

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SÃO PAULO, CÂMPUS SÃO
ROQUE**

**Elen Cristiane Domingues
Paula Navajas**

**BASIDIOMICETOS E ASCOMICETOS (FUNGI,
BASIDIOMYCOTA E ASCOMYCOTA) DO INSTITUTO
FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
DE SÃO PAULO, CÂMPUS SÃO ROQUE:
CHECKLIST DE ESPÉCIES E REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA DE ASPECTOS MOLECULARES**

**São Roque
2019**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SÃO PAULO, CÂMPUS SÃO
ROQUE**

**Elen Cristiane Domingues
Paula Navajas**

**BASIDIOMICETOS E ASCOMICETOS (FUNGI,
BASIDIOMYCOTA E ASCOMYCOTA) DO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE SÃO PAULO, CÂMPUS SÃO
ROQUE: *CHECKLIST* DE ESPÉCIES E REVISÃO
BIBLIOGRÁFICA DE ASPECTOS MOLECULARES**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Licenciatura em Ciências Biológicas sob orientação do Professor Dr Fernando Santiago dos Santos e Coorientação do Professor Dr Sandro José Conde.

**São Roque
2019**

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às nossas famílias que sempre nos apoiaram e nos incentivaram a estudar, e por todo apoio dado durante a graduação e construção deste trabalho, pois foram essenciais para que tudo desse certo.

Agradecemos aos amigos que fizemos durante a jornada no IFSP - Campus São Roque, que sempre nos apoiaram e auxiliaram no que puderam. Obrigada de todo coração, Cristiane, Karina, Gustavo, Matheus, Victor e Victória.

Agradecemos ao nosso orientador, Prof^o. Dr. Fernando Santiago dos Santos por aceitar essa missão e nos apoiar desde o início, por todo apoio dado, todos os materiais cedidos, o tempo disponível sempre tirando nossas dúvidas e sendo um grande amigo.

Agradecemos ao Prof^o. Dr. Sandro José Conde, nosso co-orientador, por também aceitar essa missão, pelo tempo disponível, o conhecimento compartilhado, apoio e amizade.

Agradecemos aos membros e suplentes da banca examinadora, Prof^o. Dr. Márcio Pereira, Prof^o. Dr. Fernando Schoenmaker e Prof^a. Dra. Glória Cristina Marques Coelho Miyazawa, que dedicaram um tempo à nosso trabalho e nos auxiliaram.

Agradecemos à todos os nossos professores que, de alguma maneira, sempre contribuíram transmitindo conhecimento e experiências, sendo essenciais à nossa formação.

Agradecemos às colegas Bruna Graziela Stravatti e Carina Czerencha Genebra por todo apoio e todo material compartilhado que contribuiu imensamente para construção deste trabalho.

RESUMO

Os fungos são seres de grande relevância ecológica, pois desempenham o papel de decompositores de matéria orgânica. São organismos heterótrofos, eucariontes e possuem espécies micro ou macroscópicas. Esses organismos têm sua organização por meio de hifas, que compõem o micélio. Existem ao todo, oito grupos de fungos, sendo Ascomycota e Basidiomycota os únicos que possuem corpo de frutificação. Este trabalho apresenta um levantamento dos grupos Ascomycetes e Basidiomycetes realizado no IFSP - Campus São Roque (IFSP-SRQ), que se encontra no bioma da Mata Atlântica, onde, baseado neste trabalho, realizou-se um levantamento bibliográfico relacionado a parte molecular à esses fungos coletados, além do registro fotográfico das espécies encontradas. As espécies foram coletadas de março de 2018 a março de 2019, durante o período de uma Iniciação Científica Voluntária. Ao todo, foi possível encontrar 24 famílias, 39 gêneros e 70 espécies de fungos, sendo apenas uma delas pertencente ao grupo dos Ascomycota, demonstrando a riqueza, principalmente de Basidiomycota, que pode ser encontrada nesta localidade, apesar da ação antrópica que atua sobre o local há muito tempo. O levantamento bibliográfico apontou para 37 artigos na plataforma NCBI e outros 20 no Portal Capes, porém, muitos deles, apesar dos descritores rígidos, não estavam de acordo com a proposta da pesquisa, pois tratavam de fungos que não foram encontrados durante o levantamento no IFSP-SRQ, sendo em sua maioria sobre fungos alucinógenos, patogênicos, comestíveis, ou apenas fungos encontrados em outros países. A escassez de trabalhos sobre fungos e, principalmente, sobre sua parte molecular se mostra evidente, sendo necessários maiores estudos na área, considerando que muitas espécies ainda não foram identificadas e a análise molecular é de extrema importância para determinar algumas espécies.

Palavras-chave: Fungos, Basidiomycota, Ascomycota, Identificação, Análise molecular.

ABSTRACT

Fungi are beings of great ecological relevance because they play the role of decomposers of organic matter. They are heterotrophic organisms, eukaryotes and have micro or macroscopic species. These organisms are organized by hyphae, which make up the mycelium. There are in all eight groups of fungi, being Ascomycota and Basidiomycota the only ones that have fruiting body. This paper presents a survey of the Ascomycetes and Basidiomycetes groups carried out at the IFSP - Campus São Roque (IFSP-SRQ), which is located in the Atlantic Forest biome. collected fungi, besides the photographic record of the species found. The species were collected from March 2018 to March 2019, during the period of a Voluntary Scientific Initiation. In all, it was possible to find 24 families, 39 genera and 70 species of fungi, only one of them belonging to the Ascomycota group, demonstrating the richness, mainly of Basidiomycota, that can be found in this locality, despite the anthropic action that acts on the long time ago. that has been acting on the site for a long time. The bibliographic survey pointed to 37 articles on the NCBI platform and another 20 on the Capes Portal, however, many of them, despite the rigid descriptors, did not agree with the research proposal, as they dealt with fungi that were not found during the IFSP-SRQ survey, being mostly about hallucinogenic, pathogenic, edible, or just fungi found in other countries. The scarcity of studies on fungi and, mainly, on its molecular part is evident, and further studies are needed in the area, considering that many species have not yet been identified and molecular analysis is extremely important to determine some species.

Keywords: Fungi, Basidiomycota, Ascomycota, Identification, Molecular analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Filograma mostrando os principais grupos de fungos e suas relações filogenéticas	11
Figura 2. Imagem aérea dos locais delimitados para as coletas	14
Figura 3. Representação dos diferentes tipos de lamelas, poros e espinhos	16
Figura 4. Representação da aderência das lamelas	16
Figura 5. Representação dos tipos de píleo	17
Figura 6. Gráfico com total de fungos identificados	22
Figura 7. Gráfico da quantidade de Espécies em cada Ordem	23
Figura 8. Gráfico da quantidade de Espécies em cada Classe	23
Figura 9. Dente sangrento (<i>Dydnellum peckii</i>)	24
Figura 10. <i>Ink Cap</i> (<i>Coprinus comatus</i>)	24
Figura 11. <i>Bisporella</i> sp (20X)	24
Figura 12. Família Agaricaceae	25
Figura 13. <i>Cyptotrama asprata</i>	26
Figura 14. <i>Macrolepiota procera</i>	26
Figura 15. <i>Cortinarius</i> sp	27
Figura 16. <i>Entoloma sericeum</i>	27
Figura 17. <i>Entoloma</i> sp1	28
Figura 18. <i>Entoloma</i> sp2	28
Figura 19. <i>Entoloma</i> sp3	29
Figura 20. <i>Crepidotus mollis</i>	29
Figura 21. <i>Inocybe lacera</i>	30
Figura 22. Gênero <i>Marasmius</i>	30
Figura 23. <i>Cyathus striatus</i>	30
Figura 24. <i>Gymnopus</i> sp	31
Figura 25. <i>Cprinopsis atramentaria</i>	31
Figura 26. <i>Schizophyllum commune</i>	31
Figura 27. <i>Hypholoma capnoides</i>	32
Figura 28. <i>Pseudoclitocybe cyathiformis</i>	32
Figura 29. <i>Tricholoma</i> sp	33
Figura 30. <i>Auricularia auricula-judae</i>	33
Figura 31. <i>Pallus indusiatus</i>	34
Figura 32. Gênero <i>Trametes</i>	34
Figura 33. Família Russulaceae	35
Figura 34. Gênero <i>Lactarius</i>	35
Figura 35. <i>Calocera cornea</i>	35

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Fungos identificados.....	19
--	-----------

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
CAPÍTULO 1 - ASCOMYCOTA E BASIDIOMYCOTA.....	11
1.1 Sistemática dos grupos	11
1.1.1 Ascomycota.....	11
1.1.2 Basidiomycota	12
1.2 Análise Genética	12
CAPÍTULO 2 - MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
2.1 Área de estudo	14
2.2 Métodos empregados	15
2.3 Identificação.....	15
2.4 Levantamento bibliográfico.....	17
CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	19
3.1 <i>Checklist</i>	19
3.2 Registro Fotográfico	25
3.3 Levantamento bibliográfico.....	36
CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	38
REFERÊNCIAS.....	40

INTRODUÇÃO

O maior organismo vivo existente na Terra é um fungo, *Armillaria ostoyae*, que ocupa cerca de 900 hectares e está localizado nos Estados Unidos; porém, os fungos podem ser encontrados por todo o planeta. Muito conhecidos por sua função como decompositores da matéria orgânica, têm grande importância ecológica para a manutenção do ciclo da vida. Além disso, formam relações simbióticas muito importantes: associados a raízes de plantas, formando as micorrizas; ou os fungos liquenizados, conhecidos popularmente como líquens, que são compostos pela associação de algas ou cianobactérias com fungos; para alimentação de insetos como formigas, que nutrem os fungos e os consomem, mantendo-os dentro dos formigueiros; e os fungos endófitos que vivem dentro de plantas e podem produzir toxinas que protegem seu hospedeiro (RAVEN *et al.*, 2011). Os fungos também estão presentes em nossas vidas como alimento (Shiitake, Shimeji e Champignon, entre outros), patologias (micoses em animais, ferrugens em plantas), medicamentos (penicilina) e em nossa microbiota indígena (*Candida albicans* - o sapinho).

Segundo Raven e colaboradores (2011) e Bresinsky e colaboradores (2012), os fungos são organismos eucariotos, heterotróficos, que contêm quitina e glucanos em suas paredes celulares ao invés de celulose, já tendo sido confundidos com plantas anteriormente; contudo, evidências no campo de estudo da biologia molecular mostraram que os fungos, que atualmente possuem seu próprio reino - Fungi - estão mais próximos evolutivamente dos animais, visto que são filogeneticamente derivados de linhagens animais mais basais, tendo apenas a natureza sésil e forma de vida multicelular¹ como semelhança com as plantas, entretanto, ainda são objetos de estudo da Botânica.

O número de espécies identificadas varia demasiadamente entre os autores: para Kirk e colaboradores (2008), 99.000 estão descritas; para Raven e colaboradores (2011), mais de 70.000 espécies haviam sido identificadas, e estimava-se cerca de 1.700 novas espécies são descobertas por ano; para Bresinsky e colaboradores (2012), os Basidiomycota somam 30.000 identificações - 30% das espécies descritas - e os Ascomycota junto a outros fungos deles

¹ Alguns fungos são unicelulares, como as leveduras (RAVEN *et al.*, 2011).

derivados somam 60.000 identificações - 60% das espécies descritas; enquanto Laessle (2013) estima a existência de mais de 1,5 milhão de espécies diferentes de fungos em nosso planeta, sendo mais de 90% das espécies ainda não catalogadas.

O filo Ascomycota compreende diversas espécies conhecidas por estragarem os alimentos, como alguns bolores; já leveduras, trufas e morchelas possuem grande valor econômico por seu papel na alimentação. O nome do filo vem de sua estrutura de reprodução sexuada, o asco (ALEXOPOULOS; MIMS; BLACKWELL, 1996; RAVEN *et al.*, 2011).

Os Basidiomycota incluem diversos representantes bastante conhecidos, visto que nesse filo estão presentes os cogumelos comestíveis. O filo distingue-se dos demais por conter o basídio, estrutura portadora de esporos em seu exterior (RAVEN *et al.*, 2011).

Os fungos podem ser estudados de vários aspectos, por exemplo, morfológico, ecológico, e também genético/molecular. A área que estuda a parte molecular de vários organismos, inclusive a de fungos, é a Biologia Molecular. Esta é a área das Ciências Biológicas que visa estudar os organismos a partir de suas interações bioquímicas e as relações genéticas dessas interações, tendo como meta compreender os cinco padrões básicos de comportamento celular, sendo eles: crescimento, divisão, especialização, movimento e interação, buscando estudar as várias moléculas envolvidas nesses processos. Ou seja, a Biologia Molecular busca descrever o mais completamente possível a estrutura, função e inter-relações das macromoléculas nas células, dessa forma, compreendendo melhor o porquê dos comportamentos das células (MALACINSKI, 2011).

Os materiais relacionados a qualquer aspecto dentro da micologia - genéticos ou morfológicos - são bastante escassos. Os materiais geralmente encontrados estão relacionados ao cultivo de alguns cogumelos, como alguns exemplares da biblioteca do IFSP - Campus São Roque: Cogumelo do Sol (TEIXEIRA, 1999), Cultivo de Cogumelos Comestíveis (BONONI *et al.*, 1999) e Produção de Cogumelos (FERREIRA, 1998). É de grande importância salientar que a maioria dos materiais publicados são do exterior, evidenciando a falta de interesse, as baixas condições e raros investimentos em pesquisa na comunidade científica brasileira, dificultando o conhecimento sobre esses organismos. O Brasil

possui uma quantidade expressiva da diversidade total dos fungos, mas a deficiência nas informações sobre esse grupo é notável visto a falta de exploração dessa área, mostra o Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil (FORZZA *et al.*, 2010), e considerando essa escassez de materiais, é válido ressaltar a importância da realização de trabalhos na área da micologia.

Este trabalho busca apresentar os resultados obtidos do levantamento de espécies de Basidiomicetos e Ascomicetos realizado no IFSP - Câmpus São Roque (IFSP-SRQ) provenientes de uma Iniciação Científica Voluntária realizada no período de 2018 a 2019 e o levantamento bibliográfico realizado sobre os aspectos moleculares, que buscou um maior aprofundamento sobre esses fungos encontrados.

CAPÍTULO 1 - ASCOMYCOTA E BASIDIOMYCOTA

Este capítulo aborda a sistemática atual de Basidiomycota e Ascomycota e algumas discussões sobre aspectos moleculares relacionados a estes grupos de fungos.

1.1. Sistemática dos grupos

Os fungos podem ser divididos em vários grupos, sendo os principais Ascomycota, Basidiomycota, Zygomycota e Chytridiomycota, estando suas relações filogenéticas dispostas conforme representado na Figura 1.

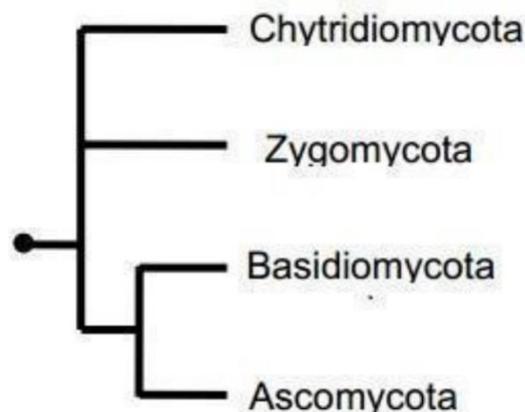


Figura 1. Filograma mostrando os principais grupos de fungos e suas relações filogenéticas (GUERRA *et al.*, 2011).

De acordo com Petersen (2012), existem ao todo oito grupos dentro do reino Fungi, sendo eles, respectivamente: Microsporidiomycota, Blastocladiomycota, Neocallimastigomycota, Chytridiomycota, Glomeromycota, Zygomycota, Ascomycota e Basidiomycota.

1.1.1. Ascomycota

O filo Ascomycota é considerado o maior dentre Fungi devido ao número de espécies identificadas, abrigando exemplares com tamanhos que podem variar de décimos de milímetro a alguns centímetros (PETERSEN, 2012). São parasitos de plantas ou saprobiontes, e ocupam habitats majoritariamente terrestres; contudo, existem espécies aquáticas, que podem ser de água doce ou salgada (BRESINSKY *et al.*, 2012).

Possuem o talo, que é um micélio rico em ramificações das hifas septadas, os quais possuem paredes transversais interrompidas por um poro simples. O asco, estrutura em forma de saco que origina o nome do filo, é um meiosporocisto frequentemente tubuloso formado na reprodução sexuada, e é onde se completa a fusão dos núcleos sexuais, a meiose e a diferenciação endógena dos meiospóros (BRESINSKY *et al.*, 2012).

1.1.2. Basidiomycota

Basidiomycota é considerado o segundo maior filo do Reino Fungi. Decompositores plenamente adaptados à vida terrestre, são caracterizados por possuírem hifas septadas, as quais formam o basidioma, estrutura que podemos ver e que chamamos comumente de cogumelos. Tal estrutura surge para a reprodução desses fungos, servindo como forma de dispersão dos esporos. As paredes transversais das hifas são frequentemente trespessadas por poros simples e possuem pontuação²; a maioria é em forma de barril, cobertas em ambos os lados por parentossoma, formado pelo retículo endoplasmático; o basídio pode ser septado ou claviforme e unicelular, e os basidiósporos germinam por meio de hifas germinativas e raramente com esporos secundários ou conídios (BRESINSKY *et al.*, 2012).

1.2. Análise Genética

A Análise genética é um estudo incluído na grande área da Biologia Molecular, área essa que pode ser entendida como a junção da genética e da bioquímica, buscando, então, estudar os organismos desses dois aspectos (MALACINSKI, 2011).

Os fungos são organismos que por muito tempo vem causando dificuldade de classificação para os cientistas, tendo o grupo sido incluído entre as plantas, sendo que atualmente sabemos que estes apresentam características mais próximas do grupo dos animais.

A análise molecular de organismos pode e já vem ajudando a definir melhor a classificação do grupo dos fungos. Além disso, ela pode ser usada para o estudo de genética de populações, filogenia, mapeamento e expressão gênica, e também

² Aberturas nas paredes das hifas.

na área da biologia forense, onde as análises de DNA podem ser a diferença para a resolução de um crime, pois conseguem identificar o DNA a partir de quase todos os materiais biológicos (LEITE *et al.*, 2013).

Dentro do grupo dos fungos, podemos encontrar a dificuldade de distinção de uma espécie da outra, pois muitas são morfofisiologicamente muito parecidas, sendo a análise de DNA um método que pode ajudar a diferenciar as espécies. Este método não ajuda apenas a distinguir espécies, mas também a agrupar algumas que deveriam estar na mesma família, pois a análise genética aponta a presença de um ancestral em comum entre as duas que antes estavam em famílias distintas (SINGH; GUPTA, 2017). Até algum tempo, os fungos que não possuíam seu ciclo sexual conhecido eram alocados no filo Deuteromycota, que era basicamente uma categoria de espera ou provisória (*insertae sedis*) já que, com o passar dos anos foi possível, por meio de sequenciamento de rRNA, realocar as espécies em outros filios, principalmente em Ascomycota e Basidiomycota, pois a fase observada anteriormente era apenas a anamorfa³ (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

Existem diversos métodos para realizar a análise genética dos fungos, alguns de alto custo, mas outros que vêm se tornando gradativamente mais acessíveis. Algumas dessas técnicas são: RFLP, PCR, RAPD, DNA Barcoding e até mesmo PCR-ELISA (SINGH; GUPTA, 2017).

³ Fase anamorfa: assexual.

CAPÍTULO 2 - MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi iniciado em 2018 e encerrado em 2019, e durante esse período foram feitas inicialmente as coletas e identificações e após a finalização dessa parte, o levantamento bibliográfico relacionado aos aspectos moleculares.

2.1. Área de estudo

O estudo foi realizado no IFSP-SRQ, possuindo uma área total em torno de 36.000 m² (23°33'18"S e 47°08'59"W). As coletas foram realizadas em localizações onde há maior concentração de vegetação, sendo elas: uma pequena área próxima a casa de vegetação; e uma área que se estende desde a parte posterior dos laboratórios do Instituto até a parte que margeia a Rodovia Prefeito Quintino de Lima, onde o Instituto está situado (Figura 2).



Figura 2. Imagem aérea da área dos locais delimitados para as coletas, contornadas em vermelho (Fonte do mapa: GoogleEarth®, 2019).

O Bioma encontrado nessa região é a Mata Atlântica, que se estende do Rio Grande do Norte ao Rio Grande do Sul e é caracterizado na região Sudeste pelo clima tropical com temperatura média de 22°C (UZUNIAN *et al.*, 2008). De

acordo com Peel (2007, *apud* SANTOS, 2013) a classificação climática de área em questão é dada por Cwa/Köppen, sendo possível diferenciar em duas estações, sendo de abril a setembro a estação fria e seca e de outubro a março quente e úmida. A pluviosidade anual média é de 1.321mm, já a precipitação do mês de agosto (mais frio) é de 38,5 mm e a de janeiro (mais quente) é de 225,9 mm.

2.2. Métodos empregados

As coletas foram realizadas do período de março de 2018 a março de 2019, sendo realizadas ao menos duas coletas ao mês, buscando, com isso, encontrar a maior biodiversidade de fungos possível abrangendo todos os períodos do ano. Elas consistiram na extração de uma amostra do fungo, mais especificamente, de sua parte reprodutiva: o corpo de frutificação, utilizando-se de canivete e pinça para realizá-las. O material coletado foi registrado fotograficamente com celulares no modelo Moto G5, Moto G5S e Moto G6 Play, utilizando-se de uma régua ou lupa estereomicroscópica para referência dos tamanhos, sendo a régua medida em centímetros e milímetros e a lupa medida em quantidade de aumento, por exemplo 20x ou 40x. Após isso, os exemplares foram armazenados em recipientes contendo solução de formol, álcool 100% e água, na proporção de 1:1:8.

2.3. Identificação

A identificação ocorreu por meio do uso de chaves dicotômicas como Laessle (2013) e Pacioni (1981), utilizando-se os registros fotográficos realizados e os exemplares conservados para a observação das características.

A primeira característica observada é se o fungo possui poros, espinhos ou lamelas; a maioria possui lamelas, sendo o próximo passo, nesses casos, avaliar o espaçamento entre as lamelas e sua aderência (Figuras 3 e 4).

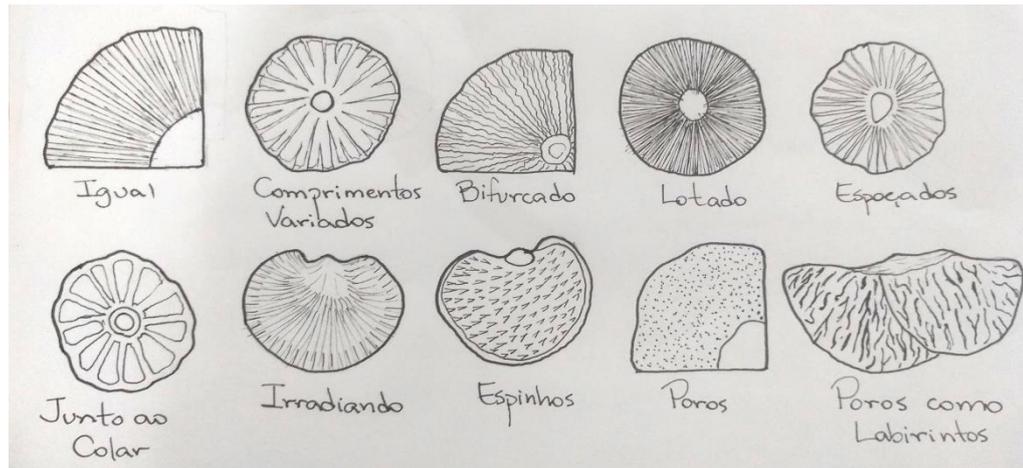


Figura 3. Representação dos diferentes tipos de lamelas, poros e espinhos (Fonte: Elaborada pelos autores).

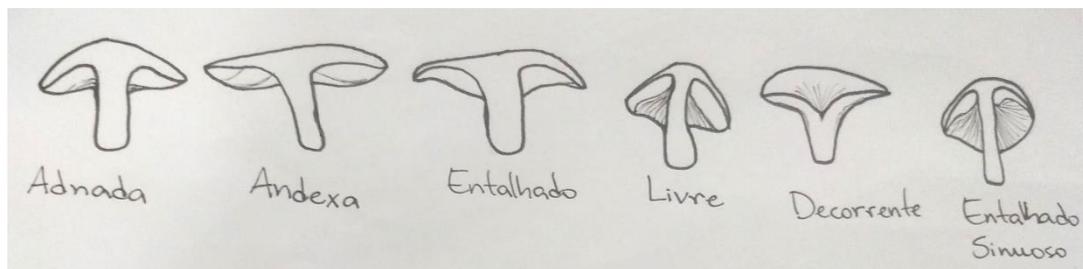


Figura 4. Representação da aderência das lamelas (Fonte: Elaborada pelos autores).

O tamanho da espécie em avaliação também é importante, sendo avaliado o tamanho total, o diâmetro do ápice e da base, altura e espessura do chapéu e altura e comprimento das lamelas. Outra característica muito importante é o formato do chapéu: convexo, cônico, em forma de funil, umbonado, guardado, com escamas soltas, escamoso, com margem ranhurada, estriado radialmente, com zonas concêntricas, desgrenhado, pegajoso e com margem enrolada (Figura 5). A margem e a superfície do chapéu também são características que auxiliam muito na identificação da espécie, existindo diversos tipos. A presença ou não do anel é um fato que divide os fungos em dois grandes grupos, direcionando melhor a identificação (LAESSOE, 2013).

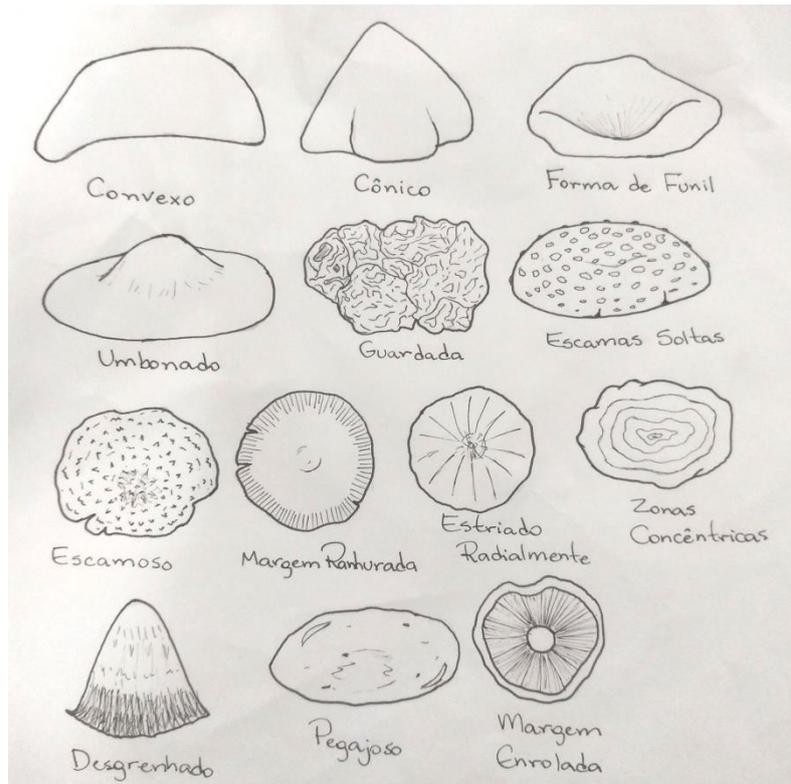


Figura 5. Representação dos tipos de píleo (Fonte: Elaborada pelos autores).

2.4. Levantamento bibliográfico

O primeiro passo para realizar um levantamento bibliográfico é a definição dos descritores; este trabalho utilizou os termos Fungi, Basidiomycota, Ascomycota, Analysis e Genetics, utilizando os critérios Free full text (textos grátis) e publicações de até dois anos na base de dados NCBI (National Center for Biotechnology Information), e Basidiomycota, Ascomycota, Analysis, Molecular, Genetics e Atlantic forest, com o critério de artigos de até cinco anos e retirando artigos que envolvessem Endophytes, Symbiosis, Micorrizae, Soil Microbiology e Bactéria, na base de dados Portal Capes.

Cada descritor foi selecionado de acordo com os resultados desejados, que fossem mais adequados aos dados obtidos com o levantamento. Alguns termos eram mais direcionados aos fungos propriamente ditos, enquanto outros serviriam para direcionar os resultados aos aspectos moleculares e até ao bioma onde se encontra o IFSP-SRQ.

O termo Fungi, mais genérico, foi utilizado para encontrar trabalhos relacionados ao Reino Fungi de forma geral. Basidiomycota foi o termo utilizado para selecionar trabalhos que englobavam a maior parte dos fungos identificados no levantamento. O descritor Ascomycota buscava selecionar trabalhos

relacionados à esse filo específico, encontrado também no levantamento de espécies.

O termo Analysis foi utilizado buscando selecionar trabalhos que envolveram algum tipo de análise. Para selecionar trabalhos relacionados à área de análise molecular, foi utilizado o descritor Molecular. Já o descritor Genetics selecionava trabalhos que possuíam dados genéticos sobre fungos.

O descritor Atlantic forest tinha como intuito selecionar trabalhos na área da micologia que pudessem ter sido realizados no bioma Mata Atlântica, onde foi realizado o levantamento.

Os resultados encontrados foram, respectivamente, 37 e 20 artigos, porém os artigos encontrados não condiziam com a proposta do levantamento, pois mesmo com bons descritores, os trabalhos sobre fungos do Brasil são escassos, sendo o material disponível de fungos de outros países.

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este trabalho teve como objetivos identificar os fungos ascomicetos e basidiomicetos em nível genérico e específico, como também realizar o levantamento bibliográfico relacionando os fungos encontrados à materiais já publicados.

3.1. Checklist

A identificação dos fungos coletados resultou em três classes, dez ordens, 23 famílias, 32 gêneros, totalizando 69 espécies de Basidiomicetos. Já no filo Ascomycota, apenas uma espécie foi encontrada, pertencente à Classe Leotiomycetes, Ordem Helotiales, Família Helotiaceae, Gênero *Bisporella*, Espécie *Bisporella* sp (Quadro 1).

Quadro 1. Fungos identificados

Filo	Classe	Ordem	Família	Gênero	Espécie
Ascomycota	Leotiomycetes	Helotiales	Helotiaceae	<i>Bisporella</i>	<i>Bisporella</i> sp (Figura 11)
Basidiomycota	Agaricomycetes	Agaricales	Agaricaceae (Figura 12)	<i>Agaricus</i>	<i>Agaricus</i> sp
				<i>Coprinus</i>	<i>Coprinus comatus</i> (O. F. Müll.) Pers.
				<i>Cyptotrampa</i>	<i>Cyptotrampa asprata</i> (Berk.) Redhead & Ginns (Figura 13)
				<i>Lepiota</i>	<i>Lepiota elaiophylla</i> Vellinga & Huijser
					<i>Lepiota</i> sp
			<i>Macrolepiota</i>	<i>Macrolepiota procera</i> (Scop.) Singer (Figura 14)	
			Cortinariaceae	<i>Cortinarius</i>	<i>Cortinarius</i> sp (Figura 15)
			Entolomataceae	<i>Entoloma</i>	<i>Entoloma sericeum</i> (Bull.) Quéf (Figura 16)
<i>Entoloma</i> sp1 (Figura 17)					
<i>Entoloma</i> sp2 (Figura 18)					

					<i>Entoloma</i> sp3 (Figura 19)
			Inocybaceae	<i>Crepidotus</i>	<i>Crepidotus mollis</i> (Schaeff.) Staude (Figura 20)
					<i>Crepidotus</i> sp
				<i>Inocybe</i>	<i>Inocybe lacera</i> (Fr.) P.Kumm. (Figura 21)
			Hygrophoraceae	<i>Hygrocybe</i>	<i>Hygrocybe ingrata</i> J.P.Jensen & F.H.Møller
			Marasmiaceae	<i>Hymenopellis</i>	<i>Hymenopellis radicata</i> (Rehhan) R.H.Petersen
				<i>Marasmius</i> (Figura 22)	<i>Marasmius wynneae</i> Berk. & Broome
					<i>Marasmius</i> sp1
					<i>Marasmius</i> sp2
			<i>Oudemansiella</i>	<i>Oudemansiella mucida</i> (Schrad.) Hohn	
			Mycenaceae	<i>Mycena</i>	<i>Mycena leptcephala</i> (Pers.) Gillet
					<i>Mycena</i> sp1
					<i>Mycena</i> sp2
					<i>Mycena</i> sp3
					<i>Mycena</i> sp4
					<i>Mycena</i> sp5
					<i>Mycena</i> sp6
					<i>Mycena</i> sp7
					<i>Mycena</i> sp8
					<i>Mycena</i> sp9
					<i>Mycena</i> sp10
					<i>Mycena</i> sp11
					<i>Mycena</i> sp12
			<i>Mycena</i> sp13		
			Nidulariaceae	<i>Cyathus</i>	<i>Cyathus striatus</i> (Huds.) Willd. (Figura 23)

			Omphalotaceae	<i>Gymnopus</i>	<i>Gymnopus foetidus</i> (Sowerby) P.M. Kirk
					<i>Gymnopus</i> sp (Figura 24)
			Psathyrellaceae	<i>Coprinellus</i>	<i>Coprinellus disseminatus</i> (Pers.) J.E.Lange
				<i>Coprinopsis</i>	<i>Coprinopsis atramentaria</i> (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncavo (Figura 25)
			Schizophyllaceae	<i>Schizophyllum</i>	<i>Schizophyllum commune</i> Fries (Figura 26)
			Strophariaceae	<i>Hypholoma</i>	<i>Hypholoma capnoides</i> (Fr.) P.Kumm. (Figura 27)
			Tricholomataceae	<i>Pseudoclitocybe</i>	<i>Pseudoclitocybe cyathiformis</i> (Bull.) Singer (Figura 28)
				<i>Tricholoma</i>	<i>Tricholoma</i> sp (Figura 29)
	Auriculariales	Auriculariaceae	<i>Auricularia</i>	<i>Auricularia auricula-judae</i> (Bull.) J.Schröt. (Figura 30)	
	Cantharelales	Cantharellaceae	<i>Craterellus</i>	<i>Craterellus</i> sp	
	Hymenochaetales	Hymenochaetaceae	<i>Phellinus</i>	<i>Phellinus</i> sp	
	Phallales	Phallaceae	<i>Phallus</i>	<i>Phallus indusiatus</i> Vent.: Pers. (Figura 31)	
	Polyporales	Meripilaceae	<i>Meripilus</i>	<i>Meripilus</i> sp	
		Polyporaceae	<i>Favolus</i>	<i>Favolus brasiliensis</i> (Fr.) Fr.	
			<i>Lentinus</i>	<i>Lentinus crinitus</i> L. Fr.	
			<i>Polyporus</i>	<i>Polyporus</i> sp	
			<i>Pycnoporus</i>	<i>Pycnoporus sanguineus</i> (L.) Murrill	
			<i>Trametes</i> (Figura 32)	<i>Trametes versicolor</i> (L.) Lloyd	
				<i>Trametes</i> sp1	
				<i>Trametes</i> sp2	
	<i>Trametes</i> sp3				
	<i>Trametes</i> sp4				
				<i>Trametes</i> sp5	

					<i>Trametes</i> sp6
					<i>Trametes</i> sp7
					<i>Trametes</i> sp8
		Russulales	Russulaceae (Figura 33)	<i>Lactarius</i> (Figura 34)	<i>Lactarius</i> sp1
					<i>Lactarius</i> sp2
				<i>Russula</i>	<i>Russula</i> sp1
					<i>Russula</i> sp2
		Thelephorales	Bankeraceae	<i>Hydnellum</i>	<i>Hydnellum peckii</i> Banker
				<i>Phellodon</i>	<i>Phellodon</i> sp
	Dacrymycetes	Dacrymycetales ⁴	Dacrymycetaceae	<i>Calocera</i>	<i>Calocera cornea</i> (Batsch) Fr. (Figura 35)
	Tremellomycetes	Tremellales	Tremellaceae	<i>Tremella</i>	<i>Tremella fuciformis</i> Berk.

Fica nítido, por meio dos dados obtidos, que os fungos macroscópicos existentes no IFSP-SRQ são, em sua quase totalidade, pertencentes ao filo Basidiomycota (Figura 6).

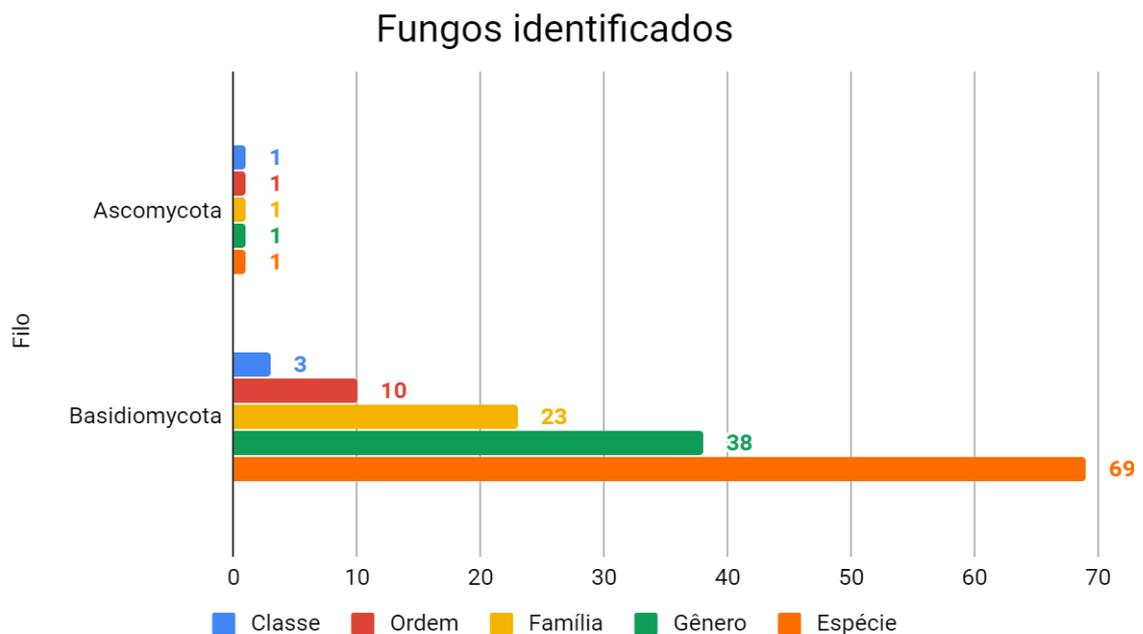


Figura 6. Gráfico com o total de fungos identificados (Fonte: Elaborada pelos autores).

⁴ Segundo Bresinsky e colaboradores (2012), a Ordem Dacrymycetales pertence à subclasse Agaricomycetidae, ou seja, à Classe Agaricomycetes.

Pode-se notar que a Classe mais abundante dentre os Basidiomycota é a Agaricomycetes, abrangendo 67 das espécies encontradas, estando apenas uma espécie na Classe Dacrymycetes, e uma na Classe Tremellomycetes. Em Ordem, temos como a mais abundante Agaricales, seguida por Polyporales (Figura 7). Já em Família, temos como as com maior quantidade de espécies encontradas Agaricaceae, Marasmiaceae, Mycenaceae e Polyporaceae, tendo todas elas ao menos cinco espécies distintas encontradas (Figura 8).

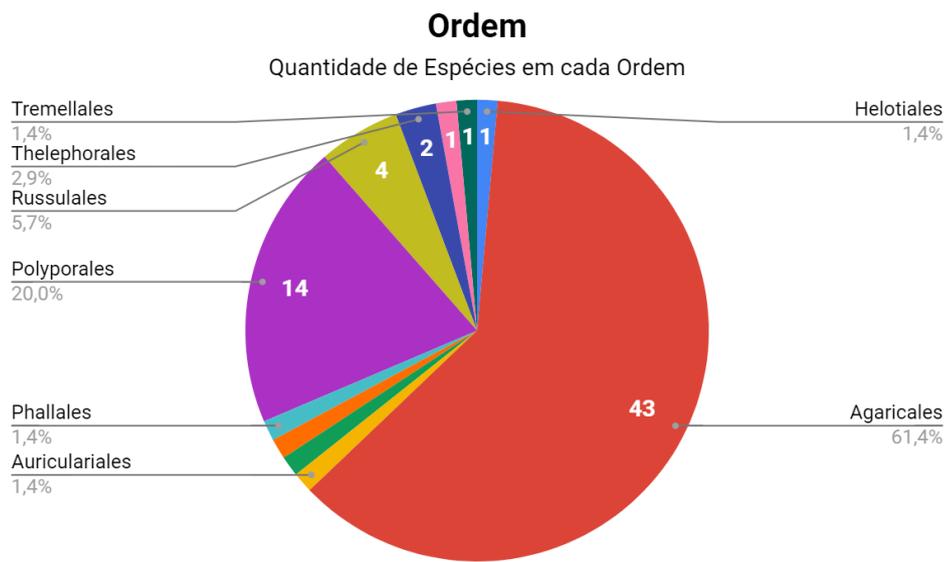


Figura 7. Gráfico da quantidade de Espécies em cada Ordem (Fonte: Elaborada pelos autores).

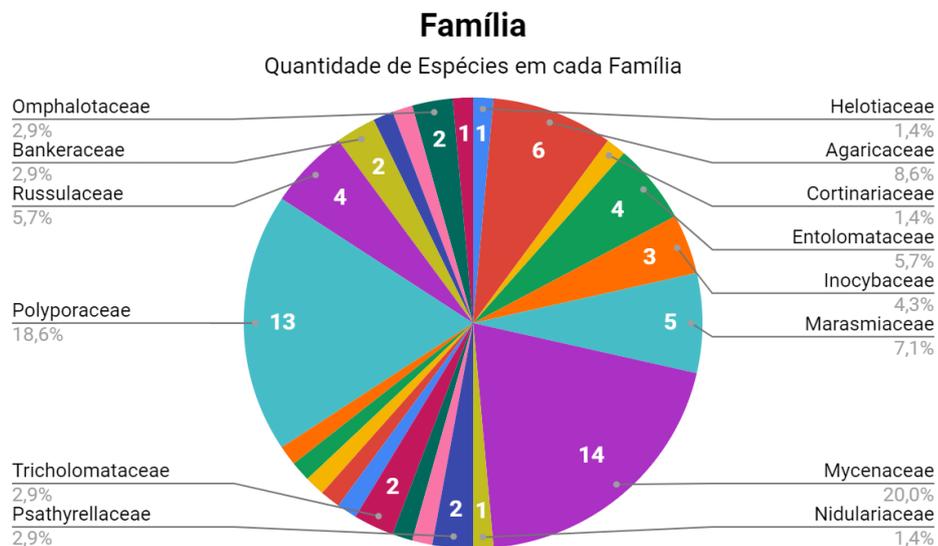


Figura 8. Gráfico da quantidade de Espécies em cada Classe (Fonte: Elaborada pelos autores).

Algumas espécies são muito características, como o Dente sangrento (*Hydnellum peckii*) (Figura 9) e o Ink Cap (*Coprinus comatus*) (Figura 10), mas é essencial realizar o registro fotográfico acompanhado da medição dos fungos para identificá-los com maior precisão e facilidade.



Figura 9. Dente sangrento (*Hydnellum peckii*) (Fonte: Elaborada pelos autores).



Figura 10. Ink Cap (*Coprinus comatus*) (Fonte: Elaborada pelos autores).

O *checklist* de espécies foi realizado com o uso de chaves de identificação em sua maioria em língua estrangeira. Reforçando GENEBRA e AMARAL (2014) e STRAVATTI (2015), isso reflete mais uma vez a ausência de estudos na área, e dificulta a identificação pois algumas das espécies encontradas podem ser

endêmicas, e os fungos encontrados em outros países muitas vezes não são os mesmos encontrados no Brasil.

3.2. Registro fotográfico



Figura 11. *Bisporella* sp (20X)



Figura 12. Família Agaricaceae



Figura 13. *Cyptotrama asprata*



Figura 14. *Macrolepiota procera*



Figura 15. *Cortinarius* sp



Figura 16. *Entoloma sericeum*



Figura 17. *Entoloma* sp1



Figura 18. *Entoloma* sp2



Figura 19. *Entoloma* sp3



Figura 20. *Crepidotus mollis*



Figura 21. *Inocybe lacera*



Figura 22. Gênero *Marasmius*

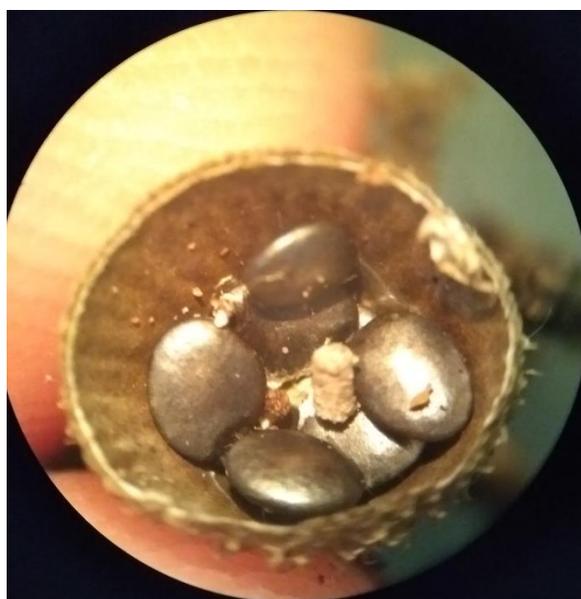


Figura 23. *Cyathus striatus* (20X)



Figura 24. *Gymnopus* sp



Figura 25. *Coprinopsis atramentaria*



Figura 26. *Schizophyllum commune*



Figura 27. *Hypholoma capnoides*



Figura 28. *Pseudoclitocybe cyathiformis*



Figura 29. *Tricholoma* sp



Figura 30. *Auricularia auricula-judae*



Figura 31. *Phallus indusiatus*

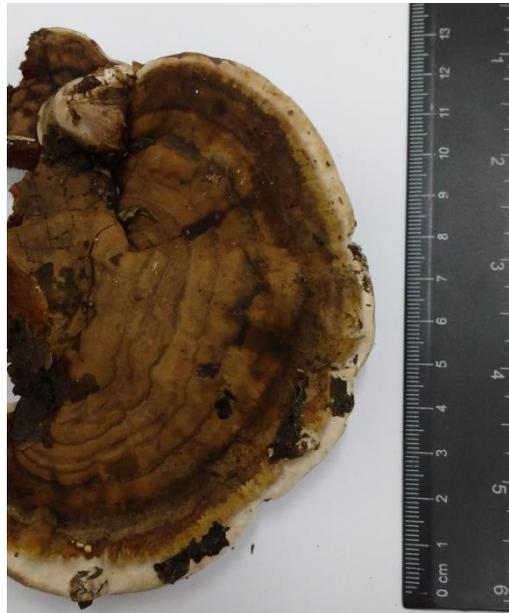


Figura 32. Gênero *Trametes*



Figura 33. Família Russulaceae



Figura 34. Gênero *Lactarius*

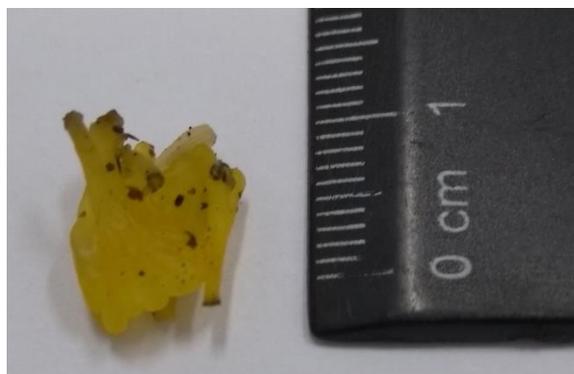


Figura 35. *Calocera cornea*

3.3. Levantamento bibliográfico

Para a pesquisa realizada, era de interesse do trabalho encontrar artigos que tratassem dos fungos identificados durante o levantamento realizado, pois complementaria com informações mais aprofundadas sobre esses fungos encontrados, algo além dos estudos relacionados aos aspectos morfológicos detectados durante a identificação.

Em contrapartida, tem-se um número considerável de fungos em que não foi possível chegar até espécie, sendo tanto por conta do estado em que o exemplar foi encontrado (alguns se encontravam envelhecidos), quanto pela dificuldade que alguns gêneros possuem de se distinguir as espécies, como, por exemplo, o gênero *Mycena*. Quando não é possível a identificação até espécie, se torna impossível estudar esses fungos do ponto de vista molecular, pois é necessário identificar o indivíduo para estudá-lo mais a fundo.

Muitos dos trabalhos abordando o tema Análise Molecular de Fungos eram direcionados para fungos alimentícios, alucinógenos, ou apenas fungos de outras localidades do mundo que não foram identificados no levantamento, principalmente do Hemisfério Norte, evidenciando a falta de estudos desse tipo realizados no Brasil.

Foram encontrados também artigos relacionados a fungos patogênicos, principalmente na base de dados NCBI, que utiliza-se da pesquisa PubMed (US National Library of Medicine National Institutes of Health), o que pode explicar a presença de tantos artigos sobre fungos patogênicos.

Mesmo os poucos artigos relacionados a fungos brasileiros, eram de outros biomas diferentes da Mata Atlântica, não sendo condizentes com os encontrados durante o levantamento.

Além disso, a organização dos artigos pesquisados não estava muito bem estabelecida, fazendo com que, mesmo com uma escolha refinada dos descritores, artigos fora do ponto de interesse aparecessem como resultado, e artigos que eram de interesse não aparecessem, gerando dificuldade na obtenção de resultados. Percebe-se que vários artigos não foram classificados adequadamente às áreas correspondentes ou utilizaram descritores que não se adequavam tão bem à essas áreas.

De acordo com Genebra e Amaral (2014), existe uma grande dificuldade para a extração de DNA fúngico de Basidiomycota, devendo-se esse fato a falta

de protocolos para sua extração. Essa dificuldade pode estender-se a análise molecular desses fungos, que em sua maioria, necessitam de protocolos, até hoje não estabelecidos, causando dificuldade para seus estudos e posteriormente publicação de trabalhos relacionados.

CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com este trabalho, foi possível concluir que existe uma grande riqueza de fungos na região, e o território onde o estudo foi realizado (IFSP-SRQ) contém uma variedade considerável desses fungos, abrangendo muito do que se podia esperar encontrar em uma área de Mata Atlântica, onde a interferência do ser humano já ocorreu e ainda ocorre.

Esse trabalho também evidencia a importância de maiores estudos sobre fungos, pois faz-se necessário saber o que a natureza possui, sua importância, para, então, realizarmos ações para sua preservação, já que sabemos que os fungos possuem papel fundamental na decomposição de matéria orgânica e em diversos outros aspectos.

A falta de trabalhos encontrados durante o levantamento bibliográfico evidencia a necessidade de investimentos na realização de maiores pesquisas e trabalhos na área, pois os únicos materiais encontrados não foram realizados no Brasil e, portanto, fogem bastante do que pode ser encontrado aqui.

A identificação dos fungos realizada demonstrou uma necessidade em fazer a esporulação de todos os exemplares, pois grande parte das chaves dicotômicas se inicia com a diferenciação das cores dos esporos, sendo de extrema dificuldade identificar fungos em nível de espécie sem definir a cor de seus esporos, isso se deve ao fato de haver grande semelhança entre algumas espécies.

A grande quantidade de indivíduos do gênero *Mycena* que não puderam ser identificados até suas espécies evidencia a ausência de informações sobre a morfologia de alguns fungos, fazendo com que a sua identificação torne-se mais difícil e, muitas vezes mascarando alguns dados. Há possibilidades de encontrar um indivíduo que ainda não foi identificado, ou seja, uma nova espécie, e não existirem informações suficientes para comprovar que ele já foi identificado ou é de fato uma nova espécie.

O Brasil não possui uma tradição em linha de pesquisas na área de micologia, diferentemente de outros países, em sua maioria europeus, onde já é algo cultural o interesse por fungos, pois vem desde a antiguidade. A maioria dos materiais de origem nacional é direcionado ao cultivo de alguns cogumelos de

interesse gastronômico, e outros possuem uma abordagem mais direcionada ao potencial farmacêutico.

É de grande importância ressaltar as dificuldades presentes ao trabalhar nesta área devido à ausência de material adequado às necessidades existentes, evidenciando aos interessados no estudo dos fungos de forma geral, que é uma área ainda carente de informações, que necessita ser estudada.

REFERÊNCIAS

ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. **Introductory Mycology**. 4.ed. Nova Iorque: John Wiley & Sons, 1996.

BONONI, V. L. *et al.* **Cultivo de Cogumelos Comestíveis**. 2 ed. São Paulo: Ícone, 1999.

BRESINSKY, A. *et al.* **Tratado de Botânica de Strasburger**. 36. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

FERREIRA, J. E. F. **Produção de Cogumelos**. Guaíba: Agropecuária, 1998.

FORZZA, R. C. *et al.* **Catálogo de Plantas e Fungos do Brasil**. Vol. 1, 2010. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/downloads/vol1.pdf>>. Acesso em: 29 mar. 2019.

GENEBRA, C. C.; AMARAL, T. A. **Identificação de fungos basidiomicetos (Fungi, Basidiomycota) ocorrentes na Mata da Câmara, São Roque – SP e formulação de banco de DNA**. 48f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Roque, 2014.

GUERRA, T. *et al.* **Biologia e sistemática de fungos, algas e briófitas**. João Pessoa: Ed. Universitária, 2011.

KIRK, P. M. *et al.* **Dictionary of the Fungi**, 11th ed. Wallingford: CABI Publishing, 2008.

LAESSOE, T. **Mushrooms: How to identify and gather wild mushrooms and other fungi**. Londres: Dorling Kindersley, 2013.

LEITE, V. S. *et al.* **Uso das técnicas de biologia molecular na genética forense**. Perú: Derecho y Cambio Social, 2013. Disponível em: https://www.derechoycambiosocial.com/revista034/USO_DAS_TECNICAS_DE_BIOLOGIA_MOLECULAR_NA_GENETICA_FORENSE.pdf. Acesso em: 20 out. 2019.

MALACINSKI, G. M. **Fundamentos da biologia molecular**, 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

PACIONI, G. **Simon & Schuster's Guide to Mushrooms**. Tradução de Simon Pleasance. Nova Iorque: Simon & Schuster Inc., 1981.

PETERSEN, J. H. **The Kingdom of Fungi**. Dinamarca: Gyldendal, 2012.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011.

SANTOS, F. S. dos. **Checklist of trees at the São Roque campus, Federal Institute of São Paulo**. *Scientia Vitae*, vol. 1, n. 1, jun. 2013, p. 52-61. Disponível em: <www.revistaifpsr.com/>; acesso em: 17/11/2019.

SING, B. P.; GUPTA, V. K. **Molecular Markers in Mycology: Diagnostics and Marker Developments**. Galway: Springer International Publishing Switzerland, 2017.

STRAVATTI, B. G. **Levantamento da Diversidade de Basidiomicetos Macroscópicos no Município de São Roque, SP**. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, São Roque, 2015.

TEIXEIRA, E. M. **Cogumelo do Sol**. *Agaricus blazei*. Jaboticabal: Funep, 1999.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 10. ed. Porto Alegre: Artmed, 2012.

UZUNIAN, A. *et al.* **Mata Atlântica e Manguezais**. São Paulo: HARBRA, 2008.