

Universidade Brasil  
Campus de Fernandópolis

PATRICIA DE OLIVEIRA PORTELA

CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA EM AMBIENTE ESPECÍFICO  
DE UMA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA

MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION IN A SPECIFIC ENVIRONMENT OF A  
UNIVERSITY LIBRARY

Fernandópolis, SP  
2017

Patrícia de Oliveira Portela

CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA EM AMBIENTE ESPECÍFICO DE UMA  
BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Dora Inés Kozusny-Andreani

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para a obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Fernandópolis, SP

2017

## FICHA CATALOGRÁFICA

P877c Portela, Patricia de Oliveira  
Caracterização microbiológica em ambiente específico de uma biblioteca universitária / Patricia de Oliveira Portela. – Fernandópolis, 2017.  
63f. : il. ; 29,5cm.

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, da Universidade Brasil, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.  
Orientadora: Profª Dra. Dora Inés Kozusny-Andreani

1. Micro-organismos. 2. Acervos bibliográficos. 3. Contaminação. 4. Preservação documental. I. Título.

CDD 025.84

**Termo de Autorização**

**Para Publicação de Dissertações e Teses no Formato Eletrônico na Página WWW do Respeetivo Programa da Universidade Brasil e no Banco de Teses da CAPES**

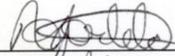
Na qualidade de titular(es) dos direitos de autor da publicação, e de acordo com a Portaria CAPES no. 13, de 15 de fevereiro de 2006, autorizo(amos) a Universidade Brasil a disponibilizar através do site <http://www.universidadebrasil.edu.br>, na página do respectivo Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu*, bem como no Banco de Dissertações e Teses da CAPES, através do site <http://bancodeteses.capes.gov.br>, a versão digital do texto integral da Dissertação/Tese abaixo citada, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira.

A utilização do conteúdo deste texto, exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, fica condicionada à citação da fonte.

Título do Trabalho: **“CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA EM AMBIENTE ESPECÍFICO DE UMA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA”**

Autor(es):

Discente: Patrícia de Oliveira Portela

Assinatura: 

Orientadora: Dora Inês Kozusny-Andreani

Assinatura: 

Data: 30/novembro/2017



TERMO DE APROVAÇÃO

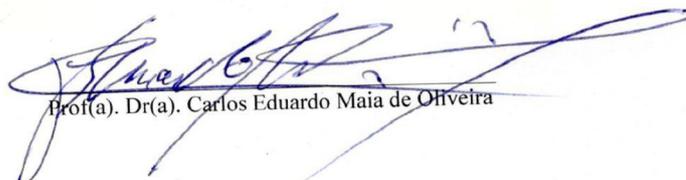
PATRÍCIA DE OLIVEIRA PORTELA

CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA EM AMBIENTE ESPECÍFICO DE  
UMA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Brasil, pela seguinte banca examinadora:

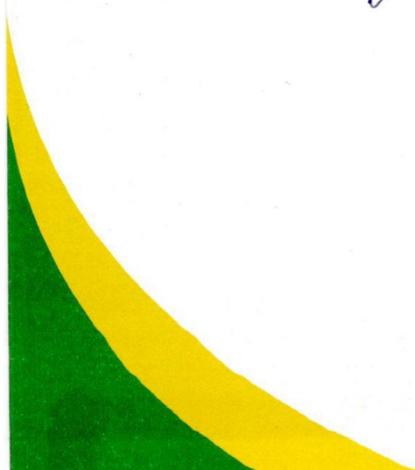
  
Prof(a). Dr(a) Dora Inés Kozusny-Andreani (Presidente)

  
Prof(a). Dr(a). Danila Fernanda Rodrigues Frias

  
Prof(a). Dr(a). Carlos Eduardo Maia de Oliveira

Fernandópolis, 30 de novembro de 2017.

Presidente da Banca Prof(a). Dr(a). Dora Inés Kozusny-Andreani



*Este trabalho é dedicado:*

*Àqueles que me foram exemplo de persistência e determinação, meus pais Paulo e Luíza (in memoriam);*

*Àquele que nunca deixou de acreditar em mim, meu amado Alexandre;*

*Àquelas com quem partilhei toda sorte de emoções desse intento, minhas irmãs Tereza e Beatriz;*

*Àqueles que, seguramente, intercedem por mim junto ao Pai maior, meus irmãos Marcelo e Américo (in memoriam);*

*Àquelas que me presentearam com efetivo suporte e incentivo na conquista deste objetivo, amigas e colegas Maira e Kelma;*

*Àqueles a quem desejo uma fase adulta junto a uma natureza que ainda tenha muitas maravilhas a se admirarem, meus sobrinhos brotos Paulo, Isabella, Marcelo, Gabriela, Pedro e Maria Eduarda.*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por permitir-me a realização deste sonho.

À professora Dra. Dora Inés Kozusny-Andreani, pela sabedoria, otimismo e posicionamentos impecáveis na orientação.

Ao professor Dr. Roberto Andreani Junior, pelas sugestões valiosas apresentadas durante o exame de qualificação.

À professora Dra. Danila Fernanda Rodrigues Frias, pelas necessárias e enriquecedoras considerações tanto no exame de qualificação quanto na defesa.

Ao professor Dr. Carlos Eduardo Maia de Oliveira, pela cordialidade e brilhantes observações apresentadas na defesa.

A todos os colegas de profissão e de trabalho nas pessoas de Yara Ribeiro de Moura Silva e Fabiana de Oliveira Silva, pelo apoio, compreensão e generosidade; Juliana Rodrigues Lira pela cooperação e assistência inestimáveis neste trajeto; e Luiz Fernando Sabino que, no realizar de suas atividades com dedicação e prestimosidade singulares, me possibilitou uma observação diferente e decisiva para meu estudo.

À coordenação da Biblioteca, alvo deste estudo, por permitir a realização da pesquisa naquele local.

À técnica do Laboratório de Microbiologia da Universidade Brasil, Glizely Andrea Bonfim Santos, pela colaboração indispensável nos trabalhos de laboratório.

Aos amigos e colegas de mestrado Adalci dos Anjos Ferreira, Kelma Patrícia de Souza, Mairny Abadia Ferreira Antônio dos Santos, Maria Aparecida de Araújo, Siene de Faria Rodrigues, Tereza Cota de Jesus, Thais Nogueira Gonzaga e Vera Lúcia Siqueira de Barros, por representarem conteúdos únicos e admiráveis na disciplina “Conviver.”

A todos que estiveram do meu lado fisicamente ou em pensamento, no percurso deste estudo.

De tudo ficaram três coisas...  
A certeza de que estamos começando...  
A certeza de que é preciso continuar...  
A certeza de que podemos ser interrompidos  
antes de terminar...  
Façamos da interrupção um caminho novo...  
Da queda, um passo de dança...  
Do medo, uma escada...  
Do sonho, uma ponte...  
Da procura, um encontro!

(Adaptado de Sabino, 1975).

# CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA EM AMBIENTE ESPECÍFICO DE UMA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA

## RESUMO

A conservação e a preservação do material informacional de bibliotecas é primordial para prolongar a vida útil dos seus suportes de informação e garantir a integridade da memória histórica, científica e técnica para gerações futuras. Diante do desconhecimento da qualidade ambiental do interior da biblioteca objeto deste estudo e dos riscos a que o acervo e usuários estão expostos, foi arquitetada uma pesquisa de natureza aplicada através de abordagem qualitativa e quantitativa e procedimento experimental em um ambiente da biblioteca que apresentava vulnerabilidade. Foram avaliadas 24 obras de determinada fileira de estantes da biblioteca analisada e o ar dessa localização estabelecida, visando pesquisar a microbiota daquele ambiente. A colheita das amostras nos livros foi realizada com fricção de *swab* estéril na parte inferior da lombada de cada obra. As amostras foram submetidas a diluições seriadas de NaCl e inoculadas em meios seletivos para bactérias e fungos. Para a pesquisa no ar do ambiente, foram disponibilizadas, na fileira de estantes definida, Placas de Petri contendo meio Agar Triptecaseína Soja e outras com Sabouraud-dextrose por 12 horas e incubadas à temperatura de 37°C por 48 horas. Posteriormente, foram realizadas a contagem e a avaliação das características macroscópicas e microscópicas das amostras, assim como a identificação por métodos bioquímicos convencionais. Os resultados obtidos evidenciaram variações numéricas quanto à presença de micro-organismos nas superfícies dos livros e no ar do ambiente estabelecido. Bactérias das espécies *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas* spp. e *Micrococcus* spp. e fungos *Aspergillus niger*, *A. fumigatus*, *Fusarium* spp., *Rhizopus* spp., *Penicillium* spp. *Microsporium gypseum* e *Candida albicans* foram isolados da superfície dos livros. No ar, foram detectados fungos filamentosos identificados como *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *Fusarium* spp., *Rhizopus* spp., *Penicillium* spp., *Colletotricum gloeosporioides* e *Microsporium gypseum*. Os resultados evidenciaram presença de alguns micro-organismos potencialmente degradantes de materiais de bibliotecas e patogênicos aos usuários e trabalhadores.

**Palavras-chave:** micro-organismos, acervos bibliográficos, contaminação, preservação documental.

# MICROBIOLOGICAL CHARACTERIZATION IN A SPECIFIC ENVIRONMENT OF A UNIVERSITY LIBRARY

## ABSTRACT

The preservation of library informational materials is primordial in extending the useful life of their information media and ensuring integrity of historical, scientific and technical memory for future generations. As people ignore the environmental quality inside the library (that is object of this study) and the risks the collection and users are exposed to, a research of an applied nature was designed through a qualitative and quantitative approach and an experimental procedure in a library environment that presented vulnerability. They were evaluated 24 works of a certain row of shelves of the library and the air of that place, aiming to investigate its microbiota. Sterile swab friction was the procedure to collect samples in lower parts of the spine of each work. They submitted the samples to NaCl serial dilutions and inoculated them in selective media for bacteria and fungi. For environment air research, in the row of chosen shelves, Petri plates containing Trytecasein Soy Agar and others with Sabouraud-dextrose agar were available for 12 hours and incubated at 37°C for 48 hours. Subsequently, they counted and evaluated the macroscopic and microscopic characteristics of the samples as well as they identified them by conventional biochemical methods. The results showed numerical variations referring to the presence of microorganisms on the books surfaces and in the air of the environment. Bacteria of *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas* spp. and *Micrococcus* spp. species and *Aspergillus niger*, *Aspergillus fumigatus*, *Fusarium* spp., *Rizopus* spp., *Penicillium* spp. *Microsporium gypseum* and *Candida albicans* fungi were isolated from the surface of books. In the air, they were detected filamentous fungi identified as *Aspergillus niger*, *A. flavus*, *A. fumigatus*, *Fusarium* spp., *Rhizopus* spp., *Penicillium* spp., *Colletotrichum gloeosporioides* and *Microsporium gypseum*. The results evidenced the presence of some potentially degrading microorganisms for library materials and pathogens to users and workers.

**Keywords:** microorganisms, bibliographic collections, contamination, documentary preservation.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Descolamento da claraboia;.....	38
Figura 2 – Livros embalados para transporte ao laboratório. ....	39
Figura 3 – Colheita de amostra em livros.....	40
Figura 4 – Colheita de amostra no ar do ambiente. ....	41
Figura 5 – Placa de Petri inoculada com amostra do ar.....	44
Figura 6 – Placa de Petri inoculada com amostra do livro.....	44
Figura 7 – Número de ocorrência dos diferentes micro-organismos encontrados no ar e nos livros avaliados no estudo. ....	46
Figura 8 – Intervalos de confiança (95%) para a contagem microbiana as estantes e dos livros avaliados no estudo. ....	48
Figura 9 – Valores individuais da contagem microbiana do ar e dos livros avaliados no estudo.....	49

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Identificação de patologias causadas pelos micro-organismos isolados no local investigado.....	52
---	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ocorrência dos micro-organismos encontrados no ar e nos livros no estudo.....	43
Tabela 2 – Estatísticas descritivas da contagem microbiana do ar e livros avaliados no estudo.....	47

## LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

<b>ANVISA</b>	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
<b>ABNT</b>	Associação Brasileira de Normas Técnicas
<b>CICT</b>	Centro de Informação Científica e Tecnológica
<b>CIO<sub>2</sub></b>	Dióxido de cloro
<b>CLT</b>	Consolidação das leis do trabalho
<b>EPI</b>	Equipamento de proteção individual
<b>FIOCRUZ</b>	Fundação Oswaldo Cruz
<b>NaCl</b>	Cloreto de sódio
<b>MEC</b>	Ministério da Educação e Cultura
<b>O<sub>2</sub></b>	Oxigênio
<b>SAB</b>	Sabouraud-dextrose
<b>SCT</b>	Síndrome do choque tóxico
<b>SED</b>	Síndrome do edifício doente
<b>SEM</b>	Scanning electron microscope (microscópio eletrônico de varredura)
<b>TSA</b>	Triptecaseína soja
<b>UFC</b>	Unidade formadora de colônia

# SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	17
1.1 Relevância do tema e estado atual da arte.....	17
1.2 Fundamentação .....	18
1.2.1 Biblioteca .....	18
1.2.2 Contaminação geral .....	21
1.2.2.1 Combinação de técnicas de análises microbiológicas .....	23
1.2.2.2 Parâmetros ambientais na avaliação da contaminação microbiana.....	24
1.2.2.3 Associação de fungos com poeira e excremento de pássaros .....	24
1.2.2.4 Risco de contaminação por mofo em estantes deslizantes móveis .....	26
1.2.2.5 Manipulação de livros e ventilação como fontes de esporos de fungos.....	27
1.2.2.6 Métodos de controle de micro-organismos em bibliotecas .....	28
1.2.2.7 Síndrome do edifício doente (SED) em bibliotecas brasileiras.....	30
1.2.3 Bactérias .....	32
1.2.3.1 Doenças causadas por bactérias .....	32
1.2.4 Fungos .....	34
1.2.4.1 Doenças causadas por fungos.....	35
1.3 Objetivo geral e objetivos específicos .....	36
1.3.1 Objetivo geral .....	36
1.3.2 Objetivos específicos .....	36
2 MATERIAL E MÉTODOS .....	37
2.1 Tipo de pesquisa.....	37
2.2 Caracterização do local investigado.....	37
2.3 Colheita, transporte e análise microbiológica das amostras .....	39
2.4 Análise estatística dos dados.....	41
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	43
4 CONCLUSÕES .....	53
5 RECOMENDAÇÕES.....	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	55

## **1 INTRODUÇÃO**

### **1.1 Relevância do tema e estado atual da arte**

Nos tempos atuais, em que o estudante é estimulado a construir seu próprio conhecimento, principalmente no Ensino Superior, as bibliotecas se apresentam como mecanismos fundamentais para subsidiar as atividades de aprendizagem.

A frequência e o tempo de permanência dos usuários nas bibliotecas estão em conformidade com os recursos e serviços que elas oferecem (RODRIGUES, 2009), estando disponíveis documentos impressos e digitais, computadores, materiais audiovisuais, acesso à internet, serviços de orientação na recuperação da informação, normalização bibliográfica, digitalização e locais para estudo e consulta.

No ambiente das bibliotecas, as pesquisas são disponibilizadas em documentos integrados aos acervos que subsidiam a geração de novas informações por outros pesquisadores de modo a facilitar a criação de uma estrutura infinita de conhecimento (MILANESE, 1983).

A conservação e a preservação do material informacional de uma biblioteca é primordial para prolongar a vida útil dos seus suportes de informação e garantir a integridade da memória histórica, científica e técnica para as gerações futuras. A partir da entrada de um documento na biblioteca, é essencial que haja empenho na sua inteireza ao longo do tempo, e isso pode ser feito também pelo monitoramento do local onde está disposto, principalmente no que diz respeito ao controle ambiental (REIS-MENEZES, 2009).

Os acervos bibliográficos possuem os agentes que desequilibram sua integridade, classificados, conforme Cassares e Moi (2000) e Mello, Santos e Silva Filho (2004), como: fatores ambientais, biológicos, químicos, intervenções impróprias, furtos e vandalismos. Destes, os que estão relacionados a este estudo são os fatores biológicos representados mais precisamente pelos micro-organismos (fungos e bactérias).

A composição de micro-organismos de ambientes fechados depende de fatores diversos como tipo de construção, umidade relativa e temperatura do ar, quantidade de pessoas que frequentam, bem como as atividades que lá são realizadas (TOLOZA-MORENO; LIZARAZO-FORERO; BLANCO-VALBUENA, 2012).

No entendimento de que locais fechados como arquivos, bibliotecas, museus, igrejas entre outros estão suscetíveis à síndrome do edifício doente (SED) com base na qualidade microbiológica de seus ambientes, Gallo (1993), Bueno, Silva e Oliver (2003) e Borrego et al. (2009, 2010) revelam que micro-organismos podem desenvolver-se em material orgânico e inorgânico provocando sua biodeterioração e, conforme Labarrère Sarduy et al. (2003), riscos para a saúde humana, como alergias, infecções e intoxicações.

Diante do desconhecimento da qualidade ambiental do interior da biblioteca objeto deste estudo, bem como dos riscos a que o acervo e usuários estão expostos, foi arquitetada uma pesquisa de natureza aplicada através de abordagem qualitativa e quantitativa e procedimento experimental em um ambiente que apresentava vulnerabilidade. O estudo, além de permitir diagnosticar a realidade, aponta caminhos relacionados ao tema e traz medidas para recompor e/ou prognosticar um ambiente favorável à preservação das obras e da saúde de seres humanos envolvendo todas as bibliotecas do sistema ao qual está vinculada.

O estudo proposto visou caracterizar a microbiota de um ambiente específico em uma biblioteca universitária como forma de conhecer os riscos que possa trazer para os documentos e materiais e, ainda, como possibilidade de prevenção de doenças dos seus trabalhadores e usuários.

## **1.2 Fundamentação**

### **1.2.1 Biblioteca**

A biblioteca é mais antiga que o livro e o manuscrito e tem sua história desenvolvida a partir da história do homem, pois, assim que foram criados os registros informativos, foram adotados critérios mesmo que rudimentares para assegurá-los. Evoluiu de conjunto de placas de argila para rolos de papiro ou pergaminho, esse último sendo, posteriormente, recortado e unido originando um produto com aspecto de livro (MILANESI, 1983).

Inicialmente, as bibliotecas estavam disponíveis apenas aos religiosos, o livro era considerado misterioso, vindo do demônio, e somente aqueles que possuíam conhecimentos de exorcismo poderiam manuseá-lo. Assim, até o final da Idade Média, as bibliotecas eram exatamente o que significavam etimologicamente, 'depósito de livros', como, por exemplo, a Biblioteca de Nínive<sup>1</sup> somente tinha saída para onde viviam os sacerdotes. Da Antiguidade à Idade Média, a figura do leitor comum não existia e, por muitos séculos, o 'clérigo' dominava o conhecimento, sendo os 'laicos' aqueles que não se relacionavam com a palavra escrita (MARTINS, 2002).

A Biblioteca de Nínive, desde o século VII a.C. célebre por suas 22 mil placas de argila com conteúdo referente a obras religiosas, históricas, de magia, Astrologia, plantas e animais, pertencente ao palácio do rei Assurbanípal, foi descoberta em 1854. A Biblioteca de Alexandria, a mais famosa da Antiguidade, que se supõe ter reunido mais de setecentos mil volumes, passou por três incêndios, sendo o último e definitivo em 642 a.C. (MILANESE, 1983; MARTINS, 2002).

A China começou a fabricar livros no século II a.C. a partir da seda desintegrada transformada em papel. O papel de celulose surgiu na China no ano 105 d.C. com a utilização de materiais diferentes da seda, como cascas de plantas, resíduos de algodão e redes de pesca. Atualmente, a madeira é o material mais utilizado para produção do papel, sendo os tecidos (seda, linho, algodão) empregados na fabricação de papéis de luxo (MARTINS, 2002). A produção dos manuscritos foi estimulada com o aparecimento das universidades, e nos locais de consulta os volumes mais usados eram acorrentados. Com a invenção da imprensa por Gutemberg no século XV, o livro deixou de ser um produto artesanal confeccionado pelos religiosos para ser produzido em série com menor custo e mais agilidade (MARTINS, 2002).

De acordo com Milanesi (1983), no Brasil, os primeiros livros vieram com os jesuítas para evangelizar e colonizar. Qualquer publicação passava pelo crivo da igreja católica e poder civil, e as bibliotecas dos conventos eram rigorosamente fiscalizadas.

---

<sup>1</sup> Antiga cidade da Mesopotâmia, próxima da atual Mosul (Iraque). Mais informações podem ser obtidas em: <http://brasil.planetasaber.com/search/results.asp?txt=N%C3%ADnive>.

Em 1810, foi fundada no Brasil a Biblioteca Real com o acervo da Livraria do Rei de Portugal D. José I, trazida pelo rei D. João VI em 1808, constituindo o acervo básico do que viria a ser a Biblioteca Nacional. A segunda biblioteca pública brasileira foi a da Bahia fundada em 1811 e teve grande parte de seu acervo constituído de duplicatas dos livros da Biblioteca Real. Em 1825 foi criada a Biblioteca da Faculdade de Direito de São Paulo, inicialmente como Biblioteca Pública de São Paulo, em 1929 a Biblioteca Pública do Estado do Maranhão, 1930 a da Faculdade de Direito de Pernambuco e, em 1837, no Rio de Janeiro a do Real Gabinete Português de Leitura. A partir de então, outras bibliotecas com acesso público foram criadas no Brasil (MILANESI, 1983; MARTINS, 2002).

Desde que a escrita foi criada, a história da biblioteca tem conquistado uma expansão cada vez maior. Com o aparecimento da internet, a comunicação impressa passou a coexistir com a digital, e a biblioteca como centro do saber assumiu a posição de conciliar os dois modelos, onde novos conhecimentos e tecnologias podem ser harmonizados com o conhecimento tradicional tendo o usuário como foco. De acordo com Darnton (2010), os livros, tanto impressos no papel quanto armazenados em servidores, conduzem a conhecimento da mesma forma pelo fato de transcenderem a tecnologia que os hospeda.

A evolução das tecnologias de comunicação é tão revolucionária quanto a invenção da imprensa. Baseando-se nisso, Darnton (2010) destaca que a publicação de manuscritos continuou por muito tempo após a criação de Gutemberg, que os jornais não substituíram o livro nem a televisão o rádio, e a internet não fez os telespectadores desistirem da televisão.

A informação impressa ainda é muito utilizada nas universidades, considerando a indisponibilidade no formato eletrônico de várias obras das bibliografias dos cursos de graduação, bem como a necessidade de suas bibliotecas priorizarem a aquisição de material impresso para atender às exigências do Ministério da Educação (MEC) no que diz respeito ao instrumento de avaliação de cursos que preconiza para a obtenção do conceito máximo 5 na bibliografia básica:

Quando o acervo da bibliografia básica, com no mínimo três títulos por unidade curricular, está disponível na proporção média de um exemplar para menos de 5 vagas anuais pretendidas/autorizadas, de cada uma das unidades curriculares, de todos os cursos que efetivamente utilizam o acervo, além de estar informatizado e tombado junto ao patrimônio da IES. (BRASIL, 2015b).

Já se percebe, porém, a flexibilidade no referido instrumento referente ao formato eletrônico, considerando que este seja permitido para compor a bibliografia básica, reduzindo em um exemplar a quantidade exigida para o conceito 5, devendo a biblioteca possuir 1 exemplar para menos de 6 vagas anuais e admitindo na bibliografia complementar o acesso virtual dos 5 títulos exigidos, ou 2 exemplares impressos de cada um (BRASIL, 2015b).

Conforme Morigi e Souto (2005, p. 197), “[...] a biblioteca, mesmo modificada, não perdeu o seu significado conferido historicamente. [...] O que a mantém viva e atuante é a sua essência.” Neste sentido Ornellas et al. (2013, p. 3) afirmam:

As bibliotecas são instituições que, tradicionalmente, por serem, em si mesmas, um produto social, estão sempre sofrendo mudanças em seus princípios devido às mudanças sociais, culturais, políticas e econômicas do momento histórico em que estão inseridas [...]

As tecnologias da informação e comunicação (TICs) estão incorporando-se às bibliotecas e facilitando-lhes os diversos processos na disponibilização e disseminação da informação. As transformações primordiais que têm provocado assemelham-se à mudança de paradigma da época da invenção da imprensa em que se alterou da preservação dos livros para o acesso a eles. Atualmente, o paradigma é prover recursos de acesso, mesmo que não fisicamente (DRABENSTOTT; BURMAN, 1997; ORNELLAS et al., 2013).

Como mecanismo de democratização do conhecimento através de diversos suportes, em que o moderno se associa ao clássico, além dos serviços que apoiam o aprendizado, o ensino e a pesquisa, a biblioteca dificilmente será substituída. Ao mesmo tempo em que a internet tende a distanciar as pessoas, a biblioteca faz justamente o oposto, por ser um local físico (COUNCIL ON LIBRARY AND INFORMATION RESOURCES, 2005) e se apresentar como uma forma de reunir pessoas de interesses comuns.

### **1.2.2 Contaminação geral**

As bibliotecas, pela sua natureza de acumular matéria orgânica através de grande parte de seus materiais informacionais, tornam-se ambientes favoráveis ao

desenvolvimento de micro-organismos e pragas. Entre os agentes biológicos contaminantes que atuam em ambientes fechados estão os fungos filamentosos e leveduras, esporos de fungos e alérgenos, bactérias e esporos de bactérias, ácaros entre outros (WANNER et al., 1993).

De acordo com Gallo (1993), entre as bactérias que causam danos ao papel estão as dos gêneros *Cytophaga*, *Sporocytophaga*, *Cellfalcicula*, *Cellvibrio*, *Serratia*, *Nocardia*. Os fungos, mais frequentemente encontrados em livros, são da classe *Deuteromycetes* predominantemente dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Trichoderma*, *Stachyboois*, *Stemphylium*, *Alternaria*, *Myrothecium* e, em menor grau, *Phycomycetes* (*Rhizopus* e *Mucor*) e *Ascomycetes* (*Chaetomiun*). Esses micro-organismos não são atraídos apenas pelo papel, mas também pelas colas, adesivos, filmes plásticos, fitas magnéticas, materiais sintéticos entre outros.

Para Wanner et al. (1993), a maioria dos fungos de ambientes fechados são saprófitas pertencentes à classe dos *Deuteromycetes*, ou fungos imperfeitos que podem crescer em temperaturas entre 10 e 35°C. Os mesmos autores relatam informações de que, em condições de temperatura e umidade adequadas, podem utilizar como alimento materiais orgânicos como celulose, tinta ou produtos armazenados, necessitando de um mínimo de quantidade de água para se desenvolver.

Gallo, Pasquariello e Valentin (2013) descrevem que as partes mais afetadas por fungos nos livros são as primeiras e últimas páginas, as bordas externas e as ligações e, nessa perspectiva, Gallo (1993) revela que a razão da maior biodegradabilidade das partes externas está na maior higroscopicidade<sup>2</sup> das mesmas.

Tolozza-Moreno, Lazarazo-Forero e Blanco-Valbuena (2012) avaliaram a composição e concentração microbiana do ambiente da Biblioteca Central Jorge Palacios Preciado da Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, e a maior diversidade microbiana encontrada no ambiente foi representada por fungos filamentosos com 34 gêneros da classe *Ficomicetes*, a levedura encontrada foi representada pelos gêneros *Rhodotorula* em maior quantidade e escassos isolados de *Candida*. Na concentração bacteriana representada por 15 gêneros, o *Bacillus* foi o mais abundante, seguido por *Neisseria*, *Acinetobacter* e *Pseudomonas*.

---

<sup>2</sup> Capacidade de absorver umidade do ar.

Na investigação microbiológica da Biblioteca Pública Alfonso Patiño Rosselli, na cidade de Tunja, Boyacá na Colômbia, Toloza-Moreno e Lazaroza-Forero (2013) pesquisaram o ambiente e livros da biblioteca. Os gêneros de fungos que mais predominaram no ambiente foram *Cladosporium*, *Acremonium* e *Penicillium*. As bactérias Gram-positivas prevaleceram em relação às bactérias Gram-negativas, sendo os gêneros mais encontrados *Staphylococcus*, *Micrococcus* e *Kurthia*. Os gêneros de bactérias Gram-negativas isoladas foram *Acinetobacter*, *Pseudomonas* e *Neisseria*, em pequena quantidade. Nos livros, o gênero *Aspergillus* foi o mais encontrado, seguido de *Penicillium* spp. e *Trichoderma* spp. Foram encontrados, ainda, os fungos *Cladosporium*, *Alternaria*, *Chaetomium*, de significativas atividades celulolíticas.

### 1.2.2.1 Combinação de técnicas de análises microbiológicas

Michaelsen et al. (2009), no trabalho sobre biodeterioração e restauração de um livro do século XVI, 'Le Stanze del Bandello', concluíram que alguns fungos filamentosos podem dissolver fibras celulósicas, descolorir e causar danos ao papel e que processos microbianos de deterioração podem ser desencadeados por condições ambientais adversas como luz, temperatura e umidade. O conhecimento dos materiais usados na confecção de um volume e a identificação das avarias e dos agentes responsáveis pelos danos são fundamentais para a restauração.

Para estudar as lesões microbiológicas do livro de Bandello, Michaelsen et al. (2009) utilizaram as técnicas de amostragens, culturas e avaliações convencionais e análises moleculares; obtiveram como resultado a seguinte identificação filogenética: *Cladosporium cladosporioides*, *Cladosporium* spp., *Penicillium pinophilum*, *Aspergillus versicolor*, *Aspergillus nidulans*, *Botryotinia fuckeliana*, *Epicoccum nigrum*, *Debaryomyces hansenii* e *Rhizopus oryzae*.

Quanto aos critérios de isolamento utilizados, os autores consideraram as técnicas moleculares vantajosas em relação aos métodos clássicos pela possibilidade da realização de testes exaustivos em pequenas amostras, porém, presumiram que a combinação de ambas as metodologias deva ser adotada para diagnosticar a contaminação de patrimônios culturais (MICHAELSEN et al., 2009).

### 1.2.2.2 Parâmetros ambientais na avaliação da contaminação microbiana

Arabidian e Saad (2014), ao avaliarem a contaminação microbiana de acervos da Biblioteca Central da Universidade Federal de Santa Maria, RS, observaram que quanto mais baixa a temperatura de um ambiente maior é a umidade relativa do ar.

Constataram que a proliferação de micro-organismos está associada a condições inadequadas e integradas de iluminação, ventilação e umidade. Nos resultados das análises encontraram as bactérias: *Bacillus* sp., *Serratia plymuthica*, *Acinetobacter* sp., *Bordetella trematum*, *Pseudomonas* sp., *Enterobacter agglomerans*, *Moraxella* sp., *Micrococcus*, *Staphylococcus coagulase negativa*, *Staphylococcus epidermidis*, *Aeromonas* sp., *Enterococcus* sp., *Cedecea lapagei*, *Nocardia* sp., *Pseudomonas aeruginosa* e fungos *Penicillium* sp., *Fusarium* sp. e *Cladosporium* sp.

Conforme tabela de agentes biológicos da NR 32<sup>3</sup> do Ministério do Trabalho, item 32.2, muitos dos micro-organismos encontrados se enquadram no grupo 2, caracterizando risco moderado de doenças para o ser humano, e uma bactéria no grupo 3, especificamente, *Bacillus* spp., com risco elevado de doenças e infecções no ser humano (BRASIL, 2011).

### 1.2.2.3 Associação de fungos com poeira e excremento de pássaros

Como primeiro relatório brasileiro sobre a associação entre o fungo *Cryptococcus* spp e poeira encontrados em bibliotecas, o estudo de Leite Junior et al. (2012), realizado dentro de três bibliotecas da cidade de Cuiabá, MT, relata que esse gênero é composto de 34 espécies de levedura aproximadamente que se reproduzem assexuadamente por brotamento. As duas espécies mais evidenciadas no estudo foram *Cryptococcus neoformans*, encontrada em países europeus e América do Norte, e *Cryptococcus gattii*, encontrada em regiões tropicais e subtropicais, ambas causadoras da doença Criptococose,<sup>4</sup> conforme Pereira e Barros (2012), estando a ocorrência de leveduras de *Cryptococcus* ssp associada com vegetais em decomposição, frutas e excremento de pássaros. A principal fonte de *C. neoformans*

---

<sup>3</sup> Norma regulamentadora que estabelece as diretrizes básicas para a implementação de medidas de proteção à segurança e à saúde dos trabalhadores em serviços de saúde.

<sup>4</sup> Causadora da meningoencefalite.

são fezes de pombos, a qual permanece viável nesse excremento seco por muito tempo; já *C. gattii* tem sido isolada principalmente em eucalipto e outras árvores brasileiras.

Dos quarenta e um isolados de *Cryptococcus* spp, foco da pesquisa de Leite Junior et al. (2012), *C. gattii* foi a espécie mais encontrada, seguida por *C. terreus*, *C. luteolus*, *C. neoformans* e *C. uniguttulatus*, *C. albidus* e *C. humiculus*. Takahara et al. (2011) encontraram *C. neoformans* em excrementos de pássaros em locais públicos, comerciais e domésticos na cidade de Cuiabá.

Fatores como temperatura, umidade e luz podem influenciar a presença de espécies de *Cryptococcus*, assim como *C. neoformans* que é mais frequente em épocas mais úmidas em fezes secas (GRANADOS; CASTAÑEDA, 2006), porém, não crescem em altas temperaturas, além de ser sensíveis à luz solar direta, o que pode explicar a prevalência de *C. gattii* no estudo de Leite Junior et al. (2012).

No estudo de Molina e Borrego (2014), é relatada a importância de se conhecerem os micro-organismos, principalmente fungos que habitam arquivos e bibliotecas devido à biodeterioração dos acervos e equipamentos. Os autores avaliaram a microbiota da Mapoteca do Arquivo Nacional da República de Cuba, em que a colheita de amostra do ar foi realizada com a exposição de placas de Petri no ambiente, além da análise da própria poeira recolhida por aspirador elétrico sobre os mobiliários em que os mapas estavam arquivados. A concentração microbiana média do ar da mapoteca foi inferior a 750 UFC m<sup>-3</sup> considerada como local pouco contaminado conforme escala de Omeliansky<sup>5</sup>. Foram encontrados: *Acremonium* sp., *Alternaria* sp., *Aspergillus alliaceus*, *Aspergillus auricomus*, *Aspergillus candidus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus japonicas*, *Aspergillus oryzae*, *Aspergillus ostianus*, *Cladosporium cladosporioides*, *Curvularia pallescens*, *Curvularia australiensis*, *Curvularia eragrostidis*, *Epicoccum* sp., *Penicillium canescens*, *Penicillium chrysogenum*, *Penicillium citrinum*, *Penicillium* sp., *Pestalotia* sp., *Trichoderma* sp. Já a concentração de propágulos fúngicos na poeira foi de 6.10<sup>5</sup> UFC g<sup>-1</sup> identificando esse substrato como um reservatório da microbiota em ambientes interiores; foram encontrados: *Aspergillus flavus*, *Aspergillus chevalieri*, *Aspergillus niger*,

---

<sup>5</sup> Escala que estabeleceu como não contaminado o ambiente com concentração microbiana de até 500 UFCm<sup>-3</sup> (BORREGO; AMISTAD, 2014; BORREGO et al., 2011).

*Chaetomium globosum*, *Cladosporium caryigenum*, *Cladosporium cladosporioides*, *Humicola* sp., *Penicillium janczewskii*, *Penicillium* sp.

#### 1.2.2.4 Risco de contaminação por mofo em estantes deslizantes móveis

Algumas pesquisas, como a de Montanari et al. (2012), abordam a colonização de fungos em livros de arquivos e bibliotecas italianas disponibilizados em estantes metálicas, fechadas, móveis e deslizantes. Micheluz et al. (2015) afirmam que essas estantes compactas, além de reduzirem o espaço para o arquivamento de livros, os protegem da degradação pela luz e poeira, porém, podem propiciar o crescimento de espécies fúngicas que danificam os livros na falta de um sistema de controle climático.

No caso das pesquisas italianas, o agente principal foi o *Eurotium halophilicum*, fungo xerofílico<sup>6</sup> muito tolerante a estresse hídrico e ventilação reduzida. Observações de vários estudos indicam que *Eurotium halophilicum* pode ocorrer em estantes deslizantes, no entanto a detecção pode ser dificultada por procedimentos inadequados de amostragem e crescimento lento dos fungos.

Micheluz et al. (2015) analisaram uma biblioteca universitária de Veneza para constatar a contaminação por *E. halophilicum* em livros armazenados em estantes móveis deslizantes onde se desenvolveu um crescimento branco semelhante à colonização típica por este fungo. Nos livros, as espécies mais encontradas foram *Aspergillus creber* e *Penicillium brevicompactum*. Foi levantada a hipótese de que o micélio de *E. halophilicum* serve como substrato para o desenvolvimento de esporos de outros fungos, o que explica a não detecção do mesmo, sendo sua presença identificada por métodos moleculares e de imagem SEM<sup>7</sup>.

A análise morfológica e molecular do ar isolou 11 gêneros fúngicos, sendo mais frequente o *Aspergillus*, seguido de *Penicillium* e *Cladosporium*. As espécies de maior quantidade encontradas foram *Aspergillus creber*, *A. protuberus*, *Penicillium chrysogenum* e *P. brevicompactum*. No entanto não se detectaram colônias de *E. holophilicum*, o que reforça a ideia de poder ocorrer a inobservância

---

<sup>6</sup> Organismo que vive em ambiente seco.

<sup>7</sup> Scanning Electron Microscope (microscópio eletrônico de varredura = imagens de alta resolução).

deste fungo em análise da qualidade do ar em arquivos ou bibliotecas por motivo de crescimento lento *in vitro* (MICHELUZ et al., 2015).

Na análise referente à biodegradação dos livros, Micheluz et al. (2015) ainda ressaltam que *Aspergillus* e *Penicillium* spp. em alta concentração em ambiente fechado como bibliotecas podem causar problemas de saúde para trabalhadores e usuários, sendo recomendado, como prevenção, os diagnósticos rápidos, limpeza e ventilação adequada.

Montanari et al. (2012), embora reconheçam as características positivas das estantes móveis referentes a espaço, salientam que estas podem oferecer riscos de contaminação por mofo aos materiais nelas acondicionados, especialmente quando produzidos a partir de materiais higroscópicos.<sup>8</sup>

Os mesmos autores pesquisaram documentos contaminados por mofo, armazenados em estantes deslizantes de uma biblioteca histórica em Roma. A infestação foi semelhante à de outras pesquisas realizadas em bibliotecas da Itália em que se isolaram manchas brancas de tamanho variável (MONTANARI et al., 2012).

Como resultado das pesquisas, Montanari et al. (2012) obtiveram colônias de *Cladosporium* e *Penicillium* spp., colônias brancas de crescimento lento que se desenvolveram em cleistothecia,<sup>9</sup> *Aspergillus* spp. e colônias com semelhança à *Eurotium halophilicum*.

Em estudos anteriores realizados em bibliotecas e arquivos que utilizavam estantes deslizantes, foram encontrados resultados semelhantes, o que demonstra que *E. halophilicum* pode ocorrer nesse ambiente, podendo-se concluir que a alta tolerância a estresse hídrico e a tendência a desenvolver-se em materiais de bibliotecas arquivados em estantes fechadas com baixa ventilação, como estantes deslizantes, torna esse fungo uma ameaça (MONTANARI et al., 2012).

### **1.2.2.5 Manipulação de livros e ventilação como fontes de esporos de fungos**

Apetrei et al. (2009) observam que o desconhecimento sobre a atuação dos micro-organismos no desenvolvimento de doenças de ocupantes de ambientes interiores

---

<sup>8</sup> Que absorve a umidade do ar.

<sup>9</sup> Estrutura fechada de esporos de alguns fungos (especialmente Aspergillaceae e Erysiphaceae).

úmidos é devido à falta de avaliação. Todo o processo de propagação dos fungos no ar é pouco conhecido, bem como a significação da exposição a eles por contato dérmico e ingestão, situação sustentada pela carência de métodos para avaliar a exposição humana a agentes fúngicos. Destacam o uso contínuo do computador nos locais de trabalho como condutor do ar contaminado a contagiar as pessoas por problemas respiratórios através do *cooler* levando as partículas do chão para o ar.

Os mesmos autores analisaram amostras de fungos em todos os espaços interiores de uma biblioteca universitária da Romênia e identificaram como gêneros e espécies: *Absidia corymbifera*, *Alternaria alternata*, *Alternaria* spp., *Aspergillus candidus*, *Aspergillus flavus*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus Níger*, *Aspergillus versicolor*, *Candida* spp., *Chaetomium murorum*, *Chaetomium* spp., *Cladosporium cladosporoides*, *Cladosporium herbarum*, *Cladosporium* spp., *Cladosporium. Cladosporoides*, *Curvularia* spp., *Fusarium* spp., *Mucor* spp., *Penicillium citrinum*, *Penicillium commune*, *Penicillium* spp., *Pseudallescheria boydii*, *Rhizomucor* spp., *Rhizopus microspores*, *Rhizopus* spp., *Rhizopus stolonifer*. *Rhodotorula* spp., *Stachybotrys chartarum*, *Trichoderma viride*, *Yeasts* (APETREI et al., 2009).

Para Hsu, Lu e Huang (2015), as fontes fúngicas são transportadas para os ambientes interiores pelos sistemas de ventilação e pelas pessoas e podem contaminar as coleções de livros no caso das bibliotecas, diferentemente das bactérias pouco frequentes em papel podendo, porém, propagarem-se em situações de umidade. Além da deterioração do acervo e materiais das bibliotecas, a concentração acentuada de fungos e bactérias pode representar um grave risco para a saúde humana.

#### **1.2.2.6 Métodos de controle de micro-organismos em bibliotecas**

Taylor e Butler (1982) e Chen e Vaughn (1990) afirmam a eficiência da ação de dióxido de cloro (ClO<sub>2</sub>) na destruição de micro-organismos e, nesta perspectiva, Hsu, Lu e Huang (2015) realizaram um estudo para investigar a eficácia de dióxido de cloro gasoso na melhoria da qualidade do ar do ambiente de prateleiras compactas de uma biblioteca universitária em Taiwan, visando à proteção de seus ocupantes e coleções contra os riscos microbianos, considerando a alta concentração de contaminantes biológicos naquele país.

Destacando-se a necessidade de encontrar um desinfetante eficaz, de ação antimicrobiana prolongada, sem riscos para os ambientes com seus acervos e pessoal, Gutarowska et al. (2012) ressaltam o interesse de pesquisadores do assunto nos últimos anos pelas nanopartículas de prata (AGNPS) devido às suas acentuadas propriedades antimicrobianas que atuam nas células dos micro-organismos exterminando-os.

Gutarowska et al. (2012) evidenciam as pesquisas sobre a toxicidade das AGNPS para mamíferos e outros animais, bem como efeitos no equilíbrio ecológico, e indicam o uso do produto somente em casos necessários. Esclarecem, porém, que o contato dos trabalhadores na desinfecção pode ser reduzido com medidas individuais de proteção, considerando apenas o envolvimento da pele na atividade.

Ribeiro e Lubisco (2016) avaliaram a efetividade de uso do sistema de neblina quimicamente ativada na redução de fungos no ar da Bibliotheca Gonçalo Moniz da Universidade Federal da Bahia. O sistema de neblina utilizado foi desenvolvido no Centro de Pesquisas Ambientais da Universidade de Frankfurt, Alemanha, e adaptado no laboratório de Química Analítica Ambiental da Universidade Federal da Bahia. O teste da aplicação de neblina ativada foi considerado eficiente, ocasionando uma redução de 95,7% dos fungos do interior da biblioteca.

Com a pesquisa desenvolvida em instituições polonesas (museus, arquivos e bibliotecas) sobre eliminação de micro-organismos por nanopartículas de prata, Gutarowska et al. (2012) encontraram diferenças na sensibilidade de nanopartículas de prata entre tipos, espécies e mesmo estirpes de micro-organismos. Os autores justificam o uso do produto pelo efeito duradouro nos objetos atuando nos micro-organismos, podendo a desinfecção em papéis, tecidos, pinturas entre outros ser realizada através de nebulização.

No estudo referente ao uso de  $\text{ClO}_2$  na destruição de micro-organismos, Hsu, Lu e Huang (2015) empregaram formas diferentes de desinfecção usando um dispositivo ultrassom de aerossol: uma vez por dia, duas vezes por dia e três vezes por dia em iluminação natural e em artificial, tendo em vista a eficiência de desinfecção com  $\text{ClO}_2$  estar relacionada com as condições de iluminação em que é aplicada. Antes do tratamento, as amostras de ar foram colhidas e analisadas com a finalidade de se verificar redução na concentração de bactérias e fungos.

Nos resultados obtidos por Hsu, Lu e Huang (2015) com o uso de  $\text{ClO}_2$  na destruição de micro-organismos, em modos diferentes de desinfecção, as três formas reduziram a concentração bioaerossol residual, e a aplicação em condições de iluminação natural resultou eficiência de desinfecção maior para todos os três modos de tratamento devido a um menor efeito de fotodegradação de  $\text{ClO}_2$ . O modo de tratamento de duas vezes por dia foi considerado o mais apropriado para se obter a melhoria da qualidade do ar interior nas bibliotecas universitárias de Taiwan por questões de facilidade e economia.

#### **1.2.2.7 Síndrome do edifício doente (SED) em bibliotecas brasileiras**

Bortoleto, Machado e Coutinho (2002) registraram um acidente fúngico ocasionado na Biblioteca de Manguinhos vinculada ao Centro de Informação Científica e Tecnológica (CICT) da Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ) localizada na cidade do Rio de Janeiro no ano de 1995, após mudança de prédio, que expôs o acervo em condição de risco, atingindo, ainda, instalações físicas e equipamentos.

Os fatores apontados no registro de Bortoleto, Machado e Coutinho (2002) foram a alta umidade do ar na cidade, altas temperaturas e oscilações da temperatura interna do prédio ( $16^\circ$  a  $24^\circ$  C) e sistema de ar condicionado deficiente. Foram realizadas análises de materiais colhidos encontrados na biblioteca através da aspiração de obras em diferentes locais e de amostras ambientais nas áreas de acervo, hall de entrada e salas internas; foram identificados nas obras os fungos: *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Candida* sp., *Trichoderma* sp. No ambiente foram identificados: *Aspergillus* sp., *Aspergillus niger*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp., *Trichoderma* sp., *Alternaria* sp., *Fusarium* sp.

A síndrome do edifício doente acontece “[...] quando ocorre um acréscimo de 10% no número de casos de doença numa população que convive num determinado ambiente interior.” (BORTOLETO; MACHADO; COUTINHO, 2002, p. 16). Dessa forma, segundo as mesmas autoras, a Biblioteca de Manguinhos foi atingida, tendo em vista o alto índice de queixas respiratórias (50%) e dermatológicas (66%) possivelmente em decorrência de alergias provocadas pelos fungos.

Strausz, Machado e Brickus (2007) analisaram um caso de contaminação fúngica ocorrido em uma biblioteca pública no município do Rio de Janeiro no ano de

1996, considerado acidente por se tratar de um acontecimento grave de contaminação ambiental com riscos à saúde dos frequentadores da biblioteca e caracterizado como síndrome do edifício doente. O acidente foi provocado por problemas de climatização da biblioteca referentes à baixa temperatura do ar (14° C), desligamento do sistema de refrigeração por ocasião do feriado de final de ano e alto grau de umidade (90% a 100%), ocasionando a proliferação dos fungos no ambiente.

Os valores climatológicos recomendados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1980) para ambientes de arte, os quais incluem depósitos de livros, manuscritos, obras raras, museus e galerias de arte, são de 21 a 23° C de temperatura e 40 a 55% de umidade relativa do ar, correspondendo com os valores estabelecidos pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para ambientes de arte, em que se pode incluir acervo bibliográfico (ANVISA, 2000).

Na análise das amostras do ar ambiente da biblioteca cujo acidente foi relatado por Strausz, Machado e Brickus (2007), os fungos mais encontrados foram: *Aspergillus* spp. (96,4-164,3 ufc m<sup>3-1</sup>), *Aspergillus niger* (67,9-153,6 ufc m<sup>3-1</sup>) e *Penicillium* spp. (78,6-246,4 ufc m<sup>3-1</sup>), sendo que os valores totais estiveram na faixa de 600,0- 960,7 ufc m<sup>3-1</sup>.

Pereira et al. (2010), em avaliação da microbiota e investigação dos sintomas da síndrome do edifício doente da Biblioteca Central da Universidade do Vale do Paraíba, aplicaram um questionário aos funcionários do local além das colheitas das amostras.

Foi constatado que, dos 22 entrevistados, 19 revelaram a síndrome do edifício doente por apresentarem mais de 12 dos 22 sintomas da doença: sonolência, fadiga, dor de cabeça, irritação ocular, falta de concentração, resfriado, dor de garganta, irritação nasal, dificuldade para focalizar, dor nas costas, dor no pescoço, extremidades frias, tensão, pele seca, depressão, tontura, dor muscular, fraqueza, náusea, dificuldade respiratória, chiado. Os fungos isolados são de importância médica, entre eles, *Phaeoacremonium parasiticum* e *Acremonium* sp., causadores de doenças dermatológicas, e *Penicillium* sp., de doenças respiratórias que indicaram a síndrome do edifício doente na Biblioteca Central da universidade (PEREIRA et al., 2010).

### 1.2.3 Bactérias

De acordo com descrição de Vieira e Fernandes (2012), as bactérias são representadas por organismos unicelulares, desprovidos de núcleo celular definido (procariotos) e organelas membranosas. Apresentam-se de tamanho e formas variáveis, podendo ser encontradas isoladamente ou em colônias. O período de geração das bactérias varia de alguns minutos até algumas horas, dependendo da espécie e das condições ambientais. As bactérias podem crescer em diferentes condições físicas e utilizar diferentes alimentos.

Na perspectiva nutricional, as bactérias são divididas em fototróficas, que utilizam a luz como fonte de energia, e quimiotróficas, que dependem de reações químicas para obtenção de energia (VIEIRA; FERNANDES, 2012).

A temperatura ideal de crescimento das bactérias é aquela em que crescem mais aceleradamente, porém, varia de acordo com os grupos fisiológicos, sendo que, para as bactérias psicrófilas, a temperatura ótima de crescimento se configura entre 15 - 25°, as mesófilas entre 15 - 25°C e as termófilas entre 45 - 80°C (VIEIRA; FERNANDES, 2012).

Em relação à tolerância ao pH, as bactérias podem ser acidófilas (tolerantes à acidez), neutrofílicas e alcalófilas. Podem ser aeróbias estritas quando necessitam de oxigênio (O<sub>2</sub>) para crescer, anaeróbias estritas quando crescem na ausência de O<sub>2</sub>, microaerofílicas quando precisam de O<sub>2</sub> em pressão inferior à atmosférica e anaeróbias facultativas ou aerotolerantes quando crescem na presença ou ausência de O<sub>2</sub>. A necessidade de água entre os micro-organismos é variável, porém, os endósporos bacterianos podem sobreviver sem água (VIEIRA; FERNANDES, 2012).

#### 1.2.3.1 Doenças causadas por bactérias

As bactérias *Staphylococcus* e *Streptococcus* são causadoras de doenças associadas à pele, possuem enzimas invasivas e capazes de produzir toxinas. O *S. aureus* é o mais patogênico dos estafilococos, podendo causar a foliculite, infecção que ocorre como espinhas ou pelos encravados podendo evoluir para o furúnculo, tipo de abscesso que se apresenta como uma região localizada de pus circundado por tecido inflamado. Quando o organismo não consegue isolar o furúnculo, pode

resultar o carbúnculo, constituído de uma massa endurecida e profundamente inflamada de tecido sob a pele (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

Os estafilococos são os mais importantes agentes causadores do impetigo, doença de pele altamente infecciosa, causada por *Staphylococcus aureus* e, com menos frequência, pelo *Streptococcus pyogenes*. A doença pode apresentar-se de duas formas: o *impetigo não bolhoso*, a mais comum, e o *impetigo bolhoso*, causado por uma toxina estafilocócica. Ele representa uma forma localizada da síndrome da pele escaldada estafilocócica, que é também característica dos estágios mais tardios da síndrome do choque tóxico (SCT), potencialmente fatal, em que febre, vômitos e erupções semelhantes a queimaduras solares são seguidos de choque e, eventualmente, falência de órgãos, em especial os rins (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

Os *Streptococcus* causam diversas doenças incluindo meningite, pneumonia, dor de garganta, otite média, endocardite, febre puerperal e mesmo cáries dentárias. Os *Streptococcus pyogenes* estão entre os patógenos humanos mais comuns e são responsáveis por uma variedade de doenças humanas, algumas fatais; quando infectam as camadas da derme, podem causar a doença denominada erisipela, que apresenta erupções na pele formadas por placas avermelhadas e de bordas elevadas podendo evoluir para faciite necrosante (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

Das doenças do sistema cardiovascular linfático, a sepse é uma resposta inflamatória causada pela propagação das bactérias gram-positivas e gram-negativas, podendo a sepse gram-negativa levar ao choque séptico. Tanto os estafilococos quanto os estreptococos produzem exotoxinas potentes que causam a síndrome do choque tóxico. A endocardite caracterizada pela inflamação do endocárdio geralmente é causada por estreptococos  $\alpha$ -hemolíticos, comuns na cavidade oral, embora enterococos ou estafilococos, muitas vezes, estejam envolvidos (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

Conforme apresentado em Tortora, Funke e Case (2012), as pneumonias bacterianas referentes a infecções pulmonares são causadas, na maioria, por *Streptococcus pneumoniae*, nesse caso referida como pneumonia típica.

A intoxicação alimentar estafilocócica, principal causa da gastroenterite, é causada pela ingestão de uma enterotoxina produzida por *S. aureus*. A salmonelose,

que é a gastroenterite causada pela bactéria *Salmonella*, tem como habitat normal o trato intestinal dos seres humanos e de muitos animais. A febre tifoide é causada pela *Salmonella typhi*, disseminada somente nas fezes de outros seres humanos. A gastroenterite é causada por *Bacillus cereus*, uma bactéria grande, gram-positiva, formadora de endosporos, geralmente considerada inofensiva (TORTORA; FUNKE; CASE, 2012).

#### 1.2.4 Fungos

Os fungos são organismos eucariotos<sup>10</sup> aclorofilados<sup>11</sup>, químio-heterotróficos.<sup>12</sup> São aeróbicos<sup>13</sup> na maioria e alguns anaeróbicos<sup>14</sup> estritos e facultativos (VIEIRA; FERNANDES, 2012; TORTORA; FUNKE; CASE, 2017).

De acordo com Ferreira, Sousa e Lima (2010), mais de 90.000 espécies de fungos com variadas características já foram reveladas com possibilidade de existirem mais de 1,5 milhões de espécies. Podem ser unicelulares como as leveduras, ou multicelulares como os filamentosos e reproduzem-se sexuada ou assexuadamente. Ainda compreendem o mofo, os bolores e as trufas.

Alguns fungos são causadores de doenças em seres humanos, animais e plantas; outros, porém, trazem benefícios para a área da saúde, na produção de antibióticos, especialmente a penicilina elaborada pelo fungo *Penicillium notatum*, na indústria alimentar por meio da fermentação e, ainda, pela importância na agricultura auxiliando as plantas na aquisição de minerais através das associações simbióticas com as raízes (MADIGAN et al., 2010; VIEIRA; FERNANDES, 2012).

Para Madigan et al. (2010), muitos fungos resistem a ambientes ácidos (pH) e temperatura elevada (até 62°C), o que os torna contaminantes de produtos alimentícios, meios de cultura e superfícies.

De acordo com Ferreira, Sousa e Lima (2010), os fungos podem reproduzir-se simultaneamente, sexuada e assexuadamente, ou de uma maneira ou outra isoladamente.

---

<sup>10</sup> Organismos de células com núcleo distinto contendo o material genético celular (DNA) circundado pela membrana nuclear.

<sup>11</sup> Desprovidos de clorofila, por isso não realizam fotossíntese.

<sup>12</sup> Alimentação dependente de outros, requerem fonte de carbono orgânica.

<sup>13</sup> Ocorrem na presença de oxigênio.

<sup>14</sup> Ocorrem sem consumo de oxigênio.

#### 1.2.4.1 Doenças causadas por fungos

De acordo com Madigan et al. (2010), algumas doenças fúngicas são sérias e acometem indivíduos com sistema imune comprometido, principalmente AIDS ou por medicamentos imunossupressores. Cerca de 50 espécies de fungos provocam doenças em humanos que variam de menor importância a micoses sistêmicas graves e de risco de vida. Alguns fungos causam infecções e doenças oportunistas, em que os indivíduos com imunidade comprometida são os mais suscetíveis. As doenças fúngicas são causadas por meio dos mecanismos, reações alérgicas, produção de micotoxinas e micoses.

As reações alérgicas são originadas pela exposição a antígenos fúngicos que podem provocar o desenvolvimento de sintomas alérgicos. *Aspergillus* spp. produz alérgenos potentes que podem ocasionar asma e outras reações de hipersensibilidade. As aflatoxinas são exemplos de micotoxinas produzidas por *Aspergillus flavus* que se desenvolvem em grãos alimentícios e são altamente tóxicas e carcinogênicas. As micoses são infecções fúngicas que podem causar doenças sérias ou não. São subdivididas em três categorias: superficiais, subcutâneas e sistêmicas (MADIGAN et al, 2010).

Nas micoses superficiais, os fungos colonizam a pele, cabelo ou unha, infectando apenas as camadas superficiais. Normalmente, são doenças benignas como, por exemplo, a infecção dos pés por *Trichophyton* (pé de atleta). As micoses subcutâneas envolvem camadas mais profundas da pele como, por exemplo, a esporotricose causada por *Sporotrix schenckii*, saprófita, encontrado na madeira e no solo. As micoses sistêmicas correspondem a infecções fúngicas mais graves, envolvem o crescimento fúngico em órgãos internos do corpo e são subdivididas em infecções primárias, que atingem indivíduos saudáveis, e secundárias, que comprometem indivíduos propensos. São exemplos a histoplasmose, causada por *Histoplasma capsulatum* e coccidioidomicose, causada por *Coccidioides immitis*. (MADIGAN et al., 2010).

### **1.3 Objetivo geral e objetivos específicos**

#### **1.3.1 Objetivo geral**

O presente trabalho teve como objetivo geral caracterizar a microbiota de um ambiente específico em uma biblioteca universitária representada pelos micro-organismos isolados no ar e nos livros daquele local.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- a) isolar, quantificar e identificar os micro-organismos presentes nas amostras nos livros e no ar do ambiente estudado;
- b) conhecer os riscos a que estão expostos os materiais, documentos e frequentadores da biblioteca;
- c) oferecer subsídios para medida de prevenção de doenças dos trabalhadores da biblioteca.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 Tipo de pesquisa**

Trata-se de uma pesquisa de natureza aplicada, no sentido de gerar conhecimentos para a aplicação prática no objeto de estudo, que é uma das nove unidades de um sistema de bibliotecas universitárias, convertendo-os em medidas de precaução para minimizar o desenvolvimento de agentes maléficos à conservação do acervo, bem como à saúde das pessoas que a frequentam, tanto profissionais, quanto usuários, podendo ser estendidos às demais bibliotecas do sistema.

Em consonância com Silveira e Córdova (2009), trata-se de um estudo de abordagem qualitativa e quantitativa para buscar informações, fornecer explicações e, ao mesmo tempo, quantificar os micro-organismos pesquisados, centrando-se na objetividade.

Os procedimentos foram experimentais por se determinar um ambiente específico de uma biblioteca selecionando-se as variáveis que podem influenciar os resultados, como infiltração de água, conforme evidenciado a seguir.

### **2.2 Caracterização do local investigado**

A biblioteca, objeto deste estudo, compreende um espaço físico referente de 5.735 m<sup>2</sup>, onde se concentram a diretoria do Sistema de Bibliotecas, que a engloba, as divisões de serviços de tratamento técnico do material informacional de todas as bibliotecas do sistema e o acervo referente aos cursos oferecidos no *campus* em que está localizada. Dados do último relatório (ano de 2016) revelam que a referida biblioteca teve a frequência de 633.766 usuários e realizou 396.756 empréstimos de seus 225.756 volumes. Ainda compõem as obras da biblioteca 3.092 títulos de periódicos e 8.809 volumes de coleções especiais.

No que diz respeito à qualidade ambiental, a biblioteca, de maneira geral, não conta com refrigeração artificial plena, apenas ventiladores e alguns poucos equipamentos de ar condicionado nas salas de trabalhos internos, sendo o prédio construído de maneira a facilitar a entrada de ventilação natural nos ambientes de acervo e estudo através de janelas protegidas pela própria estrutura arquitetônica.

Possui um setor específico de conservação e restauração do acervo geral e faz um tratamento de climatização com esterilizador e desumidificador em ambientes de coleções especiais.

Devido à falta de espaço, as obras do acervo geral estão acondicionadas muito próximas umas das outras, o que dificulta a aeração entre si, facilitando o desenvolvimento de fungos. Ainda há que se considerar esse favorecimento em decorrência de infiltração do teto da biblioteca que, em épocas de chuva, coloca em risco a integridade física das obras molhando-as muitas vezes, o que é contornado paliativamente com lonas plásticas. Quanto à situação da infiltração do teto, trata-se de uma questão crônica, tendo em vista que, do ano de 2001 até a atualidade, foram realizadas três reformas para a reparação do problema, observada a dificuldade de se proverem verbas para este tipo de reparos na instituição.

O local estabelecido para a pesquisa constou de um ambiente que apresenta vulnerabilidade em épocas de chuva devido a um pequeno descolamento da proteção de uma claraboia (Figura 1) acima de uma fileira de estantes do acervo geral, composta de 12 módulos posicionada no segundo andar do prédio. O ambiente foi escolhido por terem sido encontrados, no local, vários livros apresentando umidade e muitos outros com resquícios do mesmo problema.



**Figura 1** – Descolamento da claraboia.

**Fonte:** A autora (2017).

### 2.3 Colheita, transporte e análise microbiológica das amostras

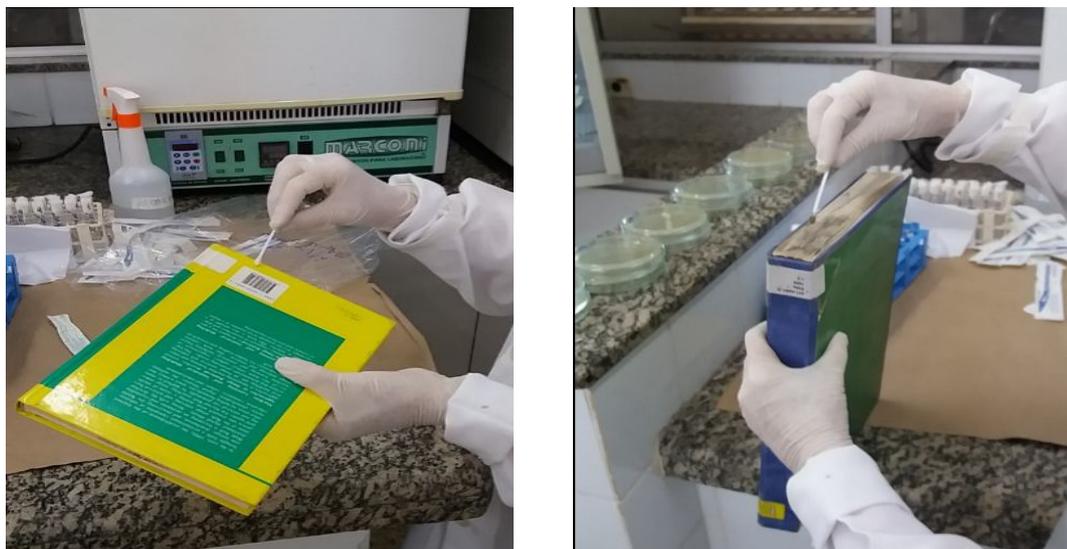
Na colheita do material necessário à pesquisa, foram utilizados os seguintes equipamentos de proteção individual (EPIs): luvas, avental impermeável, máscara e óculos de segurança.

Para a colheita das amostras dos livros, foram retiradas 24 obras da fileira de estantes estipulada, posteriormente acondicionadas em sacos plásticos individuais, estéreis, identificados e transportados ao Laboratório de Microbiologia da Universidade Brasil (Figura 2).



**Figura 2** – Livros embalados, individualmente, para transporte ao laboratório.  
**Fonte:** A autora (2017).

As amostras foram colhidas utilizando-se a metodologia proposta por Lourenço e Sampaio (2005) e Skóra et al. (2015). Para isto, um *swab* estéril umedecido em solução salina (NaCl 0,5 %) foi friccionado individualmente em ziguezague em uma superfície de 4cm<sup>2</sup> na parte inferior da lombada de cada volume, partindo para o corte do pé da obra (Figura 3). Cada amostra foi acondicionada em frasco estéril de capacidade compatível com a quantidade colhida.



**Figura 3** – Colheita de amostra em livros.  
**Fonte:** Capturada pela autora em 2017.

Os experimentos para as análises microbiológicas nos livros foram realizados em triplicata, e todas as amostras colhidas foram particuladas e homogeneizadas com auxílio de equipamentos esterilizados anteriormente à realização dos experimentos. Realizaram-se diluições seriadas em solução de NaCl e inoculações em placas de Petri contendo o meio Ágar Triptecaseína Soja (TSA, OXOID®) para o cultivo das bactérias, e para os fungos foi empregado o meio Ágar Sabouraud-dextrose (OXOID®). Os cultivos bacterianos foram incubados à temperatura de 37 °C, por 24 - 48h, e as culturas fúngicas de 4 a 7 dias, quando as colônias foram contabilizadas e os micro-organismos identificados.

As amostras do ar referente ao ambiente estudado foram colhidas de acordo com a metodologia descrita por Kalwasińska, Burkowska e Wilk (2012) e Hayleeyesus e Manaye (2014). Utilizaram-se 20 placas de Petri contendo o meio seletivo Agar Triptecaseína Soja (TSA, OXOID®), e 20 com o meio seletivo Ágar Sabouraud-dextrose (SAB, OXOID®), abertas, disponibilizadas nas estantes da fileira estipulada por 12 horas (Figura 4).



**Figura 4** – Colheita de amostra no ar do ambiente.  
**Fonte:** A autora (2017).

Em seguida, as placas foram acondicionadas em caixa isotérmica e transportadas ao laboratório sendo incubadas à temperatura de 37 °C por 24 - 48h, as placas contendo meio TSA e as de meio SAB por 4 a 7 dias

Após esse período foi realizada a contagem e a avaliação das características das colônias como, por exemplo, forma, tamanho e cor. A metodologia de coloração de Gram foi empregada para caracterizar bactérias Gram-positivas e Gram-negativas. Para a caracterização das espécies bacterianas Gram-negativas, foi utilizado o sistema Api 20E e, para a caracterização das espécies bacterianas Gram-positivas, foram realizados os testes de catalase, coagulase, DNase, oxidase e hemólise.

Para a identificação dos fungos foram empregadas as características morfológicas macro e microscópicas, assim como métodos bioquímicos convencionais.

#### **2.4 Análise estatística dos dados**

Os dados obtidos foram tratados por meio da análise descritiva da contagem microbiana dos agentes contidos nas amostras. Além de poder destacar os micro-organismos isolados com a pesquisa, houve o interesse em observar as possíveis diferenças estatísticas entre a contagem microbiana observada no ar comparada à dos livros, verificando se essa comparação foi significativa ou não. Para atender a

esse objetivo, foi aplicado o teste de Mann-Whitney devido à elevada dispersão dos dados.

O teste de Mann-Whitney é indicado para comparação de dois grupos amostrais a fim de verificar possíveis diferenças entre eles quando a dispersão dos dados analisados é elevada, como no caso da contagem microbiana observada no estudo (ZAR, 2009).

Todos os testes estatísticos foram aplicados com nível de significância de 5% ( $p < 0,05$ ). O *software* utilizado para a realização da análise foi o Minitab 17 (Minitab Inc.) e Microsoft Excel (Microsoft®).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentados os resultados referentes à ocorrência microbiana no local estudado, sendo verificadas 84 no ar e 114 nos livros, constatando-se um total de 198 ocorrências. A percentagem de ocorrência de cada micro-organismo representada no ar e nos livros foi relativa ao seu respectivo total, cabendo ressaltar que alguns micro-organismos foram encontrados somente no ar, como *Aspergillus flavus* e *Colletotrichum gloeosporioides*, e outros somente nos livros, como *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* e *Micrococcus* spp. (Figura 7).

**Tabela 1** – Ocorrência dos micro-organismos encontrados no ar e nos livros no estudo

Micro-organismos	Ar		Livros		Totais
	Quantidade	Percentual (%)	Quantidade	Percentual (%)	
<i>Aspergillus niger</i>	19	45,2	23	54,8	42
<i>Aspergillus flavus</i>	4	100	0	0,0	4
<i>Aspergillus fumigatus</i>	18	51,4	17	48,6	35
<i>Fusarium</i> spp.	7	58,3	5	41,7	12
<i>Rhizopus</i> spp.	18	52,9	16	47,1	34
<i>Penicillium</i> spp.	11	78,6	3	21,4	14
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	5	100	0	0,0	5
<i>Microsporum gypseum</i>	2	25,0	6	75,0	8
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0,00	6	100	6
<i>Pseudomonas</i> spp.	0	0,00	6	100	6
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0,00	1	100	1
<i>Candida albicans</i>	0	0,00	10	100	10
<i>Micrococcus</i> spp.	0	0,00	21	100	21
<b>Totais</b>	<b>84</b>		<b>114</b>		<b>198</b>

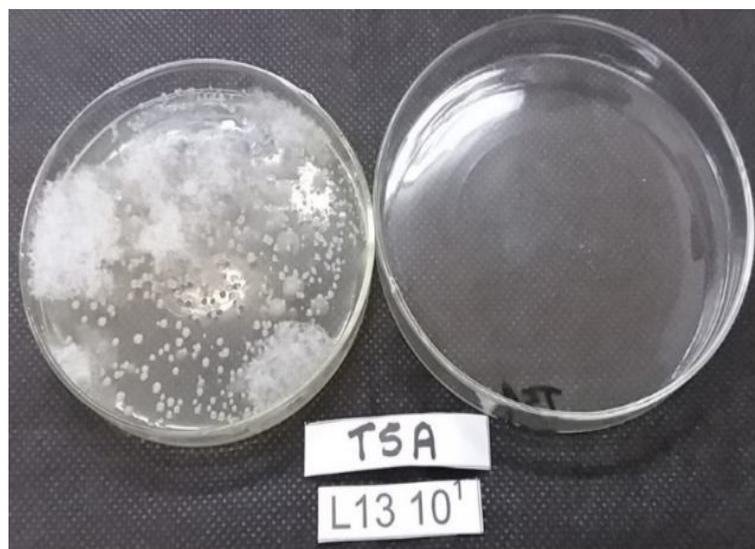
Fonte: A autora (2017).

De forma geral, os livros apresentaram quantidades superiores de diferentes tipos de micro-organismos, ou seja, a variedade de micro-organismos encontrada nos livros foi superior em relação à variedade encontrada no ar. Em contrapartida, apesar de os livros apresentarem maior variedade de micro-organismos identificados, eles apresentaram menores valores de contagem microbiana, sendo essa contagem significativamente inferior à contagem observada no ar.

As figuras 5 e 6 mostram os micro-organismos desenvolvidos nas Placas de Petri inoculadas com amostras do ar e de livro.



**Figura 5** – Placa de Petri inoculada com amostra do ar.  
**Fonte:** A autora (2017).



**Figura 6** – Placa de Petri inoculada com amostra de livro.  
**Fonte:** A autora (2017).

Nos livros, os resultados evidenciaram presença de bactérias dos gêneros *Pseudomonas*, *Staphylococcus* e *Micrococcus*. Em estudo realizado por Skóra et al. (2015), foram isoladas 16 estirpes bacterianas dos gêneros *Micrococcus*, *Staphylococcus* e *Bacillus*, enquanto a composição qualitativa dos fungos variou em ambientes testados: isolaram-se 24 espécies em arquivos e em bibliotecas. Os fungos mais comuns foram dos gêneros *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* e

*Rhizopus*. Resultados semelhantes foram obtidos na presente pesquisa que se caracterizou pelo isolamento dos mesmos gêneros fungicos exceto *Cladosporium* (Tabela 1, Figura 7).

De acordo com Gallo (1993), existem mais de 200 espécies de micro-organismos entre bactérias e fungos que podem atacar os materiais em bibliotecas. A autora destaca a classe *Deuteromycetes*, agentes degradantes mais frequentes para papel, representada por *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp. e algumas *Dematiaceae*, estando os dois primeiros gêneros de fungos de acordo com os resultados do trabalho.

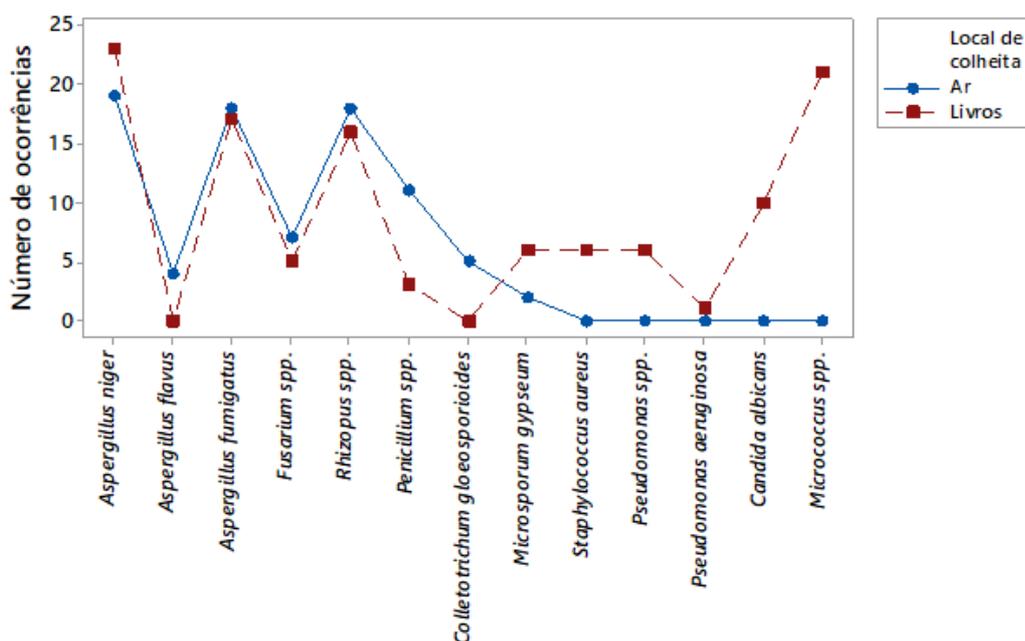
A presença desses micro-organismos em bibliotecas está relacionada com a celulose contida no papel dos livros, bem como as proteínas nas ligações de livros que fornecem um meio de crescimento ideal para várias espécies microbianas. Além disso, a alta densidade de livros e prateleiras nas bibliotecas pode impedir o fluxo de ar e permitir que micro-organismos no ar sofram sedimentação e permaneçam na forma de poeira. O controle desses micro-organismos pode ser particularmente desafiador, pois eles podem espalhar-se pelo ar e colonizar outras superfícies (KARBOWSKA-BERENT et al., 2011).

Ribeiro (2013), ao realizar um levantamento bibliográfico internacional retrospectivo dos tipos de gêneros de fungos detectados em livros de bibliotecas no período de 1977 a 2012, indicou que os mofos ou bolores se apresentaram predominantes numa ocorrência de 96,2%, enquanto os leveduriformes tiveram uma detecção média de 3,8%. Entre os fungos filamentosos mais evidenciados concomitantes com essa pesquisa estiveram: *Aspergillus*, *Fusarium*, *Penicillium* e a levedura *Candida* spp. Comparando-se as porcentagens de tipos de fungos isolados nos livros investigados, os mofos ou bolores representaram 87,5% e as leveduras 12,5%.

Micheluz et al. (2015) e Montanari et al. (2012) abordam a colonização de fungos em livros de bibliotecas disponibilizados em estantes metálicas, fechadas, móveis e deslizantes. Em suas pesquisas, verificaram entre outros micro-organismos a ocorrência de *Aspergillus* e *Penicillium* spp. O fato pode servir de precaução para a biblioteca objeto deste estudo, por também armazenar parte de seu acervo em estantes do mesmo tipo daquelas mencionadas pelos autores.

O estudo de Leite Junior et al. (2012) referente a isolados do gênero *Cryptococcus* em bibliotecas da cidade de Cuiabá, no estado de Mato Grosso, descrito na seção 3, constitui novo alerta para a biblioteca analisada neste trabalho, por estar localizada em local frequentado por pombos, cujas fezes estão associadas a *C. neofarmans*, embora o citado micro-organismo não tenha sido identificado nesta pesquisa.

Em estudos realizados por Osman et al. (2017) em bibliotecas localizadas no National Research Center, Dokki, Giza, no Egito, as bibliotecas investigadas diferiam em idade, *design*, tamanho, tipo de ventilação e em relação aos parâmetros microclimáticos e à carga de partículas. Os autores verificaram que os cocos e bacilos Gram-positivos foram os isolados bacterianos predominantes no ar, enquanto os bacilos representavam 100% dos isolados totais no pó das superfícies. *Aspergillus* e *Penicillium* foram os gêneros comuns de fungos nas bibliotecas novas e antigas. Muitos dos fungos isolados realizam atividades enzimáticas (lipase, protease e celulase), tais como *Aspergillus flavus*, *Curvularia pallescens*, *Fusarium oxysporium*, *Penicillium notatum* e *Trichoderma*. Estes resultados corroboram os obtidos na presente pesquisa, que evidenciou maior frequência de fungos filamentosos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*, seguidos por *Fusarium* e *Rhizopus* (Figura 7).



**Figura 7** – Número de ocorrência dos diferentes micro-organismos encontrados no ar e nos livros avaliados no estudo.

**Fonte:** A autora (2017).

Na Figura 7, pode-se observar o número de ocorrências de cada um dos micro-organismos avaliados de acordo com os locais estudados.

Os resultados da Tabela 2 indicam que a contagem microbiana do ar foi significativamente superior à contagem microbiana encontrada nos livros, visto que a mediana da contagem do ar ( $8,8.10^3$ ) foi significativamente superior à mediana da contagem microbiana dos livros ( $4,4.10^2$ ); o valor p no teste estatístico resultou ( $p < 0,001$ ) inferior ao nível de significância (0,05), evidenciando a probabilidade de se rejeitar a hipótese nula (FERREIRA; PATINO, 2015).

**Tabela 2** – Estatísticas descritivas da contagem microbiana do ar e livros avaliados no estudo.

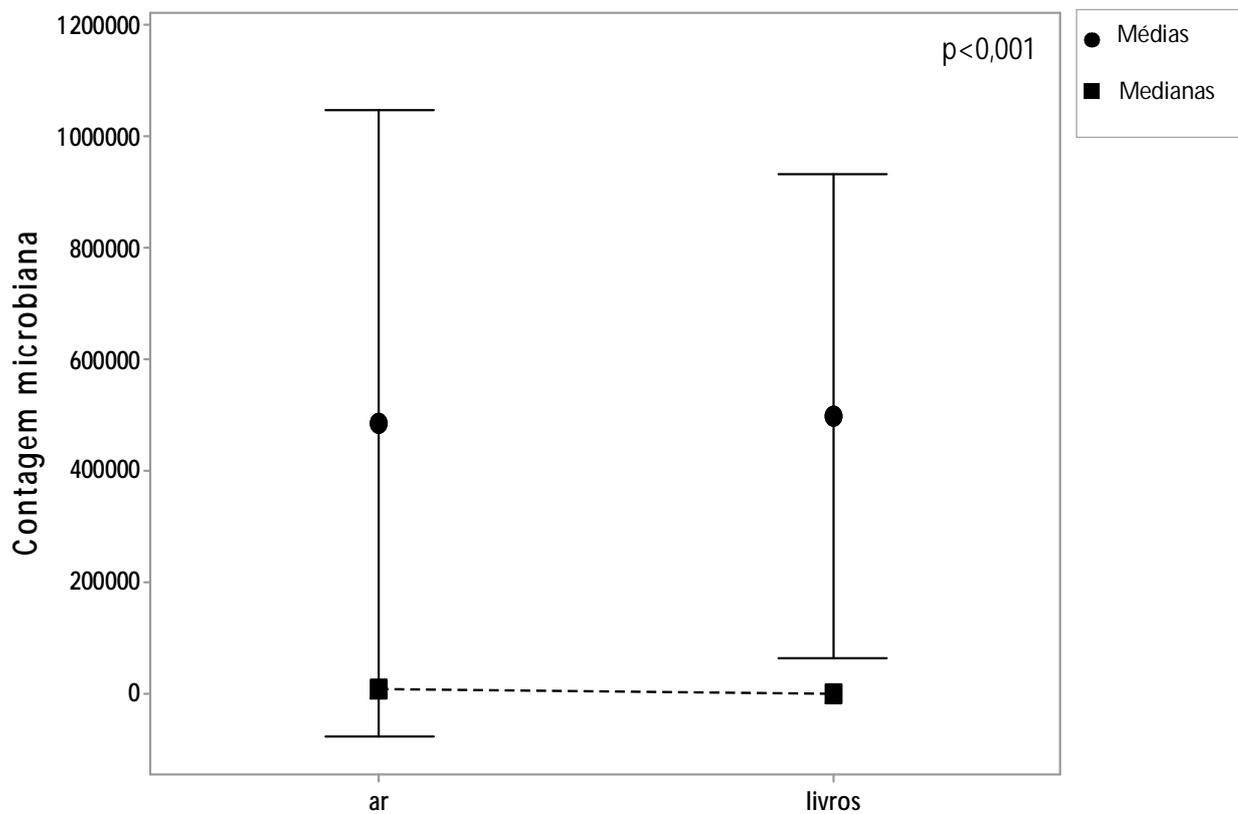
Local de colheita	N*	Média±desvio padrão	Mediana <sup>2</sup>	(Mín;Máx)
Ar	20	$4,8.10^5 \pm 1,2.10^6$	$8,8.10^3$	( $5,0.10^2$ ; $4,7.10^6$ )
Livros	72	$4,9.10^5 \pm 1,8.10^6$	$4,4.10^2$	( $1,4.10^1$ ; $8,9.10^6$ )
Valor p <sup>1</sup>			<b>&lt;0,001</b>	

<sup>1</sup> Valor p referente ao teste de Mann-Whitney a  $p < 0,05$ .

\* N: número de repetições referentes às análises realizadas.

**Fonte:** A autora (2017).

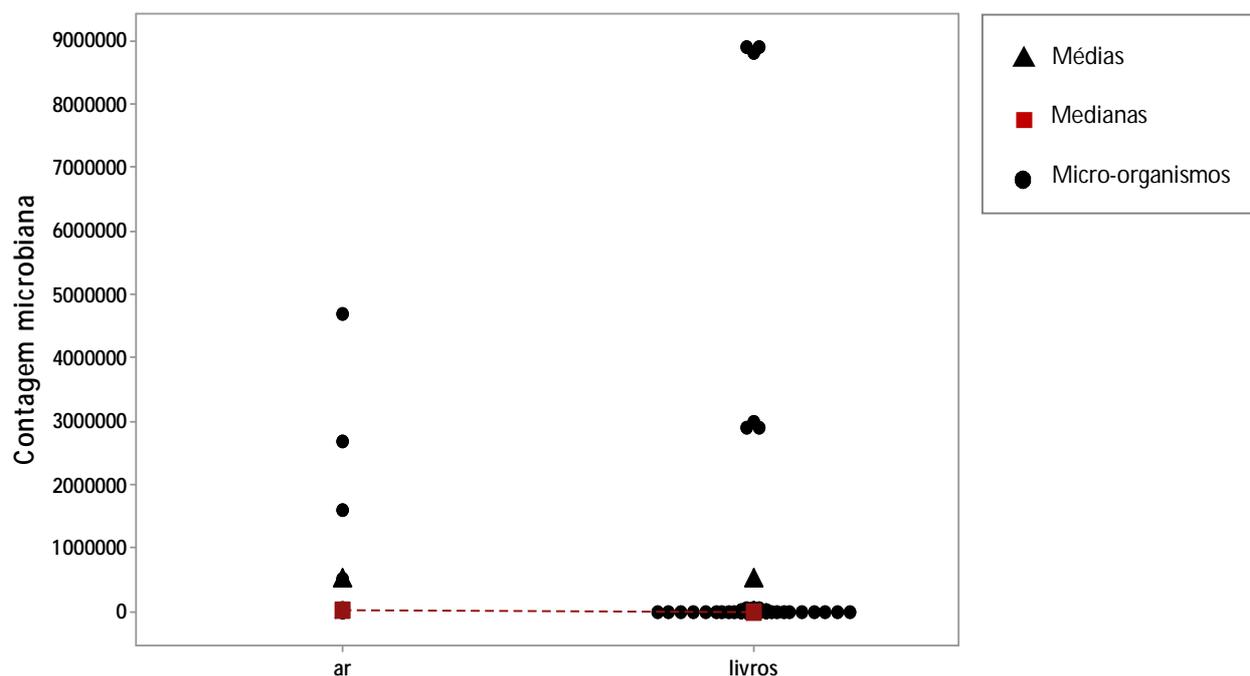
A Figura 8 evidencia os intervalos de confiança da distribuição da contagem microbiana para o ar e livros avaliados no estudo com suas respectivas medianas, confirmando a diferença significativa entre a contagem microbiana observada no ar quando comparada aos livros.



**Figura 8** – Intervalos de confiança (95%) para a contagem microbiana as estantes e dos livros avaliados no estudo.

**Fonte:** A autora (2017).

Pela Figura 9, pode-se visualizar os valores individuais da contagem microbiana em cada um dos locais avaliados, através da representação de unidades formadoras de colônias (UFC) em uma escala de zero a 9.000.000 em que o valor máximo de micro-organismos foi de 8.900.000 em um dos livros avaliados. Mesmo assim, é possível notar que, nos livros, a contagem microbiana encontrada foi significativamente inferior à encontrada no ar pela elevada concentração de valores na faixa próxima ao zero.



**Figura 9** – Valores individuais da contagem microbiana do ar e dos livros avaliados no estudo.  
**Fonte:** A autora (2017).

A presença de variedades e de número elevados de micro-organismos em ambientes fechados pode ser atribuído ao seu caráter funcional específico. Conforme Kalwasińska, Burkowska e Wilk (2012), as bibliotecas constituem microambientes únicos onde a possibilidade de contaminação do ar com espécies microbianas que se desenvolvem nos itens de suas dependências é alta. Quando ocorrem condições microclimáticas favoráveis, os micro-organismos podem infectar as coleções e iniciar o processo de biodeterioração, sendo possível relacionar esta afirmativa com o fato ocorrido na biblioteca objeto desta pesquisa, considerando a situação particular do local investigado.

Scott (2001) esclarece que a circulação natural do ar interage com o ar próximo da superfície dos materiais, reduzindo a umidade daquele ambiente, o que pode dificultar o desenvolvimento de esporos de mofo, corroborando Nascimento (2011) que, em seu trabalho sobre avaliação do ar em ambientes internos, revelou que baixas trocas de ar entre ambiente interno e externo aumentam a concentração de poluentes químicos e biológicos. No que diz respeito à aeração da biblioteca objeto desta pesquisa, embora o prédio receba a ventilação natural, esta pode não

contemplar integralmente o acervo devido à grande concentração de estantes, o que certamente favoreceu o desenvolvimento de micro-organismos.

O dano ao papel deve-se principalmente a fungos de espécies pertencentes aos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Alternaria* e *Mucor*, estando os três primeiros fungos coincidentes com aqueles encontrados neste estudo. Em menor grau, bactérias heterotróficas representam-se nocivas ao papel podendo aumentar significativamente sua quantidade quando as coleções de biblioteca ou arquivo estão úmidas, inundadas, ou quando o processo de secagem deste tipo de material é muito lento (KALWASIŃSKA; BURKOWSKA; WILK, 2012). As bactérias isoladas no trabalho ora realizado (*Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Micrococcus* spp.) estavam presentes em 12 dos 24 livros avaliados, sendo o gênero *Micrococcus* spp. o responsável pelo maior número de ocorrências.

A exposição dos trabalhadores aos micro-organismos pode ter consequências adicionais, como infecções e micotoxicoses. As micotoxinas produzidas por fungos *Aspergillus flavus*, *A. parasiticus*, *A. versicolor*, *Penicillium chrysogenum*, *P. expansum*, *Stachybotrys chartarum*, frequentemente isolados de museus, bibliotecas e instalações de arquivo, são conhecidas por efeitos nocivos (STRYJAKOWSKA-SEKULSKA et al., 2007; EDUARD, 2009). Outrossim, as micotoxinas e os compostos microbianos orgânicos voláteis podem constituir fatores etiológicos na síndrome do edifício doente (SCHWAB; STRAUS, 2004; KORPI; JÄRNBERG; PASANEN, 2009), uma situação complexa em que os ocupantes experimentam uma variedade de sintomas e se sentem geralmente indispostos, recuperando-se apenas quando deixam de frequentar o local (ROSS et al., 2000; RENN et al., 2001). Assim, deve-se despender atenção para controlar os fatores ambientais que facilitem o crescimento e a multiplicação de micro-organismos no ambiente interno das bibliotecas a fim de proteger a saúde dos usuários e dos trabalhadores (HAYLEYESUS; MANAYE, 2014).

É evidente que os fungos, devido à alta prevalência em bibliotecas, são, atualmente, mais preocupantes para a saúde do público em geral em relação aos patógenos bacterianos. No entanto, pode ser particularmente importante considerar a prevenção de organismos bacterianos para indivíduos imunocomprometidos. Dessa forma, procedimentos de higiene adequados, tais como a lavagem das mãos

antes e após o manuseio dos materiais da biblioteca e o uso de água, em vez de saliva para molhar os dedos no ato de folhear páginas dos livros, podem ajudar a mitigar o risco de infecção por esses indivíduos (HEMPEL et al., 2014).

Várias medidas preventivas que podem inibir o crescimento de tais micro-organismos devem ser implementadas como parte dos procedimentos operacionais padrão para bibliotecas. Estas incluem o controle de temperatura e umidade, com condições de armazenamento recomendadas de 18-22°C e 55% ou menos de umidade (DALAL; BHOWAL; KALBENDE, 2011). A ventilação adequada e a circulação do ar também são essenciais para se evitar que os esporos fúngicos se estabeleçam em livros (REIS-MENEZES; GAMBALE; GIUDICE, 2011). Os empregadores também devem tomar iniciativas para abordar condições higiênicas insatisfatórias por meio do aumento da frequência de medidas mecânicas de remoção de poeira, como a aspiração (PINZARI et al., 2004). Para a manutenção e reparação de livros, recomenda-se que colas vegetais e animais sejam evitadas, uma vez que estas podem fornecer propriedades de reprodução ideais para vários micro-organismos (SHAMSIAN et al., 2006).

O Quadro 1 mostra que a grande maioria dos micro-organismos isolados neste estudo pode causar sérias complicações para a saúde das pessoas expostas por período prolongado a esses agentes. Entre 13 micro-organismos isolados, 11 são causadores de doenças em seres humanos e 1 em plantas. Neste sentido, cabe mencionar um Projeto de Lei, elaborado em 2015 e tramitando atualmente (2017)<sup>15</sup> na Câmara dos Deputados, com o objetivo de acrescentar um inciso à Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), atribuindo medida especial de proteção ao trabalho realizado em arquivos, bibliotecas, museus e centros de documentação e memória (BRASIL, 2015a, [2017]). Esse projeto vem respaldado na Norma Regulamentadora NR - 15 - Atividades e operações insalubres, aprovada pela Portaria n. 3.214/1978 do Ministério do Trabalho (BRASIL, 1978).

---

<sup>15</sup> Apresentação do parecer do relator n. 1 da Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania (CCJC), Dep. Expedito Netto (PSD-RO), em 21/11/2017.

**Quadro 1** – Identificação de patologias causadas pelos micro-organismos isolados no local investigado.

	Micro-organismos	Doenças
BACTÉRIAS	<i>Pseudomonas</i> spp.	conjuntivite, dermatite, otite, queimaduras e feridas; pode infectar o trato urinário e causar infecções sanguíneas (septicemia), abscessos e meningite
	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	dermatite, conjuntivite, otite externa/; pode colonizar pulmões de pacientes com fibrose cística constituindo a principal causa morte
	<i>Staphylococcus aureus</i>	Síndrome do choque tóxico, foliculite, endocardite bacteriana aguda, otite, Intoxicação alimentar estafilocócica, impetigo, síndrome da pele escaldada, infecções por MRSA (Methicillin-resistant <i>S. aureus</i> )
FUNGOS	<i>Aspergillus flavus</i>	produz a aflatoxina, micotoxina de propriedades carcinogênicas, podendo causar a cirrose e câncer hepático
	<i>Aspergillus fumigatus</i>	aspergilose
	<i>Aspergillus niger</i>	rinite e asma
	<i>Candida albicans</i>	candidíase mucocutânea vulvovaginal ou oral 'sapinho', infecções na pele
	<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	doenças em plantas
	<i>Fusarium</i> spp.	infecções oculares, produz a toxina tricotecenos, que causa cefaleias, calafrios, náuseas graves, vômito e distúrbios visuais.
	Microsporium	dermatomicose, tinha, pé de atleta
	<i>Penicillium</i> spp.	pode causar doenças fatais em pacientes com Aids
	<i>Rhizopus</i> spp.	infecções pulmonares, infecções oportunistas

**Fonte:** Dados de Urben (2004 apud ARRUDA, 2016, p. 7), Silva et al. (2006) e Tortora, Funke e Case (2017).

## 4 CONCLUSÕES

O estudo mostrou a diferença entre a contagem microbiana do ar quando comparada com a contagem nos livros, tendo-se encontrado mais micro-organismos no ar do que nos livros, embora estes tenham apresentado maior variedade de micro-organismos identificados.

Observou-se que alguns micro-organismos foram encontrados somente no ar, como *Aspergillus flavus* e *Colletotrichum gloeosporioides*, sendo isolados *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* spp., *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans* e *Micrococcus* spp. somente nos livros.

As bactérias foram isoladas somente nos livros, destacando-se *Staphylococcus aureus*, *Pseudomonas* spp. O ar caracterizou-se pela presença de fungos filamentosos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium*, *Fusarium*, *Rhizopus* e *Microsporum*

A pesquisa evidenciou a presença de micro-organismos potencialmente degradantes de materiais de bibliotecas e patogênicos aos usuários e trabalhadores.

## 5 RECOMENDAÇÕES

Como se pode depreender dos resultados deste estudo, ainda que as bibliotecas sejam locais propícios para desenvolvimento de micro-organismos, a situação particular do ambiente escolhido para retirada de amostras, que apresentava vulnerabilidade, certamente comprometeu a microbiota do ambiente, o que pode servir de alerta para as autoridades competentes elencarem entre as prioridades da instituição o monitoramento e a manutenção constante das estruturas de suas unidades.

Na fundamentação teórica, foram mencionados testes com métodos de controle de micro-organismos em bibliotecas, como Ribeiro e Lubisco (2016), que relataram e consideraram eficiente a aplicação de neblina quimicamente ativada na redução de fungos em biblioteca. Gutarowska et al. (2012) pesquisaram a eliminação de micro-organismos com nanopartículas de prata. Hsu, Lu e Huang (2015) investigaram a eficácia de dióxido de cloro gasoso ( $\text{ClO}_2$ ) na melhoria da qualidade do ar de uma biblioteca universitária.

Embora todos os métodos tenham obtido resultados satisfatórios, para a utilização de qualquer prática é necessário considerar diversos aspectos tanto do método quanto do local, materiais e documentos armazenados a fim de se evitarem novos infortúnios.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução - RE n.º 176, de 24 de outubro de 2000. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 25 out. 2010. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/scriptsweb/anvisalegis/VisualizaDocumento.asp?ID=136&Versao=1>>. Acesso em: 18 set. 2017.
- APETREI, I. C. Possible cause of allergy for the librarians: books manipulation and ventilation as sources of fungus spores Spreading. **Aerobiologia**, Bologna, v. 25, n. 3, p. 158-166, 2009.
- ARABIDIAN, L. V; SAAD, D. S. Avaliação da contaminação microbiana e de parâmetros ambientais – temperatura, ventilação e umidade - na Biblioteca Central da Universidade Federal de Santa Maria/RS: acervos da Coleção Teses e Coletânea UFSM. **Em Questão**, Porto Alegre, v. 20, n. 2, p. 45-71, jul./dez. 2014. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/EmQuestao/article/view/44210>>. Acesso em: 23 jan. 2017.
- ARRUDA, R. G. Quem preserva tem! Preservação de acervo bibliográfico especializado na área agrícola. **Perspectivas em Ciência da Informação**, Belo Horizonte, v. 21, n. 2, p. 3-13, abr./jun. 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6041**: Instalações centrais de ar-condicionado para conforto: parâmetros básicos de projeto. Rio de Janeiro, 1980.
- BORREGO, S.; AMISTAD, I. P. Caracterización de la microbiota aérea en dos depósitos del Archivo Nacional de la República de Cuba Sofía Borrego Alonso\* e Ivette Perdomo Amistad. **Revista Iberoamericana de Micología**, Barcelona, v. 31, n. 3, p. 182-187, 2014.
- BORREGO, S. et al. Estudio de la concentración microbiana en el aire de depósitos Del Archivo Nacional de Cuba. **Augmdomus**, La Plata, v. 1, p. 118-137, 2009. Disponível em: <<https://revistas.unlp.edu.ar/domus/article/view/97/117>>. Acesso em: 28 out. 2017.
- \_\_\_\_\_. The quality of air at archives and the biodeterioration of photographs. **International Biodeterioration and Biodegradation**, Barking, v. 64, n. 2, p. 139-145, 2010. Disponível em: <[https://ac.els-cdn.com/S0964830510000041/1-s2.0-S0964830510000041-main.pdf?\\_tid=d42a85a4-bf38-11e7-adf3-00000aacb362&acdnat=1509563825\\_d68709afd70d5f731685d3cacbc22335](https://ac.els-cdn.com/S0964830510000041/1-s2.0-S0964830510000041-main.pdf?_tid=d42a85a4-bf38-11e7-adf3-00000aacb362&acdnat=1509563825_d68709afd70d5f731685d3cacbc22335)>. Acesso em: 28 out. 2017.
- \_\_\_\_\_. Relevamiento microbiológico del aire y de materiales almacenados en el Archivo Histórico del Museo de La Plata, Argentina y en el Archivo Nacional de la República de Cuba. **Revista del Museo de La Plata**, La Plata, v. 18, n. 119, p. 1-18, 2011.

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. **Encontros Bibli**: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação, Florianópolis, v. 7, n.14, p. 9-18, 2002.

BRASIL. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. **Projeto de lei nº 1.511 de 2015**. Acrescenta o inciso IX ao art. 200 do Decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, com o fito de atribuir medida especial de proteção ao trabalho realizado em arquivos, bibliotecas, museus e centros de documentação e memória. Brasília, DF, 2015a. Disponível em: <[http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop\\_mostrarintegra;jsessionid=98BDF495B8958E2992273252A5F3A646.proposicoesWebExterno2?codteor=1333443&file name=PL+1511/2015](http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/prop_mostrarintegra;jsessionid=98BDF495B8958E2992273252A5F3A646.proposicoesWebExterno2?codteor=1333443&file name=PL+1511/2015)>. Acesso em: 23 out. 2017.

\_\_\_\_\_. Congresso Nacional. Câmara dos Deputados. **PL 1511/2015**: projeto de lei. Acrescenta o inciso IX ao art. 200 do Decreto-lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, com o fito de atribuir medida especial de proteção ao trabalho realizado em arquivos, bibliotecas, museus e centros de documentação e memória. Brasília, DF, [2017]. Apresentação do parecer do relator n. 1 da Comissão de Constituição e Justiça e de Cidadania, Dep. Expedito Netto (PSD-RO). Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=1266576>>. Acesso em: 22 nov. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. **Instrumento de avaliação de cursos de graduação presencial e a distância**. Brasília, DF, 2015b. Disponível em: <[http://download.inep.gov.br/educacao\\_superior/avaliacao\\_cursos\\_graduacao/instrumentos/2015/instrumento\\_cursos\\_graduacao\\_publicacao\\_agosto\\_2015.pdf](http://download.inep.gov.br/educacao_superior/avaliacao_cursos_graduacao/instrumentos/2015/instrumento_cursos_graduacao_publicacao_agosto_2015.pdf)>. Acesso em: 30 nov. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. **Norma regulamentadora n. 32**: segurança e saúde no trabalho em serviço de saúde. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <[http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A280000138812EAFCE19E1/NR-32%20\(atualizada%202011\).pdf](http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D36A280000138812EAFCE19E1/NR-32%20(atualizada%202011).pdf)>. Acesso em: 20 fev. 2017.

\_\_\_\_\_. Ministério do Trabalho e Emprego. Secretaria de Inspeção do Trabalho. **Portaria n.º 3.214**, 08 de junho de 1978. Brasília, DF, 1978. Disponível em: <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/839945.pdf>>. Acesso em: 23 out. 2017.

BUENO, D. J.; SILVA J. O.; OLIVER, G. Hongos ambientales en una biblioteca: un año de estudio. **Anales de Documentación**, Murcia, n. 6, p. 27-34, 2003. Disponível em: <<http://revistas.um.es/analesdoc/article/view/2061/2051>>. Acesso em: 28 out. 2017.

CASSARES, N. C.; MOI, C. **Como fazer conservação preventiva em arquivos e bibliotecas**. São Paulo: Arquivo do Estado; Imprensa Oficial, 2000. (Projeto Como fazer, v. 5).

CHEN, Y-S.; VAUGHN, J. M. Inactivation of human and simian rotaviruses by chlorine dioxide. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, v. 56, n. 5, p. 1363–1366, May 1990.

COUNCIL ON LIBRARY AND INFORMATION RESOURCES. Library as place: rethinking roles, rethinking space. Washington, 2005. Disponível em: <<https://www.clir.org/pubs/reports/pub129/pub129.pdf>>. Acesso em: 4 jun. 2017.

DALAL, L.; BHOWAL, M.; KALBENDE, S. Incidence of deteriorating fungi in the air inside the college libraries of Wardha city. **Archives of Applied Science Research**, Hyderabad, v. 3, n.5, p. 479-485, 2011. Disponível em: <<http://www.scholarsresearchlibrary.com/articles/incidence-of-deteriorating-fungi-in-the-air-inside-the-college-librariesof-wardha-city.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2017.

DARNTON, R. **A questão dos livros**: passado, presente e futuro. Tradução Daniel Pellizzari. São Paulo: Companhia das Letras, 2010. 232 p.

DRABENSTOTT, K. M.; BURMAN, C. M. Revisão analítica da biblioteca do future. *Ciência da Informação*, Brasília, v. 26, n. 2, maio/ago. 1997. Disponível em: <<http://revista.ibict.br/ciinf/article/view/710/720>>. Acesso em: 21 out. 2017.

EDUARD, W. Fungal spores: a critical review of the toxicological and epidemiological evidence as a basis for occupational exposure limit setting. **Critical Reviews in Toxicology**, Boca Raton, v. 39, n. 10, p. 799–864, 2009. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/profile/Wijnand\\_Eduard/publication/38042489\\_Fungal\\_spores\\_A\\_critical\\_review\\_of\\_the\\_toxicological\\_and\\_epidemiological\\_evidence\\_as\\_a\\_basis\\_for\\_occupational\\_exposure\\_limit\\_setting\\_Fungal\\_spore\\_W\\_Eduard/links/02e7e51a59ba84bbad000000/Fungal-spores-A-critical-review-of-the-toxicological-and-epidemiological-evidence-as-a-basis-for-occupational-exposure-limit-setting-Fungal-spore-W-Eduard.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Wijnand_Eduard/publication/38042489_Fungal_spores_A_critical_review_of_the_toxicological_and_epidemiological_evidence_as_a_basis_for_occupational_exposure_limit_setting_Fungal_spore_W_Eduard/links/02e7e51a59ba84bbad000000/Fungal-spores-A-critical-review-of-the-toxicological-and-epidemiological-evidence-as-a-basis-for-occupational-exposure-limit-setting-Fungal-spore-W-Eduard.pdf)>. Acesso em: 28 out. 2017.

FERREIRA, J. C.; PATINO, C. M. O que realmente significa o valor-p? **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, DF, v. 41, n. 5, p. 485, Sept./Oct. 2015. Disponível em: <[http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v41n5/pt\\_1806-3713-jbpneu-41-05-00485.pdf](http://www.scielo.br/pdf/jbpneu/v41n5/pt_1806-3713-jbpneu-41-05-00485.pdf)>. Acesso em: 16 nov. 2017.

FERREIRA, W. F. C; SOUSA, J. C. F. de; LIMA, N. **Microbiologia**. Lisboa: Lidel, 2010. 640 p.

GALLO, F. Aerobiological research and problems in libraries. **Aerobiologia**, Bologna v. 9, p. 117- 130, 1993.

GALLO, F.; PASQUARIELLO, S.; VALENTIN, P. Libraries and Archives. In: ED. Paolo Mandrioli, Giulia Caneva, Cristina Sabbioni. (Ed.). **Cultural Heritage and Aerobiology**: methods and measurement techniques for biodeterioration monitoring. Bologna: Springer Science & Business Media, 2013. cap. 7. p. 175-189.

GRANADOS, D. P.; CASTAÑEDA, E. Influence of climatic conditions on the isolation of members of the *Cryptococcus neoformans* species complex from trees in Colombia from 1992–2004. **FEMS Yeast Research**, Amsterdam, v. 6, n. 4, p. 636-644, 2006.

GUTAROWSKA, B. et al. Analysis of the sensitivity of microorganisms contaminating museums and archives to silver nanoparticles. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Barking, v. 68, p. 7-17, 2012.

HAYLEYESUS, S. F.; MANAYE, A. M. Microbiological quality of indoor air in university libraries. **Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine**, Haikou, v. 4, (Suppl. 1), S312-S317, 2014. Disponível em: <[https://ac.els-cdn.com/S2221169115302884/1-s2.0-S2221169115302884-main.pdf?\\_tid=484d3286-bd0b-11e7-bcc6-00000aab0f6c&acdnat=1509324361\\_fe2b9748ddd98170382cc6e04e5ffad3](https://ac.els-cdn.com/S2221169115302884/1-s2.0-S2221169115302884-main.pdf?_tid=484d3286-bd0b-11e7-bcc6-00000aab0f6c&acdnat=1509324361_fe2b9748ddd98170382cc6e04e5ffad3)>. Acesso em: 28 out. 2017.

HEMPEL, M. et al. Bacterial and fungal contamination in the library setting: a growing concern? **Environmental Health Review**, Ontário, v. 57, n. 1, p. 9-15, 2014. Disponível em: <<http://pubs.ciphi.ca/doi/full/10.5864/d2014-012>>. Acesso em: 28 out. 2017. DOI: 10.5864/d2014-012.

HSU, C.- S.; LU, M.-C.; HUANG, D. - J. Disinfection of indoor air microorganisms in stack room of university library using gaseous chlorine dioxide. **Environmental Monitoring and Assessment**, Dordrecht, v. 187, n. 2, Feb. 2015. DOI 10.1007/s10661-014-4235-2.

KALWASIŃSKA, A.; BURKOWSKA, A.; WILK, I. Microbial air contamination in indoor environment of a university library. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, Lublin, v. 19, n. 1, p. 25-29, 2012.

KARBOWSKA-BERENT, J. et al. Airborne and dust borne microorganisms in selected Polish libraries and archives. **Building and Environment**, Kidlington, v. 46, n. 10, p. 1872-1879, 2011. DOI: 10.1016/j.buildenv.2011.03.007.

KORPI, A.; JÄRNBERG, J.; PASANEN, A.-L. Microbial volatile organic compounds. **Critical Reviews in Toxicology**, Boca Raton, v. 39, n. 2, p. 139–193, 2009. Disponível em: <<http://web.b-ebshost.com.ez34.periodicos.capes.gov.br/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=6c0b73ea-4eb3-442a-a307-f042b197216d%40sessionmgr102>>. Acesso em: 28 out. 2017.

LABARRÈRE SARDUY, N. et al. Riesgos biológicos em ambientes confinados. **Revista Cubana de Salud y Trabajo**, Habana, v. 4, n. 1-2, p. 4-7, 2003. Disponível em: <[http://bvs.sld.cu/revistas/rst/vol4\\_1-2\\_03/rst02103.pdf](http://bvs.sld.cu/revistas/rst/vol4_1-2_03/rst02103.pdf)>. Acesso em: 14 jul. 2016.

LEITE JUNIOR, D. P. et al. *Cryptococcus* spp isolated from dust microhabitat in Brazilian libraries. **Journal of Occupational Medicine and Toxicology**, London, v. 7, n. 11, p. 2-7, 2012.

LOURENÇO, M. J. L.; SAMPAIO, J. P. A deterioração microbiológica de espécies fotográficas com emulsão de gelatina: isolamento de micro-organismos contaminantes de três coleções, **Conservar Património**, Lisboa, n. 2, p.13-19, 2005. Disponível em: <[http://revista.arp.org.pt/pdf/2\\_2.pdf](http://revista.arp.org.pt/pdf/2_2.pdf)>. Acesso em: 25 out. 2017.

MADIGAN, M. T. et al. **Microbiologia de Brock**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010. 1032 p.

MARTINS, W. **A palavra escrita**: história do livro, da imprensa e da biblioteca. 3. ed. São Paulo: Ática, 2002. 519 p.

MELLO, P. M. Abrantes C; SANTOS, M. J. V. C.; SILVA FILHO, J. T. (Ed.). **Manual de conservação de acervos bibliográficos da UFRJ**. Rio de Janeiro: UFRJ-SIBI, 2004. 33 p. (Série Manuais de procedimentos, 4).

MICHELUZ, Anna et al. The extreme environment of a library: Xerophilic fungi inhabiting indoor niches. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Barking, v. 99, p. 1-7, 2015.

MICHAELSEN, A. et al. Biodeterioration and restoration of a 16th-century book using a combination of conventional and molecular techniques: A case study. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Barking, v. 63, n. 2, p. 161–168, 2009.

MILANESI, L. **O que é biblioteca**. São Paulo: Brasiliense, 1983. 112 p.

MOLINA, A.; BORREGO, S. Análisis de la micobiota existente en el ambiente interior de la mapoteca del Archivo Nacional de la República de Cuba. **Boletín Micológico**, Valparaíso, v. 29, n.1, p. 2-17, 2014.

MONTANARI, M. et al. Fungal biodeterioration of historical library materials stored in Compactus movable shelves. **International Biodeterioration & Biodegradation**, Barking, v. 75, p. 83-88, 2012.

MORIGI, V. J.; SOUTO, L. R. Entre o passado e o presente: as visões de biblioteca no mundo contemporâneo. **Revista ACB: biblioteconomia em Santa Catarina**, Florianópolis, v. 10, n.2, p. 189-206, 2005. Disponível em: <<https://revista.acbsc.org.br/racb/article/view/432/552>>. Acesso em: 17 set. 2017.

NASCIMENTO, G. C. **Avaliação da qualidade do ar em ambientes internos: biblioteca pública**. 2011. 152 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-11052011-135603/pt-br.php>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

OSMAN, M. E. et al. Air microbial contamination and factors affecting its occurrence in certain book libraries in Egypt. **Egyptian Journal of Botany**, Cairo, v. 57, n. 3, p. 418-428, 2017. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/317635151\\_Air\\_microbial\\_contamination\\_and\\_factors\\_affecting\\_its\\_occurrence\\_in\\_certain\\_book\\_libraries\\_in\\_Egypt](https://www.researchgate.net/publication/317635151_Air_microbial_contamination_and_factors_affecting_its_occurrence_in_certain_book_libraries_in_Egypt)>. Acesso em: 28 out. 2017.

ORNELLAS, A. et al. As bibliotecas e suas questões e pressões atuais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIBLIOTECOLOGIA, DOCUMENTO E CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 25., jul. 2013, Florianópolis. **Anais...** São Paulo: FEBAB, 2013. Disponível em: <<https://portal.febab.org.br/anais/article/view/1382/1383>>. Acesso em: 17 set. 2017.

PEREIRA, S. S. et al. Controle da microbiota fúngica em uma biblioteca de uma universidade particular e seu impacto na saúde ocupacional. In: ENCONTRO LATINO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 14.; ENCONTRO LATINO AMERICANO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 10., São José dos Campos, 2010. **Anais...** São José dos Campos: Universidade do Vale do Paraíba. Disponível em: <[http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC\\_2010/anais/arquivos/0383\\_0320\\_01.pdf](http://www.inicepg.univap.br/cd/INIC_2010/anais/arquivos/0383_0320_01.pdf)>. Acesso em: 21 out. 2017.

PEREIRA, T. C. D; BARROS, R. A. M. Cryptococcus neoformans e Cryptococcus gattii: perspectivas sobre a eco-epidemiologia e novos nichos ecológicos. **FACIDER: revista científica, Colider**, v. 1, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://seicesucol.edu.br/revista/index.php/facider/article/view/19/45>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

PINZARI, F. et al. Electronic nose for the early detection of moulds in libraries and archives. **Indoor and Built Environment**, London, v. 13, n. 5, p. 387-395. 2004. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com.ez34.periodicos.capes.gov.br/doi/pdf/10.1177/1420326X04046948>>. Acesso em: 28 out. 2017.

REIS-MENEZES, A. A. **Fungos em bibliotecas: frequência dos gêneros em livros e elaboração de teste para avaliação da biorreceptividade em papéis**. 2009. 90 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Instituto de Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/42/42132/tde-21102009-163833/pt-br.php>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

REIS-MENEZES, A. A.; GAMBALE, W.; GIUDICE, M. C. A survey of fungal contamination on books in public libraries with mechanical and natural ventilation. **Indoor and Built Environment**, London, v. 20, n. 4, p. 393-399, 2011. Disponível em: <<http://journals.sagepub.com.ez34.periodicos.capes.gov.br/doi/pdf/10.1177/1420326X11409449>>. Acesso em: 28 out. 2017.

RENN, P. et al. The relation between fungal propagules in indoor air and home characteristics. **Allergy**, Copenhagen, v. 56, n. 5, p. 419-424, May 2001. Disponível em: <<http://onlinelibrary-wiley-com.ez34.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1034/j.1398-9995.2001.056005419.x/epdf>>. Acesso em: 28 out. 2017.

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. 250-260, jul./dez. 2016. Disponível em: <<http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/pgc/article/view/26950/16530>>. Acesso em: 21 out. 2017.

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, 2013. Disponível em: <<https://rbbd.febab.org.br/rbbd/article/view/208/248>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

RODRIGUES, M. A. **Condições de trabalho e conforto em bibliotecas do ensino superior**. 2009. 156 f. Tese (Mestrado em Engenharia Humana) – Universidade do Minho, Minho, 2009. Disponível em: <[https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10538/1/tese\\_Matilde%2520Rodrigues\\_2009.pdf](https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/10538/1/tese_Matilde%2520Rodrigues_2009.pdf)>. Acesso em: 18 jul. 2016.

ROSS, M. A. et al. Association of asthma symptoms and severity with indoor bioaerosols. **Allergy**, Copenhagen, v. 55, n. 8, p. 705-711, 2000. Disponível em: <<http://onlinelibrary-wiley-com.ez34.periodicos.capes.gov.br/doi/10.1034/j.1398-9995.2000.00551.x/epdf>>. Acesso em: 28 out. 2017.

SABINO, Fernando. **O encontro marcado**. 15. ed. Rio de Janeiro: Record, 1975. 285 p.

SCHWAB, C. J.; STRAUS, D. C. The roles of *Penicillium* and *Aspergillus* in sick building syndrome. **Advances in Applied Microbiology**, San Diego, v. 55, n. 8 p. 215-238, 2004. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.499.2135&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 28 out. 2017.

SHAMSIAN, A. et al. Fungal contaminations in historical manuscripts at Astan QudsMuseum Library, Mashhad, Iran. **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v. 8, n. 3, p. 420\_422, 2006. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/228361110\\_Fungal\\_Contaminations\\_in\\_Historical\\_Manuscripts\\_at\\_Astan\\_Quds\\_Museum\\_Library\\_Mashhad\\_Iran](https://www.researchgate.net/publication/228361110_Fungal_Contaminations_in_Historical_Manuscripts_at_Astan_Quds_Museum_Library_Mashhad_Iran)>. Acesso em: 28 out. 2017.

SCOTT, G. Formação de mofo em ambientes tropicais: discussão. In: MENDES, M. et al. (Org.). **Conservação: conceitos e práticas**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2001. p. 261-278.

SILVA, K. S. et al. Patogenicidade causada pelo fungo *Colletotrichum gloesporioides* (Penz) em diferentes espécies frutíferas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 131-133, 2006. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100-29452006000100036](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452006000100036)>. Acesso em 19 nov. 2017.

SILVEIRA, D. T.; CÓRDOVA, F. P. A pesquisa científica. In: GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Ed. UFRGS, 2009. u. 3, p. 31-42.

SKÓRA, J. et al. Assessment of microbiological contamination in the work environments of museums, archives and libraries. **Aerobiologia**, Bologna, v. 31, n. 3, p. 389–401, Sept. 2015. DOI 10.1007/s10453-015-9372-8. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez34.periodicos.capes.gov.br/content/pdf/10.1007%2Fs10453-015-9372-8.pdf>>. Acesso em: 28 out. 2017.

STRAUSZ, M. C.; MACHADO, J. M. H.; BRICKUS, L. S. R. Análise de um acidente por contaminação fúngica em uma biblioteca pública no município do Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v. 32, n. 115, p. 69-78, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbso/v32n115/07.pdf>>. Acesso em: 18 set. 2017.

STRYJAKOWSKA-SEKULSKA, M. et al. Microbiological quality of indoor air in university rooms. **Polish Journal of Environmental Studies**, Olsztyn, v. 16, n. 4, p. 623-632, 2007. Disponível em: <<http://web.b-ebsohost-com.ez34.periodicos.capes.gov.br/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=30c39814-ac11-40c2-a3ff-f275647280c0%40sessionmgr120>>. Acesso em: 28 out. 2017.

TAKAHARA, D. T. **Isolamento e identificação de *Cryptococcus neoformans* a partir de excretas de pombos provenientes de locais públicos e residenciais de Cuiabá e Várzea Grande – MT**. 2011. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011. Disponível em: <<https://www.yumpu.com/pt/document/view/7108377/isolamento-e-identificacao-de-cryptococcus-neoformans-a-partir>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

TAYLOR, G. R.; BUTLER, M. A comparison of the virucidal properties of chlorine, chlorine dioxide, bromine chloride and iodine. **The Journal of Hygiene**, London, v. 89, n. 2, p. 321-328, Oct. 1982.

TOLOZA-MORENO, D. L.; LAZARAZO-FORERO, L. M. Calidad microbiológica del ambiente de la Biblioteca Alfonso Patiño Rosselli, Tunjaboyacá (Colombia). **Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica**, Bogotá, v. 16, n. 1, p. 43-52, ene./jun. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v16n1/v16n1a06.pdf>>. Acesso em: 14 set. 2017.

TOLOZA-MORENO, D. L.; LAZARAZO-FORERO, L. M.; BLANCO-VALBUENA, J. O. Concentración y composición microbiana en el ambiente de la Biblioteca Central Jorge Palacios Preciado de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Tunja, Colombia. **Actualidades Biológicas**, Medellín, v. 34, n. 97, p. 241-252, 2012. Disponível em: <<http://www.scielo.org.co/pdf/acbi/v34n97/v34n97a10.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2016.

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

\_\_\_\_\_. **Microbiologia**. 17. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

VIEIRA, D. A. P.; FERNANDES, N. C. A. Q. **Microbiologia geral**. Inhumas: IFG; Santa Maria: UFSM, 2012.

WANNER, H.-U. et al. **Biological particles in indoor environments**. Luxembourg: Commission of the European Communities, 1993. Report n. 12.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 5th ed. Essex: Prentice Hall, 2009.