

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO – CAMPUS CERES  
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
VANESSA RODRIGUES DOS REIS**

**OCORRÊNCIA DE FUNGOS ANEMÓFILOS EM AMBIENTES INTERNOS DO  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS CERES**

**CERES – GO  
2022**

**VANESSA RODRIGUES DOS REIS**

**OCORRÊNCIA DE FUNGOS ANEMÓFILOS EM AMBIENTES INTERNOS DO  
INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS CERES**

Trabalho de curso apresentado ao curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas, sob orientação da Profa. Dra. Priscila Jane Romano Gonçalves Selari.

**CERES – GO  
2022**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

RV252o Reis, Vanessa Rodrigues dos Reis  
Ocorrência de fungos anemófilos em ambientes  
internos do Instituto Federal Goiano- Campus Ceres  
/ Vanessa Rodrigues dos Reis Reis; orientadora  
Priscila Jane Romano Gonçalves Selari Selari; co-  
orientador Wesley de Melo Rangel Rangel. -- Ceres,  
2022.  
31 p.

TCC (Graduação em Licenciatura em Ciências  
Biológicas) -- Instituto Federal Goiano, Campus  
Ceres, 2022.

1. Diversidade fenotípica de fungos. 2. Dispersão  
de fungos no ar. 3. Ascomicetos. I. Selari, Priscila  
Jane Romano Gonçalves Selari, orient. II. Rangel,  
Wesley de Melo Rangel, co-orient. III. Título.



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

### **TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

#### **Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese  | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia - Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |   |

Nome Completo do Autor: VANESSA RODRIGUES DOS REIS

Matrícula: 2019103220530033

Título do Trabalho: **OCORRÊNCIA DE FUNGOS ANEMÓFILOS EM AMBIENTES INTERNOS DO INSTITUTO FEDERAL GOIANO - CAMPUS CERES.**

#### **Restrições de Acesso ao Documento**

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique: \_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: \_\_/\_\_/\_\_

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

#### **DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

1. O documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
2. Obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

Cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano

Ceres, 07 de novembro de 2022.

*(Assinado Eletronicamente)*

Wesley de Melo Rangel

3298746

(Assinatura do Docente, Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Vanessa Rodrigues dos Reis**, 2019103220530033 - Discente, em 14/11/2022 11:11:41.
- **Wesley de Melo Rangel**, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO - VISITANTE, em 07/11/2022 16:55:15.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/11/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 441413

Código de Autenticação: 53c2f2d37f



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Ceres

Rodovia GO-154, Km.03, Zona Rural, None, None, CERES / GO, CEP 76300-000

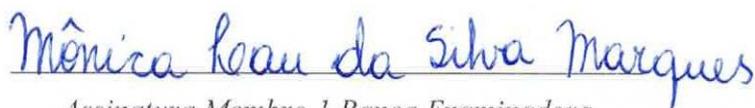
(62) 3307-7100

ANEXO IV - ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Ao(s) 04 dia(s) do mês de novembro do ano de dois mil e 22, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso do(a) acadêmico(a) Vanessa Rodrigues dos Reis, do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, matrícula 201910.3220530033, cujo título é "Ocorrência de Fungos Anemófilos em Ambientes Internos do Instituto Federal Goiano - Campus Ceres". A defesa iniciou-se às 09 horas e 05 minutos, finalizando-se às 09 horas e 31 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho aprovado com média 8.1 no trabalho escrito, média 9.1 no trabalho oral, apresentando assim média aritmética final 8.6 de pontos, estando o(a) estudante aprovada para fins de conclusão do Trabalho de Curso. Após atender as considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) estudante deverá fazer a submissão da versão corrigida em formato digital (.pdf) no Repositório Institucional do IF Goiano – RIIF, acompanhado do Termo Ciência e Autorização Eletrônico (TCAE), devidamente assinado pelo autor e orientador. Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.



Assinatura Presidente da Banca



Assinatura Membro 1 Banca Examinadora



Assinatura Membro 2 Banca Examinadora

*Dedico este trabalho a todos que contribuíram para esta pesquisa, em especial à Cássia, eterna amiga e companheira.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado forças e sabedoria para o desenvolvimento deste projeto. Ao meu esposo, Tiago Palmeira, pelo companheirismo e por não medir esforços para que eu consiga realizar nossos sonhos. Muito obrigada por ser essa pessoa maravilhosa e incrível na minha vida.

Agradeço a minha orientadora Priscila Jane Romano Gonçalves Selari, por ter aceitado e incentivado a pesquisa na área escolhida. Por me acompanhar e estar sempre disposta a tirar dúvidas e corrigir quando necessário. Minha eterna gratidão por ser essa pessoa e profissional maravilhosa, na qual me espelho. Ao meu coorientador Wesley de Melo Rangel, por ter aceito a coorientação mesmo com o projeto já em andamento. Meu muito obrigada por acrescentar nesse estudo.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano - Campus Ceres pelo apoio e incentivo no campo da pesquisa científica e à Escola Estadual Edson Ayres Pereira, em nome da diretora Leila Alves Aparecida da Silva, pelo auxílio com instrumentos necessários para a concretização desse trabalho. Muito obrigada pela confiança e carinho em mim depositados.

Agradeço aos meus amigos de laboratório, que são anjos que Deus colocou na minha vida, em especial à Thalita Bianca e ao Thiago Dias. Obrigada pelas dicas, pelos momentos de trabalho juntos e pelos conselhos. Agradeço à Bruna de Araújo Costa, técnica de laboratório, por ser paciente e estar sempre disposta a me atender.

Agradeço aos meus amigos Igor, Francinara e Geovana por serem meus confidentes e companheiros de luta. Por sempre me apoiarem e estarem ao meu lado nos dias mais difíceis. Muito obrigada pela amizade de vocês. Agradeço aos meus amigos Túlio Ayres, Tullyo Henrique e Simeire pelo apoio e socorro sempre que necessitava.

Agradeço aos meus colegas de trabalho pela paciência e ao meu amigo Natan Vieira Borges por me motivar a estudar.

Agradeço ainda à minha eterna amiga Cássia, que não se encontra mais entre nós, mas fez parte do início da minha história acadêmica e estará sempre guardada no meu coração.

O meu muito obrigada a todos pela participação, o que fez total diferença nesse projeto e na minha vida.

*“Ser biólogo não é um trabalho, é um modo de vida”.*

*Ernst Mayr*

## RESUMO

Os fungos são seres eucariontes, uni ou multicelulares, e possuem muitas formas de propagação, entre elas pelo ar. Os fungos que se dispersam dessa forma são chamados de fungos anemófilos, os quais podem ser causadores de doenças alérgicas. A investigação desses organismos em áreas com aglomerados de pessoas tem grande relevância para a saúde e para o conhecimento da comunidade fúngica local. O presente estudo objetivou determinar a comunidade de fungos anemófilos em ambientes com maior frequência de pessoas, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres (IF Goiano – Campus Ceres). Para a identificação taxonômica dos fungos anemófilos, foram escolhidos três ambientes do Campus. Para a coleta foi utilizada a técnica de sedimentação em placa, por meio da exposição de placas de Petri contendo ágar batata-dextrose, em pontos selecionados, por 20 minutos. As placas foram incubadas a 28°C e então, as colônias foram purificadas. Utilizou-se os fungos crescidos para a confecção de microcultivos, a partir dos quais foi possível realizar identificação taxonômica a nível microscópico. Foram encontrados 37 gêneros de fungos, sendo seis potencialmente produtores de micotoxinas. Os resultados obtidos nesse estudo contribuem para o conhecimento a respeito da comunidade de fungos anemófilos presentes em ambientes com maior frequência de pessoas no Instituto Federal Goiano - Campus Ceres.

**Palavras-chave:** Diversidade fenotípica de fungos. Dispersão de fungos no ar. Ascomicetos.

## ABSTRACT

Fungi are eukaryotic organisms, unicellular or multicellular, and have many forms of propagation, including through the air. Fungi that disperse in this way are called airborne fungi, which might cause allergic diseases. The investigation of these organisms in areas with agglomerations of people has great relevance for the health and knowledge of the local fungal community. This study aimed to determine the community of airborne fungi, in environments with greater frequency of people, at the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres (IF Goiano – Campus Ceres). For the taxonomic identification of airborne fungi, three environments of the Campus were chosen. The technique of plate sedimentation was used for sampling, through the exposure of Petri dishes, containing potato-dextrose agar, at the established points for 20 minutes. After that the plates were incubated at 28°C and then the colonies were purified. Microscopic fungi were used to make microcultures, from which it was possible to carry out a taxonomic identification at the microscopic level. Thirty-seven genera of fungi were found, being six potentially mycotoxin producers. The results obtained in this study contribute to the knowledge about the community of airborne fungi frequency in environments with greater frequency of people at the Instituto Federal Goiano – Campus Ceres.

**Keywords:** Fungal phenotypic diversity. Airborne fungal dispersal. Ascomycetes.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1** – Localização geográfica da área de estudo e pontos de amostragem no IF Goiano – Campus Ceres-----7
- Figura 2** – Coleta de amostras no Refeitório do IF Goiano – Campus Ceres -----8
- Figura 3** – Crescimento de fungos anemófilos do Ponto A em placas de Petri contendo BDA-----10
- Figura 4** – Crescimento de fungos anemófilos do Ponto B em placas de Petri contendo BDA-----11
- Figura 5** – Crescimento de fungos anemófilos do Ponto C em placas de Petri contendo BDA-----12
- Figura 6** – Gráfico 1- Gêneros de fungos anemófilos encontrados no Ponto A, mostrando a quantidade de isolados -----12
- Figura 7** – Gráfico 2- Gêneros de fungos anemófilos encontrados no Ponto B, mostrando a quantidade de isolados -----13
- Figura 8** – Gráfico 3- Gêneros de fungos anemófilos encontrados no Ponto C, mostrando a quantidade de isolados ----- 13
- Figura 9** – Relação de gêneros e quantidades de isolados encontrados por ponto de coleta, Ponto “A” sala sete do bloco D, Ponto “B” Refeitório, Ponto “C” Laboratório de microbiologia----- 14
- Figura 10** – Diagrama representando a ocorrência de gêneros fúngicos em cada ponto, bem como o número de gêneros compartilhados entre os ambientes -----15
- Figura 11** – Aspecto macroscópico e microscópico de *Absidia* sp. (1-1a), *Apophysomyces* sp. (2-2a), *Acremonium* sp. (3-3a) *Aspergillus* sp. (4-4a), Não identificado (5-5a), *Bipolaris* sp. (6-6a)----- 17
- Figura 12** – Aspecto macroscópico e microscópico de *Blastomyces* sp. (1-1a), *Curvularia* sp. (2-2a), *Coccidioides* sp. (3-3a), Não identificado (4-4a), *Cladosporium* sp. (5-5a), *Coryne* sp. (6-6a), *Geotrichum* sp. (7-7a), *Fusarium* sp. (8-8a), *Erysiphe* sp. (9-9a), *Periconia* sp. (10-10a)-----18
- Figura 13** – Aspecto macroscópico e microscópico de *Gliocadium* sp. (1-1a), *Oidiopsis* sp. (2-2a), *Histoplasma* sp. (3-3a), *Mucor* sp. (4-4a), *Scedosporium* sp. (5-5a), Levedura (6-6a), *Papulaspora* sp. (7-7a), *Penicillium* sp. (8-8a)-----19

**Figura – 14** Aspecto macroscópico e microscópico de *Periconiella* sp. (1-1a), *Rhizoctonia* sp. (2-2a), *Pythium* sp. (3-3a), *Scopulariopsis* sp. (4-4a), *Rhinocladiella* sp. (5-5a), *Sporotrichum* sp. (6-6a), *Spegazzinia* sp. (7-7a), *Scytalidium* sp. (8-8a) ---

-----**20**

**Figura – 15** Aspecto macroscópico e microscópico de *Thysanorea* sp.(1-1a), *Verticillium* sp. (2- 2a), *Tricosporon* sp. (3 - 3a), *Trichophyton* sp. (4 – 4a)-----**21**

**Figura 16** – Fungos produtores de micotoxina, em ágar Saboroud antes de ser adicionado hidróxido de amônia e após a reação com hidróxido de amônia, indicando a produção de micotoxinas-----**23**

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** – Fungos produtores de micotoxinas e a quantidade de isolados formadas por estes----- **22**

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>01</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	<b>03</b>
<b>2.1 Biologia dos fungos</b>	<b>03</b>
<b>2.2 Diversidade fúngica presente no ar</b>	<b>04</b>
<b>2.3 Fungos versus qualidade do ar</b>	<b>05</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b>	<b>07</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>10</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	<b>26</b>
<b>6 REFERÊNCIAS</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os fungos são micro-organismos eucariontes, heterotróficos, unicelulares ou multicelulares, pertencentes ao reino Fungi. Esses micro-organismos são em sua grande maioria terrestres, no entanto, vários grupos de fungos são encontrados em ambientes aquáticos. Embora alguns fungos sejam unicelulares, como as leveduras, a maioria é filamentosa, apresentando filamentos densamente unidos. Esses filamentos são conhecidos como hifas e o seu conjunto é chamado de micélio. As hifas crescem rapidamente e um fungo pode produzir mais de um quilômetro de micélio em 24 horas. Nos fungos, a parede celular é constituída essencialmente por quitina (ARAÚJO; VIEIRA, 2021).

Os fungos cujos esporos são espalhados pelo ar são denominados fungos anemófilos. A meiose nesses seres é zigótica, caracterizando-os por terem esporos imóveis em qualquer estágio do seu ciclo de vida. Alguns fungos produzem esporos mucilaginosos, os quais aderem a corpos de insetos e outros artrópodes que se encarregam de espalhá-los. Outros fungos produzem esporos secos e pequenos, podendo ser carregados pela água ou permanecer em suspensão no ar por longos períodos, sendo assim dispersados para grandes altitudes e distâncias. Essa propriedade ajuda a explicar a ampla distribuição de muitas espécies fúngicas (CUSTÓDIA, et al., 2018).

Ambientes internos, como os principais habitats dos humanos modernos, abrigam uma complexa mistura de micro-organismos viáveis e mortos. Além dos efeitos na saúde humana, o crescimento de fungos em ambientes internos também é uma preocupação para arquitetos, engenheiros estruturais, equipes de gerenciamento de emergência e autoridades de saúde, uma vez que é uma problemática enfrentada pelos ocupantes de ambientes construídos (KAZEMIAN et al., 2019).

Metabólitos secundários produzidos por fungos, como as micotoxinas, podem causar uma resposta tóxica em baixa dosagem e podem ser absorvidos pela pele, vias aéreas e revestimento intestinal. Os fungos potencialmente perigosos associados à produção de micotoxinas incluem *Aspergillus versicolor* (esterigmatocistina), *Aspergillus fumigatus* (gliotoxina), *Aspergillus niger* (ocratoxinas), *Alternaria alternata* (ácido tenuazônico) e *Stachybotrys chartarum* (tricotecenos), que podem levar a efeitos multissistêmicos, como complicações gastrointestinais, cardiovasculares e

neuropsiquiátricas. No entanto, mais estudos são necessários para a transição da associação para a causalidade (HOPE, 2013).

Conforme Madigan et al. (2010), os micro-organismos requerem condições nutricionais adequadas, além de oxigênio, temperatura e umidade para se desenvolverem. Os fungos, nessas condições, além de se desenvolverem, são capazes de produzirem também as micotoxinas (LIMA M., LIMA J., SILVA, 2019).

Wyatt et al. (2013), ressaltam que os micro-organismos como os fungos apresentam células germinativas com capacidade de resistência a estresses, sendo assim, mesmo depois de muito tempo, os esporos fúngicos podem quebrar a dormência e voltar a ser uma célula ativa.

O estudo sobre os fungos tem se mostrado de grande relevância, pois a microbiota anemófila, possui os esporos (propágulos) aeroalérgenos que ao serem inalados, podem causar reações alérgicas em humanos e problemas respiratórios, como asma e rinite (LIMA M., LIMA J., SILVA, 2019).

Nesse contexto, há a necessidade de consolidar as informações sobre fungos anemófilos e ampliar os estudos sobre micro-organismos em ambientes internos. Especialmente em ambientes climatizados artificialmente e de uso coletivo, onde o interesse decorre das implicações para a condição de saúde dos trabalhadores e frequentadores do ambiente. Portanto, esse estudo teve como objetivo avaliar a ocorrência de fungos anemófilos em diferentes ambientes internos, climatizados artificialmente, com maior frequência de pessoas, no IF Goiano – Campus Ceres e verificar se estes são produtores de micotoxinas.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Biologia dos fungos

Os fungos são micro-organismos eucariontes representantes do reino Fungi. Atualmente, conforme a sistemática molecular, são reconhecidos oito filos no reino Fungi, Cryptomycota, Microsporidia, Blastocladiomycota, Chytridiomycota, Zoopagomycota, Mucoromycota, Ascomycota e Basidiomycota (SPATAFORA et al., 2017).

Cryptomycota consiste em taxa descritos e taxa que são conhecidos apenas a partir de amostras ambientais. Microsporidia é um filo de fungos parasitas intracelulares, encontrado nos principais grupos de animais. Eles são particularmente conhecidos de insetos, crustáceos e peixes, mas também são conhecidos por ocorrerem em mamíferos, incluindo humanos (MACEDO, 2017).

Membros de Blastocladiomycota exibem uma gama de morfologias de crescimento, desde monocêntricas, com desenvolvimento limitado do talo, até policêntricas, com a produção robusta de hifas cenocíticas. Além disso, a maioria das espécies conhecidas exibe uma verdadeira alternância de geração, com estágios de vida haploide e diploide de vida livre (JERÔNIMO et al., 2015).

Chytridiomycota pode ter sido o primeiro fungo em ambientes terrestres, mas não está claro se certos micro-fósseis pré-cambrianos realmente representam espécies desse filo. Esférulas e fósseis em forma de frascos de lentes de sílex da formação de sílex do Devoniano Rhynie foram interpretados como talos e zoosporângios de Chytridiomycota. A ecologia dos primeiros membros do filo inclui patógenos e comensais de animais, parasitas de outros fungos e amebas e, raramente, como associados de plantas, (GUERRA et al. 2017).

Ao contrário de Zoopagomycota, Mucoromycota é caracterizado por associações com plantas e ecologia baseada em plantas (por exemplo, micorrizas, endófitos de raízes, decompositores etc.). Alguns existem como parasitas de animais e outros fungos, mas todos representam infecções oportunistas de hospedeiros com sistema imunológico comprometido ou derivações relativamente recentes de ecologia saprófita (NARANJO-ORTIZ, 2019).

O filo Basidiomycota é definido pelas sinapomorfias de basídio e basidiósporo. Os basídios são células de hifas terminais modificadas, que são o local da cariogamia e da meiose. Eles são normalmente produzidos em tecidos himeniais, como brânquias ou poros. Os basidiósporos são, com poucas exceções, formados em esterigmas, excrescências de basídios e, normalmente, contêm um único núcleo haplóide. Os basidiósporos podem ser ejetados à força do esterigma (balistosporos) ou dispersos passivamente (estatismosporos) pela água, ar ou animais. A maioria dos Basidiomycota tem um talo filamentoso, que é compartimentado por septações regularmente distribuídas (NASCIMENTO et al., 2021).

Ascomycota é um filo diversificado de fungos, que inclui decompositores associados a uma infinidade de substratos (por exemplo: esterco, madeira, solo), simbiontes, associados de plantas e animais e habitantes de ecossistemas marinhos e terrestres. Espécies associadas a plantas variam de patógenos antagônicos a simbiontes benéficos (por exemplo: micorrizas), a endófitos foliares, radiculares e de madeira cujas verdadeiras funções permanecem desconhecidas. Tal filo impactou a nossa civilização, desde os primórdios dos humanos, com resultados positivos e negativos (BEZERRA, 2005).

Alguns ascomicetos estão entre os primeiros organismos domesticados por humanos e têm sido usados na fermentação de alimentos e bebidas há mais de 9.000 anos. Esses organismos são a fonte de vários medicamentos que salvam vidas, como antibióticos, estatinas e imunossupressores. Contudo, eles também são agentes causais de doenças, especialmente de plantas. A introdução, por seres humanos, desses organismos, como a praga do castanheiro, mudou a paisagem de continentes, removendo espécies inteiras de plantas ou resultou na perda de bilhões de dólares na agricultura moderna, por exemplo, fusariose da espiga (SPATAFORA et al., 2017; MACEDO, 2017).

## **2.2 Diversidade fúngica presente no ar**

Tendo em vista que os fungos estão presentes nos mais diversos ambientes, foram realizados diversos estudos relativos à qualidade do ar. Na área de patologia médica, em hospitais (FLORES e ONOFRE 2010); em residências (ALMEIDA, 2004); em meios de transporte (LIBÓRIO, 2019); em bibliotecas (DUO FILHO; SIQUEIRA;

COLOMBO, 2020); e em locais de manipulação de alimentos (MARTINS e BRAGA, 2019). A ampla diversidade de habitat dos fungos se deve à capacidade de dispersão dos seus esporos por diversas vias inclusive pelo ar.

Os esporos são partes integrantes do ciclo de vida da maioria dos fungos. Sua morfologia e o modo de formação são altamente variáveis entre os fungos, assim como sua resistência a agentes estressores.

O principal objetivo dos esporos é serem dispersos, tanto no espaço, por vários mecanismos, ou no tempo, por um longo período de dormência. Alguns ascósporos de fungos pertencem às células eucarióticas mais resistentes ao estresse descritas até o momento. A capacidade de estruturas de dispersão de fungos (por exemplo: conídios, basidiósporos, ascósporos, escleródios, etc.) por grandes distâncias, pode ser altamente dependente do contexto (GOLAN & PRINGLE, 2013).

A morfologia macroscópica de gêneros fúngicos se distinguem dependendo da espécie analisada. As colônias do gênero *Aspergillus* sp. se destacam pelo aspecto granuloso com vários tipos de pigmentação na parte superior variando de preto, verde, castanho e azulado, sua coloração dependerá da espécie analisada (OLIVEIRA, 2013). Já a macroscopia do gênero *Fusarium* sp., apresenta colônias que podem variar de branco a cor púrpura (SANTOS, 2003).

A morfologia macroscópica de *Penicillium* sp. também varia de acordo com a espécie analisada. A textura das colônias pode ser veludada, flocosa, fasciculadas ou funiculadas. Algumas espécies do gênero produzem pigmentos com tons diferentes verdes, amarelos, laranja, roxo ou marrom, ou cores muito escuras. (LACAZ, 1998). Os fungos pertencentes ao gênero *Cladosporium* sp. são classificados como fungos demácios, mielinizados ou pretos pois as colônias apresentam uma coloração acastanhada em decorrência da presença de pigmento melânico (MENEZES, PEREZ, LIMA, 2017)

### **2.3 Fungos anemófilos**

Os fungos que se dispersam na natureza, por meio do ar atmosférico, são denominados fungos anemófilos. Sendo assim, a microbiota fúngica anemófila pode ser semelhante ou diferente em cada cidade ou região (MEZZARE, 2004).

De acordo com a estação do ano, temperatura, umidade relativa do ar, hora do dia, velocidade e direção dos ventos, presença de atividade humana e tipo de climatização dos ambientes, os fungos apresentam variações muito amplas em sua incidência (CAMPOS et al., 2017). Segundo Cavalcante (2021), os fungos muitas vezes passam despercebidos nos ambientes onde vivem. Sendo assim, devido à grande diversidade fúngica no Brasil, é extremamente importante reconhecê-los e estudá-los.

Ao isolar a microbiota fúngica anemófila de uma Unidade de Terapia Intensiva (UTI), Columby (2019) observou o crescimento de 114 Unidades Formadoras de Colônias (UFC), sendo identificados 17 gêneros fúngicos, com destaque para *Cladosporium* spp. (28,1%), *Aspergillus* spp. (17,5%) e *Penicillium* spp. (12,3%). *Cladosporium cladosporioides* foi a espécie mais frequente (21,9%), seguida por *Aspergillus fumigatus* com 10 (8,8%) e *Mycelia sterilia* com 9 (7,9%). A grande diversidade e a elevada frequência de isolamento de fungos em UTIs são fatores preocupantes, uma vez que a condição imunológica dos pacientes hospitalizados, pode implicar no acometimento de infecções nosocomiais, demonstrando a necessidade de monitoramento constante desses ambientes.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os ambientes selecionados no IF Goiano – Campus Ceres, para a realização da coleta de amostras de fungos anemófilos foram: ponto A - sala sete do Bloco D ( $15^{\circ}21'08''\text{S } 49^{\circ}35'44''\text{W}$ ); ponto B – o refeitório ( $15^{\circ}21'05''\text{S } 49^{\circ}35'41''\text{W}$ ); e ponto C – o laboratório de Microbiologia do Bloco de Ciências Agrárias ( $15^{\circ}20'53''\text{S } 49^{\circ}36'02''\text{W}$ ) (Figura 1).



**Figura 1. Localização geográfica da área de estudo e pontos de amostragem no IF Goiano- Campus Ceres. Ponto A: sala 7 do Bloco D ( $15^{\circ}21'08''\text{S } 49^{\circ}35'44''\text{W}$ ). Ponto B: refeitório ( $15^{\circ}21'05''\text{S } 49^{\circ}35'41''\text{W}$ ). Ponto C: laboratório de Microbiologia do Bloco de Ciências Agrárias ( $15^{\circ}20'53''\text{S } 49^{\circ}36'02''\text{W}$ ).**

Fonte: Google Maps, adaptado.

Em todos os ambientes, as coletas foram realizadas após o fluxo diário de pessoas, ao final do dia. A sala de aula com capacidade máxima para 40 alunos é

utilizada nos três turnos manhã, tarde e noite. A amostragem, nesse ambiente foi realizada antes do início das aulas, no período noturno.

O refeitório apresenta quatro momentos de fluxo de pessoas: i) café da manhã, onde em média passam 180 a 220 alunos; ii) almoço, com cerca de 500 a 650 alunos; iii) jantar, quando são servidos, em média, cerca de 200 alunos; e iv) lanche noturno, para cerca de 80 a 90 alunos. Nesse ambiente, a amostragem foi realizada após as três primeiras refeições. No laboratório de Microbiologia, que possui capacidade para 20 alunos, a amostragem foi realizada em um dia em que não houve um fluxo muito grande de alunos antes da coleta.

A metodologia utilizada para coleta das amostras foi adaptada de Coelho et al. (2008), Souza, Andrade e Lima (2013) e Sobral (2016). A técnica utilizada foi a sedimentação em placa, que consistiu na exposição de placas de Petri contendo o meio de cultura Batata Dextrose Ágar (BDA) em triplicata (Figura 2). As placas de Petri foram colocadas em pontos estratégicos dos ambientes selecionados e abertas por 20 min, a uma distância de 40 cm de uma placa para a outra. Após a coleta, as placas foram incubadas e mantidas à temperatura de  $\pm 28\text{ }^{\circ}\text{C}$ , em estufa, por sete dias.



**Figura 2. Coleta de amostras no Refeitório do IF Goiano – Campus Ceres.**

Após o período de incubação, as colônias foram purificadas. Para a obtenção de cultura pura, utilizou-se o método “Hyphae Tip” (MELLO; REIS; SILVA, 2011), que consiste em retirar parte do micélio mais isolado, com auxílio de alça de plástico flexível estéril, e depositá-lo em uma nova placa de BDA, em condições assépticas.

Para a confecção de lâminas com microestruturas fúngicas preservadas aplicou-se a técnica de microcultivo em lâmina (PEREIRA, 2012). O método consistiu em utilizar lâminas de microscopia como suporte para pequenos blocos de BDA (1 cm<sup>2</sup>), que foram acondicionados no interior de placas de Petri estéreis, onde adicionou-se, também, pedaços de algodão umedecidos. O bloco de ágar foi inoculado em suas extremidades com fragmentos de micélio fúngico e recoberto por lamínulas. As placas foram fechadas e incubadas a 28°C em estufa BOD, por sete dias. Após esse período, a lamínula foi retirada e colocada sobre uma lâmina contendo uma gota de corante azul de metileno. Após o preparo, as lâminas foram observadas em microscópio óptico Olympus e microscópio option em aumento de 1000X.

Para estocar os fungos purificados, foram inoculados em tubos Castellani contendo BDA inclinado e, após crescimento a 28°C, as culturas foram cobertas com glicerol 70%, que é um crioprotetor penetrante intracelular, utilizado para manter a viabilidade de amostras ao serem congeladas. Os tubos foram então mantidos a 10°C, em geladeira (DELLARETTI, 2014).

A identificação das espécies de fungos foi realizada por meio de seus aspectos macroscópicos (cor, diâmetro das colônias e aspectos das colônias) e microscópicos (microestruturas), procedimento que também foi utilizado por Oliveira et al. (2011), a partir de chaves taxonômicas propostas por Luz (2011) e Silveira (1995). As imagens obtidas para apresentação neste trabalho foram fotografadas com o celular da marca Motorola, linha Moto G 30 com câmera de 9,6 Mega Pixels, Quad Pixel.

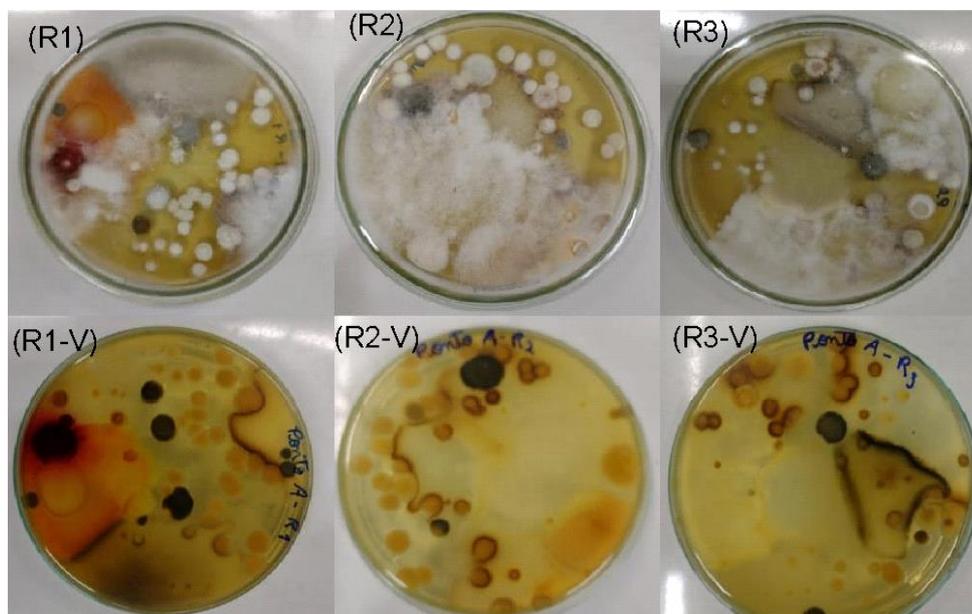
Para a verificação de fungos produtores de micotoxinas, aplicou-se o método de vapor de amônia proposto por Saito e Machida (1999). O método consiste no crescimento de uma espécie de cada gênero de fungo em meio de cultura sólido. No presente trabalho foi utilizado o Ágar Sabouraud. As amostras foram incubadas a 28°C, em estufa BOD, por 5 dias. Posteriormente, foi adicionado hidróxido de amônio na tampa da placa com os fungos. Após 24 horas da adição do hidróxido de amônia, foi possível verificar se o fungo era ou não produtor de micotoxinas. Os fungos produtores de micotoxinas alteram sua coloração no verso da colônia, após a adição de amônia (BAPTISTA; HORRI, 2004).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos das coletas nos pontos A (sala sete, bloco D), B (refeitório) e C (laboratório de Microbiologia), após sete dias, permitiram verificar a presença de espécies de fungos anemófilos nos três ambientes. Porém, não foi possível identificar os isolados a nível de espécie.

No ponto A, foi registrado a ocorrência de 38 isolados fúngicos, morfologicamente distintos por placa. A placa de repetição 1 (R1) continha 13 isolados de fungos, sendo que um tipo formou pequenos tufo branco, outro de cor vermelha liberou um tipo de óleo e outro de cor cinza apresentou-se com aspecto aveludado. Também foi possível notar a presença de isolados brancos com um crescimento irregular (Figura 3).

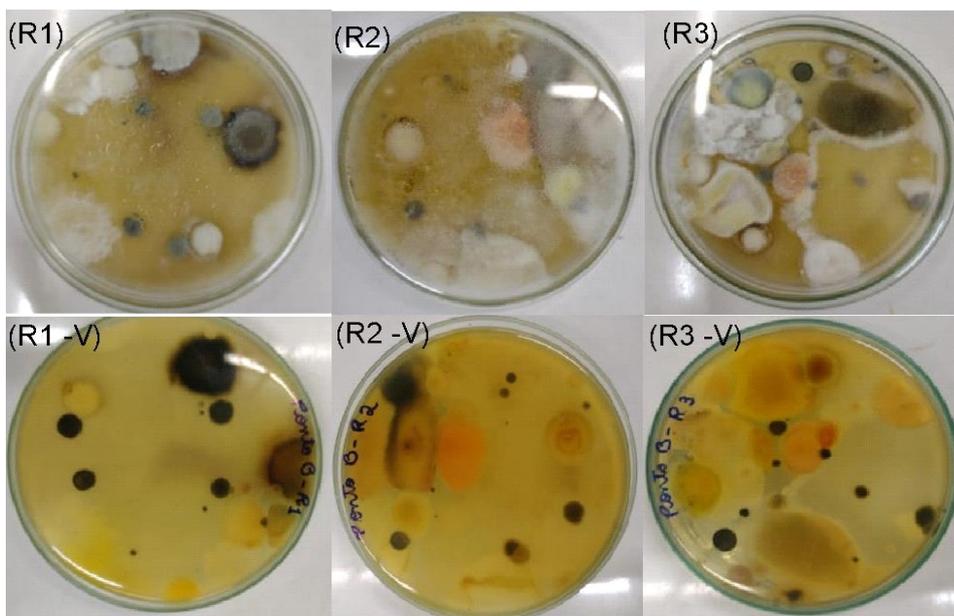
Na placa de repetição 2 (R2), ainda no ponto A, foi possível detectar 16 isolados distintos, com cores que variam entre, branco, alaranjado e cinzento. Na placa de repetição 3 (R3) houve o crescimento de nove isolados distintos, de aspecto algodinoso, alguns de crescimento rizóide e outros retilíneo (Figura 3).



**Figura 3. Crescimento de fungos anemófilos do Ponto A em placas de Petri contendo BDA. R1, R2 e R3: repetições 1, 2 e 3. V: verso das placas.**

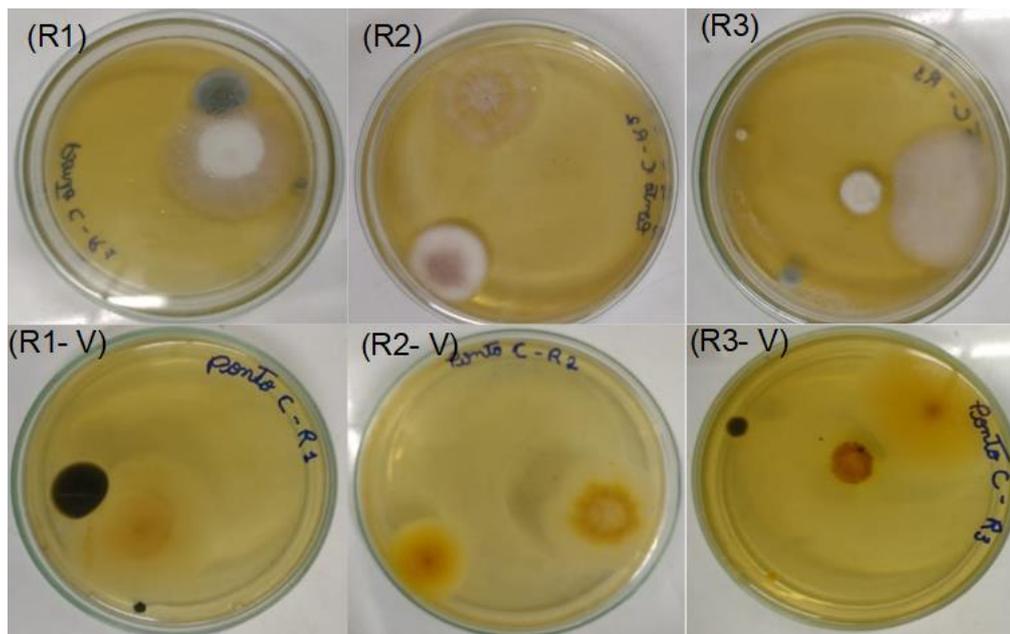
No ponto B foi registrada uma ocorrência média de 60 isolados fúngicos, morfologicamente distintos. Na placa de repetição 1 (R1) foram encontradas 22

isolados, na placa de repetição 2 (R2) 14 isolados e na placa de repetição 3 (R3) 24 isolados. Nessas placas, alguns fungos apresentaram ações inibitórias entre si. As cores são variadas em verde escuro, preto, azul e amarelo claro. A aparência algodoadosa é recorrente nas amostras e a forma de crescimento variou de acordo com o isolado (Figura 4).



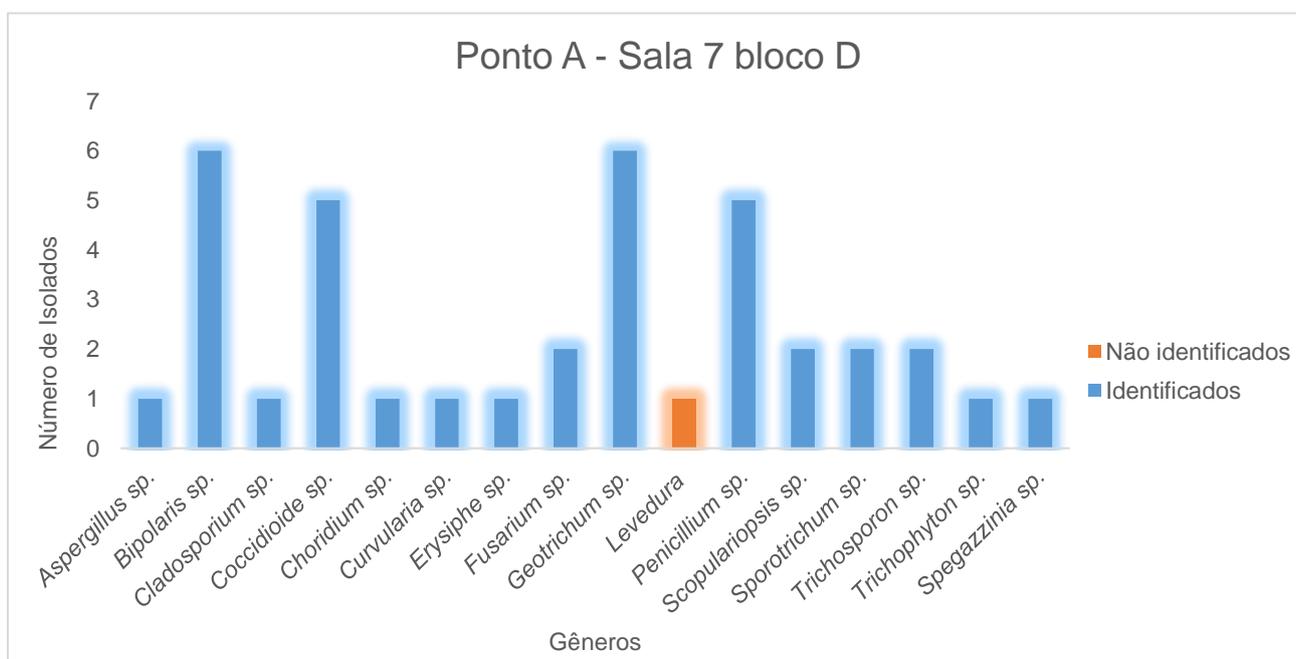
**Figura 4. Crescimento de fungos anemófilos do Ponto B em placas de Petri contendo BDA. R1, R2 e R3: repetições 1, 2 e 3. V: verso das placas.**

No ponto C, foi registrada a ocorrência de 14 isolados fúngicos, morfologicamente distintos. Essa quantidade de isolados se deve às várias tentativas de purificação das colônias. No geral, os isolados desse ponto apresentam características fenotípicas distintas como, cor escura, formando uma elevação na superfície da colônia, cor branca, branco com amarelo no centro e branco com vermelho no centro (Figura 5).

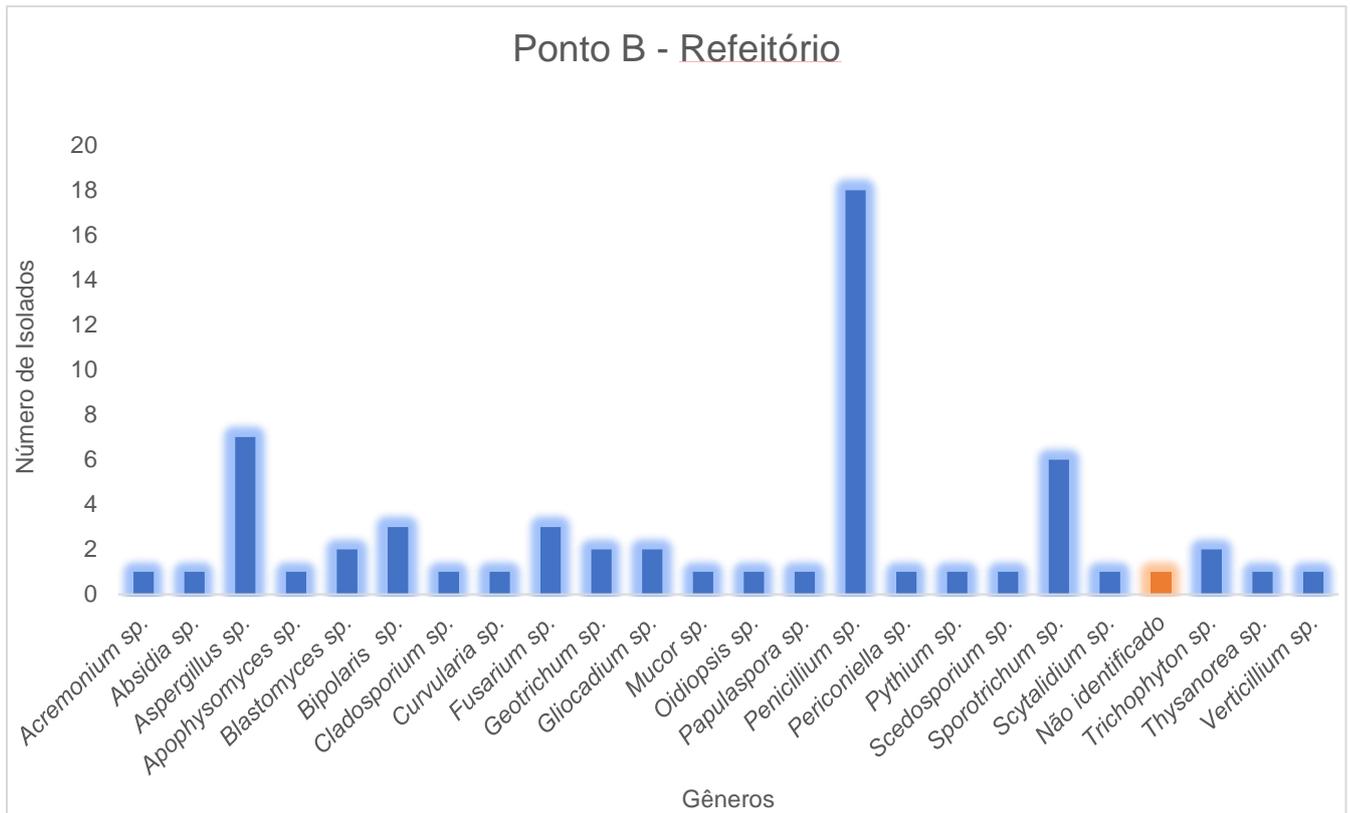


**Figura 5. Crescimento de fungos anemófilos do Ponto C em placas de Petri contendo BDA. R1, R2 e R3: repetições 1, 2 e 3. V: verso das placas.**

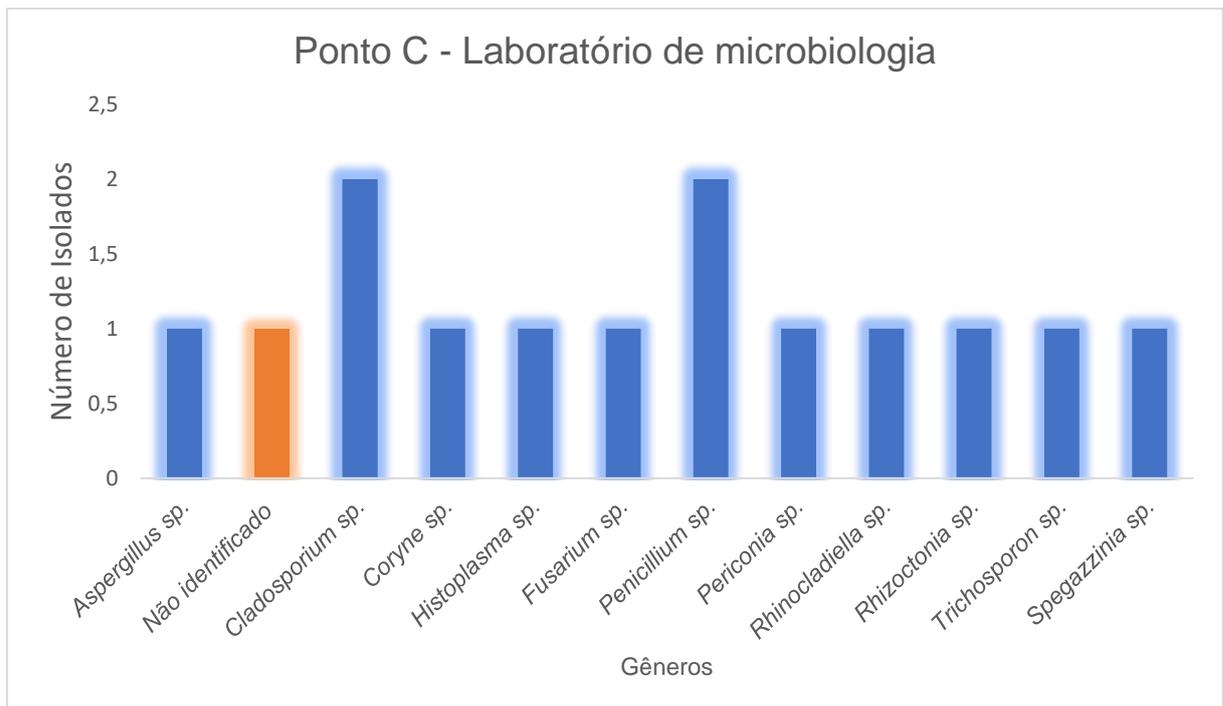
Ao término das purificações das placas, obteve-se um total de 112 isolados fúngicos, contando todos os ambientes em que foi realizada a coleta, conforme os gráficos 6, 7 e 8.



**Figura 6. Gêneros de fungos anemófilos encontrados no Ponto A, mostrando a quantidade de isolados.**

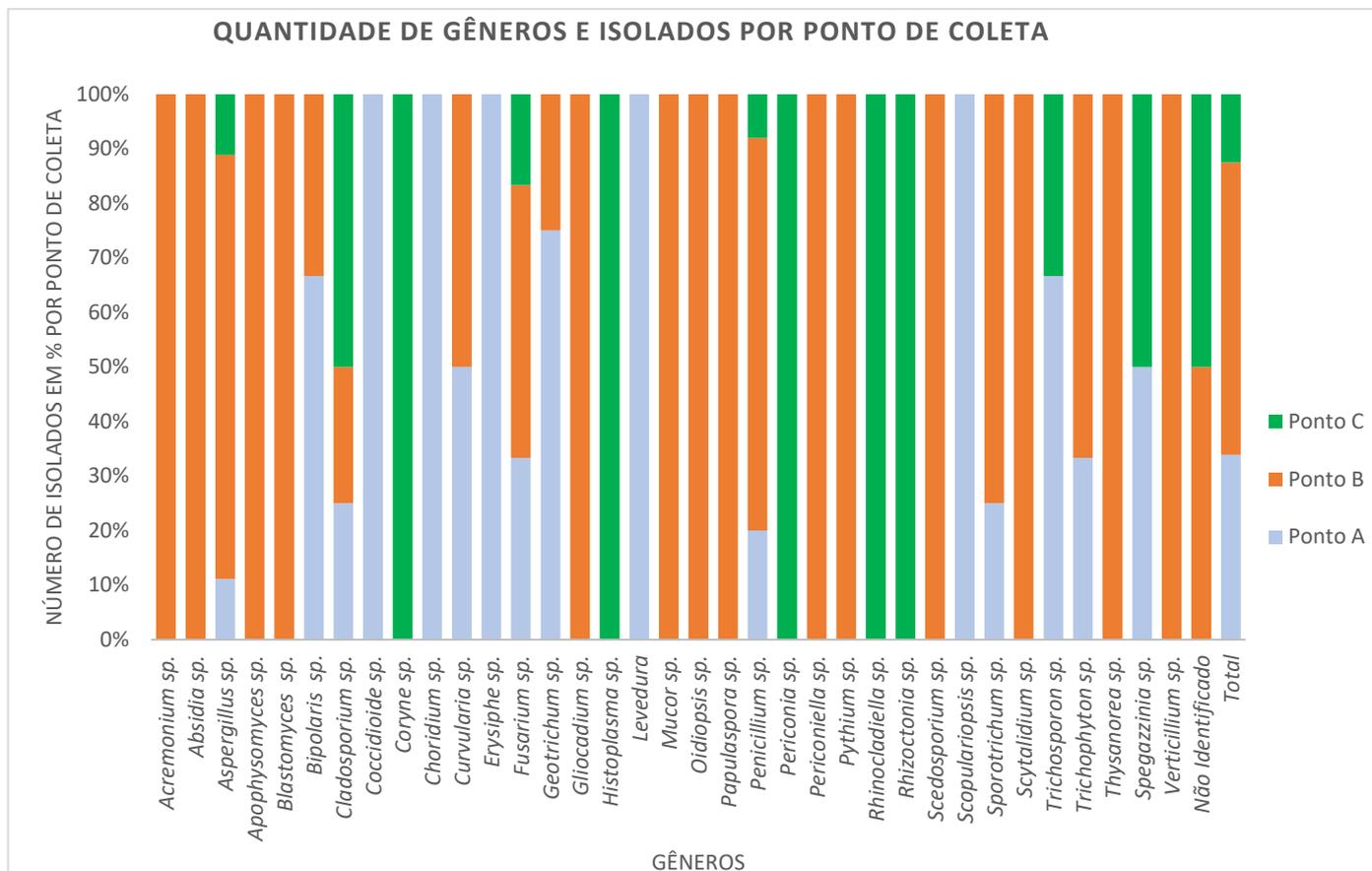


**Figura 7. Gêneros de fungos anemófilos encontrados no Ponto B, mostrando a quantidade de isolados.**



**Figura 8. Gêneros de fungos anemófilos encontrados no Ponto C, mostrando a quantidade de isolados.**

A partir da análise dos gráficos, é perceptível que o ponto B é mais rico em abundância e diversidade fúngica como mostra a (figura 9).



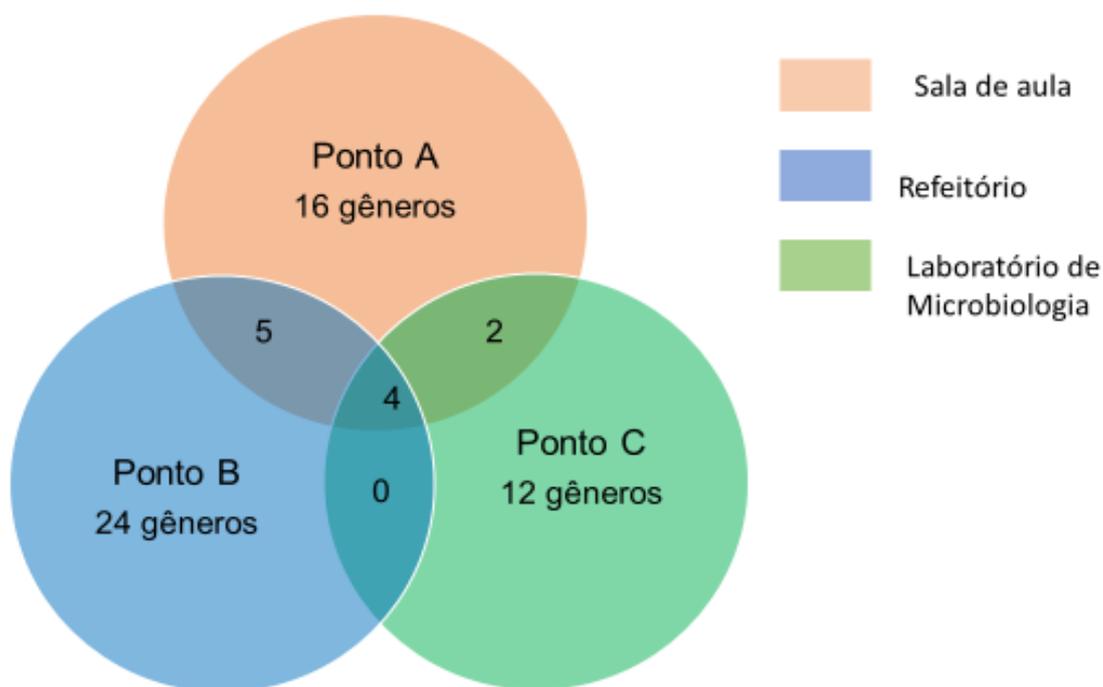
**Figura 9. Relação de gêneros e quantidades de isolados encontrados por ponto de coleta, Ponto “A” sala sete do bloco D, Ponto “B” Refeitório, Ponto “C” Laboratório de microbiologia.**

Em comparação com a pesquisa realizada por Silva et al. (2021), em bibliotecas de instituições de ensino, o número de isolados obtidos nesse trabalho é relativamente baixo. Silva et al. (2021) obteve 351 unidades formadoras de colônias (UFC), destas 331 UFC eram fungos filamentosos, sendo *Penicillium sp.*, *Cladosporium sp.*, *Alternaria sp.*, *Aspergillus sp.* e *Curvularia sp.* as espécies mais frequentes em sua pesquisa, destacando-se o maior predomínio de *Penicillium sp.*

Neste trabalho, foram identificados 37 isolados, sendo 34 gêneros de fungos filamentosos, um isolado de fungo unicelular, com crescimento leveduriforme e dois isolados filamentosos não identificados (Figura 7 e 8).

Os gêneros *Bipolaris* sp. *Coccidioides* sp. *Geotrichum* sp. e *Penicillium* sp. foram encontrados com maior frequência no ponto A. No ponto B, obteve-se com frequência, isolados dos gêneros *Aspergillus* sp. *Penicillium* sp. e *Sporotrichum* sp. No ponto C, isolados fúngicos dos gêneros *Cladosporium* sp. e *Penicillium* sp. foram mais frequentes (figura 9).

Conforme Wyatt et al. (2013), fungos dos gêneros *Aspergillus* spp., *Cladosporium* spp. e *Penicillium* spp. são tão bem-sucedidos na formação de esporos, que podem ser encontrados em praticamente cada metro cúbico de ar, o que corrobora com esse trabalho, visto que *Cladosporium* sp. *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp. foram encontrados em todos os pontos de coleta, além do gênero *Fusarium* sp. O diagrama de Venn apresenta a quantidade de gêneros fúngicos encontrados em cada ponto de coleta (figura 10).



**Figura 10 – Diagrama de Venn representando a ocorrência de gêneros fúngicos em cada ponto, bem como o número de gêneros compartilhados entre os ambientes.**

Ao isolar fungos anemófilos em um restaurante self-service do centro de Maceió/AL, Souza, Andrade e Lima (2013) observaram que o gênero mais frequente na pesquisa foi o *Aspergillus* sp. distribuído em suas espécies *A. fumigatus*, *A. terreus*

e *A. niger*. Essas espécies são importantes devido à sua patogenicidade, pois são produtores de micotoxinas que são capazes de provocar tanto intoxicações, como infecções graves quando em contato com o organismo humano. (GUIMARÃES et al., 2010)

O ambiente que apresentou maior abundância e uma maior riqueza de isolados foi o Ponto B (refeitório). Uma das possíveis causas da diversidade de fungos nesse ambiente, pode ser devido ao grande fluxo de pessoas nesse local no decorrer do dia, mesmo sendo um local higienizado com sabão, álcool, alguns esporos fúngicos podem ser resistentes e ficarem em suspensão no ar por longos períodos. Diariamente, no refeitório do IF Goiano – Campus Ceres, são ofertadas quatro refeições: café da manhã, almoço, jantar e lanche noturno. Atualmente, em média, 1.060 alunos transitam nesse ambiente por dia. No dia específico da coleta, 04 de abril de 2022, haviam passado pelo local 860 indivíduos.

Segundo Golan e Pringle (2013), os esporos fúngicos podem ser carregados a longas distâncias por vários vetores, que incluem fenômenos meteorológicos (vento e precipitação), plantas (sementes e folhas), animais (peles, penas e microbioma intestinal) e humanos (superfície corpórea, gotículas e objetos que carregam). A sala sete do bloco D comporta cerca de 40 alunos por turno, ou seja, 120 indivíduos por dia, um número bem menor do que registrado no refeitório, explicando assim, porque a quantidade de isolados nesse ambiente é menor em relação ao ponto B. Já o ponto C, laboratório de Microbiologia, comporta uma quantidade bem menor de pessoas, em média 20 pessoas, além disso é um ambiente que não é utilizado todos os dias.

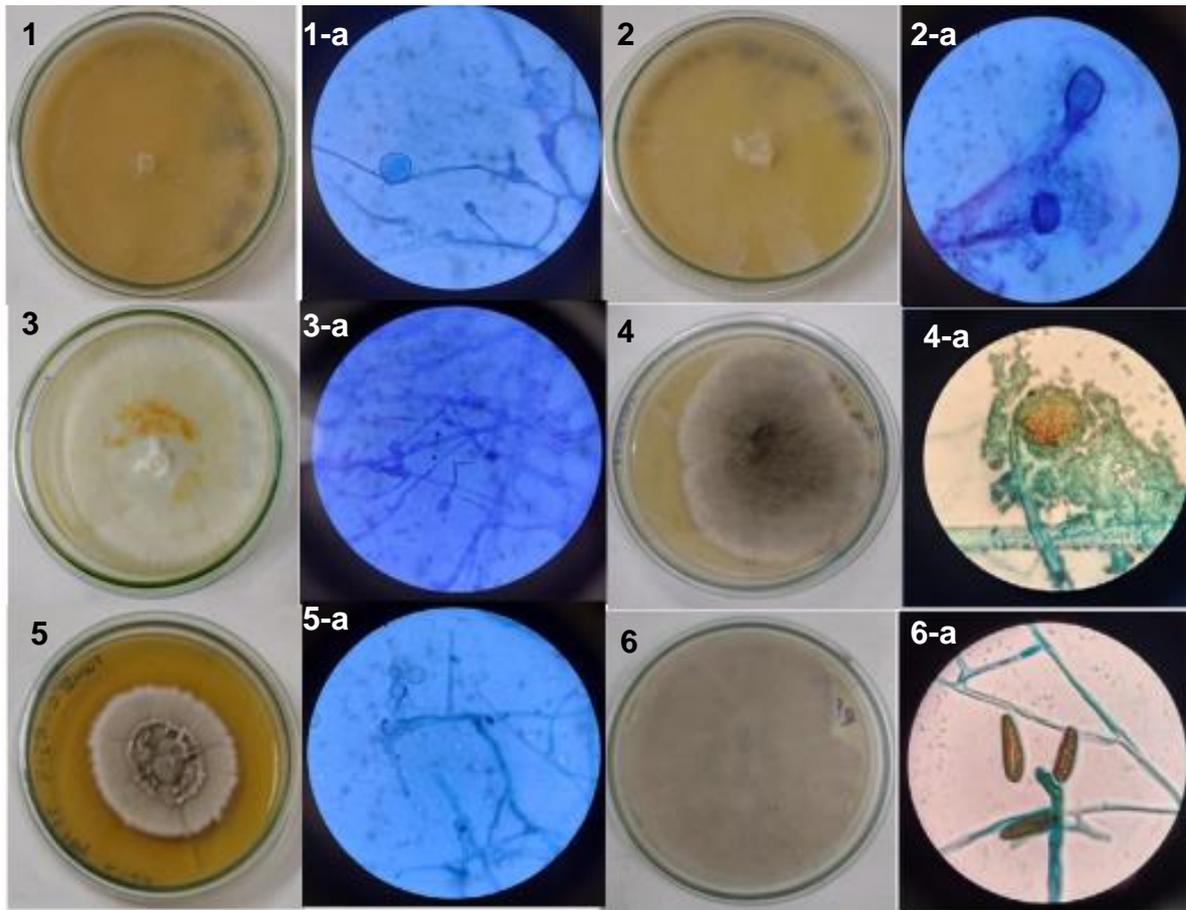


Figura 11. Aspecto macroscópico e microscópico de *Absidia* sp. (1-1a), , *Apophysomyces* sp. (2-2a), *Acremonium* sp. (3-3a) *Aspergillus* sp. (4-4a), Não identificado (5-5a), *Bipolaris* sp. (6-6a).

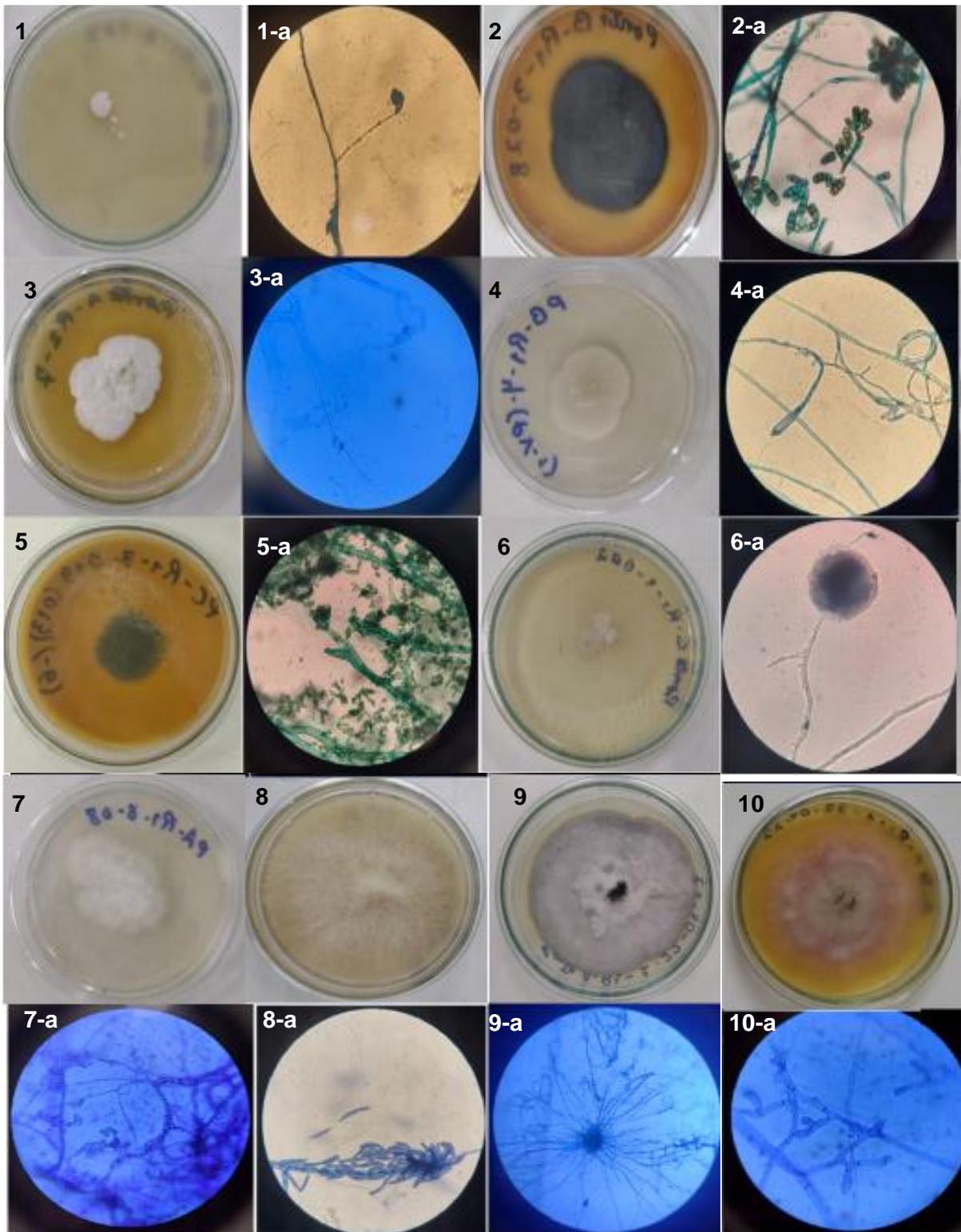


Figura 12 - Aspecto macroscópico e microscópico de *Blastomyces* sp. (1-1a), *Curvularia* sp. (2-2a), *Coccidioides* sp. (3-3a), Não identificado (4-4a), *Cladosporium* sp. (5-5a), *Coryne* sp. (6-6a), *Geotrichum* sp. (7-7a), *Fusarium* sp. (8-8a), *Erysiphe* sp. (9-9a), *Periconia* sp. (10-10a).

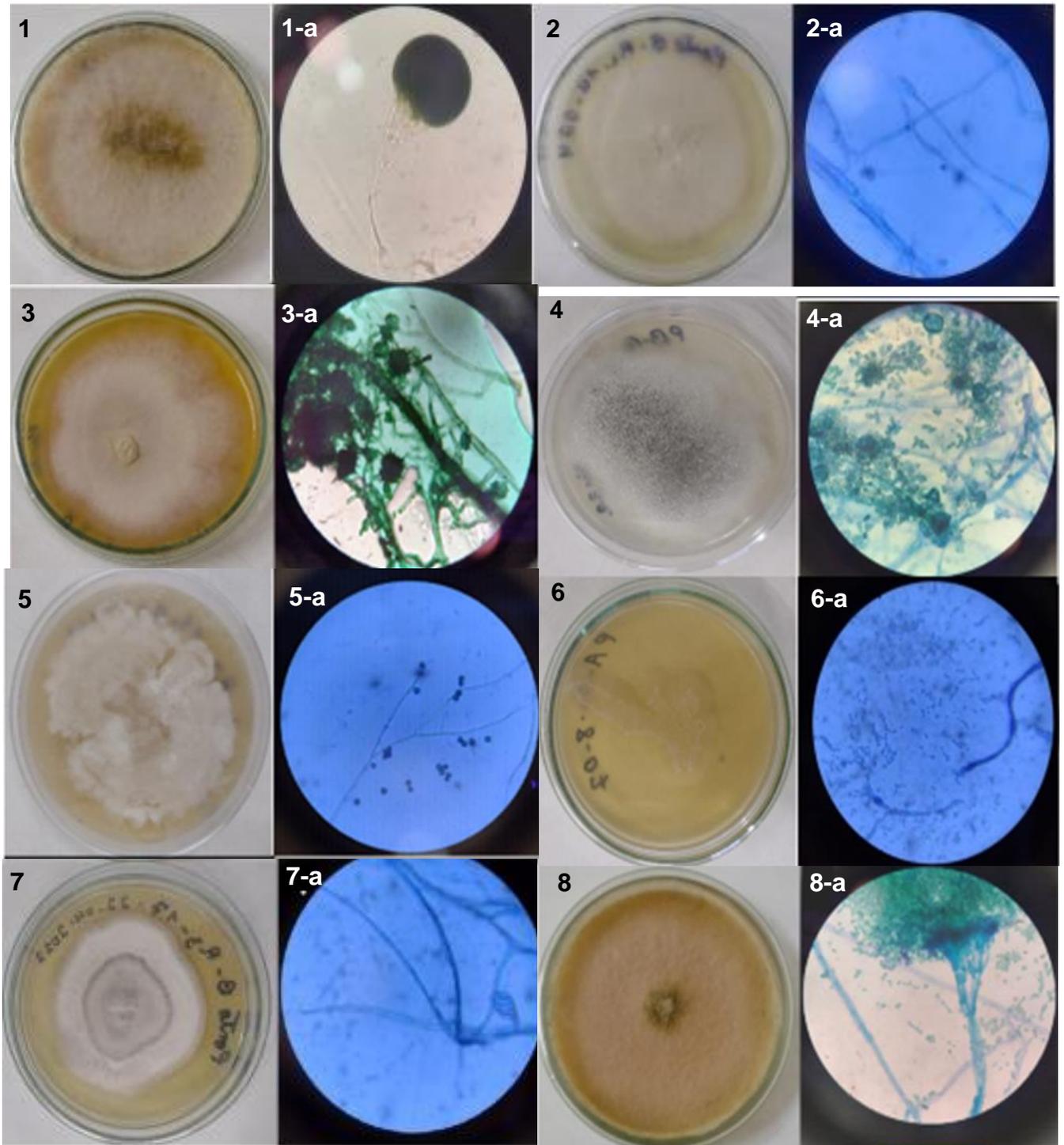


Figura 13 - Aspecto macroscópico e microscópico de *Gliocadium* sp. (1-1a), *Oidiopsis* sp. (2-2a), *Histoplasma* sp. (3-3a), *Mucor* sp. (4-4a), *Scedosporium* sp. (5-5a), Levedura (6-6a), *Papulaspora* sp. (7-7a), *Penicillium* sp. (8-8a).

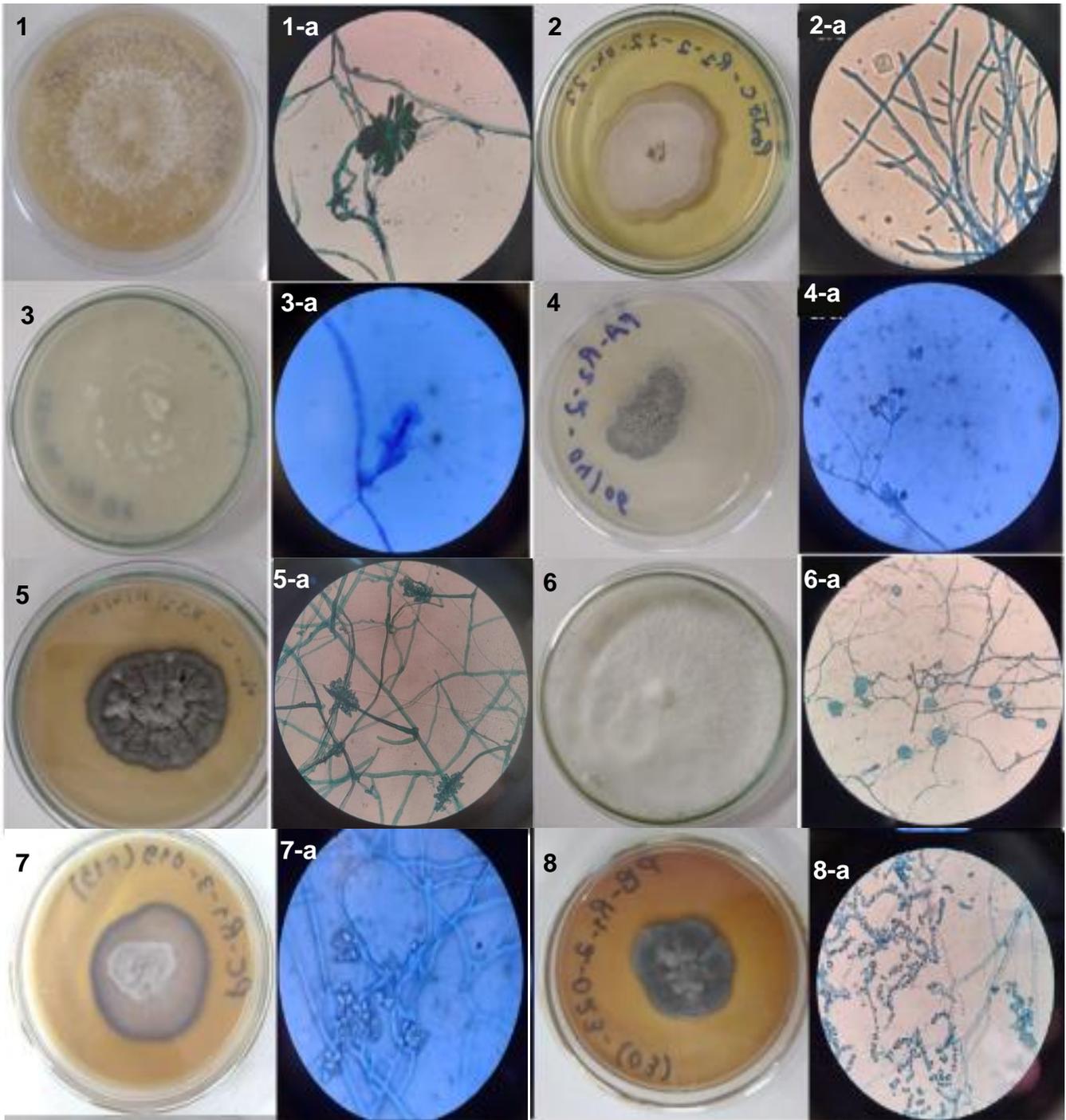
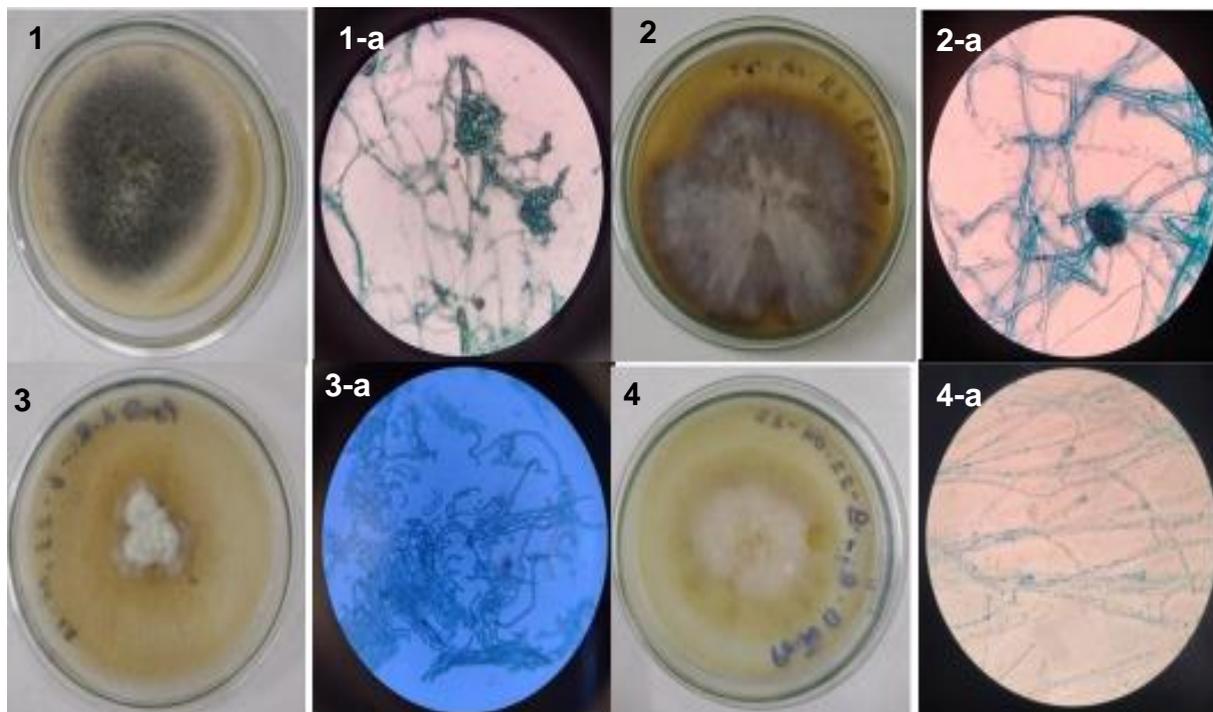


Figura – 14 Aspecto macroscópico e microscópico de *Periconiella* sp. (1-1a), *Rhizoctonia* sp. (2-2a), *Pythium* sp. (3-3a), *Scopulariopsis* sp. (4-4a), *Rhinoctadiella* sp. (5-5a), *Sporotrichum* sp. (6-6a), *Spegazzinia* sp. (7-7a), *Scytalidium* sp. (8-8a).



**Figura – 15 Aspecto macroscópico e microscópico de *Thysanorea* sp.(1-1a), *Verticillium* sp. (2- 2a), *Tricosporon* sp. (3 - 3a), *Trichophyton* sp. (4 – 4a).**

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por determinados fungos que podem apresentar toxicidade aos seres humanos e animais. Se essas substâncias forem ingeridas em alimentos contaminados ou inaladas pelo ar, podem desencadear doença aguda ou crônica, que pode levar à morte ou ao desenvolvimento de tumores (ARRUDA e BERETTA, 2019). Considerando que o ambiente com maior incidência fúngica foi o refeitório do campus e que os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, sabidamente produtores de micotoxinas foram encontrados, a produção de micotoxinas foi investigada entre os isolados.

Segundo Freire (2007), a maioria das micotoxinas estão incorporadas aos alimentos e seus derivados, constituindo-se em um sério problema. O contato da pele com substratos infestados de mofo e a inalação de toxinas transmitidas por esporos também são fontes importantes de exposição (BENNETT e KLICH, 2003).

O número de isolados fúngicos, produtores de micotoxinas, encontrados no presente estudo, é relativamente baixo em relação ao total de gêneros encontrados. Apenas 6 isolados reagiram com o hidróxido de amônia, deixando o verso da placa

com coloração avermelhada, que é uma característica indicativa da liberação de micotoxinas. Os gêneros de fungos produtores de micotoxinas, bem como a quantidade de isolados de cada gênero são apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1. Gêneros de fungos produtores de micotoxinas.**

<b>Gêneros de Fungos Produtores de Micotoxinas</b>	<b>Quantidade de Isolados</b>
<i>Penicillium</i> sp.	25
<i>Verticillium</i> sp.	1
Não identificado	2
<i>Fusarium</i> sp.	6
<i>Tricosporon</i> sp.	4
TOTAL	38

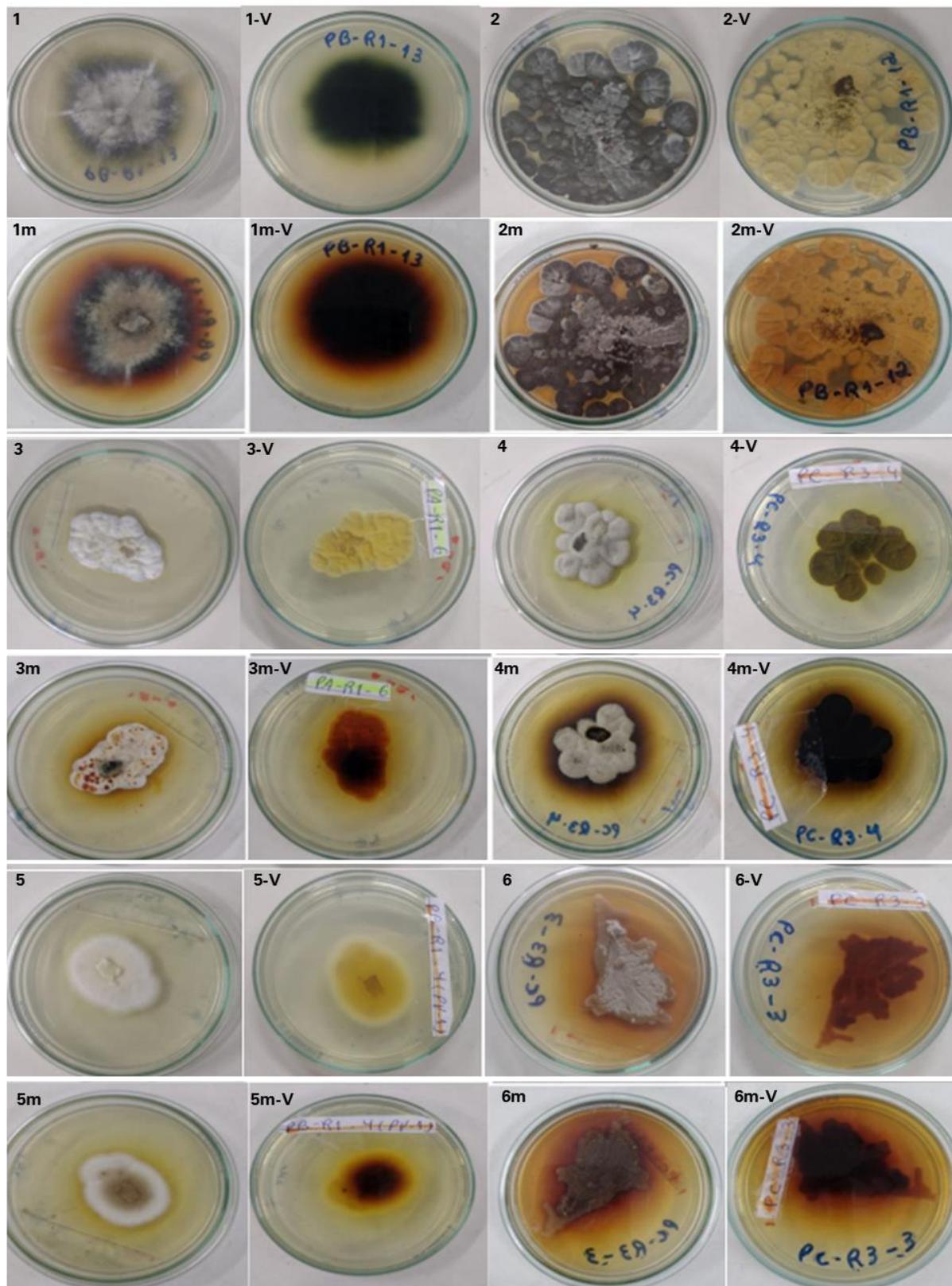


Figura 16- Fungos produtores de micotoxina, em Ágar Sabouraud antes de ser adicionado hidróxido de amônia e após a reação com hidróxido de amônia, indicando a produção de micotoxinas. *Verticillium* sp. (1/1-V/1m/1m-V);

***Penicillium* sp. (2/2-V/2m/2m-V); *Trichosporon* sp. (3/3-V/3m/3m-V); Não identificado (4/4-V/4m/4m-V); Não identificado (5/5-V/5m/5m-V); *Fusarium* sp. (6/6-V/6m/6m-V). V: verso da cultura. m: após exposição com hidróxido de amônia e positivo para produção de micotoxina.**

Segundo Baptista (2004), o crescimento de fungos toxigênicos e a produção de micotoxinas estão relacionados com fatores físico-químicos e biológicos. Contudo, vale enfatizar que temperatura e umidade são fatores que se relacionam diretamente com a produção de micotoxinas, uma vez que podem atuar como agentes estressantes ao crescimento fúngico.

Segundo Martínez (2020), o fungo do gênero *Verticillium* sp. é capaz de sintetizar os compostos químicos da micotoxina emergente de *Fusarium* sp. eniatinas, que quimicamente são hexapeptídeos cíclicos, que consistem em três resíduos alternando ácido D-2-hidroxicarboxílico e N-metilaminoácido e atualmente há poucos dados sobre a sua toxicidade. *Penicillium* sp. é um gênero capaz de realizar a produção de vários tipos de micotoxinas entre elas a citrinina, patulina, ocratoxina A. Citrinina é encontrada em alimentos industriais e já foi associada à síndrome do “arroz amarelo” no Japão, em 1971 (FREIRE, 2007).

A patulina, micotoxina, produzida por *Penicillium* spp., tem como substrato frutas e sucos de frutas, sua toxicidade é vagamente estabelecida. (BASSO, 2019) A ocratoxina A tem sido encontrada em aveia, cevada, centeio, trigo, grãos de café e em outros produtos para consumo humano e animal e está associada a nefropatias em animais estudados (DOS SANTOS, et al., 2016).

Dentre as micotoxinas produzidas pelo gênero *Fusarium* spp., destacam-se o desoxinivalenol, zearalenona e as fumonisinas, que proporcionam efeitos tóxicos para animais e humanos (TADEI, et al., 2020).

Segundo Arruda e Beretta (2018), os principais gêneros de fungos filamentosos que produzem micotoxinas são *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*, devido a isso, são os gêneros mais pesquisados. As principais micotoxinas são aflatoxinas, fumonisinas, tricotecenos, zearalenona, citrinina, patulina, alcalóides ergóticos, ocratoxina A (PEREIRA E SANTOS, 2011). Essas micotoxinas são as mais estudadas por terem importância alimentar e médica.

Diante dos dados, *Penicillium* sp. foi o fungo com maior quantidade de isolados encontrados, somando 25 morfotipos. Dos 37 gêneros encontrados nesse trabalho, apenas 2,28% são produtores de micotoxinas. Porém, vale salientar que nem toda micotoxina possui potencial toxigênico.

Não foi possível caracterizar a qualidade do ar nos ambientes amostrados como boa ou ruim, pois seria necessário realizar um acompanhamento da microbiota fúngica, em diferentes épocas do ano, visto que a comunidade fúngica interna pode ser alterada pela presença de fungos anemófilos na atmosfera externa a esses ambientes.

## CONCLUSÕES

Conclui-se que o refeitório do IF Goiano – Campus Ceres é o ambiente com maior abundância e diversidade fúngica. O gênero *Penicillium* sp. foi o mais abundante com 25 isolados. Infere-se, portanto, que o trabalho de identificação de fungos anemófilos nos diferentes ambientes internos, climatizados artificialmente, do IF Goiano – Campus Ceres, corroborou para o conhecimento da diversidade de fungos anemófilos nesses ambientes.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, S. M. Mapeamento da qualidade do ar de interiores de residências no Estado do Rio de Janeiro. 2004. 150p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – **Escola Nacional de Saúde Pública**. Rio de Janeiro. 2004.

ARAÚJO, L. A. L.; VIEIRA, G. C. Ensino de Biologia: uma perspectiva evolutiva. Volume II: Biodiversidade & Evolução. – Porto Alegre: Instituto de Biociências da UFRGS, 2021. 407p. 18,2 Mb; PDF. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/LeonardoAraujo15/publication/348435967\\_Ensino\\_de\\_Biologia\\_uma\\_perspectiva\\_evolutiva\\_Volume\\_II\\_Biodiversidade\\_Evolucao/links/5ffeffb8299bf1408892476f/Ensino-de-Biologia-uma-perspectiva-evolutiva-Volume-II-Biodiversidade-Evolucao.pdf#page=235](https://www.researchgate.net/profile/LeonardoAraujo15/publication/348435967_Ensino_de_Biologia_uma_perspectiva_evolutiva_Volume_II_Biodiversidade_Evolucao/links/5ffeffb8299bf1408892476f/Ensino-de-Biologia-uma-perspectiva-evolutiva-Volume-II-Biodiversidade-Evolucao.pdf#page=235) Acesso em: 10 de out 2022.

ARRUDA, A. D; BERETTA, A. L. R. Z. Micotoxinas e seus efeitos à saúde humana: revisão de literatura. **Artigo de Revisão/Review**. São Paulo, 2018.

BAPTISTA, A.S.; HORII, J. Fatores físico-químicos e biológicos ligados à produção de micotoxinas. Bol. CEPPA, v.22, p.1-14, 2004.

BASSO, T. **Quantificação de Patulina em sucos de maçã disponíveis no Mercado Sul Brasileiro**. 2019. Tese (Microbiologia Clínica). Universidade Fernando Pessoa Faculdade de Ciências da Saúde Porto, julho de 2019.

BENNET, J. W.; KLICH, M. Mycotoxins. **Clinical Microbiology Reviews**, Washington, DC, v.16, n. 3, p. 497-516, 2003.

BEZERRA, J. L. Moderna taxonomia dos Ascomycota. centro de pesquisas do cacau, CEPLAC, Resumos do 56º Congresso Nacional de Botânica. Itabuna-BA.2005.

CALUMBY, R. J. N; SILVA J. A. ; SILVA D. P. d; MOREIRA, R. T. de F; ARAÚJO, M. A. dos S. ; ALMEIDA, L. M. de; GRILLO, L. A. M; ALVINO , V. Isolamento e identificação da microbiota fúngica anemófila em unidade de terapia intensiva, **Brazilian Journal of Development**. 2019. Curitiba, v. 5, n. 10, p. 19708-19722 oct. 2019 ISSN 2525-8761.

CAMPOS, F. de M; GOLIN, R. CAIXETA, F. C; SANCHES, L. S; CAIXETA, D. S. Avaliação Quanti-Qualitativa do Ar Interior de Uma Biblioteca Pública do Município de Cuiabá-MT. **Engineering and Science**, Cuiabá, Mato Grosso, 2017.

CAVALCANTE, F. S'. A; CAMPOS, M. C. C. LIMA, J. P. S. de. A percepção ambiental sobre fungos: uma revisão integrativa. **Novos Cadernos NAEA**. v. 24, n. 3, p. 81-98, set-dez 2021 ISSN 1516-6481 / 2179-7536.

COELHO, A. Í. M; MILAGRES, R. C. R. M; MARTINS, J. de F. L; AZEREDO, R. M. C. de; SANTANA, Â. M. C. Contaminação microbiológica de ambientes e de superfícies. **Ciências e saúde coletiva, Artigo Article**. Rio de Janeiro.vol.15, p.1597-1606, 2008, supl.1 ISSN 1413-8123. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-81232010000700071> acesso em: 20 out. 2020.

CUSTÓDIA, A. T. C. CAMARGO, B. A. G. S. de. MIRANDA, G. T. R. SIMI, W. B. Análise das espécies fúngicas anemófilas presentes em unidades de tratamento intensivo de um hospital público da cidade de Cuiabá – MT. UNIVAG Centro Universitário Cuiabá Mato Grosso, 2018. Disponível em <http://www.repositoriodigital.univag.com.br/index.php/biomedicina/article/view/493> Acesso em: 13 de out 2022.

DELLARETTI, Érica Maciel. Preservação de fungos em baixas temperaturas. 2014 (Monografia) UFSJ- **Universidade federal de São João Del Rei** Sete lagoas 2014.

DOS SANTOS, R. L. G., DIAS, M. C. D. N., PORCY, C., & GALENO, N. D. S. (2016). Identificação de fungos produtores de micotoxinas cancerígenas em pães de sanduíches vendidos no centro comercial de Macapá-AP. **Revista da Associação Brasileira de Nutrição-RASBRAN**, 2016 7(2), p. 50-55.

DUO FILHO, V.B; SIQUEIRA, J.Z; COLOMBO, T. E. Monitoramento de fungos anemófilos no ambiente de uma biblioteca no município de São José do Rio Preto-SP, Brasil. **Arq. Cienc. Saúde UNIPAR**, Umuarama, v. 24, n. 2, p, 75-80, maio/ago. 2020.

FREIRE, F. D.C.O. et al. Micotoxinas: importância na alimentação e na saúde humana e animal. Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza : 2007.

FLORES, L. H; ONOFRE, S. B. Determinação da presença de fungos anemófilos e leveduras em unidade de saúde da cidade de Francisco Beltrão – PR, **artigo completo**. SaBios: Rev. Saúde e Biol., v.5, n.2, p.22-26, jul./dez, 2010 ISSN:1980-0002

GOLAN, J. J., PRINGLE, A. 2017. Long-distance dispersal of fungi. *Microbiol Spectrum* 5(4):FUNK-0047-2016. doi:10.1128/microbiolspec.FUNK-0047-2016.

GUERRA, R.A.T; KANAGWA, A.L; SANTOS, C.F.D; SILVA, F.S.D; SOUSA, F.B.D; CAVALCANTE, G.A; LUBENOW, J.A; SILVA, M.B.D; NEVES, M.A; MENEZES, R. Ciências Biológicas. **Cadernos Cb Virtual**. Ed. Universitária, João Pessoa 2011. 610p. ISBN: 978-85-7745-902-5.

GUIMARÃES, Í. C. D. O., SOUZA, A. R. M., CORNÉLIO, V. M. D. O., PEREIRA, J., & VILLELA, V. A. Identificação de *Aspergillus* spp: toxigênico em arroz. *Food Science and Technology*, 2010 30, 60-62.

HOPE, J. 2013. A review of the mechanism of injury and treatment approaches for illness resulting from exposure to water-damaged buildings, mold, and mycotoxins. *Scientific World Journal*. 2013:767482–20. <https://doi.org/10.1155/2013/767482>.

JERÔNIMO, G. H., JESUS, A. L. D., MARANO, A. V., JAMES, T. Y., SOUZA, J. I. D., ROCHA, S. C. O., & PIRES-ZOTTARELLI, C. L. A. (2015). Diversidade de blastocladiomycota e chytridiomycota do parque estadual da ilha do Cardoso, Cananéia, SP, Brasil. *Hoehnea*, 42, 135-163.

KAZEMIAN, N., PAKPOUR, S., MILANI, A.S., KLIRONOMOS, J. 2019. Environmental factors influencing fungal growth on gypsum boards and their structural biodeterioration: A university campus case study. PLoS ONE 14(8): e0220556. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0220556>.

LIBÓRIO G. M. V.W. SIMI W. B. Identificação de fungos anemófilos de potencial patogênico, encontrados em transportes públicos de Cuiabá– MT e várzea grande–MT, VII SEMINÁRIO TRANSDISCIPLINAR DA SAÚDE, **UNIVAG Centro Universitário** 30 e 31 de outubro de 2019.

LACAZ, C.D.S; PORTO.E; HEINS-VACCARI, E.M; MELO, N.T.D. **Guia para identificação fungos actinomicetos algas de interesse médico**. Sarvier Fapesp. São Paulo p. 283- 287, 1998.

LIMA, M. L de F; LIMA J. S. de; SILVA T. da S. Fungos anemófilos: avaliação da microbiota do ar em ambientes interno e externo, Universidade Estadual Vale do Acaraú-Sobral Ceará, **Essentia Revista de Cultura, Ciência e Tecnologia**, v. 20, n.1, p. 88-95. 2019.

LUZ, W. C. D. **Micologia avançada**. Passo Fundo, Rio Grande do Sul, 2011.

MACEDO, E. C. **Principais grupos de fungos: uma interpretação com base em sua sistemática filogenética**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo ( Dissertação, Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática), São Paulo, 2017. Disponível em: [https://spo.ifsp.edu.br/images/phocadownload/DOCUMENTOS\\_MENU\\_LATERAL\\_FIXO/POS\\_GRADUA%C3%87%C3%83O/MESTRADO/Ensino de Ci%C3%AAncias e Matem%C3%A1tica/Produtos Finais/2017/Produto Educacional Edimar Macedo.pdf](https://spo.ifsp.edu.br/images/phocadownload/DOCUMENTOS_MENU_LATERAL_FIXO/POS_GRADUA%C3%87%C3%83O/MESTRADO/Ensino%20de%20Ci%C3%A4ncias%20e%20Matem%C3%A1tica/Produtos%20Finais/2017/Produto%20Educativo/Edimar%20Macedo.pdf). Acesso em 13 de out 2022.

MADIGAN, M.T; MARTINKO, P.V; CLARK, D.V. **Microbiologia de Brock**. Artmed, Porto Alegre,12. ed. p. 1160. 2010.

MARTINS, P. A. A; BRAGA, H. F. Monitoramento da Qualidade Microbiológica Ambiental em Unidade de Alimentação. **UNICIÊNCIAS**. Uberlândia, v. 23, n. 2, p. 115-120, 2019.

MARTÍNEZ, L.C. **Presencia actual de micotoxinas en la acuicultura mediterránea**. Campus Agroalimentario, Forestal y Veterinario de Cataluña. Cataluña, 2020.

MELLO, S. C. M. de; REIS, A; SILVA, J.B. T. Manual de Curadores de Germoplasma – Micro-organismos: Fungos Filamentosos, **Embrapa recursos genéticos e biotecnologia**, Brasília, DF. 2011.

MENDOZA, D. P. G. **Proteômica aplicada à caracterização do secretoma de *Trichoderma harzianum***. Tese (Bioquímica e Química de Proteínas). Universidade de Brasília Departamento de Biologia Celular Programa de Pós-graduação em Biologia Molecular. Brasília, 2013.

MENEZES, C.P.D; PÉREZ, A. L. A; LIMA, E.D. O. Cladosporium spp: Morfologia, infecções e espécies patogênicas. Acta Brasiliensis p.23-27, 2017 Revisão <http://revistas.ufcg.edu.br/ActaBra> <http://dx.doi.org/10.22571/Actabra1120176>.

MEZZARI, A. **Fungos Anemófilos em Porto Alegre, RS**. 2002. Tese (Programa de Pós- Graduação em Ciências Veterinária) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

NASCIMENTO, Gildean M. do et al. Registro de espécies de macrofungos em fragmento de Floresta Amazônica no estado do Maranhão, Brasil. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 7, n. 8, p. 76520-76536, 4 ago. 2021. Disponível em:<https://brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/33836>.

NARANJO-ORTIZ, M. A.; GABALDÓN, T. Fungal evolution: diversity, taxonomy and phylogeny of the Fungi. **Biological Reviews**, v. 94, n. 6, p. 2101-2137, 2019.

OLIVEIRA, L. G. de; CAVALCANTE, M. A. de Q; PASSAVANTE, J. Z. de O; FERNANDES, M. J. dos S; LIMA, D. M. de M. Filamentous fungi isolated from Candeias Beach, Pernambuco, Universidade Federal de Pernambuco, Recife- PE, **Hoehnea**, v.2, n. 38, p. 215 – 220. 2011

OLIVEIRA, J.C.D. **Atlas de Micologia Médica**. Ministério da cultura, fundação Biblioteca Nacional. 2013. Disponível em: [https://so.controllab.com/pdf/atlas\\_micologia\\_laminas.pdf](https://so.controllab.com/pdf/atlas_micologia_laminas.pdf) acesso em: 11 de nov.2022

PEREIRA, C. de Q. M. **Identificação de espécies de fungos causadores de onicomicose em idosos institucionalizados no município de São Bernardo do Campo**. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, Programa de Dermatologia, São Paulo, 2012.

PEREIRA, K. C; DOS SANTOS, C. F. Micotoxinas e seu potencial carcinogênico. **Ensaio e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 15, n. 4, 2011.

SAITO, M; MACHIDA, S. A. **Rapid identification method for aflatoxin-producing strains of Aspergillus flavus and A. parasiticus by ammonia vapor**. **Mycoscience**, v.40, p.205-208, 1999.

SILVA, D. P. da, CALUMBY, R. J. N., SILVA, L. N. R. da, OLIVEIRA, J. O. de, SOUSA, J. R. G. de, SILVA, D. C. da, MOREIRA, R. T. de F., & Araújo, M. A. dos S. (2021). Fungos anemófilos isolados de bibliotecas de instituições de ensino da Região Nordeste do Brasil. **Revista Pan-Amazônica- Saúde**, 12, 8. <https://doi.org/10.5123/S2176-6223202000769>.

SILVEIRA, V.D. Micologia, Âmbito cultural Rio de Janeiro 5 ed. 336 p. 1995.

SOBRAL, L. de V. **Prevalência, produção de enzimas e atividade antibacteriana**. 2016. Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) – Universidade federal de Pernambuco centro acadêmico de vitória, Vitória de Santo Antão 2016.

SOUZA, P. M. S; ANDRADE, S. L. de; LIMA, A. F. Pesquisa, isolamento e identificação de fungos anemófilos em restaurantes self – service do centro de Maceió- AL. **Cadernos de graduação- Ciências Biológicas e da Saúde**. Maceió, v. 1, n.3, p. 147-154, nov. 2013.

SANTOS; R. M. G. D. **Metabolismo secundário dos fungos *Penicillium* sp e *Fusarium moniliforme* isolados como endofíticos de *Melia azedarach* (Meliaceae)**. Tese (Doutor em ciências) Universidade Federal de São Carlos São Carlos Centro de Ciências exatas e de Tecnologia programa de Pós Graduação em Química, departamento de Química, São Paulo, 2003.

SPATAFORA, J. W.; AIME, M. C.; GRIGORIEV, I. V.; MARTIN, F.; STAJICH, J. E.; BLACKWELL, M. 2017 the fungal tree of life: from molecular systematics to genome-scale phylogenies. in: heitman, j.; howlett, b. j.; crous, p. w.; stukenbrock, e. h.; james, t. y.; gow n. a. r. (eds.). *The Fungal Kingdom*. <https://doi.org/10.1128/9781555819583.ch1>.

TADEI, N. S; SILVA, N. C.C ; IWASE C. H.T ; ROCHA, L.O. Micotoxinas de *Fusarium* na produção de cerveja: Características, toxicidade, incidência, legislação e estratégias de controle. **Scientia Agropecuaria**. São Paulo, 2020.

WYATT, T. T.; WÖSTEN, H. A. B.; DIJKSTERHUIS, J. 2013. Fungal Spores for Dispersion in Space and Time. *Advances in Applied Microbiology*, 85: 43-91. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-407672-3.00002-2>.