saúde e ambiente, são: a do mamão mofado e sobre fermentação. Para o ensino médio, os roteiros selecionados foram: diferenciação de Zymomycetos e Ascomycetos por meio das hifas, e investigação de fungos macroscópicos em aula de campo.

### 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.1 PERFIL DOS PROFESSORES DO ENSINO BÁSICO QUE MINISTRAM CIÊNCIAS E BIOLOGIA

Todos os 14 professores que responderam aos questionários possuem formação em licenciatura, dos quais 12 cursaram Licenciatura em Biologia na UFPA (Universidade Federal do Pará) em Santarém e dois em Licenciatura em Ciências

Biológicas nas Faculdades Integradas do Tapajós (atual UNAMA) em Santarém. Todos atuam na área de sua formação. Destes, 8 atuam em duas escolas e seis em uma única escola, de maneira que todos estes 14 professores atendem a 17 escolas diferentes. As escolas Almirante Soares Dutra e Rio Tapajós foram as melhor representadas pelo número de professores (3 professores cada uma), seguidas de Álvaro Adolfo da Silveira com 2 professores, e as demais com um. A maioria, 10 dos 14 professores ministram aulas tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio (Quadro 1).

Quadro 1- Local de atuação de 14 professores de escolas de ensino fundamental e médio (EEFM) de Santarém-PA.

<b>Prof.</b>	<b>Escola 1 EEFM</b>	<b>Etapas de Ensino</b>	<b>Escola 2 EEFM</b>	<b>Etapas de Ensino</b>
<b>1</b>	Almirante Soares Dutra	F/M	Wilson Fonseca	M
<b>2</b>	Almirante Soares Dutra	F/M		
<b>3</b>	Almirante Soares Dutra	F/M	Ubaldo Correia	F
<b>4</b>	Rio Tapajós	M		
<b>5</b>	Rio Tapajós	F		
<b>6</b>	Rio Tapajós	F/M	Carequinha	F
<b>7</b>	Álvaro Adolfo	M		
<b>8</b>	Álvaro Adolfo	M	Madre imaculada	F
<b>9</b>	Aluisio Martins	F/M		
<b>10</b>	Onésima Pereira	F	Frei Othmar	M
<b>11</b>	Frei Ambrósio	F	Júlia Passarinho	M
<b>12</b>	Felisbela Jaguar Sussuarana	F/M	Terezinha de Jesus	F/M
<b>13</b>	Plácido de castro	M		
<b>14</b>	Barão do Tapajós	F/M	Dom Lino Vombommel	F

Fonte: Autores (2019).

Nota-se que os professores deste levantamento são caracterizados pela mobilidade e versatilidade, pois atuam na maioria das vezes em mais de uma escola e lecionam nas duas etapas de ensino; fundamental e médio

No sistema de remuneração das secretarias de educação; SEMED ou SEDUC, o valor do salário do professor depende da carga horária que o professor atinge. Sendo a carga horária de ciências baixa em relação a matemática ou português, muitos professores ameilham hora aula em duas escolas, assumindo ciências no nível fundamental, e biologia no nível médio. Apenas em escolas com grande número de turmas, cada série escolar possui professores exclusivos de

ciências ou biologia. Na escola Rio tapajós o professor de Biologia concentra sua atuação no ensino médio e é exclusivo da escola; coordena jornadas científicas, feira de ciências e supervisiona alunos do PIBID (Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência) na escola. Na escola Almirante Soares Dutra, uma das professoras de biologia é exclusiva, mas atua tanto no ensino fundamental quanto no médio, participa ativamente nos projetos escolares e supervisiona estágios e alunos do PIBID. O professor exclusivo de uma escola é mais propenso a desenvolver projetos escolares e assumir funções com mais comprometimento, enquanto que os professores que necessitam trabalhar em outras escolas não conseguem firmar mais compromisso nas escolas em que atuam.

A constituição federal de 1988 garante o padrão de qualidade para educação brasileira, a LDBEN estabelece que é dever do estado oferecer padrões mínimos de ensino, o PNE tem como diretriz a melhoria da qualidade da educação e como uma das metas a qualidade de formação e valorização profissional do educador, incluindo remuneração condizente com a produção plena de dedicação docente (SANTOS, 2008). A mesma, adverte para a reprodução de modelos pelos jovens em formação, cidadãos que define a sociedade futura. Pereira Junior (2016) em sua tese de doutorado expõe quantitativamente a realidade do trabalho docente da educação básica no Brasil e demonstra em sua análise como o profissional da educação básica está sujeito às precárias condições estruturais, trabalho extenuante em razão de baixa remuneração, alto nível de cobranças e pressões psicológicas advindas por parte dos programas do governo que impõem decretos e resoluções, pelas secretarias e administração escolar que os pressionam para cumprir metas estabelecidas, pelos pais e alunos insatisfeitos e desestimulados. Tais condições têm afetado sua saúde e principalmente seu estado psíquico, ocasionando abandonos, afastamentos e licenças -saúde.

## 5.2 CONDIÇÕES DA INFRAESTRUTURA DO ENSINO DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA NAS ESCOLAS

Todas as 14 escolas citadas nessa pesquisa possuem laboratório de ensino, porém são de uso multidisciplinar e adverso. Adverso, pois, planejado para ensino de ciências com bancadas e pias, servem para uso variado como; reuniões, depósitos de objetos como aparelhos eletrônicos danificados e livros didáticos em

desuso. Embora em todas as escolas tenha um professor designado para responsabilidades de uso do laboratório, apenas em duas foi observado a atividade de ensino neste espaço e em ambas o uso é demandado por alunos universitários do PIBID ou em estágio supervisionado. Em uma escola o professor de biologia destacou a importância das parcerias institucionais escola-curso de licenciatura para o desenvolvimento de atividades práticas do ensino de ciências em laboratório e que tem sido fundamental para melhorar a qualidade de produção e participação dos alunos nas feiras e jornadas científicas da escola.

### 5.3 ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS EM RELAÇÃO AO CONTEÚDO DE MICOLOGIA

O programa nacional do livro didático (PNLD) destina para escolas públicas um livro didático de sua escolha. Porém, outros aspectos político-administrativos das secretarias regionais e municipais de educação usufruem da aquisição e distribuição dos livros didáticos nas escolas. Apesar disso, o livro didático utilizado pelos professores de ciências e biologia, consultados nesta pesquisa, variaram nas escolas públicas de ensino básico de Santarém, pois depende da afinidade do professor pela metodologia adotada nos livros didáticos. A análise dos livros didáticos aqui apresentada baseou-se em títulos que foi possível obter e inclui a maioria citados pelos professores. Algumas das referências não citadas pelos professores desta pesquisa, como Valle foi analisada para comparação específica sobre conteúdo de micologia, com intuito de verificar a abordagem dos livros mais variados possíveis. No quadro 2 estão descritos os livros didáticos utilizados em 15 escolas, e os analisados nesse levantamento que não foram citados pelos professores.

Quadro 2- Livros didáticos (LD) de nível fundamental (E. F.) ou médio (E. M.) em 15 escolas de Santarém, e os não citados pelos professores, juntamente com o número de páginas destinadas à micologia.

Livro Didático	Etapa	ANO/ SÉRIE	Nº escolas	Nº pág.	EDIÇÃO ANO
Lopes, S.; Rosso S. BIO	E. M	2ª série	1	-	3ª edição, 2016
Amabis, J. M.; Martho, G. R. <i>Biologia Moderna</i>	E. M.	2ª série	6	9	5ª edição, 2016
Linhares, S.; Gewandsznajder, F.; Pacca, H.	E. M.	2ª série	2	9	3ª edição, 2016

Paulino, W.R. <i>Biologia: seres vivos/fisiologia</i>	E. M.	2ª série	2	11	1ª edição, 2005
Ogo, M.; Godoy, L. #ContatoBiologia	E. M.	2ª série	2	8	1ª edição, 2005
Barros, C.; Paulino, W. <i>Ciências: os seres vivos</i>	E. F.	7º ano	1	9	4ª edição, 2012
Gewandsznajder, F. <i>Ciências: A vida na Terra</i>	E. F.	7º ano	1	7	2ª Edição, 2016
Gewandsznajder, F. <i>Ciências: A vida na Terra</i>	E. F.	7º ano	-	8	4ª Edição, 2009
Valle, C.; Ciências Vida e Ambiente	E. F.	6ª série	-	7	1ª edição, 2004
Favaretto, J. A.; Mercadante, C. M. <i>Biologia, Volume único</i>	E. M.	Volume único	-	4	1ª edição, 2005
Adolfo, A.; Crozeta, M.; Lago, S. <i>Biologia</i>	E. M.	Volume único	-	5	2ª edição, 2005
Amabis, J. M.; Martho, G. R. <i>Biologia dos organismos</i>	E. M.	2ª série	-	15	3ª edição, 2010

Fonte: Autores (2019).

De acordo com os dados obtidos, o livro mais utilizado nas escolas é de o Amabis e Martho, por esse motivo avaliou-se duas edições desse livro, a edição de 2010, não citada pelos professores, e a edição de 2016, a mais e utilizada pelos professores, com intuito de verificar se houve mudanças em seu conteúdo.

VALLE C.; *Ciências Vida e Ambiente*, 6ª série, Positivo, Edição, 1ª edição, Curitiba: 2004. Não citado pelos professores nesse levantamento.

Quadro 3- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático

CRITÉRIOS	ANÁLISE
Apresenta conteúdo de micologia	SIM
Vinculação da temática de fungos	Reino à parte
Número de páginas dedicadas a micologia	9 páginas
Ilustrações	Contém muitas ilustrações didáticas, tanto de fotos reais quanto de esquemas, todos bem colocados no texto.

Sugestão de metodologia de ensino	Sugere um experimento para demonstrar como os fungos fermentadores obtêm energia.
Qualidade de abordagem teórica	É superficial, mas adequada ao nível fundamental.

Fonte: Autores (2019).

Em uma análise de Livros didáticos Bomfim e Silva (2013), o criticaram essa obra por ser essencialmente teórico com poucas propostas de exercícios e práticas.

GEWANDSZNAJDER, F. *Ciências: A vida na Terra*, 7º ano, Ática, 4ª edição, São Paulo: 2009. Não citado pelos professores nesse levantamento.

Quadro 4- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático.

CRITÉRIO	ANÁLISE
Apresenta conteúdo de micologia	SIM
Vinculação da temática de fungos	Reino à parte
Número de páginas dedicadas a micologia	9 páginas
Ilustrações	Contém várias ilustrações, entre elas desenhos esquemáticos para cogumelos, embora irreais cumprem o objetivo didático.
Sugestão de metodologia de ensino	Sugere aulas práticas utilizando fermento e produtos alimentícios, como laranja, pão de forma e açúcar.
Qualidade de abordagem teórica	Abordagem extensiva para o nível de ensino fundamental.

Fonte: Autores (2019).

Rosa e Mohr (2010) apontaram para esta obra problemas comuns frequentes em muitos livros didáticos, como a ausência de escala, sem o autor das ilustrações, e cores verdes para ilustrar fungos, o que pode levar ao errôneo entendimento de que fungos têm clorofila.

BARROS, C.; E PAULINO, W. *Ciências: os seres vivos*, 7º ano, 4ª edição, Ática, São Paulo: 2009. Citado por um professor nesse levantamento

Quadro 5- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático.

<b>CRITÉRIO</b>	<b>ANÁLISE</b>
Apresenta conteúdo de micologia	SIM
Vinculação da temática de fungos	Reino à parte
Número de páginas dedicadas a micologia	9 páginas
Ilustrações	Apresenta várias ilustrações, reais ou irreais, que são bem inseridas no texto.
Sugestão de metodologia de ensino	Sugere aulas práticas para a fabricação de iogurte e pão.
Qualidade de abordagem teórica	Conteúdo extenso, bem abordado, organizado e adequado.

Fonte: Autores (2019).

Apresenta aspectos interessantes sobre o mundo dos fungos para alunos do ensino fundamental. A aula prática sugerida sobre fabricação de pão e iogurte pode não despertar interesse nos alunos. Rosa e Mohr (2010) apontaram para esta obra problemas na ilustração, pois utiliza cores irreais de um fungo fantasia, ausência de escala ou citação autoral.

FAVARETTO, J. A.; E MERCADANTE, C. M. *Biologia*, Volume único, 1ª edição, Moderna, São Paulo: 2005. Não citado pelos professores nesse levantamento.

Quadro 6- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático.

<b>CRITÉRIO</b>	<b>ANÁLISE</b>
Apresenta conteúdo de micologia	SIM
Vinculação da temática de fungos	Reino à parte, mas dentro de um capítulo intitulado "Vírus, Monera e Fungi"

Número de páginas dedicadas a micologia	4 páginas
Ilustrações	Apresenta poucas ilustrações, essas são reais ou irreais, que são bem inseridas no texto.
Sugestão de metodologia de ensino	Não sugere metodologia de ensino.
Qualidade de abordagem teórica	Conteúdo pequeno e superficial, com classificação defasada em relação ao ano de sua edição.

Fonte: Autores (2019).

ADOLFO, A.; CROZETA, M.; E LAGO, S. *Biologia*, Vitória Régia, 2ª edição, Paraná: 2005. Não citado pelos professores nesse levantamento.

Quadro 7- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático.

<b>CRITÉRIO</b>	<b>ANÁLISE</b>
Apresenta conteúdo de micologia	SIM
Vinculação da temática de fungos	Reino à parte
Número de páginas dedicadas a micologia	5 páginas
Ilustrações	Apresenta poucas ilustrações, essas são reais ou irreais, bem inseridas no texto.
Sugestão de metodologia de ensino	Não sugere metodologia de ensino.
Qualidade de abordagem teórica	Conteúdo pequeno, superficial e confuso, não condizente com o nível de ensino médio.

Fonte: Autores (2019).

PAULINO, W. R. *Biologia, volume 2: seres vivos/fisiologia*, ed. Ática, 1º edição, São Paulo: 2005. Citado por dois professores nesse levantamento

Quadro 8- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático.

<b>CRITÉRIO</b>	<b>ANÁLISE</b>
Apresenta conteúdo de micologia	SIM
Vinculação da temática de fungos	Reino à parte
Número de páginas dedicadas a micologia	11 páginas
Ilustrações	Contém muitas imagens ilustrativas e reais, interessantes e bem alocadas no texto
Sugestão de metodologia de ensino	Não sugere metodologia de ensino.
Qualidade de abordagem teórica	Conteúdo extenso e bem abordado, mas a classificação dos fungos, embora já separe mixomycetos e fungos verdadeiros, é bastante confusa.

Fonte: Autores (2019).

OGO, M.; E GODOY, L. *#Contato Biologia*, Quinteto, 1ª edição, São Paulo: 2016.

Citado por dois professores nesse levantamento

Quadro 9- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático.

<b>CRITÉRIO</b>	<b>ANÁLISE</b>
Apresenta conteúdo de micologia	SIM
Vinculação da temática de fungos	Reino à parte, mas incluso dentro de um capítulo intitulado “Protoários, algas e fungos”
Número de páginas dedicadas a micologia	8 páginas
Ilustrações	Contém várias imagens ilustrativas e reais ao decorrer de cada tópico do texto.
Sugestão de metodologia de ensino	Sugere uma aula prática utilizando ágar para averiguar a proliferação de fungos em diferentes ambientes da escola.

Qualidade de abordagem teórica	Conteúdo teórico extenso em letras pequenas, e ilustra a diversidade de formas dos fungos.
--------------------------------	--

Fonte: Autores (2019).

AMABIS, J. M.; E MARTHO, G. R. *Biologia dos organismos*, Volume 2, 3ª edição, Moderna, São Paulo: 2010.

Quadro 10- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático.

<b>CRITÉRIO</b>	<b>ANÁLISE</b>
Apresenta conteúdo de micologia	SIM
Vinculação da temática de fungos	Reino à parte, porém dentro do capítulo de nome “Algas, protozoários e fungos”
Número de páginas dedicadas a micologia	15 páginas
Ilustrações	Fartamente ilustrado com fotos reais, microfotografia de estruturas celulares, esquemas desenhados do ciclo de vida, clássicos, mas didáticos.
Sugestão de metodologia de ensino	Não sugere metodologia de ensino.
Qualidade de abordagem teórica	Bastante denso e extensivo, com ênfase principalmente em ciclo de vida dos fungos, com algumas repetições desnecessárias e não são mencionadas as diversas aplicabilidades dos fungos

Fonte: Autores (2019).

AMABIS, J. M.; E MARTHO, G. R. *Biologia Moderna*, Moderna, 1ª edição, São Paulo: 2016. Citado por seis professores nesse levantamento, é o mais representativo para o ensino de ciências nas escolas desta pesquisa.

Quadro 11- Critérios elencados e a análise de cada um de acordo com o conteúdo presente no livro didático.

<b>CRITÉRIO</b>	<b>ANÁLISE</b>
Apresenta conteúdo de micologia	SIM
Vinculação da temática de fungos	Reino à parte, porém dentro do capítulo de nome “Algas, protozoários e fungos”
Número de páginas dedicadas a micologia	9 páginas
Ilustrações	Fartamente ilustrado com fotos reais, microfotografia de estruturas celulares, esquemas desenhados do ciclo de vida, clássicos, mas didáticos.
Sugestão de metodologia de ensino	Sugere-se uma aula prática para visualização de fungos macroscópicos em pão e em matas sombreadas.
Qualidade de abordagem teórica	Conteúdo denso e extensivo, muito semelhante a edição de 2010. É diminuto o tópico sobre a importância ecológica e econômica dos fungos, restrito a 10 linhas.

Fonte: Autores (2019).

#### 5.4 CONSIDERAÇÕES SOBRE A ABORDAGEM DO TEMA MICOLOGIA NOS LIVROS DIDÁTICOS

De um modo geral o conteúdo de micologia, na maioria dos livros didáticos analisados é condizente com o que é essencial para a formação de nível básico, em que se objetiva conhecimento necessário para a distinção dos fungos e suas funções na natureza.

A abordagem teórica não é muito diferente entre os livros analisados, embora apresentem variações em relação ao detalhamento de estruturas e aprofundamento de tópicos como ciclo de vida dos fungos. É frequente o destaque dado aos líquens embora nenhum aborde aspectos fisioecológicos dos mesmos. Os exemplos de fungos ilustrados para associação são bastante similares, com presença

de líquens; mofos de frutas e bolores de pão; cogumelos e orelhas-de-pau; cogumelos comestíveis champignon e shiitake; e vinho, pão e queijo como produtos de fermentação biológica. A referência a fungos alucinógenos não é constante, e se houver é o fungo brasileiro, coprófilo, do gênero *Psilocybe*. O fungo alucinógeno *Amanita muscaria* é recorrente nos livros didáticos de nível fundamental, tendo como prática pintar o píleo do cogumelo de vermelho, essa por sua vez teve origem no livro mundialmente lido; “Alice no País das maravilhas”, que também foi amplamente difundida no *playgame Mario Bros*.

Sobre a contextualização regional, é inexistente referências a fungos da região amazônica, o que pode ser compreensível uma vez que mesmo no campo de pesquisas descritivas os fungos são muito pouco estudados na região. Pinheiro e Casvassan (2005) observam que um dos problemas do uso de imagens em livros didáticos é a presença marcante de paisagens e exemplos estrangeiros no contexto de ensino de ciências, sobretudo no conteúdo de biodiversidade.

Messias e Salomão (2009) destacaram os tópicos mais abordados nos livros didáticos de ciências: panificação, produção de bebidas e alimentos por fermentação, vinhos, cerveja, queijos, álcool, combustíveis, produção de antibióticos, espécies comestíveis e venenosas, líquens, micoses, e afirma que tais referências enaltecem a importância ecológica, econômica e médica dos fungos como aproximação ao conhecimento cotidiano dos alunos, como objetiva a educação básica.

É ainda pouco destacado a potencialidade da diversidade de fungos no manejo dos recursos naturais e suas aplicabilidades no mundo da biotecnologia de medicamentos e alimentícia, o que vem sendo o foco das pesquisas em micologia na atualidade, assim como não fornece bases suficientes para a compreensão de sua variedade, independentemente se a classificação apresentada é mais ou menos defasada, já que todas são desatualizadas diante das rápidas mudanças na taxonomia dos fungos. Neste ponto as recomendações do PCN-Ciências não parecem ser acatadas plenamente, quando se observa que nenhum livro aborda aspectos evolutivos da diversidade e filogenia dos fungos, e, menos ainda é destacada a importância da sua fisiologia e ecologia, quando essas podem explicar muitas funções empenhadas pelos fungos na natureza e indicam potencialidades para diversas aplicações de seus produtos metabólicos no futuro.

Os professores de ciências e biologia formados em licenciatura refletem em seu trabalho de construção pedagógica a sua experiência no ensino superior em especial na construção de conteúdo. Os cursos superiores assim como seus livros de apoio, abordam a micologia fortemente apoiada em sistemática, taxonomia e morfológica descritiva, muito embora obras sobre sistemática não estejam disponíveis na língua nacional e muitas referências da internet sejam bastante confusas. Os livros de micologia em sua maioria são de micologia médica ou fitopatológica. Apesar disto, observa-se uma tendência ao ensino morfológico descritivo, visando aplicações classificatórias, e alguns aspectos como metabolismo, fisiologia e ecologia são negligenciados.

O vício do ensino descritivo e de memorização é repassado no ensino básico também reforçado pelo livro didático, que por sua vez, raras vezes são atualizados, como foi observado na análise dos LDs desta pesquisa. O PNLD institui a validade dos LDs para cada 3 anos, com o propósito de renovação e atualização de acordo com a ciência. Embora estejam de acordo com o instituído, não se observou atualizações em uma série de edições sequenciais, como a da 3ª edição de 2010 para a 1ª edição de 2016 dos livros de Amabis e Martho. A primeira edição do livro didático desses autores é de fato observada em 1985, porém a edição de 2016 é novamente referida como primeira edição.

Levando em consideração que o livro de Amabis e Martho é o mais utilizado nas escolas, é interessante averiguar as pequenas modificações da edição de 2010 para a de 2016. É notável que eles diminuíram a quantidade de conteúdo, passaram a explicar de maneira mais geral sobre a reprodução e ciclo de vida dos fungos, substituíram algumas imagens, organizaram melhor os tópicos, retiraram algumas informações que eram irrelevantes para o aluno, e passaram a sugerir aulas práticas investigativas. Além disso, incluíram ao texto a importância ecológica dos fungos, para a saúde, para a indústria, mas ainda assim são informações muito rasas, pois nem mesmo citam as doenças causadas por fungos em animais e plantas.

## 5.5 MÉTODOS E PRÁTICAS DE ENSINO UTILIZADOS PELOS PROFESSORES

Em resposta à pergunta sobre qual apoio didático os professores utilizam, todos os professores desta pesquisa utilizam o livro didático como fonte de apoio ao ensino-aprendizagem de ciências e, por conseguinte sobre fungos, porém observa-se

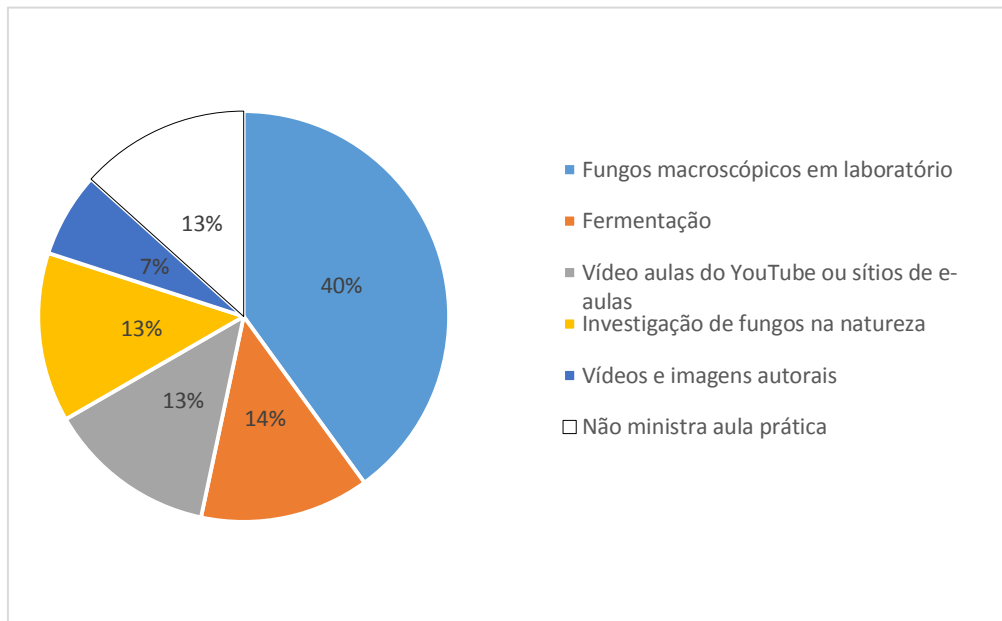
uma mudança no comportamento de alguns professores que dizem não utilizar o livro didático no ensino fundamental, mas o fazem no ensino médio. Os professores que não usam o livro didático no ensino fundamental alegam que eles mesmos organizam o conteúdo a ser desenvolvido nessa etapa de ensino, que como base de conhecimento utilizam o livro didático do ensino médio e adicionam conhecimentos que se adequem ao nível fundamental, como curiosidades advindas de diversas fontes midiáticas.

De acordo com as respostas obtidas por meio do questionário aplicado aos professores, todos ensinam sobre fungos em algum momento no ensino de ciências no ensino fundamental, e biologia no ensino médio. O tema é desenvolvido no ensino de Ciências no 7º ano do ensino fundamental e na 3ª série do ensino médio, dentro do contexto de ensino de diversidade dos organismos vinculada a botânica, ecologia ou como reino à parte. Embora nos livros didáticos, os conteúdos sobre fungos estejam no segundo volume correspondente à 2ª série do ensino médio, os professores desta pesquisa responderam que trocam deliberadamente os livros didáticos da 2ª série para a 3ª série, com intuito de dar continuidade ao conteúdo, já que na 1ª série (volume 1) é apresentado o tema citologia, divisão celular, reprodução e embriologia, na 2ª série (volume 3) as Leis de Mendel, tipagem sanguínea, herança genética, evolução e ecologia, deixando assim o conteúdo sobre reinos presente no volume 2 para a 3ª série do ensino médio.

Com relação a quantidade de aulas dedicadas para a abordagem de fungos, varia de duas, três e seis aulas no 7º ano, e de duas a três aulas na 3ª série, dependendo do professor. O tempo de aula varia de 40, 45 e 50 minutos de acordo com o preestabelecido pela escola.

No que diz respeito ao preparo ou não de aulas práticas, dois dos oito professores entrevistados afirmaram não preparar aulas práticas. Quanto aos professores que disseram fazer, entre as opções apresentadas marcaram mais de uma opção temática. Para efeito de análise, as marcações duplicadas foram contabilizadas, (Gráfico 1).

Gráfico 1- Tipo de aula prática associada ao ensino de fungos assinaladas pelos professores.



Fonte: Autores (2019).

A aula prática mais realizada é a mostra de cogumelos e orelhas-de-pau, embora não esclareçam que material correspondem, se a amostra é real, fotos impressas e coladas ou modelo artificial. Do mesmo modo não explicam a abordagem prática aplicada às amostras, nem mesmo se preparam um roteiro de aula prática.

Em três ocasiões relatadas por alunos em estágio supervisionado que ministraram aula prática sobre fungos como atividade de regência vinculado a seus professores supervisores escolares, as amostras de cogumelos e orelhas-de-pau foram emprestadas da coleção didática do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Oeste do Pará. A atividade foi desenvolvida em laboratório e a abordagem foi a caracterização morfológica e classificação, complementado com a época e o habitat onde os cogumelos se desenvolvem.

A atividade de fungos fermentadores também foi citada como prática de micologia e a demonstração é dada em experimento simples com fermento de pão, substrato e balão inflável. Para esses tipos de experimentos demonstrativos seguem as sugestões expostas nos livros didáticos.

A mostra de vídeo produzida pelo próprio professor, ou disponível na mídia, foi considerada prática, embora seja exibida em sala de aula.

Seria interessante desenvolver uma prática de observação das estruturas e identificação de alguns grupos de cogumelos da região, dos quais podem estar

disponíveis no próprio espaço escolar, sem a necessidade de transportar os alunos para outro lugar, e mostrar a cultura de fungos comestíveis.

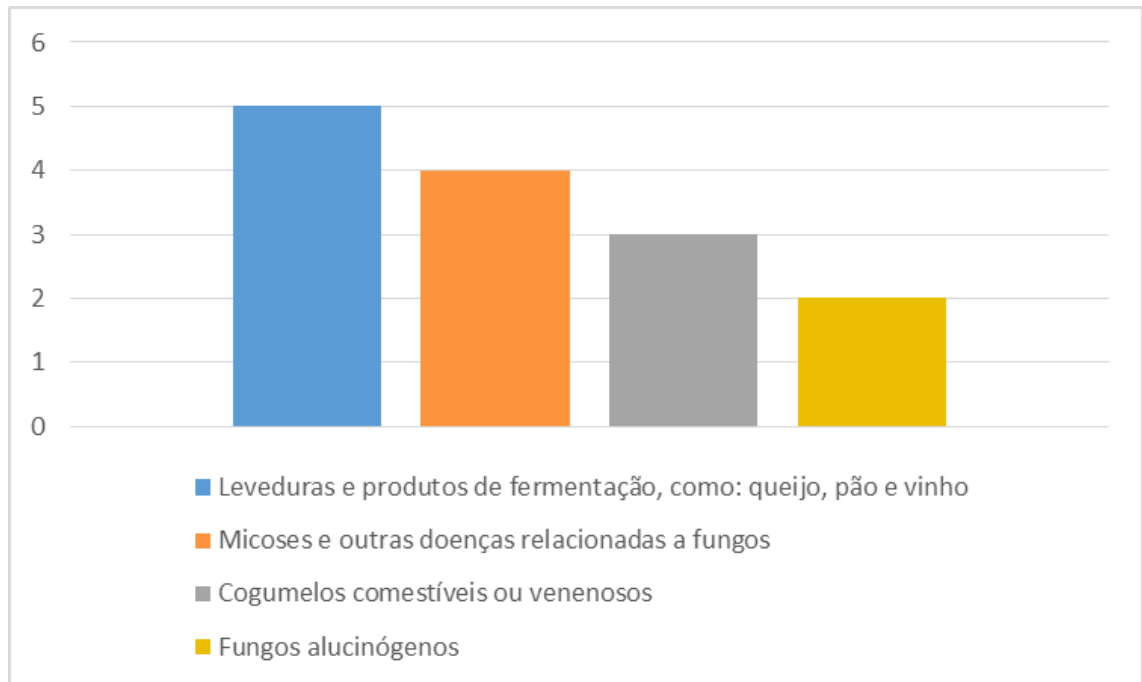
Com relação ao conteúdo abordado pelos professores, todos afirmaram seguir o conteúdo constante nos livros didáticos, dos quais estão listados a seguir:

No ensino fundamental são ensinados sobre mofos e bolores de pão ou frutas; cogumelos e orelhas de pau; e Leveduras.

No Ensino Médio desenvolvem para a Classificação de fungos Quitrídias, Zygomycetos, Ascomycetos e Basidiomycetos e as vezes Deuteromycetos, como o citado por um professor. Abordam fermentação alcoólica e láctica de fungos leveduriformes; estruturas morfológicas de fungos como hifas e micélios; fungos causadores de micoses e micotoxicoses; e sobre fungos que apresentam propriedades tóxicas e os comestíveis. Dentre os oito professores, dois não explicam sobre fungos formadores de corpos de frutificação, outros dois professores não abordam sobre fermentação láctica ou alcoólica, um professor não discute sobre fungos causadores de doenças, tóxicos ou comestíveis, e apenas um professor apontou não abordar sobre classificação dos fungos.

Os professores foram indagados com relação aos conteúdos micológicos que despertam mais interesse nos alunos, dos quais poderiam assinalar mais de uma opção quando fosse o caso. De maneira geral, todas as opções foram assinaladas, porém agrupou-se as respostas de acordo com a frequência em que determinado item foi apontado.

Gráfico 2-Conteúdos que despertam interesse nos alunos de acordo com a quantidade de vezes assinaladas pelos professores.



Fonte: Autores (2019).

Como pode-se observar, o conteúdo que aborda sobre leveduras e produtos de fermentação é o que mais interessa aos alunos, no entanto, na maioria das vezes os professores não usufruem dessa abordagem para instigar os seus alunos, visto que apenas dois preparam aulas práticas que envolvam fermentação láctica ou alcoólica.

## 5.6 DIFICULDADES DE MINISTRAR MICOLOGIA E DEMANDA DOS PROFESSORES

Todos os professores relataram que a principal dificuldade que enfrentam em ministrar aulas de micologia é a falta de material para realizar aulas práticas. Cinco dos oito professores assinalaram a falta de laboratório ou coleção didática de apoio ao ensino como dificuldade para o ensino de micologia.

Todos os professores apontaram que o material pedagógico que eles gostariam que o curso de licenciatura em biologia da Ufopa preparasse para a escola fossem roteiros de aulas práticas acessíveis, simples e rápidas a custos baixíssimos.

Nesse sentido, é interessante salientar que existem maneiras de proporcionar aulas práticas e rápidas que não requerem a utilização de aparatos sofisticados, como o desenvolvimento de mofos e bolores em alimentos de fácil acesso, ou fermentação utilizando leveduras de pão, sem acarretar custos adicionais ao professor.

No que diz respeito ao grau de interesse dos alunos sobre fungos, praticamente todos os professores o avaliaram como médio, com exceção de um professor que o considerou indiferente. Isso mostra que o ensino de fungos não é estimulante o suficiente para os discentes, pois não fornece atrativos que despertem entusiasmo e conseqüentemente não favorece o completo aprendizado.

## 5.7 APRENDIZAGEM DE MICOLOGIA

Em uma avaliação baseada em diálogo e respostas espontâneas promovidas em coletividade em três turmas de ensino fundamental, 7º ano, quando foram indagados sobre o conceito de fungos, as respostas foram bastante variadas. Considerando alunos que já tiveram aula sobre micologia, as manifestações mais frequentes foram expressas pelas palavras: cogumelo, mofo, animal, parasito e ser decompositor.

Avalia-se que os alunos correlacionam os fungos a estruturas específicas visíveis e perceptíveis, que foram apresentadas em aula, viram em seu livro didático ou lembram de ter visto na natureza. A alusão a função decompositora é mais provável que seja aprendizado adquirido em sala de aula. A associação a animais pode ser meramente uma tentativa, uma vez que nem a professora nem o LD fazem referência de fungos a animais. Seria aprendizado escolar em caso de aluno em curso superior, cuja abordagem inicia com esta discussão.

Com relação à pergunta sobre quais os tipos de fungos que eles conheciam e como eles eram, as falas mais repetidas foram as seguintes: cogumelo, bolores, orelha-de-pau, leveduras, champignon, comestíveis, venenosos e de várias cores e formatos. As respostas correspondem ao mencionado no LD e abordagem clássica dos professores ao referir fungos. Embora superficial, o ensino-aprendizagem é eficiente para a abordagem.

A terceira pergunta para a turma sobre a importância econômica dos fungos as respostas foram: pão, vinho, queijo, iogurte, cogumelo, champignon e trufas.

Embora associem corretamente produtos cujo processo envolve fermentação fúngica, apenas duas respostas correspondem exatamente a fungos comestíveis, e um deles “trufas” os alunos da região nunca obtiveram contato, a não ser pelo livro didático. Isso demonstra o poder que o LD tem de conduzir a aprendizagem e o efeito das ilustrações na memorização de um termo incomum.

Na pergunta sobre a função dos fungos na natureza e na saúde, os alunos responderam corretamente, com respostas como, decomposição, reciclagem de nutrientes, fermentação, doenças e até mesmo a produção de antibióticos, como a penicilina.

Diante de amostras de diferentes tipos de macrofungos (Figura 1) a maioria dos alunos em alvoroço reconheceram os organismos corretamente como cogumelos e orelhas-de-pau, e souberam dizer onde podem ser encontrados. Embora não associem as amostras a nenhuma classificação científica a não ser “fungos”, os espécimes mais vistosos como *Picnoporus sanguineus* foi reconhecido como orelha-de-pau, e *Phallus indusiatus* como cogumelo “fedorento”. Ambas as espécies são bastante comuns na zona periurbana de Santarém, onde as residências possuem quintais arborizados. Os fungos do gênero *Picnoporus* são vermelhos e vistosos em período seco, surgindo em troncos secos, velhos ou queimados. Já os *Phallus* aparecem em solos sombreados em período de chuvas.

Figura 1- Amostras de fungos exibidas na interação com alunos do 7º ano.



Líquen



*Pycnoporus* sp



*Phallus* sp



*Scleroderma* sp



*Ganoderma* sp

Fonte: Autores (2019).

Os alunos foram bastante participativos e atentos as indagações, parte motivada pela interferência incomum dos estagiários, parte pela vontade de mostrar o que sabem. Demonstraram bom nível de aprendizagem ao que se pode atribuir a eficiência do professor em ensinar ainda que apenas em sala de aula baseado em livro didático e em conteúdos básicos. Pode-se concluir também que os alunos dessas turmas souberam relacionar os saberes adquiridos em seu cotidiano com o ensino-aprendizagem escolar.

A partir da interação dialogada com os alunos, observou-se que os alunos possuem conhecimento fragmentado e superficial sobre o conceito de fungos, porém condizente ao conteúdo do ensino fundamental. A associação exacerbada de fungos às doenças e parasitas, mofos apodrecedores e cogumelos venenosos pode levar a desenvolver aversão a fungos ou medo; micofobia. Por outro lado, fungos fermentadores que produzem alimentos e bebidas são de alguma forma desassociado de “fungo”, como se houvesse uma distinção entre fungos fermentadores e outros fungos.

Apesar disso, os alunos se mostraram conhecedores das funções dos fungos na natureza e na saúde, destacando o seu papel na reciclagem de nutrientes

e produção de medicamentos. Além do mais, se mostraram capazes de reconhecer as diferentes formas dos fungos, independentemente de esses serem apresentados no livro didático ou instruído pelo professor de ciências da escola.

## **6 PROPOSTAS DE ROTEIROS PARA AULAS PRÁTICAS**

A maior demanda dos professores pesquisados em relação ao ensino de micologia é roteiros para execução de aulas práticas e apoio para formar coleção didática para uso em práticas.

### **Roteiros de aulas práticas de fungos para o nível fundamental**

#### **Roteiro de prática 01- Mamão mofado: Fungos invisíveis presentes no ar que apodrecem alimentos.**

##### **Contexto teórico:**

Fungos são seres vivos e estão presentes no ar, água e solo. Na água podem causar doenças aos peixes e sapos. No solo são importantes decompositores que devolvem ao solo elementos que formavam as folhas gravetos, frutos, sementes, insetos e outros animais que morrem. No ar estão como esporos invisíveis. Estes podem cair sobre alimentos, germinar e desenvolver em mofos e bolores.

##### **Local de preparo:**

- Laboratório de ensino ou pátio da escola, onde uma mesa pode dar apoio ao trabalho que precisa ser demonstrado.

##### **Materiais necessários:**

- Mamão médio maduro com casca limpa e sem machucados.
- Faca e colher limpas
- Papel toalha ou papel higiênico (não utilizar o que já estava no banheiro!)
- Dois vasilhames com tampa transparente ou vasilhames com filme plástico.

##### **Preparação**

Lavar bem o mamão, escorrer para secar ou enxugar com papel absorvente, cortar ao meio, com a metade do mamão voltada para baixo, retirar as sementes com cuidado para não esbarrar a colher na polpa. Evitar contaminação.

Colocar cada metade dentro de um vasilhame com a polpa para cima. Deixar um deles exposto sem tampar. E o outro deve ser imediatamente vedado com filme plástico ou tampa de vidro sem que este toque a polpa do mamão. Descansar por alguns dias em local fresco, úmido e sombreado. Acompanhe diariamente o resultado em ambos os vasilhames.

**Resultado esperado:**

Em vasilhame fechado os esporos de fungos do ar não caíram sobre o mamão que deve ter permanecido sem formação de mofos ou colônias de fungos.

Em vasilhame aberto caem esporos de fungos do ar que germinam sobre o mamão e nutrindo com o açúcar da polpa do fruto desenvolvem hifas formando mofos. À medida que o fungo consome o mamão este vai apodrecendo e diminuindo de tamanho até ser completamente pulverizado como resíduos da decomposição.

**Explicar:**

O ar que respiramos é cheio de partículas além e gases importantes como oxigênio. Algumas destas partículas são esporos de fungos. Quando um quarto ou sala da casa tem janelas fechadas e não entra o sol ou é úmido, os esporos caem devagarinho sobre uma superfície. Se onde os esporos caírem é um mamão cheio de nutrientes os esporos germinam e produzem mais esporos, mas se caírem sobre um plástico, tampa de panela, chão ou almofada seca, os esporos não conseguem desenvolver e o fungo não pode multiplicar.

**Discutir a importância de hábitos de higiene e prevenção da saúde:**

- Lavar as mãos antes de ingerir alimentos;
- Cobrir panelas, travessas e pratos com alimentos para não ser contaminado por fungos do ar;
- Manter pratos talheres xícaras cobertas com guardanapos ou virar de modo que o interior não receba esporos de fungos, bactérias ou vírus.
- Mesmo que as frutas possuam casca que protegem de fungos apodrecedores, convém conservar cobertas com pano, quanto mesmo ventilado e escurecido for um ambiente mais esporos existem no ar.
- Os fungos vistos formam filamentos finos e esbranquiçados e no centro da colônia formam pontos escurecidos verdes ou negros. Esses pontos são esporos que irão novamente se dispersar no ar.

Porque usar mamão e não banana e outros frutos?

Não é caro e é disponível por todo o ano em quintais, muitas vezes da própria escola.

É fácil de preparar, cortar limpar acomodar, é úmido e rico em carboidratos que favorecem o crescimento de fungo. A coloração da polpa amarelada ou alaranjada do mamão favorece a visualização do micélio de fungos em desenvolvimento.

## **Roteiro de prática 02. Fermento-ação**

### **Contexto teórico:**

Saccaromycetes são fungos fermentadores muito comuns na natureza e importante para os humanos. Chamados de fermento biológico transformam os alimentos ricos em nutrientes em outro tipo de alimento, ex: trigo em pão, uva em vinho, cevada em cerveja, leite em iogurte, requeijão e queijo. Também produzem álcool para diversas finalidades, inclusive combustíveis. Há dois tipos de fermentação biológica; a fermentação alcoólica e a fermentação láctica. A fermentação alcoólica que produz vinhos cervejas e álcool, forma gases CO<sub>2</sub> que podem ser observados em borbulhas que escapam para o ar. A fermentação láctica transforma leite em queijos e iogurtes, mas neste não forma gases.

### **Materiais necessários:**

- 10g Fermento biológico de padaria;
- Três garrafas pet de água mineral de 300ml transparente. Não usar outra que não seja mineral, e deve estar fechada, sem uso (não ter açúcar ou contaminantes);
- Três balões infláveis de cores diferentes; branco, azul e vermelho (a cor serve para identificar os conteúdos: água pura, leite e água com açúcar);
- 60cm Fio fino e resistente de algodão ou plástico;

### **Demonstrar a reparação explicando:**

Em uma garrafa de água mineral reduza para um terço o volume (100ml), tampe o gargalo do pet com um balão de cor azul, fixe amarrando com um fio. No segundo frasco esgote toda a água, coloque 100ml de leite natural fervido e esfriado, e 5 gramas de fermento biológico. Tampe o gargalo do pet com balão na cor branca, fixe amarrando com um fio. No terceiro frasco esgote a água e coloque 100 ml de água com duas colheres cheias de açúcar e misture. Após dissolver o açúcar, coloque 5 gramas de fermento biológico. Tampe o gargalo do pet com balão na cor vermelho, fixe amarrando com um fio. Coloque em um local morno ou ambiente natural para a região de Santarém, mas sem incidência de luz. Acompanhe o resultado.

**Explicação:**

O pet com água pura não recebeu adição de fermento biológico, logo nada deve ter ocorrido com o balão inflável.

O pet com água, açúcar e fermento sofre fermentação por fungo leveduriforme *Saccaromyces cerevisiae* (fermento biológico da padaria), que produz gás carbônico enquanto consome o açúcar convertendo em álcool. O balão deverá inflar com o gás que escapa da fermentação. É possível também em pet transparente observar as bolhas de ar no líquido açucarado escapando. O pet com leite e fermento biológico sofre fermentação biológica pelo mesmo fungo adicionado, mas não forma gás carbônico. Observa-se que o leite coalha e solidifica, transformando em iogurte ou queijo.

**Concluir:**

Os fungos leveduriformes realizam transformações biológicas em compostos orgânicos, como o leite, açúcar e vários outros. São dois tipos de fermentação: a fermentação alcoólica que produz cerveja, álcool, vinhos cachaças etc., e a fermentação láctica que produz iogurte, queijo, requeijão e outros derivados do leite. A fermentação alcoólica é diferente da láctica mesmo que o fungo seja o mesmo pois além do álcool forma gás CO<sub>2</sub>.

**Roteiros de aulas práticas de micologia para o nível médio**

Pressupõe-se que alunos do ensino médio desenvolvem raciocínio lógico e competência dedutiva, logo os conceitos teóricos podem ser mais aprofundados e as propostas para práticas de micologia devem acompanhar ou complementar o contexto teórico.

A maioria das escolas de ensino médio possui laboratório de ciências, embora muito pouco utilizado pelos professores. Geralmente, o único equipamento disponível é um microscópio óptico. Faltam produtos químicos ou vidrarias necessárias para estudos na área de micologia. Normalmente, não contam com recursos específicos para o desenvolvimento de aulas práticas, custo esse geralmente assumidos pelo professor de ciências ou biologia.

Os roteiros de práticas de micologia para ensino médio foram pensados para ser de baixo custo e executáveis pelos alunos sob supervisão do professor ou pelos estagiários universitários na cooperação universidade-escola.

**Roteiro de prática 01. Diferenciar Zygomycetos e Ascomycetos por meio de hifas**

**Local de preparo:**

- Laboratório de ciências

**Materiais necessários:**

- Régua milimétrica;
- Câmera digital (smartphone);
- Espinho de tucumã agudo, achatado, esterilizado à imersão em álcool e seco;
- Micélio de um fungo de pão ou frutas;
- Microscópio óptico (MO) com aumento 400x
- Tinta sem álcool;
- Lâmina e lamínula;
- Papel higiênico;

Observar e descrever a morfologia do micélio de uma colina de fungo:

- Substrato e ambiente;
- Forma, cor, textura, tamanho
- Visualizar de hifas do micélio

**Preparação:**

Sobre o papel higiênico colocar a lâmina limpa e seca. Pingar uma gota de água com tinta preta ou azul (preferencia tinta nakin) no meio da lamina. Com o auxílio de um espinho de tucumã retirar com cuidado hifa do micélio, colocar sobre a gota na lâmina, espalhar cuidadosamente de modo a esticar e separar os filamentos. Sobrepor a lamínula com cuidado para evitar bolhas de ar. levar ao MO primeiro sobre aumento 100x. Ajustar o foco. Aumentar para 200x e observar se há a formação de conidiosporângios (estrutura reprodutora assexuada). Neste momento será necessária auxílio do professor. Seguir o conidiófo (filamento que sustenta o conidiosporângio), até encontrar a hifa conidiogênica (hifa basal que forma os conídios). Aumentar para 400x e observar se a hifa apresenta septo ou não.

**Explicar:**

Hifas sem septos caracterizam fungos zigomicetos, raras vezes quitrídias. Hifas com septos caracterizam fungos ascomicetos, raras vezes basidiomicetos.

**Roteiro 2. Investigando e registrando macrofungos**

Aula prática de campo, preferivelmente em uma floresta como escola da floresta ou Flona Tapajós para escolas de Santarém.

**Método Investiga-Ação**

Organizar atividade de campo incluindo licença aos pais dos alunos, ônibus escolar, horário e professores corresponsáveis. Escolher época chuvosa de preferência fevereiro a maio na região de Santarém-PA. Aludir para os cuidados necessários e listar o comportamento preventivo, incluindo vestuário, hidratação, manuseio de fungos com luvas e colheita com pás e pinças. Não contatar a pelo diretamente com a mão, e se o fizer, não manusear alimentos. Não aspirar, não ingerir.

### **Acondicionamento de fungos macroscópicos:**

Para acondicionar todas as coletas caixa de isopor termoestável.

### **Materiais necessários para a coleta:**

- Envelopes de papel celofane ou seda para fungos de estruturas rígidas;
- Caixas de papel de vários tamanhos para cogumelos delicados e moles;
- Lápis para identificação diretamente no envelope de papel ou em etiquetas nas caixas (evitar canetas esferográficas, pois a tinta pode borrar com a umidade do cogumelo e não ser legível na hora necessária);
- Prancheta
- Régua milimétrica
- Pá coletora de metal do tipo pá de jardineiro.
- Canivete
- Câmera digital ou celular com câmera fotográfica
- Ficha catalográfica preparado pelo professor para caracteres de descritivos.

### **Método de registro fotográfico:**

- Fotografar o ambiente e substrato onde o macrofungo emerge.
- Escavar com a pá ou canivete, delicadamente para observar a volva ou o resto dela e o enraizamento do micélio na formação do cogumelo. Obs. Muitas vezes os macrofungos estão em ambientes escuros que dificultam a fotografia sem flash, por outro lado a iluminação pode mudar a cor do cogumelo.
- Coletar com a pá ou com canivete (colete o cogumelo com a volva e a estrutura de enraizamento).
- Leve para um local com iluminação natural sem contrastes de sol. Monte sobre a prancheta e papel milimetrado ou régua do lado e fotografe novamente, desta vez na iluminação natural suficiente para uma boa foto.

### **Preencha a ficha catalográfica com as características que pede:**

1. Substrato onde o fungo desenvolve: solo, liteira ou folheto, pau ou madeira com casca ou sem a casca, sobre tronco de árvore ainda viva, sobre a casca, sobre folhas ainda vivas, sobre insetos mortos, sobre excrementos de animais, sobre frutos ou flores no solo.
2. Cor e tamanho: embora já registrada em foto e coletada as características, é necessário anotá-las, pois as cores não são fotografadas em todos os ângulos e podem esconder colorações diferenciadas do anel ou das lamelas no verso do píleo. Também o tamanho muda com a perda de umidade.

Acondicione o macrofungo em uma caixa ou envelope enrolado delicadamente sem amassar ou em uma folha úmida de uma planta, viva ou morta. Enumere e identifique com as mesmas identificações da ficha catalográfica e o número da foto da câmera. Investigue o ambiente natural do fungo o quanto desejar e o tempo que tiver. Colete o quanto conseguir com os devidos procedimentos cuidadosos. Lembre-se: coletas biológicas com falhas nas informações inviabilizam a catalogação em uma coleção didática ou científica e dificultam a classificação no laboratório

As coletas desta atividade devem ser secadas em estufas a 40°C pelo tempo que precisar. Se o cogumelo é espesso e com alto teor de umidade demoram muito para a secagem. Em fungos já secos como *Picnoporus* a secagem pode ser ao ar livre acondicionado em sacos de papel absorvente.

**Observação importante:**

Os fungos em secagem precisam ser cobertos para que não espalhem os esporos e contaminem o ambiente, pois podem causar problemas respiratórios. Para identificação procure ajuda de um taxonomista de fungos. Recomenda-se formar coleção didática micológica da escola com o material coletado e tratado.

**Para praticar:**

- Organizar em grupos de 3 a 5 alunos;
- Definir fungos macroscópicos e a que subfilos pertence (Ascomycota-Pezizomycotina ou Basidiomycota-Agaricomycotina)
- Explicar o surgimento de fungos macroscópicos no período chuvoso e a brevidade dos cogumelos.

## 7 CONCLUSÃO

Todos os professores citados nessa pesquisa atuam na sua área de formação, lecionando tanto ciências do ensino fundamental quanto biologia no ensino médio, onde a maioria também trabalha em duas ou mais escolas diferentes, devido à baixa carga horária destinada ao ensino de ciências e biologia. Os professores são bastante móveis e adaptáveis às condições que as escolas oferecem, mas percebe-se que a mobilidade apresentada por eles na maioria dos casos inviabiliza o pleno desenvolvimento de atividades extraclasse, o que não ocorre quando um professor é exclusivo de determinada escola.

Os livros didáticos analisados nessa pesquisa são suficientemente bons em quantidade de conteúdo, mas ainda assim apresentam inúmeras falhas, como na qualidade de suas ilustrações, e desatualizações em seu conteúdo, mesmo passando por diversas edições. Essas edições são presumidamente atualizadas ou adequadas de edições anteriores, e levando em consideração que o conhecimento avançou aceleradamente nas últimas 5 décadas, em especial nas ciências biológicas, observa-se que os livros didáticos não têm acompanhado a evolução do conhecimento das ciências. Para efeito de ensino básico a abordagem dos livros didáticos poderia ser de baixa complexidade, compondo conhecimentos de classificação geral a nível de grandes grupos, caracterização ecológica, fisiológica e morfológica de distinção dos grupos de fungos comuns na região. Fungos de importância médica, esporos aéreos que precipitam sobre alimentos expostos, fungos utilizados no controle biológico de insetos, função dos fungos micorrízicos, produção de vitaminas e bioativos de metabolismo fúngico, cultivo e valor nutricional de fungos comestíveis.

No que diz respeito aos conteúdos e metodologias utilizadas pelos professores, nota-se que na maioria das vezes (principalmente para o ensino médio) eles se atêm ao livro didático, e acabam não tornando as aulas interessantes aos alunos. Por mais que a maioria dos professores entrevistados afirmem desenvolver aulas práticas, essas não são estimulantes ou a maneira com que o professor conduz não é capaz de instigar os alunos a investigar e solucionar problemas. Considera-se uma das grandes falhas do método atual de ensino, principalmente na área da Biologia, as aulas exclusivamente explicativas, onde os discentes atuam como espectadores do assunto a ser abordado, e não como construtores de seu próprio conhecimento. Ainda assim, os professores relatam que carecem de roteiros de fácil

execução e materiais para desenvolver aulas práticas, mostrando o seu empenho em tornar as aulas menos explicativas. Por esse motivo, aqui são sugeridos quatro roteiros de aulas práticas para atender a essa demanda, sendo duas para o ensino fundamental e duas para o ensino médio.

De maneira geral, os alunos conhecem alguns grupos de fungos, por mais que o seu método de identificação seja baseado em cogumelos e orelhas-de-pau, mas está condizente com o presente nos livros didáticos e com que o professor apresenta em sala de aula. A grande questão a ser analisada são as lacunas conceituais que se enraízam na mente dos alunos, pois não são capazes de alinhar as informações recebidas em sala de aula com o seu cotidiano, o que restam são conceitos frouxos sem interligação uns com os outros. O ensino de micologia nas escolas de ensino básico analisadas é em sua grande maioria condizente com a etapa de ensino e com o tempo que a ele é dedicado, no entanto é frágil, pois não são abordados os pontos que realmente são essenciais para a completa compreensão dos fungos, principalmente pela falta de contextualização sobre a microfauna na região amazônica.

## REFERÊNCIAS

- ADOLFO, A.; CROZETA, M.; E LAGO, S. **Biologia**, Vitória Régia, ed. 2, Paraná: 2005.
- AMABIS, J. M.; E MARTHO, G. R. **Biologia dos organismos**, Volume 2, ed. 3, Moderna, São Paulo: 2010.
- AMABIS, J. M.; E MARTHO, G. R. **Biologia Moderna**, Moderna, ed.1, São Paulo: 2016.
- ALVES, S.B.; LOPES, R.B.; VIEIRA, S.A.; TAMAI, M.A. Fungos entomopatogênicos usados no controle de pragas na América Latina. In: o (Ed). **Controle microbiano de pragas na América Latina: avanços e desafios**. Piracicaba: FEALQ, p. 69-110, 2008.
- BARR, D. J. S. Evolution and Kingdoms of Organisms from the Perspective of a Mycologist. **Mycologia**, v. 84, N. 1, p. 1-11, 1992. Disponível em: <<https://www.jstor.org/stable/3760397>> Acesso: 13-06-2019.
- BARROS, C.; E PAULINO, W. **Ciências: os seres vivos**, 7º ano, ed. 4, Ática, São Paulo: 2009
- BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. Programa Nacional do Livro Didático 2008 – **Guia de livros didáticos 5ª a 8ª Séries**. Secretaria de Educação.

BRASIL. **Decreto nº 91.542, de 19 de agosto de 1985**. Disponível em: <[http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-91542-19 agosto-1985-441959-publicacaooriginal-1-pe.html](http://www2.camara.leg.br/legin/fed/decret/1980-1987/decreto-91542-19_agosto-1985-441959-publicacaooriginal-1-pe.html)> Acesso em: 14/01/2019.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br>> Acesso em: 02/04/2019.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais/ Secretaria de Educação Fundamental-** Brasília: MEC, 1998. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencias.pdf>> Acesso em: 02/04/2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília, 1999. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>> Acesso em: 03/04/2019

BRASIL. Presidência da República. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm)> Acesso em: 01/06/2019.

BRASIL. Lei 9.394, de 20 dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, v. 134, n. 248, 23 dez. 1996. Seção 1, p. 27834-27841.

BOMFIM, M. G.; SILVA, Z. M. O livro didático de ciências para o ensino fundamental: uma reflexão. I Jornada Baiana de Pedagogia, Ilhéus: **EDITUS**, n. 1, v. 1, 2013.

BONONI, V. L. R., OLIVEIRA, A. K. M., QUEVEDO, J. R., GUGLIOTTA, A. M. Fungos macroscópicos do Pantanal do Rio Negro, Mato Grosso do Sul, Brasil. **Hoehnea**, v. 35, p. 489-511, 2008.

CALAÇA, F. J. S.; SANTOS, S. X. **Fungos coprófilos: a biodiversidade oculta nos excrementos**. São Leopoldo: Oikos; Anápolis: Editora Universidade Federal de Goiás, 2017.

CHOUDHARY, M.; DEVI, R.; DATTA, A.; KUMAR, A.; JAT, H. Diversity of wild edible mushrooms in Indian Subcontinent and its neighboring countries. **Recent Advances in Biology and Medicine**, v. 1, p. 69–76, 2015

DEACON, J. W. **Fungal Biology: Core Concepts and Problems**. Wiley-Blackwell, 2005. Disponível em: <<https://fcaib.edu.ng/books/Agriculture/Fungal%20Biology.pdf>> Acesso em: 17/01/2019.

ESPOSITO, E.; **Fungos: Uma Introdução a biologia, bioquímica e biotecnologia**. Educ's, ed. 2, p. 1-638, 2010.

FAVARETTO, J. A.; E MERCADANTE, C. M. **Biologia**, Volume único, ed. 1, Moderna, São Paulo: 2005.

FIOCRUZ. Micologia. In: **Conceitos e Métodos para a Formação de Profissionais em Laboratórios de Saúde**. Rio de Janeiro, vol. 4, p. 496, 2009.

GEWANDSZNAJDER, F. **Ciências: A vida na Terra**, 7º ano, Ática, ed. 4, São Paulo: 2009.

INSTITUTO DE PESQUISA DA AMAZÔNIA (INPA). Núcleo de Sinop (MT) recebe curso do Inpa sobre Macrofungos da Amazônia. 2013. Disponível em: <<http://portal.inpa.gov.br/index.php/ultimas-noticias/957-nucleo-regional-de-sinop-mt-recebe-curso-do-inpa-sobre-macrofungos-da-amazonia>> Acesso em: 24/04/2019.

INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL. Cogumelos Yanomani. Disponível em: <<https://www.socioambiental.org/pt-br/tags/cogumelos-yanomami>> Acesso em: 07/01/2019.

JOHAN, C. S., CARVALHO, M. S., ZANOVELLO, R., OLIVEIRA, R. P., GARLET, T. M. B., BARBOSA, N. B. V., MORESCO, T. R. Promovendo a aprendizagem sobre fungos por meio de atividades práticas. **Ciência e Natureza**, Santa Maria, Ed. Especial II, v. 36, p. 798–805, 2014.

KISCHKEL, B., REGINA, V. B. Jogos e prática educativa como ferramenta para despertar o interesse sobre fungos nas escolas. **Arquivos do MUDI**, v. 21, n. 1, p. 1-13, 2017.

HIBBETT, D. S., BINDER, M., BISCHOFF, J.F., BLACKWELL, M. et al. A higher-level phylogenetic classification of the Fungi. **Mycological Research**, v. 111, n. 5, p. 509-547, 2007.

HAWKSWORTH D. L. The Magnitude of Fungal Diversity: The 1.5 Million Species Estimate Revisited. **Mycological Research**, v. 105, p. 1422-1432, 2001.

HAWKSWORTH, D. L. Monitoring and safeguarding fungal resources worldwide: the need for an international collaborative MycoAction Plan. **Fungal Diversity**, v. 13, p. 29-45, 2003.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira. In: Lewinsohn T.M. (org.). **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente. 2006.

LIMA, D. F., OLIVEIRA, O. M. C., CRUZ, M. J. M. utilização dos fungos na biorremediação de substratos contaminados por petróleo: Estado da Arte. **Cadernos de Geociências**, v. 8, n. 2, p. 113-121, 2011.

MAIA, L. C.; CARVALHO JUNIOR, A. A. Introdução: os fungos do Brasil. In: FORZZA, RC., org., et al. Instituto de pesquisas jardim botânico de Rio de Janeiro. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio: Instituto de Pesquisa Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010. p. 43-48. Vol. 1.

MARTINS, R. L.; SANTOS, P. V.; CASTILHO, S. G. **Fermentação divertida: introdução à ciência através de atividade culinária**. São Paulo: cultura acadêmica, ed. 1, p. 1-49, 2014.

MELO, R. F. R. **Fungos Coprófilos de Pernambuco**. Tese (Doutorado) apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos do Departamento de Micologia do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Pernambuco, 2015.

MESSIAS, C. V.; SALOMÃO, R. S. **Visões do reino fungi: análise comparativa de livros didáticos escolares e acadêmicos**. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação. p. 1-12, 2009, ISSN: 21766940.

NAKATANI, A. S., SIQUEIRA, J. O., SOARES, C. R. F. S., LAMBAIS, M. R. Comunidades microbianas, atividade enzimática e fungos micorrízicos em solo rizosférico de “landfarming” de resíduos petroquímicos. **Bras. Ci. Solo**, v. 32, p. 1501-1512, 2008.

OGO, M.; E GODOY, L. **#Contato Biologia**, Quinteto, ed. 1, São Paulo: 2016

OLIVEIRA, J. C. **Tópicos em micologia médica**. Rio de Janeiro, 4. ed., p. 26-30, 2014.

PACHECO, I. S. **Estudo comparativo do genoma e do transcriptoma de *Phyllosticta citricarpa* (*Guignardia citricarpa*) agente da Mancha Preta dos Citros e *Phyllosticta capitalensis***. Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Bociências da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. 2014.

PAULINO, W. R. **Biologia, volume 2: seres vivos/fisiologia**, ed. Ática, São Paulo: 2005.

PEREIRA, K. C. SANTOS, C. F. Micotoxinas e seu potencial cancerígeno. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, vol. 15, n. 4, p. 147-165, 2011.

PEREIRA JUNIOR, E. A. **Condições de trabalho docente nas escolas de educação básica no Brasil: uma análise quantitativa**. Tese - (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação. Belo Horizonte, 2016.

PINHEIRO, P. G.; CASSAVAN, O. A influência da imagem estrangeira para o ensino da botânica no ensino fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 5, n. 1, 2005.

RAVEN, P. H. **Biologia Vegetal - 8ª Edição**. Ed. Guanabara Koogan, 2014.

SILVA, S. N.; SOUZA, M. L.; DUARTE, Ana Cristina. O professor de ciências e sua relação com o livro didático. Teixeira, P. M. M. (Org.); Razera, J. C. C. R. (Org.). **Ensino de ciências: pesquisas e pontos em discussão**. Campinas: Komedi, pág. 147-166, 2009.

ROSA, M. D. A.; MOHR, A. Os fungos na escola: análise dos conteúdos de Micologia em livros didáticos do Ensino Fundamental de Florianópolis. **Experiências no ensino de Ciências**, v. 5, n.3, p. 95-102, 2010.

SANTOS, G. O. **O trabalho docente na educação básica**. 2017. Disponível em: <<https://meuartigo.brasilecola.uol.com.br/educacao/o-trabalho-docente-na-educacao-basica.htm>> Acesso em: 01/06/2019

SILVA, D. S. **O Reino Fungi nos livros didáticos de Ciências**. Monografia apresentada ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. 2009.

SMITH, C. T.; CHAO, E. E. The opalozoan Apusomonas is related to the common ancestor of animals, fungi, and choanoflagellates. **Proc. R. Soc. Lond.**, 261, p. 1–9, 1995.

SOARES, L. A. L. **A facilitação da aprendizagem significativa do tema “Reino Fungi” no segundo segmento do ensino fundamental**. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) - Fundação Oswaldo Cruz, Instituto Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, RJ, 2014.

SOARES, A. M. S.; SOTÃO, H. M. P.; MEDEIROS, P. S.; GIBERTONI, T. B. Riqueza de fungos poliporoides (Agaricomycetes, Basidiomycota) em uma floresta ombrófila densa no Amapá, Amazônia brasileira. **Bol. Mus. Biol. Mello Leitão (N. Sér.)**, v. 35, p. 5-18, 2014.

SPIELMANN, A. A.; MARCELLI, M.P. **Fungos liquenizados**. São Paulo, p. 1-13, 2006.

SOUSA, N. D. C., MACÊDO, M. A. M., SANTOS, K. N. C., OLIVEIRA, A. M., TEIXEIRA, R. C. S., ROCHA, J. R. S. Jogos didáticos para o ensino de micologia nas escolas. In: **I CONICBIO / II CONABIO / VI SIMCBIO**, v. 2, p. 1-12, 2013.

SOUZA, H.Q.; AGUIAR, I. J. A. Diversidade de Agaricales (Basidiomycota) na reserva Biológica Walter Egler, Amazonas, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 34, p. 43-51, 2004.

SOUZA, N. C. P., BATISTA, D. E., NASCIMENTO, L. M., CAMAROTTI, M. F. Fungos: uma estratégia de intervenção didática no ensino de Biologia. In: **II Congresso Nacional de Educação**, v.1, p. 1-10, 2015.

SOTÃO, H. M. P.; CAMPOS, E. L.; COSTA, S. P. S. E. Micologia Diversidade dos fungos na Amazônia. **Cadernos de alfabetização científica**, Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, v. 1, 2004.

TREE OF LIFE WEB PROJECT. Disponível em: <<http://tolweb.org/tree/>> Acesso em: 25/04/2019.

VALICENTE, F. H. Controle biológico de pragas com entomopatógenos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 30, n. 251, p. 48-55, 2009.

VALLE C.; **Ciências Vida e Ambiente**, 6ª série, Positivo, Edição, 1ª edição, Curitiba: 2004.

WEBSTER, J.; WEBER, R. **Introduction to Fungi**. Cambridge University Press, 3ª ed. 2007

WHITTAKER, R. H. New Concepts of Kingdoms of Organisms. **Science**, vol. 163, p.150-160, 1969.

## ANEXO I

### CRITÉRIOS DE ANÁLISE DOS LIVROS DIDÁTICOS

1. Apresenta ou não abordagem micológica;
2. Número páginas destinadas para a abordagem;
3. Vínculo do tema: se esse é abordado ou não como um reino a parte;
4. Ilustrações utilizadas: se são autoexplicativas, didáticas e correspondentes com a veracidade do tema;
5. Metodologia de ensino: se o livro sugere algum apoio ao ensino, como aulas teóricas, práticas, experimentais, leituras complementares, etc
6. Método de abordagem: com que clareza os autores trabalham o tema, se transmite corretamente os conceitos, e se esses são suficientes para provocar o aprendizado. Classificação do conteúdo: **DENSO** (sintetizado e abrangente em comparação ao conteúdo do nível superior), **EXTENSO** (texto prolongado para conteúdo simples), e **SUPERFICIAL** (sem aprofundamento em conteúdo de micologia geral).

## ANEXO II

Universidade Federal do Oeste do Pará  
 Instituto de Ciências da Educação  
 Programa de Ciências Naturais

### Questionário complementar ao ensino de micologia: professor de ciências

1. No ensino de ciências, você aborda fungos em algum momento?  
 (...) Sim (...) Não  
 (a) Sim, na temática botânica no Ensino fundamental, ano: \_\_\_\_\_ e no Ensino médio, ano \_\_\_\_\_.  
 (b) Sim, na temática ecologia no ensino fundamental, ano: \_\_\_\_\_ e no Ensino médio ano \_\_\_\_\_.  
 (c) Não, pois o tempo para o ensino de ciências é pouco e damos prioridade para outros temas, de modo que até agora não sobrou tempo para abordar fungos.  
 (d) Não, por motivo diferente da anterior. Explique.  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_
  
2. Para o ensino de fungos:
  - (a) Sigo conteúdo de Livro didático e em ..... aulas (número de aulas) de 50 minutos no EF e discutimos sobre:
    - ( ) mofo e bolores e pão ou frutas
    - ( ) cogumelos e orelhas de pau
    - ( ) leveduras
  - (b) Sigo conteúdo do LD em .... aulas (número de aulas) de 50 minutos no EM e discutimos sobre:
    - ( ) Classificação de fungos Quitrídias, Zigomycetos Ascomycetos e Basidiomycetos.
    - ( ) Outra classificação de fungos, cite: \_\_\_\_\_
    - ( ) Sobre fermentação alcoólica e láctica de fungos leveduriformes.
    - ( ) Sobre fungos formadores de hifas e micélios.
    - ( ) Sobre fungos formadores de corpos de frutificação: ascomas, cogumelos e orelhas de pau.
    - ( ) Sobre fungos causadores de micoses e micotoxicoses.
    - ( ) Sobre fungos comestíveis e tóxicos.



( ) Fungos alucinógenos

8. Que tipo de material pedagógico gostaria que o curso de licenciatura -biologia da Ufopa preparasse para a escola? Marque uma ou mais opções.

( ) Apostila com conteúdo teórico atualizado sobre fungos para ampliar o conhecimento

( ) Apostila com explicações aprofundadas sobre morfologia, classificação, metabolismo, fisiologia e ecologia de fungos.

( ) Pôster sintetizado sobre micologia adequado para ensino básico.

( ) Roteiros de aulas práticas acessíveis, simples e rápidas realizáveis em laboratório de ensino.

( ) Roteiro de aula prática de campo para promover a investigação sobre cogumelos e orelhas de pau.

**ANEXO III**

Universidade Federal do Oeste do Pará  
Instituto de Ciências da Educação.  
Programa de Ciências Naturais  
**Questionário sobre aprendizagem de fungos**

1) O que é fungo?

2) Quais fungos você conhece e Como ele é?

3) Você conhece fungo que podemos comer? Ex.

4) Qual a função dos fungos na natureza e na saúde?

5) Interativo. (Levar uns 5 da coleção e perguntar se conhece)