



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**ROGÉRIO PEREIRA DA SILVA**

**FUNGOS ASSOCIADOS AO ACERVO ESPECIAL E RARO DA  
BIBLIOTECA DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA  
UFPB: UM CHAMADO PARA MANTER A MEMÓRIA**

**AREIA**  
**2023**

**ROGÉRIO PEREIRA DA SILVA**

**FUNGOS ASSOCIADOS AO ACERVO ESPECIAL E RARO DA  
BIBLIOTECA DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA  
UFPB: UM CHAMADO PARA MANTER A MEMÓRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Paraíba, como  
requisito parcial à obtenção do título de  
bacharel em Ciências Biológicas.

**Orientadora:** Prof. (a) Dr. (a) Loise Araujo  
Costa

**AREIA  
2023**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S586f Silva, Rogério Pereira da.

Fungos associados ao acervo especial e raro da biblioteca do Centro de Ciências Agrárias da UFPB: um chamado para manter a memória / Rogério Pereira da Silva. - Areia:UFPB/CCA, 2023.

48 f. : il.

Orientação: Loise Araujo Costa.  
TCC (Graduação) - UFPB/CCA.

1. Ciências Biológicas. 2. Fungos anemófilos. 3. Biodeterioração. 4. Conservação. I. Costa, Loise Araujo. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 573(02)

ROGÉRIO PEREIRA DA SILVA

**FUNGOS ASSOCIADOS AO ACERVO ESPECIAL E RARO DA  
BIBLIOTECA DO CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS DA  
UFPB: UM CHAMADO PARA MANTER A MEMÓRIA**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Universidade Federal da  
Paraíba como requisito parcial à  
obtenção do título de bacharel em  
Ciências Biológicas.

Aprovado em 20 / 06 / 2023

**BANCA EXAMINADORA**

*Loise Araújo Costa*

Prof. (a) Dr (a). Loise Araújo Costa (Orientadora)

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

*Júccia Nathielle do N. Oliveira*

Me. Júccia Nathielle do Nascimento Oliveira

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

*Geneses da Silva Ferreira*

Me. Geneses da Silva Ferreira

Universidade Federal da Paraíba (UFPB)

Ao CCA-UEPB, antiga Escola de Agronomia  
do Nordeste.

À memória de minha avó materna, Severina  
Pereira da Silva.

Ao professor Dr. Daniel Duarte Pereira – CCA  
UEPB.

Aos que fazem o Centro de Ciências Agrária

## **AGRADECIMENTOS**

À equipe da biblioteca do CCA-UFPB, nas pessoas de Júccia Nathielle do Nascimento Oliveira, Edilson Targino de Melo Filho, Mayara Virgínia, Magnólia, saúdo a todos (as)

À professora Loise Araujo Costa, pela paciência de todo esse tempo, por acreditar que daria certo e pelas incansáveis horas de orientação, até mesmo aos fins de semana.

Ao professor Dr. Rosemberg de Menezes, Departamento de Ecologia do CCA- UFPB, pela contribuição imprescindível com as análises estatísticas desse trabalho, agradeço!

## RESUMO

Acervos documentais têm no papel um dos principais suportes da informação, da memória e história. Acervos em papel, contém celulose, hemicelulose, cola de amido, tintas e produtos para o branqueamento do papel, de fácil degradação, sujeito a ação de fatores físicos, químicos, biológicos e humanos. Fungos anemófilos são aqueles que facilmente se disseminam pelo ar, geralmente de esporos secos, reconhecidos por contaminar e biodeteriorar acervos documentais e causar alergias. O objetivo geral desse trabalho foi conhecer a microbiota anemófila associada à superfície de livros e do ar de coleções especiais e raras da Biblioteca Setorial Francisco Tancredo Torres, do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba. Foram coletadas amostras da superfície de 10 livros, distribuídos em duas salas (sala 01 e sala 02), por meio de fricção de Swabs estéreis e transferidos para placas com meio de cultura (agar batata dextrose + rosa de bengala). Fungos presentes no ar das salas e corredor, externo a estas, foram coletados pelo método de exposição de placas por, aproximadamente, 20 minutos. Foram tomadas medidas do pH dos livros e aferidas temperatura e umidade externa e internas às coleções. No laboratório, o material dos Swabs e do ar foram incubados em estufa a 28°C, por 30 dias, aguardando crescimento das colônias, que foram contadas, organizadas planilhas e caracterizados e identificados os táxons. A riqueza, abundância, dominância, índice de diversidade de Simpson e equitabilidade foram calculados e aplicada análise de PCoA e PERMANOVA. Foram isoladas 1.096 UFCs distribuídas em 50 táxons. Os livros apresentaram riqueza de espécies um pouco mais expressiva que o ar; a sala 02 teve maior abundância; a dominância de espécies foi baixa; e elevado o índice de diversidade e equitabilidade, com táxons melhor distribuídos no ar. Gêneros mais frequentes foram *Penicillium*, *Cladosporium*; *Fusarium*; *Aspergillus* e *Acremonium* e o grupo micélios estéreis Os gêneros raros foram *Chaetomium*, *Ascotricha*, *Myrothecium* e *Paecylomyces* A análise de PERMANOVA indicou que a composição da comunidade de fungos entre os ambientes investigados é diferente estatisticamente ( $P < 0.001$ ), e o PCoA apresentou maior similaridade na composição das comunidades de fungos do ar e da superfície interna dos livros quando comparadas com a superfície externa. Os estudos indicam que muitos desses fungos tanto ocorrem no ar quanto nas superfícies dos livros. Acreditamos que condições ambientais não controladas como a temperatura, umidade relativa do ar, pH propícios, baixa circulação de ar e pouco luminosidade contribuíram para criar microclimas e fomentar proliferação desses fungos, o que torna um risco para Síndrome dos Edifícios Doentes. Em um dos ambientes, a relação entre o ambiente interno e externo apresentou fora dos parâmetros da Anvisa para ambientes fechados.

**Palavras-chave:** fungos anemófilos; biodeterioração; conservação.

## ABSTRACT

Documentary collections have on paper one of the main supports of information, memory and history. Paper collections contain cellulose, hemicellulose, starch glue, inks and paper bleaching products, which are easily degraded and subject to the action of physical, chemical, biological and human factors. Airborne fungi are those that easily spread through the air, usually from dry spores, recognized for contaminating and biodeteriorating document collections and causing allergies. The general objective of this work was to know the anemophilous mycobiota associated with the surface of books and the air of special and rare collections of the Francisco Tancredo Torres Sectoral Library, of the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Paraíba. Samples were collected from the surface of 10 books, distributed in two rooms (room 01 and room 02), by rubbing sterile swabs and transferred to plates with culture medium (potato dextrose agar + rose bengal). Fungi present in the air in the rooms and corridor outside these were collected using the plate exposure method for approximately 20 minutes. Measurements were taken of the pH of the books and the temperature and humidity measured externally and internally to the collections. In the laboratory, the material from the Swabs and the air were incubated in an oven at 28°C for 30 days, waiting for the growth of the colonies, which were counted, spreadsheets were organized and the taxa were characterized and identified. Richness, abundance, dominance, Simpson's diversity index and evenness were calculated and PCoA and PERMANOVA analysis were applied. A total of 1,096 CFUs distributed in 50 taxa were isolated. Books showed species richness a little more expressive than air; room 02 had greater abundance; species dominance was low; and high diversity and evenness index, with taxa better distributed in the air. Most frequent genera were *Penicillium*, sterile mycelia; *Cladosporium*; *Fusarium*; *Aspergillus* and *Acremonium*. The rare genera were *Chaetomium*, *Ascotricha*, *Myrothecium* and *Paecylomices*. The PERMANOVA analysis indicated that the composition of the fungal community between the investigated environments is statistically different ( $P < 0.001$ ), and the PCoA showed greater similarity in the composition of the fungal communities in the air and on the inner surface of the books when compared to the surface external. Studies indicate that many of these fungi occur both in the air and on book surfaces. We believe that uncontrolled environmental conditions such as temperature, relative humidity, favorable pH, low air circulation and low light have contributed to creating microclimates and promoting the proliferation of these fungi, which makes it a risk for Sick Building Syndrome. In one of the environments, the relationship between the internal and external environment was outside Anvisa's parameters for indoor environments.

**Keywords:** airborne fungi; biodeterioration; conservation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1-</b> Sala de coleções especiais e raras BSFTT- CCA-UFPB.....	18
<b>Figura 2-</b> Estado de conservação dos livros das Coleções especiais e raras .....	19
<b>Figura 3-</b> Coleta de amostras da superfície externa e interna dos livros.....	20
<b>Figura 4-</b> Coleta de amostras do ar das salas de coleções especiais e corredor.....	20
<b>Figura 5-</b> Incubação , desenvolvimento das colônias e identificação micromorfológica.....	21
<b>Figura 6-</b> Diversidade de fungos anemófilos encontrados.....	26
<b>Figura 7-</b> Diagrama de Venn representando táxons compartilhados e exclusivos entre o ar e as superfícies de livros.....	27
<b>Figura 8</b> - Análise de Coordenadas Principais, PERMANOVA considerando dados quantitativos (A) e de presença e ausência da (B). Partição da diversidade Beta para os ambientes investigados (C).....	28
<b>Figura 9-</b> Média de temperatura e umidade relativa do ar interno do ambiente da sala 01 a partir de três medições nos períodos da manhã, tarde e noite por 15 dias.....	28
<b>Figura 10</b> - Média de temperatura e umidade relativa do ar interno do ambiente da sala 02 a partir de três medições nos períodos da manhã, tarde e noite por 15 dias.....	29
<b>Figura 11-</b> Média de temperatura e umidade relativa do ar no município de Areia – PB no período do experimento.....	29

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** - Descritores ecológicos de riqueza, abundância, dominância, índice de diversidade de Simpson e equitabilidade para os ambientes investigados.....23
- Tabela 2** - Distribuição das abundâncias dos Táxos nos três ambientes investigados, e o total de cada Táxon, no acervo especial e raro da biblioteca do Centro de Ciências Agrárias, campus II da Universidade Federal da Paraíba.....24
- Tabela 3** - Valores do pH das folhas dos livros utilizados no presente estudo.....30

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	12
<b>3 METODOLOGIA</b> .....	16
3.1 <i>Área de estudo</i> .....	16
3.2 <i>Amostragem, coleta e isolamento dos fungos associados à superfície dos livros e anemófilos</i> .....	18
3.3 <i>Coleta de dados ambientais e do pH dos livros</i> .....	20
3.4 <i>Análise de dados</i> .....	20
<b>4 RESULTADOS</b> .....	21
<b>5 DISCUSSÃO</b> .....	39
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	43
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	44

## 1 INTRODUÇÃO

Os esforços para preservar os acervos formados por livros, fotografias, artes plásticas e outros itens relacionados ao patrimônio cultural e à memória e, assim, perpetuá-los a outras gerações, têm sido merecedores de reconhecimento. A variedade de itens a preservar tem requerido cada vez mais responsabilidades, conhecimentos, habilidades e ações inter e transdisciplinares dos profissionais da ciência da informação (CALLOL, 2013), bem como pela biblioteconomia, que trabalham para que a informação seja preservada e acessada pelo público.

Os acervos em papel requerem cuidados especiais no armazenamento e acondicionamento, pela natureza do material de que são feitos, e por estarem expostos a uma série de fatores que podem comprometer as informações no suporte de papel (BRASIL, 2012; CALLOL, 2013; OGDEN, 2001). E é no papel que repousa a maior parte dos conhecimentos que a humanidade produziu ao longo dos séculos. As bibliotecas são um dos espaços onde estas informações históricas estão disponíveis, portanto, é preciso que estejamos atentos à forma como os documentos estão sendo armazenados.

As bibliotecas revestem-se de importância, além de outras atribuições, pela função de preservar a história local, cuidar e disponibilizar a memória de sua região (FERRAZ, 2014). Por isso que preservar, conservar e restaurar são medidas extremamente necessárias em acervos de bibliotecas, considerando todos os tipos de coleções, pois tais acervos estão sujeitos à deterioração e a biodeterioração. Estes fenômenos já estão documentados e estudados nestes espaços. São termos distintos, uma vez que a primeira é acarretada mais por fatores ambientais, físicos e químicos, ao passo que a segunda, por agentes biológicos diversos. Preservar está relacionado a uma política mais ampla; já conservar é um compromisso de profissionais e usuários e restaurar é medida menos frequente e que geralmente requer largos custos (CARVALHO, 2010).

Contribuem e acarretam estes processos de deterioração e biodeterioração desde a composição do material usado na fabricação dos livros, do papel às tintas, o mau planejamento das edificações que abrigarão os acervos, em especial o inadequado controle ambiental de temperatura e da umidade relativa do ar; a má ventilação e luminosidade e o manuseio equivocado dos documentos (BRASIL, 2012; SILVA; LAUREANO; OLIVEIRA, 2019; CALLOL, 2013). As edificações mal planejadas e o uso de material de construção e acabamento inadequados às instalações próprias para acervos propiciarão rachaduras e infiltrações, contribuindo com microclimas internos que favorecem a presença de macro e

microrganismos, que se alimentam e se reproduzem, resultando no processo de biodeterioração.

O espectro de macro e microrganismos que podem danificar e destruir os acervos em papel é variado, sendo os fungos um dos exemplos sempre presentes. O ataque promovido por esses organismos faz parte do que se conhece por microbiodeterioração. A microbiodeterioração causada pelos fungos nos acervos em papel podem levar ao total solapamento das informações históricas, fazer desaparecer dados preciosos da historiografia, atrapalhar pesquisas e comprometer a saúde de quem trabalha e visita as coleções (OGDEN, 2001; CALLOL, 2013). Os fungos são seres eucarióticos, heterotróficos, portanto incapazes de sintetizar seu próprio alimento, absorvendo, assim, nutrientes do substrato sob o qual crescem. Nesse processo, uma série de enzimas e outros produtos de seu metabolismo é liberado (ALEXOPOULOS, 1979; SILVEIRA, 1995). Sabe-se, hoje, que muitos fungos não degradam apenas matéria orgânica, podendo comprometer outros materiais, como fitas magnéticas, CDs, etc. (SILVA; LAUREANO; OLIVEIRA, 2019). Isto significa que os efeitos da deterioração e da biodeterioração estendem-se para além do comprometimento físico dos documentos, porque a memória está correlacionada a elementos culturais, portanto, materiais e subjetivos. Segundo Mendes *et al.* (2010) estudar os fatores que possam gerar danos e levar à perda da informação presente nestes documentos é demonstrar respeito e responsabilidade com a memória e a história de pessoas, lugares e eventos.

As coleções especiais e raras da Biblioteca Setorial Francisco Tancredo Torres (BSFTT) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, foram organizadas a partir de um projeto de extensão intitulado “A (re)construção da memória institucional, acadêmica, cultural, social e histórica do Centro de Ciências Agrárias através de documentos”, o qual propunha organizar obras e documentos, alguns raros, datados a partir do século XIX, de valor inestimável sobre a história do Centro de Ciências Agrárias, da cidade de Areia, do estado da Paraíba e do Brasil. Vale salientar que o acervo estava por um longo período acondicionado em outro espaço no campus universitário e somente foi direcionado à biblioteca com a realização do projeto de extensão. Desta forma, durante as vivências do projeto de extensão foram observadas nos documentos e obras do acervo fortes evidências de biodeterioração por fungos o que gerou grande inquietação e preocupação entre os colaboradores do projeto. Que fungos estavam presentes nos acervos, de que forma estes fungos comprometem os acervos?.

Portanto, foram estas as razões que nos levaram a propor este trabalho, cujo objetivo geral é conhecer a microbiota associada à superfície das obras e ar de coleções especiais e

raras da BSFTT - CCA-UFPB. E como objetivos específicos isolar os fungos associados à superfície dos livros e do ar de coleções especiais e raras; verificar a acidez das folhas dos livros amostrados; analisar a influência do pH no desenvolvimento dos fungos; comparar as comunidades de fungos anemófilos e de fungos associados à superfície dos livros; discutir métodos de higienização e controle apropriados para a preservação e conservação dos livros das coleções especiais e raras.

A pesquisa é bibliográfica, com análise quali-quantitativa dos dados.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

As bibliotecas universitárias são importantes instituições sociais, pois contribuem tanto para a continuidade das atividades acadêmicas, quanto no contexto mais amplo de formação dos sujeitos. Callol (2013) afirma que elas são locais onde as informações históricas estão disponíveis, abrigando parte do conhecimento produzido pela humanidade em diferentes épocas. Para Domingo (2005), elas exercem relevante papel social na inclusão dos indivíduos na cultura da informação, cujos principais valores cultivados são a acessibilidade, confidencialidade, privacidade, diversidade, educação, aprendizagem permanente, preservação e serviço, contribuindo para formação e investigação.

Ferraz (2014) argumenta que além de difundir e democratizar o conhecimento, a biblioteca tem a grande função de preservar a história de uma localidade. Conforme Menezes (2009), obras de maior relevância para a história de um país ou região estão sistematizadas em coleções especiais e raras, em bibliotecas, arquivos e museus, com o objetivo de que este material tenha durabilidade. Coleções especiais são aquelas que estão à parte do acervo geral, que são valiosas financeiramente, pela raridade das peças, formas físicas que possuem ou pelo compromisso com a instituição e a preservação (PINHEIRO, 2015).

Preservação documental é uma ação pela qual se busca minimizar os danos ao suporte em papel, couro, ou a suportes mais atuais, como discos óticos e fitas magnéticas (CARVALHO, 2010). Isto é, ação que visa salvaguardar os registros documentais (SPINELLI; BRANDÃO; FRANÇA, 2011). Já a conservação documental, se refere a um conjunto de ações com o objetivo de desacelerar o processo de degradação de documentos através de controle ambiental, higienização, reparos e acondicionamento (BRASIL, 2012). Teijgeler (2007, p. 46) explica que preservação seria “tudo aquilo que contribui para o bem-

estar físico da colecção; Conservação, ou intervenção física direta sobre o material, é somente uma parte da preservação”.

Acervos bibliográficos requerem cuidados especiais no armazenamento e acondicionamento, pela natureza do material de que são feitos e por estarem expostos a uma série de fatores que podem comprometer as informações, especialmente quando em suporte de papel (BRASIL, 2012; MENDES; SANTOS; SANTIAGO, 2010; OGDEN, 2001; SILVA; LAUREANO; OLIVEIRA, 2019; CALLOL, 2013; TEIJGELER, 2007).

Muitos são os agentes que podem deteriorar e biodeteriorar acervos em papel (BRASIL, 2012; OGDEN, 2001; CALLOL, 2013). Estes agentes podem ser categorizados em biológico, físico, químico, ambiental e humano (BRASIL, 2012; CALLOL, 2013). Os agentes biológicos são representados por um amplo espectro incluindo desde aves, roedores, morcegos, insetos; além de microrganismos como as bactérias, algas, leveduras, fungos e líquens. (OGDEN, 2001; BRASIL, 2012; CALLOL, 2013; SILVA; LAUREANO; OLIVEIRA, 2019). Teijgeler (2007) ao tratar do tema, do mesmo modo reforça que “As forças destrutivas podem ser classificadas em três grupos – físicas (calor, luz solar, pó, areia), químicas (humidade, gases, agentes poluentes) e as biológicas (fungos, bactérias, insectos, roedores)”.

De acordo com Callol (2013), os estudos da Biologia aplicados à conservação são recentes, tendo sido iniciados no século XX. Silva; Laureano; Oliveira (2019) afirmam que desde o início do século XX, estudos já traziam a preocupação com a contaminação de acervos, apontando para a ação dos microrganismos e também os possíveis danos à saúde das pessoas proveniente da contaminação dos livros. Segundo Teijgeler (2007), a história da conservação documental, como profissão, ainda é recente, mas ela está hoje firmada, tendo sido primeiro destaque nos países desenvolvidos, e, mais recente, nos países em desenvolvimento. Para Teijgeler (2007) estes países, em especial aqueles situados nos trópicos, enfrentaram muitos desafios, devido às temperaturas extremas e umidade relativa, responsáveis por infestações gigantescas, tanto de insetos como de bolores específicos de cada país. Para ele, a umidade relativa do ar, por si só, causa danos severos aos acervos, e quando associado a altas temperaturas e umidade, a contaminação se dissemina com extrema rapidez; ele exemplifica diversos acidentes ocorridos ao longo dos continentes em bibliotecas, arquivos e museus.

Bortoletto; Machado; Coutinho (2002) exemplificam a gravidade de um acidente fúngico ocorrido no Brasil na biblioteca de Manguinhos, no Rio de Janeiro, onde o prédio teve de ser interditado. Nos países tropicais, ainda se tem outro agravante, segundo Teijgeler

(2007), pois desde a colonização dos mesmos, não se tinha o devido cuidado com o patrimônio documental, criando museus e arquivos, de modo que o impacto desse descaso reverberaria até hoje.

Os níveis de umidade e temperatura estão entre os principais agentes físicos que acarretam o crescimento e propagação de fungos deterioradores de papéis (BRASIL, 2012; GÜTHS, 2012; CALLOL, 2013). É sempre enfatizado que o planejamento equivocado dos espaços físicos das bibliotecas e a falta de controle destas variáveis ambientais geram microclimas, permitindo o desenvolvimento destes organismos (OGDEN, 2001; BORTOLETTO, MACHADO, COUTINHO, 2002; CALLOL, 2013). Autores como Tejgeler (2007) mostram que valores de umidade e temperatura para desenvolvimento de fungos em acervos diferem entre os ambientes temperados e tropicais. Toledo (2010) comenta que valores de temperatura e umidade em 20°C e 50%, respectivamente, estão ultrapassados, sendo padrões de ambientes temperados. No trabalho de Santos (2014), é indicado a temperatura e umidade ideais para papel e couro de 18 e 45 a 60%, respectivamente. Segundo Ogdem (2001), os fungos podem crescer também em baixas umidades.

Os fungos constituem um dos agentes biológicos responsáveis pela biodeterioração dos acervos documentais nas bibliotecas (BRASIL, 2012; OGDEN, 2001; TEIJGELER, 2007; CALLOL, 2013). Callol (2013) destaca que fungos representam risco às instituições, pela alta capacidade celulolítica que têm muitas de suas espécies. Eles são seres eucarióticos, heterotróficos, pluricelulares formando filamentos denominados de hifas e micélio, ou unicelulares leveduriformes, aclorofilados e estão sempre associados ao substrato orgânico do qual absorvem os nutrientes necessários ao seu crescimento e desenvolvimento (ALEXOPOULOS, 1979), sendo conhecidos por serem heterótrofos por absorção; apresentam parede celular composta por quitina (ALMEIDA, 2008).

A maior parte são imóveis, ainda que alguns apresentem flagelos. São versáteis em propagarem-se, seja por meio da reprodução assexuada e/ou sexuada, produzindo esporos, os quais são dispersos para o ambiente através do vento, da água, dos animais e até pelo homem (ALEXOPOULOS, 1979; TORTORA; FUNKE; CASE, 2017; TRABULSI e ALTERTHUM, 2008). Eles toleram ambientes hostis, alguns suportando ambientes hipertônicos e amplitudes térmicas entre -6 a 50°C (ALMEIDA, 2008). Segundo Alexopoulos (1979), alguns suportam temperaturas de crescimento entre 0 a 35°C, mas a temperatura ótima para a maioria das espécies é entre 20 a 30°C. Ao contrário das bactérias, estão adaptados a ambientes mais ácidos, crescendo em pH 6 para um espectro de espécies investigadas (GOMPERTZ *et al.*, 2008; TORTORA; FUNKE; CASE, 2017).

Pelo metabolismo celular, muitos deles sintetizam pigmentos corantes, álcoois, enzimas, ácidos, antibióticos, micotoxinas, dentre outros compostos, que causam alterações químicas e físicas no papel (SILVEIRA, 1995). É importante salientar que fungos têm o seu desenvolvimento influenciado pelo grau de acidez e de alcalinidade do substrato, podendo a acidez favorecer a germinação dos esporos e acelerar o crescimento das colônias (SILVEIRA, 1995). Também produzem manchas de tonalidades e textura, pigmentos, ácidos orgânicos como o lático, fumárico, acético e oxálico, causando acidificação e, conseqüentemente, o dano ao suporte da informação.

Os fungos que se propagam através do ar e que são contaminantes de acervos, são denominados anemófilos. Biodeterioram os acervos documentais, uma vez que na confecção dos livros há matéria orgânica, desde o papel, cola de amido, pano e couro; pelo manuseio e má conservação, resíduos de sujeira e gordura podem estar presentes na sua superfície, oportunizando seu crescimento no substrato (CALEGARI *et al.*, 2018; OGDEN, 2001; CALLOL, 2013). Com o tempo, podem aparecer manchas amarronzadas, fissuras, ranhuras, pó espalhado sobre a sua superfície, causando danos irreversíveis ao acervo (RIBEIRO, 2013). Os fungos anemófilos também são potenciais agentes bioalérgenos responsáveis por diferentes tipos de problemas de saúde como manifestações respiratórias alérgicas (asma e rinite), conjuntivite e doenças dermatológicas (MOURA, 2011; PEREIRA *et al.*, 2010; STERLING; COLLETT; RUMEL, 1991). Ainda podem caracterizar a síndrome dos edifícios doentes, o que gera problemas no campo da saúde ocupacional, conforme MOURA (2011) e PEREIRA *et al.* (2010).

Os trabalhos realizados no Brasil sobre fungos associados aos acervos bibliotecários são poucos e fragmentados, como demonstrado por Ribeiro (2012) e Santos (2014), que nos alertam que a preservação de documentos em papel em bibliotecas ainda é tímida em nosso país. Muitos estudos estão mais concentrados no Sudeste, como Bortoletto; Machado; Coutinho (2002); Menezes, (2009); Pereira *et al.* (2010), e Sul, sendo escassos no Nordeste, o que leva muitos autores a conclamarem por mais dados e levantamentos (MARTINS e MARTINS, 2013; RIBEIRO e LUBISCO, 2016; CALLOL, 2013; PAIXÃO *et al.*, 2016). Pesquisando no google acadêmico, ao menos no estado da Paraíba, Paraíba, foram realizados poucos trabalhos na Universidade Estadual da Paraíba (BELMIRO, 2012) e Campus I da Universidade Federal da Paraíba, como os de Barbosa (2015) e Targino (2017). Por meio deste trabalho, pretendemos contribuir com mais dados sobre a diversidade de fungos em acervos de livros no Brasil, ambiente tropical, uma vez que estas informações estão mais disponíveis para ambientes temperados (TEIJGELER, 2007) e no Estado da Paraíba nos

parecem raras. O clima da região do Brejo Paraibano é marcado por elevada umidade relativa do ar e média de pluviosidade de 1350 mm por ano (AESAs, 2023).

### **3 METODOLOGIA**

A pesquisa é do tipo bibliográfica com análise quali-quantitativa dos dados. O estudo foi desenvolvido a partir de três etapas. Na primeira etapa foi delineada a área de estudo a ser coletada. No segundo momento, foi realizado o desenho e amostragem do experimento; na terceira etapa a coleta dos dados e na quarta etapa a análise de dados.

#### *3.1 Área de estudo*

O estudo foi realizado na Biblioteca Setorial Francisco Tancredo Torres (BSFTT) localizada no Centro de Ciências Agrárias, Campus II da UFPB, município de Areia, estado da Paraíba, Microrregião do Brejo Paraibano. O local do estudo fica situado em brejos de altitude, a 622m acima do nível do mar. O atual prédio que abriga a biblioteca é recente, construído no ano de 2012, e apresenta dois pavimentos, o térreo e o subsolo, mas desde 1973 foi criada oficialmente, integrando o Sistema de Bibliotecas da UFPB (SIBI/UFPB).

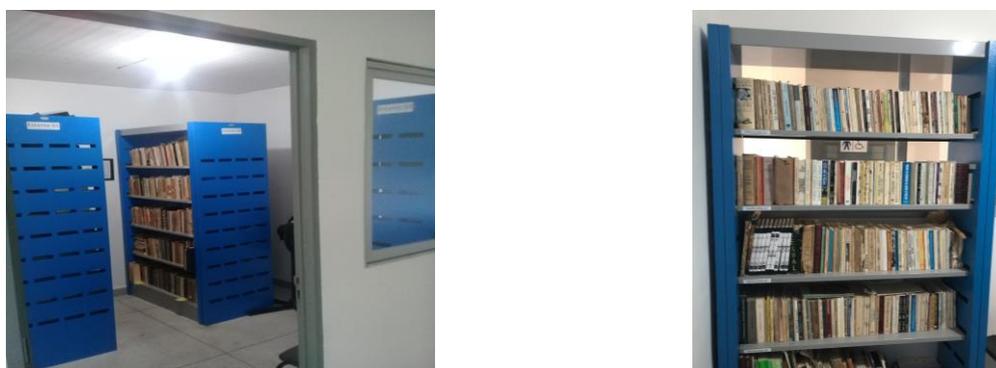
O pavimento térreo abriga a coleção geral, em que estão expostos os livros que podem ser consultados e emprestados à comunidade universitária e trabalhos científicos dispostos em estantes de metal, sendo um ambiente em que os discentes têm livre acesso. Existe ainda um balcão de atendimento, onde os discentes podem deixar suas mochilas, além de mesas na ampla área em comum e cabines individuais. Há quatro condicionadores de ar, que não funcionavam adequadamente e constantemente na época em que se fez o experimento; muitas vezes desligados nos horários de maior trânsito de pessoas, e sempre desligados ao término do expediente, após às 22:00hs. Não há desumidificadores, o que favorece a proliferação de agentes microbianos associados às paredes, especialmente os fungos no período chuvoso, devido às infiltrações. As janelas deste andar são em vidro e metal, dispostas no entorno, nos quatro lados do prédio. Também há um espaço reservado à reprografia, além de um banheiro feminino e um masculino.

No pavimento do subsolo, com acesso por uma escada, há nove condicionadores de ar distribuído um por cômodo, mas que não funcionam constantemente, e também não há desumidificadores. O subsolo é o local onde estão as salas da administração da biblioteca como: sala de armazenamento de trabalhos oriundos dos diversos cursos de graduação e pós-

graduação, auditório que comporta 50 pessoas, central e laboratório de informática, sala de recebimento de livros e catalogação dos mesmos, salas de estudos, além de um banheiro feminino e masculino para os estudantes e dois banheiros para os funcionários. Ainda há uma copa e uma ampla área aberta em comum com mesas para estudos, com vista para a mata no entorno. Nestas áreas existe intensa movimentação de pessoas e acesso totalmente livre.

Ainda no subsolo, encontram-se as salas das coleções especiais e raras, em um total de quatro (salas 01, 02, 03 e 04). Na sala 01 e 02 estão dispostas três estantes, cada uma com livros e documentos do acervo, totalizando seis estantes. Na sala 03 funciona o local de separação, limpeza e restauro das obras, enquanto que na sala 04, seis estantes armazenam livros de diversas áreas e muitos do início da E.A.N., além de funcionar como sala de desbaste, com livros encaixotados, ainda no aguardo por triagem, mas em sua maioria já organizados por área do saber. Todas as quatro salas encontram-se fechadas, sem climatização e com acesso restrito aos estagiários e funcionários da biblioteca, mas são abertas por horas seguidas durante as atividades do projeto de extensão ou para visita à biblioteca. E serão abertas no futuro ao público

**Figura 1-** Sala de coleções especiais e raras BSFTT- CCA-UFPB



Fonte: Autor

**Figura 2-** Estado de conservação dos livros das Coleções especiais e raras



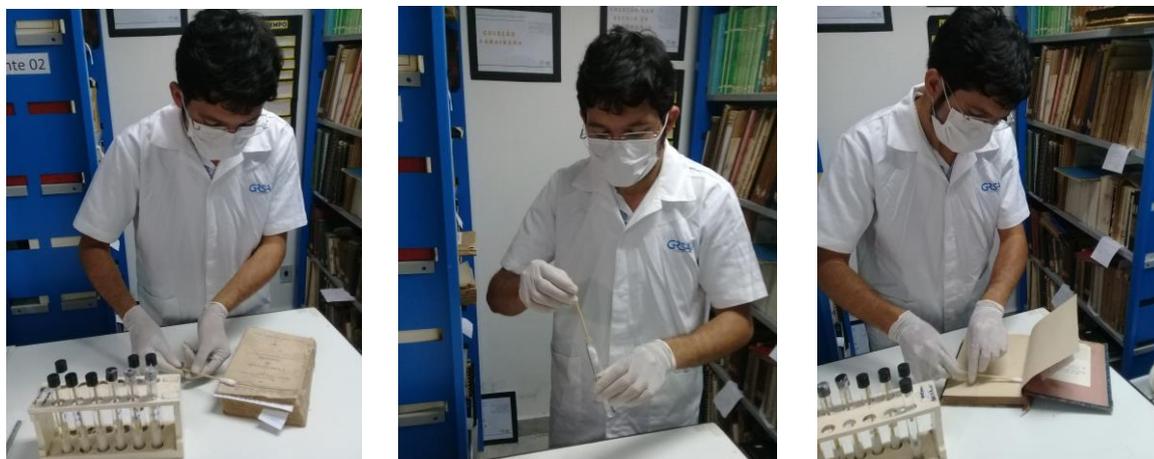
Fonte: Autor

### 3.2 Amostragem, coleta e isolamento dos fungos associados à superfície dos livros e anemófilos

As coletas de amostras fúngicas em superfícies de livros de coleções especiais e raras acondicionados nas salas 01 e 02, e amostras de fungos anemófilos (do ar) de ambientes interno e externo às coleções foram realizadas em outubro de 2019. O meio de cultura utilizado para o isolamento dos fungos foi o ágar batata dextrose (BDA) acrescido de rosa bengala (25mg/L), corante com ação bactericida e fungistática.

Para proceder à coleta dos fungos associados às superfícies, foram selecionados aleatoriamente, dentre os mais de mil exemplares das coleções, à época do experimento, e sem repetição cinco livros em cada sala, totalizando 10 livros em todo o trabalho, os quais estavam dispostos esparsamente nas prateleiras. Para coleta de material da superfície de cada livro foi utilizado dois *swabs* estéreis (PAIXÃO et. al, 2016), sendo um friccionado na parte externa (capa, lombada e cortes), e o segundo na parte interna, em três folhas: primeira, central e última (PAIXÃO, et. al, 2016). Após a coleta, os *swabs* foram postos em tubo de ensaio contendo solução salina estéril a 0,85% e, em seguida, transportados até o Laboratório de Microbiologia do Departamento de Biociências (LM/DB), para a realização da transferência do inóculo na superfície do meio de cultura utilizando a técnica de esgotamento em superfície. Assim, quatro placas de Petri foram utilizadas para cada livro (duas placas por superfície interna e externa), totalizando 40 placas na coleta da superfície.

**Figura 3-** Coleta de amostras da superfície externa e interna dos livros



Fonte: Autor

Concomitante à coleta de material da superfície dos livros, foi realizada a coleta de fungos anemófilos, utilizando o método de exposição direta de placas de Petri com o meio de cultura, por um período de 20 minutos. Esse tempo para a exposição das placas e coleta de fungos do ambiente, ar, é variado na literatura. Rosa *et al.* (2008) expôs as placas em coleta do ar por 15 minutos; já Rego e Santos (2015), por 10 minutos. De modo que nos guiamos por estes autores. Para tanto, foram utilizadas quatro placas de Petri em cada sala, posicionadas em diferentes pontos, distante do chão, sob banquinhos de madeira ou cadeiras dentro das salas e sobre as estantes de livros; e quatro placas de Petri dispostas ao longo do corredor, que dá acesso às mesmas, sob cadeiras. Assim, o total de 12 placas de Petri foram utilizadas. Após a coleta as placas foram levadas ao LM/DB.

**Figura 4-** Coleta de amostras do ar das salas de coleções especiais e corredor

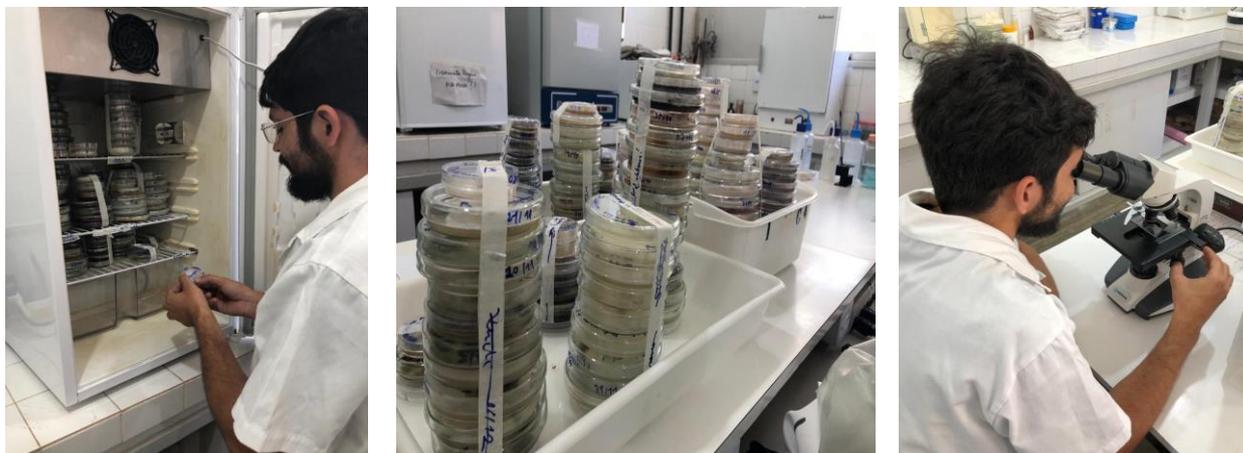


Fonte: Autor

As 52 placas de Petri obtidas no estudo (40 placas para os fungos da superfície de livros e 12 para os fungos anemófilos) foram incubadas em estufas do tipo BOD a 28°C para o crescimento dos fungos por um período de até 30 dias. Trinta dias foi opção nossa, mas na literatura constatamos tempo de incubação de 15 dias (ROSA *et al.*, 2008). O acompanhamento do crescimento fúngico foi realizado diariamente e após a verificação do desenvolvimento de colônias, as quais foram averiguadas e quantificadas, organizando-se uma planilha inicial agrupando-as com base em características morfológicas do micélio, coloração, taxa de crescimento e do verso e reverso da colônia. Representantes de cada fungos foram isolados para a obtenção de culturas puras e posterior análise micromorfológica das estruturas reprodutivas para identificação dos gêneros utilizando literatura especializada. Aqueles fungos que não esporularam após o isolamento foram categorizados em morfogrupos

com base nas mesmas características citadas acima: características morfológicas do micélio, coloração, taxa de crescimento e do verso e reverso da colônia.

**Figura 5**-Incubação, desenvolvimento das colônias e identificação micromorfológica



Fonte: Autor

### *3.3 Coleta de dados ambientais e do ph dos livros*

Para avaliar a variação da temperatura e umidade relativa do ar nos ambientes internos de ambas as salas das coleções investigadas no presente estudo, foram mensuradas em três turnos (manhã, tarde e noite), por meio de um termo-higrômetro, durante um período de 15 dias, entre 17/02/20 a 13/03/20. Além disso, dados de temperatura e umidade relativa do ar da cidade de Areia foram obtidos do Posto Meteorológico do CCA/UFPB.

Após procedermos com a coleta de material da superfície dos livros, a acidez das folhas foi medida por meio de tiras medidoras de pH. Para tal medição, consultando profissional da área de conservação de documentos, uma gota de água deionizada foi adicionada em uma pequena região de uma das folhas de cada livro utilizado no presente trabalho, e, posteriormente, a fita de tornassol foi sobreposta à região umidificada por um período de 10 minutos. Folhas de papel filtro foram empregadas para evitar que outras folhas dos livros fossem molhadas, além de auxiliar com a secagem.

### *3.4 Análise dos dados*

Uma planilha foi construída constando dados quantitativos dos fungos associados às superfícies externa e interna dos livros e dos fungos anemófilos de cada ambiente investigado. Assim, dados de riqueza, abundância, dominância, diversidade de Simpson e equitabilidade

(J) foram obtidos para cada um dos ambientes investigados (MAGURRAN, 1988). Para verificar o número de táxons de fungos exclusivos e compartilhados entre os livros e o ar foi construído o Diagrama de Venn. A análise multivariada de variância com permutações (PERMANOVA) foi realizada para avaliar as diferenças nas comunidades de fungos associados às superfícies externa e interna de livros e a comunidade de fungo do ar (ANDERSON, 2001). Para demonstração gráfica da ordenação das comunidades de fungos os dados foram submetidos a análise de coordenadas principais (PCoA). Em ambas as análises, PERMANOVA e PCoA, foram utilizados dados quantitativos e de presença e ausência, para tanto os índices de distâncias utilizadas foram Bray-Curtis e Jaccard, respectivamente. Também foi realizada uma análise da partição da diversidade Beta para avaliar a contribuição dos componentes de aninhamento e substituição de espécies para explicar as mudanças observadas na composição dos táxons entre os habitats. As análises foram realizadas com o auxílio dos programas PAST v. 3.15 (HARMER *et al.*, 2017) e R Core Team (2022).

#### **4 RESULTADOS**

Um total de 1.096 unidades formadoras de colônias (UFCs) de fungos foram obtidas no presente trabalho, distribuídas em 50 táxons, os quais representam a riqueza total de espécies (Tabela 1). Nos livros da sala 02 a comunidade de fungos apresentou maiores valores de riqueza (27) e abundância (339) dentre os ambientes investigados. Considerando a comunidade de fungos associada ao ar, a sala 01 apresentou-se mais rica em táxons (17) e a menos abundante (101), ao passo que o corredor apresentou menor valor de riqueza (11) e a sala 02 foi o local com maior abundância (217) (Tabela 1).

A comunidade de fungos total obtida no presente trabalho apresentou um elevado valor do índice de diversidade de Simpson (0,887), uma baixa dominância de táxons (0,113) e consequentemente um elevado valor de equitabilidade (0,725). Avaliando cada um dos ambientes, a comunidade de fungos associada ao ar da sala 01 apresentou-se mais diversa (0,8321) com menor dominância de táxons (0,1679) e mais equitativamente distribuída (0,7274). A comunidade do ar da sala 02 apresentou o menor valor de diversidade (0,7559) e maior dominância (0,2441). As diferenças observadas entre os valores dos índices (dominância, diversidade de Simpson e equitabilidade) obtidos para as comunidades do livro e ar da sala 01 foram estatisticamente significativos, visto que os intervalos de confiança não

se sobrepõem. Comparando par a par os valores dos índices para cada ambiente foi observado também diferenças significativas para: livro da sala 01 e corredor, para a diversidade de Simpson; ar da sala 01 e livro da sala 02, livro da sala 01 e ar do corredor, livro e ar da sala 02, livro da sala 02 e ar do corredor para a equitabilidade (Tabela 1).

**Tabela 1-** Descritores ecológicos de riqueza, abundância, dominância, índice de diversidade de Simpson e equitabilidade para os ambientes investigados no acervo especial e raro da biblioteca do Centro de Ciências Agrárias, campus II, da Universidade Federal da Paraíba.

<b>Ambiente</b>	<b>Riqueza</b>	<b>Abundância</b>	<b>Dominância (D)</b>	<b>Simpson (1-D)</b>	<b>Equitabilidade (J)</b>	
Sala 01	Livro	22	313	0,316 (0,2623-0,3697)	0,684 (0,6304-0,7376)	0,5842 (0,5343-0,6342)
	Ar	17	101	0,1679 (0,123-0,2129)	0,8321 (0,7871-0,877)	0,7274 (0,6657-0,7891)
Sala 02	Livro	27	339	0,2412 (0,2067-0,2758)	0,7588 (0,7242-0,7933)	0,5828 (0,5434-0,6222)
	Ar	13	217	0,2441 (0,2065-0,2816)	0,7559 (0,7184-0,7935)	0,676 (0,6235-0,7284)
Corredor	Ar	11	126	0,218 (0,1768-0,2593)	0,782 (0,7408-0,8232)	0,7283 (0,6679-0,7888)
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>1096</b>	<b>0,113</b>	<b>0,887</b>	<b>0,725</b>	

Fonte: Autor (2023).

Quanto à composição da comunidade de fungos encontrada nos acervos documentais, dos 50 táxons identificados, 32 são representantes do grupo dos fungos assexuais (30 hifomicetos e dois celomicetos), 14 classificados como micélios estéreis (não esporulou durante a realização do trabalho); e quatro estavam associados à fase teleomórfica, reprodução sexuada. Foram identificados 12 gêneros (Tabela 2).

*Penicillium* foi o táxon mais frequente em todos os ambientes investigados (674), com oito espécies distintas; seguido de micélios estéreis (260), caracterizados em 14 morfogrupos; *Cladosporium* (83), com cinco espécies; *Fusarium* (19), com três espécies; e *Aspergillus* (18), com oito espécies, sendo, os mesmos táxons, os mais frequentes para ambas as salas. No ar do corredor, apenas micélios estéreis (56), *Penicillium* (44) e *Fusarium* (16) mantiveram-se mais frequentes (Tabela 2). Na tabela 2 abaixo aparecem táxons mais gerais junto a gêneros, porque não foi possível classificar àqueles nessa categoria taxonômica, por não termos tido condições de fazer análises genéticas e muitos não esporularam.

**Tabela 2** - Distribuição das abundâncias dos Táxons nos três ambientes investigados, e o total de cada Táxon, no acervo especial e raro da biblioteca do Centro de Ciências Agrárias, campus II da Universidade Federal da Paraíba

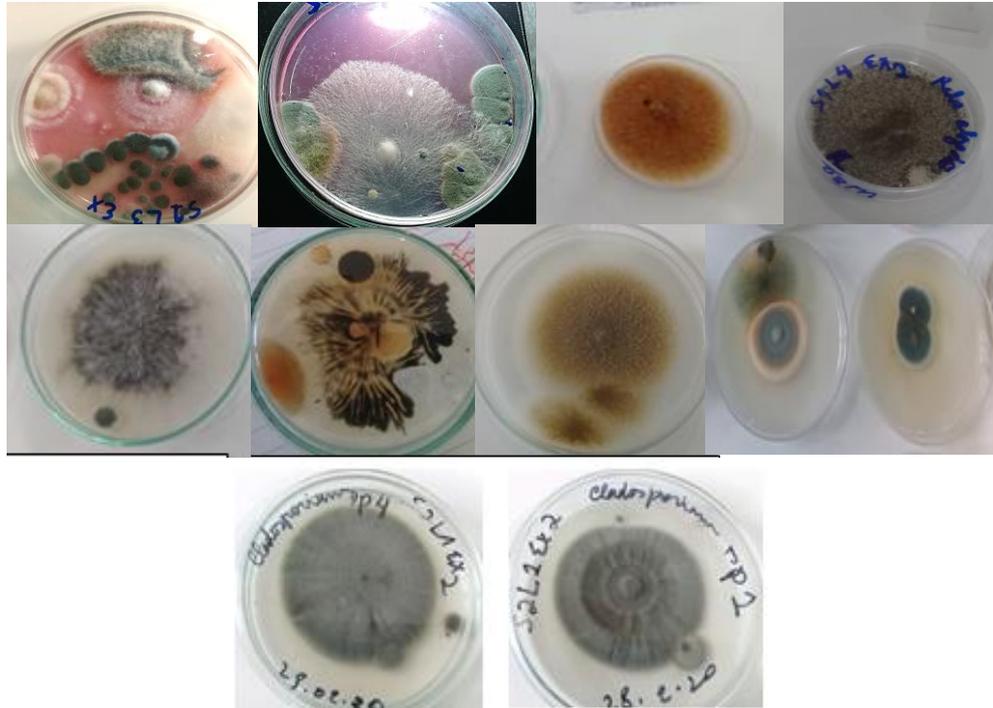
TÁXONS	Sala 01			Sala 02			Corredor	TOTAL
	Livro		Ar	Livro		Ar	Ar	
	Externo	Interno		Externo	Interno			
<i>Acremonium</i> sp.1	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Acremonium</i> sp.2	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Acremonium</i> sp.3	0	0	0	0	0	8	0	8
<i>Ascotrica</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Aspergillus</i> sp.1	0	0	0	2	0	0	0	2
<i>Aspergillus</i> sp.2	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Aspergillus</i> sp.3	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Aspergillus</i> sp.4	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Aspergillus</i> sp.5	0	0	0	0	1	0	0	1
<i>Aspergillus</i> sp.6	4	0	2	0	3	0	2	11
<i>Aspergillus</i> sp.7	0	0	0	1	0	0	0	1
Basidiomycota sp.	3	0	0	2	1	1	0	7
<i>Chaetomium</i> sp.	0	1	0	0	0	0	0	1
<i>Cladosporium</i> sp.1	0	0	0	23	0	0	3	26
<i>Cladosporium</i> sp.2	0	0	0	0	6	0	0	6
<i>Cladosporium</i> sp.3	0	0	0	0	3	0	0	3
<i>Cladosporium</i> sp.4	13	7	4	0	0	0	0	24
<i>Cladosporium</i> sp.5	0	7	0	0	0	17	0	24
<i>Fusarium</i> sp.1	2	0	0	0	0	0	0	2
<i>Fusarium</i> sp.2	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Fusarium</i> sp.3	0	0	0	0	0	0	16	16
Hifomiceto sp.1	0	1	0	1	0	1	2	5
Hifomiceto sp. 2	0	0	0	1	0	0	0	1
<i>Myrothecium</i> sp.	0	0	1	0	0	0	0	1
<i>Paecilomyces</i> sp.	1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Penicillium</i> sp.1	88	82	0	140	5	0	0	315
<i>Penicillium</i> sp.2	0	0	33	0	40	0	0	73
<i>Penicillium</i> sp.3	0	0	0	0	0	0	44	44
<i>Penicillium</i> sp.4	0	0	0	0	0	63	0	63
<i>Penicillium</i> sp.5	0	0	0	0	0	17	0	17
<i>Penicillium</i> sp.6	0	0	0	0	0	83	0	83

<i>Penicillium</i> sp.7	0	12	0	0	0	0	0	12
<i>Penicillium</i> sp.8	0	0	0	0	67	0	0	67
<i>Pestalotiopsis</i> sp.	0	0	5	0	0	0	0	5
<i>Phomopsis</i> sp.	0	0	1	0	0	4	2	7
<i>Xylaria</i> sp.	0	0	0	2	0	1	0	3
Micélio estéril sp.1	0	0	2	0	0	0	0	2
Micélio estéril sp.2	0	0	1	0	1	0	0	2
Micélio estéril sp.3	0	0	3	0	0	0	0	3
Micélio estéril sp.4	10	9	20	10	1	0	34	84
Micélio estéril sp.5	1	2	13	2	1	5	0	24
Micélio estéril sp.6	6	1	1	1	1	9	10	29
Micélio estéril sp.7	1	2	5	1	0	0	0	9
Micélio estéril sp.8	6	4	7	1	8	4	9	39
Micélio estéril sp.9	31	1	1	0	5	0	3	41
Micélio estéril sp.10	2	0	0	4	0	0	0	6
Micélio estéril sp.11	3	2	0	0	0	4	0	9
Micélio estéril sp.12	7	1	0	0	1	0	0	9
Micélio estéril sp.13	1	0	0	1	0	0	0	2
Micélio estéril sp.14	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>TOTAL</b>	<b>180</b>	<b>133</b>	<b>101</b>	<b>194</b>	<b>145</b>	<b>217</b>	<b>126</b>	<b>1096</b>

Fonte: Autor

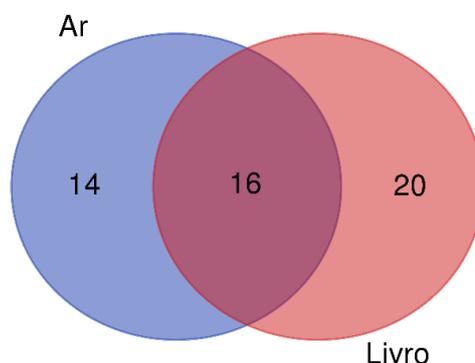
Todos os ambientes apresentaram táxons exclusivos, sendo 12 na sala 01 e 14 na sala 02. Observando a sobreposição de táxons entre a superfície dos livros e o ar, 16 foram compartilhados entre eles, 20 táxons foram exclusivos dos livros e 14 do ar (Figura 1). Gêneros categorizados como raros, aqueles que são representados por poucos indivíduos, foram *Ascotricha* sp. e *Paecylomices* sp., presentes na superfície externa do livro; *Chaetomium* sp., na superfície interna do livro; *Myrothecium* sp., *Phomopsis* sp. e *Pestalotiopsis* sp., isolados do ar de ambas as salas; e *Xylaria* sp., na superfície externa do livro da sala 02 e ar. Nos anexos é possível ver algumas fotos representando a diversidade dos fungos achados nos livros e no ar. Nem sempre foi possível fazer boas fotos, nem conseguir colônias sem contaminação. Abaixo, um pouco da diversidade desses fungos encontrados.

**Figura 6-** Diversidade de fungos anemófilos encontrados



Fonte: Autor

**Figura 7** - Diagrama de Venn representando táxons compartilhados e exclusivos entre o ar e as superfícies de livros

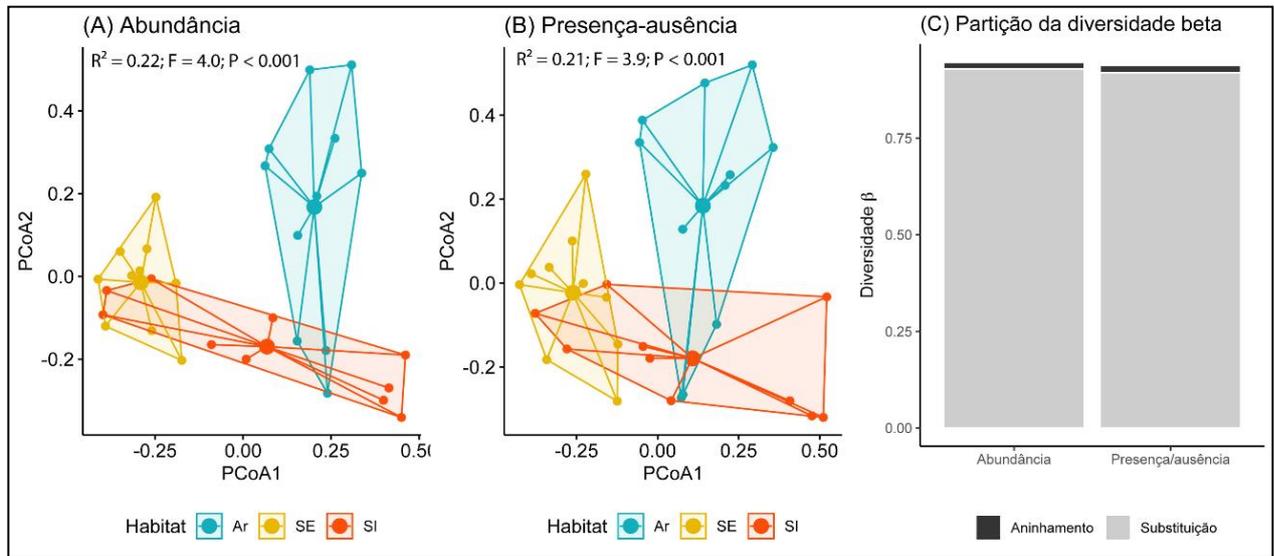


Fonte: autor

A análise de Permanova mostrou que a composição da comunidade dos ambientes investigados (superfície externa e interna dos livros e ar) são diferentes estatisticamente ( $P < 0.001$ ). Quando a distribuição dessas comunidades é avaliada graficamente, através da PCoA, revelou que a comunidade de fungos da superfície interna apresentou similaridades em sua composição de espécies com a comunidade da superfície externa dos livros e com a comunidade de fungos do ar, entretanto, as comunidades da superfície externa dos livros e do ar foram menos similares entre si. O mesmo padrão foi observado considerando dados quantitativos ou binários (Figura 8AB). Através da particionamento da diversidade Beta observou-se que as diferenças observadas entre as comunidades foram obtidas por substituição de táxons (Figura 8C).

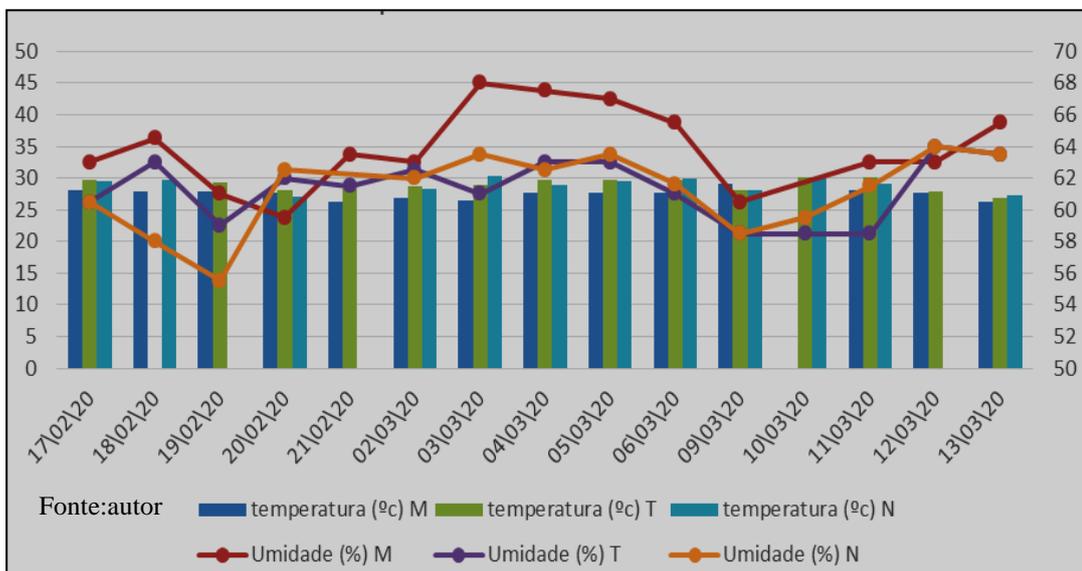
As médias de temperatura e umidade relativa do ar das salas 01 e 02, mensuradas por 15 dias nos três turnos diário (manhã, tarde e noite), encontram-se apresentadas na Figura 9 e Figura 10. Observa-se que os valores das variáveis ambientais entre as salas foram bem próximos. As maiores médias de temperaturas das duas salas oscilaram de 30 a 31°C e a umidade relativa de 66 a 68% (Figura 9 e Figura 10). A Figura 11 apresenta as médias de temperatura e umidade relativa do ar da cidade de Areia do período de janeiro/2019 a março/2020. Considerando o período de coleta, em outubro de 2019, as médias de temperatura e umidade relativa do ar foram de 23,8°C e 77,6 %, respectivamente. Quando comparadas as médias de temperatura e umidade relativa do ar entre os ambientes internos e externo à coleção observa-se valores muito próximos. Com relação às medidas do pH das folhas dos 10 livros usados no experimento, variou de pH 3 a 7, ou seja, a maioria das folhas dos livros investigados se apresentaram mais ácidas (Tabela 3).

**Figura 8** – Análise de Coordenadas Principais, PERMANOVA considerando dados quantitativos (A) e de presença e ausência (B). Partição da diversidade Beta para os ambientes investigados (C).



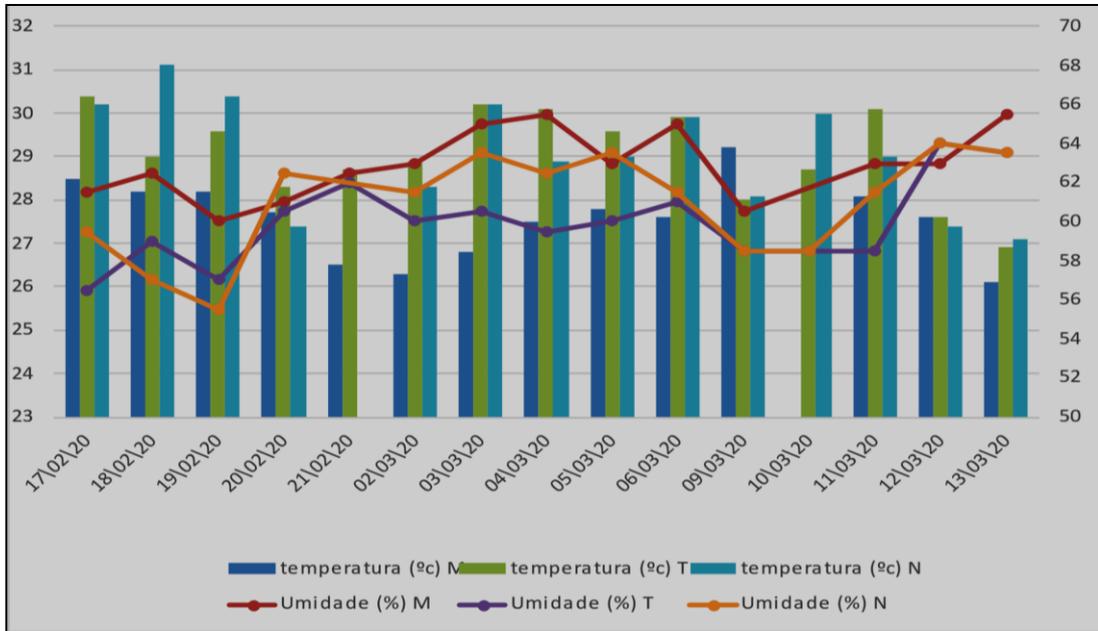
Fonte: Elaborado pelo Professor Dr. Rosemberg de Menezes, Departamento de Ecologia, Campus II-CCA-UFPB-Areia-PB.

**Figura 9** - Média de temperatura e umidade relativa do ar interno do ambiente da sala 01 a partir de três medições nos períodos da manhã, tarde e noite por 15 dias.



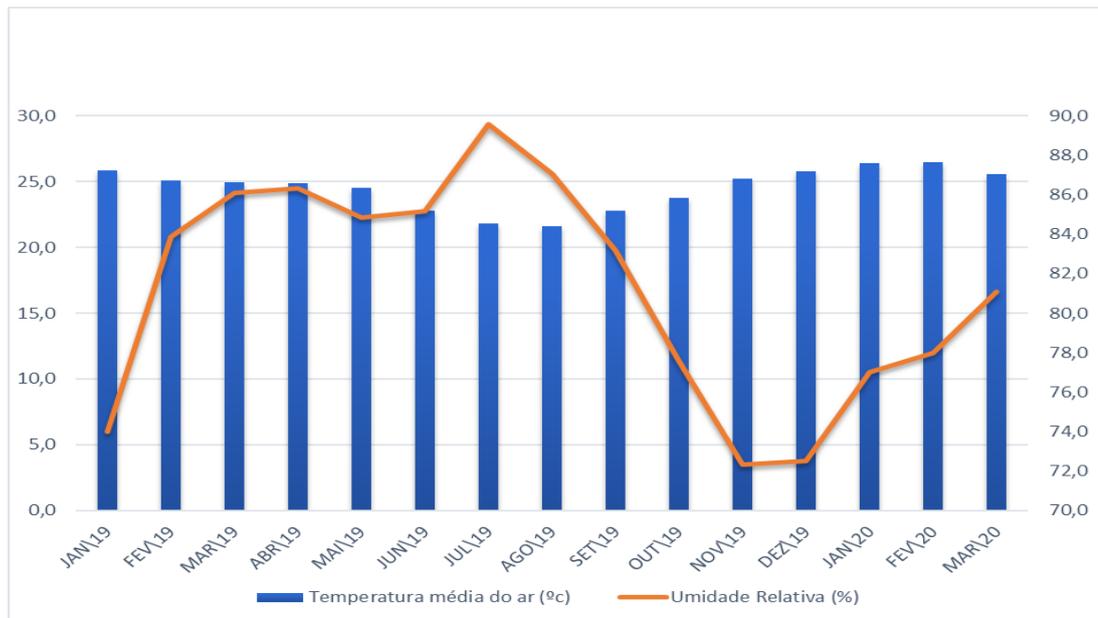
Fonte: Autor

**Figura 10-** Média de temperatura e umidade relativa do ar interno do ambiente da sala 02 a partir de três medições nos períodos da manhã, tarde e noite por 15 dias.



Fonte: Autor

**Figura 11-** Média de temperatura e umidade relativa do ar no município de Areia – PB no período do experimento



Fonte: Posto Meteorológico de Areia-PB, Centro de Ciências Agrárias, Campus II, Universidade Federal da Paraíba.

**Tabela 3** - Valores do pH das folhas dos livros utilizados no presente estudo

<b>Livros</b>	<b>Sala 01</b>	<b>Sala 02</b>
<b>01</b>	3 a 4	6 a 7
<b>02</b>	5	4
<b>03</b>	3 a 4	4
<b>04</b>	4	3 a 4
<b>05</b>	3 a 4	4 a 5

Fonte:autor

## 5 DICUSSÃO

Ficou evidenciado neste estudo, uma grande riqueza de táxons, com uma dominância de alguns poucos representantes fúngicos. O padrão encontrado na comunidade de fungos em que poucos táxons são mais abundantes e um grande número de táxons são menos abundantes é muito comum nos diferentes estudos de comunidades, além disso, no presente trabalho, evidenciou uma micodiversidade no acervo documental e no ar dos ambientes investigados.

Em comparação com outros trabalhos que realizaram pesquisa semelhante, no presente estudo revelou uma grande riqueza de táxons, quer seja com relação aos fungos do ar, da superfície de livros em particular, ou de ambos (PAIXÃO *et al.*, 2016; PEREIRA *et al.*, 2010; PORTELA e KOZUSNY-ANDREANI, 2019; ROSA *et al.*, 2008; REGO e SANTOS, 2015). A riqueza e abundância encontradas na comunidade de fungos era esperada, dada as particularidades do acervo com obras e documentos raros e especiais, oriundos de diferentes épocas e locais e que apresentam diferentes composições em suas folhas e encadernações; associado ao histórico de seu acondicionamento por décadas em ambientes inapropriados para os acervos; e à estrutura e localização da biblioteca, a qual está inserida em um fragmento de mata úmida. Quatorze dos 50 não puderam ser identificados a nível de gênero, por não ter esporulado em laboratório durante a realização do estudo, sendo denominados de micélios estéreis, o que é uma frequente nos estudos já publicados (PAIXÃO *et al.*, 2016; ROSA *et al.*, 2008; REGO e SANTOS, 2015).

A riqueza verificada se assemelhou aos achados de Paixão *et al.* (2016), em superfície de 180 obras, estudo em três grandes bibliotecas, onde foram encontrados 55 táxons, reconhecendo-se 26 espécies. Eles relatam que a alta concentração de substratos favoráveis à ação de agentes degradadores foram as responsáveis pelo resultado obtido, condição semelhante à do nosso acervo. Outra similaridade encontrada com o presente trabalho foi a composição da comunidade de fungos, em que alguns táxons foram compartilhados. Com a riqueza observada na comunidade de fungos, um pouco maior associado à superfície dos livros que no ar, foi indicador de que os materiais e as condições ambientais nos ambientes investigados da Biblioteca Setorial Francisco Tancredo Torres estão propícios à proliferação de fungos.

Com relação aos fungos que atacam papéis, coletas e listas organizadas décadas atrás já indicavam a riqueza das espécies possíveis. Isso fica evidenciado em listas trazidas por Tomazello (1994), retiradas de publicações desde a década de 1960 e na grande revisão feita por Ribeiro (2012), que encontrou 33 gêneros, entre fungos filamentosos, incluindo leveduras e micélios estéreis, e ainda confirma a riqueza de táxons fúngicos extraídos da infestação de livros no ambiente de bibliotecas. Leveduras já foram relatadas em outros estudos que abordam sobre o tema e fungos que não esporulam em meio de cultura são muito comuns. Tais fungos submetidos às condições ideais, podem esporular e revelar muitas outras espécies, ampliando a riqueza já averiguada nos estudos (REGO e SANTOS, 2015; SILVA *et al.*, 2021).

Em diversos trabalhos de distintas regiões, com amostras menores, verifica-se uma variação na riqueza de fungos, em muitos casos com gêneros bem diferenciados dos que encontramos na biblioteca do CCA-UFPB (CALEGARI *et al.*, 2018; GUERRA *et al.*, 2015; DUO FILHO; SIQUEIRA; COLOMBO, 2020; PEREIRA *et al.*, 2010; PORTELA e KOZUSNY-ANDREANI, 2019). Pereira *et al.* (2010) coletou fungos do ar de ambiente de acervo, e encontraram uma riqueza de espécies bem distinta do que foi observada no presente estudo, com os gêneros mais frequentes *Penicillium* e *Acremonium*. O gênero *Acremonium* no presente estudo teve pouca representatividade.

Em Rondônia, Martins (2014), com amostras de ar de biblioteca, e uso de nove placas, encontrou 12 gêneros distintos. Duo Filho; Siqueira; Colombo (2020), investigando 6 tipos de superfícies, em três salas de biblioteca, encontraram ampla variação morfológica. Ainda que Silva *et al.* (2021) tenha utilizado 55 placas de Petri, não obteve grandes abundâncias, tendo coletado 351 UFCs no total, enquanto no presente estudo, com 12 placas

usadas para coleta de fungos do ar, obteve valor superior, mas número semelhante de táxons. No entanto, esses estudos, ainda que mostrem alguma similaridade com os achados aqui apresentados, revelaram grupos distintos de táxons que foram encontrados no ar das coleções e do corredor. Isso mostra a peculiaridade regional, e climática bem enfatizada por autores.

Quanto a estas peculiaridades climáticas, e considerando o quanto são distintos os achados dos inúmeros autores, Mezzari (2002) traz uma reflexão quanto a influência da temperatura, umidade relativa do ar, velocidade dos ventos, grau de pluviosidade e radiação solar na abundância dos fungos no ambiente. Lembra que “os esporos estão sempre presentes no ar, porém a chuva, a neve, o sol e o vento podem interferir em sua quantidade” (MEZZARI, 2002). Avalia que existem muitas discordâncias entre os autores que já publicaram nessa temática. No presente trabalho a coleta foi realizada na primavera, em transição para o verão. A primavera no município de Areia apresenta temperaturas durante o dia ultrapassando os 20°C, com umidade do ar considerada alta, como é característico do município. Na época da coleta, a umidade relativa do ar exterior estava em média de 77%, e temperatura média de 24°C, observando-se Figura 5 que, à medida que avança a estação, essas variáveis alteram para maiores patamares. No verão, medidas de temperatura e umidade relativa do ar interna às coleções foram mensuradas em três momentos do dia, pela manhã, tarde e noite. A comparação com o ambiente exterior mostrou diferenças, ainda que pequena, nas variáveis, mas foi um indicativo, confirmando os registros na literatura sobre microclimas gerados nesses ambientes, criando condições ideais para proliferação de fungos e outros organismos e microrganismos (OGDEN, 2001; STERLING; COLLETT; RUMEL, 1991).

As maiores abundâncias terem sido observados na superfície dos livros, não foi novidade, em especial na sala 02 e no corredor. Para os ambientes do ar das salas e ar do corredor, era esperada o registro de espécies abundantes, tendo em vista que a literatura afirma serem os fungos anemófilos bastante disseminados no ar.

Na sala 02 os materiais nela guardados, continham visivelmente forte presença de pó, muitos sinais de mofo, manchas em tonalidades variadas. Além de ser o acervo deste local um material com aspecto mais desgastado, com folhas bem pigmentadas pelo envelhecimento, papéis ácidos, quebradiços, como verificado por medições do pH. Somado a tudo isso temperaturas internas aproximando-se dos 30°C, umidade relativa do ar acima de 60%, registro interno destoando das mensurações externas e iluminação escassa, fosca.

Segundo Güths (2015), quanto maior a temperatura no ambiente do acervo, maior a capacidade do ar reter água. O papel tem uma característica que é a higroscopicidade, ou seja, ganha e libera água com certa facilidade. Güths (2015) explica que a umidade relativa do ar “é

uma grandeza que nos diz o quanto o ar está próximo do limite de ficar saturado. E a Umidade Absoluta é a quantidade (peso) de vapor d'água que tem 1 m<sup>3</sup> desse ar". Como se pode ver na discussão deste autor, suspendendo esta umidade, o dano ao acervo pode ser fatal. A ausência de preservação preventiva antes da vigência do projeto de extensão, muito provavelmente, contribuiu ainda mais para estes resultados. Era esperado que o ar das salas, bem como o do corredor apresentassem muitos fungos. O que vimos foi que, nos livros de ambas as salas, os valores de abundâncias não foram tão diferentes, mas do ar sim. O ar da sala 2 representou um pouco mais que o dobro da abundância do ar da Sala 1. Entre livros e ar é constatada ainda uma maior desigualdade.

Gompertz *et al.* (2008) avalia que os fungos anemófilos são introduzidos nos ambientes internos por muitas vias, sendo o ar atmosférico a principal. De fato, uma resolução da ANVISA (Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2003), sobre qualidade de ar interior, cita o ar externo como uma fonte de poluente biológico. O ar interior deve refletir a diversidade do exterior, não tendo maior número de fungos do que o exterior (GOMPERTZ *et al.*, 2008). O ar da sala 02 mostrou abundância de fungos (217) quase duas vezes mais que o ar do corredor (126). O valor observado para o corredor, considerando que foram apenas quatro placas de Petri usadas, é razoável, e indica abundância de fungos. Para o ar da sala 02, com o mesmo número de placas dispostas, foi obtido uma abundância bem maior explicada pelo estado do acervo e falta de uma corrente de ar no interior da sala, estando o ar sempre mais estagnado do que no corredor. Tais situações favorecem a presença e esporulação de fungos.

Lima e Venâncio (1999) discutiram que o método de coleta também influencia na abundância de fungos observada, pois o ar pode estar calmo, com vento ou turbulento, e isso interfere no repouso dos propágulos. Na situação de calmaria, como aconteceu durante a coleta nas salas, a amostra é mais seletiva; na turbulência, torna-se mais complicada a deposição de propágulos nos meios de cultura. Segundo os autores a eficiência do método depende do tamanho e concentração das partículas no ambiente, assim como da velocidade, direção e turbulência do ar. Talvez por essas considerações foi obtido mais representantes no ar das salas, onde não havia perturbações, do que o corredor, que teve menos representantes coletados.

O corredor que dá acesso às coleções tem maior contato com a área externa da biblioteca, recebendo os ventos que sopram da mata próxima, e, além disso, é bem movimentado, cerrado ao fundo por uma porta de vidro, que é aberta durante o expediente da biblioteca, permitindo que o ar que entra pela área aberta circule livremente. Rego e Santos

(2015), em grande coleta em meio externo no Estado da Bahia isolaram um quantitativo de 5.784 UFCs. Silva; Laureano; Oliveira (2019) relataram que a proximidade com a mata influencia na quantidade destes fungos, pois a umidade que sopra da mata carrega microrganismos para o prédio. Lima e Venâncio (1999) comentaram da abundância de esporos que uma simples colônia de *Penicillium* pode produzir, cerca de 400.000.000 (quatrocentos milhões de esporos). Essa quantidade de esporos no ar é variável durante o dia. No inverno, lembra o autor, encontra-se mais esporos no interior do que no exterior. E no ar interior das habitações raramente excedem as 100 UFCs. A Anvisa recomenda para qualidade de ar interior valor =  $750 \text{ UFC/m}^3$ , para uma relação de I (ambiente interno) / E (ambiente externo) = 1,5. Essa informação mostra que os achados no presente trabalho estão fora desse padrão. Ainda segundo estes autores, existem espécies no ar interior que não são achadas no ar exterior.

Mesmo que tenha havido maior abundância nos livros, quando observamos os táxons, percebemos que poucos foram os dominantes. Registrou-se uma baixa dominância total (0,113), tendo sido detectado alguns leves picos, na superfície dos livros da sala 01, a maior em seguida no livro e ar da sala 02 e no corredor. Isso nos indica a especificidade de cada táxon, e das condições requeridas por cada um deles para crescer, entre o ambiente exterior e o interior das salas parece indicar um microclima e ecossistemas com distinções.

Os autores consultados para sustentar as considerações postas aqui, não tecem diretamente comentários quanto à dominância de espécies. Porém, é possível verificar variações no quantitativo de cada táxon, gênero ou espécies. Isso pode ser constatado em Agertt *et al.* (2022), que estudaram a composição de fungos do ar de coleções especiais. Duo Filho (2020), na superfície de livros; Menezes (2004), no ar; Paixão *et al.* (2016), na superfície; Santos e Rego (2015), no ar. Estes autores mostram resultados que se assemelham aos nossos achados, na medida em que percebemos alguns táxons mais dominantes do que outros. Com relação ao índice geral de diversidade de Simpson, foi encontrado um valor bastante expressivo (0.887). Em cada um dos ambientes investigados, este índice esteve superior a 0,600, e a dominância não alcançou marca de 0,300 na maioria dos locais e ambientes. Não houve grande prevalência de táxons sobre outros, os dados nos revelaram que elas estavam relativamente bem distribuídas nos respectivos ambientes.

A equitabilidade indica o quanto mais equilibradamente as espécies estão distribuídas, sem que umas dominem mais que outras. Neste caso, o presente estudo revelou uma melhor distribuição dos táxons no ar das salas e do corredor do que na superfície dos livros, com o ar do corredor apresentando maior equitabilidade. Isso demonstra que há uma prevalência de

alguns táxons nas superfícies dos livros, um sinal de que nos livros e no ar das salas onde estão associados existem condições que favorecem um táxon ou outro. As condições externas, do ar do corredor, são distintas do ar interno das salas, desde a incidência de luz, o calor, maior taxa de renovação de ar e contato direto com os ventos externos, umidade um pouco distinta, embora fosse esperado muitas espécies, pela proximidade com a mata e por ser mais movimentado. Vale ressaltar que as obras e documentos do acervo da biblioteca do CCA/UFPB, já foram muito utilizados, tendo bastante contato com pessoas, o que gera degradação e contaminação (BRASIL, 2012; SILVA; LACERDA; OLIVEIRA, 2019).

Tendo feito as considerações anteriores, é preciso dizer que a literatura da área registra uma diversidade de fungos encontrados em ambientes de acervos e bibliotecas, variável, a depender das condições de clima e outros fatores locais (FILHO, 2004; MEZZARI, 2003; REGO e SANTOS, 2015). É sabido que a incidência dos fungos anemófilos depende do clima, da temperatura, umidade relativa do ar pluviosidade, apresentando variações na sua composição e distribuição (PEREIRA *et al.*, 2010; REGO e SANTOS, 2015). Em regiões tropicais, o risco é elevado, devido às altas temperaturas e umidade absoluta e relativa (TEIJGELER, 2007).

Fungos anemófilos são encontrados em muitos materiais, seja como contaminante de acervos, madeira e outros itens, amplamente dispersos pelo ar (MEZZARI *et al.*, 2003). Eles, além disso, desempenham um importante papel no comprometimento da saúde das vias respiratórias das pessoas. A composição da comunidade fúngica encontrada no presente estudo foi muito variada. Esse espectro fúngico encontrado está de acordo com os comentários de Mezzari (2002, 2003). Segundo este e outros autores, os estudos permitem caracterizar fungos anemófilos com maior incidência, incluindo os gêneros *Alternaria*, *Cladosporium*, *Aspergillus*, *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Epicoccum*, *Penicillium*, *Aureobasidium*, *Phoma*, *Trichoderma*, *Fusarium*, *Curvularia*, *Helminthosporium*, *Nigrospora*, *Rhizopus*, *Mucor*, *Stemphylium*, *Scopulariopsis*, *Chaetomium*, *Streptomyces*, *Candida* e *Cephalosporium* (CALEGARI *et al.*, 2018; PAIXÃO *et al.*, 2016; RIBEIRO, 2012; REGO e SANTOS, 2015; TOMAZELLO, 1994; VAILLANT e VALENTIN, 1996). Muitos desses gêneros também foram encontrados no presente trabalho.

Justapondo esse estudo a um outro também realizado na mesma unidade da federação, mas com coleta de fungos do ar da cidade de Fortaleza, Menezes *et al.* (2004) encontrou 24 gêneros, e entre os mais frequentes estavam alguns dos nossos isolados, a exemplo de *Penicillium* (13,3%), *Cladosporium* (6,8%), *Mycelia sterilia* (6,0%), *Fusarium* (3,5%); *Aspergillus* apareceu em primeiro lugar, o que não foi o caso de nosso estudo. No Estado da

Paraíba, na microrregião da Borborema, uma coleta de fungos do ar deu uma demonstração do quanto essa composição é variável (DE OLIVEIRA PEREIRA *et al.*, 2010). Na lista dos autores, estão seis dos gêneros que nós isolamos, mas a outra parte é bem diversa. *Paecilomyces* surge em baixa frequência. *Penicillium*, *Aspergillus*, *Fusarium* e *Acremonium* um pouco mais representativos, como em nosso caso.

Gêneros pouco representativos ou raramente vistos em trabalhos, como *Pestalotiopsis*, foi isolado com baixa frequência no ar em nosso estudo, aparecendo também no estudo de Moura (2011). Gênero como *Ascotracha*, *Phomopsis*, *Xylaria*, *Paecilomyces* e *Myrothecium*, raramente são mencionados nas listas que tivemos acesso. Mas percebemos, vez por outra em algum trabalho, a presença de *Paecilomyces* e *Mirothecium* (PAIXÃO *et al.*, 2016; SOBRAL, 2016; VAILLANT e VALENTIN, 1996). Mas não *Xylaria*, *Ascotracha* e *Phomopsis*. Por outro lado, o gênero *Acremonium* foi percebido em muitos dos artigos e revisões. Em alguns momentos, ele surge prevalente, como em (Pereira *et al.*, 2010), mas pouco frequente tanto em Paixão *et al.* (2016) quanto no presente estudo, no qual teve apenas 10 colônias, com três morfotipos.

Pereira *et al.* (2010) e Moura (2011), ambos em São Paulo, isolaram fungos do ar em diferentes locais de bibliotecas. É perceptível diferenças na composição encontrada por esses autores quando comparada com o presente trabalho, embora os fungos mais prevalentes dos 14 gêneros encontrados por Moura (2011) também tenham sido os mais frequentes em nosso estudo (*Penicillium*, *Cladosporium*, *Fusarium*, *Aspergillus*). Diferentemente, Pereira *et al.* (2010), com nove espécies registradas, encontraram os fungos mais frequentes *Phaeoacremonium parasiticum*, seguido de *Penicillium* sp., *Acremonium* sp. e *Curvularia* sp. No caso de Moura (2011) foram realizadas três coletas. Na terceira, em época fria, percebeu redução no quantitativo de colônias, e explica que em baixas temperaturas os fungos não crescem muito; embora isso possa ser relativo, segundo Mezzari (2002) e outros autores.

A composição da comunidade de fungos isolada por Rosa *et al.* (2008) no Estado de Goiás e Duo-Filho (2020) em São Paulo mostraram-se mais semelhante entre si do que com a comunidade de fungos do Nordeste, embora alguns de seus achados sejam também vistos em Paixão *et al.* (2016) em bibliotecas de Fortaleza, Estado do Ceará. Relatos de Guerra *et al.* (2015), em coleta de biblioteca da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, mostra isolados tais como espécies de *Blastomyces dermatitidis*, *Microsporum ferrugineum*, *Trichophyton rubrum*, *Thricosporon beigeli*, além dos frequentemente encontrados como *Penicillium*, *Cladosporium*, *Aspergillus* e *Fusarium*.

Talvez por termos coletado material da superfície de livros e do ar em um estágio de temperaturas se elevando na região do brejo, na transição da primavera para o verão, tenhamos encontrado tantos representantes fúngicos, alguns mais frequentes. A situação dos acervos, bastante deteriorados, com variedade de material de épocas distintas, somado ao não controle de temperatura e umidade, baixa circulação de ar, etc, tenha intensificado e contribuído para os resultados observados.

Em região mais fria, como o Sul do Brasil, Agertt *et al.* (2022) coletaram fungos de diferentes pontos de coleções especiais de uma biblioteca em Porto Alegre, identificando nove gêneros com ajuda de técnicas moleculares, e mais uma larga porção (60%) de fungos não identificados. Esse trabalho, em relação ao presente, sobrepõe três gêneros, mas em frequências muito baixas. Os argumentos dos autores, quanto ao quantitativo de colônias de microrganismos encontradas, espelham o nosso estudo, uma vez que constatamos mais de mil colônias no total, internamente às salas mais de 700 UFCs, indicando alta taxa de propágulos, trazendo risco ao acervo e às pessoas. A relação I/E, isto é, quantidade de fungos no interior dividida pela quantidade de fungo exterior, calculada em um dos pontos, esteve fora do recomendado, que é 1,5; o valor deu 1,7. Pelos padrões da Anvisa para qualidade de ar interiores, isso foi indicador de que o ambiente da sala 02 não está saudável, nem para o acervo, nem para as pessoas.

É preciso recordar as peculiaridades climáticas de onde estamos falando, e não esquecer o estado de conservação e a situação de acondicionamento o acervo estava submetido antes de iniciado o projeto de extensão. O município de Areia está localizado em região alta de 600 metros acima do nível do mar, em Brejos de altitude, onde existe remanescente de Mata Atlântica e condições propícias para desenvolvimento de diversidade de fungos. Além do que, o município tem uma média pluviométrica anual de 1.358 mm (AESA, 2023), temperaturas amenas e umidade relativa do ar considerável ao longo do ano, fator ideal para crescimento e propagação de fungos, e um problema para conservação de acervos documentais. Em regiões tropicais, o risco é ainda mais elevado, devido às altas temperaturas e umidade (OGDEN, 2001; TEIJGELER, 2007).

No presente estudo, a maior parte dos táxons de fungos isolados foram representantes de hifomicetos, grupo de fungos que pode ser encontrado em diferentes habitats, incluindo o terrestre, sob plantas e serrapilheira, no ambiente aquático e no ar, na forma de conídios (KIRK *et al.*, 2008). O grupo dos micélios estéreis, apareceu em segundo lugar, sendo comum surgirem nas listas de muitos autores (TOMAZELLO, 1994; RIBEIRO, 2012). A análise da lista desses representantes descobertos em nosso estudo, comparando a outros, confirmou

tratar-se de fungos anemófilos, muitos dos quais com espécies patogênicas (GOMPertz *et al.*, 2005; ALMEIDA, 2008; TORTORA; FUNKE; CASE, 2017), e que podem causar a síndrome do edifício doente. Gompertz *et al.* (2008) assinala que os fungos anemófilos não só são biodeterioradores de variados substratos, incluindo acervos documentais, mas importantes causadores de alergias respiratórias, tendo o ar atmosférico como principal via de dispersão. Fungos, por não possuírem clorofila, são obrigados a nutrir-se do substrato onde se encontram, na forma de saprofitismo, parasitismo ou mutualismo. De acordo com estes autores, cerca de 300 espécies de fungos foram descritas como alergizantes. Citam, entre estas as espécies mais conhecidas no mundo causadoras de infecções respiratórias, *Aspergillus*, *Alternaria*, *Penicillium* e *Cladosporium*.

Ainda é importante frisar que das 250 mil espécies de microfungos estimadas, 200 produzem micotoxinas (GOMPertz *et al.*, 2008), sendo o grupo de hifomicetos o que abriga maior número de representantes. Nas listas, estão, segundo estes autores: *Penicillium*, *Fusarium*, *Aspergillus*, *Claviceps*, *Myrothecium*, *Stachybotrys*, *Phoma* e *Pithomyces*. Como em nosso estudo ficou evidenciado a maior parte de representantes de hifomicetos, com muitos dos gêneros de fungos trazidos por estes autores, um alerta deve ser ligado com relação ao acervo em estudo.

No presente estudo, foi identificado os gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Myrothecium*, *Acremonium* e *Paecilomyces*. Gompertz *et al.* (2005) indica muitos destes como sendo tóxicos e causadores de hialo-hifomicoses. A Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), sobre qualidade de ar de ambientes internos de uso coletivo, afirma ser inaceitável a presença de fungos patogênicos e toxigênicos (BRASIL, 2003). O valor máximo recomendável para contaminação microbiológica nesses ambientes, segundo a ANVISA é da ordem de <750 UFC m<sup>3</sup> de fungos, ou seja, este valor é o “limite recomendável que separa as condições de ausência e de presença do risco de agressão à saúde humana” (BRASIL, 2003).

As referidas hialo-hifomicoses são infecções causadas por fungos hialinos, agentes que estão no grupo de fungos assexuais, os quais estão conectados com os filos Ascomycota, em sua maioria, e Basidiomycota (ALMEIDA, 2008; NASCIMENTO, 2008). Entre os principais agentes destas patologias estão listados fungos dos gêneros *Fusarium*, *Penicillium*, *Acremonium*, *Paecilomyces*, *Scopulariopsis*, *Scytalidium* e *Beauveria*, alguns dos quais foram isolados nesse estudo. Segundo Nascimento (2008), estas infecções tanto podem acometer pessoas saudáveis, imunocompetentes e, com mais frequência, aquelas com sistema imune

deprimido. Por isso que Guerra *et al.* (2015), se perguntava, no título de seu trabalho, a seguinte frase: “Livros: fonte de saber ou de infecção?”.

Anos atrás, Mezzari *et al.* (2016) reforçou que houve queixas em relação à interação fungos e saúde de funcionários de bibliotecas, porém, segundo a autora, os estudos ainda são escassos para maiores conclusões. Embora a autora tivesse razão, muitos artigos já têm trazido diagnósticos que acende um alerta. Segundo Sterling; Collett; Rumel (1991), os edifícios modernos são propícios à formação de nicho ecológico para geração de doenças, contribuindo para a síndrome dos edifícios doentes, reconhecida pela organização mundial da Saúde. Os autores citam lista de sintomas dessa síndrome. Sobre a ecologia desse meio interno, os autores lembram que bactérias, vírus, fungos e ácaros entram para estes recintos com o ar nas vestimentas, pele e cabelos dos ocupantes. Já naquela época, os pesquisadores reclamavam das poucas pesquisas sobre edifícios doentes em climas tropicais.

O gênero *Fusarium*, encontrado em nosso trabalho, é produtor da toxina tricotecenos, causadora de cefaleia, náuseas severas, calafrios, e outros males (TORTORA; FUNKE; CASE, 2017). *Fusarium* é encontrado como saprófita na água, no solo, em substratos orgânicos e também como fitopatógenos, e espécies estão associadas a infecções superficiais na pele, córnea e nariz, causador da fusariose; quando inalados, os seus conídios oferecem riscos à saúde (NASCIMENTO, 2008). A presença do gênero *Aspergillus* também preocupa. *Aspergillus* tem vasta distribuição, encontrado nas plantas, no ar, solo e substratos em geral, causa a aspergilose pulmonar em pacientes hospitalizados, mas existe a forma alérgica da doença (GOMPertz *et al.* 2008).

Lima e Venâncio (1999), ao discutirem sobre agentes biológicos, fungos, na atmosfera do trabalho, alertavam para os riscos de alguns gêneros e espécies aqui listados, como bioaerossóis, e da enorme quantidade de esporos que uma simples colônia fúngica produz. Quanto a esse aspecto, Rodés (1996) cita a cifra de 7.000.000.000.000 (Sete Trilhões) de esporos por dia, comentando sobre a facilidade da movimentação desses esporos pelo vento. Os autores listam fungos que tanto comprometem a qualidade do ar interior, quanto a saúde. Entre os gêneros, muitos dos achados nossos, a exemplo de *Acremonium*, *Aspergillus*, *Chaetomium*, *Paecilomyces*, entre outros. O gênero *Paecilomyces* é citado como um fungo frequente como contaminante do ar, material vegetal e no solo; duas espécies são listadas para infecções em humanos, a *P. lilacinus* e *P. variotii*, esta podendo causar paecilomicose (LIMA e VENÂNCIO, 1999; NASCIMENTO, 2008).

*Acremonium* é amplamente disseminado na natureza, encontrado no solo e substrato vegetal em decomposição; em edifícios, está relatado com sintomas de náuseas, vômitos,

também diarreia nos moradores; pode infectar a córnea e as unhas, causando lesões na pele, infecção disseminada nos pulmões e no trato digestivo, tendo os pulmões como porta para infecção (LIMA e VENÂNCIO, 1999; NASCIEMNTO, 2008). Pereira *et al.* (2010) encontrou no ar de acervos, como em nosso estudo, o gênero *Acremonium*, e recorda que ele é causador de doenças na pele, enquanto o gênero *Penicillium*, também nosso achado, causa alergias respiratórias.

*Penicillium* é gênero amplamente distribuído na natureza, e com espécies que causam a peniciliose, com manifestação mais comum a pulmonar, ainda podendo ocorrer infecção cutânea, endocardite, etc. Pode ser encontrado em amostra de bioaerosóis, solo, material de celulose, papel de parede, alimentos, etc. Causa alergia alveolítica, asma, edemas e broncospasmos e, em situação mais grave, enfisema pulmonar, sendo algumas espécies produtoras de micotoxinas, e citado como causador de micoses oculares (GOMPERTZ *et al.*, 2008; LIMA e VENÂNCIO; NASCIMENTO, 2008). Torras; Artigas; Fernandez (1976) já nos trazia estudo sobre alergias respiratórias ocasionadas por fungos no ar atmosférico, surgindo muitos destes listados até aqui.

Pereira *et al.* (2010) e recentemente Braga *et al.* (2018) aplicaram questionário em servidores de bibliotecas, com relação a sintomatologia para alergias causada por fungos e outros microrganismos. Braga relata os sintomas da Síndrome já referida, como tosse, chiado, dor no peito, cansaço, falta de ar. Dos resultados compilados, a asma representou 14%, rinite 23%, bronquite asmática 19% e bronquite alérgica 40%. Já em Pereira *et al.* (2010), na amostra identificou 86% dos entrevistados com sintomas desta Síndrome. Da amostra, 40% apresentou chiado no peito, 54% com náusea, sendo detectado percentagens elevadas de outros sintomas, como 85% com dor de garganta, 95% com irritação nasal.

Outro gênero surgido em nosso estudo, assim, como em outros, foi o gênero *Chaetomium*. Ele é citado como alérgeno e um degradador de celulose, geralmente encontrado em material celulolítico (LIMA e VENÂNCIO, 1999) e, portanto está de acordo, pois foi achado tanto no ar quanto no acervo em nosso caso. Não foi tão prevalente em nosso estudo, nem surge com frequência nos artigos.

O gênero *Cladosporium*, prevalente em nosso estudo, é normalmente encontrado no ar exterior, também no ar interior, em menor quantidade; são registradas maior quantidade no verão, como de fato foi em nosso estudo; no ar interno aparece em menor quantidade, que não foi o nosso caso, e também confirmou-se que os táxons desse gênero podem ser diferentes entre o ar interior e exterior (LIMA e VENÂNCIO, 1999). *Cladosporium* spp. é citado como alérgeno por inúmeros autores, além de fitopatógeno. Pode causar leves asma, até sérias

infecções, como a micose cromoblastomicose e efizema pulmonar (ALONSO, 2012; ARTIGAS; TORRAS; FERNANDEZ, 1976; LIMA e VENÂNCIO, 1999; MENEZES; DE LIMA PEREZ; OLIVEIRA, 2017; PÉREZ e ESPINOSA, 2019). A cromoblastomicose foi primeiro relatada no Brasil, em 1914, sendo típica de ambientes tropicais e subtropicais; os fungos causadores são encontrados no solo, plantas, lixo de florestas e madeira em decomposição. Cromoblastomicose é uma espécie de dermatite verrugosa, moléstia que se localiza na pele, mas pode prolongar-se à rede linfática, já tendo sido relatada metástase cerebral e hematológica (GOMPERTZ *et al.*, 2008).

A análise da diversidade de espécies em cada um dos ambientes, revelou que a diversidade beta foi causada pela substituição de espécies, e não pelo aninhamento. Ou seja, entre os ambientes estudados, as diferentes espécies não são subgrupos umas das outras, mas ocorre uma substituição de muitas delas entre esses ambientes. Nossas leituras permitem afirmar que são poucos os trabalhos no Brasil que se debruçam sobre análises estatísticas nessa temática, não sendo o foco. Maior concentração reside na verificação da composição de microrganismos encontrados nos acervos, quer seja do ar ou da superfície, apontando as fragilidades e as consequências disso para os acervos e saúde dos usuários de ambientes de bibliotecas.

Por um lado, estatisticamente, nosso estudo mostrou que houve diferença significativa entre os locais investigados ( $P < 0,0001$ ), de modo que as espécies em cada local são distintas, substituídas de ambiente para ambiente, fato que revela uma diversidade das mesmas neste experimento. Por outro lado, a análise de coordenadas principais (PCoA), para a relação de semelhança entre as comunidades de fungos de cada local, indicou que os fungos do ar apresentaram uma semelhança com aqueles da superfície interna, e que os da superfície externa estiveram em alguma medida certa semelhança com a superfície interna.

A explicação para ter ocorrido isso pode vir dos seguintes argumentos. Ocorre que há uma heterogeneidade espacial, os muitos locais em que os livros estiveram depositados e expostos, submetidos às condições ambientais adversas e impróprias para acervos e a proximidade com a mata. Os muitos locais em que os livros estiveram podem explicar essa diversidade encontrada. Recordando que não eram materiais que vieram apenas de pontos do CCA-UFPB, mas de outras cidades. Esses livros e documentos foram bastante manipulados, transportados, e adquiridos ou doados por outras pessoas. Sobre isso, Ogden (2001) já trazia preocupações sobre a entrada de livros em coleções. Para esse autor, é preciso muito cuidado, porque muitas vezes estes materiais são oriundos de sótãos e subsolos já contaminados. Recebidos, devem passar por rigorosa limpeza, jogado fora os invólucros que os traziam,

observar se não há insetos, larvas, além de isolar este novo material do acervo local. Higienização foi realizada à época, e o material chegado foi posto em local isolado. Mas pode ter havido contaminação.

Não ter havido correlação entre os fungos do ar com a superfície externa nos foi outra inquietação, porque os artigos já produzidos mostram a ligação de alguns táxons presentes no ar com a coleta da superfície (BORTOLETTO; MACHADO; COUTINHO, 2002). Comparando nosso estudo com Rego e Santos (2015), Paixão *et al.* (2016), Pereira *et al.* (2010), percebemos bem isto, ou seja, muitos dos gêneros que ocorrem no ar, estão presentes nas superfícies dos livros. Durante o projeto de extensão, antes desta pesquisa, a superfície dos livros e documentos do acervo foi submetida a higienização, tanto das capas quanto dos cortes (regiões laterais do livro). Outra questão, é que as salas dos acervos raros ficavam isoladas dos demais locais da biblioteca, fechadas, com reduzida circulação de ar e luminosidade. Na condição de ar sem movimentação, a força da gravidade força uma sedimentação dos esporos, que se depositam nas superfícies e, quando surgem as condições ideais, os fungos crescem (RODÉS, 1996). A iluminação desses ambientes tem uma vantagem e desvantagem, porque tem radiação ultravioleta, a qual pode vir a catalisar uma interação da celulose junto ao oxigênio do ar, sendo agressiva aos documentos históricos, causando o amarelecimento dos papéis (BRICKUS e NETO, 1998; RODÉS, 1996). A proximidade com a mata é outro fator, segundo Silva, Laureano, Oliveira (2019).

Devemos olhar para a diversidade encontrada e observar, além do já dito, algo a mais sobre os agentes que biodeterioram o patrimônio cultural. Eles desenvolvem-se em temperatura entre 15° C e 37° C, e o nível ótimo é na casa dos 30° C, temperatura muito corriqueira nas instituições que trabalham com esses bens (CALLOL, 2013). Alexopoulos (1979) diz que fungos crescem em temperaturas de 20 a 35° C, porém algumas espécies podem tolerar tanto baixas quanto altas temperaturas, de 0 a 50 graus, até mesmo -169 ° C. A literatura registra que embora os fungos possam crescer em umidade abaixo de 40%, de modo geral, quanto maior ela for, mais o fungo tende a crescer (OGDEN, 2001). Segundo Teijgeler (2007) esses parâmetros são distintos para ambientes tropicais e temperados. Quanto a isso, Toledo (2010) argumenta que os parâmetros de 21° C e 50 % de umidade relativa já não se sustentam, por serem padrões de ambientes temperados, já contestados na literatura. Os parâmetros para conservação de acervos variam, sendo alguns mais rígidos outros mais flexíveis.

Ambientes que apresentam as condições ideais para o crescimento dos fungos geralmente são úmidos, quente e escuro, com ar estagnado, ou seja, sem renovação desse ar

por longo tempo; apresentam índices de umidade relativa acima de 65% e temperaturas médias de 28° C, ideal para a germinação dos esporos (OGDEN, 2001; BRASIL, 2012). Alguns autores argumentam que para a proliferação dos fungos não ocorrer, o ambiente de guarda dos livros dever ser seco, com umidade média de 65%; temperatura média de 23° C, arejado, limpo, com entrada de luz controlada. Gompertz *et al.* (2008) explica que durante o crescimento os fungos preferem a obscuridade ou a luz difusa, sendo importante a luz na fase reprodutiva. Isso talvez explique não termos percebido a olho nu estruturas reprodutivas visíveis nos livros, mas sim aspecto do micélio de fungos. Para livros e documentos, Araújo (2010, *apud* Gomes, 1997) cita parâmetros que não causam danos com umidade ideal entre 40 e 60% e temperatura entre 20 e 25° C.

Gompertz *et al.* (2008) lembra que fungos de importância médica, como são muitos desses anemófilos, crescem na faixa de 20°C a 30°C. Dados brutos de temperatura e umidade aferidas, mostraram as condições destas variáveis não são iguais dentro das salas 01 e 02, o que favorece a formação de microclimas específicos. Algumas médias internas de temperatura aproximaram-se dos 30 graus, variando ao longo do dia, assim como a umidade interna mostrou-se variável. Para as condições em que estavam o acervo, e pela literatura, esses valores não são ideais, na medida em que dados brutos indicaram umidade superior a 60%.

Segundo Callol (2013) o pH para crescimento de fungos situa-se na faixa entre 4,0 e 6,0. Em nosso estudo, a medida do pH das folhas dos 10 livros analisados no estudo variou de 3 a 7, números favoráveis à proliferação de fungos nas superfícies. Deve-se levar em consideração que, além desta condição, a pouca luz e elevada temperatura no acervo, estavam contribuindo para o desenvolvimento de fungos, para sua atividade metabólica, pelas evidências ali constantes, e pela natureza do material das coleções. Como é conhecido os fungos hidrolisam muitas substâncias orgânicas, desde couro, a quitina, ossos e até mesmo plástico; recentemente sabe-se que, com relação aos acervos, um tipo de fungo degrada até mesmo o plástico dos CDs, e alumínio, sob alta umidade e temperatura (SILVA; LAUREANO; OLIVEIRA, 2019). Para essa e outras degradações, eles possuem um aparato enzimático vasto, tais como lipases, proteinases, amilases, invertases, entre outros. Como são incapazes de elaborar seu próprio alimento, sua nutrição se dá por absorção, requerendo este aparato enzimático.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho demonstrou uma elevada riqueza, abundância e diversidade de fungos associados ao acervo raro e especial da biblioteca do CCA/UFPB, com a presença de gêneros comuns de fungos anemófilos e raros, não vistos com frequência em outros trabalhos.

Os valores de temperatura e umidade mensurados nos locais da coleta, bem como o pH das folhas dos livros, nos fazem suspeitar que as condições em que estão os acervos não são ideais e requer preservação preventiva, controle de umidade, temperatura, luminosidade e condições de ventilação. Para evitar proliferação descontrolada de microrganismos como os fungos.

Por esta razão, é recomendado monitoramento constante da biblioteca do CCA, e das coleções especiais, além da conservação preventiva. E medições periódicas de temperatura e umidade ao longo do dia e entre as estações. A cidade de Areia, Estado da Paraíba, local dos acervos deste estudo, tem elevada umidade relativa do ar, e clima mais frio do que o entorno, de vegetação caatinga. É preciso recordar que a ciência da preservação/ conservação e o restauro é multidisciplinar, e muitos profissionais devem dar as mãos para salvar os acervos, nossos bens históricos, a memória de locais e de pessoas, a memória da humanidade a ser conservada para as futuras gerações.

Manuais de conservação e preservação de acervo recomendam que, antes de qualquer ação, é preciso o diagnóstico. Com a realização deste trabalho, de certa forma foi iniciado esse diagnóstico, abrindo espaço para demais estudos e uma atenção mais concentrada para a avaliação da necessidade de métodos de controle. Reforçamos a necessidade do uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), pelos funcionários da biblioteca, no manuseio e tratamento do acervo, uma vez que o estudo indica presença de gêneros fúngicos que têm espécies com potencial de fungos alergênicos e toxigênicos. A literatura da área indica que, durante a higiene e manutenção desses acervos, deve-se usar luvas de látex, máscaras com filtro, jalecos, óculos. Como foi frisado, há riscos da Síndrome do edifício doente. Esses acervos, futuramente estarão abertos ao público, portanto é preciso cuidado com eles, para que seja mantida a memória e a história e a saúde de quem trabalha com eles, os visita e pesquisa.

## REFERÊNCIAS

- AGERTT, M. *et al.* Ocorrência de fungos filamentosos no ambiente de uma seção de coleções especiais. **SaBios-Revista de Saúde e Biologia**, v. 17, p. 1-10, 2022. Disponível em: <http://periodicos.grupointegrado.br/revista/index.php/sabios/article/view/3348>. Acesso em: 31 mai. 2023
- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W. **Introductory Micology**. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1979. 632 p.
- ALMEIDA, S. R. **Microbiologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 161 p.
- ALONSO, S. F. B. Cladosporium: género fúngico que deteriora soportes documentales y afecta a la salud del hombre. **Boletín del Archivo Nacional**, v. 20, p. 104-118, 2012.
- ANDERSON MJA. 2001. New method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol* 26(1): 32-46.
- ARAUJO, A.V. F. Gestão de coleções raras e especiais no séc. XXI: conceitos, problemas, ações. In: VIEIRA, Brunno V.G.; ALVES, Ana Paula Menezes (Orgs.). **Acervos especiais: memórias e diálogos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015. p. 15-31. Disponível em: <http://www.fclar.unesp.br/Home/Instituicao/Administracao/DivisaoTecnicaAcademica/ApoioaoEnsino/LaboratorioEditorial/colecao-memoria-da-fcl-n9.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2019.
- BARBOSA, D. F. **Um olhar sobre a preservação e conservação do acervo da biblioteca pública estadual Juarez da Gama Batista na cidade de João Pessoa – pb**. João Pessoa, 2015. TCC (Graduação). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2015.
- BELMIRO, C. C. L. Identificação da microbiota fúngica anemófila presente em sala de arquivos e três bibliotecas de uma universidade pública da Paraíba. Trabalho de conclusão de curso (**Universidade Estadual da Paraíba**) - **Campina Grande**, 2012.
- BIBLIOTECA. *In: Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa*. 2 ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1986. 1838 p.
- BORTOLETTO, M. E; MACHADO, R. R.; COUTINHO, E. Contaminação fúngica do acervo da biblioteca de Manguinhos da Fundação Oswaldo Cruz: ações desenvolvidas para sua solução. **Enc. Bibli: R. Eletr.** Florianópolis. n. 14, p.9-18, 2002.
- BRASIL. TRIBUNAL SUPERIOR DO TRABALHO. **Apostila de Processo de Restauração e Materiais Utilizados**. Brasília. Outubro de 2012. 41p.
- BRAGA, R. S. *et al.* Prevalência de sintomas respiratórios em servidores de bibliotecas de uma universidade pública. **Revista de Saúde Pública do Paraná**, v.1, n.1, p. 74-82, 2018. Disponível em: <http://revista.escoladesaude.pr.gov.br/index.php/rspp/article/view/45>. Acesso em: 10 de mai. 2023
- BRICKUS, L. SR; AQUINO NETO, F. R. A qualidade do ar de interiores e a química. **Química nova**, v. 22, p. 65-74, 1999.
- CALEGARI *et al.* Ocorrência de fungos em superfícies de livros e avaliação da eficácia do ozônio na desinfecção de uma biblioteca do norte do país. **Brazilian Journal of Surgery and Clinical Research - BJSCR BJSCR**. Vol.21, n. 3, p.27-31, 2018.
- CALLOL, V **Biodeterioração do patrimônio histórico documental: alternativas para sua erradicação e controle**. Tradução de Biodeterioro del patrimonio histórico documental:

alternativas para su erradicación y control [Online]. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins; Fundação Casa de Rui Barbosa, 2013. 139.

CARVALHO, M. C. Preservação de acervos e documentos: conceitos, agentes deteriorantes e controle. *In: ARAÚJO, Diná Marques Pereira. **Introdução às técnicas de acondicionamento e higienização de livros raros e especiais**: atividades da Oficina de Conservação da Divisão de Coleções Especiais. Belo Horizonte: Biblioteca Universitária, Sistema de Bibliotecas/UFMG, Divisão de Coleções Especiais, 2010. p. 8 -31.*

CASTRO, C. A. Biblioteca como lugar de memória e eco de conhecimento: um olhar sobre “O Nome da Rosa”. **Revista digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**. Campinas, v. 4, n. esp., p.1-20, 2006.

CASSARES, N. C. *In: Patrícia de Almeida Giordano, Norma Cianflone Cassares, Gloria Cristina Motta. Diálogos: conservação de acervos de bibliotecas. São Paulo: Sistema Integrado de Bibliotecas da USP, 2008.*

D’ALMEIDA, M. L. O; MONTEIRO, M. B. B; BARBOSA, P. S. D. Fungo em papéis para imprimir e escrever. *In: **Proceedings of CIADICYP 2006-Congresso Iberoamericano de investigación en celulosa y papel**. 2006.*

DA SILVA, D. P. *et al.* Fungos anemófilos isolados de bibliotecas de instituições de ensino da Região Nordeste do Brasil. **Revista Pan-Amazônica de Saúde**, v. 12, p. 8-8, 2021.

DE OLIVEIRA PEREIRA, F. *et al.* Microbiota fúngica do solo e ar atmosférico na região da Borborema, estado da Paraíba, Brasil. **RBAC**, v. 42, n. 2, p. 123-126, 2010.

DOMINGO, M. T. S. La función social de las bibliotecas universitarias. **Boletín de la Asociación Andaluza de Bibliotecarios**, v. 20, n. 80, p. 43-70, 2005.

DUO FILHO, V. B.; SIQUEIRA, J. P. Z; COLOMBO, T. E. Monitoramento de fungos anemófilos no ambiente de uma biblioteca no Município de São José do Rio Preto-SP, Brasil. **Arquivos de Ciências da Saúde da UNIPAR**, v. 24, n. 2, 2020.

FERRAZ, M. N. O papel social das bibliotecas públicas no século XXI e o caso da Superintendência de Bibliotecas Públicas de Minas Gerais. **Perspectivas da Ciência da Informação**, v. 19, n. esp., p. 18-30, out/dez. 2014.

GOMPERTZ, O. F. *et al.* Alergia a Fungos. *In: Trabulsi Luiz Rachid et al (Ed.). Microbiologia. 4. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2005. 718 p.*

GUERRA, O. G. *et al.* Livros: fontes do saber ou de infecção? **Revista Saúde e Meio Ambiente**, v. 1, n. 1, p. 41-54, 2015

GÜTHS, S. Temperatura, umidade e a cápsula do tempo. *In: SILVA, R.R.G. (org). Preservação documental: uma mensagem para o futuro [online]. Salvador: EDUFBA, 2012, p. 79-91. Disponível em: <http://books.scielo.org>. Acesso em 20 de jul. 2019.*

KIRK, P.M. *et al.* **Ainsworth and Bisby's Dictionary of the Fungi**. Wallingford, CAB International, 2008.

LIMA, N.; VENÂNCIO, A. **Agentes biológicos (fungos) na atmosfera de trabalho**. 1999. Disponível em:

[https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/34935/1/1999%20Agentes%20biol%C3%B3gicos%20\(fungos\)%20na%20atmosfera%20de%20trabalho.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/34935/1/1999%20Agentes%20biol%C3%B3gicos%20(fungos)%20na%20atmosfera%20de%20trabalho.pdf). Acesso em: 20 de mai. 2023.

- MAGURRAN, A. E. **Ecological diversity and its measurement**. Princeton university press, 1988.
- MARTINS, S. C. S.; MARTINS, C. M. Isolamento e controle químico de fungos filamentosos de documentos e obras de arte do estado do Ceará. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer**, Goiania v.9, n.17, p.2822, 2013.
- MARTINS, T. S. Isolamento e identificação de fungos anemófilos presentes na biblioteca pública do município de Ariquemes, Rondônia, Brasi. Trabalho de conclusão de curso. Faculdade de Educação e do Meio Ambiente. 2014.
- MENDES, A.; SANTOS, C. SANTIAGO, P. Preservação do acervo histórico da oficina guaianases de gravuras. **MAIA**, p. 39, 2003.
- MENEZES, C. P.; DE LIMA PEREZ, A. L. A. OLIVEIRA, E. L. Cladosporium spp: Morfologia, infecções e espécies patogênicas. **Acta Brasiliensis**, v. 1, n. 1, p. 23-27, 2017.
- MENEZES, A. A. R.; GIUDICE, M. C. e GAMBALE, W. Frequência de fungos contaminantes em livros de bibliotecas da universidade de São Paulo, com e sem climatização artificial. 2003, Anais. [S.l.]: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2003. Acesso em: 31 mai. 2023
- MENEZES, A. A. R. **Fungos em bibliotecas**: frequência dos gêneros em livros e elaboração de teste para biorreceptividade em papéis. São Paulo, 2009. 24p. Tese (Doutorado) Instituto de Ciências biomédicas Universidade de São Paulo. São Paulo, 2009.
- MENEZES, A. A. R; GIUDICE, M. C.; GAMBALE, W. Frequência de fungos contaminantes em livros de bibliotecas da universidade de São Paulo, com e sem climatização artificial. 2003, Anais. [S.l.]: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2003. Acesso em: 31 maio 2023.
- MENEZES, E. A. *et al.* Airborne fungi isolated from Fortaleza city, state of Ceará, Brazil. **Rev. Inst. Med. trop.** S. Paulo, 46(3):133-137, 2004.
- MEZZARI, A. **Fungos anemófilos em Porto Alegre**. 2002. Tese (Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias) - Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- MEZZARI, A. *et al.* Os fungos anemófilos e sensibilização em indivíduos atópicos em Porto Alegre, RS. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 49, p. 270-273, 2003.
- MOURA, M. L. **Qualidade microbiológica do ar em bibliotecas e suas implicações na saúde dos usuários**. São Paulo, 2011, 116p. TCC (Graduação). Fundação São Paulo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Faculdade de Ciências Médicas e da Saúde.
- OGDEN, C. *et al.* **Emergência com pragas em arquivo de bibliotecas**. Projeto de Conservação Preventiva em Bibliotecas e Arquivos. Trad. Elizabeth Larkin Nascimento, Francisco de Castro Azevedo. 2 ed. Rio de Janeiro: Arquivo Nacional, 2001. 50p.
- PAIXÃO, G. C. *et al.* Ocorrência Fúngica em acervo bibliográfico do município de Fortaleza, Ceará, Brasil. **Rev. Digit.Bibliotecon. Cienc. Inf**, Campinas, v.14, n.1 p.180-191 jan./abr. 2016.
- PÉREZ, I.; ESPINOSA, K. C. S. Aspectos fisiológicos del género Cladosporium desde la perspectiva de sus atributos patogénicos, fitopatogénicos y biodeteriorantes/Physiological aspects of the Cladosporium genus from the perspective of its pathogenic, phytopathogenic and biodeteriorant attributes. **Revista Cubana de Ciências Biológicas**, v. 7, n. 1, p. 10, 2019.

PEREIRA, S. S. et al. Controle da microbiota fúngica em uma biblioteca de uma universidade particular e seu impacto na saúde ocupacional. **ENCONTRO LATINO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, v. 14, 2010.

PINHEIRO, A. V. História, memória e patrimônio: convergências para o futuro dos acervos especiais. In: VIEIRA, Brunno V.G.; ALVES, Ana Paula Menezes (Orgs.). **Acervos especiais: memórias e diálogos**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015. p. 33-44. Disponível em: <http://www.fclar.unesp.br/Home/Instituicao/Administracao/DivisaoTecnicaAcademica/ApoioaoEnsino/LaboratorioEditorial/colecao-memoria-da-fcl-n9.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2019.

REGO, C. M.; SANTOS, F. S. Ocorrência de fungos anemófilos e sua relação com fatores abióticos em Barreiras, Bahia. **R. bras. Bioci**, Porto Alegre, v. 13, n. 4, p. 265-271, out./dez. 2015.

RIBEIRO, A. L. P. C. LUBISCO, N. M. L. Redução de fungos em ambiente de biblioteca: Viabilidade de aplicação de neblina ativada. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 6, n.2, p.36-52, jul./dez. 2016.

RIBEIRO, E. L. Fungos na biodeterioração de livros em ambientes bibliotecários nos últimos 35 anos (1977 – 2012). **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**. São Paulo, v.9, n.1, p. 17-27, jan./dez. 2013.

ROSA, H. *et al.* Ocorrência de fungos filamentosos em acervo da Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Goiás. **Revista de Patologia Tropical/Journal of Tropical Pathology**, v. 37, n. 1, p. 65-69, 2008.

ROSÁRIO FILHO, N. Fungos anemófilos. **Revista da Associação Médica Brasileira**, v. 50, p. 125-126, 2004.

SANTOS, A. R. Fungos no armazenamento e acondicionamento de coleções especiais e raras. In: **VXIII SEMINÁRIO NACIONAL DE BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS, SNBU**, Belo Horizonte, 16 a 21 de novembro de 2014.

SILVEIRA, V. D. **Micologia**. 5 ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1995. 336p.

SILVA, U.S.; LAUREANO, C. S.; OLIVEIRA, Bernardina M. J. F. A preservação dos acervos e sua relação com a biologia. 2019. In: Oliveira *et al.* (org.). Patrimônio, informação e memória: tríade para construção e fortalecimento identitário. João Pessoa: Editora da UFPB, 2019. p. 31- 44

SOBRAL, Laureana de Vasconcelos. **Fungos anemófilos em ambientes climatizados: prevalência, produção de enzimas e atividade antibacteriana**. 2016. Dissertação (Mestrado em Saúde Humana e Meio Ambiente) Universidade Federal de Pernambuco. 2016.

SPINELLI, J.; BRANDÃO, E.; FRANÇA, C. Manual técnico de preservação e conservação: documentos extrajudiciais CNJ. **Arquivo Nacional: Biblioteca Nacional [Internet]**, 2011.

STERLING, T. D.; COLLETT, C.; RUMEL, D. A epidemiologia dos “edifícios doentes”. **Rev. Saúde públ.**, São Paulo, v. 25, n. 1, p. 56-63, 1991. TARGINO, Margareth Arcanjo. **Documentos contaminados por fungos: possibilidades de intervenções para recuperar a documentação do programa de pós-graduação em física (ppgf/ufpb)**. João Pessoa, 2017. TCC (Graduação). Universidade Federal da Paraíba, 2017. 30p.

TEIJGELER, R. **Conservação preventiva da herança documental em climas tropicais: uma bibliografia anotada**. Tradução da edição revista: Maria Tereza Costa Guerra. Lisboa: BN, 2007. 400 p.

TOLEDO, F. L. Controle ambiental e preservação de acervos documentais nos trópicos úmidos. *Acervo*, v. 23, n. 2, p. 71-76, 2010.

TOMAZELLO, M. G. C. **A aplicabilidade da radiação no controle de fungos que atacam papéis**. 1994. Tese (Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

TORRAS, M. A. C.; ARTIGAS, J. G.; FERNÁNDEZ, G. S. Los hongos como agentes etiológicos de alergias y enfermedades pulmonares: su incidencia en Barcelona. *In: Anales de medicina y cirugía*. 1976. p. 329-340.

TORTORA G. J.; BERDELL R.F; Christine L. C. Microbiologia. 12. ed. Tradução de Danielle Soares de Oliveira Daian, Luis Fernando Marques Dorvillé. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TRABULSI L. R.; ALTERTHUM F. (ed.). Microbiologia. 5.ed. São Paulo: Atheneu, 2008. 760 p.