

Caracterização microbiológica em ambiente específico de uma biblioteca universitária em sua composição e qualidade

Patrícia de Oliveira Portela

Mestre; Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG, Brasil;
patriciap@ufu.br

Dora Inés Kozusny-Andreani

Doutora; Universidade Brasil, Fernandópolis, SP, Brasil;
doraines@terra.com.br

Resumo: A conservação e a preservação do material informacional de uma biblioteca são primordiais para prolongar a vida útil dos seus suportes de informação garantindo a integridade da memória histórica, científica e técnica para as gerações futuras. Com o objetivo de caracterizar os microrganismos em um ambiente específico de uma biblioteca universitária que possam causar a deterioração do acervo e possíveis agravos à saúde de seus frequentadores, foi proposto este estudo de abordagem qualitativa e quantitativa, de natureza aplicada e procedimento experimental. Para a pesquisa foram colhidas amostras de 24 livros e amostras do ar do local definido. Todas as amostras foram cultivadas em Placas de Petri contendo meios seletivos e não seletivos para bactérias e fungos, incubadas à temperatura de 37 °C por 24-48h para cultivos bacterianos e de 4 a 15 dias para cultivos fúngicos. Posteriormente, foram realizadas a contagem e a avaliação das características das colônias bem como a identificação por métodos bioquímicos convencionas. Os resultados obtidos evidenciaram a presença de bolores, leveduras e bactérias. Verificaram-se variações numéricas quanto à presença de microrganismos nas superfícies dos livros e no ambiente, sendo a contagem microbiana do ar significativamente superior à encontrada nos livros, embora estes tenham apresentado maior variedade de microrganismos identificados.

Palavras-chave: Acervos bibliográficos – contaminação. Preservação documental. Microrganismos.

1 Introdução

Nos tempos atuais, em que o estudante é estimulado a construir seu próprio conhecimento, principalmente no ensino superior, as bibliotecas apresentam-se 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), podendo estar disponíveis documentos impressos e digitais, computadores, materiais audiovisuais, acesso à internet, digitalização, serviços de orientação na recuperação da informação e normalização bibliográfica, bem como locais para estudo e consulta.

No ambiente das bibliotecas, as pesquisas vão sendo 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 (MILANESI, 1983).

A conservação e a preservação do material informacional de uma biblioteca são primordiais para prolongar a vida útil dos seus suportes de informação garantindo 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 estão sujeitos a agentes que desequilibram sua integridade e que podem ser assim classificados: fatores ambientais, biológicos, químicos, intervenções impróprias, furtos e vandalismos (CASSARES; MOI, 2000; MELLO; SANTOS; SILVA FILHO, 2004). A composição de microrganismos 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 e igrejas – 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. As bibliotecas, devido à sua natureza de acumular matéria orgânica por meio de grande parte de seus materiais informacionais, tornam-se ambientes favoráveis ao desenvolvimento de microrganismos e pragas. Entre os agentes biológicos contaminantes que atuam em ambientes fechados estão fungos filamentosos e leveduras, esporos de fungos e alérgenos, bactérias e esporos de bactérias, ácaros entre outros (WANNER *et al.*, 1993).

Considerando-se esses aspectos, foi proposto este estudo visando a caracterizar a microbiologia de um ambiente específico em uma biblioteca universitária como forma de identificar os riscos aos documentos e materiais e ainda como possibilidade de prevenção de doenças aos trabalhadores e usuários desses locais.

2 Material e métodos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Microbiologia da Universidade Brasil, campus Fernandópolis, SP com material colhido na biblioteca objeto do estudo no mês de julho do ano de 2017.

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.

Quanto aos procedimentos foi experimental por 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

No que diz respeito à qualidade ambiental, a biblioteca objeto deste estudo, 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 da biblioteca estão acondicionadas muito próximas umas das outras, o que dificulta a aeração entre elas, facilitando o desenvolvimento de fungos.

Há que se considerar, ainda, esse favorecimento em decorrência de infiltração de água da chuva no teto da biblioteca que coloca em risco a integridade física das obras, molhando-as muitas vezes, o que é contornado paliativamente com lonas plásticas. Trata-se de uma questão crônica, tendo em vista que, desde o ano de 2001, foram realizadas três reformas para reparação do problema, observada a dificuldade de se prover verba para esse tipo de reparo 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 acima de uma fileira de estantes do acervo geral, composta de 12 módulos e posicionada no segundo andar do prédio. O ambiente foi escolhido por motivo de terem sido encontrados no local

vários livros apresentando umidade e muitos outros com resquícios do mesmo problema.

3 Colheita, transporte e análise microbiológica das amostras

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

As amostras de 24 livros da fileira de estantes estipulada foram colhidas no Laboratório de Microbiologia da Universidade Brasil, utilizando-se a metodologia proposta por Lourenço e Sampaio (2005) e Skóra *et al.* (2015). Para tanto, um *swab* estéril umedecido em solução de salina (NaCl 0,5%) foi friccionado individualmente em zigue-zague em uma superfície de 4 cm² na parte inferior da lombada de cada volume, partindo para o corte do pé da obra. Cada amostra foi acondicionada em frasco estéril de capacidade compatível com a quantidade colhida.

Os experimentos para as análises microbiológicas nos livros foram realizados em triplicata, e todas as amostras colhidas foram particuladas e homogeneizadas com o auxílio de equipamentos previamente esterilizados. Realizaram-se diluições seriadas (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6}) e inoculações em placas de Petri contendo os meios triptecaseína soja (TSA, Oxoid®) para o cultivo das bactérias e Sabouraud-dextrose (Oxoid®) para os fungos. Os cultivos bacterianos foram incubados à temperatura de 37 °C de 24h a 48h, e as culturas fúngicas à temperatura de 28 °C, de 4 a 15 dias, quando as colônias foram contabilizadas e os microrganismos, 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 ágar triptecaseína soja (TSA, Oxoid®) e 20 com sabouraud-dextrose (SAB, Oxoid®), abertas, disponibilizadas nas estantes da fileira estipulada, por 12 horas. Em seguida, as placas foram acondicionadas em caixa isotérmica e transportadas ao laboratório. As placas contendo o meio TSA foram

incubadas à temperatura de 37 °C de 24h a 48h, e as de meio SAB, de 4 a 15 dias, à temperatura de 28 °C .

Após esse período foram realizadas a contagem por meio da representação de unidades formadoras de colônias (UFC) e a avaliação das características das colônias, como 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; 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.

3.1 Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram tratados por meio da análise descritiva da contagem microbiana dos agentes contidos nas amostras. Além de destacar os microorganismos isolados com a pesquisa, foram observadas as possíveis diferenças estatísticas entre a contagem microbiana no ar e aquela nos livros, verificando-se se essa comparação foi significativa ou não. Para atender esse objetivo, foi aplicado o teste de Mann-Whitney, devido à elevada dispersão dos dados. O teste de Mann-Whitney é indicado para a comparação de dois grupos amostrais a fim de se verificarem possíveis diferenças 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 foram Minitab® 17 (Minitab Inc.) e MS Excel® (Microsoft®).

4 Resultados e discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados referentes à ocorrência microbiana, do total de placas, ou seja, de 72 placas de amostras de livros e 40 de ar, no local estudado, sendo verificadas 84 vezes no ar e 114 vezes nos livros, constatando-se um total de 198 ocorrências. A percentagem de ocorrência de cada microorganismo representada no ar e nos livros foi relativa ao seu respectivo total, cabendo ainda ressaltar que alguns microrganismos 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. (Gráfico 1).

Tabela 1 - Ocorrência dos microrganismos isolados no ar e nos livros avaliados

Microrganismos	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	1,4%	14
<i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	5	100%	0	0,0%	5
<i>Microsporium gypseum</i>	2	25,0%	6	75,0%	8
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0,0%	6	100%	6
<i>Pseudomonas</i> spp.	0	0,0%	6	100%	6
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	0	0,0%	1	100%	1
<i>Candida Albicans</i>	0	0,0%	10	100%	10
<i>Micrococcus</i> spp.	0	0,0%	21	100%	21
Totais 198	84		114		

Fonte: Elaborada pelas autoras.

De forma geral, os livros apresentaram quantidades superiores de diferentes tipos de microrganismos, ou seja, a variedade de microrganismos encontrados nos livros foi superior em relação àquela encontrada no ar. Em contrapartida, os livros apresentaram menores valores de contagem microbiana, sendo essa contagem significativamente inferior àquela observada no ar. Os resultados evidenciaram nos livros a 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*, ao passo que a composição qualitativa dos fungos

variou em ambientes testados: isolaram-se 24 espécies em arquivos e bibliotecas. Os fungos mais comuns foram os dos gêneros *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium* e *Rhizopus*. Resultados semelhantes foram obtidos na presente pesquisa, que se caracterizou pelo isolamento dos mesmos gêneros fúngicos, exceto *Cladosporium* (Tabela 1, Gáfico 1).

De acordo com Gallo (1993), existem mais de 200 espécies de microorganismos – entre bactérias e fungos – que podem atacar os materiais em bibliotecas. A autora destaca a classe Deuteromycetes, agentes degradantes mais frequentes para papel, representada em seu trabalho por *Penicillium* spp. *Aspergillus* spp. (ambos corroborando os resultados da Tabela 1 e alguns Dematiaceae. A presença desses microrganismos está relacionada com a celulose contida no papel dos livros, bem como às 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, permitindo que microrganismos no ar sofram sedimentação e permaneçam na forma de poeira. O controle desses microrganismos pode ser particularmente desafiador, pois eles podem se espalhar pelo ar e colonizar outras superfícies (KARBOWSKA-BERENT *et al.*, 2011).

Ribeiro (2013), ao realizar um levantamento bibliográfico internacional retrospectivo dos gêneros de fungos detectados em livros de bibliotecas no período de 1977 a 2012, indicou que os mofos ou bolores apresentaram-se 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 estão *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*, além da 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%.

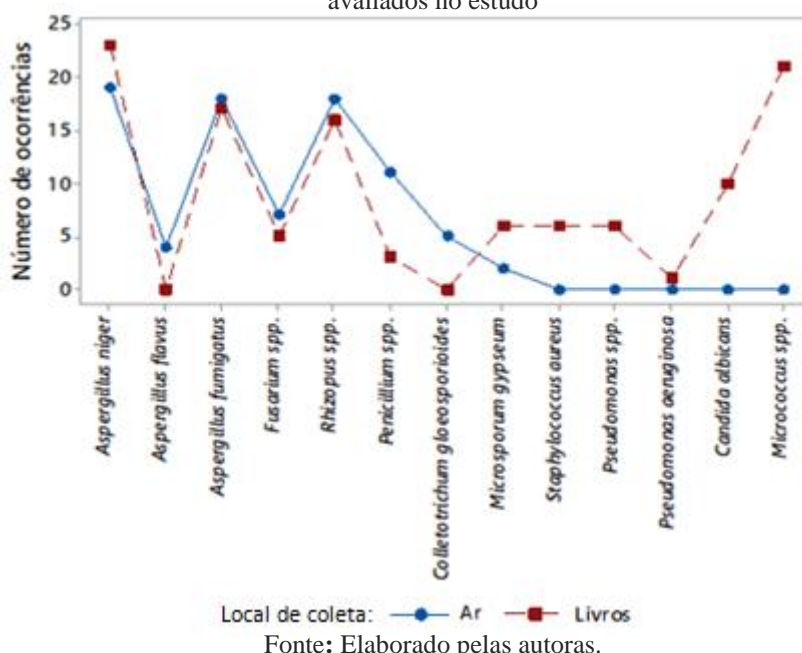
Micheluz *et al.* (2015) e Montanari *et al.* (2012) abordam a colonização de fungos em livros de bibliotecas disponibilizados em estantes metálicas, fechadas, móveis e deslizantes e, em suas pesquisas, verificaram a ocorrência de *Penicillium* e *Aspergillus*, entre outros micro-organismos. O fato pode 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.

Em estudos realizados por Osman *et al.* (2017) em bibliotecas localizadas no National Research Center (NRC), Dokki, Giza, no Egito, as bibliotecas investigadas diferiam em idade, *design*, tamanho e tipo de ventilação, bem como 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 as espécies comuns de fungos em bibliotecas tanto novas e quanto antigas. Muitos dos fungos isolados realizam atividades enzimáticas (lipase, protease e celulase), 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* (Gráfico 1).

No Gráfico 1, pode-se observar o número de ocorrências de cada um dos microrganismos avaliados de acordo com os locais estudados.

Gráfico 1 - Número de ocorrências dos diferentes microrganismos isolados no ar e livros avaliados no estudo



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

Tabela 2 - Estatísticas descritivas da contagem microbiana (UFC) do ar e dos livros avaliados no estudo

Local de colheita	N*	Média±desvio padrão	Mediana ²	(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 ¹				<0,001

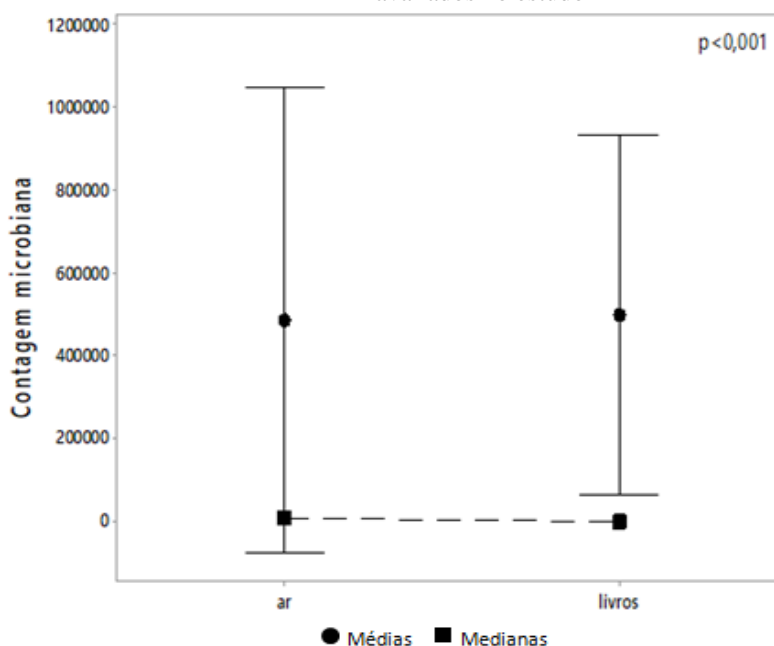
¹ Valor p referente ao teste de Mann-Whitney a $p < 0,05$.

*N: número de repetições referentes às análises realizadas.

Fonte: Elaborada pelas autoras.

O Gráfico 2 evidencia os intervalos de confiança da distribuição da contagem microbiana (UFC) para o ar e os livros avaliados no estudo com suas respectivas medianas, confirmando a diferença significativa entre a contagem microbiana observada no ar quando comparada com a observada nos livros.

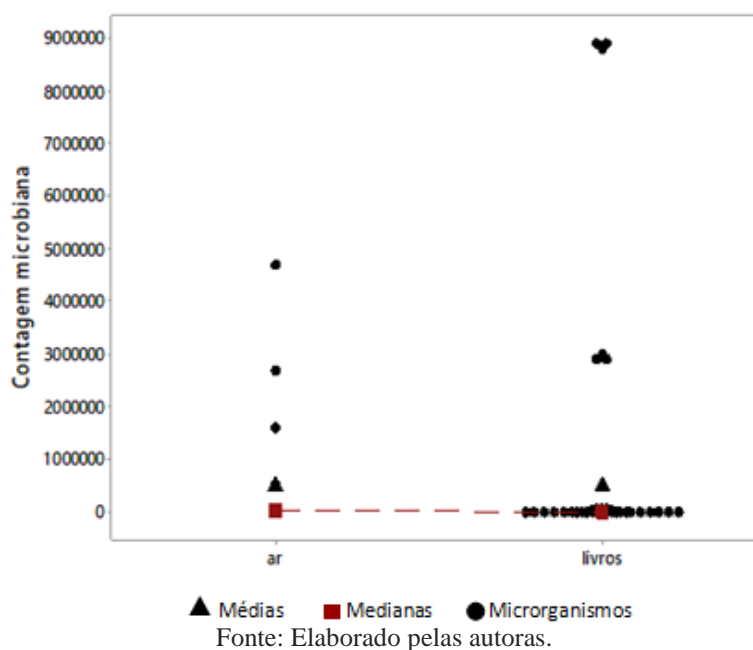
Gráfico 2 - Intervalos de confiança (95%) para a contagem microbiana (UFC) do ar e dos livros avaliados no estudo



Fonte: Elaborado pelas autoras.

No Gráfico 3, visualizam-se os valores individuais da contagem microbiana em cada um dos locais avaliados, por meio da representação de unidades formadoras de colônias (UFC) numa escala de zero a 9.000.000 em que o valor máximo de microrganismos 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 de zero.

Gráfico 3 - Valores individuais da contagem microbiana (UFC) do ar e dos livros avaliados no estudo



A presença de variedades e de números elevados de microrganismos em ambientes fechados pode ser atribuída ao caráter funcional específico das bibliotecas. Conforme Kalwasińska, Burkowska e Wilk (2012), as bibliotecas constituem microambientes únicos onde é alta a possibilidade de contaminação do ar com espécies microbianas que se desenvolvem nos itens de suas dependências. Em condições microclimáticas favoráveis, os microrganismos podem infectar as coleções e iniciar o processo de biodeterioração, sendo possível relacionar essa afirmativa com o fato ocorrido na biblioteca objeto dessa pesquisa, considerando-se 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, no 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 microrganismos.

O dano ao papel deve-se principalmente a fungos de espécies pertencentes aos gêneros *Aspergillus*, *Penicilium*, *Rhizopus*, *Trichoderma*, *Alternaria* e *Mucor*, os três primeiros coincidindo com aqueles encontrados neste estudo. Em menor grau, bactérias heterotróficas são nocivas ao papel, podendo aumentar significativamente sua quantidade quando as coleções de biblioteca ou arquivo estão úmidas, inundadas ou quando o processo de secagem desse tipo de material é muito lento (KALWASIŃSKA; BURKOWSKA; WILK, 2012). Todas as bactérias isoladas neste trabalho (*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 microrganismos 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 seus efeitos nocivos (STRYJAKOWSKA-SEKULSKA *et al.*, 2007; EDUARD, 2009). Outrossim, as micotoxinas e os compostos microbianos orgânicos voláteis podem constituir-se 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 microrganismos no ambiente interno das bibliotecas, a fim de se proteger a saúde dos usuários e dos trabalhadores (HAYLEEYESUS; MANAYE, 2014).

É evidente que os fungos, devido à alta prevalência em bibliotecas, são atualmente mais preocupantes para a saúde do público em geral do que os 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 nesses indivíduos (HEMPEL *et al.*, 2014).

Várias medidas preventivas que podem inibir o crescimento de tais microrganismos devem ser implementadas como parte dos procedimentos operacionais padrões para bibliotecas, entre elas o controle de temperatura e umidade, com condições de armazenamento recomendadas de 18 °C a 22 °C e 55% ou menos de umidade (DALAL; BHOWAL; KALBENDE, 2011). A ventilação adequada e a circulação do ar também são essenciais para 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 microrganismos (SHAMSIAN *et al.*, 2006).

5 Considerações finais

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

Observou-se que alguns microrganismos foram encontrados somente no ar, e outros, somente nos livros.

Os livros apresentaram maior quantidade de bactérias; já o ar caracterizou-se pela presença de fungos filamentosos.

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

Referências

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.

BORREGO, S. *et al.* The quality of air at archives and the biodeterioration of photographs. **International Biodeterioration and Biodegradation**, Barking, v. 64, n. 2, p. 139-145, 2010.

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.

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).

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.

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.

FERREIRA, J. C.; PATINO, C. M. O que realmente significa o valor-p? **Jornal Brasileiro de Pneumologia**, Brasília, v. 41, n. 5, p. 485, Sept./Oct. 2015.

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

HAYLEEYESUS, 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. Acesso em: 28 out. 2018.

HEMPEL, M. *et al.* Bacterial and fungal contamination in the library setting: a growing concern? **Environmental Health Review**, Ontario, v. 57, n. 1, p. 9-15, 2014.

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.

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.

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.

LOURENÇO, M. J. L.; SAMPAIO, J. P. A deterioração microbiológica de espécies fotográficas com emulsão de gelatina: isolamento de microrganismos contaminantes de três coleções, **Conservar Patrimônio**, Lisboa, n. 2, p. 13-19, 2005. Disponível em: http://revista.arp.org.pt/pdf/2_2.pdf. Acesso em: 25 out. 2018.

MELLO, P. M. A. 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. (Manual 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.

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

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.

NASCIMENTO, G. C. **Avaliação da qualidade do ar em ambientes internos: biblioteca pública**. 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.

- 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.
- 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.
- REIS-MENEZES, A. A. **Fungos em bibliotecas: frequência dos gêneros em livros e elaboração de teste para avaliação da biorreceptividade em papéis.** 2009. Tese (Doutorado) – Instituto de Biomédicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- 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.
- 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.
- 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.
- RODRIGUES, M. A. **Condições de trabalho e conforto em bibliotecas do ensino superior.** 2009. Tese (Mestrado) – Universidade do Minho, Minho, 2009.
- ROSS, M. A. *et al.* Association of asthma symptoms and severity with indoor bioaerosols. **Allergy**, Copenhagen, v. 55, n. 8, p. 705-711, 2000.
- SHAMSIAN, A. *et al.* Fungal contaminations in historical manuscripts at Astan Quds Museum Library, Mashhad, Iran. **International Journal of Agriculture and Biology**, Faisalabad, v. 8, n. 3, p. 420_422, 2006.
- 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.
- 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.
- 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. 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.

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.

TOLOZA-MORENO, D. L.; LIZARAZO-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.

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.

Microbiological characterization in specific environment in a university library in its composition and quality

Abstract: Conservation and preservation of a library's information material are necessary to extend the duration of their physical support and to ensure the integrity of historical, technical and scientific production for future generations. This study aims at characterizing the microorganisms in a specific environment in a university library that may cause damage to the collection and possible harm to the health of the users. It is an applied research which adopts experimental procedure and both qualitative and quantitative approaches. Samples were taken from the air and from 24 books. All samples were cultivated in plates with both selective and non-selective media for fungi and bacteria and incubated at 37 °C for 24h up to 48h (bacterial media) and for 4 up to 15 days (fungal media). Afterwards, colonies were enumerated, and their characteristics were evaluated. Conventional biochemical identification methods were performed. Results revealed molds, yeasts and bacteria and indicated numerical variations relating to the microorganism on book surface and in the air: although microbiota count in the air was significantly higher than that on the books, the later presented greater variety of microorganisms than the former.

Keywords: Library collections – contamination. Document preservation. Microorganisms.

Recebido: 26/01/2019

Aceito: 12/04/2019